

**ANALISIS SEBARAN PASIR BESI BERDASARKAN DATA
MAGNETIK (STUDI KASUS DUSUN SUNGAI TOPO DESA
SUNGAI TELUK KECAMATAN SANGKAPURA KABUPATEN
GRESIK)**

SKRIPSI

Oleh:

KARIMAH

NIM. 14640055



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

**ANALISIS SEBARAN PASIR BESI BERDASARKAN DATA
MAGNETIK (STUDI KASUS DUSUN SUNGAI TOPO DESA
SUNGAI TELUK KECAMATAN SANGKAPURA KABUPATEN
GRESIK)**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

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

Oleh:

**KARIMAH
NIM. 14640055**

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

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS SEBARAN PASIR BESI BERDASARKAN DATA
MAGNETIK (STUDI KASUS DUSUN SUNGAI TOPO DESA
SUNGAI TELUK KECAMATAN DUSUN SANGKAPURA KABUPATEN
GRESIK)

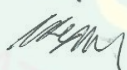
SKRIPSI

Oleh:
Karimah
NIM. 14640055

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji,
Pada Tanggal: 20 Desember 2018

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Irian, M.Si
NIP. 19691231 200604 1 003

Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



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

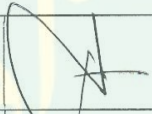
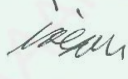
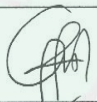
HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS SEBARAN PASIR BESI BERDASARKAN DATA
MAGNETIK (STUDI KASUS DUSUN SUNGAI TOPO DESA
SUNGAI TELUK KECAMATAN SANGKAPURA KABUPATEN
GRESIK)

SKRIPSI

Oleh:
Karimah
NIM. 14640055

Teilah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains(S.Si)
Tanggal: 26 Desember 2018

Penguji Utama	: <u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	
Ketua Penguji	: <u>Farid Samsu Hananto, MT</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Sekretaris Penguji	: <u>Irjan, M.Si</u> NIP. 19691231 200604 1 003	
Anggota Penguji	: <u>Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika



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

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Karimah
NIM : 14640055
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Analisis Sebaran Pasir Besi Berdasarkan Data Magnetik
(Studi Kasus Dusun Sungai Topo Desa Sungai Teluk
Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber kutipan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 26 Desember 2018
Yang Membuat Pernyataan,



Karimah
NIM. 14640055

MOTTO

D = Do'a

U = Usaha

I = Ikhtiar

T = Tawakkal



HALAMAN PERSEMBAHAN

Sembah sujud dan syukur kepada ALLAH SWT Yang Maha Pengasih dan Penyayang, yang telah memberiku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memberikan kemudahan dalam menjalani proses pembuatan skripsi

Nabi Agung Muhammad SAW yang selalu dirindukan umat Muslim diseluruh Dunia, lantunan sholawat selalu menemani dan menenangkan hati dan pikiran dalam proses pembuatan skripsi

Ibu Husnul Asiyah, Ayah zakariah, bibi Sulaimah, cik Yazid sekeluarga, cik Rofik sekeluarga, ayah lamri, kak iis/ipey, kak kia/sahru, adek mimi, adek sadat, adek danil, Serta Keluarga Besar Bani Sukarno dan Bani Gama yang senantiasa memberikan doa yang tak pernah putus serta sebagai penyemangat dan alasan kuat dalam proses pembuatan skripsi

Kepada para pembaca dan juga kepada orang-orang yang melakukan penelitian dibidang ini.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan nikmatnya berupa kesehatan, kesempatan, kekuatan, keinginan, serta kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan baik. Skripsi yang telah penulis susun ini berjudul “Analisis Sebaran Pasir Besi Berdasarkan Data Magnetik (Studi Kasus Dusun Sungai Topo Desa Sungai Teluk Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik)”. Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang, yang penuh dengan ilmu pengetahuan luar biasa saat ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan penulisan skripsi ini.

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan 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. Irjan, M.Si selaku dosen pembimbing Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Guru-guru ku serta dosen-dosen, terima kasih atas ilmu yang telah kalian berikan kepada saya.
6. Kedua orang tua, kakak dan keluarga (bibi sula, cik yazid, cik rofiq, dan semua keluarga) yang selalu mendoakan serta memberi dukungan yang berharga.
7. Pengajar privat saya mas andre, mas dafiqy, mas rijal, anggi dan husni, yang telah sabar mengajari saya.

Penulis sangat menyadari penulisan ini masih banyak kekurangan dan kekeliruan, karena sesungguhnya kesempurnaan hanya milik Sang Pencipta. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini memberi manfaat kepada para pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Malang, 26 Agustus 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	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Deskripsi Wilayah Penelitian	6
2.1.1 Letak Geografis	6
2.1.2 Geologi Daerah Penelitian.....	6
2.2 Pasir Besi	8
2.3 Prinsip Dasar Magnetik	12
2.3.1 Gaya Magnetik	12
2.3.2 Kuat Medan Magnetik	12
2.3.3 Momen Dipol Magnetik	13
2.3.4 Intensitas kemagnetan	13
2.3.5 Suseptibilitas.....	14
2.3.6 Induksi Magnetik	18
2.4 Medan Magnet Bumi.....	18
2.4.1 Medan Magnet Utama.....	21
2.4.2 Medan Magnet Luar.....	21
2.4.3 Anomali Medan Magnet.....	22
2.5 Transforasi Medan	23
2.5.1 Reduksi Bidang Datar	23
2.5.2 Kontinuasu ke atas	23
2.5.3 Reduksi ke kutub	24
2.6 Magnetometer	26
2.7 Pasir Besi Dalam Perspektif Sains dan al-Qur'an.....	28
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat penelitian.....	31
3.2 Peralatan Penelitian.....	31
3.3 Prosedur Penelitan Magnetik	32

3.3.1 Akuisisi Data	32
3.3.2 Pengolahan Data	33
3.3.3 Alur Pengolahan Data Magnetik	34
BAB IV Hasil dan Pembahasan	
4.1 Akuisisi Data	39
4.2 Hasil	39
4.2.1 Hasil dan Interpretasi Kualitatif Data Magnetik.....	40
4.2.2 Hasil dan Interpretasi Kuantitatif Data Magnetik.....	51
BAB V Kesimpulan dan Saran	
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta Geologi Bawean.....	8
Gambar 2.2	Pasir Besi.....	9
Gambar 2.3	Proses Formasi Endapan Pasir Besi.....	9
Gambar 2.4	Endapan Pasir Besi Pada Batuan Sendimen.....	9
Gambar 2.5	Arah Polarisasi Feromagnetik	15
Gambar 2.6	Arah Polarisasi Antiferomagnetik	16
Gambar 2.7	Arah Polarisasi Ferrimagnetik	16
Gambar 2.8	Arah Polarisasi Diamagnetik	17
Gambar 2.9	Arah Polarisasi Paramagnetik.....	17
Gambar 2.10	Medan Magnet Bumi	19
Gambar 2.11	Komponen Medan Magnet Bumi.....	20
Gambar 2.12	Impuls Anomali Magnetik Sebelum dan Sesudah Direduksi ke kutub.....	25
Gambar 2.13	Diagram kotak dari PPM.....	26
Gambar 3.1	Alur Pengolahan Data Magnetik.....	34
Gambar 3.2	Kolom Input pada Kalkulator IGRF.....	36
Gambar 4.1	Peta Kontur Topografi Pada Daerah Penelitian dengan Interval Kontur 2 meter.....	41
Gambar 4.2	Intensitas Medan Magnet Total.....	42
Gambar 4.3	Tampilan kalkulator IGRF di https://www.ngdc.noaa.gov/-geomagweb/#igrfwmm dengan memasukkan nilai lintang, bujur dan tanggal pengambilan data dan menekan calculate langsung didapatkan nilai IGRF.....	43
Gambar 4.4	Tampilan nilai IGRF yang didapat dari perhitungan kalkulator IGRF (https://www.ngdc.noaa.gov/geomagweb/#igrfwmm).....	43
Gambar 4.5	Kontur Anomali Medan Magnet Total dengan Interval 10 nT... 44	44
Gambar 4.6	Kontur Anomali Medan Magnet Total Pada Bidang Datar dengan Interval 10nT	46
Gambar 4.7	Gabungan kontur anomali medan magnet lokal (A) dan anomali medan magnet regional (B) pada transformasi pengangkatan keatas dengan ketinggian 50 m, 100 m, 500 m, 1000 m, dan 2000 m	47
Gambar 4.8	Kontur Anomali Regional pada ketinggian 2000 meter.....	48
Gambar 4.9	Kontur Anomali Lokal pada ketinggian 2000 m dengan interval 10nT.....	49
Gambar 4.10	Kontur Anomali Medan Magnet Lokal setelah direduksi ke kuub Dengan Interval 10nT.....	50
Gambar 4.11	penentuan sayatan pada peta kontur anomali residual	51
Gambar 4.12	Pemodelan Struktur Bawah Permukaan Sayatan AA'	52
Gambar 4.13	Pemodelan Struktur Bawah Permukaan Sayatan BB'	54
Gambar 4.14	Pemodelan Struktur Bawah Permukaan Sayatan CC'	55
Gambar 4.15	Model 3D Penampang Lintasan A-A', B-B', dan C-C'	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jebakan <i>Placer</i> Berdasarkan Genesa.....	10
Tabel 2.2	Daftar <i>Susceptibilitas</i> Magnetik Beberapa Batuan.....	17
Tabel 4.1	Nilai Suseptibilitas atuan di Kawasan Penelitian Berdasarkan Hasil Pemodelan A-A'	53
Tabel 4.2	Nilai Suseptibilitas atuan di Kawasan Penelitian Berdasarkan Hasil Pemodelan B-B'	54
Tabel 4.3	Nilai Suseptibilitas atuan di Kawasan Penelitian Berdasarkan Hasil Pemodelan C-C'	55



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data Hasil Penelitian Geomagnetik
- Lampiran 2 Tahap Pengolahan Data
- Lampiran 3 Peta Geologi Lembar Bawean Masa Lembu
- Lampiran 4 Units For Magnetic Properties
- Lampiran 5 Gambar Pengambilan Data Magnetik
- Lampiran 6 Bukti Konsultasi Skripsi



ABSTRAK

Karimah. 2018. **Analisis Sebaran Pasir Besi Menggunakan Data Magnetik Studi Kasus Dusun Sungai Topo Desa Sungai Teluk Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik. Skripsi.** Jurusan Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (1) Irjan, M.Si (II) Erna Hastuti, M.Si.

Kata kunci: Pasir Besi, Data Anomali Medan Magnet, Suseptibilitas Batuan

Penelitian yang telah dilakukan dikawasan pantai Dusun Sungai Topo Desa Sungai Teluk Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik bertujuan untuk mengetahui pola sebaran pasir besi dan mengetahui struktur bawah permukaan di daerah penelitian. Daerah penelitian memiliki formasi Quarter Aluvial yang merupakan endapan sungai dan pantai yang tersusun dari kerakal, kerikil, lempung, lumpur, dan pasir. Akuisisi data interpretasi magnetik dalam penelitian ini telah dilakukan pada bulan juli 2018, diperoleh 103 titik pengamatan dengan jarak 80-100 m antar titik pengamatan. Pengambilan data dengan menggunakan *Proton Procession Magnetometer* (PPM) diperoleh medan magnet total dititik pengamatan pada daerah penelitian. Hasil interpretasi kualitatif dengan koreksi variasi harian, koreksi IGRF, kontinuasi keatas dengan ketinggian 200 m dan reduksi ke kutub. Hasil analisis menunjukkan rentang nilai anomali medan magnet dari -70nT sampai 70 nT. Hasil interprtasi kuantitatif dari pemodelan 2D menggunakan oasis montaj, diperoleh beberapa model benda anomali bawah permukaan.model benda anomali dengan nilai suseptibilitas 0.0098 dalam satuan cgs, diinterpretasi sebagai pasir besi yang bercampur dengan pasir halus dan gamping.dari formasi *Alluvium*. Formasi ini terletak pada kedalaman antara 0 m sampai 38 m dibawah permukaan. Pasir besi yang terdapat pada formasi ini diperkirakan tidak prospek untuk dieksplorasi karena relatif kecil.

ABSTRACT

Karimah. 2018. **Distribution Analysis of Ferruginous Sand by Using Magnetic Data (Case Study in Sungai Topo Village, Sangkapura to Determine Gresik). Skripsi.** Departemen of Physics. Faculty of Science and Technology. Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Advisors: (1) Irjan, M.Si (II) Erna Hastuti, M.Si.

Keywords: ELF Magnetic Field, *Acidophilus* Milk, *Lactobacillus acidophilus* Bacteria, pH

The research had been conducted in the beach of Sungai Topo Village, Sangkapura to Determine Gresik, this resersh to find out the pattern of the distribution of iron sand and know the structure of the subsurface in the area of research. Areas of research have the formation of Quarter Alluvial which is deposition of the river and the beach is consisted of kerakal, gravel, clay, sand, and mud. Magnetic data Interpretation acquisition in this research has been conducted in July 2018, obtained 103 points of observation with the distance 80 - 100 m between the point of observation. Data correction by using a Proton Proccession Magnetometer (PPM) and obtained the total magnetic field observations on areas of research emphasis. A qualitative interpretation of the results with a variation of daily, correction IGRF connection continuation, over 200 m altitude and the reduction to the pole. The results of the analysis show the range value of magnetic field anomalies from -70 nT to 70 nT. Quantitative interpretations results from 2D modeling using oasis montaj, obtained some anomalous objects beneath the surface models. models of objects with a value of suseptibility anomalies 0.0098 cgs unit are interpretasi as a special sand iron with silt, clay, sand and gravel formation of Alluvium. This formation is located at a depth of 0 m to 38 m beneath the surface. Iron sand in this formation is estimated to not be a prospect because it is relatively small.

ملخص البحث

كرمة. 2018. تحليل انتشار الرمل الحديدي باستخدام البيانات المغناطيسية لدراسة حالة في سونغاي توفو، قرية سونغاي تيلوك، سانكافورا، كرسيك، البحث الجامعي. قسم الفيزياء. كلية العلوم والتكنولوجيا. الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. الاشراف: إرجان، الماجستير، وإرنا هستوتى، الماجستير

الكلمات الرئيسية: الرمل الحديدي ، بيانات شاذة المجال المغناطيسي ، قابلية الصخور
 قد اجري هذا البحث في المنطقة الساحلية سونغاي توفو لقرية سونغاي تيلوك، سانكافورا، كرسيك الذى يهدف إلى تحديد أنماط انتشار الرمل الحديدي ومعرفة الهيكل تحت السطحي في منطقة الدراسة. تحتوي منطقة الدراسة على تشكيل الربع الغربية التي هي رواسب نهرية وساحلية التي تتكون من دهانات، وحصى، وطين، ووحل، ورمال. قد اجري اقتناء البيانات التفسيرية المغناطيسي في هذا البحث في يوليو 2018 ، وحصلت عليها 103 نقاط المراقبة مع مسافة 80-100 متر بين نقاط المراقبة. حصلت البيانات Proton Magnetometer (PPM) Procession على المجال المغناطيسي الكلي عند نقطة المراقبة في منطقة البحث. النتائج التفسيرية النوعية مع تصحيح التباين اليومي ، وتصحيح IGRF ، والاستمرار التصاعدي مع ارتفاع 200 م وتخفيض إلى القطب. دلت نتائج التحليل على مجموعة الشذوذات في المجال المغناطيسي تتراوح من 70- nT إلى 70 nT . استخدمت نتائج التفسير الكمي للنمذجة ثنائية الأبعاد واحدة مونتاج ، وحصلت النماذج تحت السطحية لكائن الشاذ مع قيمة حساسية 0.0098 وحدات SI تفسر إلى الرمال الحديدي الذى يتقاطع مع الطمي والطين والرمل والحصى من تشكيل الطمي. قاع هذا التكوين على عمق 0 م إلى 38 م تحت السطح. لا يفسر لأن يتطور الرمال الحديدي الموجودة في هذا التشكيل لانه صغيرا نسبياً.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang luas dan mempunyai sumber daya alam yang melimpah pula. Secara geologis kondisi Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng yaitu lempeng Indo-Australia, Indo-Eurasia, Eurasia dan lempeng Pasifik. Hal ini mengakibatkan Indonesia mempunyai sebuah tatanan tektonik yang kompleks yang secara otomatis akan mendukung potensi sumber daya alam dari kaya akan tambang mineral galian yang cukup besar (Fitri, 2016).

Bawean, sebuah pulau di laut Jawa merupakan pulau vulkanik dengan berbagai potensi. Salah satunya potensinya yaitu tambang mineral galian seperti pasir besi yang terdapat di Dusun Sungai Topo Desa Sungai Teluk Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik. Berdasarkan geologi daerah penelitian memiliki formasi Qa (*Quarter aluvial*) yang terdiri dari kerakal, kerikil, lempung, lumpur dan pasir. Sebagian besar pulau Bawean terbentuk dari batuan vulkanik (lava andesit, basal dan tuf) sebagai sumber bijih besi dan batuan lainnya seperti batu pasir dan batu gamping, kemungkinan besar potensi bijih besi yang ada di Bawean sangat besar. Hal tersebut diindikasikan dengan keberadaan singkapan pasir besi di atas permukaan daerah penelitian. Singkapan tersebut dapat berupa endapan permukaan sungai dan pantai, umumnya tidak kompak dan mudah lepas (Azis, 1993). Kondisi alam di daerah penelitian sebelumnya belum pernah dilakukan penelitian guna memetakan persebaran pasir besi di daerah tersebut.

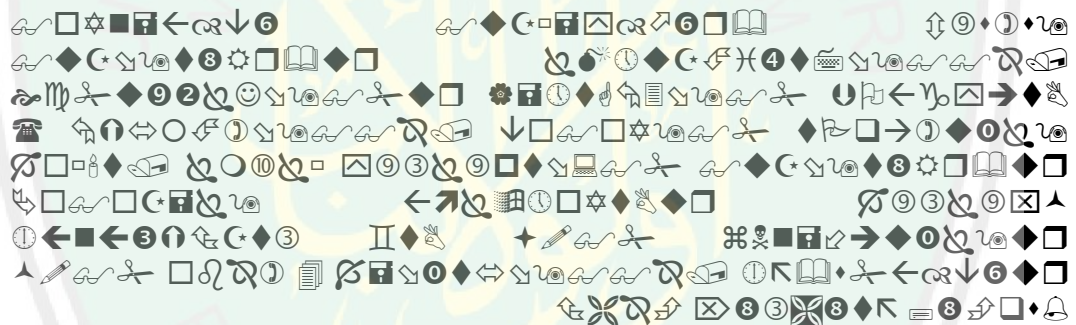
Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui persebaran pasir besi di daerah tersebut.

Metode magnetik merupakan salah satu metode survei geofisika pasif yang memanfaatkan sifat kemagnetan bumi. Pasir besi mempunyai sifat magnet kuat dan mudah terinduksi oleh medan magnet, sehingga dengan menggunakan metode magnetik diharapkan sebaran pasir besi di area penelitian dapat terpetakan dengan baik.

Menurut Ruslita (2016) dengan memanfaatkan sifat kemagnetan bumi pada metode magnetik akan memberikan gambaran persebaran pasir besi di bawah permukaan dengan baik, dan akan menghasilkan kontur yang mendistribusi suseptibilitas batuan di bawah permukaan. Pada nilai suseptibilitas batuan dapat memisahkan batuan satu dengan lainnya sesuai sifat kemagnetan batuan tersebut, sehingga didapatkan informasi dari arah sebaran dan kedalaman pasir besi. Menurut Sutiawan (2016) kawasan pantai selatan Kabupaten Ende terdapat endapan pasir besi yang terbentuk dari hasil akumulasi disintegrasi kimia dan fisika. Endapan pasir besi Kabupaten Ende di daerah pantai selatan relatif muda dari segi umur. Pendugaan proses endapan pasir besi di daerah ini disebabkan oleh pencucian dan penindihan yang berjalan cukup intensif sehingga menghasilkan konsentrat magnetik yang tinggi di beberapa lokasi. Kandungan pasir besi berangsur menurun ke arah barat, dicirikan atas hasil analisis laboratorium dengan lebih banyaknya jumlah pasir gamping berwarna putih kecoklatan dan bertambahnya pasir karbonat dengan berkurangnya kandungan magnetiknya.

Beberapa studi menunjukkan bahwa bahan tambang mineral galian bijih besi kaya akan mineral yang mengandung besi. Batuan andesitik dan basaltik merupakan pembentuk utama dari pasir besi. Pasir besi merupakan salah satu mineral yang mendominasi magnetit yang banyak dimanfaatkan dalam bidang industri besi baja, salah satunya yaitu digunakan oleh industri galangan kapal, seperti pipa, kontainer, dan tabung (Haryadi, 2017).

Dalam al-Quran asal mula logam besi yang sudah dijelaskan jauh sebelum para ilmuwan astronomi dan *astrophysics* yang melakukan penelitian unsur terbesar di alam semesta. Seperti dijelaskan dalam surat al-Hadid (57): 25:



“Sesungguhnya Kami telah mengutus rasul-rasul Kami dengan membawa bukti-bukti yang nyata dan telah Kami turunkan bersama mereka Al Kitab dan neraca (keadilan) supaya manusia dapat melaksanakan keadilan. Dan Kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia, supaya mereka mempergunakan besi itu dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)Nya dan rasul-rasul-Nya padahal Allah tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Maha Kuat lagi Maha Perkasa”. (Q.S. al-Hadid(57):25).

Ayat di atas menerangkan bahwa sesungguhnya Allah SWT menciptakan besi yang memiliki kekuatan yang hebat serta memiliki berbagai manfaat bagi manusia. Menurut Yusuf (2011) penjelasan ayat al-Quran pada kata “menurunkan” dapat diartikan penciptaan dan pengadaan unsur besi, yang pada dasarnya bahwa besi yang dihasilkan oleh bumi berasal dari benda langit (meteor)

yang jatuh ke bumi dan berasal dari fluida magnetik yang dihasilkan oleh letusan gunung berapi. Besi yang ada di bumi memiliki kekuatan hebat, seperti medan magnet, gaya gravitasi dan sifat mekanik. Pemanfaatan pasir besi dapat digunakan berbagai keperluan hidup manusia, seperti senjata, peralatan kendaraan, pembuatan jembatan, alat pertanian, dan segala jenis mesin. Sehingga pasir besi yang ada di bumi perlu dieksplorasi untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. eksplorasi dilakukan dengan menggunakan beberapa parameter salah satunya dengan adanya data singkapan.

Singkapan unsur besi (pasir besi) yang berada pada daerah penelitian merupakan bukti adanya potensi pasir besi yang dapat dijadikan sebagai pembuka informasi dalam penelitian ini yang berjudul “Analisis Sebaran Pasir Besi Berdasarkan Data Magnetik (Studi Kasus Dusun Sungai Topo Desa Sungai Teluk Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik)”, yang diharapkan turut menjaga sumber daya alam mineral besi di daerah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengidentifikasi pola sebaran bijih besi di bawah permukaan pada daerah penelitian?
2. Bagaimana mengidentifikasi struktur bawah permukaan di daerah penelitian?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui pola sebaran bijih besi di bawah permukaan pada daerah penelitian.
2. Untuk mengetahui struktur bawah permukaan di daerah penelitian.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini peneliti membatasi permasalahan agar pembahasan masalah dapat menjadi mudah dan terfokuskan. Adapun batasan tersebut meliputi:

1. Daerah penelitian dilakukan di Daerah Pada Koordinat ($5^{\circ}50,539 - 5^{\circ}51,214$ LS dan ($112^{\circ}37,523 - 112^{\circ}40,025$) BT Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik.
2. Pemodelan struktur bawah permukaan didasarkan atas peta kontur anomali residual dan peta geologi menggunakan aplikasi Surver13, Magpick, Oasis Montaj dan sketcUp.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Meningkatkan pengetahuan tentang penggunaan alat magnetometer.
 - b. Menambah pengetahuan tentang pengolahan data menggunakan Surver13, Magpick, Oasis Montaj dan sketcUp.
 - c. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya terkait dengan informasi potensi pasir besi.
2. Bagi Masyarakat dan Pemerintah
 - a. Sebagai sumber informasi mengenai potensi pasir besi di daerah penelitian
 - b. Menjadi masukan untuk mengoptimalkan sumber daya alam khususnya pasir besi yang ada di daerah penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Wilayah Penelitian

2.1.1 Letak Geografis

Letak geografis dari daerah Pulau Bawean adalah termasuk dalam kawasan Kabupaten Gresik yang merupakan bagian dari wilayah Jawa Timur yang hanya mempunyai diameter 13 km. Pembagian wilayah pulau Bawean terdiri dari dua kecamatan dan 33 desa, kedua kecamatan itu adalah kecamatan Sangkapura dan kecamatan Tambak. Wilayah pulau Bawean terletak pada koordinat $112^{\circ}33'$ - $112^{\circ}45'$ BT dan $5^{\circ}42'$ - $5^{\circ}52'$ LS (Azis, 1993).

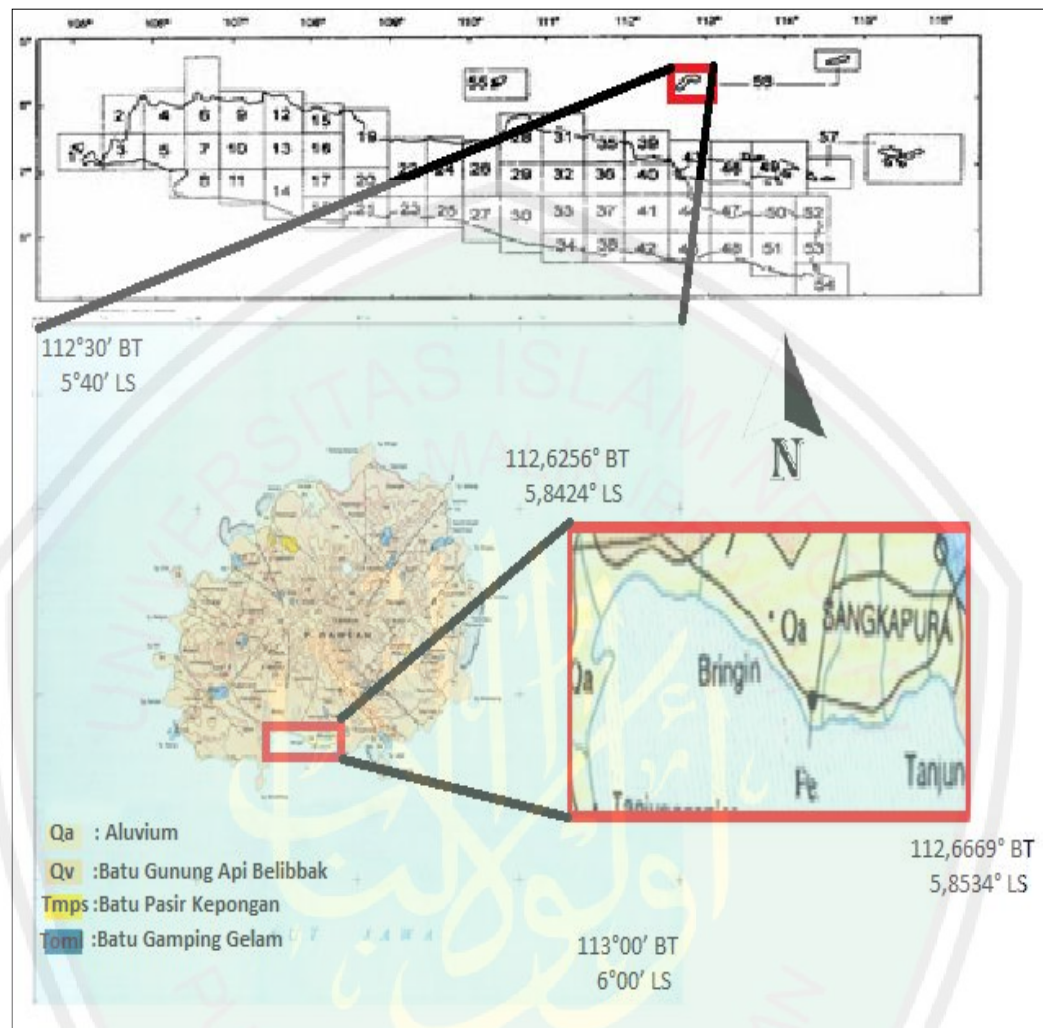
2.1.2 Geologi Daerah Penelitian

Secara morfologi, Lembar Bawean dan Masalembo dapat dibedakan menjadi tiga satuan, yaitu daerah rendah, perbukitan (ketinggian antara 25-200 m) dan pegunungan (ketinggian antara 200-262 m). Daratan rendah berkisar antara 0-25 m di atas permukaan laut. Daratan ini umumnya ditempati oleh aluvium, dan endapan batuan Gunung berapi. Setempat terdapat danau atau telaga, kaldera dan kawah yang terisi air, seperti telaga Kastoba. Satuan morfologi ini terbentang di bagian tengah Pulau Bawean, salah satunya Gunung Besar (646 m). Satuan morfologi ini khususnya disusun oleh batuan gunung berapi muda (Azis, 1993).

Struktur geologi yang terdapat di lembar ini berupa sesar, kelurusan dan kekar. Kelurusan yang teramati dari hasil interpretasi citra indra jauh mempunyai arah yang sejajar dengan arah sesar. Beberapa kelurusan mencerminkan adanya struktur di bawah permukaan yang tertutup oleh endapan batuan gunung api

muda. Kekar terdapat di semua batuan, terutama pada lava (Azis, 1993). Pulau Bawean dan Kepulauan Masalembu termasuk pada lajur busur luar tak bergunung berapi. Sejarah geologi daerah ini dimulai pada Paleogen Akhir. secara regional bahwa daerah ini terletak pada lajur tunjaman kapur akhir-tercier awal yang membentang dari bagian tenggara Kalimantan sampai Jawa Tengah, atau merupakan daerah prisma akresi (Azis, 1993).

Susunan batuan (Stratigrafi) yang tersingkap di Pulau Bawean dan Masalembu yaitu Batu Gamping Gelam (*Toml*) Satuan batuan tertua yang berumur Oligosen Akhir hingga Miosen Awal yang terdiri dari batu gamping klastika dan setempat batu gamping hablur. Batu gamping ini tertindih tak selaras oleh batu pasir kepongan (*Tmps*) yang berumur Miosen akhir hingga Pliosen yang terdiri dari batu pasir kuarsa dengan sisipan batu lempung dan gambut. Kedua batuan tersebut tertindih tak selaras oleh batuan Gunung api Balibak (*Qv*) yang berumur Plistosen dan batuan gunung api yang terdiri dari persilangan lava, breksi gunung api dan tuf, Aluvium (*Qa*), merupakan sendimen yang termuda. Batu gamping koral berupa terumbu terdapat di sekitar antara beberapa pulau dan masih tumbuh hingga sekarang (Holosen-Resen) (Azis, 1993).

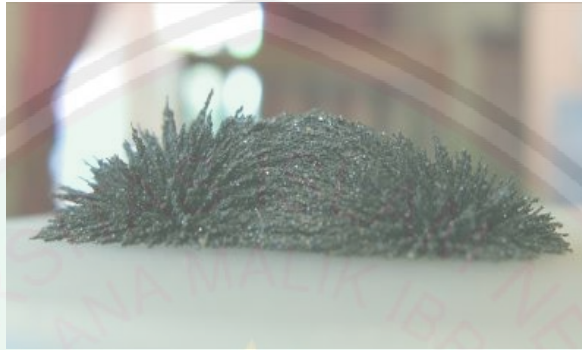


Gambar 2.1 Peta Geologi Bawean (Azis, 1993).

2.2 Pasir Besi

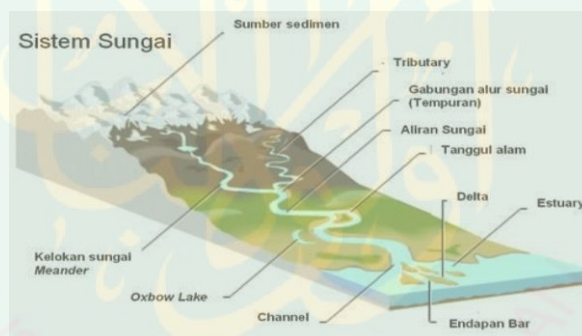
Pasir besi adalah sejenis pasir dengan konsentrasi besi yang sangat signifikan. Hal ini biasanya berwarna abu-abu gelap atau berwarna kehitaman. Telah diketahui bahwa endapan pasir besi dapat memiliki mineral-mineral seperti *magnetit*, *hematit*, dan *meghemit* (Purwanto, 2017). Memiliki ukuran butir 0.074-0.075 mm merupakan sebuah mineral endapan atau sendimen dengan ukuran halus (<1 mm) dan ukuran kasar (5 – 3 mm). Perbedaan karakteristik kandungan mineral pasir besi seperti Fe, Ti, Mg, dan Si mungkin terjadi karena adanya

perbedaan lokasi endapan. Mineral magnetik (Fe_3O_4) yang biasanya ditemukan di daerah pantai atau sungai (Prabowo, 2011).



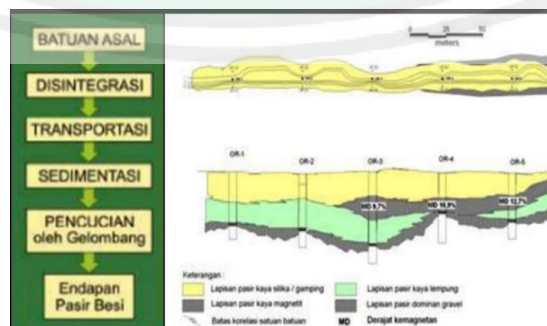
Gambar 2.2 Pasir Besi

(sumber: <http://www.andyyahya.com/2014/02/pasir-besi-di-indonesia-dari-genesa.html>).



Gambar 2.3 Proses Formasi Endapan Pasir Besi

(sumber: <http://www.andyyahya.com/2014/02/pasir-besi-di-indonesia-dari-genesa.html>).



Gambar 2.4 Endapan Pasir Besi Pada Batuan Sedimen

(sumber: <https://3.bp.blogspot.com/-sKTl2 pembentukan-pasir-besi-pada-batuan-sedimen.jpg>)

Pada gambar 2.2 merupakan proses endapan pasir besi yang bersumber dari gunung berapi, mengalir melintasi sungai, terendapkan di sepanjang sungai (terutama pada lekukan sungai), dan terjadi pengendapan di sungai, muara, hingga menuju laut. Pada sepanjang pantai ombak yang menyapu butiran pasir besi menjadi butiran bebas dan terpilahkan, yang terkayakan dan dibantu pergerakan media cair, padat dan gas/udara, dimana mineral yang mempunyai nilai densitas/berat jenis tinggi akan mengendap dan mineral yang mempunyai nilai densitas/berat jenis rendah akan tercuci dan terbuang. Proses yang terjadi berulang-ulang, sehingga bisa terbentuk menjadi bijih besi yang ditemukan di sungai maupun di pantai (yahya, 2014). Para ahli geologi menyebut endapan sendimen (gambar 2.4) tersebut sebagai jebakan *placer*. Jenis jebakan ini telah terbentuk dalam semua waktu geologi, tetapi kebanyakan pada umur Tersier dan masa kini, sebagian besar merupakan cadangan berukuran kecil dan sering terkumpul dalam waktu singkat karena tererosi (Prabowo, 2011). Jebakan *placer* dapat dibagi dalam beberapa kelas berdasarkan genesanya dapat dilihat pada tabel berikut ini (Prabowo, 2011).

Tabel 2.1 Jenis Jebakan *Placer* berdasarkan Genesanya (Prabowo, 2011).

Jenis	Genesa
<i>Placer residual</i>	Terakumulasi in situ selama pelapukan
<i>Placer Aluvial</i>	Terkonsentrasi dalam media padat yang bergerak
<i>Placer aluvial</i> atau sungai. Placear pantai	Terkonsentrasi dalam media cair yang bergerak (air)
<i>Placer Aeolian</i> (jarang)	Terkonsentrasi dalam media gas/udara yang bergerak

1. *Placer Residual*, jebakan ini terkumpul di atas batuan sumbernya mengalami pembokaran akibat penghancuran dan pengurain yang telah mengalami

pengrusakan kimiawi dan terpisah dari bahan-bahan batuan yang lebih ringan. Jenis cebakan ini hanya terbentuk pada permukaan tanah yang hampir rata, dimana di dalamnya dapat ditemukan mineral-mineral ringan yang tahan reaksi kimia.

2. *Placer Aluvial*, jebakan ini diendapkan di atas lereng bukit suatu batuan sumber. Di beberapa daerah ditemukan placer Aluvial dengan bahan-bahan pembentuknya yang bernilai ekonomis terakumulasi pada kantong-kantong permukaan batuan dasar.
3. *Placer Sungai* atau *Aluvial*, jebakan ini secara umum berasosiasi dengan bijih besi yang berkaitan dengan bijih emas, faktor penting dalam pembentuk konfigurasi lapisan dan berat jenis partikel mineral/bijih. Telah dikenal bahwa fraksi mineral berat dalam jebakan ini berukuran lebih kecil daripada fraksi mineral ringan. *Placer* pantai, jebakan ini terkonsentrasi sepanjang garis pantai oleh pemusatan gelombang dan arus air laut di sepanjang pantai. Jebakan ini dipengaruhi oleh pergerakan muka air laut dan ombak memegang peran penting. Konsentrasi partikel mineral/bijih juga dimungkinkan pada *terrace* hasil bentukan gelombang laut. Jenis mineral terpenting terhadap jebakan ini adalah : magnetit, emas, kasiterit, intan, monazit, dan rutil.
4. *Placer eolin*, jenis ini terbentuk karena aktivitas angin. Placer ini banyak terjadi pada daerah gurun pasir. Secara umum transportasi placer ini sama dengan lacer aluvial (air) yaitu secara melayang dan menggeser dipermukaan.

2.3 Prinsip Dasar Magnetik

2.3.1 Gaya Magnetik

Kutub magnetik dianalogikan sebagai suatu muatan listrik sehingga interaksi antar kutub-kutub magnetik dapat dijelaskan oleh hukum Coulomb. Hukum Coulomb menyatakan bahwa gaya magnetik yang ditimbulkan oleh dua buah kutub magnet p_1 dan p_2 yang terpisah dengan jarak r dirumuskan sebagai (Telford, 1990):

$$\vec{F} = \frac{p_1 p_2}{\mu_0 r^2} \vec{r} \quad (2.1)$$

Dimana:

- \vec{F} = Gaya magnetik (dalam cgs-emu = *dyne*)
- p_1, p_2 = Kutub magnet
- μ_0 = Permeabilitas magnetik
- r = Jarak antara kutub magnet dan (cm)
- \vec{r} = Vektor satuan berarah dari terhadap

2.3.2 Kuat Medan Magnet

Kuat medan magnet \vec{H} menunjukkan besarnya medan magnet pada suatu titik yang ditimbulkan oleh kutub magnet p_1 yang berjarak r . Kuat medan magnet diartikan sebagai gaya pada satu satuan kutub magnet. Dengan demikian, dapat dinyatakan sebagai:

$$\vec{H} = \frac{\vec{F}}{p_2} = \frac{p_1}{\mu_0 r^2} \vec{r} \text{ (oersted)} \quad (2.2)$$

Dengan kuat medan (\vec{H}) dalam SI adalah ampere.meter⁻¹ (A.m⁻¹) sedangkan dalam cgs (H) mempunyai satuan (*oersted*) yang setara dengan dyne per satuan kutub, dimana satu oersted = $10^3/4\pi \text{ A.m}^{-1}$, (\vec{r}) adalah jarak titik pengukuran dari (m) (Telford, 1990).

2.3.3 Momen Dipol Magnetik

Suatu dipol magnetik diibaratkan sebagai dua buah kuat kutub magnet yang berlawanan arah, yaitu $-p$ dan $+p$ yang terpisah dengan jarak $2l$. Momen dipol magnetiknya dapat dituliskan sebagai (Telford, 1990):

$$m = 2pl\vec{r}_1 \quad (2.3)$$

Dimana

- m = Momen dipol magnet (ampere.meter² (A.m²))
- r_1 = jarak titik pengukuran dari p
- l = Jarak antara kuat kutub magnet (m)

2.3.4 Intensitas Kemagnetan

Suatu batang magnet memiliki sifat pokok per satuan volume yang diketahui sebagai intensitas kemagnetan. Intensitas kemagnetan (I) yaitu suatu tingkat kemampuan menyearahkan momen magnet pada medan magnet luar atau dapat dinyatakan sebagai momen dipol magnetik per satuan volume. Satuan intensitas kemagnetan dalam SI adalah Ampere. meter-1 (A.m⁻¹) (Telford, 1990):

$$I = \frac{m}{v} \quad (2.4)$$

Suatu material magnetik yang diletakkan pada suatu medan magnet \vec{H} maka material tersebut akan termagnetisasi dan momen magnetik atom-atom pada material mengalami kesejajaran arah. Arah momen magnetik yang telah berubah akibat medan \vec{H} akan menghasilkan medan baru yaitu \vec{M} . Apabila medan \vec{H} rendah, maka \vec{M} sebanding terhadap \vec{H} dalam arah yang sama dan dipengaruhi oleh k (suseptibilitas kemagnetan). Secara matematis hal ini dapat dituliskan sebagai:

$$I = kH \quad (2.5)$$

2.3.5 Suseptibilitas Magnetik

Suseptibilitas adalah tingkat suatu benda magnetik mampu dimagnetisasi. Suseptibilitas magnetik tidak berdimensi, Nilai suseptibilitas dalam SI dan kontras suseptibilitas dapat dibedakan oleh faktor $4\pi^2$ dimana (Telford, 1990):

$$k_{si} = 4\pi^2 k' \quad (2.6)$$

Suseptibilitas merupakan salah satu dasar yang dimanfaatkan dalam metode magnetik. Respon magnetik dari batuan dan mineral ditentukan oleh jumlah dan kepekaan bahan magnetik yang ada di dalamnya. Secara umum batuan dibagi menjadi tiga macam yaitu batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf. Pada setiap batuan mempunyai sifat dan karakteristik tertentu dalam medan magnet dalam wujud dengan parameter suseptibilitas magnetik batuan. Pada tiap jenis batuan dengan perbedaan dan sifat khusus inilah yang menjadi dasar digunakannya metode magnetik untuk eksplorasi.

Pada suatu benda yang berada dalam pengaruh magnet, maka benda tersebut akan terinduksi magnetik yang menghasilkan anomali medan magnet. Sehingga mineral magnetik yang ada didalam suatu batuan, gangguan yang dialami pada medan magnet normal bumi disebabkan oleh anomali medan magnet sebagai hasil magnetisasi batuan (Telford, 1990).

Cara magnet dalam eksplorasi adalah mengukur secara teliti variasi intensitas kemagnetan formasi batuan mengalami perubahan besar pada medan magnet. Kemagnetan dalam batuan sebagian disebabkan imbasan dari suatu gaya magnet yang berasosiasi dengan medan magnet bumi dan sebagian dari

kemagnetan sisa. Derajat polarisasi atau kemampuan benda untuk termagnetisasi ditentukan oleh kerentanan (*suceptibilitas*) magnetnya. Respon magnetik dari batuan pokok. secara umum adalah sebagai berikut (Robinson, 1988):

1. Sedimen disebabkan oleh lapisan batuan beku (*igneous*) basement. Ketebalan dari batuan sedimen pada daerah luas yang disurvei dapat terlihat jelas pada kontur magnetik. Besarnya mempunyai jangkauan suseptibilitas $(0 - 4000) \times 10^{-6} emu$ dengan rata-rata $(0 - 75) \times 10^{-6} emu$. Contohnya: *dolomite, limestone, sandtone, dan shales*.
2. Batuan beku. Sifat magnetik yang dimiliki oleh Batuan beku sangat bervariasi. Pada jenis *acedic* (asam) dan cenderung bermagnetik lemah. Batuan beku mempunyai jangkauan suseptibilitas $(0 - 9710) \times 10^{-6} emu$ dengan rata-rata $(200 - 1350) \times 10^{-6} emu$, contoh: *granite, rhyolie, basalt, dan andesit*.
3. Batuan metamorf. Batuan metamorf merupakan ubahan dari batuan sedimen atau batuan beku akibat perubahan suhu dan atau tekanan yang cukup besar, sehingga batuan metamorf selalu mempunyai sifat magnet yang bervariasi.

Sifat-sifat magnetik mineral batuan dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu (Telford, 1990):

1. Feromagnetik: Material ini mempunyai nilai suseptibilitas positif yang besar, umumnya material diamagnetik dan paramagnetik. Tingkat kemagnetan pada batuan yang bersifat ferromagnetik bergantung pada temperatur.



Gambar 2.5 Arah Polarisasi Feromagnetik (Rosid, 2008).

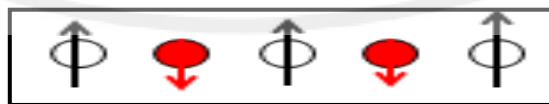
Material atau tipe ini dibagi lagi menjadi 2 jenis, yaitu:

- a. Antiferomagnetik: mempunyai suseptibilitas magnetik seperti material seperti material paramagnetik tetapi nilainya naik bila temperaturnya naik hingga pada temperatur tertentu, kemudian turun menurut hukum *Curie-Weiss*. Hal ini terjadi karena momen magnetiknya paralel dan anti-paralel sehingga subdomain dalam material ini saling meniadakan dan suseptibilitasnya menjadi sangat kecil. Contohnya adalah *hermatite*.



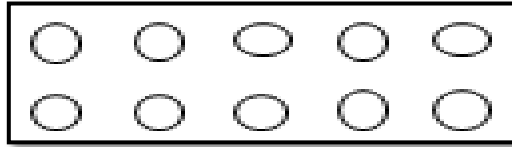
Gambar 2.6 Arah Polarisasi Antiferomagnetik (Rosid, 2008).

- b. Ferrimagnetik: mempunyai suseptibilitas magnetik yang sangat besar dan tergantung pada temperatur. Subdomain magnetiknya saling berlawanan atau anti-paralel tetapi momen magnetik totalnya tidak nol. Hal ini terjadi karena sepasang subdomain magnetiknya lebih kuat dari yang lain atau karena terdapat subdomain lebih dari satu tipe dari yang lain.



Gambar 2.7 Arah Polarisasi Ferrimagnetik (Rosid, 2008).

2. Diamagnetik. Material diamagnetik mempunyai nilai suseptibilitas negatif dan nilainya sangat kecil Artinya, diamagnetik memiliki sifat magnetik yang lemah. Contohnya adalah *graphite*, *marble*, *quartz* dan *salt*.



Gambar 2.8 Arah Polarisasi Diamagnetik (Rosid, 2008).

3. Paramagnetik. Material ini mempunyai nilai suseptibilitas positif dan nilainya kecil, contohnya adalah kapur.



Gambar 2.9 Arah Polarisasi Paramagnetik (Rosid, 2008).

Tabel 2.2 Daftar *Susceptibilitas* Magnetik beberapa Batuan (Telford, 1990).

Type	<i>Susceptibilitas</i> $\times 10^{-6}$ (SI)	
	<i>Range</i>	<i>Average</i>
<i>Sedimentary</i>		
<i>Dolomite</i>	0-0,9	0,1
<i>Limestones</i>	0-3	0,3
<i>Sandstone</i>	0-20	0,4
<i>Shales</i>	0,01-15	0,6
<i>Av. 48 sedimentary</i>	0-18	0,9
<i>Metamorphic</i>		0,7
<i>Amphibolite</i>	0,3-3	
<i>Schist</i>		1,4
<i>Pheyllite</i>	0,1-25	1,5
<i>Gneiss</i>		4
<i>Quartzite</i>	3-17	
<i>Serpentine</i>	0-35	6
<i>Slate</i>	0-70	4,2
<i>Av.61 etamorphic</i>		
<i>Igneous</i>		
<i>Granite</i>	0-50	2,5
<i>Rhyolite</i>	0,2-35	
<i>Dolorite</i>	1-35	17
<i>Augite-syente</i>	30-40	
<i>Olivine-diabase</i>		25
<i>Diabase</i>	1-160	55

<i>Phorphyry</i>	0,3-200	60
<i>Gabbro</i>	1-90	70
<i>Basalts</i>	0,2-175	70
<i>Diorite</i>	0,6-120	85
<i>Pyroxenite</i>		125
<i>Peridotite</i>		150
<i>Andesite</i>	90-200	160
<i>Av. Aciditic igneous</i>	0-80	8
<i>Av. Basic igneous</i>	0,5-97	25

2.3.6 Induksi Magnetik

Induksi magnetik adalah medan total dari suatu material, termasuk efek magnetisasi yang dapat dituliskan sebagai (Telford, 1990):

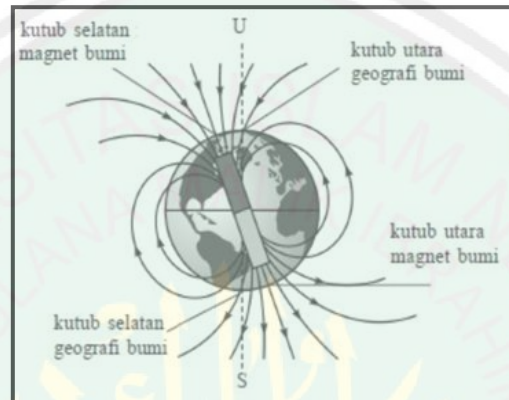
$$\vec{B} = \mu_0(\vec{H} + \vec{M}) = \mu_0(1 + k)\vec{H} = \mu_r\mu_0\vec{H} \quad (2.7)$$

Dimana \vec{B} adalah induksi magnetik. Satuan induksi magnetik dalam cgs adalah gauss (G), sedangkan dalam eksplorasi geofisika digunakan satuan *gamma* dan dalam SI adalah tesla (T) atau nanotesla (nT), dimana 1 gamma = 1 nT.

2.4 Medan Magnet Bumi

Bumi kita adalah sebuah magnet raksasa dengan kutub utara magnet dan kutub selatan magnet bumi terletak tidak jauh dari kutub utara dan selatan geografis berkisar 11° . Medan magnet yang diakibatkan oleh kutub utara dan kutub selatan magnet bumi ini disebut medan magnet regional yang intensitasnya cukup seragam di sekeliling permukaan bumi. Bumi merupakan sebuah magnet alam yang diasumsikan sebagai batang magnet raksasa. Bumi dapat bersifat magnetik karena aktivitas inti bumi yang mengandung lelehan nikel dan besi. Lelehan tersebut mengandung muatan listrik yang terus berputar sehingga menimbulkan medan magnet. Batang magnet pada Bumi merupakan suatu dipol

yang letaknya bergeser sekitar dari sumbu rotasi Bumi. Hal ini menunjukkan bahwa kutub utara geografis bumi tidak terletak pada tempat yang sama dengan kutub Selatan magnetik Bumi (Tjasyono, 2006):

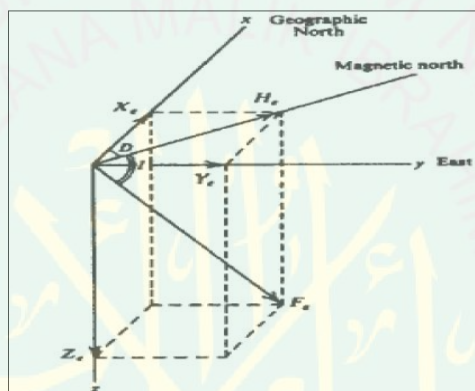


Gambar 2.10 Medan Magnet Bumi (Sarkowi, 2010).

Medan magnet didefinisikan sebagai garis-garis gaya magnet pada permukaan bumi dari kutub selatan menuju kutub utara. Medan magnet (*fluks*) berarah vertikal pada daerah kutub utara dan selatan pada horizontal di *equator*. Sumber medan magnet yang tercatat pada alat eksplorasi magnet adalah komponen-komponen yang terdiri atas (Telford, 1990):

1. Medan utama: tidak berubah terhadap waktu, tetapi variasinya sangat kecil.
2. Medan luar: berubah dari waktu ke waktu, lebih kecil dari medan utama, secara acak (*random*) lebih cepat dari medan utama disebabkan dari luar bumi.
3. Variasi dari medan utama (anomali magnetik lokal): variasinya relatif dan jauh lebih kecil dari medan utama. Gangguan lokal pada kerak bumi merupakan penyebab gangguan pada anomali ini, dan gangguan tersebut adalah tujuan utama dalam penyelidikan geomagnet.

Medan magnet Bumi terkarakterisasi oleh parameter fisis yang dapat diukur. Medan magnet dinyatakan sebagai vektor yang mempunyai besaran dan arah yang dapat diuraikan menjadi komponen mendatar dan tegak dengan unsur magnetik, seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 2.10. Komponen-komponen tersebut meliputi



Gambar 2.11 Komponen Medan Magnet Bumi (Telford, 1990).

1. Deklinasi (D), yaitu perbandingan sudut antara utara geografi dengan komponen horizontal atau utara magnetik yang dihitung dari utara menuju timur.
2. Inklinasi (I), yaitu perbandingan sudut antara medan magnet total dengan bidang horizontal yang dihitung dari bidang horizontal menuju bidang vertikal kebawah.
3. Intensitas Horizontal (H_e), yaitu besar dari medan magnet total pada bidang horizontal.
4. Medan Magnet total (F), yaitu besar dari vektor medan magnet total.

Sumber medan magnet bumi berasal dari medan magnet utama, medan magnet luar dan anomali medan magnet. Dari ketiga sumber tersebut, nilai medan magnet utama adalah yang paling mendominasi besar nilai medan magnet Bumi.

2.4.1 Medan Magnet Utama

Sumber dalam Bumi seperti magnetisasi permanen oleh suatu aliran arus listrik yang keluar dan masuk. Bumi secara teoritis penyebab adanya medan magnet utama. Inti Bumi yang diumpamakan oleh susunan materi-materi yang dikenal sebagai konduktor yang sangat baik. Sumber magnetik ini diumpamakan seperti dinamo yang mempunyai konduktivitas tinggi dan bergerak dengan mekanisme yang kompleks seperti senyawa kimia atau arus dan variasi termal beserta alirannya. Kombinasi gerak dan arus tersebut menyebabkan terjadinya medan magnet. Pengaruh medan utama magnet Bumi 99% serta variasinya terhadap waktu sangat lambat dan kecil (Telford, 1990).

Medan magnet utama bumi mengalami perubahan terhadap tempat dan waktu, sehingga untuk menyeragamkan nilai-nilai medan magnet utama bumi dibuat standar nilai yang disebut sebagai *IGRF*. Intensitas medan magnetik utama bumi berkisar antara 25000 nT sampai 65000 nT. Untuk Indonesia, daerah yang berada di utara ekuator mempunyai intensitas ± 40000 nT sedangkan daerah yang berada di selatan ekuator ± 45000 nT (Telford, 1990).

2.4.2 Medan Magnet Luar

Medan magnet luar ini adalah sebagian kecil dari medan utama, yaitu hanya 1% dari medan bumi yang berasal dari luar bumi. Medan magnet luar ini

selalu berkaitan dengan arus listrik yang mengalir pada lapisan terionisasi yang berada diatas atmosfer. Perubahan waktu untuk medan ini lebih cepat dari medan utama, beberapa efeknya adalah sebagai berikut (Telford, 1990):

1. Durasi perputarannya berkisar 11 tahun dan berkorelasi dengan aktivitas matahari.
2. Variasi diurnal matahari mempunyai range 30 nT dan mempunyai periode 24 jam dan berubah menurut garis lintang dan musim yang kemungkinan semua itu dipengaruhi oleh radiasi matahari pada lapisan ionosfer yang berasal dari partikel-partikel yang terionisasi. Selain itu ada variasi yang mempunyai periode 25 jam dengan range kira-kira 2 nT, yang diasosiasikan dengan interaksi ionosfer bulan.
3. Badai magnetik (Acak) merupakan salah satu gangguan transient yang mempunyai amplitudo sebesar 1000 nT pada semua garis lintang. Pada puncak badai magnetik, praktis eksplorasi dengan menggunakan metode magnetik akan menyebabkan eror

2.4.3 Anomali Medan Magnet

Anomali medan magnet atau yang disebut juga dengan medan magnet lokal. Medan magnet ini dihasilkan oleh batuan yang mengandung mineral magnet di dalam kerak Bumi. Nilai anomali pada medan magnetik sangat tergantung dari mineral yang mengandung magnetik dan nilai magnetisasi sisa dari batuan. Dalam survei yang dilakukan dengan menggunakan metode magnetik, target dari pengukuran adalah variasi intensitas medan magnetik yang terukur di permukaan berupa anomali medan magnetik. Secara garis besar,

anomali medan magnetik disebabkan oleh medan magnetik residual dan medan magnetik induksi. Medan magnetik lokal mempunyai peranan penting terhadap magnetisasi batuan yaitu pada besar dan arah medan magnetiknya yang selalu berkaitan dengan peristiwa kemagnetan sebelumnya sehingga sangat susah untuk diamati. Pada umumnya besar anomali medan magnetik berkisar ratusan hingga ribuan nanoTesla (nT) (Telford, 1990).

2.5 Transformasi Medan

2.5.1 Reduksi Bidang Datar

Reduksi bidang datar yaitu suatu metode yang dapat digunakan untuk membawa hasil data medan potensial dari observasi yang masih terdistribusi di bidang yang tidak horizontal (semisal bidang topografi) ke bidang horizontal dengan melalui pendekatan deret Taylor (*Taylor Series Approximation*). Deret Taylor merupakan fungsi turunan pada suatu titik untuk meng ekstraksi fungsi kesekitar titik tersebut. Sehingga digunakan deret Taylor untuk memprediksi suatu nilai medan potensial pada titik-titik di luar bidang yang diobservasi. Deret Taylor diterapkan sebagai suatu teknik untuk memodifikasi bentuk benda penyebab anomali agar bisa memecahkan problem invers nonlinier dan dapat juga digunakan untuk memprediksi harga suatu medan potensial pada titik yang jauh dari permukaan observasi (Blakely, 1995).

2.5.2 Kontinuasi Ke Atas

Upward continuation atau kontinuasi ke atas adalah proses pengolahan data medan potensial dari suatu bidang yang lebih tinggi. Pada proses pengolahan

data magnetik ini dapat berfungsi sebagai filter rendah, yaitu untuk meniadakan atau mereduksi efek magnetik lokal yang berasal dari berbagai sumber benda magnetik yang tersebar pada permukaan topografi yang tidak ada hubungannya dengan survei (Blakely, 1995).

$$U(x,y,z_0 - \Delta z) = \frac{\Delta z}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{U(x,y,z_0)}{((x-x')^2 + (y-y')^2 + \Delta z)^{3/2}} dx' dy' \quad (2.8)$$

Dimana:

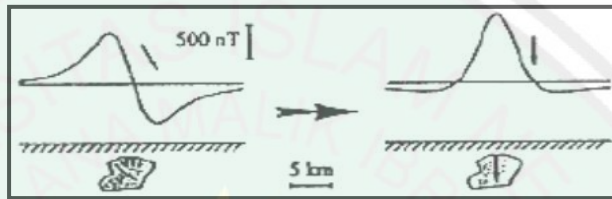
- $U(x,y,z_0 - \Delta z)$ = nilai medan potensial pada hasil bidang kontinuasi
- $U(x,y,z_0)$ = nilai medan potensial pada bidang observasi sebenarnya
- Δz = jarak atau ketinggian pengangkatan

Proses pengangkatan ini jangan terlalu tinggi, karena akan mengakibatkan gangguan anomali magnetik lokal yang bersumber dari benda magnetik atau struktur geologi yang menjadi target survei magnetik ini. Sehingga langkah ini akan memperoleh data medan magnet total yang sudah terbebas dari pengaruh 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* (Blakely, 1995).

2.5.3 Reduksi ke Kutub

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. Transformasi ini merubah inklinasi ke arah vertikal. Artinya, operasi ini mencoba untuk mentransformasikan medan magnet dari tempat pengukuran

menjadi medan magnet di kutub Utara magnetik. Transformasi yang dilakukan ini yaitu untuk melokalisasi daerah-daerah dengan anomali maksimum yang tepat berada pada tubuh benda yang disebabkan oleh anomali sehingga dapat memudahkan dalam melakukan interpretasi (Blakely, 1995).



Gambar 2.12 Impuls Anomali Magnetik Sebelum dan Sesudah Direduksi ke Kutub (Blakely, 1995)

Secara umum, magnetisasi dan medan *ambient* tidak vertikal. Suatu persamaan akan mentransformasikan anomali medan magnetik yang diukur menjadi komponen vertikal distribusi magnetisasi yang disebabkan oleh sumber yang sama pada arah vertikal. Anomali ditransformasi pada domain Fourier diberikan oleh persamaan (Blakely, 1995):

$$F[\Delta T_r] = F[\psi_r]F[\Delta T] \quad (2.9)$$

Dimana, $F[\psi_r] = \frac{1}{\theta m \theta_f}$ sehingga menjadi:

$$= \frac{|k|^2}{a_1 k_x^2 + a_2 k_y^2 + a_3 k_x k_y + i|k|(b_1 k_x x_y + b_2 k_y)} \quad (2.10)$$

$$a_1 = \hat{m}_z \hat{f}_z - \hat{m}_x \hat{f}_x$$

$$a_2 = \hat{m}_z \hat{f}_z - \hat{m}_y \hat{f}_y$$

$$a_3 = -\hat{m}_y \hat{f}_x - \hat{m}_x \hat{f}_y$$

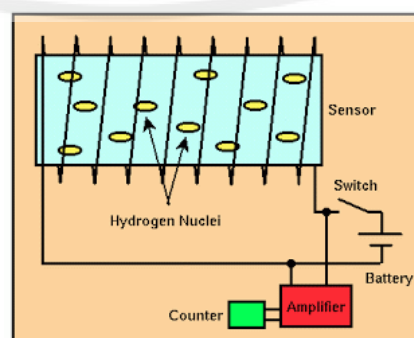
$$b_1 = \hat{m}_x \hat{f}_z - \hat{m}_z \hat{f}_x$$

$$b_2 = \hat{m}_y \hat{f}_z - \hat{m}_z \hat{f}_y \quad (2.11)$$

Aplikasi dari $F[\psi_r]$ disebut sebagai reduksi ke kutub karena ΔT_r adalah anomali yang akan diukur di kutub Utara magnetik, dimana induksi magnetisasi dan medan *ambient* akan mengarah vertikal ke bawah seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.11 θ_m adalah fungsi kompleks magnetisasi, $m_{x,y,z}$ adalah fungsi kompleks medan utama, θ_f adalah vektor satuan dalam arah magnetisasi (x, y, z) , $f_{x,y,z}$ adalah vektor satuan dalam arah medan utama (x, y, z) adalah bilangan gelombang.

2.6 Magnetometer

Alat untuk mengukur medan magnet bumi disebut Magnetometer. Alat ini mengukur medan magnet total di daerah penelitian. *Proton Precession Magnetometer* (PPM) adalah instrument geofisika yang digunakan untuk mengukur kekuatan medan magnet Bumi, pengukuran medan magnet Bumi ini bertujuan untuk mengetahui lokasi deposit mineral, situs arkeologi, material di bawah tanah, atau objek di bawah permukaan laut seperti kapal selam atau kapal karam dan lain sebagainya (Milson, 2003).



Gambar 2.13 Diagram Kotak dari PPM (Milson, 2003).

Komponen sensor pada *proton precession magnetometer* adalah tabung silinder yang berisi cairan penuh atom hidrogen yang dikelilingi oleh lilitan kabel. Cairan yang digunakan umumnya terdiri dari air, kerosin, dan alkohol. Sensor tersebut dihubungkan dengan kabel ke unit yang berisi sebuah *power supply*, sebuah saklar elektronik, sebuah *amplifier*, dan sebuah pencatat frekuensi (Milsom, 2003).

Ketika saklar ditutup, arus DC mengalir dari baterai ke lilitan, kemudian memproduksi kuat medan magnet dalam silinder tersebut. Atom hidrogen (proton) yang berputar seperti dipol magnet, menjadi sejajar dengan arah medan (sepanjang sumbu silinder). Daya listrik kemudian memotong lilitan dengan membuka saklar. Karena medan magnet bumi menghasilkan torsi (tenaga putaran) pada putaran atom hidrogen, maka atom hidrogen memulai presesi disekitar arah total medan Bumi. Presesi tersebut menunjukkan medan magnet dalam berbagai waktu (*time varying*) yang mana menginduksi sedikit arus AC pada lilitan tersebut. Frekuensi pada arus AC memiliki persamaan dengan frekuensi presesi atom tersebut. Karena frekuensi presesi berbanding dengan kuat medan total dan karena konstanta perbandingan diketahui, maka kuat medan total dapat ditetapkan dengan akurat (Milsom, 2003).

Secara sederhana cara prinsip kerja *proton precession magnetometer* adalah menggunakan presesi dari proton. Medan magnet yang cukup kuat akan menginduksi proton (yang terdapat dalam cairan kaya hidrogen) sumbu putar proton akan mengikuti sumbu dari magnet medan magnet yang

kuat dihilangkan sumbu putar proton akan berubah mengikuti sumbu medan magnet bumi (Milsom, 2003).

Perubahan arah sumbu putar dari proton ini (dari medan yang kuat ke medan magnet bumi) disebut dengan presesi. Perubahan arah sumbu putar ini yang kemudian diterjemahkan oleh alat menjadi pembacaan besarnya medan magnet bumi di lokasi tersebut. Prinsip hubungan antara medan lokal dan suseptibilitas batuan yaitu nilai anomali lokal menggambarkan batuan penyusun bawah permukaan daerah penelitian, jadi semakin tinggi anomali medan magnet lokalnya maka batuan yang mendominasinya adalah feromagnetik (berdasarkan sifat magnetik batuannya) (Milsom, 2003).

2.7 Pasir Besi Dalam Perspektif Sains dan al-Quran

Ilmu pengetahuan atau sains dalam islam merupakan ibadah. Ibadah secara bahasa berarti perbuatan atau pernyataan bakti kepada Allah dengan menaati segala yang diperintahkan dan menjauhi segala larangannya. Sains sendiri menurut pengertian bahasa adalah menyingkapi sesuatu untuk mengetahui substansinya dan ketaqwaan kepada Allah serta pelaksanaan ibadah kepada-Nya mengetahui dengan pengetahuan tentang siapa sesungguhnya Allah. Sehingga Allah mustahil dapat diketahui dengan mata kasar, sebab “Dia tidak dapat dicapai oleh penglihatan mata, sedang dia dapat melihat segala penglihatan itu dan Dialah yang Maha Halus, Maha Mengetahui.” (Q.S.al-An’am(6) : 103). Demikian ini merupakan tugas dan jabaran manusia di muka bumi. Allah pun membekalkannya dengan akal dan indera untuk melihat dan menemukan melalui fenomena alam semesta dan mengenali-Nya dalam kehebatan ciptaan-Nya.

Al-Qur'an telah menggambarkan fenomena alam sedemikian hebat sehingga merangsang akal untuk merenungi kehebatan ciptaan alam, salah satunya yaitu lapisan bumi. Allah SWT berfirman:

“Allah-lah yang menciptakan tujuh langit dan seperti itu pula bumi. perintah Allah Berlaku padanya, agar kamu mengetahui bahwasanya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu, dan Sesungguhnya Allah ilmu-Nya benar-benar meliputi segala sesuatu” (Q.S.Ath-Thalaaq(65):12).

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah memberitahukan bahwa Allah menciptakan tujuh lapisan langit dan tujuh lapisan bumi (agar kalian mengetahuinya) mengenai masalah penciptaan dan penurunan wahyu-Nya bahwasanya Allah maha kuasa atas segala sesuatu, dan sesungguhnya ilmu-Nya benar-benar meliputi segala sesuatu.

Menurut Dr.Zaghlul an-Najjar dalam Yusuf (2011) bahwa bumi memiliki tujuh lapisan, yaitu lapisan gas/atmosfer, lapisan air/hidrosfer, lapisan silikon dan alumunium, lapisan silikon dan magnesium (sima), lapisan sima (sisilium Magnesium) yang mengandung besi, lapisan nief yang terdiri dari nikel dan besi, inti bumi. Inti bumi adalah nukleus/bagian tengah yang sangat keras yang memiliki kandungan besi 90%, nikel 9% dan unsur lainnya 1%. Dari ini terlihat bahwa saya salah satu pembentuk bumi aitu besi. Tanpa besi bumi tidak akan memiliki medan magnet yang dapat menahan gas dan benda cair dengan lapisan

gas dan lapisan airnya. Ia juga tidak akan dapat menahan segala bentuk kehidupan yang ada di permukaannya.

Umat manusia atau sains modern mengetahui pentingnya industri besi pada abad 18 atau 12 abad setelah turunnya al-Quran pada masa sekarang, melalui penelitian panjang para ilmuwan astronomi dan *astrophysics* diperoleh data bahwa dalam rentang kehidupannya, bintang-bintang di langit melewati sejumlah fasa, diantaranya fasa terang-benderang. Suhu panas inti bintang pada fasa ini berkisar antara sepuluh hingga seratus triliun drajat. Pada fasa ini terjadi proses fuji inti atom hingga inti atom hingga inti bintang secara keseluruhan berubah menjadi besi. Dan dengan perubahannya inti atom menjadi besi, maka hilanglah semua tenaga bintang, sehingga bintang akan meledak dan serpihannya pun bertaburan di hamparan semesta. Dengan proses ini, besi sampai ke sejumlah benda langit seperti planet bumi, sama halnya dengan jatuhnya meteor-meteor dewasa ke bumi (salah satu yang pernah ditemukan di wilayah Arizona Amerika Serikat, ada sebuah meteorit yang membentuk kawah raksasa berkedalaman 600 kaki dan berdiameter 4000 kaki, dengan berat mencapai 10 ton).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada tanggal 5 Juli 2018 pada koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) atau koordinat dalam satuan meter dengan posisi bujur (koordinat X) 679926,4161 m sampai 684544,3768 m dan lintang (koordinat Y) 9352715 m sampai 9353956 m dengan luas area pada daerah penelitian yaitu 4670,70 m x 1257,62 m. Daerah penelitian terletak di muara sungai sampai pesisir pantai, di sekitar daerah penelitian terdapat rumah warga, sawah, sungai dan dikelilingi pepohonan. Masyarakat sekitar memanfaatkan pasir sebagai bahan dasar bangunan. Sedangkan proses pengolahan data bertempat di Laboratorium Geofisika Jurusan Fisika Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Magnetometer, jenis magnetometer yang digunakan adalah jenis *proton Precession Magnetometer* (PPM).
- b. GPS, untuk menentukan posisi stasiun pengukuran secara presisi.
- c. Kompas, alat penentu arah mata angin.
- d. Baterai 13,5 Volt DC
- e. Jam untuk mencatat waktu
- f. Buku kerja dan alat tulis, untuk mencatat data.

Peralatan pendukung: peta geologi, alat tulis, penggaris, perangkat komputer untuk pengolahan data (Ms Excel, *software* Surfer13, Oasis Montaj dan SketchUp) dan lain-lain.

3.3 Prosedur Penelitian Magnetik

Penelitian ini meliputi beberapa tahap, yaitu tahap akuisisi data, pengolahan data dan interpretasi terhadap hasil pengolahan data. Data yang dianalisa pada penelitian ini meliputi data anomali magnetik, data geologi daerah penelitian dan kontras suseptibilitasnya. Berikut akan dijelaskan tahap-tahap prosedur pelaksanaan penelitian dalam metode magnetik.

3.3.1 Akuisisi Data

Data magnetik yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer. Untuk mendapatkan data dilakukan akuisisi data magnetik dengan dua tahap. Tahap pertama adalah penentuan titik-titik akuisisi pengambilan data. pembagian titik-titik diatur mengikuti jalan yang ada dengan spasi 80 m - 100 m dengan luas daerah sekitar 4670,70 m x 1257,62 m.

Tahap kedua adalah pengambilan data meliputi nilai intensitas medan magnetik, posisi lintang dan bujur, ketinggian dan waktu. Pengambilan data magnetik menggunakan *PPM*, sedangkan pengambilan data posisi lintang dan bujur, serta ketinggian dilakukan dengan menggunakan GPS dan pengambilan data waktu menggunakan jam. Metode yang digunakan dalam pengambilan data adalah metode *looping*, dimana titik awal dan titik akhir pengukuran dilakukan

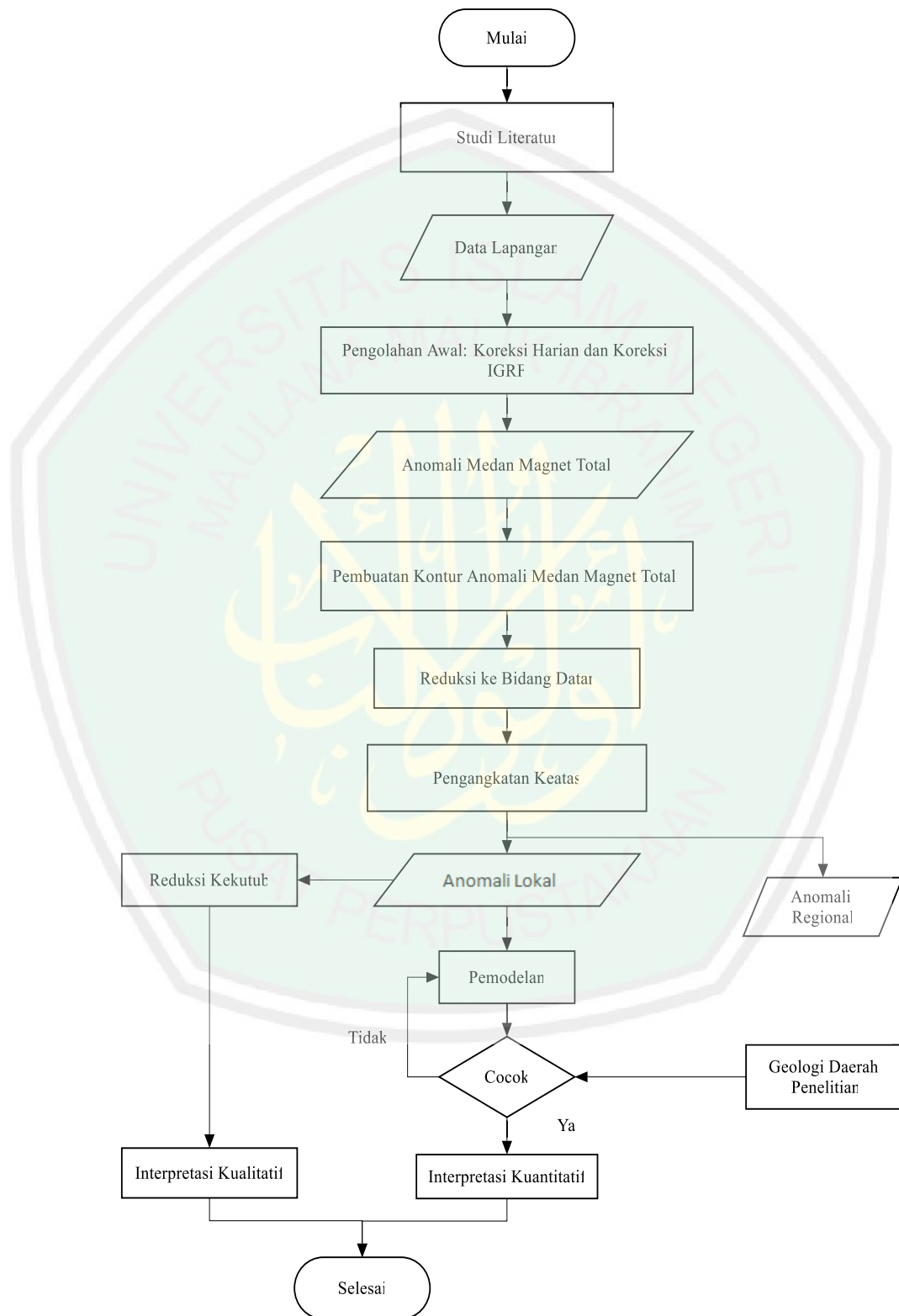
di tempat yang sama. Tujuan dilakukannya metode *looping* yaitu agar dapat dikontrol variasi hariannya.

Langkah awal dalam pengambilan data adalah melakukan pengaturan terhadap alat magnetometr. Pengaturan tersebut termasuk memasukkan nilai *IGRF* dan Julian day. Setelah melakukan pengaturan magnetometr, pengukuran intensitas medan magnetik dapat dilakukan terlebih dahulu menentukan arah medan magnetik bumi menggunakan kompas di setiap titik pengukuran. Hal ini dilakukan karena pengukuran sensor *PPM* harus mengarah utara-selatan. Setiap titik pengukuran dilakukan pembacaan sebanyak 5 kali pada setiap titiknya. Pengukuran pengambilan data dilakukan berulang bertujuan untuk mengurangi *noise*.

3.3.2 Pengolahan Data

Tahap pengolahan data magnetik dilakukan dengan menggunakan hasil dari akuisisi data. Parameter yang digunakan dalam pengolahan adalah nilai intensitas medan magnetik, posisi lintang, bujur, ketinggian dan waktu. Alur. Pengolahan data magnetik dapat dilihat pada Gambar 31:

3.4.3 Alur Pengolahan Data Magnetik



Gambar 3.1 Alur Pengolahan Data Magnetik

1. Koreksi Harian (Diurnal)

Koreksi harian (Diurnal) merupakan penyimpangan intensitas medan magnet bumi yang disebabkan oleh perbedaan waktu pengukuran dan efek sinar matahari dalam satu hari, Koreksi harian dapat diperoleh dengan menghitung variasi intensitas medan magnet total pada *base station* dikurangi dengan harga pengukuran awal (Interpolasi linier terhadap waktu), dengan rumusan sebagai berikut:

$$\Delta H_{\text{harian}} = \left(\frac{t_n - t_{aw}}{t_{ak} - t_{aw}} \right) (H_{ak} - H_{aw}) \quad (3.1)$$

Dimana H mempunyai intensitas medan magnet total, t menyatakan waktu indeks n menyatakan nomor data, indeks aw menyatakan data awal (data pertama di *base station*), dan indeks ak menyatakan data akhir (data akhir *base station*).

2. Koreksi IGRF

Koreksi *IGRF* dilakukan dengan menggunakan kalkulasi dari *NOAA* yang diakses secara *online*. Parameter yang diperlukan untuk memperoleh nilai *IGRF* adalah data posisi lintang dan bujur titik akuisisi pengukuran, ketinggian, serta tanggal, bulan dan tahun pengukuran. *Output* yang diperoleh adalah deklinasi, inklinasi, intensitas horizontal, medan magnetik pada komponen dan, serta nilai anomali medan magnetik total. Pengolahan koreksi *IGRF* dilakukan dengan menggunakan *software* Microsoft Excel. Gambar 3.3 adalah gambar input data dalam menghitung *IGRF* pada penelitian.

Gambar 3.2 Kolom Input pada Kalkulator IGRF

3. Pembuatan Kontur Anomali Medan Magnetik Total

Nilai anomali medan magnetik total dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4.6). Pembuatan kontur anomali medan magnetik total dilakukan dengan melakukan *gridding* terlebih dahulu terhadap data lintang, bujur dan anomali medan magnetik total pada *software* Surfer13.

$$\Delta H = H_n - (H_D + H_{IGRF}) \quad (3.2)$$

Dimana:

ΔH = Anomali Medan Magnet Total

H_D = Koreksi Harian (Diurnal)

H_n = Medan Magnet Terukur

H_{IGRF} = Koreksi IGRF.

4. Transformasi Reduksi ke Bidang Datar

Anomali medan magnetik total yang diperoleh sebelumnya berada di topografi, tahap selanjutnya adalah melakukan transformasi anomali medan magnetik total ke bidang datar. Sebenarnya, nilai anomali magnetik tidak berubah signifikan jika disandingkan dengan topografi. Perubahannya sekitar $0,03 \text{ nT/m}$ pada daerah kutub dan sekitar $0,01 \text{ nT/m}$ pada daerah ekuator (Telford dkk., 1990).

5. Kontinuasi ke Atas

Kontinuasi ke atas bertujuan untuk menghilangkan atau mereduksi pengaruh anomali regional yang masih terdapat pada data dan mencari pengaruh anomali residualnya. Pemisahan antara anomali residual dan anomali regional dilakukan menggunakan *software* MagPick.

6. Reduksi ke Kutub

Data anomali residual yang diperoleh dari tahap sebelumnya kemudian direduksi ke kutub guna melokalisasi benda penyebab anomali tepat berada di atas benda penyebab anomali. Transformasi ini dilakukan dengan cara mengubah arah magnetisasi dengan menggunakan *software* MagPick supaya mudah untuk menginterpretasikan.

7. Interpretasi Data Magnetik

Secara umum, interpretasi data magnetik dapat dilakukan dengan cara kualitatif dan kuantitatif. Interpretasi kualitatif didasarkan pada pola kontur anomali medan magnetik yang bersumber dari distribusi benda-benda termagnetisasi di bawah permukaan bumi. Pola anomali medan magnetik yang dihasilkan dapat ditafsirkan berdasarkan informasi geologi daerah penelitian yang akan dijadikan sebagai dasar pendugaan terhadap keadaan geologi yang sebenarnya.

Interpretasi kualitatif dilakukan dengan pembuatan model dari anomali residual menggunakan *software* MagPick. Tujuan dari interpretasi ini yaitu untuk menentukan bentuk atau model dan kedalaman benda penyebab anomali

melalui pemodelan matematis. Untuk pemodelan ini, langkah awal yang dilakukan adalah penentuan posisi sayatan pada kontur anomali medan magnetik yang telah direduksi ke kutub. Penentuan sayatan dilakukan berdasarkan hasil interpretasi kualitatif. Garis sayatan yang diperoleh pada peta anomali magnetik reduksi ke kutub di-*overlay* pada peta anomali medan magnetik residual untuk dimodelkan. Pemodelan dilakukan pada data anomali residual karena data tersebut merupakan data sesungguhnya yang diperoleh dari lapangan.

Dalam melakukan interpretasi kuantitatif pada data magnetik dilakukan menggunakan Oasis Montaj. Interpretasi kuantitatif ini masih terdapat ambiguitas dikarenakan adanya variabel kontras. Maka diperlukan data pendukung seperti peta geologi untuk menganalisa endapan yang ada di daerah penelitian perhitungan konversi kontras suseptibilitas (cgs) ke satuan SI (lihat Lampiran 5).

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Akuisisi Data

Akuisisi data pada penelitian ini adalah data primer yang dilakukan pada koordinat (UTM) bujur (koordinat X) 679926,4161 m sampai 684544,3768 m dan lintang (koordinat Y) 9352715 m sampai 9353956 m. Pada penelitian ini terdapat 103 titik pengukuran, dengan setiap titik pengukuran memiliki spasi 80 m sampai 100 m pada luasan daerah penelitian 4670,70 m x 1257,62 m. Pada saat akuisisi data didapat nilai lintang, bujur, ketinggian, intensitas medan magnet dan waktu pengambilan data. Dilakukan pengambilan data nilai intensitas medan magnet sebanyak 5 kali, sehingga didapat nilai yang benar-benar valid.

4.2 Hasil

Hasil dari penelitian ini dibedakan menjadi beberapa bagian, yaitu interpretasi kualitatif hasil dari pengukuran langsung menggunakan alat magnetometer berupa nilai ketinggian (topografi) di daerah penelitian, nilai medan magnet total dilokasi pengukuran, hasil dari magnetik total, hasil dari reduksi kebidang datar, hasil dari pengangkatan ke atas (anomali sisa (*residual*) dan anomali regional, hasil dari reduksi ke kutub serta hasil pemodelan dari sayatan pada anomali magnetik sisa. Hasil-hasil dari medan magnet total dan anomali medan magnet disajikan dalam bentuk kontur menggunakan aplikasi Surfer13 dan MagPick, sehingga dengan mudah dapat dilihat distribusi medan magnet di lokasi penelitian. Bagian yang kedua yaitu interpretasi kuantitatif untuk

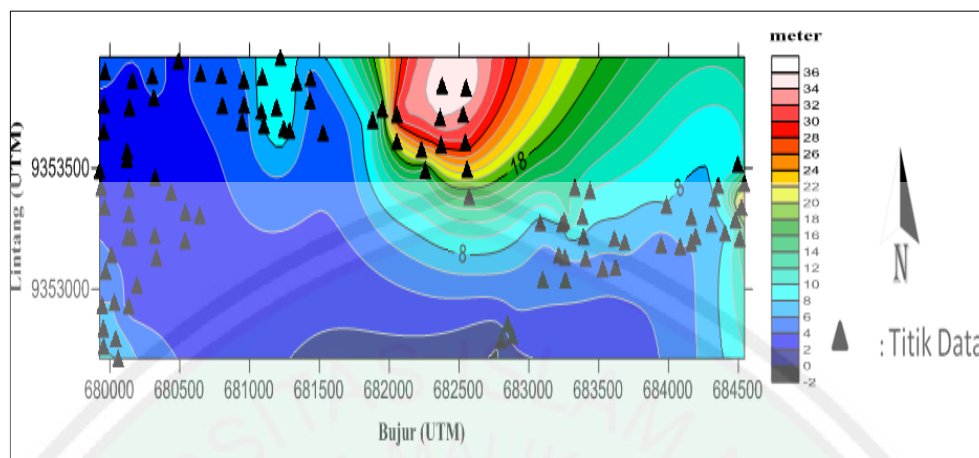
hasil pemodelan dari sayatan anomali magnet sisa yang ditampilkan adalah sebaran nilai suseptibilitas batuan mineral pasir besi dilokasi pengukuran menggunakan aplikasi Oasis Montaj.

4.2.1 Hasil dan Interpretasi Kualitatif Data Magnetik

Interpretasi kualitatif dilakukan pada peta kontur topografi, peta kontur medan magnet total, peta kontur anomali medan magnet total, peta kontur anomali medan magnet total, peta kontur anomali yang direduksi ke bidang datar, peta kontur anomali regional, peta kontur anomali lokal yang telah dihasilkan dari proses pengolahan data, dan peta kontur anomali lokal yang direduksi ke kutub. Peta kontur tersebut yang memberikan gambaran secara lateral dari distribusi persebaran pasir besi yang ada di bawah permukaan daerah penelitian.

1. Topografi Daerah Penelitian

Topografi merupakan gambaran permukaan dari suatu daerah berdasarkan ketinggian dari permukaan laut sebagai titik acuan (0 meter). Masukan data yang digunakan dalam pembuatan kontur topografi, yaitu: koordinat lintang, koordinat bujur, dan ketinggian daerah penelitian pada saat pengambilan data di lapangan. Topografi pada daerah penelitian memiliki ketinggian beragam yang ditunjukkan oleh gambar 4.1. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa daerah penelitian terdiri dari topografi pesisir atau daratan rendah.



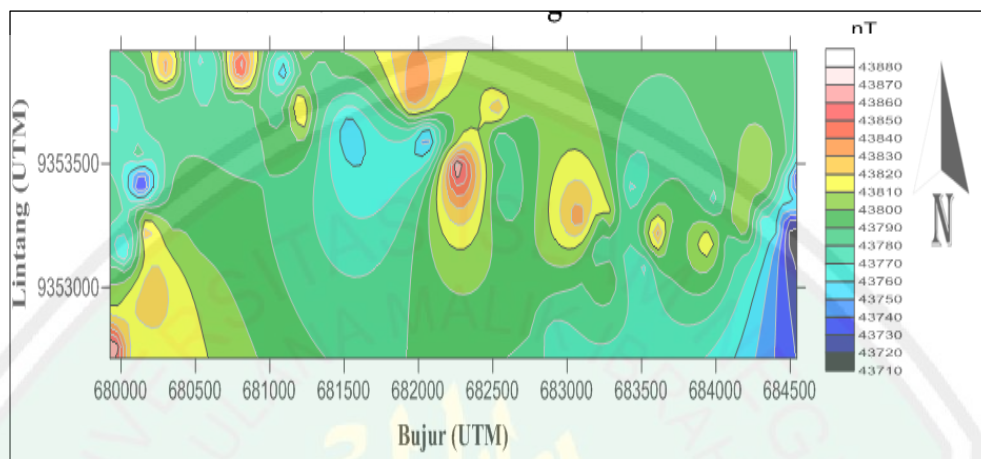
Gambar 4.1 Peta Kontur Topografi Pada Daerah Penelitian dengan Interval kontur 2 meter.

Titik akuisisi data yang berhasil diperoleh adalah 103 titik. Perbedaan titik ukur tertinggi dan terendah pada daerah penelitian mencapai 36 meter, titik tertinggi berada pada sebelah utara daerah penelitian yang ditandai dengan warna putih dengan ketinggian 36 meter. Daerah tersebut merupakan daerah dataran rendah dengan dataran yang lebih tinggi dari pesisir. titik terendah berada pada sebelah selatan daerah penelitian yang ditandai dengan warna nila dengan ketinggian -2 meter di bawah permukaan. Daerah tersebut merupakan daerah pantai.

2. Medan Magnet Total

Medan magnet total di lokasi pengukuran diperoleh dari pembacaan magnetometer. Hasil yang diperoleh ini secara umum masih dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya perubahan matahari dan medan utama magnet bumi. Masukan data yang digunakan dalam pembuatan kontur medan magnet total, yaitu: koordinat lintang, koordinat bujur, dan nilai medan magnet total

yang diperoleh pada saat pengambilan data di lapangan. Hasil dari medan magnet total di lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Kontur Medan Magnet Total

Pada gambar 4.2 nilai intensitas medan magnet pada daerah penelitian berkisar antara 43710 nT – 43880 nT. Nilai intensitas medan magnet dengan nilai yang tinggi cenderung berada jauh dari singkapan seperti yang disebut di peta geologi lembar Bawean Masalembu.

3. Anomali Medan Magnet Total

Anomali medan magnet total adalah nilai medan magnetik di suatu titik pengukuran. Kontur anomali medan magnetik total menggambarkan batuan di bawah permukaan atau kondisi geologi bawah permukaan yang disebabkan oleh anomali sumber dangkal dan sumber dalam yang menjadi target pengukuran dengan metode magnetik. Data anomali medan magnet diperoleh dari data medan magnet total hasil pengukuran di lapangan yang telah dikoreksi medan magnet luar atau koreksi harian (menggunakan persamaan 3.1) dan koreksi medan magnet utama bumi atau koreksi IGRF menggunakan

kalkulator di <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#igrfwmm> yaitu dengan memasukkan nilai bujur, lintang, ketinggian dan tanggal pengambilan data.

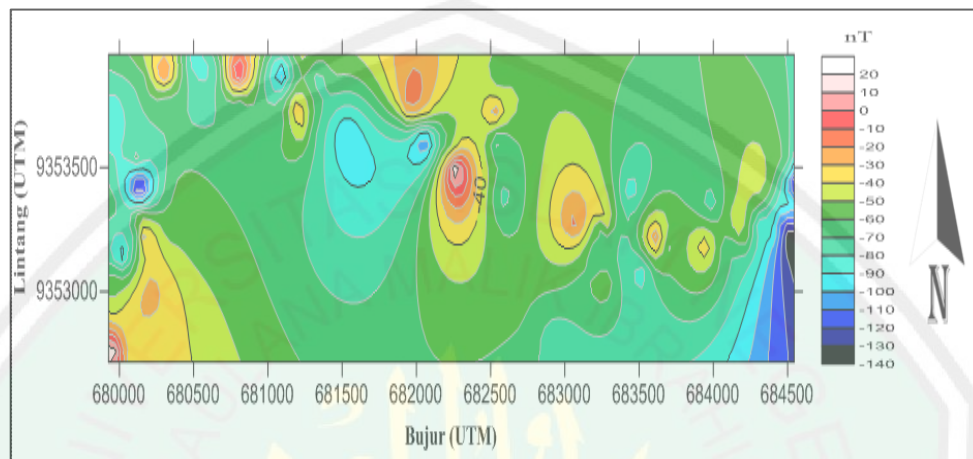
Gambar 4.3 Tampilan Kalkulator IGRF di <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#igrfwmm> dengan memasukkan nilai lintang, bujur dan tanggal pengambilan data dan menekan calculate langsung didapatkan nilai IGRF

Date	Declination (+ E - W)	Inclination (+ D - U)	Horizontal Intensity	North Comp (+ N - S)	East Comp (+ E - W)	Vertical Comp (+ D - U)	Total Field
2018-07-05	0,8507°	-28,0798°	38,675,7 nT	38,671,4 nT	574,2 nT	-20,633,4 nT	43,835,4 nT
Change/year	-0,0584°/yr	0,1578°/yr	35,5 nT/yr	36,1 nT/yr	-38,9 nT/yr	117,9 nT/yr	-24,2 nT/yr
Uncertainty	0,28°	0,22°	133 nT	138 nT	89 nT	165 nT	152 nT

Gambar 4.4 Tampilan Nilai IGRF Yang Didapat Dari Perhitungan Kalkulator IGRF (<https://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#igrfwmm>)

Masukan data yang digunakan dalam pembuatan kontur anomali medan magnet total, yaitu: koordinat lintang, koordinat bujur, dan nilai anomali medan magnet total yang sudah dilakukan koreksi (Harian dan IGRF). Hasil

dari anomali medan magnet total di lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 4.5 berikut:



Gambar 4.5 Kontur Anomali Medan Magnet Total dengan Interval 10 nT

Nilai anomali medan magnet total merupakan gabungan antara anomali regional dan lokal, sehingga dalam proses analisisnya kedua anomali tersebut perlu dipisahkan dengan transformasi pengangkatan ke atas. Kontur anomali medan magnet total sebagaimana pada gambar 4.5 menunjukkan adanya sebaran nilai anomali medan magnet positif dan negatif. Tanda nilai positif dan negatif mengidentifikasi kuat dan rendahnya nilai anomali medan magnet yang terdapat pada lokasi pengukuran. Kisaran nilai medan magnet total pada daerah penelitian dari -140 nT sampai 20 nT.

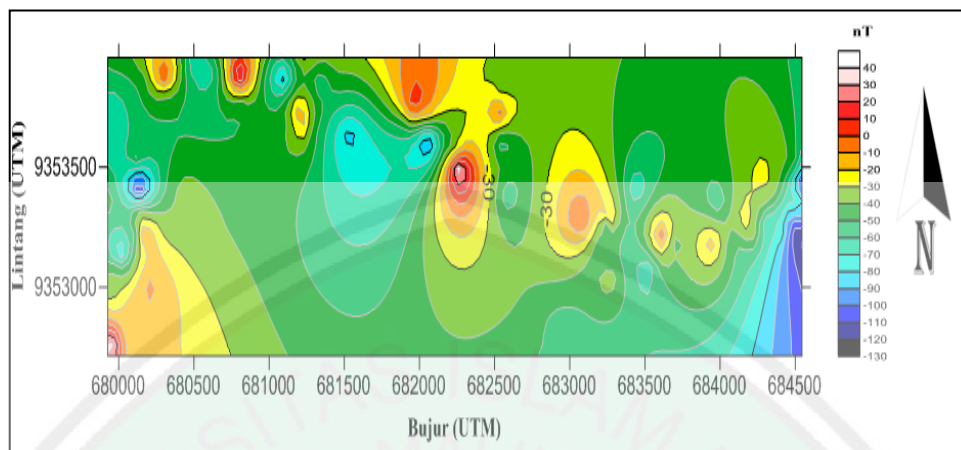
4. Reduksi ke Bidang Datar

Anomali medan magnet total pada gambar 4.5 merupakan anomali medan magnet pada level topografi. Penentuan kedalaman bidang ekuivalen titik anomali medan magnet total dilakukan dengan cara mencoba-coba menurut syarat batas yang ditentukan. Proses reduksi ke bidang datar menggunakan

program matlab, data masukan program proyeksi bidang datar, yaitu: data posisi x dan y, data topografi dan data anomali medan magnet total yang berurutan dalam format text. Proyeksi yang dimasukkan dalam program yaitu: kedalaman bidang ekuivalen dan ketinggian bidang pengamatan. Data keluaran hasil proyeksi adalah data x, y, dan anomali. Data hasil proyeksi kemudian digrid dan dikontur menggunakan program *surfer 13*.

Pada perbandingan pola anomali medan magnet total dan anomali medan magnet total yang telah direduksi ke bidang datar. Sistem coba-coba dilakukan dengan ketinggian bidang pengamatan yang sama yaitu 20 meter, dan variasi kedalaman bidang ekuivalen 350 m, 300 m, 250 m, 200 m, 150 m, dan 148 m. Dari beberapa percobaan yang telah dilakukan proses transformasi ke bidang datar cukup stabil pada ketinggian bidang pengamatan 20 m dan kedalaman 148 m. Proses transformasi anomali medan magnet ke suatu bidang datar dilakukan untuk mereduksi pengaruh variasi jarak vertikal antara sumber anomali terhadap titik pengukuran di topografi.

Pada hasil perbandingan pola kontur nilai anomali total dan nilai anomali yang mendekati pola kontur diperoleh pada kedalaman bidang ekuivalen 148 m yang mendekati nilai anomali pada topografi.



Gambar 4.6 Kontur Anomali Medan Magnet Total Pada Bidang Datar dengan Interval 10 nT

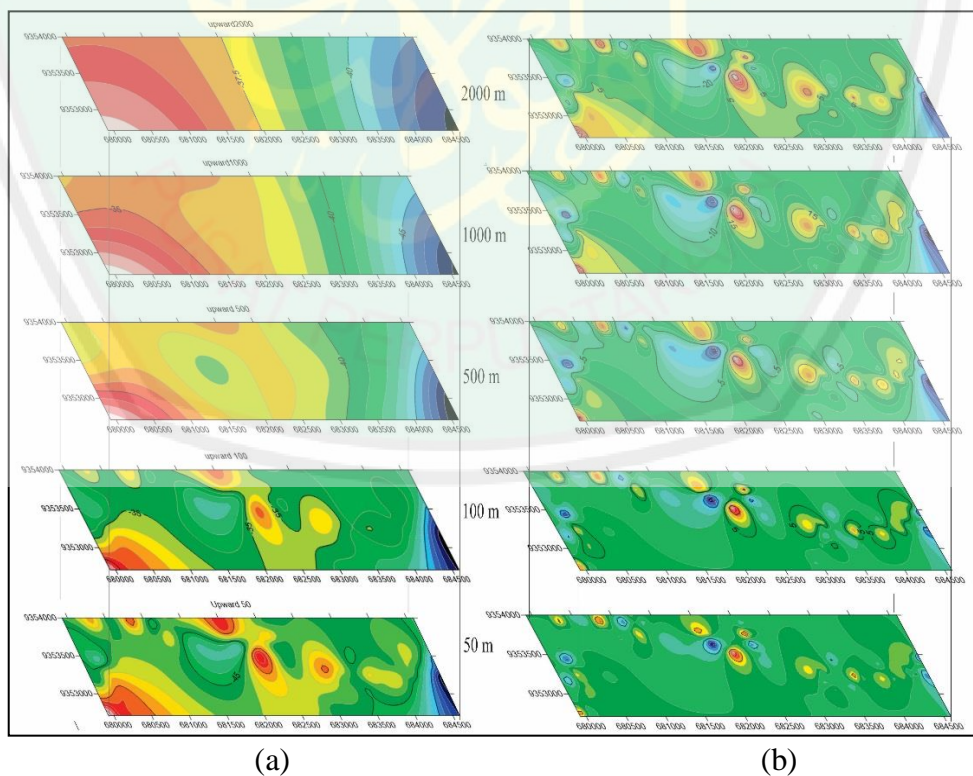
Nilai anomali medan magnet yang telah direduksi ke bidang datar berkisar antara -130 nT sampai 40 nT. Pola kontur yang diperoleh dari proses reduksi ke bidang datar relatif sama dengan pola kontur anomali medan magnet total. Hal ini menunjukkan bahwa ketinggian topografi berpengaruh sangat kecil terhadap anomali medan magnet total.

5. Pengangkatan ke Atas

Transformasi pengangkatan ke atas (*Upward continuation*) merupakan proses setelah anomali medan magnet total direduksi ke bidang datar dengan ketinggian rata-rata area survei. Jika pada reduksi bidang datar ketinggian rata-rata dijadikan sebagai pilihan untuk transformasi data anomali medan magnet total, maka pada pengangkatan ke atas ketinggian yang digunakan biasanya melalui *trial and error* sampai diperoleh selang nilai anomali medan magnet sisa yang konstan. Pengangkatan ke atas dilakukan dengan memasukkan data anomali medan magnet total yang sudah direduksi ke bidang datar (dalam bentuk *grid*), sehingga dengan pengangkatan ke atas bisa dipisahkan antara

anomali medan magnet regional dan anomali medan magnet lokal (gambar 4.7). Pemisahan kedua anomali ini dimaksudkan agar mendapatkan anomali magnet regional yang lebih halus, serta anomali medan magnet lokal yang lebih jelas untuk proses interpretasi.

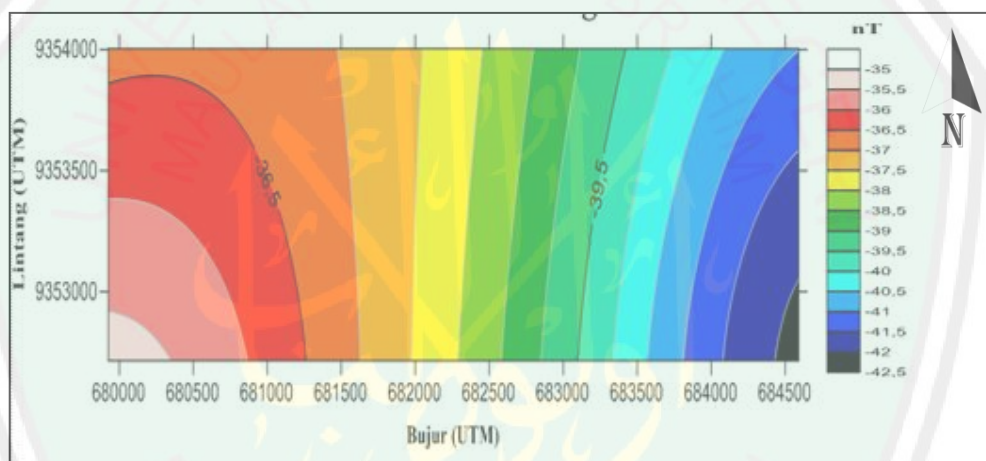
Gambar 4.7 (a) gabungan kontur anomali medan magnet lokal dan (b) anomali medan magnet regional. Pada transformasi pengangkatan ke atas dengan ketinggian 50 m, 100 m, 500 m, 1000 m, dan 2000 m. Hal ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pola anomali regional menunjukkan pola yang homogen dan anomali medan magnet lokal yang akan diinterpretasi, artinya dari perlakuan tersebut akan terdeskripsi jelas pengaruh anomali regional terhadap anomali lokal disetiap pengangkatan.



Gambar 4.7 Gabungan kontur (a) Anomali Medan Magnet Lokal dan (b) Anomali Medan Magnet Regional, Pada Pransformasi pengangkatan Ke Atas dengan Ketinggian 50 m, 100 m, 500 m, 1000 m, dan 2000 m.

6. Anomali Regional

Anomali medan magnet dari pengolahan merupakan gabungan dari anomali medan magnet regional dan lokal. Oleh karena itu, untuk menghilangkan gangguan akibat benda magnetik di permukaan dilakukan kontinuitas ke atas. Anomali medan magnet total yang telah difilter akan menghasilkan anomali medan magnetik regional ditunjukkan pada gambar 4.7. Pada kontur anomali medan magnet regional ditunjukkan pada gambar 4.8.

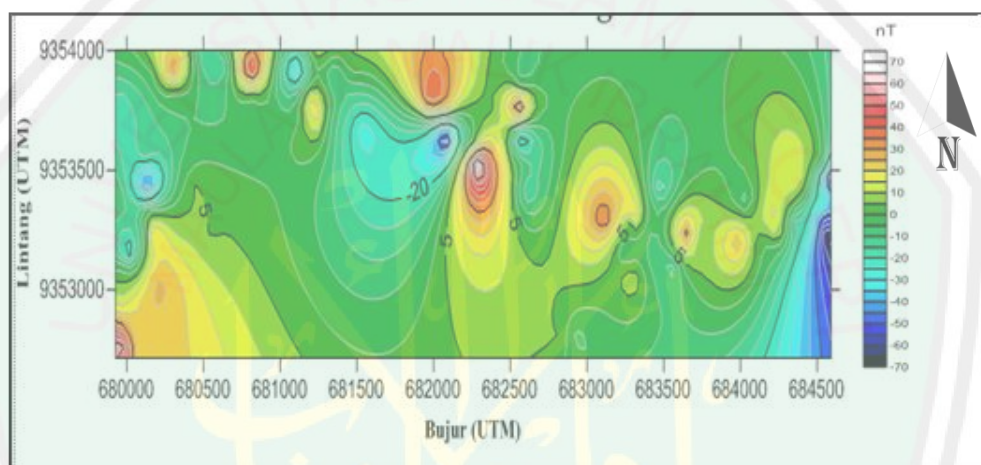


Gambar 4.8 Kontur Anomali Regional pada ketinggian 2000 meter

Proses kontinuitas ke atas dilakukan pada beberapa jarak ketinggian yang lebih jauh dari sumber. Hal ini bertujuan untuk mendefinisikan anomali regional dari daerah penelitian. Pola anomali pada ketinggian tertentu dianggap telah menggambarkan struktur regional apabila pola kontur anomali sudah relatif stabil atau anomali positif dan anomali negatifnya tidak mengalami perubahan. Pada pengolahan data penelitian diperoleh anomali regional telah melemah pada ketinggian 2000 meter. Dikatakan melemah karena pada peta kontur sudah tidak ada lagi pasangan dipol magnetik yang terbentuk. Anomali regional yang dihasilkan memiliki rentang nilai antara -42,5 nT sampai 35 nT.

7. Anomali Lokal

Anomali lokal merupakan hasil pengurangan antara anomali total dan anomali regional. Hasil anomali lokal digambarkan pada gambar 4.9 anomali medan magnet terendah adalah -70 nT, sedangkan anomali medan magnet tertinggi adalah 70 nT.

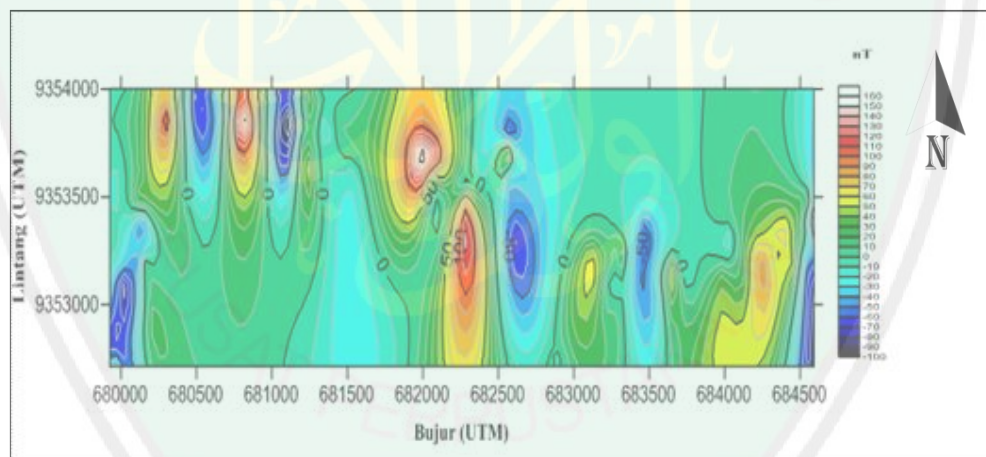


Gambar 4.9 Kontur Anomali Lokal pada Ketinggian 2000 m dengan Interval 10nT

Anomali medan magnet tinggi diindikasikan sebagai target dari penelitian. Daerah tersebut diduga sebagai daerah yang berhubungan dengan sistem pembentuk pasir besi. Apabila dianalisis berdasarkan informasi geologi, daerah yang diindikasikan sebagai endapan pasir besi ternyata memiliki aktivitas magnetik yang kecil dibandingkan di bagian atas atau utara yang memiliki dataran lebih tinggi 5-20 meter di atas permukaan dan di bagian barat daya terlihat memiliki anomali magnetik yang besar dibandingkan daerah yang diindikasikan adanya endapan pasir besi. Daerah barat daya merupakan pesisir pantai yang juga memiliki singkapan meski tidak terindikasikan adanya endapan pasir besi oleh peta geologi.

8. Reduksi ke Kutub

Reduksi ke kutub pada dasarnya mengasumsikan anomali magnet di lokasi pengukuran seakan terletak di kutub utara magnet bumi, sehingga dengan reduksi ini diperoleh pola anomali yang bersifat monopol. Reduksi ke kutub dalam pengolahan data penelitian ini diproses dengan mentransformasikan nilai inklinasi ($-28,0798^{\circ}$) dan deklinasi ($0,8507^{\circ}$) yang terdapat di lokasi pengukuran sesuai pada nilai IGRF yang didapat dari perhitungan kalkulator IGRF (<https://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#igrfwmm>). Transformasi reduksi ke kutub menghasilkan pola kontur anomali medan magnet seperti pada gambar 4.10.

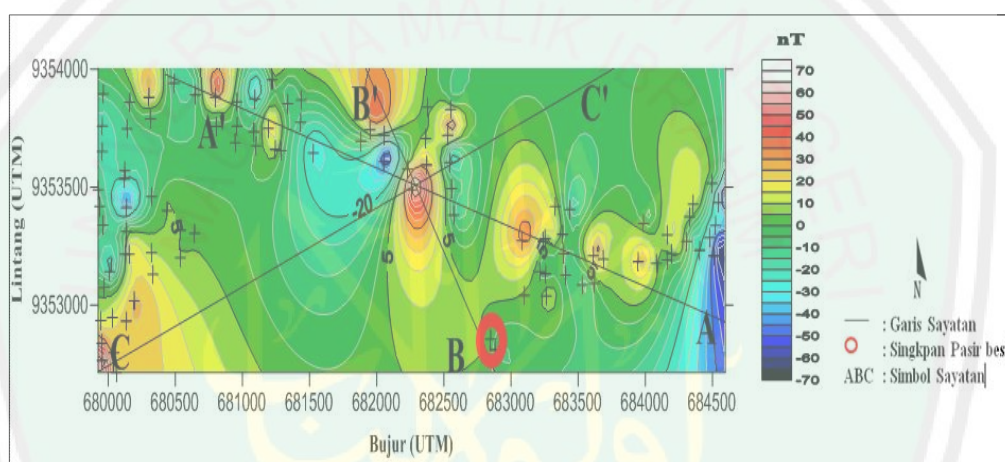


Gambar 4.10 Kontur Anomali Medan Magnet Total Setelah Direduksi ke Kutub dengan Interval 10 nT

Gambar 4.10 merupakan bentuk kontur anomali medan magnet lokal yang telah direduksi ke kutub. Disini terlihat bahwa masih terdapat pasangan klosur positif dan negatif. Walaupun demikian, pola anomali yang berarah utara-selatan semakin jelas terlihat dan menjadi sederhana. Hal ini dapat diasumsikan bahwa benda penyebab anomali tinggi berada di bawah klosur tersebut.

4.2.2 Hasil dan Interpretasi Kuantitatif Data Magnetik

Interpretasi kuantitatif dilakukan dengan cara membuat pemodelan pada data magnetik. Penentuan sayatan didasarkan atas hasil interpretasi kualitatif yang telah diperoleh sebelumnya yaitu pada peta kontur anomali medan magnet lokal dan kontur anomali medan magnet lokal yang telah direduksi ke kutub. Sayatan pada daerah penelitian ditunjukkan oleh gambar 4.11.



Gambar 4.11 penentuan sayatan pada peta kontur anomali residual

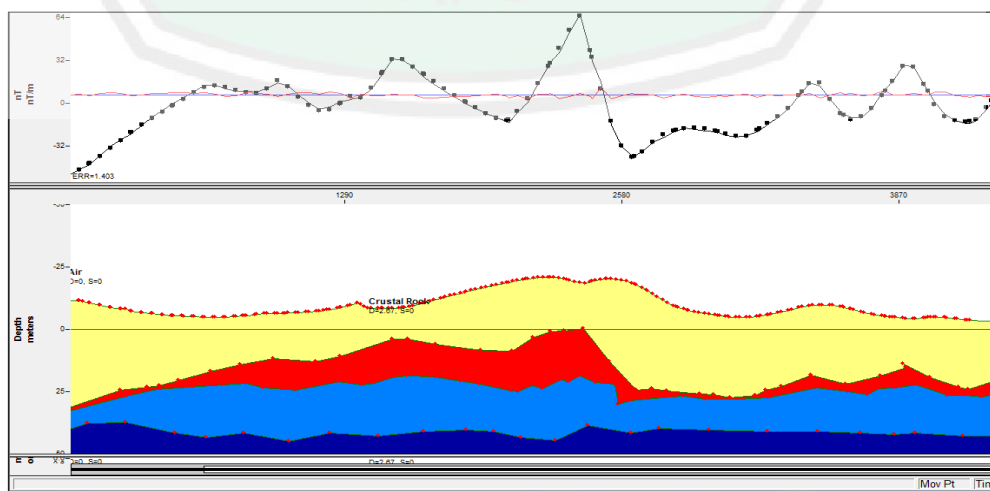
Berdasarkan peta geologi, target penelitian berada pada daerah Qa (*Quarter Aluvial*), sehingga dimungkinkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari formasi batuanya. Maka untuk memperjelas formasi batuan di daerah penelitian dilakukan 3 sayatan A-A', sayatan B-B' dan sayatan C-C'.

Pemodelan 2D pada oasis montaj di lakukan dengan menggunakan inputan berupa data topografi dan data anomali lokal. Prinsip kerja dari *Software Oasis Montaj* adalah menggunakan konsep *forward modeling* (pemodelan tidak langsung) dengan menyamakan bentuk dari anomali pengamatan (*Observed*) yang berupa garis putus-putus dengan anomali perhitungan (*Calculated*) yang berupa garis tegas, secara tidak langsung penyamaan tersebut bersimulasi

menggambarkan model dan kedalaman benda anomali atau struktur geologinya. Penyamaan dari anomali pengamatan dengan perhitungan dilakukan dengan *trial* dan *error*, karena semakin kecil *error* perhitungan terhadap *error* referensi akan menunjukkan ke validan pada pemodelan yang dilakukan. Dalam interpretasi kuantitatif masih terdapat ambiguitas karena bisa saja beragam model, geometri, dan kedalaman yang tidak pasti dapat dihasilkan. Untuk menghindari hal demikian maka perlu adanya data pendukung yang berupa data geologi daerah penelitian, data singkapan dan data geofisikanya. Sehingga diperoleh nilai *error* pemodelan sayatan AA' memiliki nilai *error* 1,403, pemodelan disayatan BB' memiliki nilai *error* 0,83, pemodelan sayatan CC' memiliki nilai *error* 1,792.

1. Lintasan A-A'

pada lintasan A-A' (gambar 4.12) menunjukkan bahwa lintasan A-A' memotong klosur positif pada setiap ujung-ujungnya yang berarah barat daya sampai timur laut dengan panjang lintasan 4303.27 m, pada koordinat $112,66127790^{\circ}$ BT dan -5.85189957° LS sampai $112,6300688^{\circ}$ BT dan -5.8423441° . pada pemodelan slice A-A' diperoleh seperti gambar berikut:







Gambar 4.12 Pemodelan Struktur Bawah Permukaan Sayatan A-A'

Keterangan:

- : Anomali Pengamatan
- : Anomali Perhitungan
- : Error Pengamatan
- : Error Perhitungan

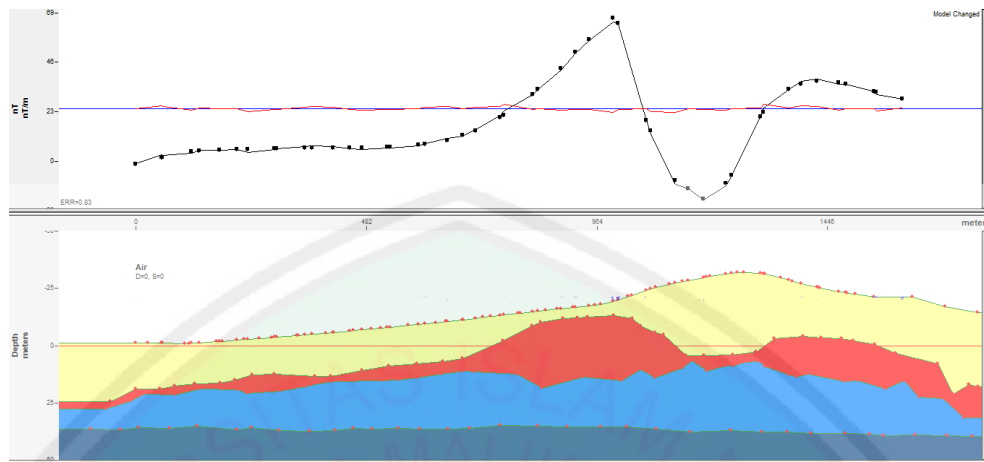
Hasil pemodelan pada lintasan A-A' dapat dilihat pada gambar 4.12. Pada lintasan A-A' memperlihatkan *error* 1.403 dengan membentuknya 4 body, sebagai berikut:

Tabel 4.1 Nilai Suseptibilitas Batuan Di Kawasan Penelitian Berdasarkan Hasil Pemodelan A-A'

No	Body	Suseptibilitas (cgs)	Kedalaman (m)	Batuan yang Dominan
1		0.00016	0 – 32.23	Pasir
2		0.0098	0 – 34.64	Batu pasir (batu pasir yang bercampur dengan pasir besi)
3		0.021	18.37 – 46.69	Batu Gamping (Batu Gamping yang bercampur dengan batu pasir)
4		0.002	36.45 - 50	Batu Gamping

2. Lintasan B-B'

Sayatan pada lintasan B-B' (gambar 4.13) menunjukkan bahwa lintasan memotong klosur positif pada setiap ujung-ujungnya yang berarah barat laut sampai tenggara dengan panjang lintasan 1606.05 m, pada koordinat $112,6489094874^{\circ}$ BT dan 5.85358228° LS sampai. $112,643534522^{\circ}$ BT dan $5,8423441^{\circ}$.







Gambar 4.13 Pemodelan Struktur Bawah Permukaan Sayatan B-B'

Keterangan:

- : Anomali Pengamatan
- : Anomali Perhitungan
- : Error Pengamatan
- : Error Perhitungan

Hasil pemodelan pada lintasan BB' dapat dilihat pada gambar 4.13. Pada lintasan B-B' memperlihatkan *error* 0.85 dengan membentuknya 4 body, sebagai berikut:

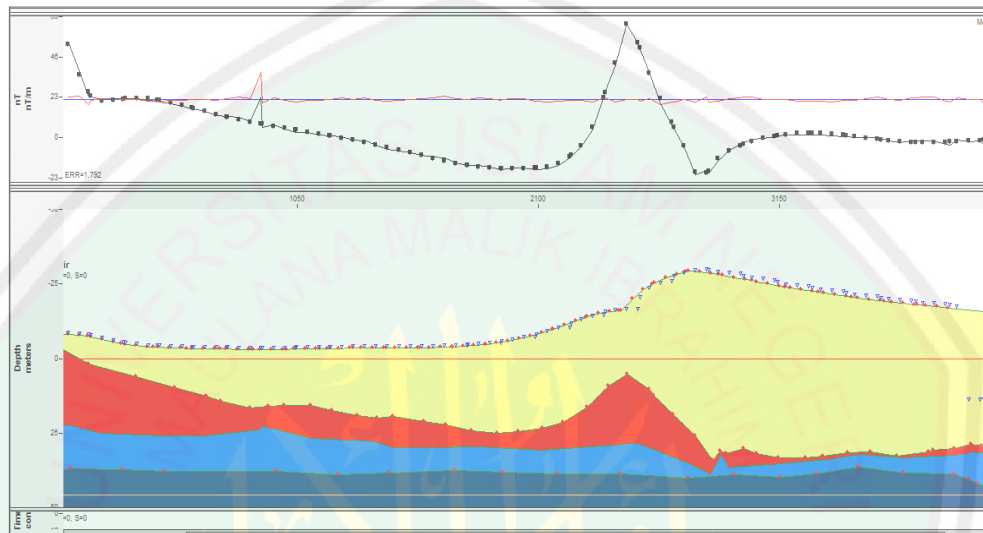
Tabel 4.2 Nilai Suseptibilitas Batuan Di Kawasan Penelitian Berdasarkan Hasil Pemodelan B-B'

No	Body	Suseptibilitas (cgs)	Kedalaman (m)	Batuan yang Dominan
1		0.00016	0 – 24.43	Pasir
2		0.0098	0 – 30.58	Batu pasir (batu pasir yang bercampur dengan pasir besi)
3		0.021	5.66 – 37.06	Batu Gamping (Batu Gamping yang bercampur dengan batu pasir)
4		0.002	35.44 – 50	Batu Gamping

3. Lintasan C-C'

Sayatan pada lintasan C-C' (gambar 4.14) menunjukkan bahwa lintasan memotong klosur positif pada setiap ujung-ujungnya yang berarah barat laut

sampai tenggara dengan panjang lintasan 4048.58 m, pada koordinat 112,657392° BT dan -5,842284° LS sampai. 112,6625429° BT dan -5,853522185°.



Gambar 4.14 Pemodelan Struktur Bawah Permukaan Sayatan C-C'

Keterangan:

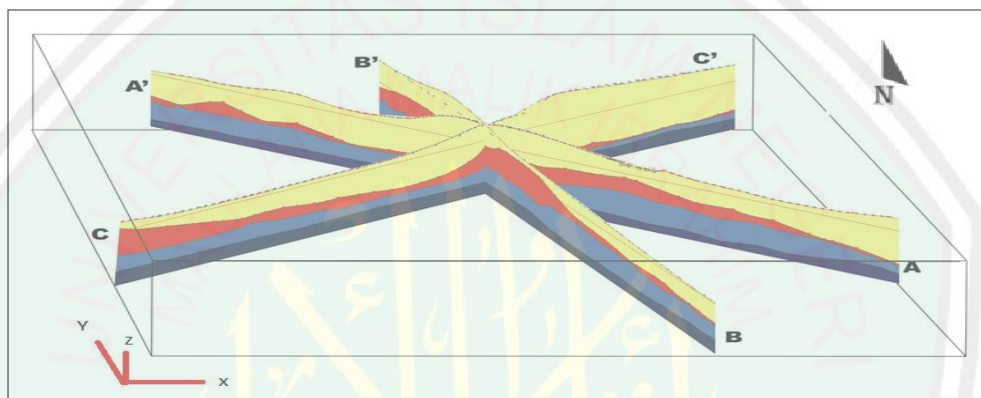
- : Anomali Pengamatan
- : Anomali Perhitungan
- : Error Pengamatan
- : Error Perhitungan

Hasil pemodelan pada lintasan C-C' dapat dilihat pada gambar 4.14. Pada lintasan C-C' memperlihatkan *error* 1.792 dengan membentuknya 4 body, sebagai berikut:

Tabel 4.3 Nilai Suseptibilitas Batuan Di Kawasan Penelitian Berdasarkan Hasil Pemodelan C-C'

No	Body	Suseptibilitas (cgs)	Kedalaman (m)	Batuan yang Dominan
1		0.00016	0 – 33.57	Pasir
2		0.0098	0 – 38.39	Batu pasir (batu pasir yang bercampur dengan pasir besi)
3		0.021	23.80 – 44.62	Batu Gamping (Batu Gamping yang bercampur dengan batu pasir)
4		0.002	36.12 – 50	Batu Gamping

Pada Pemodelan 3 Dimensi (3D) merupakan hasil gabungan dari pemodelan 2 Dimensi (2D) pada model A-A', B-B', dan C-C') menggunakan bantuan software *Sketchup*. Hasil lapisan pemodelan 3D menggambarkan sebaran dan struktur bawah permukaannya secara jelas dan nyata. Pada daerah penelitian, sehingga akan memudahkan proses interpretasi secara vertikal.



Gambar 4.15 Model 3D Penampang Lintasan A-A', B-B', dan C-C'.

4.2.3 Pembahasan

Pada penelitian dengan menggunakan metode magnetik untuk prospek pasir besi yaitu target anomali magnetik yang diharapkan adalah anomali magnetik tinggi, karena anomali tinggi tersebut berkaitan dengan batuan atau mineral yang mengandung banyak sifat magnet. Pada hasil interpretasi kualitatif hasil peta kontur anomali medan magnet lokal pada daerah penelitian memiliki nilai medan magnet yang relatif kecil berkisar antara -70 nT sampai 70 nT, nilai anomali medan magnet lokal yang memiliki medan magnet tinggi diasumsikan memiliki endapan campuran pasir besi. Untuk mengetahui posisi prospek pasir besi maka dilakukan interpretasi kuantitatif untuk mengetahui kedalaman pasir besi dengan melakukan sayatan yang didasarkan pada hasil kualitatif yang

diperoleh pada peta kontur anomali medan magnet residual dan kontur anomali medan magnet lokal yang telah direduksi ke kutub guna untuk melokalisasi benda penyebab anomali (Blakely, 1995). Hasil sayatan diperoleh 3 sayatan, yaitu: sayatan pertama A-A' pada koordinat $112,66127790^{\circ}$ BT dan $5,85189957^{\circ}$ LS sampai $112,6300688^{\circ}$ BT dan $5,8423441^{\circ}$, sayatan kedua B-B' pada koordinat $112,64890948^{\circ}$ BT dan $5,85358228^{\circ}$ LS sampai $112,6435345^{\circ}$ BT dan $5,8423441^{\circ}$, sayatan ketiga C-C' pada koordinat $112,657392^{\circ}$ BT dan $5,842284^{\circ}$ LS sampai $112,6625429^{\circ}$ BT dan $5,853522185^{\circ}$.

Untuk melakukan interpretasi mengenai posisi sumber prospek pasir besi secara kuantitatif dilakukan pemodelan dengan menggunakan *Software Oasis Montaj*. Pada oasis montaj dilakukan dengan inputan berupa data topografi dan data anomali lokal. Pada prinsipnya *Software Oasis Montaj* adalah menggunakan konsep *forward Modeling* (pemodelan tidak langsung) dengan menyamakan bentuk dari anomali pengamatan (*observed*) yang berupa garis putus-putus dengan anomali perhitungan (*calculated*) yang berupa garis tegas, secara tidak langsung penyamaan tersebut bersimulasi menggambarkan model dan kedalaman benda anomali atau struktur geologinya. Penyamaan dari anomali pengamatan dengan perhitungan dilakukan dengan *trial* dan *error*, karena semakin kecil *error* perhitungan terhadap *error* pengamatan akan menunjukkan kevalidan pada pemodelan yang dilakukan. Dalam interpretasi kuantitatif masih terdapat ambiguitas karena bisa saja beragam model, geometri, dan kedalaman yang tidak pasti dapat dihasilkan. Untuk menghindari hal demikian maka perlu adanya data pendukung yang berupa data geologi daerah penelitian, data

singkapan (statigrafinya) dan data geofisikanya, sehingga akan diperoleh nilai suseptibilitas batuanya. Nilai suseptibilitas batuan semakin besar jika dalam batuan tersebut dijumpai banyak mineral yang bersifat magnetik. Karakteristik dan kandungan mineral batuan adalah faktor yang mempengaruhi harga suseptibilitas suatu bahan (Telford, 1990). Hasil pemodelan yang didapat dari sayatan lintasan kontur anomali medan magnet lokal, diperoleh empat model lapisan, yaitu: model pertama (warna kuning), model kedua (warna merah), model ketiga (warna biru), model keempat (warna biru dongker). Pada model pertama ditandai dengan warna kuning mempunyai suseptibilitas 0.00016 dalam satuan cgs dengan kedalaman antara 0 m sampai 33.57 m memiliki batuan dominan pasir. Pada model kedua ditandai dengan warna merah mempunyai suseptibilitas 0.0098 dalam satuan cgs dengan kedalaman antara 0 m sampai 38.39 m memiliki batuan dominan batuan dominan batu pasir (batu pasir yang bercampur dengan pasir, dan pasir besi). Pada *Body* yang berwarna merah merupakan dugaan adanya campuran pasir besi yang ada di bawah permukaan pada daerah penelitian, dengan menunjukkan pengaruh nilai anomali model terhadap anomali referensi yang lebih besar dari model yang lainnya. Formasi ini diduga sebagai batu pasir dengan parameter peta geologi, stratigrafi dan data singkapan. Menurut Sehad (2016) dari hasil penelitiannya bahwa pasir besi yang berada pada endapan Qa (*Quarter alluvial*) menyebutkan pasir besi hasil penelitian memiliki nilai suseptibilitas 0.0093 dalam satuan cgs dan kandungan pasir besi di dalam formasi aluvium diperkirakan relatif kecil. Menurut Donald (1993) dalam penelitiannya bahwa hasil rata-rata intensitas medan lokal yang

diamati pada sedimen magnetik adalah 56030 nT dari data setelah koreksi diurnal. Pada model ketiga ditandai dengan warna biru mempunyai susceptibilitas 0.021 dalam satuan cgs dengan kedalaman antara 18.37 m sampai 46.69 m memiliki batuan dominan batu gamping (batu gamping bercampur dengan batu pasir). *limestone* termasuk batuan sedimen karbonat yang terbentuk dari akumulasi cangkang, karang, alga dan pecahan-pecahan sisa organisme, berwarna putih hingga kelabu muda dan kecoklatan: pejal setempat terdapat urat kalsit (Azis, 1930). Pada model keempat ditandai dengan warna nila mempunyai susceptibilitas 0.002 dalam satuan cgs dengan kedalaman antara 35.44 m sampai 50 m memiliki batuan dominan batu gamping.

Singkapan pasir besi yang terbentuk di daerah penelitian tidak lepas dari data singkapan, stratigrafi yang membentuk singkapan pasir besi dan waktu pembentukannya serta hubungan dengan keadaan geologi sekelilingnya. Pada susunan stratigrafi daerah penelitian terdapat daerah endapan Qa (*Quarter aluvium*) yang terdiri dari kerakal, kerikil, lempung, lumpur dan pasir. Daerah singkapan pasir besi yang berada formasi Qa di pesisir pantai merupakan sebuah jebakan sungai dan pantai yang umumnya tidak kompak dan mudah lepas (Azis, 1993). Menurut Setiawan (2016) bahwa unsur model geologi regional meliputi batuan sumber memiliki hubungan erat dengan endapan pasir besi. Menurut Hilman (2014) bahwa pembentukan endapan pasir besi ditentukan oleh beberapa faktor antara lain batuan asal, proses perombakan, media transportasi, proses serta tempat pengendapannya. Sumber mineral endapan pasir besi pantai sebagian besar berasal dari batuan gunung api. Proses perombakan terjadi akibat

telah mengajar Muhammad SAW. semua fakta-fakta ilmiah. Keberadaan pasir besi atau yang biasa disebut besi dikenal dengan sebutan besi atau baja merupakan salah satu unsur yang sering kita manfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Penambangan pasir besi telah banyak dilakukan didunia ini dan bijih besi sudah banyak diolah menjadi besi dengan tingkat kelebihan dan kekurangan masing-masing tergantung dari campuran bahannya. Setelah ditambah bijih besi akan melalui proses atau tahapan peleburan dan pencampuran dengan unsur lain. Beberapa pemanfaatan dari unsur besi yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari, yaitu: sebagai bahan senjata (pisau, pedang, keris, dsb). Sebagai peralatan rumah tangga (LPJ, kompor, dsb), sebagai bahan dasar pembuatan tiang-tiang, dan sebagainya.

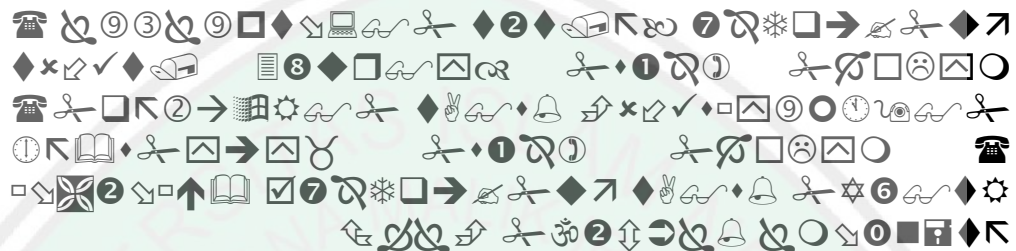
Sebuah informasi yang telah Allah berikan tentang teknologi pengolahan besi yang telah dikuasai oleh manusia sejak zaman Nabi Daud AS, yang terungkap dalam surat Al-Anbiyaa'[21]:80 dan surat Al-Kahfi[18]: 96, yaitu:



“ dan telah Kami ajarkan kepada Daud membuat baju besi untuk kamu, guna memelihara kamu dalam peperanganmu; Maka hendaklah kamu bersyukur (kepada Allah).”

Pada ayat diatas menyebutkan karunia-Nya yang diberikan-Nya kepada Nabi Daud a.s. bahwa telah diberikan-Nya pengetahuan dan keterampilan dalam kepandaian membuat baju besi yang dipergunakan orang-orang zaman itu sebagai pelindung diri dalam peperangan. Kepandaian membuat baju besi baru dimanfaatkan oleh para ilmuwan di abad 18an. Sudah tentu, semua ummat yang

beriman kepada-Nya senantiasa mensyukuri segala karunia yang dilimpahkan-Nya. Dijelaskan pula cara pemanfaatan besi dalam pembuatan senjata tajam (pedang dan sejenisnya) pada surat Al-Kahfi(18): 96



"Berilah aku potongan-potongan besi". hingga apabila besi itu telah sama rata dengan kedua (puncak) gunung itu, berkatalah Dzulkarnain: "Tiuplah (api itu)". hingga apabila besi itu sudah menjadi (merah seperti) api, diapun berkata: "Berilah aku tembaga (yang mendidih) agar aku kutuangkan ke atas besi panas itu".

Pada ayat di atas menjelaskan bahwa salah satu pemanfaatan pasir besi yang sudah diajarkan pada zaman Dzulkarnain dalam pembuatan pedang dengan pencampuran beberapa unsur lain seperti tembaga. Kekuasaan Allah S.W.T. untuk memberi kehidupan pada manusia di luar hukum kebiasaan. Pedang yang digunakan sebagai senjata untuk berjihad/berperang demi menegakkan agama-Nya pada zaman itu.

"Dan banyak sekali tanda-tanda (kekuasaan Allah) di langit dan di bumi yang mereka melaluinya, sedang mereka berpaling dari padanya" (Q.S. Yusuf[11]):105)".

Dari ayat di atas terlihat jelas satu bentuk kemukjizatan saintifik yang menyatakan tanda-tanda kekuasaannya dalam penciptaanya. Maha suci Allah yang telah menurunkan Al-Qur'an yang telah diisyaratkan di muka bumi ini dan mengandung fakta ilmiah yang menakjubkan dan mengagumkan ini, 14 abad silam dan mengilhamkannya kepada penutup para nabi dan rasul, Nabi

Muhammad SAW yang selanjutnya merumuskan dan menyampaikan fakta-fakta tersebut dalam kitab yang diturunkan Allah serta di dalam sunnah rasul-Nya.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data interpretasi dan pembahasan dapat disimpulkan seagai berikut:

1. Berdasarkan anomali magnet lokal pada daerah penelitian terbagi menjadi dua, yaitu: anomali tinggi dan anomali rendah dengan bentuk klosur tertutup yang tersebar secara tidak merata di area penelitian
2. Berdasarkan data singkapan, stratigrafi, geologi dan data geofisika, area penelitian memiliki empat model lapisan struktur bawah permukaan yang tersusun dari pasir halus, pasir yang bercampur dengan pasir besi, gamping bercampur dengan batu pasir dan gamping dengan kedalaman 50 meter di bawah permukaan.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan data bor dan menggunakan luasan yang lebih besar (mencakup satu pulau Bawean) untuk mengetahui potensi sumber daya alam yang ada di pulau Bawean terutama pada sumber daya alam tambang yang ada di pulau Bawean seperti: mineral pasir besi, batu bara, dan migas dipulau Bawean (sesuai informasi dari peta geologi lembar Bawean & Masalembu).

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Quran. 2014. *Al-Quran Al-Karim dan terjemahannya*. Surabaya: Halim Publishing & Distributor.
- Azis, S. 1993. *Geologi Lembar Bawean dan masalembo*. Indonesia: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Blakely, Richard J. 1995. *Photensial Theory in Gravity and Magnetic Aplication*. New Jersey: Prentice Hall.
- Donald, C., Manfred, P.N., 1993. *Geophysical Study Of The Toharoa Iron Sand Deposi west coast nort island*. New zealand. Vol.36:141-160.
- Haryadi Harta. 2017. *Analisis Neraca Sumber Daya Pasir Besi dan Bijih Nikel Indoesia*. Jurnal teknologi mieral dan batubara. Vol.13 nomor 2:153-159
- Fitri Idul. 2016. *Analisis Kandungan Mineral Loga Singkapan Batuan Dikawasan Pertambangan Mangan Desa Kumbewaha Kecamatan Siotapina Kabupaten Buton Dengan Menggunakan Metode X-RF*. Skripsi. Kendari: Universitas Haluoleo
- Hilman, P.M., 2014. *Pasir Besi Di Indonesia*. Bandung: Badan Geologi Indonesia.
- Milsom, John. 2003. *Field Geophysics Third Edition*. London: John Wiley & Sons Ltd
- Purwanto, S. 2017. *Struktur mikro dan Sifat Magnet Pasir Besi Pasca Ultrasonifikasi*. Jurnal Sains Materi Indoesia. Vol.19:14-18
- Prabowo Heri. 2011. *Bijih Besi*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Robinson E.S. 1988. *Basic Exploration Geophysic*. New York: John and Sons.
- Rosid, Syamsu. 2008. *Geomagnetic Method Lecture Note. Physic Departement*. Depok: FMIPA UI.
- Ruslita, siti., Siregar, Simon Sadok., Sota Ibrahim. 2016. *Identifikasi Sebaran Bijih Besi Dengan Metode Geomagnet Didaerah Pemalongan Bajuin Tanah Laut*. Kalimantan: FMIPA Universitas Lambung Mangkurat.
- Sarkowi, M. 2010. *Buku Ajar Pengantar Teknik Geofisika*. Lampung, Universitas Lampung.

Sehah, Raharjo, S.A., Kurniawan, M.N., 2016. *Distribution Of Iron Sand in The Widara Payung Coast Area at Regency Of Cilacap Based On Magnetic Anomali Data*. Journal of Physics. Vol.6. no.2:97

Sutiawan, N. 2016, *Eksplorasi Endapan Pasir Besi Berbasis Petunjuk Geomorfologi di Daerah Pesisir Pantai Antara Muara Sungai Brang Rhee dan Muara Sungai Sampek Sumbawa Besar*. Yogyakarta: Graha Sabha Pramana

Tanpa Nama. Tahun. Pembentukan Pasir Besi Pada Batuan Sedimen. <http://3.bp.blogspot.com/sKTi2.pembentukan-pasir-besi.jpg>. Diakses 6 November 2018

Tanpa Nama. Tahun. Kalkulator Magnetik NOAA. <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#igrfwmm>. Diakses 6 Juli 2018.

Telford, W., Geldart, L., And Sheriff, R. 1990. *Applied Geophysics*. Second Edi., New York: Press Syndicate of the University of Cambridge.

Tjasyono, Bayong. 2006, *Ilmu Kebuian dan Antariksa*, Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Yahya, Andy. 2014. *Pasir Besi Di Indonesia*. <http://www.andyyahya.com/2014/02/pasir-besi-di-indonesia-dari-genesa.html>. Diakses 26 Januari 2018

Yusuf, al-Hajj A. 2011. *Sains Modern Menurut Perspektif Al-Qur'an & As-Sunnah*. Malaysia: Perniagaan Jahabersa.

LAMPIRAN

Lampiran 1

1. Data Hasil Penelitian Geomagnetik

a. Hari pertama (kamis, 5 juli 2018)

No	Nama Titik	Posisi		z	Waktu		Anomali Total (nT)
		Bujur	lintang		Jam	Menit	
1	base awal 1	112,62565	-5,84292	8	7	8	199,6
2	t1	112,6257167	-5,8428833	5	8	27	-50,1254111
3	t2	112,62565	-5,8441167	3	8	36	-65,9572444
4	t3	112,62565	-5,8451	2	8	43	-66,9509444
5	t4	112,6253833	-5,8465667	3	8	50	-58,5446444
6	t5	112,6254833	-5,8472	3	8	52	-49,7024666
7	t6	112,6257	-5,8479167	3	9	1	-47,4940666
8	t7	112,6272833	-5,8481667	3	9	10	-31,7254333
9	t8	112,6272	-5,8490333	3	9	14	-44,0818866
10	t9	112,6274667	-5,8490333	4	9	24	-7,67298888
11	t10	112,6278167	-5,8508167	3	9	30	-7,74692222
12	t11	112,6272833	-5,8516	3	9	35	-10,9019444
13	t12	112,62635	-5,8514667	6	9	45	-22,2127666
14	t13	112,62645	-5,8528167	7	9	50	-15,6483333
15	t14	112,6266167	-5,8535667	8	9	52	-16,2469333
16	t15	112,6256667	-5,8531167	8	10	2	41,0031
17	t16	112,62565	-5,85245	7	10	10	-0,50943333
18	t17	112,6255667	-5,8515833	6	10	15	-30,945
19	t18	112,6257833	-5,8503167	5	10	27	-41,4142666
20	t19	112,6261667	-5,8497	4	10	35	-81,3661
21	t20	112,6272833	-5,84725	3	10	56	-122,067122
22	t21	112,62715	-5,8461333	2	11	5	-45,5781777
23	t22	112,6271667	-5,8458333	2	11	11	-56,4123444
24	t23	112,6273167	-5,8442167	3	11	17	-52,0876
25	t24	112,6275	-5,8432	3	11	24	-45,0809111
26	t25	112,6287833	-5,8430167	5	13	13	6,581288889
27	t26	112,6288833	-5,8438333	4	13	21	-43,1314777
28	t27	112,6290667	-5,8498	3	14	6	-24,8494777
29	t28	112,6289667	-5,8489667	3	14	15	-34,5608444
30	t29	112,6289833	-5,8468167	2	14	20	-48,4360222

31	t30	112,6300167	-5,84735	2	14	30	-35,0273111
32	t31	112,6309333	-5,8481	3	14	36	-36,7015555
33	t32	112,6309167	-5,84915	3	14	45	-38,2932333
34	t33	112,6318667	-5,8482167	3	14	53	-39,12516
35	t34	112,6304833	-5,8424667	3	15	10	-68,78962
36	t35	112,6319	-5,8429167	5	15	18	-59,4223555
37	t36	112,63325	-5,843	4	15	29	29,70833111
38	t37	112,6333167	-5,8441167	5	15	35	-49,2864888
39	t38	112,6347	-5,8431667	6	15	45	-47,1966888
40	t39	112,6347167	-5,8441	5	15	53	-48,6298444
41	t40	112,6345833	-5,8447333	5	15	56	-41,9068888
42	t41	112,6358333	-5,8443167	9	16	10	-45,3735888
43	t42	112,636	-5,84485	8	16	13	-44,8111466
44	t43	112,6359	-5,84305	9	16	19	-87,7652666
45	t44	112,6370667	-5,8423167	9	16	23	-26,6818444
46	t45	112,6368167	-5,8441833	10	16	45	-11,5813111
47	t46	112,6372833	-5,8449833	10	16	44	-19,5423844
48	t47	112,6376667	-5,8450333	8	16	46	-44,6199888
49	t48	112,6381167	-5,8432333	8	16	50	-59,0561
50	base akhir 1	112,62565	-5,84292	8	17	8	199,6

No	Pembacaan (nT)					Modus
	1	2	3	4	5	
1	44034	44035	44034	44035	44035	44035
2	43785,8	43786,2	43785,2	43785,8	43785,2	43785,2
3	43769,6	43769	43769,2	43768,8	43770,2	43769,4
4	43768,8	43767,2	43768	43768,6	43769,2	43768,4
5	43775	43775,2	43777,2	43777,8	43778,6	43776,8
6	43785,2	43787,6	43785	43784	43786,2	43785,6
7	43787,8	43786,6	43787,8	43788,2	43787,8	43787,8
8	43803,8	43803,6	43802	43804,4	43804	43803,6
9	43790,4	43791,6	43790	43791,8	43792,2	43791,2
10	43829	43829,8	43827,4	43826,4	43825,4	43827,6
11	43826,6	43827,6	43828,6	43828,4	43826,4	43827,5
12	43823,2	43825	43824,8	43824,6	43824,2	43824,4
13	43811,4	43813,4	43813,2	43812,4	43814,8	43813
14	43818,6	43819	43819,4	43822	43819	43819,6
15	43818,4	43819,4	43818,6	43819,6	43819	43819

16	43875,8	43876,4	43874,6	43876,6	43877,8	43876,2
17	43840,2	43831,6	43833,2	43834,2	43834,4	43834,7
18	43803,8	43803,4	43802,2	43806,2	43805,8	43804,3
19	43792,6	43791	43792,6	43795,8	43797	43793,8
20	43748,4	43751	43756,4	43755,8	43757,6	43753,8
21	43707,8	43713,8	43719	43711,8	43713,2	43713,1
22	43788,6	43787,6	43789,2	43790,4	43792,2	43789,6
23	43779,4	43778,2	43778,8	43778,8	43778,6	43778,8
24	43784,2	43780,4	43781,4	43782,2	43787,2	43783,1
25	43790,6	43786,6	43792	43785	43796,2	43790,1
26	43841,2	43842,6	43841	43843,2	43840,2	43841,6
27	43792	43791,8	43791	43792,4	43792,4	43791,9
28	43810,4	43810,6	43810	43810	43809,8	43810,2
29	43799	43801,8	43798,6	43801	43801,8	43800,4
30	43787	43786,6	43786,8	43786,8	43785,6	43786,6
31	43799	43799	43800,8	43800,2	43800,8	43800
32	43798	43798	43798	43798,8	43798,6	43798,3
33	43796,8	43797,2	43796,8	43796,4	43796,2	43796,7
34	43794,8	43795,2	43796,6	43796,6	43796	43795,8
35	43767,6	43766,6	43766,6	43764,2	43765,8	43766,2
36	43776,2	43774,8	43775,8	43776,4	43774,4	43775,5
37	43864,6	43862,8	43864,2	43864,8	43866,8	43864,6
38	43786,2	43785	43786	43785,4	43785,6	43785,6
39	43787	43789,4	43787	43787,2	43788	43787,7
40	43786	43787,4	43785,4	43786,4	43786,2	43786,3
41	43792,2	43793	43793	43792	43793	43793
42	43789,6	43790,8	43788,4	43789,6	43789,2	43789,5
43	43790,4	43789,8	43790	43790	43790,2	43790,1
44	43746	43746	43748,2	43746,2	43749,2	43747,1
45	43808,2	43808,2	43808,2	43808,2	43808,2	43808,2
46	43824,4	43824	43824	43821,8	43822,2	43823,3
47	43816,6	43815,6	43815,6	43814,2	43814,6	43815,3
48	43790	43791,2	43790,4	43790,4	43789,2	43790,2
49	43776,4	43776	43774,6	43776	43776	43775,8
50	44033,8	44034,2	44035,6	44034,4	44034,2	44034,4

b. Hari kedua (jum'at, 6 juli 2018)

No	Nama Titik	Posisi		z	Waktu		Anomali Total (nT)
		Bujur	lintang		Jam	menit	
1	base awal 2	112,62565	-5,84292	8	6	40	202,48
2	t49	112,6390167	-5,8430833	5	7	8	-41,52961
3	t50	112,6389833	-5,8439333	6	7	18	-53,2841561
4	t51	112,6398333	-5,8451167	4	7	25	-83,9241656
5	t52	112,64645	-5,8465	15	7	40	41,43306224
6	t53	112,6492833	-5,8474667	16	8	2	-57,0324723
7	t54	112,64915	-5,84645	23	8	5	-41,9025194
8	t55	112,6490333	-5,84545	30	8	16	-56,5949055
9	t56	112,6488833	-5,8444	33	8	25	-2,93398341
10	t57	112,6490667	-5,8434167	36	8	28	-35,2849199
11	t58	112,6475167	-5,8433333	35	8	35	-30,4664965
12	t59	112,6474	-5,8445333	34	8	40	-29,2940872
13	t60	112,6474667	-5,84555	29	8	43	-19,6872261
14	t61	112,6462	-5,8457167	25	8	53	-33,2613910
15	t62	112,6446	-5,8454333	21	9	0	-98,6044500
16	t63	112,6446	-5,8444167	32	9	4	-14,7149207
17	t64	112,64365	-5,8442167	15	9	15	5,19366728
18	t65	112,6430333	-5,84465	10	9	16	-42,7625209
19	t66	112,65405	-5,8505333	5	9	40	-44,3429732
20	t67	112,6554833	-5,8497	6	9	50	-47,8367993
21	t68	112,6538833	-5,8484333	7	10	7	4,245172057
22	t69	112,6561167	-5,8471167	12	10	12	-42,5802163
23	t70	112,6554333	-5,84835	13	10	18	-12,0061128
24	t71	112,6553	-5,84845	8	10	25	-41,6686212
25	t72	112,6550833	-5,8496167	6	10	35	-55,0021932
26	t73	112,6555167	-5,85055	5	10	40	-31,7903345
27	t74	112,6571	-5,8472333	10	13	16	-69,9929825
28	t75	112,6566167	-5,8481833	9	13	22	-50,6984556
29	t76	112,6566833	-5,8489333	8	13	40	-53,8530960
30	t77	112,6568167	-5,84975	6	13	39	-57,2561030
31	t78	112,6579333	-5,8501167	5	13	48	-67,1928938
32	t79	112,6587667	-5,8500667	5	13	52	-39,3424327
33	t80	112,6586833	-5,849	7	14	2	4,704037613
34	t81	112,65935	-5,8491333	7	14	20	-44,8306027
35	t82	112,6617	-5,8492167	5	14	32	-12,0809983

36	t83	112,66205	-5,84775	8	14	42	-58,9345279
37	t84	112,6629333	-5,8492833	6	14	58	-50,8934459
38	t85	112,66365	-5,8481833	7	15	1	-23,3272624
39	t86	112,66365	-5,84915	6	15	9	-46,2255779
40	t87	112,6639333	-5,8489	7	15	36	-26,4775173
41	t88	112,66495	-5,8484333	7	15	41	-70,0040915
42	t89	112,66515	-5,8474833	8	15	45	-35,8740116
43	t90	112,6653833	-5,847	9	15	55	-32,1885153
44	t91	112,66665	-5,8462	8	16	1	-47,1746661
45	t92	112,6670833	-5,8469333	17	16	8	-113,156327
46	t93	112,6669	-5,8478167	29	16	39	-62,7173822
47	t94	112,6665	-5,8482833	9	16	45	-102,462304
48	t95	112,6667833	-5,8489833	13	16	51	-123,006930
49	t96	112,6658333	-5,8487667	8	16	57	-69,8725308
50	t97	112,6513667	-5,8528	0	17	17	-45,4200559
51	t98	112,6520833	-5,8526333	3	17	30	-61,1476138
52	t99	112,6517833	-5,8522167	3	17	32	-49,3819386
53	base akhir 2	112,62565	-5,84292	8	17	41	202,48

No	Pembacaan (nT)					Modus
	1	2	3	4	5	
1	44037	44038,6	44036,8	44038	44039	44037,9
2	43794,2	43793,4	43793,6	43793,4	43794,4	43793,8
3	43777,3	43782	43787,6	43780,4	43782,8	43782
4	43724,4	43746,2	43769,8	43768,2	43748,2	43751,4
5	43878,6	43877	43875,6	43876,2	43876	43876,7
6	43778,2	43778,4	43777,8	43778,8	43777,6	43778,2
7	43793,2	43793	43792,8	43794	43793,4	43793,3
8	43778,8	43779,4	43778	43778,4	43778,2	43778,6
9	43831,8	43832,8	43832,6	43832,2	43831,6	43832,2
10	43801,4	43800,4	43802,2	43792	43803,2	43799,8
11	43805	43803,6	43804	43804,4	43806,2	43804,6
12	43805,8	43805,2	43806,2	43805,8	43805,8	43805,8
13	43816,2	43814	43814,8	43816	43816	43815,4
14	43801,8	43801,6	43802	43802,2	43801,4	43801,8
15	43732	43739,2	43740,8	43735,8	43734,4	43736,4
16	43824,2	43819,8	43818,8	43819	43819,8	43820,3
17	43841,2	43839,8	43840,4	43839,8	43839,8	43840,2

18	43792	43793	43792,2	43792,4	43791,6	43792,2
19	43790,2	43790,2	43791	43791,6	43790	43790,6
20	43786,6	43787,8	43786,8	43787,2	43787	43787,1
21	43844,2	43848,2	43835,2	43846,8	43821,2	43839,1
22	43792,2	43793,2	43791,4	43791,6	43793	43792,3
23	43832,2	43821	43819,6	43820,6	43820,8	43822,8
24	43793,4	43792,4	43794	43793,4	43792,6	43793,2
25	43779,4	43779,6	43780,8	43779,4	43779,8	43779,8
26	43802,6	43802,6	43803,2	43803	43803,6	43803
27	43764,2	43764,4	43764	43764,8	43764,6	43764,4
28	43786,2	43784,4	43783,2	43782,2	43782,4	43783,7
29	43780,6	43780,6	43781,4	43780	43779,8	43780,5
30	43776,6	43778	43777,2	43776,4	43777,2	43777,1
31	43768	43768,2	43767	43766	43766,4	43767,1
32	43795,2	43794,2	43795,8	43794,6	43795	43795
33	43841,1	43840,6	43839	43837,4	43836,8	43839
34	43789,4	43789,4	43789,4	43789,4	43789,4	43789,4
35	43821	43823	43822	43822,8	43821,8	43822,1
36	43776	43775	43775,8	43774,6	43774,8	43775,2
37	43784,4	43782,4	43784,4	43783,2	43781,8	43783,2
38	43810,2	43809,8	43810,8	43810,8	43810,8	43810,8
39	43788,4	43788	43788,2	43788	43786,8	43787,9
40	43808,2	43807,8	43806,6	43807,6	43807,6	43807,6
41	43763,3	43764,4	43764	43764,2	43764,2	43764
42	43797,3	43799	43799,4	43799,6	43795,4	43798,1
43	43801,6	43802,8	43801,2	43800,6	43802,8	43801,8
44	43789,2	43790,8	43785	43785,8	43783,2	43786,8
45	43724	43720,8	43720,8	43720,8	43720,8	43720,8
46	43771,6	43771,6	43771	43771	43770,6	43771,2
47	43731,4	43731,4	43730,6	43731,6	43731,4	43731,4
48	43710,8	43711,4	43711,8	43711	43709,2	43710,8
49	43764,4	43763,2	43764,4	43764	43763,8	43764
50	43783,6	43789,2	43789,2	43789,4	43790,4	43788,4
52	43772,2	43772	43772,6	43773	43773,2	43772,6
53	43783,6	43784,6	43784,6	43784,2	43784,8	43784,4
54	44045,8	44036,6	44036,2	44036,2	44036,2	44036,2

Lampiran 2 Tahap Pengolahan Data

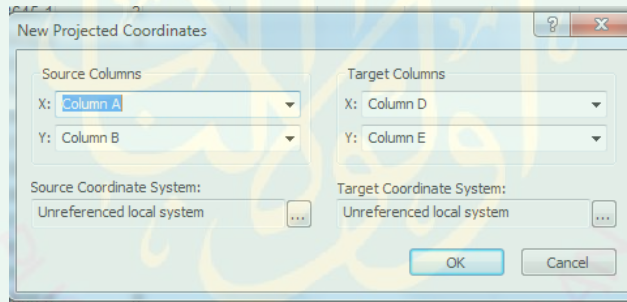
A. Pembuatan Kontur

1. Dilakukan koreksi harian dan IGRF terlebih dahulu
2. *Surver13* dibuka kemudian klik new Worksheet (ctrl+w)
3. Kolom A (x) diisi dengan koordiat bujur (Utm), kolom B (y) diisi koordinat lintang (UTM), dan kolom C (z) diisi dengan nilai ketinggian daerah penelitian. Seperti berikut ini:

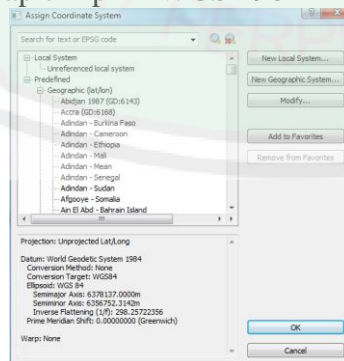
	A	x	B	y	C	z
50	679957,11		9353893,0			8
51	679957,11		9353893,0			5
52	681437,36		9353870,2			3
53	681433,39		9353776,2			2
54	681527,14		9353645,1			3
55	682259,46		9353490,0			3
56	682572,93		9353382,2			3
57	682559,40		9353404,6			2

a. Cara merubah koordinat derajat ke UTM

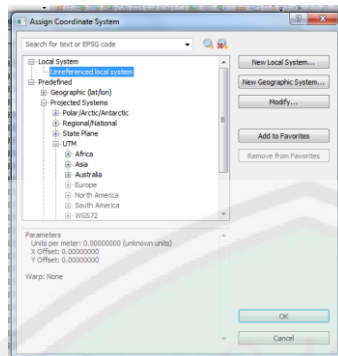
1. Kolom A (x) diisi dengan koordiat bujur (derajat), kolom B (y) diisi koordinat lintang (derajat).
2. Klik data – New Project Coordinat, maka akan muncul colom seperti berikut:



3. Pilih source koordinat sistem, Klik unferenced local system, pilih geographic - pilih WGS 1984 – klik ok. seperti gambar berikut:



4. Pilih target koordinat sistem, Klik unferenced local system, pilih predefinet - pilih UTM – pilih zona daerah penelitian (49S) klik ok. seperti gambar berikut:



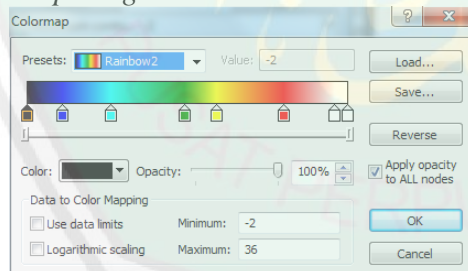
5. Maka akan muncul koordinat utm pada coloum D (koordinat x dalam UTM), dan coloum E (koordinat y dalam UTM), seperti berikut:

	A	B	C	D	E
1	112.62565	-5,8429167	8	679957,1	9353893
2	112.62572	-5,8428833	5	679964,51	9353896,6
3	112.62565	-5,8441167	3	679956,73	9353760,3
4	112.62565	-5,8451	2	679956,42	9353651,5
5	112.62538	-5,8465667	3	679926,42	9353489,4
6	112.62548	-5,8472	3	679937,29	9353419,3

6. Maka di gantilah koordinat x (derajat) dengan koordinat UTM di coloum D ke coloum A, dan koordinat y (derajat) dengan koordinat UTM di coloum E ke coloum B.

7. *Save dalam extension (file type) "BLN Golden Software Blanking"*

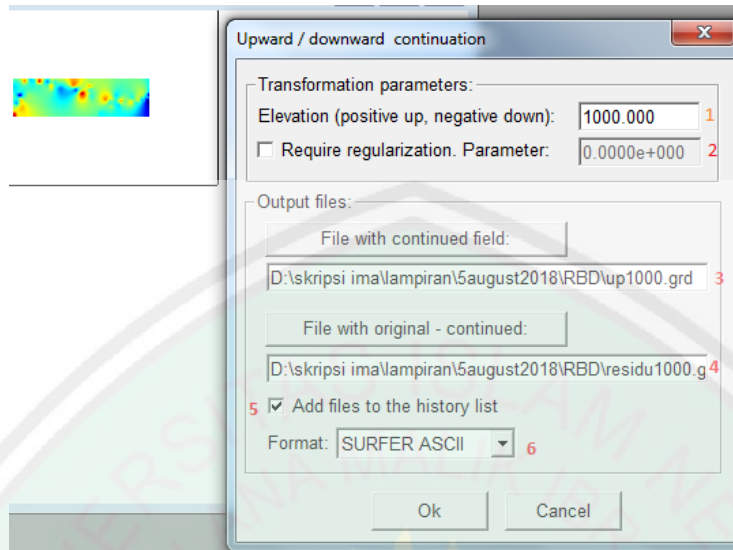
4. *Grid – Data – Data Lokasi (x,y,z) – oke – maka menghasilkan file tipe GRD*
5. *Save Grde Data Report*
6. *Map – Contour Map – New Contour Map – Open data hasil Grid*
7. *Pada properties manager diklik tab levels – fill color – pilih spektrum warna, seperti gambar berikut*



8. *Setelah didapatkan kontur kemudian file – export – disimpan dalam bentuk jpg – save*

B. Kontinuasi ke Atas

1. *Open magpick – file – open (pilih data anomali magnetik yang sudah direduksi ke kutub dalam bentuk gride) – open (akan muncul peta kontur) – operation – upward continuation. Kotak dialog kontinuasi keatas pada gambar dibawah ini;*

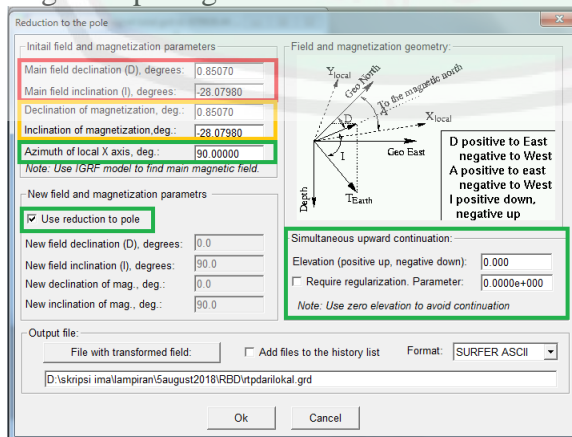


Keterangan :

1. Ketinggian untuk medan kontinuitas keatas, positif untuk kontinuitas keatas dan negatif untuk kontinuitas kebawah
2. Untuk kontinuitas kebawah *downward* jika diperlukan, diklik dan parameter dimasukkan.
3. Nama arsip untuk kontinuitas, dimana menunjukkan anomali regionalnya, *save* dalam bentuk *grid file*(.*grd)
4. Arsip dengan selisih data asli yang dikurangkan dengan data hasil kontinuitas, dimana menunjukkan anomali lokalnya *save* dalam bentuk *grid file* (.*grd)
5. Jika kotak ini dicentang, maka arsip *output* akan dimasukkan ke *history list* untuk memudahkan apabila diproses kembali. Kotak ini untuk memilih arsip keluaran yang ingin ditampilkan.

C. Reduksi keKutub

1. *Open Magpick – file – open* (pilih data anomali magnetik dalam bentuk grid) – *open* (akan muncul pete kontur – operation – reduction on the pole. Kotak dialog RTP pada gambar dibawah ini:



Keterangan:

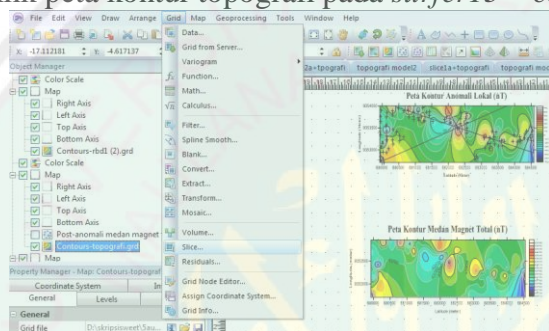
1. Nilai inklinasi dan deklinasi dari pengukuran dimasukkan

2. Parameter yang sama seperti no.1 tetapi untuk magnetisasi direkomendasikan untuk memulai dengan nilai yang sama dengan medan magnet utama (hanya untuk induksi magneti)
3. Azimut dari sumbu x lokasi 90^0 jika berada ditimur.
4. Kotak ini dicek untuk reduksi ke kutub. Jika ingin menghitung kembali medan untuk arah yang berbeda. Maka nilai yang diminta dimasukkan langsung.

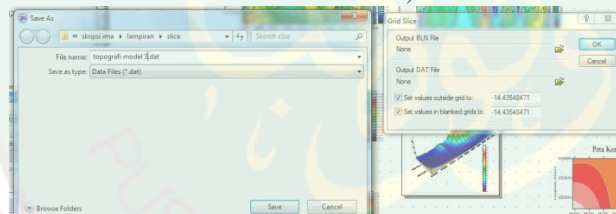
D. Pembuatan Slice dan Pemodelan

Pembuat slice dan pemodelan ini menggunakan software *surfer13* dan *Oasis montaj*

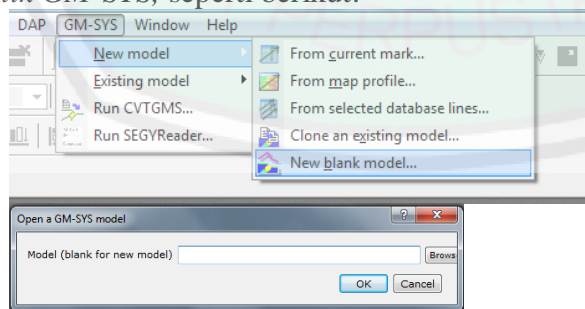
1. Klik peta kontur topografi pada *surfer13* – *cougride slice*



2. *Open gride topografi* – muncul coloum *Grid slice* – peta konturnya (*downward.grd*) – *slice A-A'bln* – ok – *output.dat* dan *.bln* dirubah nama (misal *slice A.blm* dan *slice A.dat*) – ok

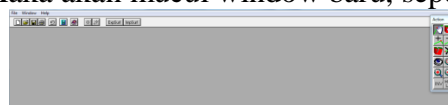


3. *Oasis Montaj* dibuka – pilih *GX* – *load menu* – cari *MSYS.omn* ok
4. *Klik GM-SYS*, seperti berikut:

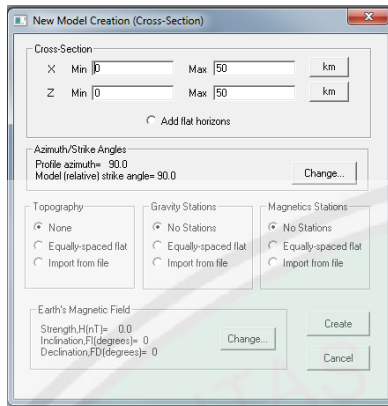


Klik ok.

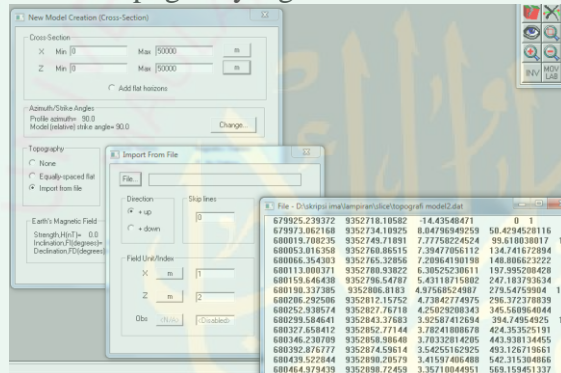
5. Maka akan muncul window baru, seperti berikut:



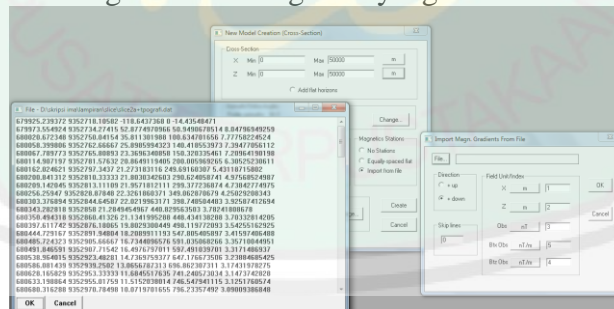
6. Klik file – *new model (Dept)* – tentukan *x (max)* dan *z (max)*, seperti berikut:



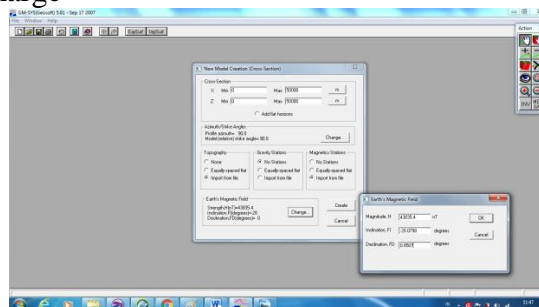
- a. Kemudian pada kotak topografi klik *import* file topografi – *direction up* – ubah ukuran ke meter, ubah masukan x dan z pada data sesuai dengan kolom topografi yang ada.



- b. Kemudian pada kotak *magnetic station* klik *import* file topografi – *direction up* – ubah ukuran ke meter, ubah masukan 1, 2, 3, 4 dan 5 pada data sesuai dengan kolom magnetik yang ada

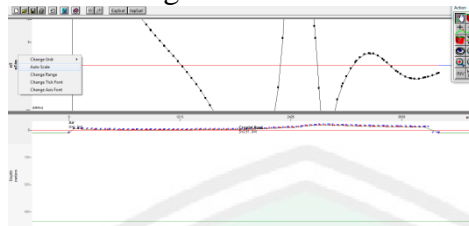


- c. Klik *charge*



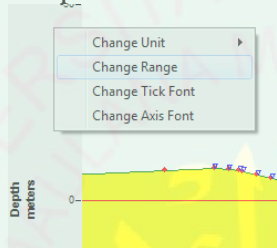
- d. Klik *creat*

e. Maka akan muncul gambar berikut:



Membuat pola pada pemodelan dengan memberikan titik lapisan pada icon mata sesuai dengan garis yang sudah kita tentukan (perlaisan) dengan menggunakan ikut garis

f. Klik kanan pada



7. Data yang dihasilkan melalui proses diatas adalah data final yang sudah terkoreksi. Dari hasil datatersebut kita bisa mengetahui persebaran anomali dan gambaran irisan bawah permukaan. Pembuatan model bertujuan untuk memperjelas suspek yang ditunjukkan didalam hasil data final. Pembuatan model dilakukan dengan membandingkan hasil anomali yang diperoleh dengan peta sketsa pengambilan data

Lampiran 4 Units For Magnetic Properties

UNITS FOR MAGNETIC PROPERTIES				
Quantity	Symbol	Gaussian & cgs emu ^a	Conversion factor, C ^b	SI & rationalized mks ^c
Magnetic flux density, magnetic induction	B	gauss (G) ^d	10^{-4}	tesla (T), Wb/m ²
Magnetic flux	Φ	maxwell (Mx), G-cm ²	10^{-8}	weber (Wb), volt second (V-s)
Magnetic potential difference, magnetomotive force	U, F	gilbert (Gb)	$10/4\pi$	ampere (A)
Magnetic field strength, magnetizing force	H	oersted (Oe), ^e Gb/cm	$10^3/4\pi$	A/m ^f
(Volume) magnetization ^g	M	emu/cm ³ ^h	10^3	A/m
(Volume) magnetization	$4\pi M$	G	$10^3/4\pi$	A/m
Magnetic polarization, intensity of magnetization	J, I	emu/cm ³	$4\pi \times 10^{-4}$	T, Wb/m ² ⁱ
(Mass) magnetization	σ, M	emu/g	1 $4\pi \times 10^{-7}$	A-m ² /kg Wb-m/kg
Magnetic moment	m	emu, erg/G	10^{-3}	A-m ² , joule per tesla (J/T)
Magnetic dipole moment	j	emu, erg/G	$4\pi \times 10^{-10}$	Wb-m ⁱ
(Volume) susceptibility	χ, κ	dimensionless, emu/cm ³	4π $(4\pi)^2 \times 10^{-7}$	dimensionless henry per meter (H/m), Wb/(A-m)
(Mass) susceptibility	χ_p, κ_p	cm ³ /g, emu/g	$4\pi \times 10^{-3}$ $(4\pi)^2 \times 10^{-10}$	m ³ /kg H-m ² /kg
(Molar) susceptibility	χ_{mol}, κ_{mol}	cm ³ /mol, emu/mol	$4\pi \times 10^{-6}$ $(4\pi)^2 \times 10^{-13}$	m ³ /mol H-m ² /mol
Permeability	μ	dimensionless	$4\pi \times 10^{-7}$	H/m, Wb/(A-m)
Relative permeability ^j	μ_r	not defined		dimensionless
(Volume) energy density, energy product ^k	W	erg/cm ³	10^{-1}	J/m ³
Demagnetization factor	D, N	dimensionless	$1/4\pi$	dimensionless

a. Gaussian units and cgs emu are the same for magnetic properties. The defining relation is $B = H + 4\pi M$.

b. Multiply a number in Gaussian units by C to convert it to SI (e.g., $1 \text{ G} \times 10^{-4} \text{ T/G} = 10^{-4} \text{ T}$).

c. SI (*Système International d'Unités*) has been adopted by the National Bureau of Standards. Where two conversion factors are given, the upper one is recognized under, or consistent with, SI and is based on the definition $B = \mu_0(H + M)$, where $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$. The lower one is not recognized under SI and is based on the definition $B = \mu_0 H + J$, where the symbol I is often used in place of J .

d. $1 \text{ gauss} = 10^3 \text{ gamma } (\gamma)$.

e. Both oersted and gauss are expressed as $\text{cm}^{-1/2} \cdot \text{g}^{1/2} \cdot \text{s}^{-1}$ in terms of base units.

f. A/m was often expressed as "ampere-turn per meter" when used for magnetic field strength.

g. Magnetic moment per unit volume.

h. The designation "emu" is not a unit.

i. Recognized under SI, even though based on the definition $B = \mu_0 H + J$. See footnote c.

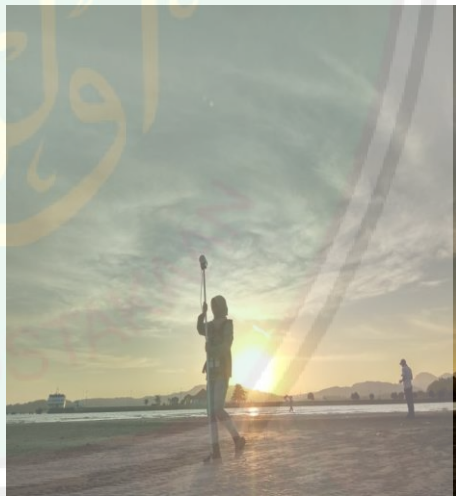
j. $\mu_r = \mu/\mu_0 = 1 + \chi$, all in SI. μ_r is equal to Gaussian μ .

k. $B \cdot H$ and $\mu_0 M \cdot H$ have SI units J/m³; $M \cdot H$ and $B \cdot H/4\pi$ have Gaussian units erg/cm³.

R. B. Goldfarb and F. R. Fickett, U.S. Department of Commerce, National Bureau of Standards, Boulder, Colorado 80303, March 1985
NBS Special Publication 696 For sale by the Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402

Lampiran 5

Gambar Pengambilan Data Magnetik



Lampiran 6 Bukti Konsultasi



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jalan Gajayana No. 50 Malang (0341) 551345 Fax. (0341) 572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Karimah
NIM : 14640055
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Fisika
Judul Skripsi : Analisis Sebaran Pasir Besi Berdasarkan Data Magnetik (Studi Kasus Dusun Sungai Topo Desa Sungai Teluk Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik).
Pembimbing I : Irjan, M.Si
Pembimbing II : Erna Hastuti, M.Si

NO	TANGGAL	MATERI	TANDA TANGAN
1	20 Februari 2018	Konsultasi Bab I, dan II	
2	10 Maret 2018	Konsultasi Bab III	
3	17 Agustus 2018	Konsultasi Kajian Al-Quran Bab I	
4	10 September 2018	Konsultasi Kajian Al-Quran, Bab I-II	
5	30 September 2018	Konsultasi Bab IV	
6	05 Desember 2018	Konsultasi Kajian Al-Quran, Bab I, II dan IV	
7	07 Desember 2018	Konsultasi Bab IV dan V	
8	24 Desember 2018	Konsultasi kajian agama dan Acc	
9	26 Desember 2018	Konsultasi semua Bab, Abstrak dan Acc	

Malang, 26 Desember 2018
Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Drs. Abdul Basid, M.Si

NIP. 19650504 199003 1 003