

**INTERPRETASI METODE GEOMAGNETIK UNTUK
PENENTUAN STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN PADA
DAERAH SEKITAR AMBLESAN SUMUR DI DUSUN NANAS
DESA MANGGIS KECAMATAN PUNCU KABUPATEN KEDIRI**

SKRIPSI

Oleh:
IRA DIANA PRATAMA WATI
NIM. 13640074



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

**INTERPRETASI METODE GEOMAGNETIK UNTUK
PENENTUAN STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN PADA
DAERAH SEKITAR AMBLESAN SUMUR DI DUSUN NANAS
DESA MANGGIS KECAMATAN PUNCU KABUPATEN KEDIRI**

SKRIPSI

**Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:
IRA DIANA PRATAMA WATI
NIM. 13640074**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

INTERPRETASI METODE GEOMAGNETIK UNTUK
PENENTUAN STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN PADA
DAERAH SEKITAR AMBLESAN SUMUR DI DUSUN NANAS
DESA MANGGIS KECAMATAN PUNCU KABUPATEN KEDIRI

SKRIPSI

Oleh:
Ira Diana Pratama Wati
NIM. 13640074

Telah disetujui untuk diuji
pada tanggal, 2018

Pembimbing I

Pembimbing II

Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

Umaiatus Syarifah, MA
NIP. 19820925 200901 2 005



Mengetahui,
Ketua Jurusan

Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

HALAMAN PENGESAHAN





INTERPRETASI METODE GEOMAGNETIK UNTUK
PENENTUAN STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN PADA
DAERAH SEKITAR AMBLESAN SUMUR DI DUSUN NANAS
DESA MANGGIS KECAMATAN PUNCU KABUPATEN KEDIRI

SKRIPSI

Oleh:

Ira Diana Pratama Wati
NIM. 13640074

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal 30 Mei 2018

Penguji Utama	<u>Irjan, M.Si</u> NIP. 19691231 200604 1 003	
Ketua Penguji	<u>Dr. Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Sekretaris Penguji	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	
Anggota Penguji	<u>Umayiyatus Syarifah, MA</u> NIP. 19820925 200901 2 005	

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ira Diana Pratama Wati
NIM : 13640074
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Interpretasi Metode Geomagnetik untuk Penentuan Struktur Bawah Permukaan pada Daerah Sekitar Amblesan Sumur di Dusun Nanas Desa Manggis Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, Juli 2018

Yang Membuat Pernyataan



Ira Diana Pratama Wati
NIM. 13640074

MOTTO

Awali semua dengan “Bismillah”

ان الله يحبّ اذا عمل احدكم العمل ان يتقنه (رواه الطبران)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah Swt atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan kekuatan dan kesehatan kepada hamba sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Salawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad Saw yang telah menuntun kita menuju jalan yang terang yaitu, *al-Dinnul islam*.

Kupersembahkan sebuah karya kecil ini untuk kedua orang tuaku tercinta Bapak (Slamet Abidin) dan ibu (Jumlah), yang tiada pernah hentinya selama ini memberi semangat, doa, dorongan, nasehat dan kasih sayang serta pengorbanan yang tak tergantikan.

Terima kasih yang tak terhingga kepada dosen-dosen dan seluruh staf administrasi Jurusan Fisika, terutama pembimbing (Bpk. Drs. Abdul Basid, M.Si dan Ibu Umaiatus Syarifah, M.A) yang tak pernah lelah memberikan bimbingan dan arahan. Semoga ilmu yang diberikan dapat menjadi penerang hidup penulis.

Terima kasih untuk semangat dan motivasi yang selalu kalian berikan, Teman-teman Fisika Angkatan 2013, Teman-teman ExPop-B, Santri Putri PP Darul Ulum Al-Fadholi dan Sahabat-sahabat Geofisika UIN Malang. Semoga kebersamaan ini tetap menjadi ukhuwah silaturrahihi hingga nanti.

Mardiana, Qurrotul ‘Uyun dan Nuril Amaliya, terima kasih telah menjadi penyemangat dan sahabat terhebat dalam hidup penulis.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji atas kebesaran Sang Khalik yang telah menciptakan alam semesta dalam suatu keteraturan hingga dari lisan terucap berjuta rasa syukur kehadiran Allah Swt, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga kami diberikan kesempatan dan kesehatan, dapat mengerjakan Skripsi yang berjudul **“Interpretasi Metode Geomagnetik untuk Penentuan Struktur Bawah Permukaan pada Daerah Sekitar Amblesan Sumur di Dusun Nanas Desa Manggis Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri”** dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada baginda Nabi Muhammad Saw, yang diutus ke permukaan bumi ini untuk menyempurnakan akhlaq manusia, menuntun umat dari zaman jahilliyah menuju zaman yang penuh cahaya, yaitu *al- Dinnul Islam*. Penulis menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Interpretasi Metode Geomagnetik untuk Penentuan Struktur Bawah Permukaan pada Daerah Sekitar Amblesan Sumur di Dusun Nanas Desa Manggis Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata 1 Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dengan selesainya penulisan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih dan menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

2. Dr. Sri Harini M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, pengarahan, saran dan motivasi dalam penulisan skripsi.
5. Umayyatus Syarifah, M.A selaku Dosen Pembimbing Integrasi yang memberikan bimbingan integrasi dan motivasi dalam penulisan skripsi.
6. Seluruh dosen Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah berkenan mendidik dan membimbing penulis.
7. Staf administrasi serta laboran yang membantu memperlancar penyelesaian skripsi.
8. Keluarga tercinta Bapak Slamet Abidin dan Ibu Jumilah beserta keluarga yang bagaikan guru abadi dalam hidup yang selalu mendukung penuh serta memberikan doa yang tak pernah henti demi kesuksesan penulis dalam segala hal, baik moral maupun materiilnya.
9. Mardiana, Nuril Amaliya, Qurrotul ‘Uyun dan Ishlahuzzakiyyah yang selalu menjadi penyemangat penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi.
10. Seluruh rekan seperjuangan Fisika angkatan 2013 yang telah menjadi sahabat terbaik penulis dalam mengikuti perkuliahan dan penyelesaian skripsi.
11. Pengasuh PPDU Al Fadholi Malang (Hj. Siti Nurul Aminah) beserta para Aztadid yang telah berkenan mendidik dan memberikan siraman rohani penulis, semoga penulis menjadi santri yang senantiasa taat dan ta’dzim.

12. Teman-teman pengurus dan santri Pondok Pesantren Darul Ulum Al Fadholi Malang yang selalu memberikan semangat untuk penulis.
13. Serta semua pihak yang membantu baik secara langsung maupun tidak langsung demi kesuksesan dalam menyelesaikan skripsi.

Terlepas dari hal itu, penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasa. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran demi tersusunnya skripsi ini dengan benar.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan inspirasi bagi pembaca.

Malang, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
المستخلص.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Manfaat.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Susunan Interior Bumi.....	7
2.2 Tanah dan Batuan.....	10
2.2.1 Tanah.....	10
2.2.2 Batuan.....	11
2.3 Amblesan Tanah (<i>Land Subsidence</i>).....	12
2.4 Geologi Daerah Penelitian.....	13
2.4.1 Fisiografi dan Morfologi.....	13
2.4.2 Stratigrafi.....	16
2.4.3 Struktur dan Sejarah Geologi.....	18
2.5 Konsep Teori Magnetik.....	19
2.5.1 Gaya Magnetik.....	19
2.5.2 Kuat Medan Magnetik.....	20
2.5.3 Momen Magnetik.....	20
2.5.4 Intensitas Magnetik.....	20
2.5.5 Suseptibilitas Magnetik.....	21
2.5.6 Induksi Magnetik.....	25
2.5.7 Medan Magnetik Bumi.....	26
2.6 Koreksi Data Magnetik.....	28
2.6.1 Koreksi Harian.....	29
2.6.2 Koreksi IGRF.....	29
2.7 Transformasi Medan.....	30
2.7.1 Kontinuasi ke Atas.....	30

2.7.2 Reduksi ke Kutub.....	30
2.8 Survey Magnetik.....	31
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	34
3.2 Instrumentasi Penelitian.....	35
3.3 Data Penelitian.....	35
3.4 Prosedur Penelitian.....	36
3.4.1 Tahap Akuisisi Data.....	36
3.4.2 Tahap Pengolahan Data.....	37
3.4.3 Tahap Interpretasi Data.....	40
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengambilan Data.....	42
4.2 Pengolahan Data.....	43
4.2.1 Koreksi Harian.....	47
4.2.2 Koreksi IGRF.....	48
4.2.3 Kontinuasi ke Atas.....	50
4.2.3 Reduksi ke Kutub.....	51
4.3 Interpretasi Kualitatif.....	52
4.4 Interpretasi Kuantitatif.....	53
4.4.1 Penampang Melintang AB.....	55
4.4.2 Penampang Melintang CD.....	57
4.4.3 Penampang Melintang EF.....	60
4.5 Analisis Penyebab Amblesan Sumur.....	63
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Susunan Interior Bumi	8
Gambar 2.2	Amblesan Sumur di Dusun Nanas.....	13
Gambar 2.3	Peta Geologi Lembar Kediri.....	14
Gambar 2.4	Arah Polarisasi Ferromagnetik.....	22
Gambar 2.5	Arah Polarisasi Antiferromagnetik.....	23
Gambar 2.6	Arah Polarisasi Ferrimagnetik.....	23
Gambar 2.7	Komponen Medan Magnet Bumi.....	26
Gambar 2.8	Diagram Kotak dari PPM	32
Gambar 3.1	Peta Daerah Penelitian.....	34
Gambar 3.3	Diagram Alir Penelitian.....	41
Gambar 4.1	Kontur Topografi Daerah Penelitian.....	44
Gambar 4.2	Kontur Intensitas Medan Total.....	45
Gambar 4.3	Kalkulator IGRF	46
Gambar 4.4	Kontur Intensitas Anomali Magnetik Total.....	47
Gambar 4.5	Kontur Intensitas Anomali Magnetik Regional.....	49
Gambar 4.6	Kontur Intensitas Anomali Magnetik Lokal.....	50
Gambar 4.7	Kontur Intensitas Anomali Magnetik Lokal Hasil Reduksi ke Kutub.....	52
Gambar 4.8	Anomali Magnetik Lokal Hasil Reduksi ke Kutub dengan 3 Sayatan.....	54
Gambar 4.9	Penampang Melintang Sayatan AB.....	56
Gambar 4.10	Penampang Melintang Sayatan CD.....	58
Gambar 4.11	Penampang Melintang Sayatan EF.....	61
Gambar 4.11	Pemodelan 3D dari 3 Penampang.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jumlah Sumur Ambles Tiap Dusun	1
Tabel 2.1 Keterangan Stratigrafi.....	16
Tabel 2.2 Suseptibilitas Batuan.....	23
Tabel 2.3 Daftar Suseptibilitas beberapa mineral.....	24



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Koordinat Titik Amblesan Sumur Survei Pendahuluan
- Lampiran 2 Gambar Hasil Survei Pendahuluan
- Lampiran 3 Data Hasil Akuisisi Metode Geomagnetik di Dusun Nanas
- Lampiran 4 Dokumentasi Akuisisi Data



ABSTRAK

Wati, Ira Diana Pratama. 2018. **Interpretasi Metode Geomagnetik untuk Penentuan Struktur Bawah Permukaan pada Daerah Sekitar Amblesan Sumur di Dusun Nanas Desa Manggis Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Drs. Abdul Basid, M.Si (II) Umaiatus Syarifah, M.A.

Kata Kunci: Amblesan, geomagnetik, interpretasi

Amblesan merupakan penurunan tanah akibat proses geologi suatu daerah sehingga ketinggian muka tanah berkurang dari keadaan sebelumnya. Amblesan sumur yang terjadi di daerah penelitian merupakan fenomena yang langka. Adapun dugaan penyebab fenomena yang terjadi menurut PVMBG menyatakan bahwa secara geologi penyebab amblesan tersebut adalah struktur tanah yang kurang kompak, fluktuasi dan kemungkinan terdapat patahan sesar. Untuk mengetahui penyebab dari fenomena ini maka dilakukan penelitian dengan menggunakan metode geomagnetik. Metode geomagnetik merupakan salah satu metode geofisika yang mengukur susceptibilitas batuan, sehingga dapat menggambarkan litologi bawah permukaan melalui pemodelan dengan bantuan data geologi daerah penelitian.

Metode ini menggunakan interpretasi secara kualitatif dan kuantitatif. Hasil dari interpretasi kualitatif dapat menggambarkan pola anomali magnetik, dimana amblesan sumur terjadi pada intensitas anomali magnetik lokal yang berkisar antara -350 nT sampai 450 nT. Sedangkan interpretasi kuantitatif menghasilkan pemodelan secara 2D maupun 3D, dari interpretasi ini didapatkan pendugaan formasi batuan yang menyusun daerah penelitian, diantaranya: breksi tuf, tuf, pasir, lempung dan kuarsa pasir.

ABSTRACT

Wati, Ira Diana Pratama. 2018. **Interpretation of Geomagnetic Methods for Determining Subsurface Structures in Regions Around Subsidence Wells in Manggis Nanas Village Puncu District of Kediri**. Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, the State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor: (I) Drs. Abdul Basid, M.Si (II) Umayyatus Syarifah, MA

Keywords: Subsidence, geomagnetic, interpretation

Subsidence is a decrease of land due to the geological process of an area so that the height of the soil surface is reduced from the previous state. The occurrence of wells that occur in the research area is a step phenomenon. The alleged cause of phenomena that occur according to PVMBG states that the geologic causes of the subsidence is the structure of the land that is less compact, fluctuations and the possibility of a fault cesarean. To know the cause of this phenomenon then researcher conducted research by using geomagnetic method. Geomagnetic method is one of the geophysical methods that measure the susceptibility of rocks, so it can describe the subsurface lithology through modeling with the help of geological data of the research area.

This method uses both qualitative and quantitative interpretation. The results of the qualitative interpretation can illustrate the pattern of magnetic anomalies, wherein the well sink occurs at the intensity of the local magnetic anomaly ranging from -350 nT to 450 nT. While quantitative interpretation resulted in 2D or 3D modeling, from this interpretation, it was found that rock formations were predicted to compose the research area, such as brecciated tuff, tuff, sand, clay and quartz sand.

المستخلص

واتي، إيرا ديانا فراتاما. ٢٠١٨. تفسير طريقة الجيومغناطيسية لتحديد الهياكل السطحية في المنطقة
الحيطة بيتر أمبليزان في قرية ناناس قرية مانجيس منطقة بونكو ، مقاطعة كاديري. البحث
العلمي. قسم الفيزياء ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك
إبراهيم بمالنج. المشرف الأول: الدكتور عبد البسيط، الماجستير المشرف لثاني: أمية الشريفة،
الماجستير.

الكلمات المفتاحية : أمبليزان، الجيومغناطيسية، تفسير
أمبليزان هو انخفاض في الأرض بسبب العملية الجيولوجية لمنطقة بحيث يخفض ارتفاع سطح التراب من
الحالة السابقة. حدوث بئر أمبليزان التي تحدث في مجال البحث هو ظاهرة خطوة. إن السبب المزعوم للظواهر
التي تحدث وفقاً لـ PVMBG ينص على أن الأسباب الجيولوجية للهبوط هي بنية الأرض التي تكون أقل
ضغطاً وتقلية وإمكانية حدوث قيصرية خاطفة. لمعرفة سبب هذه الظاهرة فأجرت الباحثة البحث باستخدام
طريقة جيومغناطيسية. الطريقة الجيومغناطيسية هي إحدى الطرق الجيوفيزيائية التي تقيس قابلية الصخور ،
لذلك يمكنها وصف الصخور تحت السطحية من خلال النمذجة بمساعدة البيانات الجيولوجية لمنطقة البحث.
تستخدم هذه الطريقة التفسير الكيفي والكمي. يمكن أن توضح نتائج التفسير الكيفي نمط التشوهات
المغناطيسية ، حيث يحدث حوض البئر عند شدة الشدوذ المغناطيسي المحلي يتراوح من -350 nT
إلى 450 nT . في حين أن التفسير الكمي أدى إلى النمذجة ثنائية الأبعاد أو ثلاثية الأبعاد ، من هذا
التفسير ، فقد تبين أن التكوينات الصخرية كانت من المتوقع أن تولف منطقة البحث ، مثل التلك البري ،
الطف ، الرمل ، الطين ورمل الكوارتز.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fenomena-fenomena alam sering terjadi di Indonesia akhir-akhir ini seperti banjir, tanah longsor, pergerakan tanah, amblesan tanah, gunung meletus, gempa bumi, tsunami, maupun yang lainnya. Hal-hal tersebut dimungkinkan dapat terjadi karena letak geografis Indonesia yang berada pada pertemuan lempeng dan jalur vulkanik aktif. Baru-baru ini terjadi fenomena alam di Kabupaten Kediri, yaitu lebih dari seratus sumur di Kecamatan Puncu, mengalami ambles.

Amblesan sumur terjadi sejak tanggal 24 April 2017. Kepala Pelaksana Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Jawa Timur, Sudarmawan memaparkan ada 133 sumur yang ambles. Sumur yang ambles ada di dua desa, yaitu Desa Manggis dan Desa Gadingan. Tepatnya di Desa Manggis terdapat empat dusun yang mengalami fenomena ini, yakni Dusun Nanas, Dusun Jambean, Dusun Dodok, dan Dusun Manggis. Berikut ini adalah data jumlah sumur yang ambles di Desa Manggis (Astuti,2017):

Tabel 1.1 Jumlah Sumur Ambles di Desa Manggis (Astuti, 2017)

No	Dusun	Jumlah Sumur Ambles	Jumlah Sumur yang Ada
1	Nanas	37	78
2	Jambean	11	125
3	Dorok	80	700
4	Manggis	1	121

Telah dilakukan penelitian awal tentang fenomena amblesan sumur oleh Tim Tanggap Darurat Bencana Gerakan Tanah PVMBG. Dari data Tim Tanggap Darurat Bencana Gerakan Tanah PVMBG menjelaskan beberapa penyebab terjadinya amblesan sumur yang di paparkan oleh Hendry Purnomo. Beliau memaparkan bahwa penyebab dari amblesan sumur diantaranya (1) sifat fisik lapisan abu dan pasir vulkanik (piroklastik), endapan lahar yang tidak kompak dan mudah runtuh, (2) fluktuasi/perubahan muka air tanah pada akhir-akhir ini terjadi secara drastis, kenaikan muka air tanah secara drastis dari 15 m ke 3 m, (3) konstruksi sumur gali (buis beton) tidak sampai dasar sumur, sehingga terdapat dinding sumur yang tidak ada pelindungnya dan terjadi runtuh, runtuh dinding sumur di bawah konstruksi buis beton yang menimbulkan rongga atau gerowong (Astuti, 2017).

Selain ketiga penyebab tersebut, dimungkinkan ada pula pengaruh patahan sesar di sekitar lokasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan penyebab dari fenomena yang terjadi menggunakan metode geofisika. Hasil interpretasi metode geofisika diharapkan dapat menggambarkan keadaan struktur bawah permukaan sehingga dapat menentukan apakah ada pengaruh patahan sesar di daerah tersebut.

Salah satu firman Allah SWT dalam Surat an- Nahl (16): 15:

وَأَلْقَىٰ فِي الْأَرْضِ رَوَاسِيَ أَن تَمِيدَ بِكُمْ وَأَنْهَارًا وَسُبُلًا لَّعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ ﴿١٥﴾

“Dan Dia menancapkan gunung-gunung di bumi supaya bumi itu tidak goncang bersama kamu, (dan Dia menciptakan) sungai-sungai dan jalan-jalan agar kamu mendapat petunjuk,”(Q.S an-Nahl (16): 15).

Kalimat yang menarik pada ayat diatas, adalah kalimat al-Quran *ان تُمِيدَ* *ان تُمِيدَ بِكُمْ* dan *لَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ*. Kalimat *ان تُمِيدَ بِكُمْ* “*agar ia tidak guncang*

bersamamu” dalam Tafsir Nurul Quran menjelaskan bahwa gunung-gunung menjadi penyebab ketenangan pikiran, sekaligus mencegah gempa bumi. Pondasi gunung-gunung menembus semua lapisan bumi hingga ke lubang-lubangnya, sedangkan kalimat *لَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ* “*agar kamu mendapat petunjuk*” dalam Tafsir al-Maragi metafrsirkan bahwa agar mendapat petunjuk dengan jalan-jalan itu yang dapat ditempuh sehingga tidak tersesat.

Kedua kalimat di atas jika dikaitkan dengan fenomena yang terjadi, amblesan merupakan salah satu guncangan yang terjadi di bumi, bagian yang mengalami guncangan atau perubahan terletak pada lapisan-lapisan bumi. Penyebab fenomena tersebut dapat diketahui dengan mengkaji geologi struktur daerah tersebut menggunakan disiplin ilmu pengetahuan melalui penelitian. Hasil penelitian dapat dijadikan salah satu jalan atau petunjuk untuk mengurangi dampak yang diakibatkan dari bencana alam yang terjadi di bumi, agar menjadi manfaat bagi sesama umat manusia.

Menurut Danielson dan Denecke (1989) dalam Sumardi (1997) struktur geologi sangat penting untuk di ketahui, khususnya bagi mahasiswa Geofisika. Geofisika adalah bagian dari ilmu pengetahuan yang merupakan perpaduan antara Geologi dan Fisika. Geofisika adalah ilmu pengetahuan yang mengkaji bumi padat, interiornya dan sejarahnya. Alonso dan Finn (1980) dalam Sumardi (1997)

mengartikan, bahwa fisika adalah ilmu pengetahuan yang bertujuan untuk mempelajari komponen-komponen zat dan interaksinya, menjelaskan sifat-sifat zat serta gejala-gejala alam yang teramati. Jadi, dapat dikatakan bahwa geofisika adalah ilmu pengetahuan yang mengkaji bumi dengan pengukuran-pengukuran fisika lapisan bumi dan lapisan permukaan bumi.

Metode geofisika semakin berperan penting dan berkembang dalam interpretasi bawah permukaan dengan didukung oleh data geologi. Adapun macam-macam metode dalam geofisika, diantaranya seismik, graviti, geomagnetik, geolistrik dan elektromagnetik. Masing-masing metode mempunyai kelebihan dan kekurangan, akan tetapi setiap metode menjadi pendukung interpretasi dari metode yang lainnya. Pemilihan metode yang akan digunakan tergantung target yang akan dicapai dalam suatu penelitian.

Metode geomagnetik merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan dalam survei untuk target dalam maupun dangkal. Metode ini dapat digunakan untuk studi lokal maupun regional, selain itu metode ini adalah metode yang murah dan mudah digunakan. Metode geomagnetik memiliki prinsip yang hampir sama dengan metode graviti (Burger, 1992).

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa peneliti akan melakukan penelitian untuk mengetahui struktur bawah permukaan menggunakan metode geomagnetik di Dusun Nanas Desa Manggis Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri, pemilihan tempat penelitian ini dikarenakan Dusun Nanas merupakan dusun pertama yang mengalami amblesan sumur dan jumlah sumur yang ambles mencapai 37 sumur. Kelebihan metode geomagnetik adalah dapat

menggambarkan struktur bawah permukaan dengan jangkauan yang lebih luas dan kedalaman target yang lebih dalam. Pada prinsipnya metode ini mengukur suseptibilitas batuan. Batuan pada dasarnya memiliki nilai suseptibilitas yang berbeda sehingga besarnya suseptibilitas dapat digunakan untuk menggambarkan keadaan bawah permukaan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pola anomali magnetik menggunakan metode geomagnetik pada daerah sekitar amblesan sumur di Dusun Nanas?
2. Bagaimana struktur geologi bawah permukaan berdasarkan data geomagnetik pada daerah sekitar amblesan sumur di Dusun Nanas?

1.3 Tujuan

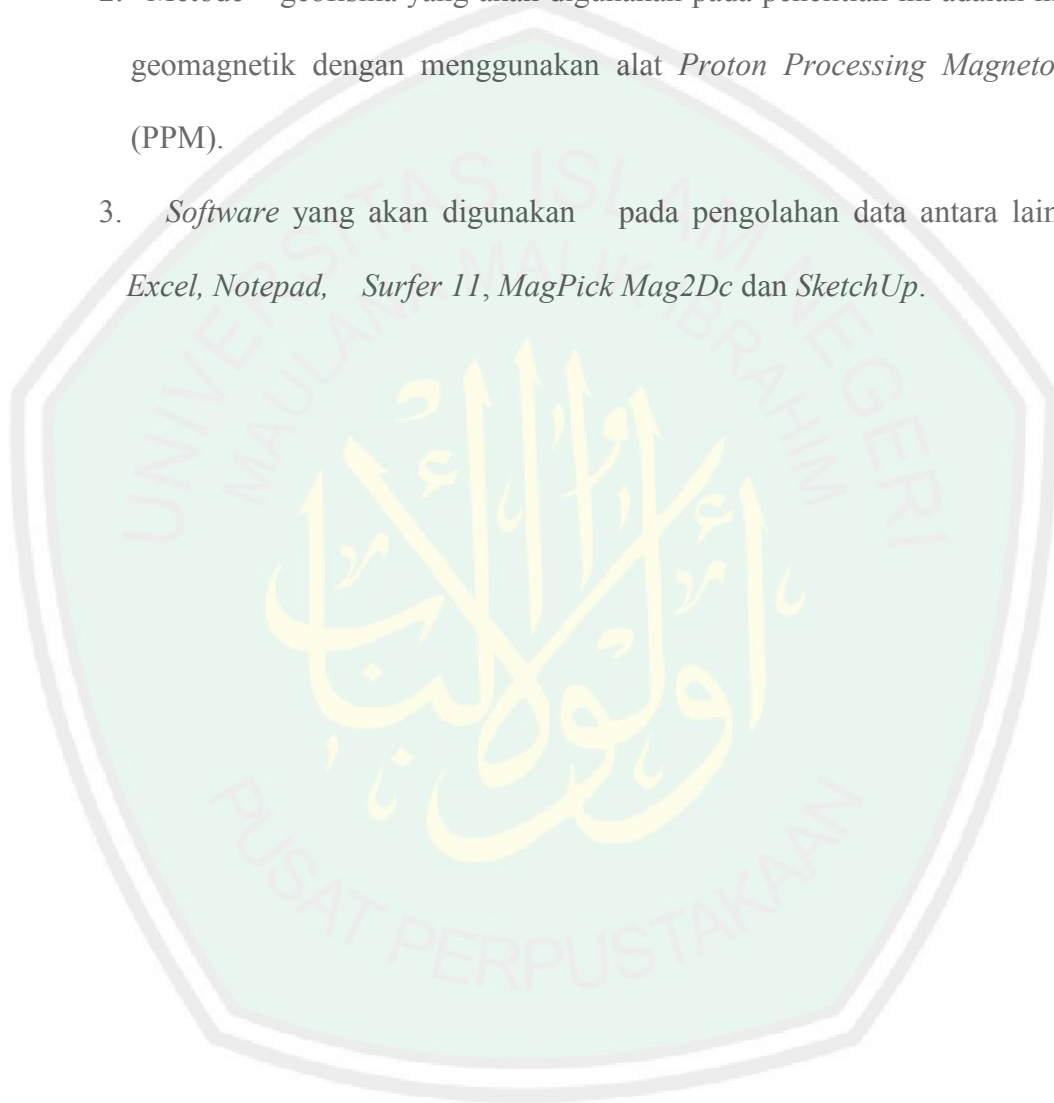
1. Untuk mengetahui pola anomali magnetik dengan metode geomagnetik pada daerah amblesan sumur di Dusun Nanas.
2. Untuk mengetahui struktur geologi bawah permukaan berdasarkan data geomagnetik pada daerah amblesan sumur di Dusun Nanas.

1.4 Manfaat

1. Memberikan informasi anomali magnetik struktur geologi bawah permukaan pada daerah sekitar amblesan sumur di Dusun Nanas.
2. Dapat menentukan pendugaan mengenai faktor yang menyebabkan amblesan sumur dari litologi hasil penelitian
3. Dapat menentukan pendugaan kedalaman struktur gembur/ lembek yang menyebabkan amblesan sumur.

1.5 Batasan Masalah

1. Luas area pada penelitian ini 420 m x 340 m yang terletak di Dusun Nanas, Desa Manggis, Kecamatan Puncu, Kabupaten Kediri, Provinsi Jawa Timur.
2. Metode geofisika yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode geomagnetik dengan menggunakan alat *Proton Processing Magnetometer* (PPM).
3. *Software* yang akan digunakan pada pengolahan data antara lain, *Ms. Excel, Notepad, Surfer 11, MagPick Mag2Dc dan SketchUp.*



BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Susunan Interior Bumi

Pemisahan materi yang terjadi diawal pembentukan bumi menghasilkan tiga lapisan yang berbeda, berdasarkan material atau komposisi kimia yang menyusunnya. Tiga lapisan tersebut terdiri dari kerak bumi “*crust*”, mantel “*mantle*” dan inti bumi “*core*”. Selain komposisi lapisan yang berbeda, bumi dapat dibagi menjadi beberapa lapisan berdasarkan sifat fisik. Sifat fisik yang digunakan untuk menentukan zona tersebut meliputi lapisan padat atau lapisan cair (Frederick, 2012).

Susunan interior bumi dapat diketahui berdasarkan sifat sifat fisika bumi (geofisika). Sebagaimana kita ketahui bahwa bumi mempunyai sifat-sifat fisik, seperti gaya tarik (gravitasi), kemagnetan, kelistrikan, perambatan gelombang (seismik) dan sifat fisika lainnya. Melalui sifat fisika bumi inilah para ahli geofisika mempelajari susunan bumi, misalnya dengan metode pengukuran gravitasi bumi (gaya tarik bumi), sifat kemagnetan bumi, sifat penghantar arus listrik, dan sifat penghantar gelombang seismik (Noor, 2009).

Dalam al-Quran Surat ar-Ra’du (13): 4 Allah SWT telah berfirman:

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَاوِرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزُرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنَوَانٌ وَغَيْرِ صِنَوَانٍ يُسْقَىٰ بِمَاءٍ
وَاحِدٍ وَنُفْضِلُ بَعْضَهَا عَلَىٰ بَعْضٍ فِي الْأَكْلِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٤﴾

“Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon kurma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebagian tanam-tanaman itu atas sebagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir” (QS. ar-Ra’du (13): 4).

Tafsir al-Aisar menjelaskan bahwa kalimat al-Quran **مُتَجَاوِرَاتٍ قَطَعٍ**

“bagian-bagian yang saling menempel” yaitu sebagai hamparan tanah yang saling berdempingan dengan bagian yang lain, ada tanah yang baik, ada tanah yang buruk ada yang berair dan ada yang tidak berair. Kalimat tersebut telah menjelaskan bahwa masing-masing tanah memiliki materi penyusun yang berbeda, baik berupa unsur hara maupun kandungan air yang terdapat pada setiap lapisan tanah.

Para ahli geologi menegaskan bahwa lapisan tanah yang hancur atau pecah akibat berbagai faktor erosi menjadi unsur-unsur yang tidak sama. Tetapi, masing-masing tanah akan mempunyai karakteristik tersendiri (Abdushshamad, 2003).

Sebuah pernyataan ilmiah yang diindikasikan oleh ayat di atas, bahwa suatu lokasi tanah terdiri dari beberapa bagian yang saling berdekatan dan menempel. Namun, lapisan tersebut mengandung beberapa materi logam, unsur atau bakteri pengurai yang berbeda-beda (Abdushshamad, 2003).

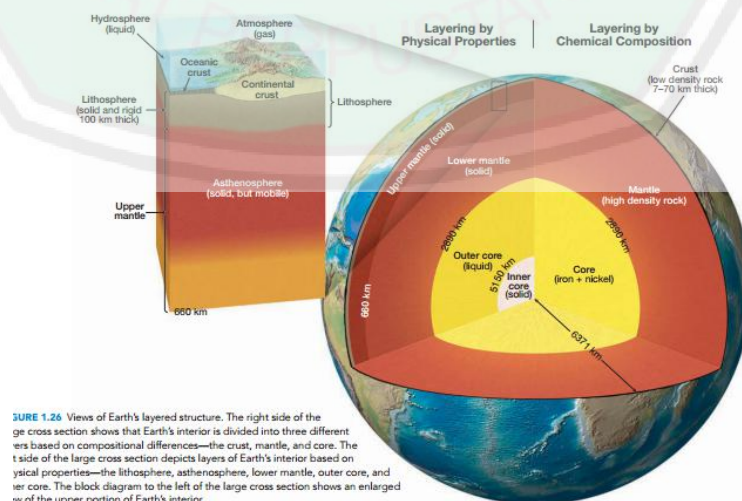


FIGURE 1.26 Views of Earth's layered structure. The right side of the large cross section shows that Earth's interior is divided into three different layers based on compositional differences—the crust, mantle, and core. The left side of the large cross section depicts layers of Earth's interior based on physical properties—the lithosphere, asthenosphere, lower mantle, outer core, and inner core. The block diagram to the left of the large cross section shows an enlarged view of the upper portion of Earth's interior.

Gambar 2.1 Susunan Interior Bumi (Frederick, 2012)

Bumi terdiri dari sejumlah lapisan. Semakin ke dasar bumi, bagian lapisan yang ditemui akan semakin lunak dan gembur. Artinya, lapisan terluar atau permukaan bumi bersifat padat dan keras, sedangkan lapisan yang menuju perut bumi memiliki sifat yang lunak, semakin kental dan suhu panas yang semakin meningkat hingga diibaratkan seperti benda cair yang bergejolak (Thayyarah, 2014).

Frederick (2012) menjelaskan bahwa bumi tersusun atas tiga lapisan, yang meliputi:

a. Kerak Bumi "*Earth's Crust*"

Kerak bumi merupakan lapisan terluar yang relatif tipis dan berbatu. Lapisan ini terdiri dua jenis, yaitu kerak benua (*continental crust*) dan kerak samudra (*oceanic crust*). Kerak benua terdiri dari daratan dan pegunungan yang memiliki kedalaman yang bervariasi, yakni pada daratan mencapai 35 km sedangkan pada daerah pegunungan bisa mencapai 70 km. Lain halnya dengan kerak samudra yang memiliki ketebalan lebih rendah yakni 7 km.

b. Mantel Bumi

Lebih dari 82 % volume bumi terkandung di dalam mantel, kedalaman dari lapisan ini mencapai 2.900 km (1800 mil). Batas antara kerak dan mantel merupakan perubahan komposisi kimia yang signifikan. Jenis batuan yang dominan di mantel paling atas adalah peridotit, yang memiliki kandungan magnesium dan zat besi logam lebih banyak daripada mineral yang ditemukan di benua atau kerak samudera.

c. Inti Bumi “ *Earth’s Core*”

Inti bumi merupakan lapisan terdalam bumi yang berisi cairan, yang tersusun dari material berupa unsur oksigen, silikon dan belerang yang dengan mudah membentuk senyawa dengan zat besi. Ketebalan lapisan ini mencapai 2270 km (1410 mil). Gerakan besi metalik yang ada di inti bumi dapat menghasilkan medan magnet bumi.

2.2 Tanah dan Batuan

2.2.1 Tanah

Tanah adalah tubuh alam gembur yang menyelimuti sebagian besar permukaan bumi dan mempunyai sifat dan karakteristik fisik. Secara fisik, tanah tersusun atas partikel mineral dan organik dalam berbagai ukuran. Partikel mineral dan organik menyusun kurang lebih 50 % volume tanah, sisanya adalah berupa pori yang terisi oleh air tanah dan udara (Sartohadi. dkk, 2014).

Konsistensi tanah merupakan sifat fisika tanah yang menggambarkan kuat lemahnya gaya kohesi dan adhesi antarpartikel penyusun tanah. Konsistensi menggambarkan mudah tidaknya tanah hancur oleh karena suatu tekanan atau beban (Terzaghi, 1943 dalam Sartohadi. Dkk, 2014).

Struktur tanah menggambarkan bentuk, ukuran dan kuat lemahnya agregat tanah dalam kondisi alami, sementara konsistensi menggambarkan kondisi tanah yang dimiliki oleh partikel tanah dalam menerima beban dan tekanan. Pasir tidak mempunyai gaya kohesi dan adhesi antarpartikel sehingga tidak kuat menahan beban. Tanah bertekstur lempung mempunyai gaya kohesi antar partikel yang

sangat kuat sehingga menjadi sangat lekat ketika dalam kondisi basah (Sartohadi, dkk, 2014).

2.2.2 Batuan

Batuan adalah massa materi mineral, baik yang kompak keras maupun yang tidak, yang membentuk bagian kerak bumi. Batuan dapat terdiri dari satu macam mineral atau kumpulan berbagai macam mineral (Whitten dan Brook, 1972).

Bates dan Jackson (1990) mendefinisikan batuan, yaitu agregat mineral sejenis atau tidak sejenis seperti: granit, marmer, serpih atau tubuh materi mineral yang tidak dapat dipisahkan seperti obsidian atau materi organik padat, seperti batubara.

Dalam sudut pandang geologi, batuan tidak harus keras dan kompak. Lumpur, pasir, dan tanah liat (lempung) termasuk batuan. Batuan (*rock*) harus dibedakan dari batu (*stone*). (Soetoto, 2013)

Jenis-jenis batuan dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok besar, yaitu (Noor, 2009):

a. Batuan Beku

Batuan beku (*igneus*), kata *igneus* berasal dari bahasa Latin *ignis*, yang berarti "api". Batuan ini adalah jenis batuan yang terbentuk dari magma yang mendingin dan mengeras, dengan atau tanpa proses kristalisasi, baik di bawah permukaan sebagai batuan intrusif (plutonik) maupun di atas permukaan sebagai batuan ekstrusif (vulkanik). Magma berasal dari batuan setengah cair ataupun batuan yang sudah ada, baik di mantel ataupun kerak bumi.

b. Batuan Sedimen

Sedimen merupakan bahan atau partikel yang terdapat di permukaan bumi (di daratan ataupun lautan), yang telah mengalami proses pengangkutan (transportasi) dari satu tempat ke tempat lain. Agen pengangkut utama dalam proses transportasi adalah air dan angin. Batuan sedimen apabila mengeras (membatu) akan menjadi batuan metamorfosis.

c. Batuan Metamorfis

Kata “*metamorfosa*” berasal dari bahasa Yunani, yaitu “*metamorphism*” dimana “*meta*” yang artinya “berubah” dan “*morph*” yang artinya “bentuk”. Dengan demikian pengertian “*metamorfosa*” dalam geologi adalah merujuk pada perubahan dari kelompok mineral dan tekstur batuan yang terjadi dalam suatu batuan yang mengalami tekanan dan temperatur yang berbeda, dengan tekanan dan temperatur tersebut batuan ini mengalami perubahan bentuk.

2.3 Amblesan Tanah (*Land Subsidence*)

Land subsidence didefinisikan sebagai penurunan muka tanah sebagai fungsi dari waktu yang diakibatkan oleh proses alamiah dan aktifitas manusia. Contoh penyebab terjadinya penurunan tanah adalah pengambilan air tanah yang berlebihan (*ground water over exploration*), keluarnya gas dan lumpur secara massif dari dalam tanah kepermukaan, penurunan karena beban bangunan diatas permukaan, penurunan karena adanya konsolidasi alamiah dari lapisan-lapisan tanah, serta penurunan karena gaya-gaya tektonik (Doukas, 2004)

Amblesan dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti ekstraksi cairan (seperti air tanah, minyak termasuk gas dan geotermal), tambang bawah

permukaan, proses pelarutan batuan-batuan (batu garam, gipsum, batu gamping, dolomit), kompaksi dan tektonik (Sudarsono dan Sudjarwo, 2008).

Menurut paparan Hendry Purnomo amblesan yang terjadi di Desa Manggis selain struktur tanah daerah tersebut yang belum kompak diduga karena perubahan fluktuasi muka air tanah dan konstruksi sumur. Perubahan fluktuasi air tanah secara drastis, menyebabkan pelarutan pada tanah batuan di bagian dinding sumur sehingga bagian tersebut ambles. Konstruksi sumur gali (buis beton) tidak sampai dasar sumur sehingga terdapat dinding sumur yang tidak ada pelindungnya dan terjadi runtuh. Runtuhan dinding sumur di bawah konstruksi buis beton yang menimbulkan rongga atau gerowong. Dimungkinkan, ada pula pengaruh patahan sesar di sekitar lokasi (Astuti, 2017).



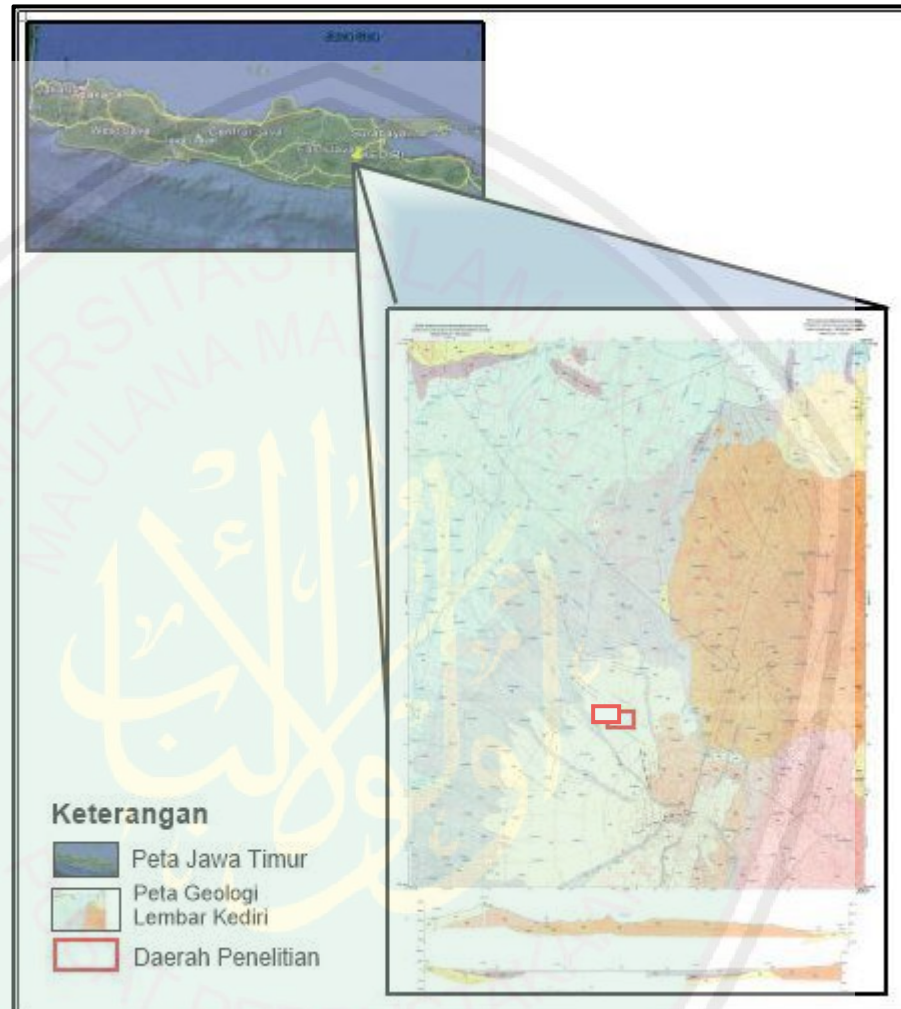
Gambar 2.2 Amblesan Sumur di Dusun Nanas (Survei Pendahuluan, 2017)

2.4 Geologi Daerah Penelitian

2.4.1 Fisiografi dan Morfologi

Secara fisiografi, Lembar Kediri bagian utara termasuk ke dalam Lajur Kendeng, sedangkan bagian tengah dan selatan termasuk ke dalam Lajur Gunungapi Kuarter (Santoso dan Atmawinata, 1992).

Secara morfologi Lembar Kediri dapat dibagi menjadi tiga satuan; pegunungan, perbukitan dan daratan (Bemmelen, 1949).



Gambar 2.3 Peta Geologi Lembar Kediri (Santoso dan Atmawinata, 1992)

Satuan morfologi pegunungan menempati bagian timur dan tenggara Lembar, dengan ketinggian antara 600 m dan 2.870 m di atas muka laut. Puncak-puncaknya yang penting, antara lain G. Butak (± 2.868 m), G. Kawi (± 2.657 m), G. Kelud (± 1.731 m), G. Boklorobubuh (± 2.206 m), dan G. Gede (± 1.860 m). morfologinya kasar, lereng terjal, lembah sempit dan dalam, pola aliran sungai memancar ke luar dengan beberapa jeram atau air terjun dan bersifat

perennial hingga *aphemeral*. Satuan morfologi pegunungan ini umumnya tersusun oleh batuan gunungapi Kwartir yang bersumber dari G. Anjasmara, G. Kawi – Butak dan G. Kelud. Secara morfostratigrafi G. Anjasmara lebih tua dari G. Kawi – Butak dan G. Kelud (Santoso dan Atmawinata, 1992).

Satuan morfologi perbukitan menempati bagian selatan, tengah dan barat laut Lembar, berketinggian antara 100 m dan 600 m di atas mukalaut, sebagian menggelombang, dan berlereng landau sampai hamper datar; pola aliran sungai sejajar, meranting (dendritik), teranyam dan semi trellis, bersifat ephemeral hingga periodic. Dasar sungai makin bertambah dangkal dengan makin bertambah tebalnya endapan sungai akibat banjir lahar, erosi batuan sekitarnya dan kegiatan erupsi G.Kelud. daerah ini umumnya tersusun oleh endapan lahar dan batuan gunungapi.

Satuan morfologi daratan menempati daerah aliran sungai utama yaitu: S. Brantas, S. Konto, S. Widas, S. Brangkal dan S. Bangsal; yang berpola aliran yang meranting, semi sejajar, teranyam, bermeander. Morfologi berketinggian sampai 100 m dari permukaan laut. Daratan di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas dikenal sebagai “Dataran Kediri” yang cukup luas. Tanahnya sangat subur dan dimanfaatkan untuk lahan pertanian, serta perkebunan (terutama tebu dan tembakau). Daerah dataran ini terutama tersusun oleh endapan lahar, endapan undak dan aluvium.


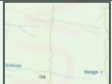


Daerah penelitian, yaitu Dusun Nanas Desa Manggis termasuk ke dalam daerah perbukitan yang bersebelahan dengan sungai, tepatnya adalah S. Jegong. Pada Peta Geologi Lembar Kediri menggambarkan bahwa daerah ini merupakan

daerah kelurusan (*lineament*), bersebelahan dengan sesar arah barat dan timur.

2.4.2 Stratigrafi

Stratigrafi daerah penelitian terletak pada Lajur Gunungapi Kuarter, yaitu Batuan Gunungapi Kelud Muda. Dimana formasi batuan pada daerah ini adalah formasi batuan Qvk. Qvk (Batuan Gunungapi Kelud Muda): lava, breksi tuf, anglomerat, tuf dan lahar.

Tabel 2.1 Keterangan Stratigrafi (Santoso dan Atmawinata, 1992)

Formasi Batuan	Keterangan Stratigrafi
	Qvlh. Endapan Lahar: breksi, kerakal sampai pasir gunungapi, tuf, lempung, sisa tumbuhan dan sisa peradaban.
	Qvk. Batuan Gunungapi Muda: lava, breksi tuf, anglomerat, tuf dan lahar
	Qpvk. Batuan Gunungapi Kelud Tua: lava, breksi gunungapi, tuf breksi, tuf dan lahar.
	Qpkb. Batuan Gunungapi Kawi- Butak: breksi gunungapi, lava, tuf dan lahar.

Lava andesit, kelabu – berbintik hitam atau noktah putih, porfiritik dengan fenokris berukuran 1 – 4 mm dari fiespar, piroksen, mineral bijih, hornblenda dengan masadasar mikrolit dan kaca gunungapi, setempat terkekarkan meniang dan kekar berlembar; membentuk tonjolan dan bukit terjal, berstruktur lelehan atau aliran, vesikuler, diduga mengandung beberapa xenolit mikrodiodid dan sebagian terlapuk kuat.

Breksi tuf, coklat – putih – kelabu, berbutir pasir kasar – lapili – bongkah; setempat bongkahnya tersebar terpencar dan tak merata, menyudut tanggung –

membundar tanggung; berkomponen batuapung, andesit, pecahan batuan, mineral terang, mineral mafik, kaca gunungapi dengan masadasar tuf pasiran; kemas terbuka, terpilah buruk kurang kompak; setempat berstruktur aliran dan perlapisan bersusun. Tebal lapisan antara 15 cm dan 80 cm. Setempat mengandung pecahan benda peradaban manusia seperti keramik, gerabah dan tembikar, juga sisa bangunan dan tumbuhan.

Anglomerat, berbentuk lensa, kurang kompak, membundar tanggung, berbutir kerikil – kerakal dan kemas terbuka dan sebagai sisipan tipis dan breksi.

Tuf kelabu – kemerahan, berbutir pasir halus sampai lapili – kerakal, menyudut tanggung, mudah lepas, kemas terbuka, terpilah agak baik; berkomponen andesit, pecahan batuan, batuapung, obsidian, kaca gunungapi dan mineral terang; berlapis baik, berstruktur perlapisan bersusun atau perarian sejajar, *flow blending* dan silang – siur skala kecil; tebal perlapisan antara puluh centimeter dan beberapa meter. Tuf ini berupa tuf pasir, tuf kristal, tuf debu, tuf sela, dan tuf batuapung.

Lahar, terdiri dari lahar dingin, lahar longoran, lahar panas, berwarna kelabu – coklat – putih – merah jambu, berbutir lumpur sampai kerakal, agak kompak, terpilah buruk; berkomponen andesit, batuapung, obsidian, kaca gunungapi, sisa tumbuhan dan benda peradaban manusia, berstruktur aliran kipas, *fluvial layer*, *whale back bar* dan endapan kantong; umumnya mengisi lembah-lembah sungai seperti S. Badak, S. Konto, S. Icir dan S. Gedong.

Batuan Gunungapi Kelud Muda ini diduga berumur Plistosen Akhir – Holosen – Rosen, dan masih sampai sekarang. Batuan gunungapi ini menindih tak

selaras semua batuan yang berumur lebih tua, dan tersebar di sekitar G. Kelud dan menerus ke arah selatan pada Lembar Blitar.

Struktur dan Tektonika, pengaruh tektonika di daerah Lembar Kediri, mengakibatkan terbentuknya beberapa struktur geologi berupa perlipatan, kelurusan, bentuk kawah dan gawir.

2.4.3 Struktur dan Sejarah Geologi

Bentuk kawah yang terdapat di puncak G. Kelud, hampir membulat atau oval dengan luas sekitar $1,5 \times 1,5 \text{ km}^2$ yang membuka ke arah barat daya. Bekas kawah di sekitar G. Kelud membuka ke arah timur laut (Santoso dan Atmawinata, 1992).

Lajur- Gunungapi Kwartir. Disebelah selatan Lembar, pada Lajur Pegunungan Selatan Jawa Timur, pada Miosen- Pliosen diduga terjadi kegiatan gunungapi yang menghasilkan Lava Pegat atau Anggota Breksi Formasi Wuni, yang terdiri dari lava, breksi dan lahar. Batuan gunungapi ini dianggap sebagai batuan alas terhadap batuan gunungapi Kwartir (Syarifudin, 1992 dan Zaennudin, 1986).

Pada daerah sekitar Gunung Kelud memiliki struktur tanah berupa pasir, hal ini dikarenakan pada daerah sekitar Gunung Kelud merupakan daerah yang di lewati erupsi gunungapi tersebut. Daerah penelitian yang terletak di Dusun Nanas Desa Manggis menurut data dari Tim Tanggap Darurat Bencana Gerakan Tanah PVMBG memiliki sifat fisik lapisan abu dan pasir vulkanik (piroklastik) dan endapan lahar yang tidak kompak dan mudah runtuh. Sehingga hal ini menjadi salah satu faktor yang menyebabkan amblesan sumur.

2.5 Konsep Teori Magnetik

Metode magnetik adalah salah satu metode geofisika yang digunakan untuk mengukur variasi medan magnet permukaan bumi yang disebabkan oleh adanya variasi distribusi benda termagnetisasi di bawah permukaan bumi. Variasi intensitas medan magnetik yang terukur kemudian ditafsirkan dalam bentuk distribusi bahan magnetik di bawah permukaan, yang kemudian dijadikan dasar bagi pendugaan keadaan geologi yang mungkin. Aplikasi metode magnetik, mempertimbangkan variasi arah besar vektor magnetisasi. Pengukuran intensitas medan magnetik bisa dilakukan melalui darat, laut dan udara. Metode magnetik sering digunakan dalam eksplorasi pendahuluan minyak bumi, panas bumi dan batuan mineral serta bisa diterapkan pada pencarian prospeksi benda-benda arkeologi (Siahaan, 2009).

2.5.1 Gaya Magnetik

Dasar dari gaya magnetik adalah Hukum Coulomb antar dua kutub magnet yang memiliki massa m_1 dan m_2 yang berjarak r dalam bentuk persamaan (Telford, 1979):

$$F = \frac{m_1 m_2}{\mu_0 r^2} \quad (2.1)$$

dimana:

F = Gaya yang bekerja diantara dua magnet

μ_0 = Permeabilitas untuk ruang hampa tidak berdimensi ($4\pi \times 10^{-7} \text{N/A}^2$)

r = Jarak antara kedua kutub magnet

Dalam medium hampa permeabilitas mutlak sama dengan μ_0 yang nilainya $4\pi \times 10^{-7} \text{Hm}^{-1}$. Meskipun persamaannya mirip dengan gravitasi, gaya antara kedua

kutub magnet ini bisa bernilai positif (+) yang berarti tolak-menolak dan bernilai negatif (-) yang berarti tarik menarik (Dorbin, 1960).

2.5.2 Kuat Medan Magnetik

Medan magnetisasi H disebut juga kuat medan magnet, didefinisikan sebagai gaya per satuan massa (Telford, 1979):

$$H = \frac{F}{m_2} = \frac{m_1}{r^2} \quad (2.2)$$

2.5.3 Momen Magnetik

Kutub magnet selalu berpasangan (dipole) yakni kutub positif dan kutub negatif, dipisahkan oleh jarak l . Momen magnetik (M) didefinisikan sebagai (Siahaan, 2009):

$$M = ml \quad (2.3)$$

M merupakan sebuah vektor pada arah vektor berarah r dari kutub negatif menuju kutub positif. Momen magnet mempunyai satuan dalam *cgs*, yakni Gauss.cm³ atau emu dan dalam satuan SI mempunyai satuan A.m². Arah momen magnetik dari atom material non magnetik tidak beraturan, sehingga resultan momen magnetik bernilai nol. Sebaliknya di dalam material-material yang bersifat magnet arah momen magnetiknya beraturan, sehingga resultan momen magnetik tidak bernilai nol.

2.5.4 Intensitas Magnetik

Sejumlah benda-benda magnet dapat dipandang sebagai kumpulan benda magnetik. Apabila benda magnetik tersebut diletakkan dalam medan luar, benda tersebut menjadi termagnetisasi karena induksi. Dengan demikian, intensitas

magnetik dapat didefinisikan sebagai tingkat kemampuan menyearahkan momen-momen magnetik dalam medan magnetik luar dapat juga dinyatakan sebagai momen magnetik persatuan volume (Siahaan, 2009).

$$I = \frac{M}{V} = \frac{mlr}{V} \quad (2.4)$$

Satuan magnetisasi dalam cgs adalah gauss atau emu. Cm^{-3} dan dalam SI adalah Am^{-1} .

2.5.5 Suseptibilitas Magnetik

Suseptibilitas magnetik adalah parameter yang digunakan untuk interpretasi yang cukup besar dalam studi batuan. Parameter ini digunakan untuk menyelidiki besarnya medan magnet sehingga dapat mengidentifikasi struktur dan sifat litologi batuan yang terkubur. Suseptibilitas masing-masing batuan sangat bervariasi, tergantung pada mineralogi magnetik yang menyusunnya (Rafferty, 2012).

Suseptibilitas magnetik dapat diartikan sebagai derajat kemagnetan suatu material. Harga k pada batuan berbanding lurus dengan jumlah mineral magnetik yang terkandung dalam batuan, artinya k semakin besar apabila pada batuan terdapat banyak mineral-mineral yang bersifat magnetik (Telford, 1976 dalam Juanita, 2016).

Jika suatu benda berada dalam medan magnet, maka akan timbul medan magnet baru dalam benda (induksi) yang menghasilkan anomali medan magnetik. Sehingga dengan adanya batuan yang mengandung mineral magnetik, medan magnet normal bumi akan mengalami gangguan yang disebabkan oleh anomali medan magnet sebagai hasil magnetisasi batuan (Telford, 1982).

Untuk mempermudah penafsiran umumnya dilakukan klasifikasi batuan atau mineral berdasarkan sifat magnet yang ditunjukkan oleh kerentanan magnetiknya sebagai berikut (Syirojudin, 2010):

a. Diamagnetik

Mempunyai kerentanan magnetik (k) negatif dengan nilai yang sangat kecil, artinya orientasi elektron orbital substansi ini selalu berlawanan arah dengan medan magnet luar. Contoh materialnya: grafit, gipsum, marmer, kwartz, garam.

b. Paramagnetik

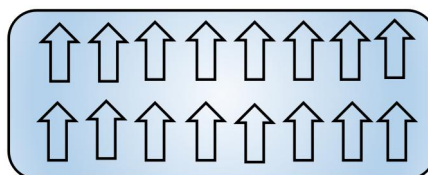
Mempunyai harga kerentanan magnetik (k) positif dengan nilai yang kecil. Contoh materialnya: kapur.

c. Ferromagnetik

Mempunyai harga kerentanan magnetik (k) positif dengan nilai yang besar yaitu sekitar 10^6 kali dari diamagnetik dan paramagnetik. Sifat kemagnetan substansi ini dipengaruhi oleh temperatur, yaitu pada suhu di atas suhu Curie, sifat kemagnetannya hilang.

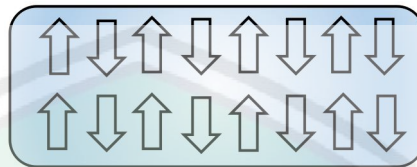
Material ferromagnetik dibagi lagi menjadi beberapa macam yaitu ferromagnetik, antiferromagnetik dan ferrimagnetik, karena material-material atom mempunyai momen magnet dan interaksi antara atom terdekatnya sangat kuat. Tipe di dibagi lagi menjadi 3 jenis, yaitu:

- 1). Ferromagnetik (besi, nikel, kobalt) jarang dalam bentuk murni.



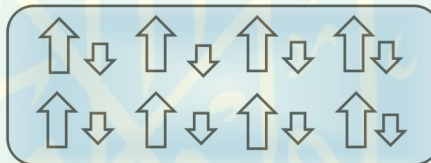
Gambar 2.4 Arah Polarisasi Ferromagnetik

- 2) Antiferromagnetik (hermait, Fe_2O_3). Ini merupakan material yang tidak umum. Misal superkonduktor URu_2Si_2 logam *Chromium Cr, Alloys FeMn* dan NiO .



Gambar 2.5 Arah Polarisasi Antiferromagnetik

- 3). Ferrimagnetik (*magnetite* Fe_3O_4 , x *ilmenite* FeTiO_3). Material ini muncul dalam bentuk gamet ferrit dan magnetik. Material magnetik paling tua yang ditemukan adalah *magnetite (iron (II, III) oxide)*. Contoh lainnya: Alumunium, Kobalt, Nikel, Mangan, dan Seng.



Gambar 2.6 Arah Polarisasi Ferrimagnetik

Tabel 2.2 Suseptibilitas Batuan (Telford, 1990)

Type	Susceptibility x 10 ³ (SI)	
	Range	Average
Sedimentary		
Dolomite	0 - 0.9	0.1
Limestons	0 - 3	0.3
Sandstone	0 - 20	0.4
Shales	0.01 - 0.5	0.6
Av. 48 sedimentary	0 - 18	0.9
Methamorphic		
Amphibolite		0.7
Schist	0.3 - 3	1.4
Pheylite		1.5
Gneiss	0.1 - 25	
Quartzite		4
Serpentine	3 - 17	
Slate	0 - 35	6
Av. 61 methamofphic	0 - 70	4.2
Igneous		
Granite	0 - 50	25
Rhyolite	0.2 - 35	
Dolorite	1 - 35	17
Augte - syenite	30 - 40	
Olivine - diabase		25
Diabase	1 - 160	55
Phorphyry	0.3 - 200	60
Gabbro	1 - 90	70
Basalts	0.2 - 175	70
Diorite	0.6 - 120	85
Pyroxinite		125
Peridotite	90 - 200	150
Andesite		160
Av. Acidic igneous	0 - 80	8
Av. Bassic igneous	0.5 - 97	25

Tabel 2.3 Daftar Suseptibilitas beberapa mineral (Telford, 1990)

Type	Susceptibility x 10 ³ (SI)	
	Range	Average
<i>Mineral</i>		
<i>Graphite</i>		0.1
<i>Quartz</i>		-0.01
<i>Rock salt</i>		-0.01
<i>Anhydrite, gypsum</i>		-0.01
<i>Calcite</i>	-0.001 - -0.01	
<i>Coal</i>		0.02
<i>Clays</i>		0.2
<i>Chalcopyrite</i>		0.4
<i>Sphalerite</i>		0.7
<i>Cassiterite</i>		0.9
<i>Slidrite</i>	1 - 4	
<i>Pyrite</i>	0.05 - 5	1.5
<i>Limonite</i>		2.5
<i>Arsenophyrite</i>		3
<i>Hematite</i>	0.5 - 35	6.5
<i>Chromite</i>	3 - 110	7
<i>Franklinite</i>		430
<i>Phyrrhotite</i>	1 - 6000	1500
<i>Limenite</i>	300 - 3500	1800
<i>Magnetite</i>	1200 - 19200	6000

2.5.6 Induksi Magnetik

Induksi magnetik B pada bidang total, termasuk efek magnetisasi yang dapat ditulis (Telford, 1979):

$$B = \mu_0(H + M) = \mu_0(1 + k)H = \mu\mu_0 \quad (2.5)$$

Suatu bahan magnetik yang diletakkan pada medan H menghasilkan medan tersendiri H' yang meningkatkan nilai total medan magnetik bahan tersebut. Induksi magnetik yang didefinisikan sebagai medan total bahan ditulis sebagai (Siahaan, 2009):

$$B = H + H' \quad (2.6)$$

Hubungan medan sekunder $H' = 4\pi M$, satuan B dalam cgs adalah gauss, sedangkan dalam geofisika eksplorasi dipakai satuan (g) dan dalam SI adalah Tesla (T) atau nanoTesla (nT) (Siahaan, 2009).

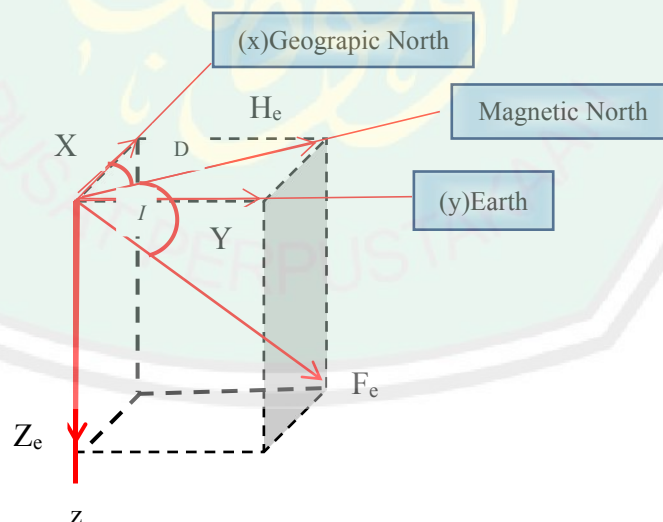
2.5.7 Medan Magnetik Bumi

Sumber medan magnet bumi terdiri dari tiga macam unsur medan magnet, yaitu:

a. Medan Magnet Utama

Medan magnet utama bersumber dari dalam bumi dan medan magnet ini berubah terhadap waktu. Dalam teori magnetohidronamik yang dikemukakan oleh W. M. Elsasser dan E.C Bullard, dinyatakan bahwa di dalam inti bumi terdapat aliran fluida yang terionisasi sehingga menimbulkan aksi dinamo oleh dirinya sendiri (*self- exciting dynamo action*) yang dapat menimbulkan medan magnet utama bumi (Untung, 2001 dalam Syirojudin 2010).

Besar dan arah medan di permukaan bumi didefinisikan oleh unsur-unsur medan magnet bumi, yaitu medan H , inklinasi I , dan deklinasi D .



Gambar 2.7 Komponen Medan Magnet Bumi (Telford, 1990).

Harga medan magnet utama bumi ditentukan berdasarkan kesepakatan internasional dibawah pengawasan *International Association of Geomagnetion*

and Aeronomy (IAGA). Diskripsi matematis seperti ini dikenal sebagai medan magnetik utama bumi atau IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*). Koefisien-koefisien IGRF ini diperbaruhi setiap 5 tahun sekali.

b. Medan Luar

Medan luar bersumber dari luar bumi dan merupakan hasil ionisasi di atmosfer yang ditimbulkan oleh sinar ultraviolet dari matahari. Sumbangan medan luar ini terhadap medan magnet bumi hanya sebesar 1% dari medan total. Perubahan medan luar ini terhadap waktu jauh lebih cepat daripada medan permanen, beberapa jenis medan luar antara lain:

- 1). Sebuah siklus yang berdurasi sekitar 11 tahun, berhubungan dengan aktivitas matahari dan terdistribusi menurut garis lintang.
- 2). Variasi harian matahari, dengan periode sekitar 24 jam dan mempunyai jangkauan antara $\pm 30\gamma$ ($1\gamma = 10.000 \text{ km}^2$) dan berubah menurut musim yang kemungkinan dikontrol oleh aktivitas matahari pada arus ionosfer.
- 3). Variasi harian bulan, dengan periode sekitar 25 jam dan mempunyai jangkauan $\pm 20\gamma$ ($1\gamma = 10.000 \text{ km}^2$) yang diasosiasikan dengan interaksi bulan-ionosfer.
- 4). Matahari memancarkan arus tetap yang terdiri dari atom hidrogen terionisasi (proton) dan elektron yang menjalar melalui tata surya dengan kecepatan supersonik. Angin matahari yang muncul seperti ini berinteraksi secara kuat dengan medan magnet bumi yang menyebabkan terjadinya badai magnetik dengan jangkauan sekitar 1000γ ($1\gamma = 10.000 \text{ km}^2$) dan terjadi pada semua lintang.

c. Medan Anomali

Medan anomali sebagian besar berasal dari batuan yang mengandung material magnetik. Batuan-batuan tersebut mempunyai suseptibilitas magnetik yang menunjukkan kemampuan benda untuk dapat termagnetisasi.

Dalam survei dengan metode magnetik yang menjadi target dari pengukuran adalah variasi medan magnetik yang terukur dipermukaan (anomali magnetik). Secara garis besar anomali medan magnetik disebabkan oleh medan magnetik remanen dan medan magnetik induksi. Medan magnet remanen mempunyai peranan terhadap magnetisasi batuan yaitu pada besar dan arah medan magnetiknya serta berkaitan dengan peristiwa kemagnetan sebelumnya sehingga sangat rumit diamati. Anomali yang diperoleh dari survei merupakan gabungan medan magnetik remanen dan induksi, bila arah medan magnet sama dengan arah medan magnet induksi maka anomalnya bertambah besar. Demikian pula sebaliknya, dalam survei magnetik, efek medan remanen akan diabaikan apabila anomali medan magnetik kurang dari 25% medan magnet utama bumi. Sehingga dalam pengukuran medan magnet berlaku (Telford, 1976):

$$HT = HM + HL + HA \quad (2.7)$$

Dengan: HT = Medan magnet total bumi
 HM = Medan magnet utama bumi
 HL = Medan magnet luar
 HA = Medan anomali magnetik

2.6 Koreksi Data Magnetik

Anomali medan magnetik dapat diketahui dari data magnetik yang telah didapat yang kemudian dibersihkan/dikoreksi dari pengaruh beberapa medan magnet lain pada saat pengambilan data, seperti (Siahaan, 2009):

2.6.1 Koreksi Harian

Koreksi harian adalah koreksi yang dilakukan terhadap data magnetik terukur untuk menghilangkan pengaruh medan magnet luar atau variasi harian. Medan luar meliputi semua benda luar angkasa, baik berupa medan yang ditimbulkan oleh matahari, bulan, dan planet di antariksa.

Adanya penyimpangan intensitas medan magnet Bumi yang disebabkan oleh adanya perbedaan waktu pengukuran dilapangan dapat direduksi dengan melakukan koreksi harian. Perhitungan koreksi harian dilakukan dengan menggunakan persamaan (Juniarti, 2017):

$$H_D = \frac{t_n - t_{aw}}{t_{ak} - t_{aw}} (H_{ak} - H_{aw}) \quad (2.8)$$

dimana:

- t_n = Waktu pada titik n (sekon(s))
- t_{aw} = Waktu pada titik awal (sekon (s))
- t_{ak} = Waktu pada titik akhir (sekon (s))
- H_{aw} = Nilai medan magnet di titik awal (tesla (T))
- H_{ak} = Nilai medan magnet di titik akhir (tesla (T))

2.6.2 Koreksi IGRF

Koreksi IGRF adalah koreksi yang dilakukan terhadap data medan magnet terukur untuk menghilangkan pengaruh medan utama magnet bumi dimana medan magnet IGRF adalah referensi medan magnet disuatu tempat yang dapat diakses secara online dengan acara memasukkan koordinat tempat yang telah ditentukan.

2.7 Transformasi Medan

2.7.1 Kontinuasi ke Atas

Kontinuasi ke atas atau *upward continuation* merupakan proses transformasi data medan potensial dari suatu bidang yang lebih tinggi. Pada

pengolahan data geomagnetik, proses ini dapat berfungsi sebagai filter tapis rendah, yaitu untuk menghilangkan atau mereduksi efek magnetik lokal yang berasal dari berbagai sumber benda magnetik yang tersebar di permukaan topografi yang tidak terkait dengan survey (Blakely, 1995):

$$U(x, y, z_0 - \Delta z) = \frac{\Delta z}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{u(x', y', z_0)}{((x-x')^2 + (y-y')^2 + \Delta z^2)} dx' dy' \quad (2.9)$$

Dimana $U(x, y, z_0 - \Delta z)$ adalah harga medan potensial pada bidang hasil kontinuasi, sedangkan $U(x', y', z_0)$ adalah harga medan potensial pada bidang observasi sebenarnya, Δz adalah jarak atau ketinggian pengangkatan.

Proses pengangkatan tidak boleh terlalu tinggi, karena dapat mereduksi anomali magnetik total yang bersumber dari benda magnetik atau struktur geologi yang menjadi target survey magnetik ini. Hingga langkah ini diperoleh data medan magnetik total yang sudah terbebas dari pengaruh regional, IGRF dan medan regional, sehingga yang tersisa hanya akibat benda penyebab anomali saja. Untuk melakukan kontinuasi ke atas dapat dilakukan dengan menggunakan kontinuasi *surface to surface* atau *Fourier- Domain Representation*.

2.7.2 Reduksi ke Kutub

Transformation Reduction to Pole (RPT) atau reduksi ke kutub merupakan salah satu transformasi yang digunakan dalam proses interpretasi data magnetik. Adapun yang mendasari dilakukannya transformasi ini adalah adanya perbedaan nilai inklinasi dan deklinasi dari setiap daerah, sehingga transformasi ini mencoba untuk mentransformasikan medan magnet dari tempat pengukuran menjadi medan magnet di kutub Utara magnetik.

Transformasi reduksi ke kutub ini mengasumsikan bahwa pada seluruh lokasi pengambilan data nilai medan magnet bumi (terutama I dan D) memiliki nilai dan arah yang konstan. Asumsi ini diterima apabila lokasi tersebut memiliki luas area yang relatif sempit, hal ini tidak dapat diterima apabila luas daerah pengambilan data sangat luas karena melibatkan nilai lintang dan bujur yang bervariasi, dimana nilai medan magnet bumi berubah secara bertahap.

Pada metode reduksi ke kutub ada proses transformasi, yang dilakukan dengan mengaplikasikan *Fast Fourier Transform* (FFT). Berikut perumusan transformasi dengan menggunakan FFT (Blakely, 1995):

$$F[\Delta T_{\gamma}] = F[\Psi_{\gamma}]F[\Delta T] \quad (2.10)$$

Dimana:

$$F[\Psi_{\gamma}] = \frac{1}{\theta_m \theta_1} \frac{|k|}{a_1 k_x^2 + a_2 k_y^2 + a_3 k_x k_y + i|k|(b_1 k_1 + b_2 k_2)} \quad (2.11)$$

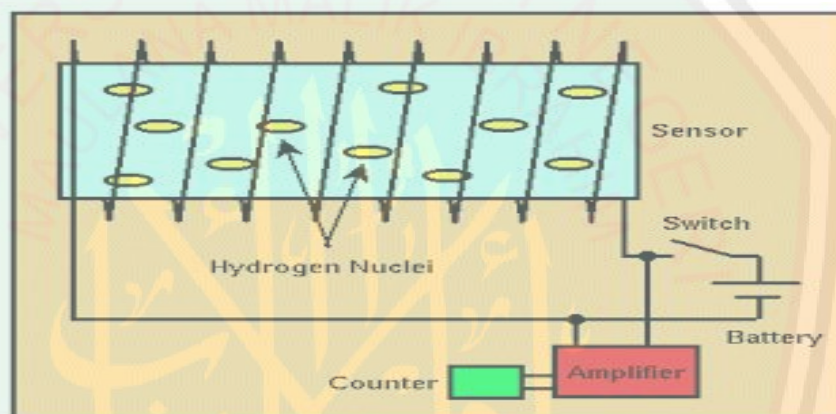
2.8 Survey Magnetik

Magnetometer adalah alat ukur medan magnetik yang banyak digunakan untuk berbagai penyelidikan, antara lain untuk penelitian bahan-bahan magnetik, keamanan penerbangan (mendeteksi barang bawaan, pemetaan medan magnet bumi dan pengesanan kebocoran medan magnet dari suatu alat penghasil lainnya (Djamal, 2001 dalam Fatimatuzzahroh, 2015).

Magnetometer adalah peralatan paling utama yang digunakan dalam melakukan pengukuran geomagnetik. Peralatan ini digunakan untuk mengukur

kuat medan magnetik di lokasi survei. Salah satu jenisnya adalah *Proton Precession Magnetometer* (PPM).

Proton Precession Magnetometer (PPM) memanfaatkan momen magnetik dari inti hidrogen (proton). Elemen penginderaannya terdiri dari botol yang berisi cairan hidrokarbon dengan titik beku rendah dililit oleh gulungan kawat tembaga. Arus polarisasi dari amp dilewatkan melalui kumparan, menciptakan medan magnet yang kuat (Milsom, 2003).



Gambar 2.8 Diagram Kotak dari PPM (www.wits.ac.za)

Cara kerja *Proton Precession Magnetometer* dapat dijelaskan pada gambar 2.8. di dalam botol yang dililitkan kumparan dimasuki cairan yang banyak proton. Proton-proton ini mempunyai 2 macam gerakan yang tidak beraturan. Gerakan tersebut adalah gerakan spin (berputar pada porosnya) dan gerak precesi (gerak gasing yang oleng). Apabila tegangan polarisasi diaktifkan maka akan timbul medan magnet H_1 yang kuat di sekeliling botol. Hal ini mengakibatkan gerak proton-proton tadi menjadi lebih teratur. Gerak precesi proton pada keadaan ini mengikuti aturan sedemikian rupa sehingga dipenuhi hubungan (Munadi, 2001):

$$\omega_1 = \gamma H_1 \quad (2.12)$$

Dalam hal ini:

ω_1 = Kecepatan sudut gerak presisi proton

γ = Rasio giromagnetik dari proton yang besarnya adalah $2,6752 \times 10^8 \text{s}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}$

H_1 = Kuat medan magnet yang dibangkitkan oleh tegangan polarisasi

Beberapa saat kemudian tegangan polarisasi diputus, sehingga di sekitar botol

tidak ada lagi medan magnet polarisasi, hal ini mempengaruhi gerak presisi proton-proton. Akibat tidak adanya medan magnet polarisasi, proton-proton tersebut berpresesi di bawah pengaruh medan magnet lain yakni medan magnet bumi. Dalam keadaan ini dipenuhi hubungan:

$$\omega_2 = \gamma H_2 \quad (2.13)$$

Dimana:

ω_2 = Kecepatan sudut gerak presisi proton-proton akibat pengaruh medan magnet bumi

γ = Rasio giromagnetik dari proton yang besarnya adalah $2,6752 \times 10^8 \text{s}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}$

H_2 = Kuat medan magnet bumi yang mempengaruhinya

Jadi dengan mengukur ω_2 , maka kuat medan magnet bumi (H_2) dapat diketahui (Munadi, 2001).

Dalam survei magnetik di lapangan minimal menggunakan dua buah alat magnetometer. Alat pertama mengukur variasi harian yang bertujuan untuk mengukur pengaruh medan magnet bumi luar, sedangkan alat kedua digunakan untuk mengukur lintasan-lintasan yang telah ditentukan. Selain itu medan magnet utama bumi dihitung berdasarkan persamaan IGRF (*International Geomagnetik Reference Field*) (Santoso, 2002).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 17 September 2017 di daerah amblesan sumur tepatnya di Dusun Nanas Desa Manggis Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri. Pada desa ini teridentifikasi sumur yang ambles sebanyak 37 sumur. Cakupan area penelitian di perkirakan kurang lebih 420 m x 340 m.



Gambar 3.1 Cakupan Area Penelitian ([www. google earth.com](http://www.google-earth.com))

Keterangan

- Area penelitian (420 m x 340 m)
- Titik sumur ambles

3.2 Instrumentasi Penelitian

Pada penelitian ini alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran medan magnet bumi antara lain:

1. *Magnetometer*, jenis magnetometer yang digunakan adalah *Proton Precession Magnetometer* (PPM).
2. *Global Positioning System* (GPS), untuk menentukan posisi titik pengukuran berupa lintang, bujur, dan ketinggian.
3. Pengukur waktu/jam.
4. Kompas Geologi, untuk menentukan arah mata angin
5. PC atau laptop yang dilengkapi dengan
6. Alat pendukung: Peta Geologi Lembar Kediri, alat tulis, perangkat komputer untuk mengolah data, dan Software (*Ms. Excel, Notepad, Surfer 11, MagPick, Mag2DC* dan *Skecth Up*).

3.3 Data Penelitian

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Koordinat lintang dan bujur
2. Waktu pengambilan data (hari, jam dan tanggal)
3. Ketinggian titik ukur
4. Data geomagnetik, diantaranya:
 - a. Medan total (minimal lima kali dalam pengambilan data pada satu titik)
 - b. Variasi harian
 - c. Medan utama bumi (IGRF)

3.4 Prosedur Penelitian

Dalam disiplin ilmu geofisika ada beberapa tahap yang harus dilakukan dalam prosedur penelitian. Secara sistematis prosedur yang harus dilakukan terdapat tiga tahap, diantaranya akuisisi data (*data acquisition*), pengolahan data (*data processing*), dan interpretasi data (*data interpretation*). Pada penelitian ini data yang akan dianalisa berupa anomali magnetik, geologi daerah penelitian dan kontras suseptibilitasnya. Prosedur pelaksanaan penelitian dalam metode geomagnetik meliputi:

3.4.1 Tahap Akuisisi Data

Proses pengambilan data dilakukan dengan metode *Grid*. Maksud dari metode *Grid* adalah pengukuran yang berbentuk grid pada cakupan area penelitian dengan spasi titik pengukuran yang sama. Akan tetapi pada pengambilan data tidak membentuk grid sesuai yang diinginkan karena lapangan yang tidak memungkinkan akibat terhalang pemukiman warga, sehingga spasi antar titik penelitian disesuaikan dengan target dan keadaan lapangan.

Pada proses pengukuran, penempatan *Base Station* Magnetometer harus dihindarkan dari pengaruh benda-benda yang memiliki efek magnetik yang bisa mempengaruhi pembacaan nilai. *Base Station* digunakan sebagai titik acuan yang nantinya digunakan untuk koreksi harian (*diurnal*). Untuk pembacaan nilai titik pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali untuk tiap titik lokasi penelitian. Pengukuran ini dilakukan sebanyak 5 kali agar mendapatkan data yang detail di setiap titik lokasi penelitian.

Data yang dihasilkan pada penelitian ini adalah sebanyak 124 titik dengan luas area 420 m x 340 m. Jarak antar titik berkisar antara 20-25 m, disesuaikan dengan kondisi lapangan.

3.4.2 Tahap Pengolahan Data

Pengambilan data magnetik bertujuan untuk mengamati besar medan magnetik total (H) tiap titik lokasi penelitian. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran berupa medan magnet total (H) dikurangi oleh medan magnet yang menginduksi sehingga dihasilkan anomali medan magnetik (ΔH)

Untuk memperoleh nilai anomali medan magnetik yang diinginkan, maka dilakukan koreksi terhadap medan magnetik total hasil pengukuran pada setiap titik lokasi, karena data hasil pengukuran masih di pegaruhi oleh faktor dari dalam maupun luar bumi .

a. Koreksi Data Magnetik

Terdapat dua koreksi utama yang di terapkan pada data lapangan yaitu Koreksi Harian (*Diurnal Correction*) dan Koreksi IGRF. Koreksi Harian berfungsi untuk menghilangkan pengaruh medan magnet yang berasal dari luar bumi seperti atmosfer, benda-benda luar angkasa, dll. Sementara Koreksi IGRF digunakan untuk menghilangkan pengaruh medan magnetk dari dalam bumi yang disebabkan oleh medan magnetutama dan medan magnet dari kerak bumi. Koreksi Harian adalah variasi medan magnet bumi yang sebagian besar bersumber dari medan magnet luar. Medan magnet luar berasal dari perputaran arus listrik di dalam lapisan ionosfer yang bersumber dari partikel-partikel

terionisasi oleh radiasi matahari sehingga menghasilkan fluktuasi arus yang dapat menjadi sumber medan magnet (Siahaan, 2009).

Koreksi Harian dapat diperoleh dengan mengurangi nilai intensitas magnet titik pengukuran dengan nilai intensitas magnet pada base station (interpolasi linier terhadap waktu).

Setelah melalui koreksi harian, maka data tersebut perlu dikoreksi secara regional (Koreksi IGRF). Koreksi IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*) adalah koreksi yang dilakukan terhadap data medan terukur untuk menghilangkan pengaruh medan utama magnet bumi dan koreksi ini bersifat global. Koreksi ini dilakukan dengan cara mengurangi data yang telah dikoreksi sebelumnya dengan nilai IGRF daerah tersebut (Siahaan, 2009).

Koreksi IGRF dapat diperoleh dengan cara memasukkan data tanggal bulan dan tahun pengambilan data serta data longitude, altitude dan elevasi pada <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag.web.igrf//mm>.

b. Kontinuasi ke Atas (*Upward Continuation*)

Kontinuasi keatas dilakukan untuk menghilangkan pengaruh *noise-noise* serta memisahkan anomali lokal dan anomali regional. Pemisahan antara kedua anomali tersebut menggunakan *Software MagPick* selanjutnya diplot melalui *Software Surfer 11*.

Pengangkatan dilakukan sesuai dengan keinginan, tergantung efek yang ingin dihilangkan dan tidak menghilangkan informasi penting yang di daerah tersebut. Semakin tinggi pengangkatan mengurangi sumber anomali daerah

yang bersifat dangkal dan sebaliknya akan mengurangi sumber anomali daerah yang bersifat dalam (Juniarti, 2017).

c. Reduksi ke Kutub (*Reduce to Pole*)

Setelah dilakukan kontinuitas ke atas langkah selanjutnya adalah reduksi ke kutub. Reduksi ke kutub bertujuan untuk melokalisasi daerah-daerah dengan intensitas medan maksimum tepat berada di atas medan anomali, sehingga dapat mempermudah interpretasi data magnetik. Hal yang mendasari dilakukannya transformasi adalah adanya perbedaan nilai deklinasi, inklinasi, dan intensitas total magnet di setiap daerah, sehingga transformasi ini mencoba untuk mentransformasikan medan magnet dari tempat pengukuran menjadi medan magnet di kutub utara magnet. Nilai deklinasi, inklinasi, dan intensitas total magnet diperoleh dari <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/web.igrf/mm>.

d. Pemodelan Geologi

Proses pemodelan, dilakukan penentuan garis *section* pemodelan yaitu dengan cara menarik garis pada peta kontur anomali pada daerah yang memiliki potensi yang ingin kita temukan.. Penarikan garis harus berarah tegak lurus terhadap garis kontur, sehingga dapat diperkirakan struktur geologi sebaik mungkin. Selain itu juga perlu diperhatikan tinggian dan rendahan anomali atau klosur positif dan klosur negatif, sehingga dapat diperkirakan struktur geologi bawah permukaan di daerah tersebut baik berupa patahan (sesar), lipatan (siklin dan antiklin) maupun rekahan. Setelah model anomali tergambar langkah selanjutnya adalah pemodelan struktur geologi bawah permukaan dengan cara

memasukkan nilai suseptibilitas batuan dan ketebalan lapisan batuan tertentu disesuaikan menurut data yang terdapat pada peta geologi.

3.4.3 Tahap Interpretasi Data

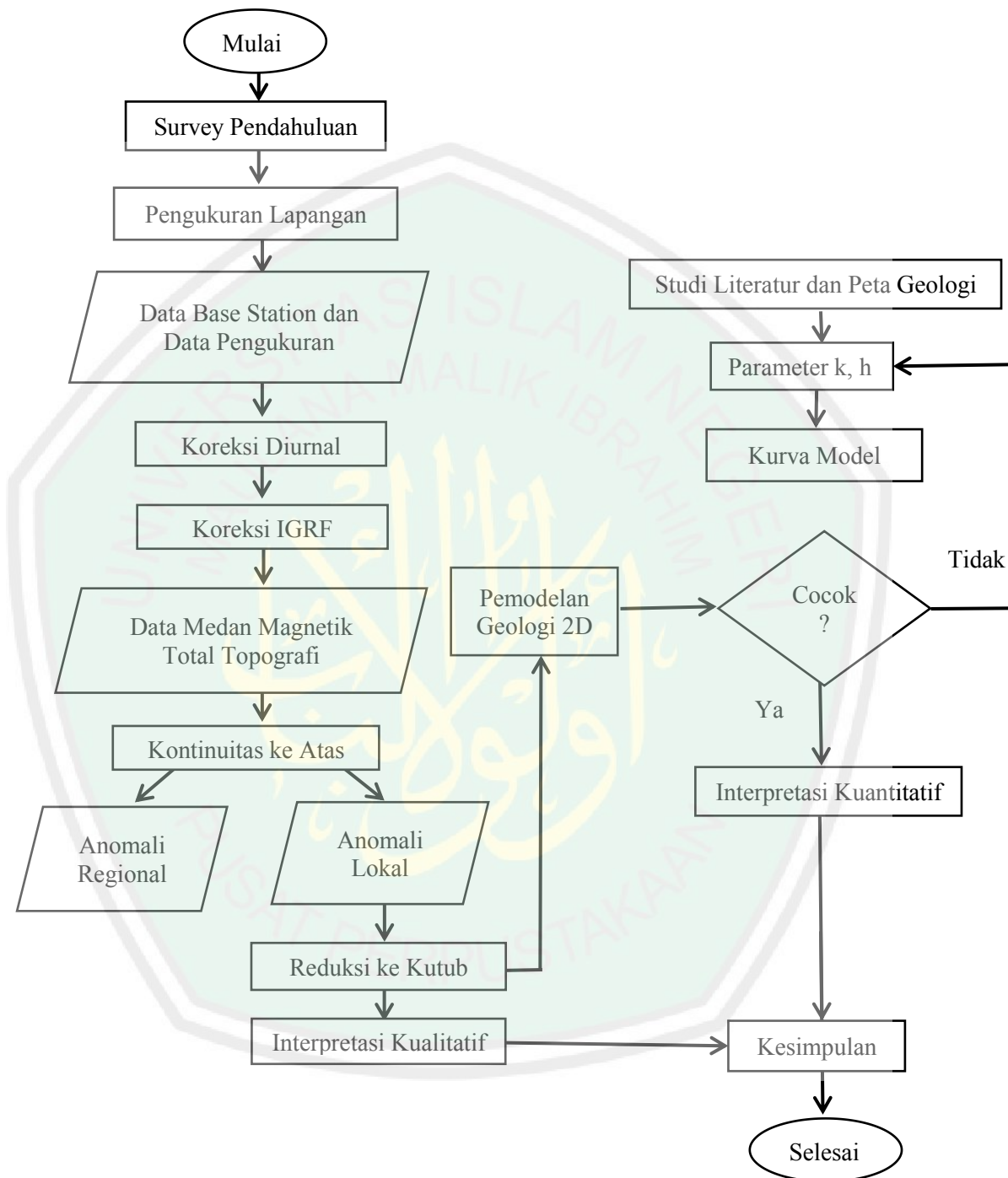
Secara umum, interpretasi data magnetik dapat dilakukan dengan dua cara yaitu interpretasi kualitatif dan interpretasi kuantitatif. Interpretasi kualitatif didasarkan pada pola kontur anomali medan magnetik, sedangkan interpretasi kuantitatif dilakukan dengan pembuatan mode dengan bantuan *Software Mag2DC*.

Interpretasi kualitatif bertujuan untuk menduga ada tidaknya benda penyebab anomali dan untuk melokalisasi daerah yang mempunyai anomali. Selanjutnya pola anomali medan magnetik yang dihasilkan dapat ditafsirkan berdasarkan informasi geologi yang akan dijadikan sebagai dasar pendugaan terhadap keadaan geologi yang sebenarnya.

Interpretasi kuantitatif bertujuan untuk menentukan bentuk atau model dan kedalaman benda anomali atau struktur geologi melalui pemodelan matematis. Interpretasi kualitatif dilakukan dengan menggunakan *Software Mag2DC*. Pemodelan pada *Software Mag2DC* adalah menggunakan metode *forward modeling* (pencocokan profil model dengan profil data lapangan) dengan metode *trial and error* (coba-coba).

Dalam melakukan interpretasi kuantitatif pada data magnetik masih terdapat ambiguitas. Hal ini dikarenakan adanya variabel berupa kontras suseptibilitas, kedalaman dan geometri sehingga beragam model pula yang dapat dihasilkan. Untuk mengurangi ambiguitas tersebut, maka diperlukan data pendukung seperti geologi (Juniarti, 2017).

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data yang telah didapatkan melalui pengukuran akan dianalisis pada bab ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola anomali medan magnetik dan struktur geologi bawah permukaan di daerah amblesan sumur berdasarkan interpretasi data magnetik. Penggunaan metode magnetik ini menghasilkan kontur yang menghasilkan distribusi suseptibilitas batuan bawah permukaan. Sehingga dengan metode tersebut peneliti dapat memetakan daerah berdasarkan respon magnetik batuan yang ada di bawah permukaan tanah. Data yang telah didapat selanjutnya dihubungkan dengan data geologi daerah penelitian untuk interpretasi lebih lanjut. Pada penelitian ini menggunakan dua macam interpretasi, yaitu interpretasi kualitatif dan interpretasi kuantitatif.

4.1 Akuisisi Data

Metode yang digunakan untuk menentukan struktur bawah permukaan di daerah amblesan sumur yang terletak di Dusun Nanas, Desa Manggis, Kecamatan Puncu, Kabupaten Kediri adalah metode Geomagnetik. Akuisisi data dilakukan pada tanggal 17 September 2017 sebanyak 126 titik yang tersebar disekitar amblesan sumur dengan jarak 15-25 m dari pengukuran yang satu dengan yang lain. Pengukuran dilakukan secara acak dengan target dapat mengcover titik-titik sumur hasil dari survei pendahuluan yang telah dilakukan sebelumnya. Pengambilan data dilakukan secara acak bertujuan untuk mengurangi efek gangguan dari pembacaan *Proton Precession Magnetometer* (PPM). Pembacaan

PPM sangat sensitif terhadap bahan yang terbuat dari besi, karena besi mempengaruhi pergerakan elektron yang terdapat pada alat akuisisi data geomagnetik. Luas area penelitian $\pm 420 \text{ m} \times 340 \text{ m}$.

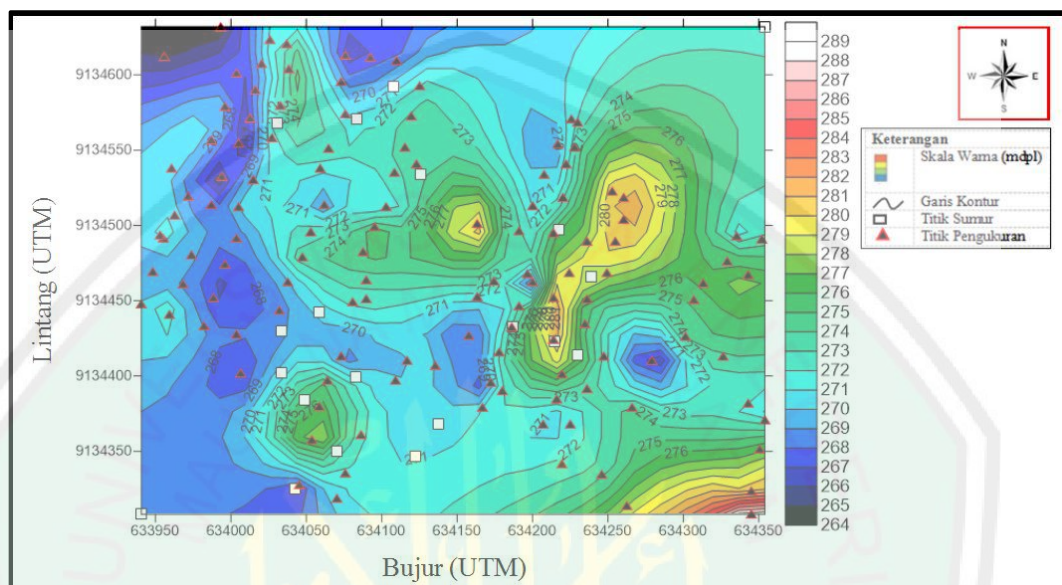
4.2 Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran selanjutnya akan dilakukan pengolahan untuk mendapatkan data anomali magnetik lokal. Data yang diperoleh dari pengukuran berupa data medan magnet total. Data medan magnet total merupakan gabungan dari tiga buah data medan magnet, yaitu medan utama bumi, medan luar bumi dan medan anomali, sehingga perlu dilakukan koreksi untuk menghilangkan pengaruh medan magnet yang berasal dari luar bumi maupun dari dalam bumi, sehingga dari koreksi tersebut dapat diperoleh data medan anomali.

Terdapat dua buah koreksi yang dilakukan dalam pengolahan data magnetik, yaitu Koreksi Harian dan Koreksi IGRF. Selain itu juga dilakukan kontinuitas ke atas dan reduksi ke kutub. Pengolahan dimulai dengan mengkonversi koordinat didapat pada saat akuisisi data di lapangan yang berbentuk *Decimal Degree* kedalam bentuk *Universal Transfer Mercator (UTM)* dengan bantuan *Software Surfer 11*. Tujuan dari konversi koordinat adalah untuk mempermudah pembacaan pada pengolahan data selanjutnya.

Untuk mempermudah melakukan interpretasi secara kualitatif maka dibuat peta kontur menggunakan bantuan *Software Surfer 11* yang terdiri dari 6 peta, yaitu peta kontur topografi daerah penelitian, peta kontur intensitas medan magnet total, peta kontur intensitas anomali magnetik, peta kontur intensitas anomali magnetik regional, peta kontur intensitas anomali magnetik lokal dan peta

kontur intensitas anomali magnetik reduksi ke kutub. Peta kontur ini terdiri dari parameter berupa koordinat Lintang pada kolom(x), Bujur pada kolom(y) dan nilai pengukuran pada kolom (z).



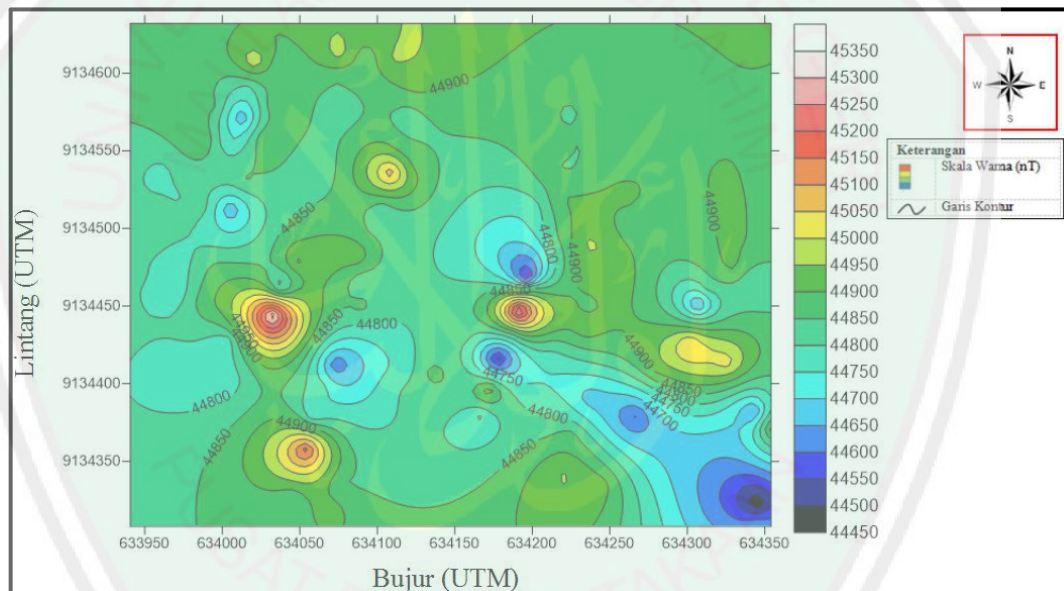
Gambar 4.1 Kontur Topografi Daerah Penelitian

Gambar 4.1 merupakan kontur topografi daerah penelitian yang berkisar antara 264 sampai 289 mdpl. Kontur tersebut menunjukkan ketinggian daerah penelitian, terlihat daerah sebelah barat ke arah utara memiliki ketinggian yang lebih rendah dibanding daerah sebelah timur ke arah selatan.

Dari pengukuran di lapangan, diperoleh data intensitas medan magnet total, yaitu data yang terbaca oleh PPM (*Proton Precession Magnetometer*). Data-data tersebut merupakan harga yang sering muncul darilima kali pengukuran di setiap titik pengukuran. Data yang didapat merupakan intensitas medan magnet total dalam satuan SI nano Tesla (nT).

Gambar 4.2 merupakan hasil kontur intensitas medan magnet total pada daerah penelitian. Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa interval medan

magnet total pada daerah penelitian sebesar 50nT dengan nilai medan magnet total yang berkisar antara 44450 nT sampai 45350 nT. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat nilai intensitas medan magnet totalnya yaitu warna biru sampai warna hijau termasuk intensitas rendah dengan nilai medan magnet total 44450 nT sampai 44950 nT, warna kuning sampai warna jingga termasuk intensitas sedang dengan intensitas medan magnet total 45000 nT sampai 45100 nT dan warna merah sampai merah muda termasuk intensitas tinggi dengan intensitas medan magnet total 45150 nT sampai 45350 nT.



Gambar 4.2 Kontur Intensitas Medan Magnet Total

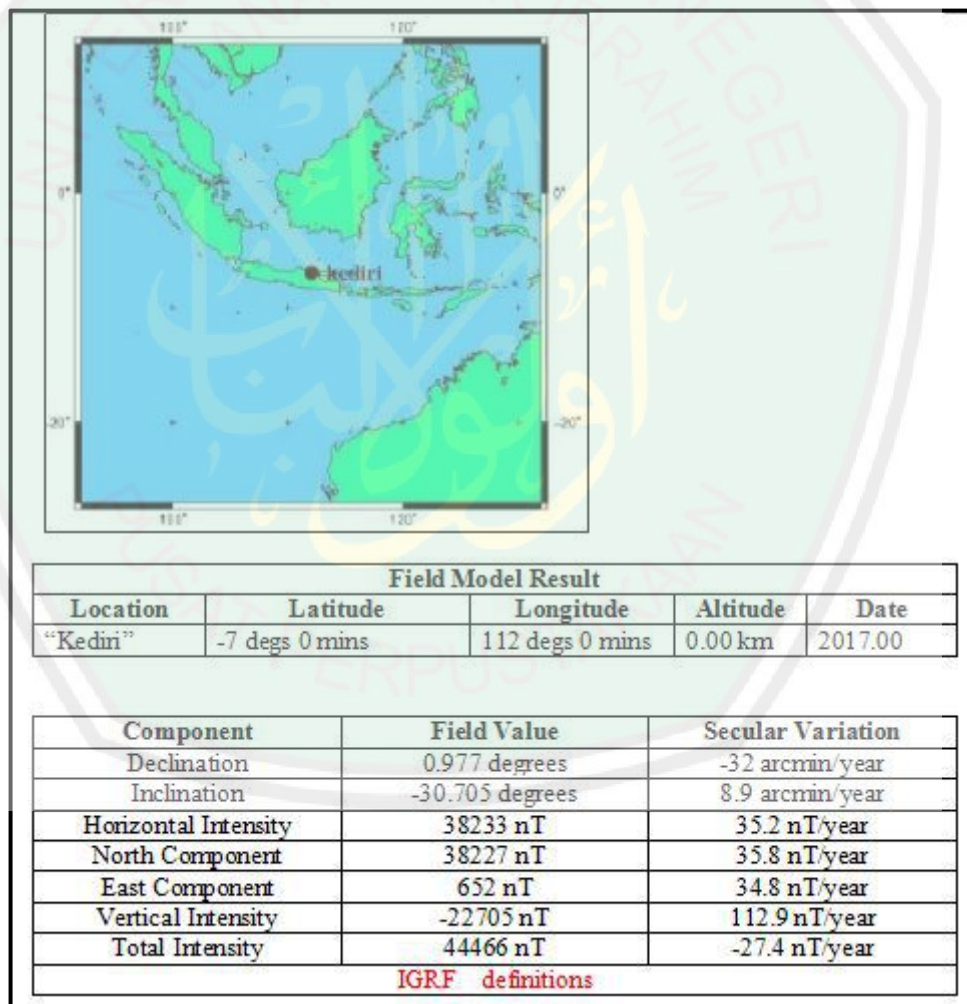
Dari data medan magnet total dilakukan beberapa koreksi diantaranya adalah koreksi harian dan koreksi IGRF. Selain itu juga dilakukan kontinuasi ke atas dan reduksi ke kutub sebelum masuk ke tahap pemodelan.

Anomali medan magnetik merupakan harga medan magnetik di suatu titik yang dihasilkan oleh batuan di bawah permukaan yang menjadi target dari

pengukuran metode magnetik. Anomali medan magnetik dihasilkan dengan melakukan koreksi terhadap data magnet magnet total.

4.2.1 Koreksi Harian

Koreksi harian (*Diurnal Correction*) merupakan koreksi yang bertujuan untuk mengurangi pengaruh medan magnet luar bumi berupa matahari, planet-planet dan atmosfer. Koreksi ini dilakukan dengan cara mengurangi data magnet total dengan koreksi waktu.

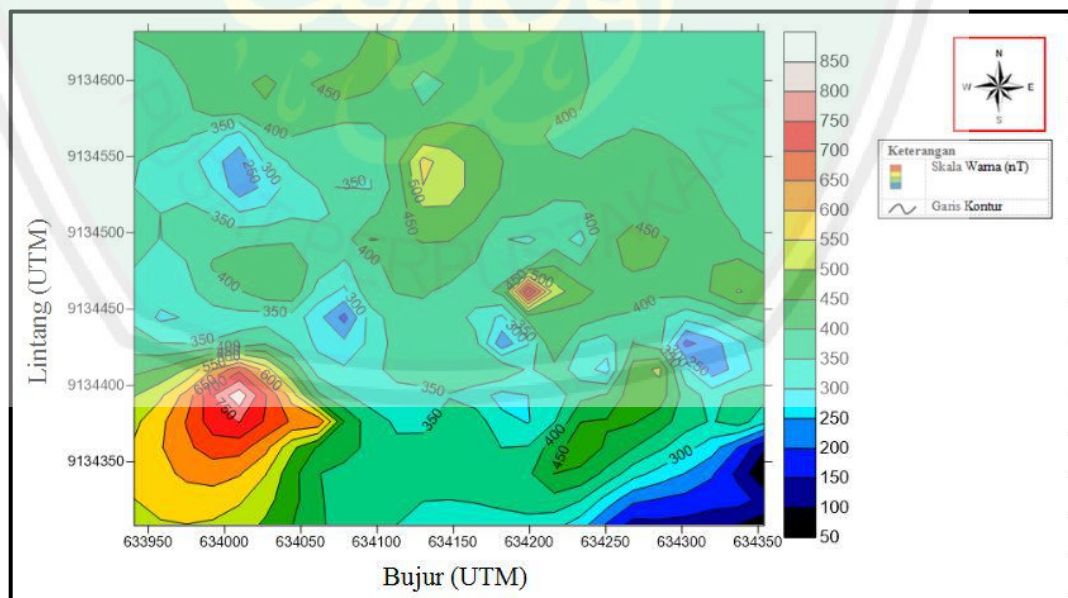


Gambar 4.3 Kalkulator IGRF (<http://www.ngdc.noaa.gov/geomagnet.web/>)

4.2.2 Koreksi IGRF

Koreksi IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*) merupakan koreksi yang bertujuan untuk mengurangi pengaruh dari medan magnet dalam bumi. Koreksi ini dilakukan dengan cara mengurangi data magnet magnet total dengan medan magnet utama bumi. Nilai medan utama bumi dapat diperoleh secara *online* melalui *website* <http://www.ngdc.noaa.gov/geomagnet.web/> dengan cara memasukkan data lintang, bujur dan ketinggian *Base Station* (titik awal pengukuran data magnetik) kedalam *website* tersebut, maka akan muncul peta dan nilai medan utama bumi, serta nilai deklinasi dan inklinasi.

Koreksi IGRF didapatkan nilai medan utama (*Total Intencity*) sebesar 44466 nT, nilai Inklinasi sebesar -30.705 *degrees* dan nilai Deklinasi sebesar 0.977 *degrees*.



Gambar 4.4 Kontur Intensitas Anomali Magnetik Total

Gambar 4.4 merupakan peta kontur intensitas anomali medan magnetik total hasil dari Koreksi Harian dan Koreksi IGRF. Berdasarkan gambar tersebut interval nilai anomali magnetik total sebesar 50nT dengan kisaran nilai anomali magnetik total antara 50 nT sampai 850 nT. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat nilai anomali rendah warna biru sampai hijau dengan nilai anomali antara 50 nT sampai 500 nT, nilai anomali sedang warna kuning sampai jingga dengan nilai anomali antara 550 nT sampai 650 nT dan nilai anomali tinggi warna merah sampai merah muda dengan nilai anomali antara 700 nT sampai 850 nT.

Nilai anomali ini merupakan nilai gabungan antara nilai anomali lokal dan anomali regional oleh karena itu perlu dilakukan pemisahan kedua anomali tersebut melalui proses pengolahan data selanjutnya.

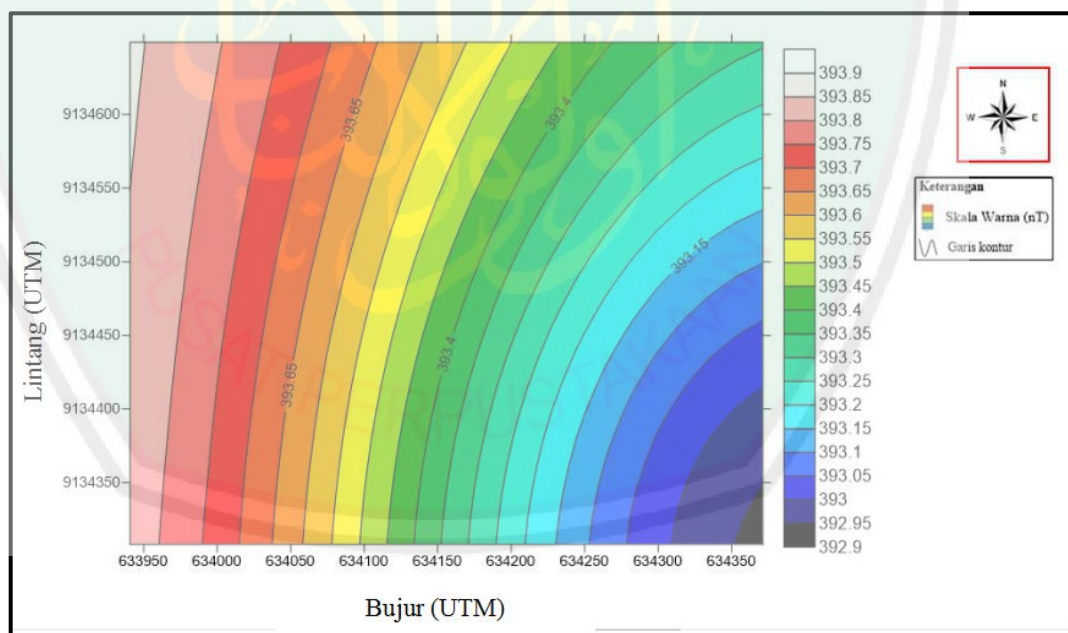
4.2.3 Kontinuasi ke Atas

Kontinuasi ke atas (*Upward Continuation*) adalah proses yang bertujuan untuk memisahkan anomali lokal dan anomali regional dari data magnetik. Proses ini dilakukan dengan bantuan *Software MagPick*. Dari proses ini diharapkan dapat menekan *noise-noise* frekuensi tinggi dengan benda-benda magnetik di sekitar daerah penelitian. Penentuan ketinggian dalam proses ini dilakukan sesuai keinginan kita, tergantung pada target yang ingin dihilangkan maupun ditampilkan. Besar ketinggian yang digunakan tidak boleh terlalu besar, karena dapat mengakibatkan hilangnya informasi dari daerah tersebut.

Hasil kontinuasi ke atas pada proses ini menggunakan ketinggian 700 meter, penentuan besarnya ketinggian tersebut, dikarenakan pada ketinggian

tersebut menunjukkan nilai anomali regional yang cenderung tetap (stabil). Hal ini menandakan bahwasanya pada ketinggian lebih dari 700 meter anomali regional sudah tidak berpengaruh pada anomali lokal (anomali dari target penelitian). Hal ini dapat dilihat dengan interval medan anomali magnetik yang bernilai rendah yaitu sebesar 0,05 nT.

Gambar 4.5 merupakan kontur intensitas anomali magnetik regional hasil dari kontinuitas ke atas sebesar 700 m dengan bantuan *Software MagPick*, lalu diplot menggunakan *Software Surfer 11*. Berdasarkan kontur tersebut nilai anomali magnetik regional daerah penelitian berkisar antara 392,9 sampai 393,9 nT. Interval nilai anomali magnetik regional dari yang tertinggi sampai terendah sebesar 1 nT.

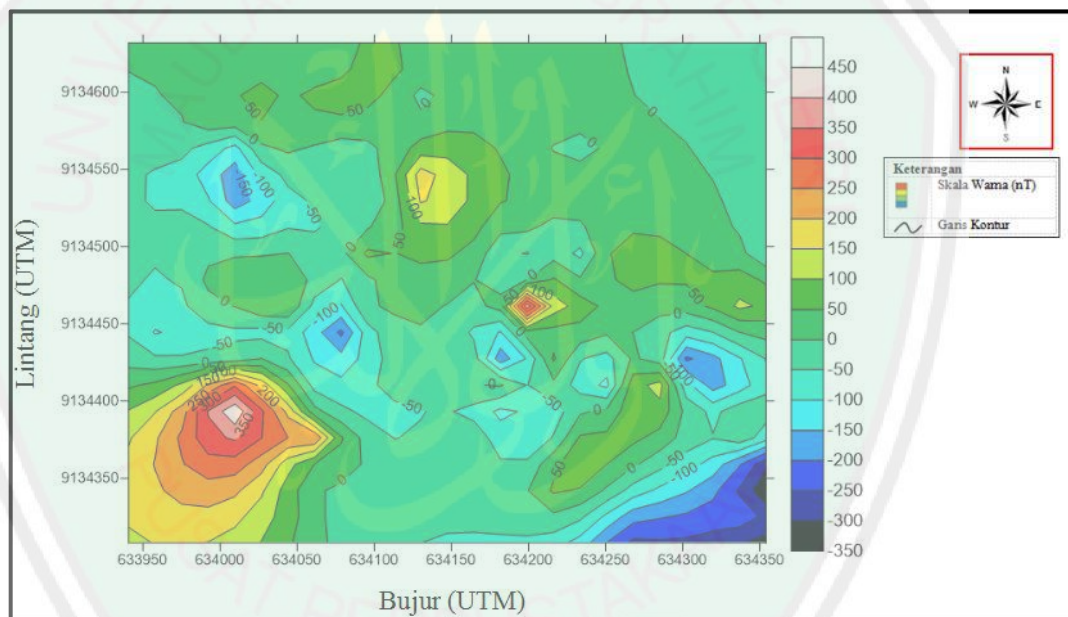


Gambar 4.5 Kontur Intensitas Anomali Magnetik Regional

Setelah diperoleh kontur intensitas anomali magnetik regional selanjutnya dibuat kontur intensitas anomali magnetik lokal dengan cara

mengurangkan intensitas anomali magnetik total dengan intensitas anomali magnetik regional dengan bantuan *Software Surfer 11* melalui proses *Grid-Math*.

Gambar 4.6 merupakan kontur intensitas anomali magnetik lokal yang diperoleh dari pengurangan antara intensitas anomali medan magnetik total dengan intensitas anomali magnetik regional. Berdasarkan gambar berikut dapat dilihat bahwa nilai anomali magnetik lokal berkisar antara -350 sampai 450 nT.



Gambar 4.6 Kontur Intensitas Anomali Magnetik Lokal

Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat nilai anomali rendah warna biru sampai hijau dengan nilai anomali antara -350 nT sampai 100 nT, nilai anomali sedang warna kuning sampai jingga dengan nilai anomali antara 150 nT sampai 200 nT dan nilai anomali tinggi warna merah sampai merah muda dengan nilai anomali antara 250 nT sampai 450 nT.

Kontur anomali magnetik lokal menunjukkan sebaran klosur dari anomali magnetik, dimana terdapat beberapa sumur yang mengalami amblesan. Amblesan sumur tersebar di arah barat daya dan timur laut. Nilai intensitas pada daerah amblesan sumur berkisar antara -150 sampai dengan 200 yang ditunjukkan dengan warna kontur biru muda sampai jingga.

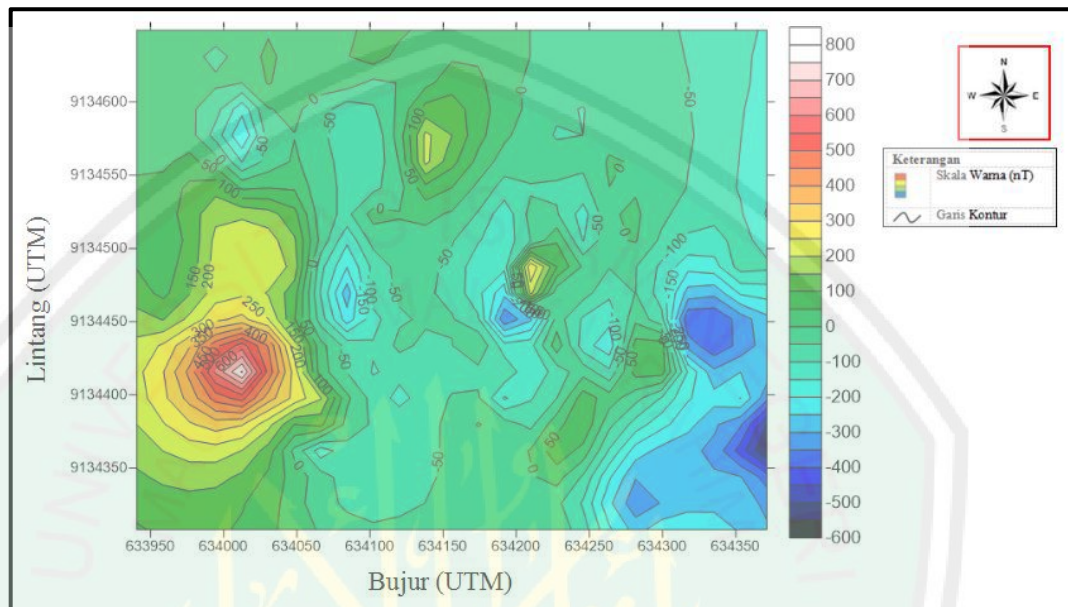
4.2.4 Reduksi ke Kutub

Reduksi ke kutub (*Reduction to the pole*) merupakan salah satu filter pengolahan data magnetik untuk menghilangkan pengaruh sudut inklinasi magnetik. Filter tersebut diperlukan karena sifat dipole berpola simetrik. Reduksi ke kutub dilakukan dengan menggunakan *Software Surfer11* dan *MagPick*. Proses reduksi ke kutub dilakukan untuk mengubah arah magnetisasi medan utama dalam arah vertikal sehingga anomali medan magnetik dapat menunjukkan posisi benda penyebabnya. Proses tersebut dilakukan dengan cara membuat sudut inklinasi menjadi 90° dan deklinasinya menjadi 0° , karena pada kutub magnet arah dari medan magnetik bumi ke bawah dan arah dari magnetisasi induksinya juga ke bawah.

Hasil reduksi ke kutub menunjukkan sumber anomali magnetik menjadi terlihat lebih jelas. Selain itu juga akan mempermudah dalam penginterpretasian data. Pada kontur anomali hasil reduksi menggambarkan benda yang menyebabkan anomali tepat berada bawah anomali tinggi. Dari proses reduksi ke kutub didapatkan pola magnetik.

Gambar 4.7 merupakan kontur intensitas anomali magnetik lokal hasil reduksi ke kutub. Berdasarkan gambar tersebut nilai anomali magnetik lokal yang

tereduksi berkisar antara -600 nT sampai 800 nT. Hasil dari anomali magnetik lokal yang telah direduksi ke kutub selanjutnya digunakan sebagai data untuk interpretasi secara kualitatif.



Gambar 4.7 Kontur Intensitas Anomali Magnetik Lokal Hasil Reduksi ke Kutub

4.3 Interpretasi Kualitatif

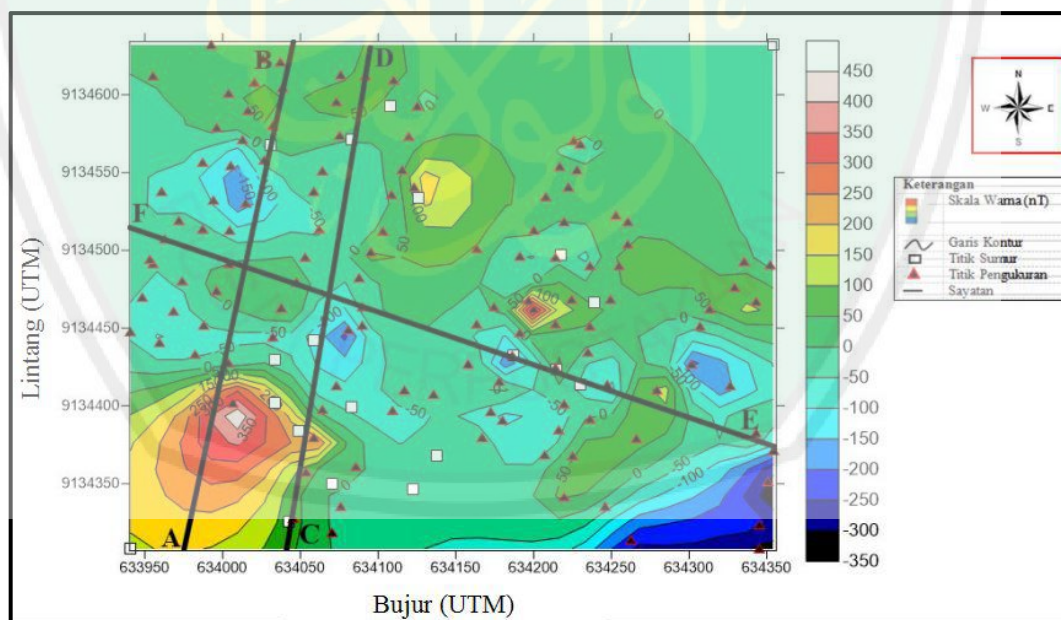
Interpretasi kualitatif bertujuan untuk menganalisis daerah yang diduga memiliki benda penyebab anomali yang menjadi target penelitian. Secara kualitatif peta anomali diperoleh menunjukkan penyebaran pasangan pola kontur yang terdapat pada daerah penelitian. Interpretasi ini dilakukan berdasarkan peta kontur anomali lokal hasil reduksi ke kutub. Anomali lokal diperoleh dari anomali magnetik melalui proses kontinuitas ke atas.

Secara kualitatif dari kotur anomali yang ditunjukkan pada Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa sebaran amblesan sumur yang terjadi terdapat pada daerah

dengan intensitas magnet antara -100 nT sampai 400 nT yang ditunjukkan dengan warna hijau hingga jingga. Setelah melalui proses reduksi ke kutub klosur anomali semakin terlihat jelas, sehingga dapat mempermudah interpretasi selanjutnya yaitu interpretasi kuantitatif.

4.4 Interpretasi Kuantitatif

Interpretasi kuantitatif adalah tahapan pemodelan dari data magnetik untuk membuat pemodelan struktur bawah permukaan. Interpretasi ini dilakukan dengan menyayat medan anomali pada klosur negatif dan klosur positif secara berdampingan. Penentuan sayatan didasarkan atas hasil kualitatif yang telah diperoleh ada langkah sebelumnya, yaitu pada peta kontur anomali lokal yang telah direduksi ke kutub.



Gambar 4.8 Anomali Magnetik Lokal dengan 3 Sayatan

Pemodelan dilakukan dengan bantuan *Software Mag2Dc*. Prinsip kerja dari *Software Mag2DC* adalah dengan menyamakan bentuk anomali pengamatan

yang berupa garis putus-putus dengan anomali perhitungan yang berupa garis tegas dengan cara coba-coba (*trial and error*).

Dari intensitas magnet lokal yang telah direduksi ke kutub peneliti mengambil 3 bagian sayatan (sayatan AB, CD dan EF). Data hasil sayatan kemudian digunakan sebagai masukan ketika melakukan pemodelan struktur bawah permukaan.

Pada Gambar 4.8 merupakan peta kontur anomali lokal hasil reduksi ke kutub dengan 3 sayatan yang menunjukkan lintasan AB, lintasan CD dan lintasan EF. Berdasarkan sayatan anomali lokal dan peta geologi, pemodelan dilakukan dengan menggunakan *Software Mag2Dc*. Untuk melakukan pemodelan struktur bawah permukaan perlu diketahui nilai suseptibilitas masing-masing batuan yang terdapat pada daerah penelitian. Nilai suseptibilitas diperoleh dari tabel suseptibilitas batuan dan mineral yang dihubungkan dengan kondisi geologi daerah penelitian.

Santoso dan Atmawinata (1992) kondisi geologi daerah penelitian ditinjau dari Peta Geologi Lembar Kediri menunjukkan bahwa formasi batuan yang terdapat pada daerah penelitian merupakan formasi batuan Qvk. Qvk adalah formasi dari Batuan Gunungapi Muda yang terdiri dari lava, breksi tuf, anglomerat, tuf dan lahar.

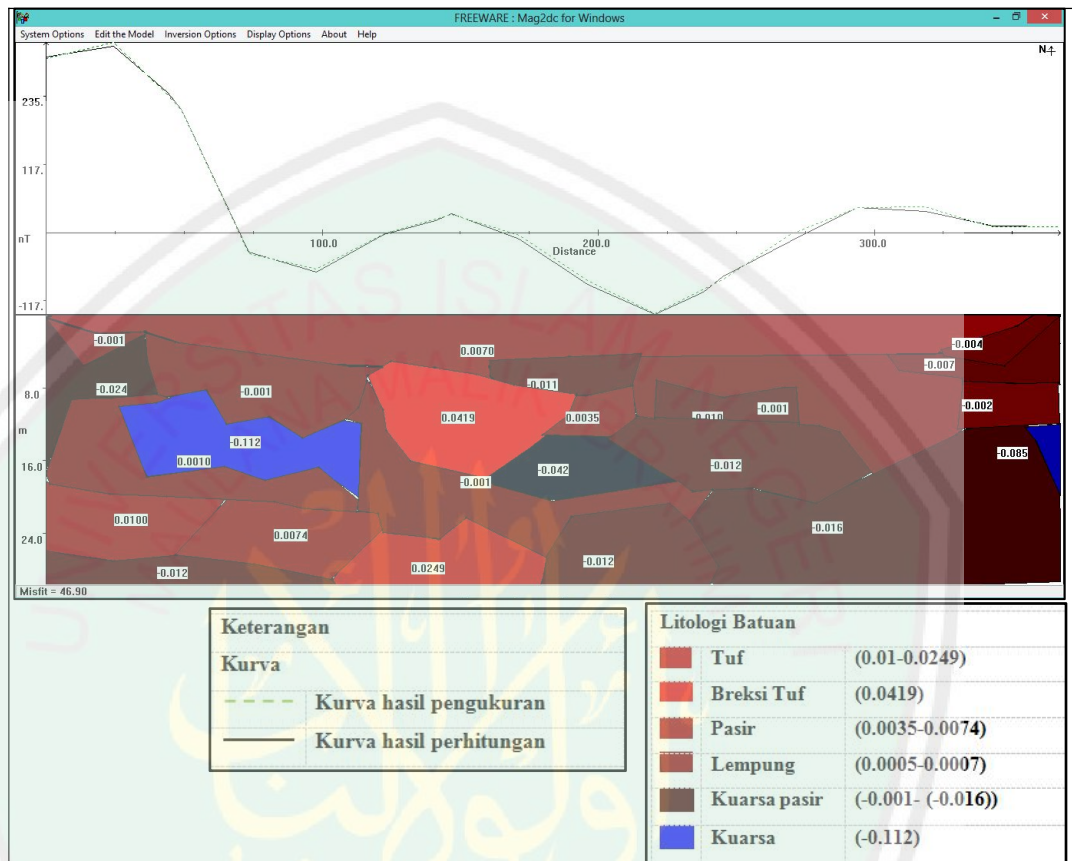
Perlu diketahui batuan penyusun yang terdapat di daerah penelitian terdiri dari lima batuan yang umumnya pasir. Pertama adalah lava yaitu lavaandesit yang berstruktur leleran atau aliran, diduga mengandung beberapa xenolit mikrodiorit dan sebagian terlapuk kuat. Kedua adalah breksi tuf, merupakan butiran pasir yang

memiliki beberapa komponen yaitu batuapung, mineralterang mineral mafik, kaca gunungapi dengan masadasar tuf pasir. Ketiga adalah anglomerat, yaitu batuan yang berbentuk lensa, kurang kompak, berbutir kerikil dan kemas terbuka dan sebagai sisipan tipis dalam breksi. Keempat adalah tuf, berupa tuf pasir, tuf kristal, tuf debu, tuf sela dan tuf batuapung. Kelima adalah lahar, lahar yang menyusun daerah ini terdiri dari lahar longsoran dan lahar dingin, berbutir lumpur sampai kerakal, agak kompak.

Selain formasi batuan, pada Peta Geologi juga dijelaskan bahwa daerah penelitian merupakan daerah perbukitan yang memiliki struktur tanah berupa pasir. Struktur tanah tersebut terbentuk akibat luapan lahar dari aktifitas G. Kelud.

4.4.1 Penampang Melintang AB

Gambar 4.9 merupakan model penampang anomali lokal AB. Pada gambar tersebut terdapat sumbu Y secara vertikal dan sumbu X secara horisontal. Sumbu Y positif menyatakan intensitas magnetik yang berkisar antara -117 nT sampai 235 nT, sumbu Y negatif menyatakan kedalaman target pemodelan yaitu 30 m, sedangkan sumbu X menyatakan panjang lintasan yang dilalui penampang AB yaitu ± 400 m. Penampang anomali AB ini memotong 4 sumur yang mengalami amblesan serta memotong pola klosur anomali tinggi maupun rendah. Garis putus-putus pada kurva pemodelan menunjukkan nilai anomali dari hasil data penelitian sedangkan garis kontinu merupakan nilai anomali dari hasil pemodelan yang dibuat.



Gambar 4.9 Penampang Melintang Sayatan AB

Penafsiran litologi batuan pada daerah penelitian ini didasari oleh data geologi daerah setempat. Berdasarkan informasi geologi diketahui bahwa daerah penelitian merupakan bagian dari struktur kelurusan. Hasil penafsiran citra indera jauh dari potret udara dan Landsat, berarah barat laut-tenggara, barat daya-timurlaut dan hampir utara-selatan, yang sebagian besar terjadi pada Batuan Gunungapi Kwartir dan sebagian kecil pada batuan sedimen (Santosa dan Atmawinata, 1992).

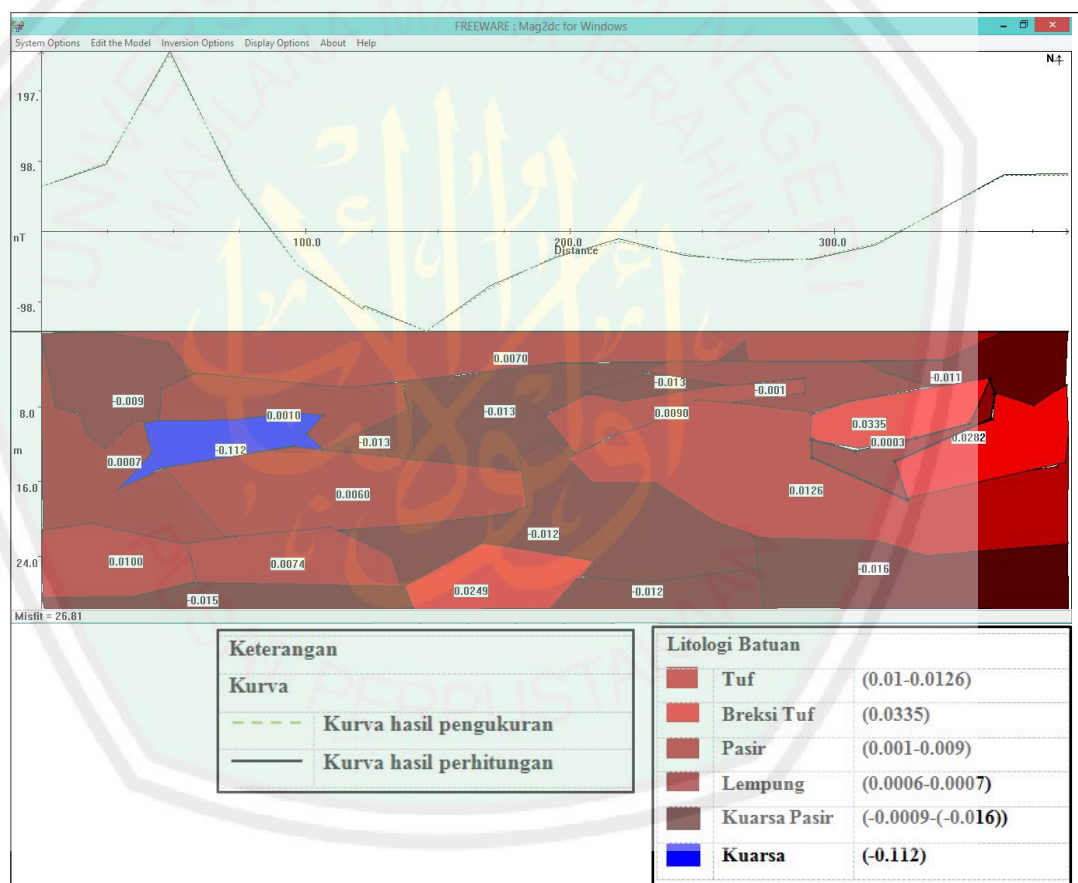
Pemodelan AB terdapat 24 *body* yang ditafsirkan menjadi 5 macam batuan. Batuan pertama dengan nilai suseptibilitas 0.01 sampai 0.0249 (Satuan SI) yang diindikasikan sebagai batuan tuf. Batuan kedua dengan nilai suseptibilitas 0.0419 (Satuan SI) yang diindikasikan sebagai batuan breksi tuf. Selanjutnya batuan dengan nilai suseptibilitas 0.0035 sampai 0.0074 (Satuan SI) yang diindikasikan sebagai batuan pasir yang banyak terdapat pada bagian atas maupun bawah pada gambar penampang di atas. Batuan selanjutnya dengan nilai suseptibilitas 0.00035 sampai 0.0007 (Satuan SI) diindikasikan sebagai batuan lempung. Setelah batuan lempung, dengan nilai suseptibilitas -0.0001 sampai -0.016 (Satuan SI) diindikasikan sebagai batuan kuarsa pasir yang banyak terdapat pada daerah bawah penampang AB kira-kira pada kedalaman 16 m sampai 30m yang tersisip oleh batuan pasir. Batuan terakhir dengan nilai suseptibilitas -0.112 diindikasikan sebagai batuan kuarsa, batuan ini terletak pada intensitas magnetik tinggi yang berarah barat daya dan timur laut.

Pemodelan AB menafsirkan adanya amblesan pada penurunan kurva atau besarnya kurva data bernilai negatif. Hal ini diduga karena pada penurunan kurva pemodelan litologi menggambarkan beberapa penampang batuan yang mengisi daerah ini diantaranya pasir, lempung dan kuarsa. Penurunan terjadi pada jarak ± 70 m sampai 125 m dan pada jarak ± 170 m sampai 275 m.

4.4.2 Penampang Melintang C-D

Intensitas magnet pada lintasan CD memperlihatkan harga antara -98nT sampai 157 nT. Pada lintasan ini terjadi fenomena naik turunnya intensitas magnet. Intensitas magnetik negatif terjadi pada jarak 97.1m sampai 315.6 m di

area amblesan sumur. Terjadinya fenomena ini diduga karena terdapat formasi batuan yang umumnya berupa pasir, hasil dari eupsi gunung kelud. Formasi batuan yang kurang kompak sehingga dapat menyebabkan amblesan. Ketidakteragaman suseptibilitas batuan sebagaimana yang terlihat pada hasil pemodelan diduga karena sebagian batuan yang ada di daerah tersebut mengalami demagnetisasi batuan akibat terjadinya amblesan.



Gambar 4.10 Penampang Melintang Sayatan CD

Pemodelan CD terdapat 23 *body* yang ditafsirkan menjadi 6 macam batuan. Batuan pertama dengan nilai suseptibilitas 0.01 sampai 0.0126 (Satuan

SI) yang diindikasikan sebagai batuan tuf yang terletak pada arah timur sayatan anomali magnetik. Batuan kedua dengan nilai susceptibilitas 0.0335 (Satuan SI) yang diindikasikan sebagai batuan breksi tuf. Selanjutnya batuan dengan nilai susceptibilitas 0.001 sampai 0.009 (Satuan SI) yang diindikasikan sebagai batuan pasir yang banyak terdapat pada bagian atas maupun bawah pada gambar penampang di atas. Batuan selanjutnya dengan nilai susceptibilitas 0.0006 sampai 0.0007 (Satuan SI) diindikasikan sebagai batuan lempung. Setelah batuan lempung, dengan nilai susceptibilitas -0.0009 sampai -0.016 (Satuan SI) diindikasikan sebagai batuan kuarsa pasir yang banyak terdapat pada daerah bawah penampang AB kira-kira pada kedalaman 14 m sampai 30 m yang tersisip oleh batuan pasir. Batuan terakhir dengan nilai susceptibilitas -0.112 diindikasikan sebagai batuan kuarsa, batuan ini terletak pada intensitas magnetik tinggi yang terletak pada arah barat daya.

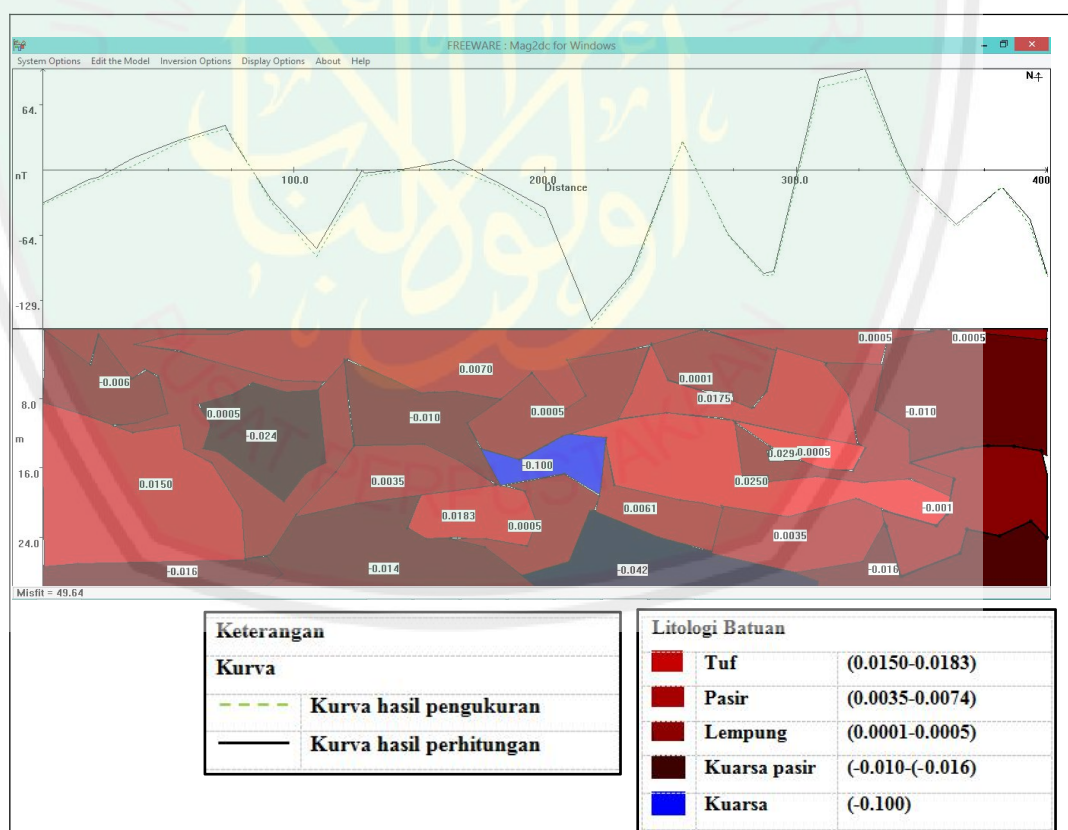
Penafsiran amblesan pemodelan CD juga terjadi pada penurunan kurva atau besarnya kurva bernilai negatif. Hal ini diduga karena pada penurunan kurva pemodelan litologi menggambarkan beberapa penampang batuan yang mengisi daerah ini diantaranya pasir, lempung dan kuarsa. Penurunan terjadi pada jarak ± 80 m sampai 325 m.

Hasil sayatan anomali magnetik dari penampang AB dan penampang CD menunjukkan kesamaan formasi batuan yang ada. Hal ini dapat diamati dengan melihat kedua penampang tersebut pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10.

4.4.3 Penampang Melintang E-F

Penampang EF merupakan pemodelan struktur bawah permukaan yang berlawanan arah dengan penampang AB dan CD. Fungsi penampang EF adalah memotong lintasan AB dan CD sehingga hasil dari perpotongan lintasan ini diharapkan dapat menggambarkan keadaan bawah permukaan secara 3 dimensi.

Pemodelan EF terdapat 26 *body* yang ditafsirkan menjadi 5 macam batuan. Batuan pertama dengan nilai suseptibilitas 0.0150 sampai 0.0183 (Satuan SI) yang diindikasikan sebagai batuan tuf. Selanjutnya batuan dengan nilai suseptibilitas 0.0035 sampai 0.0074 (Satuan SI) yang diindikasikan sebagai batuan pasir yang banyak terdapat pada bagian atas maupun bawah pada Gambar 4.11.

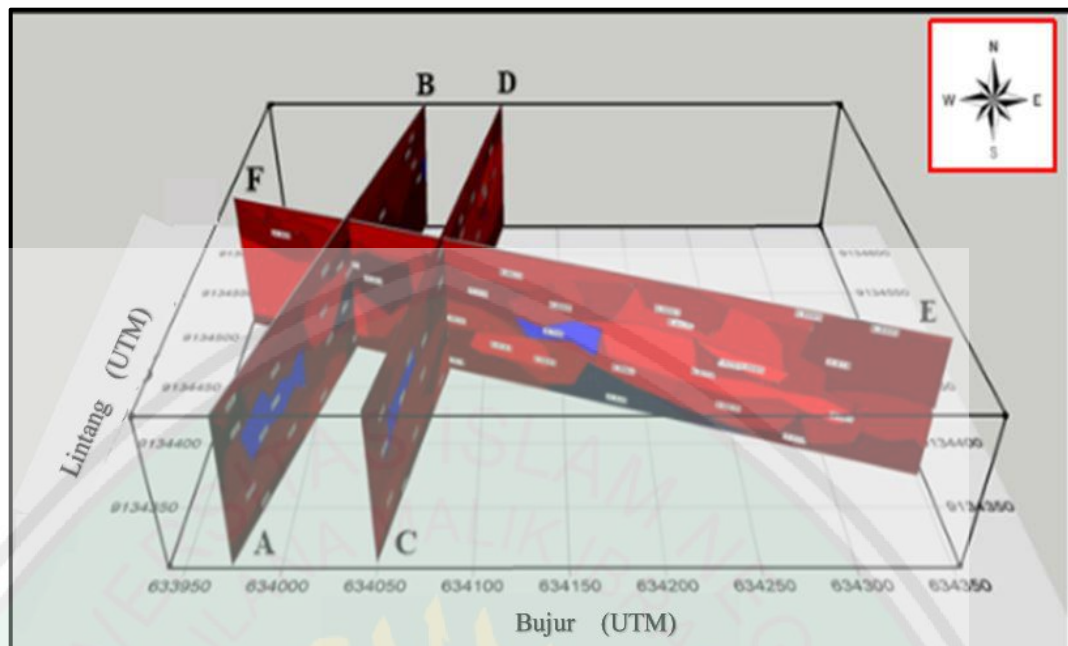


Gambar 4.11 Penampang Melintang Sayatan EF

Batuan selanjutnya dengan nilai suseptibilitas 0.0001 sampai 0.0005 (Satuan SI) diindikasikan sebagai batuan lempung, formasi lempung yang terletak pada penampang ini adalah lempung pasir. Setelah batuan lempung, dengan nilai suseptibilitas -0.010 sampai -0.016 (Satuan SI) diindikasikan sebagai batuan kuarsa pasir yang banyak terdapat pada daerah bawah penampang AB kira-kira pada kedalaman 8 m sampai 30 m yang tersisip oleh batuan pasir dan tersusun secara acak. Batuan terakhir dengan nilai suseptibilitas -0.100 diindikasikan sebagai batuan kuarsa.

Pola kurva pada penampang EF mengalami kenaikan dan penurunan yang berangsur-angsur, hal ini diduga karena pola intensitas magnetik yang naik turun. Intensitas magnetik mempengaruhi besar suseptibilitas batuan, sehingga pada penampang EF menunjukkan pola tetak batuan yang berbeda dengan penampang sebelumnya.

Penafsiran amblesan pemodelan EF terjadi pada penurunan kurva data atau kurva data bernilai negatif. Hal ini diduga karena pada penurunan kurva data, pemodelan litologi menggambarkan beberapa penampang batuan yang mengisi daerah ini diantaranya pasir, lempung dan kuarsa. Penurunan terjadi pada jarak ± 80 m sampai 125 m, 150 m sampai 250 m, 260 m sampai 300 m dan 340 m sampai 400 m.



Gambar 4.12 Pemodelan 3D dari 3 penampang

Gambar 4.12 merupakan pemodelan 3 dimensi dari 3 penampang, yaitu gabungan dari penampang AB, CD dan EF. Penampang AB berarah dari barat daya menuju timur laut, penampang CD juga sejajar dengan penampang AB, sedangkan penampang EF memotong penampang AB dan CD. Dari hasil pemodelan 3 dimensi tersebut dapat diduga bahwa pada kedalaman yang mencapai 30 m formasi batuan yang menyusun daerah tersebut rata-rata adalah pasir.

4.5 Analisis Penyebab Amblesan Sumur

Doukas (2004) mendefinisikan amblesan (*subsiden*) sebagai penurunan muka tanah sebagai akibat fungsi dari waktu yang diakibatkan oleh proses alamiah dan aktifitas manusia. Amblesan yang terjadi di Dusun Nanas merupakan salah satu fenomena alam yang langka. Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh anggota PVMBG menyatakan bahwa penyebab terjadinya amblesan adalah

struktur tanah daerah tersebut yang belum kompak selain itu diduga karena perubahan fluktuasi muka air tanah dan kontruksi sumur. Perubahan fluktuasi air tanah secara drastis, menyebabkan pelarutan pada tanah batuan di bagian dinding sumur sehingga bagian tersebut mengalami amblesan. Dimungkinkan ada pula pengaruh pataha sesar di sekitar lokasi amblesan.

Kedalaman sumur yang mengalami amblesan rata-rata 13-16 m. amblesan sumur menyebabkan gerowongan di dalam sumur, sehingga air yang ada di dalam sumur keruh karena tercampur material akibat amblesan yang terjadi. Untuk mengantisipasi amblesan susulan, maka dilakukan pengurukan sumur di daerah tersebut.

Jika dilihat dari litologi batuan secara geologi, daerah ini memiliki struktur dengan Formasi batuan Qvk. Formasi ini merupakan formasi batuan gunungapi muda yang terdiri dari lava, breksi, breksi tuf, dan lahar. Kedalaman formasi ini menurut Peta Geologi Lembar Kediri mencapai 500 m.

Hasil dari pemodelan struktur secara 3 dimensi menggambarkan dugaan litologi daerah penelitian yang terdiri dari 5 macam batuan, diantaranya: tuf, breksi tuf, pasir, lempung dan kuarsa pasir.

Umumnya struktur tanah di daerah penelitian adalah pasir. Pasir merupakan struktur tanah yang tidak memiliki gaya kohesi dan adhesi antarpartikel, sehingga tidak kuat menahan beban. Dapat diasumsikan jika terjadi terjadi fluktuasi muka air, maka air akan masuk mengisi rongga partikel antar pasir, sehingga ketika air tersebut kembali turun pasir tidak dapat menahan beban yang terjadi adalah amblesan. Hal ini didasari karena sebelum terjadinya amblesan

air di dalam sumur mengalami kenaikan hingga mencapai 6 m dari bibir sumur. Amblesan yang terjadi di beberapa dusun berangsur-angsur menuju arah timur.

Interpretasi kuantitatif data geomagnetik dilakukan melalui pemodelan yang berdasarkan nilai suseptibilitas. Nilai suseptibilitas dapat menggambarkan pendugaan keadaan batuan yang terdapat pada suatu lapisan, sehingga dapat dilihat perbedaan batuan yang menyusun lapisan. Hasil pendugaan susunan batuan di daerah amblesan sumur terdapat beberapa batuan, diantaranya pasir, tuf, breksi tuf, lempung dan kuarsa pasir. Hal yang menyebabkan amblesan sumur tersebut diduga karena adanya formasi batuan yang kurang kompak, yaitu batuan pasir dan kuarsa.

Sampai saat ini sains modern belum mengetahui secara pasti apa sebenarnya yang disebut tujuh langit dan tujuh bumi. Akan tetapi kita dapat memahami dari ayat al-Qur'an. Contohnya; Firman Allah SWT dalam Surat ath-Thalaq (65): 12 (Maula, 2009):

اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ وَمِنَ الْأَرْضِ مِثْلَهُنَّ يَتَنَزَّلُ الْأَمْرُ بَيْنَهُنَّ لِتَعْلَمُوا أَنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ وَأَنَّ اللَّهَ قَدْ أَحَاطَ بِكُلِّ شَيْءٍ عِلْمًا ﴿١٢﴾

Artinya:

" Allahlah yang menciptakan tujuh langit dan seperti itu pula bumi. Perintah Allah berlaku padanya, agar kamu mengetahui bahwa asannya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu dan sesungguhnya Allah, ilmu-Nya benar-benar meliputi segala sesuatu".

Ayat di atas selaras dengan beberapa hadist Nabi SAW mengenai tujuh langit dan tujuh bumi, dan lebih spesifik lagi ketika baginda menyebutkan sebuah ungkapan yang sangat baik, yaitu (Maula, 2009):

مَنْ ظَلَمَ مِنَ الْأَرْضِ شَيْئًا طُوقَهُ مِنْ سَبْعِ أَرْضِينَ

Artinya:

“Barang siapa yang merampas tanah sedikitpun tanpa haknya, maka pada hari kiamat kelak ia akan ditenggelamkan bersama tanah yang dirampas tersebut ke dalam tujuh (lapis) bumi (Sahih Bukhari).

Surat al-Baqarah (2):23 dan surat al-Fushilat (41):9-12 mengindikasikan bahwa penciptaan bumi lebih dahulu dari proses pembentukan langit. Kalimat “lebih dahulu diciptakan” menjelaskan bahwa penciptaan unsur-unsur bumi diikuti oleh pengumpulan unsur-unsur lainnya di dalam pembentukan awal bumi, dimana pada proses tersebut terjadi hujan meteor yang mengandung zat besi lalu dipisahkan menjadi tujuh lapisan bumi. Setelah itu, bumi dihamparkan membentuk lapisan atmosfer dan litosfer seperti bentuk yang sekarang. Hal itu, karena penciptaan langit dan bumi adalah dua proses yang saling terkait, dimana salah satunya tidak mungkin terpisah dengan yang lain (El-Naggar, 2010).

Bumi memulai fase pendatarannya, yaitu mengeluarkan atmosfer dan litosfer, kemudian digenangi oleh air secara total. Proses pendaratan dimulai dengan merekahnya litosfer bumi dan masuknya jutaan magma karang melalui rekahan. Dari sini, mulai proses gerak lempeng litosfer yang berakibat pada terbentuknya vulkanik di tengah-tengah genangan lautan. Kemudian vulkanik mulai saling dorong sesamanya untuk membentuk daratan dengan rangkaian pegunungan sebagai akibat benturan lempeng karang. Sirkulasi abrasi mulai memecah karang bumi membentuk tanah, sirkulasi karang dan air kemudian terbentuklah kontinen (El-Naggar, 2010).

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pengolahan data serta interpretasi data menggunakan metode geomagnetik dapat disimpulkan bahwa:

1. Pola anomali magnetik pada daerah penelitian menggambarkan banyaknya klosur didaerah amblesan sumur. Amblesan banyak terjadi diarah barat daya serta timur laut dari daerah penelitian. Setelah dilakukan interpretasi kualitatif didapatkan nilai intensitas anomali magnetik lokal di daerah amblesan sumur antara -350 nT sampai 450 nT .
2. Berdasarkan interpretasi kuantitatif geomagnetik strukturgeologi bawah permukaan di daerah amblesan sumur menunjukkan 5 macam batuan yaitu breksi tuf, tuf, pasir, lempung, dan kuarsa pasir. Umumnya batuan yang menyusun daerah ini adalah pasir, yang dapat dilihat melalui pemodelan 3D dari tiga penampang di daerah penelitian pada kedalaman sebesar 30 m.

5.2 Saran

Perlu penelitian lanjut dari metode geofisika yang lain, geokimia maupun geologi dengan memperluas daerah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdushshamad, Muhammad Kamil. 2003. *Mukjizat Ilmiah dalam Al-Qur'an*. Jakarta: Akbar Media Eka Sarana.
- Al-Jazairi, Syaikh Abu Bakar. 2007. *Tafsir Al-Qur'an Al-Aisar (Jilid 4)*. Penerjemah Suratman dan Amali, Fityan. Jakarta (ID): Darus Sunnah Press. Terjemahan dari: Team Darus Sunnah.
- Al-Maragi, Ahmad Mustofa. 1992. *Tafsir Al-Maragi Juz XIV*. Penerjemah Bakar, Bahrun Abu. dkk. Semarang (ID): CV. Toha Putra Semarang. Terjemahan dari: Mustafa Al-Babi Al-Halabi.
- Astuti, Kimbal. 2017. *Lebih Dari Seratus Sumur Warga di Kediri Ambles Ada Apa?*.
<http://nasional.republika.co.id/berita/nasional/daerah/17/05/05/oph5at382-1-ebih-dari-100-sumur-warga-di-kediri-ambles-ada-apa>. Diakses pada tanggal 11 Mei 2017.
- Bates, R.L. dan J.A. Jackson. 1990. *Glossary of Geologi 3th Edition*. Virginia: American Geology Institute.
- Bemmelen, R. W. van. 1949. *The Geologi of Indonesia*. Netherland: Office, Martinus Nijhoff, The Hague. Vol IA, General Geology, Govern.
- Blakely, Richard J. 1995. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Application*. New York: Cambridge University Press.
- Burger, Hendry Robert. 1992. *Eksplorasi Geophysics of The Shallow Subsurface*. America: Printice Hall.
- Dorbin, Milton B. 1960. *Introduction of Geophysical Prospecting*. New York: McGraw-Hill Book Company Inc.
- Doukas. 2004. *Monitoring and Analysis of Ground Subsidence due to Water Pumping in the Area of Thessaloniki*. Hellas: Greece.
- El-Naggar, Zaghoul R.M. 2010. *Selekta dari Tafsir Ayat-Ayat Kosmos dalam Al-Qur'an Al-Karim*. Penerjemah Bidin, M.E dan Razzak, M.T. Jakarta (ID): Shorouk International Bookshop. Terjemahan dari: Shorouk International Bookshop Kairo.
- Faqih, Allamah Kamal. 2001. *Tafsir Nurul Qur'an*. Penerjemah Nano, Salinan. Jakarta (ID): Al-Huda. Terjemahan dari: Imam Ali Public Library.
- Frederick, K. L. 2012. *Essential of Geology Eleven Edition*. Amerika: Pearson Prentice Hall.
- Fatimatuzzahroh, Siti. 2015. *Analisis Struktur Geologi Daerah Ranu Gedang Berdasarkan Data Anomali Medan Magnet*. Malang: Skripsi UIN Maulana Malik Ibrahim.

- Juanita, Isna Laily. 2016. *Aplikasi Metode Geomagnetik untuk Mengetahui Struktur Geologi Bawah Permukaan Ranu Segaran Duwes, Kecamatan Tiris Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur*. Malang: Skripsi UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Juniarti, Endah. 2017. *Identifikasi Reservoir Geothermal di Kompleks Kawah Wurung-Ijen, Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur dengan Metode Magnetik dan Penginderaan Jauh*. Malang. Tesis Universitas Brawijaya.
- Kementerian Agama RI. 2015. *Al-Qur'an dan Terjemahnya SAPPHIRE*. Solo: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
- Maula. 2009. *Ensiklopedi Kemukjizatan Sains dalam Al-Qur'an dan Sunnah*. Kuala Lumpur: Al-Hidayah Publication.
- Milsom, John. 2003. *Field Geophysics Third Edition*. London: John Wiley & Sons Ltd.
- Munadi, Suprajitno. 2001. *Instrumentasi Geofisika*. Depok: Program Studi Geofisika Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Indonesia.
- Noor, Djauhari. 2009. *Pengantar Geologi Edisi Pertama*. Bogor: Universitas Pakuan
- Rafferty, John. P. 2012. *Geologi: Landforms, Minerals, Rocks*. New York: Britannica Educational Publishing.
- Santoso, Djoko. 2002. *Diktat Kuliah TG-424 Eksplorasi Energi Panas Bumi*. Bandung: Jurusan Teknik Geologi ITB.
- Santoso, S dan Atmawinata, S. 1992. *Geologi Lembar Kediri, Jawa*. Sekala 1: 100.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sartohadi, J. dkk. 2014. *Pengantar Geologi Tanah*. Yogyakarta. Pustaka Pelajar.
- Siahaan, Barita Uli Basa Mangatur. 2009. *Penentuan Struktur pada Zona Hidrokarbon Daerah "X" Menggunakan Metode Magnetik*. Jakarta: Skripsi Universitas Indonesia.
- Soetoto, S. U. 2013. *Geologi Dasar*. Yogyakarta: Ombak.
- Sumardi, Yos. 1997. *Peran Geofisika Dalam Eksplorasi Minyak Bumi*. Yogyakarta: Jurnal Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sudarsono, U dan Sudjarwo, I. B. 2008. *Amblesan di Daerah Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur*. Bandung: Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 3 No. 1 Maret 2008: 1-9.
- Syaifudin, M. Z dan S. Hamidi. 1992. *Geologi Lembar Blitar, Jawa, skala 1: 100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Syirojudin, Muhamad. 2010. *Penentuan Karakteristik Sesar Cimandiri Sektor Pelabuhan Ratu- Citarik dengan Metode Magnet Bumi*. Jakarta: Sripsi UIN Syarif Hidayatullah.

Telford, W. N, Geldard L.P., Sheriff, R. E., dan Keys, D. A. 1979. *Applied Geophysics*. New York: Cambridge University Press.

Telford, W. M, Geldard L. P., dan Sheriff R.E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. New York: Cambridge University Press.

Thayyarah, Nadiyah. 2014. *Sains dalam Al-Qur'an (Mengerti Mukjizat Ilmiah Firman Allah)*. Jakarta: Zaman.

Thohir, Amin. 2015. *Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Berdasarkan Survey Data Geomagnetik (Studi Kasus Selurus Area Kampus II Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang)*. Malang: Skripsi UIN Maulana Malik Ibrahim

Whitten, D.G.A. dan J.R.V. Brooks. 1972. *A Dictionary of Geology*. Middlesex: Penguin Books Ltd.

Zaennudin, A. drr, 1986. *Pemetaan Geologi Gunung Kelud, Kabupaten Kediri dan Blitar, Jawa Timur*. Bandung: Direktorat Vulkanologi Laporan Kemajuan Tahap III. Belum diterbitkan.

<http://www.googleearth.com/>. Diakses pada tanggal 25 September 2017.

<http://www.ngdc.noaa.gov/geomagnet/web/>. Diakses pada tanggal 6 Oktober 2017.

<http://www.wits.ac.za/science/archive/geosciences/course-information/aaigfs/protocol-on-precession-magnetometer/>. Diakses pada tanggal 5 Agustus 2017.

The logo is a shield-shaped emblem with a light green background and a white border. It features the text "UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM" in a circular arrangement at the top and "PUSAT PERPUSTAKAAN" at the bottom. In the center, there is a yellow calligraphic design. The word "LAMPIRAN" is written across the center in a large, bold, black serif font.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1**KOORDINAT TITIK AMBLESAN SUMUR SURVEI PENDAHULUAN**

No	Nama Titik	Lintang	Bujur	Ketinggian (m)	Keterangan
1	T 1	7°49'43.6"	112°12'57.4"	271	-
2	T 2	7°49'44.5"	112°12'57.4"	270	-
3	T 3	7°49'43.2"	112°12'58.2"	274	-
4	T 4	7°49'45.1"	112°12'57.9"	277	-
5	T 5	7°49'46.2"	112°12'58.6"	272	Gerowong
6	T 6	7°49'47"	112°12'57.7"	272	Belum diuruk
7	T 7	7°49'48.6"	112°12'56.5"	274	-
8	T 8	7°49'44.6"	112°12'59"	277	-
9	T 9	7°49'45.6"	112°13'0.8"	274	-
10	T 10	7°49'46.3"	112°13'0.3"	273	-
11	T 11	7°49'43.5"	112°13'2.4"	267	-
12	T 12	7°49'43.8"	112°13'3.3"	270	-
13	T 13	7°49'44.1"	112°13'3.8"	266	Dinding retak
14	T 14	7°49'42.4"	112°13'4.1"	259	-
15	T 15	7°49'41.4"	112°13'3.4"	267	-
16	T 16	7°49'40.2"	112°13'0.4"	267	-
17	T 17	7°49'39"	112°12'59"	266	-
18	T 18	7°49'38.3"	112°12'59.8"	261	-
19	T 19	7°49'39.1"	112°12'57.3"	267	Di dalam rumah masih ambles

Keterangan (-): Sudah diuruk

LAMPIRAN 2

GAMBAR HASIL SURVEI PENDAHULUAN



LAMPIRAN 3

DATA HASIL AKUISISI METODE GEOMAGNETIK DI DUSUN NANAS

No	WAKTU	x	y	h(m)	PEMBACAAN PPM (nT)
1	6:21:19	634196.56328	9134467.78911	272.0	44870.67
2	6:28:06	633993.03829	9134632.03024	264.1	44891.20
3	6:31:50	633955.48916	9134612.23505	264.7	44861.33
4	6:33:45	634003.97576	9134601.03735	267.8	44849.47
5	6:36:11	633996.19299	9134578.94465	269.7	44899.60
6	6:40:16	633987.30754	9134556.85513	271.6	44787.13
7	6:42:09	633960.78859	9134538.13384	270.6	44795.47
8	6:44:03	633971.76120	9134519.30422	268.5	44823.87
9	6:46:31	633962.90452	9134507.16646	271.0	44813.47
10	6:48:33	633955.14094	9134491.70826	271.9	44808.33
11	6:50:55	633948.46090	9134469.61236	268.5	44809.20
12	6:54:03	633940.67817	9134447.51966	270.1	44803.08
13	6:56:49	633959.40474	9134440.83099	272.3	44747.67
14	6:59:07	633968.28378	9134460.70901	269.2	44784.73
15	7:01:19	633973.85475	9134480.59658	269.4	44809.67
16	7:03:37	633952.94195	9134493.92613	271.1	44824.07
17	7:05:36	633987.18291	9134513.73086	267.7	44826.80
18	7:07:41	633993.85339	9134532.50950	264.7	44752.96
19	7:11:09	634004.94424	9134554.59264	264.3	44655.93
20	7:13:02	634012.71103	9134571.15659	265.4	44779.00
21	7:15:10	634016.07344	9134589.94479	265.9	44991.60
22	7:17:13	634020.53535	9134607.62405	267.1	44902.47
23	7:19:10	634026.09357	9134623.08863	272.6	44896.47
24	7:22:47	634037.11413	9134620.84525	274.0	44854.55
25	7:24:35	634038.16888	9134604.25580	276.8	44883.67
26	7:26:31	634032.58509	9134579.94523	274.7	44900.20
27	7:28:55	634027.00769	9134557.84615	272.8	44853.13
28	7:32:40	634014.79816	9134530.23745	270.7	44657.27
29	7:35:05	634004.82279	9134512.57412	270.6	44777.07
30	7:37:18	634003.65938	9134491.56805	268.0	44871.00
31	7:39:30	633995.88940	9134473.89835	267.3	44883.73
32	7:41:32	633988.10665	9134451.80564	266.2	44818.60
33	7:43:44	633982.53887	9134433.02382	269.0	44766.20
34	7:45:44	634003.47400	9134427.43451	268.4	44776.20
35	7:47:40	634006.70856	9134401.99268	266.1	45354.10

36	8:08:54	634032.19190	9134443.93789	268.4	44765.40
37	8:12:50	634037.75971	9134462.71971	269.5	44962.67
38	8:15:40	634047.73188	9134479.27728	274.3	44888.40
39	8:18:53	634053.29330	9134495.84760	272.8	44857.73
40	8:21:09	634062.16599	9134513.51411	268.9	44796.53
41	8:23:33	634058.92825	9134537.85019	271.0	44829.93
42	8:25:35	634064.48009	9134551.10326	273.2	44827.27
43	8:28:25	634075.57417	9134574.29214	270.8	44852.33
44	8:30:52	634073.42953	9134595.30778	268.9	44971.40
45	8:32:36	634075.68607	9134612.99342	265.9	44869.60
46	9:04:18	634092.22330	9134611.83984	267.4	44956.73
47	9:06:50	634109.86002	9134609.57731	267.8	44926.40
48	9:11:54	634125.24978	9134592.94639	272.7	44826.17
49	9:14:17	634119.67873	9134573.05882	273.6	44873.73
50	9:16:57	634115.20719	9134552.06231	273.4	44891.80
51	9:18:56	634122.89406	9134540.98248	273.0	45087.13
52	9:21:15	634108.54305	9134535.49519	273.4	44810.13
53	9:23:15	634102.96242	9134512.29036	269.6	44843.53
54	9:26:12	634095.20519	9134499.04368	275.6	44936.13
55	9:28:55	634087.43838	9134482.47974	275.7	44794.60
56	9:31:11	634089.58939	9134463.67559	273.1	44847.60
57	9:33:34	634080.72629	9134449.32635	272.6	44607.87
58	9:35:35	634072.90192	9134412.85889	267.5	44773.33
59	9:37:25	634064.03563	9134397.40389	275.1	44753.87
60	9:41:04	634058.47102	9134379.72782	276.3	45177.87
61	9:43:15	634053.99631	9134357.62556	279.9	44864.40
62	9:45:17	634045.08847	9134327.79580	266.7	44927.67
63	9:48:56	634070.42471	9134318.87644	270.9	44848.13
64	9:49:50	634075.98612	9134335.44676	271.5	44832.80
65	9:52:22	634085.98388	9134360.85032	271.7	44872.33
66	9:53:53	634089.55421	9134451.51233	273.0	44791.04
67	9:57:53	634109.24592	9134397.27312	269.9	44763.07
68	10:00:36	634117.00313	9134410.51980	269.9	44868.00
69	10:03:09	634135.73927	9134407.14831	270.8	44801.20
70	10:06:16	634157.85067	9134426.98802	266.7	44849.93
71	10:08:25	634163.43773	9134452.40434	271.2	44812.27
72	10:11:38	634174.49665	9134463.42994	273.8	44850.60
73	10:13:57	634179.79887	9134390.43440	272.7	44728.53
74	10:15:57	634191.13304	9134496.55461	271.0	44766.80

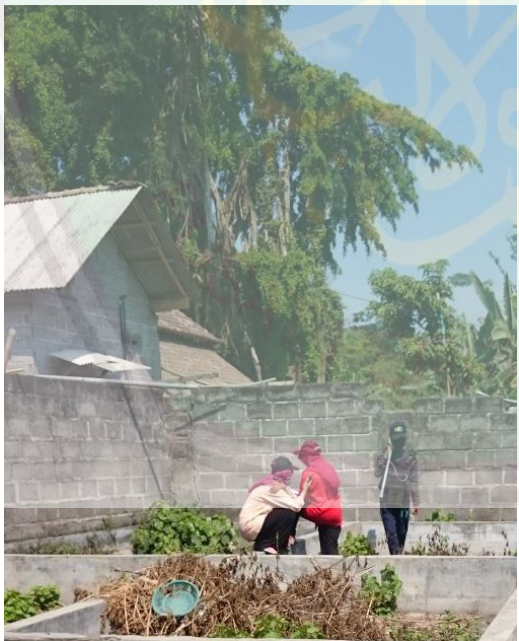
75	10:18:13	634200.00259	9134513.11534	271.0	44867.07
76	10:19:37	634207.78225	9134534.10227	269.7	44898.20
77	10:23:05	634216.66142	9134553.98026	268.6	44833.00
78	10:26:38	634225.53098	9134570.54100	271.4	44869.53
79	10:28:01	634229.93536	9134568.31672	272.0	44846.27
80	10:31:44	634227.68196	9134551.73684	274.0	44839.73
81	10:33:47	634222.13647	9134540.69529	270.5	44901.07
82	10:37:49	634219.86707	9134518.58664	271.9	44838.80
83	10:39:57	634214.28638	9134495.38182	275.8	44835.47
84	10:45:21	634199.85536	9134462.25078	267.5	45281.20
85	11:00:01	634190.98901	9134446.79580	271.6	44852.60
86	11:02:30	634186.53664	9134432.43380	272.4	44514.40
87	11:05:14	634177.66711	9134415.87306	273.4	44936.73
88	11:07:52	634172.09605	9134395.98550	266.0	44741.33
89	11:10:21	634166.53459	9134379.41518	271.0	44836.53
90	11:12:56	634207.30210	9134368.23957	270.3	44779.20
91	11:15:23	634216.17164	9134384.80030	271.3	44737.00
92	11:16:48	634219.52773	9134401.37699	278.6	44817.80
93	11:18:53	634214.08151	9134424.61374	282.1	44929.20
94	11:20:38	634214.16154	9134452.25752	284.0	44883.73
95	11:28:08	634224.13378	9134468.81506	281.0	44959.93
96	11:30:27	634236.32423	9134489.78922	277.4	44758.67
97	11:32:45	634163.57852	9134501.05739	282.2	44905.73
98	11:35:33	634252.96067	9134522.91387	281.6	44909.13
99	11:37:39	634260.66672	9134518.46851	282.5	44873.47
100	11:39:52	634260.62509	9134504.09374	281.4	44912.00
101	11:40:39	634255.07000	9134489.73494	281.2	44950.87
102	11:41:43	634249.49570	9134468.74163	279.1	44882.40
103	11:51:27	634236.21217	9134451.08792	275.1	44929.07
104	11:53:02	634235.06145	9134434.50484	273.7	44812.60
105	11:55:24	634247.13022	9134413.46044	272.7	44677.27
106	11:57:24	634236.03927	9134391.37734	273.1	44862.80
107	11:59:01	634224.94513	9134368.18849	271.1	44953.87
108	12:00:51	634219.35485	9134341.66642	272.3	44920.53
109	12:03:58	634245.80017	9134334.95527	273.1	44830.87
110	12:07:48	634262.27965	9134313.89808	278.2	44592.07
111	12:09:58	634265.77668	9134379.12785	274.9	44920.27
112	12:11:56	634279.09864	9134410.05057	264.1	45055.87
113	12:15:08	634301.20051	9134426.57296	274.4	44633.07

114	12:17:20	634306.78444	9134450.88352	275.0	44821.87
115	12:19:35	634313.43263	9134461.92187	276.2	44914.28
116	12:21:03	634328.91197	9134476.25192	275.9	44903.16
117	12:22:20	634335.57619	9134492.81902	271.4	44876.00
118	12:24:20	634352.11017	9134490.55959	273.0	44807.24
119	12:26:38	634343.22134	9134467.36437	278.1	45021.60
120	12:29:50	634326.52396	9134413.23045	274.2	44637.07
121	12:32:13	634342.97461	9134382.22147	271.3	44922.47
122	12:35:28	634353.96946	9134371.13200	270.7	44714.20
123	12:37:27	634350.60371	9134351.23805	278.3	44451.93
124	12:39:05	634345.01014	9134323.61023	278.6	44658.13
125	12:40:44	634344.96527	9134308.12970	291.4	44521.40
126	12:47:25	634196.56328	9134467.78911	272.0	44880.20



LAMPIRAN 4

DOKUMENTASI AKUISISI DATA





**KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Gajayana No 50 Dinoyo Malang. (0341)551345 Fax.(0341)572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Ira Diana Pratama Wati
NIM : 13640074
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Fisika
Judul Skripsi : Interpretasi Metode Geomagnetik untuk Penentuan Struktur Bawah Permukaan pada Daerah Sekitar Amblesan Sumur di Dusun Nanas Desa Manggis Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri
Pembimbing I : Drs. Abdul Basid, M.Si
Pembimbing II : Umayyatus Syarifah, MA

No	Tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan
1	18 Mei 2017	Konsultasi BAB I, II, III	
2	14 Agustus 2017	ACC BAB I, II, III	
3	13 Desember 2017	Konsultasi BAB I, II Agama	
4	12 Maret 2018	ACC BAB I, II Agama	
5	27 Desember 2017	Konsultasi Pengolahan Data	
6	12 Maret 2018	ACC Pengolahan Data	
7	3 April 2018	Konsultasi BAB IV, V	
8	23 Mei 2018	ACC BAB IV, V	
9	20 Juni 2018	Konsultasi BAB IV Agama	
10	3 Juli 2018	ACC BAB IV Agama	
11	3 Juli 2018	ACC Keseluruhan	

Malang, Juli 2018
Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003