



**IDENTIFIKASI PENYEBARAN MINERAL MANGAN (Mn)
MENGUNAKAN METODE GEOMAGNETIK DI DUSUN KLIRIPAN
DESA HARGOREJO KECAMATAN KOKAP KABUPATEN
KULONPROGO**

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat

untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Fisika

oleh

Rizka Tri Diantoro

4211411006

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2017

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi dengan judul "Identifikasi Penyebaran Mineral Mangan (Mn) Menggunakan Metode Geomagnetik didusun Kliripan Desa Hargorejo Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo" telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.



Semarang, 2017

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Dr. Supriyadi, M.Si

NIP. 19650518 199102 1 002

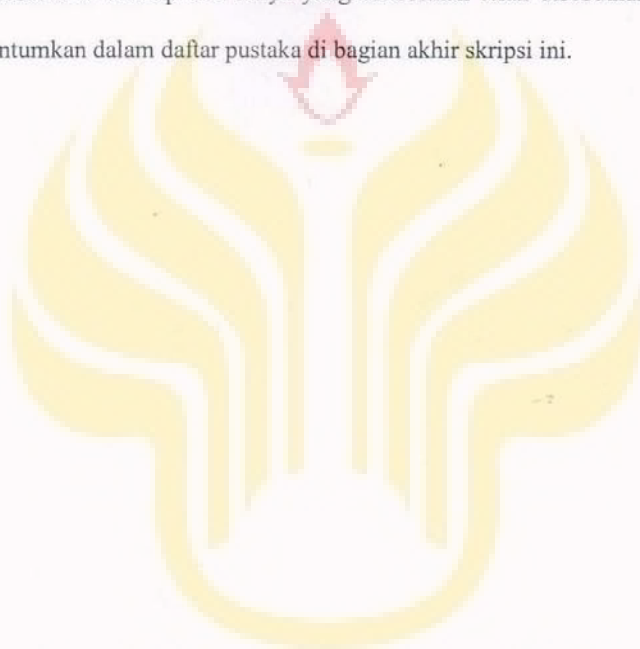
UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Dr. Agus Yulianto, M.Si.

NIP.19660705199003 1 002

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Identifikasi Penyebaran Mineral Mangan (Mn) Menggunakan Metode Geomagnetik didusun Kliripan Desa Hargorejo Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo" ini disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan Dosen Pembimbing. Sumber informasi atau kutipan yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini.



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Semarang, 2017



Rizka Tri Diantoro

NIM. 4211411006

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul:

Identifikasi Penyebaran Mineral Mangan (Mn) Menggunakan Metode Geomagnetik
didusun Kliripan Desa Hargorejo Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo

disusun oleh

Rizka Tri Diantoro
4211411006

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada tanggal



Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si., Akt.
NIP. 196412231988031001

Sekretaris

Dr. Suharto Linuwih, M.Si.
NIP. 196807141996031005

Ketua Penguji

Dr. Mahardika Prasetya Aji, M.Si.
NIP. 198108152003121003

Anggota Penguji/
Pembimbing I

Prof. Dr. Supriyadi, M.Si.
NIP. 196505181991021001

Anggota Penguji/
Pembimbing II

Dr. Agus Yulianto, M.Si.
NIP. 196607051990031002

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

MOTTO

- Jadilah ikan hidup jangan jadi ikan mati (KH. Ahmad Rifa'i Arief)
- Sebaik-baiknya manusia adalah yang paling baik budi pekertinya dan yang paling bermanfaat bagi orang lain (Rasulullah SAW)
- Saya tidak pernah gagal, saya hanya menemukan 10.000 cara yang tidak tepat (Thomas Alfa Edison)
- Kita diberi dua tangan, satu untuk menolong diri sendiri dan satu lagi untuk menolong orang lain (Audrey Hepburn)
- Jika ada orang berilmu tapi masih suka menjatuhkan orang lain didepan umum untuk menunjukkan dirinya lebih pintar, dia bukanlah orang berilmu yang bijak (Ustadz Jefri Al-Buchori)

PERSEMBAHAN

- Untuk Bapak Ibu, Kakak-kakakku dan Adikku
- Untuk Ika Stya Rini
- Untuk Keluarga Besar Fisika 2011
- Untuk Kelompok Studi Geofisika Unnes 2011
- Untuk Keluarga Besar PALAFI

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul *“Identifikasi Penyebaran Mineral Mangan (Mn) Menggunakan Metode Geomagnetik didusun Kliripan Desa Hargorejo Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo”*. Skripsi ini disusun dalam rangka menyelesaikan studi strata satu untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan berhasil tanpa bimbingan, motivasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan untuk menempuh studi di UNNES.
2. Prof. Dr. Zaenuri, S.E, M.Si,Akt., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan ijin melakukan penelitian.
3. Dr. Suharto Linuwih, M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kemudahan administrasi.
4. Drs. Ngurah Made Dharma Putra, M.Si., Ph.D. selaku Kepala Laboratorium Fisika Universitas Negeri Semarang yang telah memudahkan dalam ijin peminjaman alat untuk penelitan

5. Prof. Dr. Supriyadi, M.Si. dan Dr. Agus Yulianto, M.Si., selaku dosen pembimbing skripsi yang dengan ketegasan dan kesabaran telah banyak memberikan bimbingan, nasehat, saran, dan motivasi dalam menyelesaikan dalam menyusun skripsi ini.
6. Dr. Mahardika Prasetya Aji, M.Si., selaku dosen penguji yang telah membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak, Ibu, kakakku Andi, Viska, dan adikku Wiwid tercinta yang selalu memberi doa serta memotivasi penulis dalam menyusun skripsi ini.
8. Ika Styra Rini, yang selalu memberi dukungan dan semangat
9. Tim peneliti (Regi, Fandhi, Sopyan) terimakasih telah membantu dalam pengambilan data.
10. Sahabat-sahabatku Fisika 2011 yang telah membantu dalam terlaksananya penelitian serta semangat dan dukungannya.
11. Kawan-kawan seperjuanganku di Kontrakan pojok ayem yang selalu menghadirkan tawa, semangat serta motivasi.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan untuk kesempurnaan penulisan selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada khususnya, lembaga, masyarakat dan kepada pembaca pada umumnya.

Semarang, 2017

Penulis

Rizka Tri Diantoro

ABSTRAK

Diantoro, Rizka, Tri. 2017. *Identifikasi Penyebaran Mineral Mangan (Mn) Menggunakan Metode Geomagnetik Di Dusun Kliripan Desa Hargorejo Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo*. Skripsi, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Prof. Dr. Supriyadi, M.Si. dan Pembimbing Pendamping Dr. Agus Yulianto, M.Si.

Kata Kunci : mangan, metode geomagnetik, anomali medan magnetik

Terdapat bekas tambang mangan zaman penjajahan Belanda di daerah Dusun Kliripan Desa Hargorejo Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo. Tambang tersebut tertutup akibat longsor 15 tahun yang lalu. Tujuan penelitian ini ingin mengetahui apakah terdapat potensi atau sisa-sisa dari mineral mangan tersebut. Mineral mangan dapat diidentifikasi berdasarkan sifat kelistrikkannya, resistivitasnya, dan kemagnetannya, peneliti memilih berdasarkan kemagnetannya dengan menggunakan metode geomagnetik karena metode tersebut cocok dengan medan yang sangat curam dan berbukit-bukit. Metode geomagnetik dapat mengidentifikasi anomali medan magnetik lokal di suatu tempat. Anomali magnetik lokal dipengaruhi oleh susceptibilitas magnetik dan magnet remanennya baik pada batuan atau mineral. Struktur bawah permukaan dan penyebaran mineral mangan dapat diidentifikasi berdasarkan anomali medan magnetik serta susceptibilitasnya. Untuk mendapatkan anomalnya, data terlebih dahulu dianalisis dengan melewati beberapa koreksi yaitu koreksi harian, koreksi IGRF, kuantiniasi keatas, dan reduksi ke kutub. Berdasarkan analisis didapatkan bahwa pada daerah penelitian terdapat batuan gamping, batuan pasir, batuan breksi andesit, batuan tufa, batuan tufa lapili dan mineral mangan. Mineral mangan dengan nilai anomali rendah yaitu antara anomali -160 sampai 40 nT terletak di antara titik A6 sampai titik A8, titik B1 sampai titik B4, titik B10, lintasan C, lintasan D, E1 sampai E7 dan dititik E10. Dengan menggunakan perangkat lunak *Mag2dc* mineral mangan diduga berada pada kedalaman 150 meter dibawah permukaan

ABSTRACT

Diantoro, Rizka, Tri. 2017. Identification the mineral manganese disseminating (Mn) use geomagnetic method at kliripan, Hargorejo village, kokap subdistrict, Kulonprogo city. Essay, physic department mathematics and science faculty semarang state university. The main lecturer Prof. Dr. Supriyadi, M.Si. and the companion lecturer Dr. Agus Yulianto, M.Si.

Keyword : manganese, geomagnetic method, magnetic anomaly

Manganese is one of saltpetre which have the economic value. Manganese can identification with one of the geophysic method is geomagnetic method. The geomagnetic method is the method can identified magnetic field anomaly. The magnetic anomaly influenced by magnetic suceptibility and remanent magnetic either on the rocks or minerals. The geomagnetic method can know the structure under the surface and the spread of manganese mineral based on the magnetic anomaly and magnetic suceptibility in the area of the research. To get the magnetic anomaly required corections is diurnal corection, IGRF corection, upward continuation, and reduction to the pole. On the research place found the limestone, sandstone, breccia andesite rocks, tuff rocks, tuff lapilli, and manganese minerlas. The manganese mineral in low anomaly is between magnetic anomaly minus 160 nT until 40 nT located between A6 point until A8 point, B1 point until B4 point, B10 point, track C, track D, and between E1 point until E7 point and E10 point The manganese minerals supposed in 150 meters depth under the surface with the software Mag2dc

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN	ii
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2	5
TINJAUAN PUSATAKA	5
2.1 Geologi Daerah Penelitian	5
2.2 Mangan	6
2.2.1 Sifat mangan	9
2.2.2 Manfaat Mangan	11
2.3 Mineralisasi Mangan	12
2.3.1 Larutan Hidrothermal	13
2.3.2 Alterasi Hidrothermal dan Mineralisasi	13
2.4 Teori Metode Magnetik	14

2.4.1 Gaya Magnetik.....	15
2.4.2 Medan Magnetik	15
2.4.3 Momen Magnetik.....	15
2.4.4 Intensitas Magnetik.....	16
2.4.5 Suseptibilitas Magnetik.....	16
2.4.6 Induksi Magnetik	20
2.5 Medan Magnetik Bumi.....	21
2.5.1 Komponen Komponen Medan Magnet Bumi.....	21
2.5.2 Medan Magnetik Lokal.....	24
2.5.3 Badai Magnetik.....	24
2.6 Metode Magnetik.....	25
2.7 Koreksi Data Magnetik.....	25
BAB 3.....	28
METODE PENELITIAN	28
3.1 Skema Kerja Metode Geomagnetik.....	28
3.2 Persiapan.....	29
3.2.1 Studi Literatur	29
3.2.2 Perencanaa Penelitian	29
3.2.3 Menyiapkan Alat Penelitian.....	29
3.2.4 Melakukan Uji Tes (Kalibrasi) Alat	30
3.3 Akuisi Data.....	30
3.4 Pengolahan Data.....	31
3.4.1 Koreksi harian.....	31
3.4.2 Koreksi IGRF.....	33
3.4.3 Kontinuasi ke Atas.....	33
3.4.4 Reduksi ke Kutub.....	33
3.5 Interpretasi.....	34
BAB IV.....	35
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Anomali Medan Magnetik.....	35
4.1.1 Koreksi Harian (Diurnal).....	35

4.1.2 Koreksi IGRF	36
4.1.3 Kontinuasi ke Atas	37
4.1.4 Reduksi Ke Kutub	38
4.2 Intrepetasi	41
4.2.1 Intrepetasi Kualitatif	41
4.2.1 Interpetasi Kuantitatif	42
4.3 Pembahasan	46
BAB V	49
PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	53



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Suseptibilitas magnetik senyawa mineral mangan.....	8
Tabel.2.2 Suseptibilitas magnetik material batuan.....	19
Tabel 2.3 Lima jenis suseptibilitas magnetik	20
Tabel 3.1 Form untuk mencatat data hasil pengukuran.....	31
Tabel 4.1 Nilai Parameter Medan Magnetik Bumi daerah penelitian	36



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lokasi penelitian pada peta geologi	5
Gambar 2.2 Elemen Medan Magnet Bumi.....	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 3.2 Peta lokasi penelitian	30
Gambar 4.1 Peta kontur anomali magnetik setelah dikoreksi harian dan IGRF	37
Gambar 4.2 Anomali Magnetik Lokal dan Anomali Regional	38
Gambar 4.3 Peta kontur anomali magnetik (lokal) di beberapa ketinggian	39
Gambar 4.4 Anomali magnetik lokal setelah direduksi ke kutub	40
Gambar 4.5 Overlay peta anomali magnetik lokal dengan peta geologi.....	41
Gambar 4.6 Singkapan batuan breksi andesit.....	42
Gambar 4.7 Lintasan yang akan dimodelkan struktur bawah permukaannya.....	44
Gambar 4.8 Model struktur bawah permukaan dengan <i>software Mag2DC</i>	44

DAFTAR LAMPIRAN

1. Anomali Magnetik.....	53
2 Dokumentasi.....	53
3 Surat permohonan izin penelitian.....	54
4 Surat Izin Penelitian	55
5 Surat Pengajuan Sidang Skripsi.....	56
6. Surat Usulan Dosen Pembimbing.....	57
7. Surat Penetapan Dosen Pembimbing Skripsi	58
8. Surat Keterangan Izin Penelitian.....	59



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di dalam bumi terdapat berbagai macam sumber daya mineral yang memiliki potensi untuk meningkatkan perekonomian suatu daerah bahkan negara. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber daya alam yang melimpah. Sebagai contoh, daerah yang terletak di sepanjang pegunungan selatan (*The Southern Mountains*) Jawa merupakan jalur yang cukup prospek terhadap potensi sumber daya mineral, salah satunya adalah mangan. Potensi cadangan bijih mangan di Indonesia cukup besar, namun terdapat di berbagai lokasi yang tersebar di seluruh Indonesia. Potensi tersebut terdapat di Pulau Sumatera, Kepulauan Riau, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku, dan Papua. Mangan (Mn) merupakan elemen yang tersebar luas di kerak bumi. (Graha, 2012). Mangan merupakan unsur yang paling berlimpah kedua belas dan logam yang paling melimpah ke lima. Mineral mangan yang paling umum adalah pyrolusite (MnO_2). (Ansori, 2010).

Mangan digunakan dalam produksi sel baterai kering. Di bidang manufaktur kimia, mangan dipakai dalam pembuatan kaca dan sebagai pupuk. Mangan dioksida juga digunakan sebagai katalis. Selain itu mangan digunakan dalam industri elektronik. Mangan dioksida, baik alam atau sintesis digunakan untuk menghasilkan senyawa mangan yang memiliki tahanan listrik yang tinggi. (Schulte *et al.*, 2004)

Endapan bijih mangan dapat terbentuk dengan berbagai cara yaitu karena proses hidrothermal yang dijumpai dalam bentuk vein, metamorfik sedimenter, ataupun residu.

Endapan mangan sedimenter merupakan endapan bijih Mn yang banyak dijumpai dan mempunyai nilai ekonomis. Pirolusit yang merupakan salah satu anggota kelompok senyawa Mn, dapat pula terbentuk karena proses pelapukan bijih sejenis yang kemudian membentuk endapan residu. (Octavianto, 2013)

Geofisika merupakan ilmu yang mempelajari dan menelaah tentang struktur bawah permukaan untuk mengetahui kandungan mineral di dalam bumi dengan menggunakan pengukuran, hukum, metode dan analisis fisika, serta pemodelan matematika untuk mengeksplorasi dan menganalisis struktur dinamik bumi dengan tujuan mencari mineral-mineral yang berguna bagi kehidupan manusia. (Broto *et al.*, 2011). Metode geofisika merupakan salah satu metode cukup ampuh untuk memetakan sumber daya alam di bawah bumi. Beberapa metode geofisika yang banyak digunakan untuk memetakan sumber daya alam adalah metode geolistrik, metode seismik, metode gaya berat, metode self potensial (SP), dan metode geomagnetik. Dalam penerapannya metode magnetik lebih disukai dan lebih sering digunakan untuk survei pendahuluan pada eksplorasi bawah permukaan. Hal ini dikarenakan penggunaan alat yang relatif lebih mudah meskipun pada proses analisisnya metode ini memerlukan tahapan analisis lebih panjang dan lama metode-metode yang lainnya. (Ribut *et al.*, 2013).

Metode magnetik adalah suatu metode geofisika yang mengukur intensitas medan magnetik total di suatu tempat. Analisis anomali medan magnet digunakan untuk menginterpretasi suseptibilitas struktur geologi yang menonjol pada daerah penelitian. (Kahfi *et al.*, 2008). Metode magnetik yang merupakan salah satu metode pasif, sensitif, dan dapat menganalisa besarnya intensitas magnet suatu batuan ditentukan oleh beberapa faktor kerentanan (suseptibilitas) magnet x dari batuan tersebut, yaitu suatu batuan dalam menerima sifat magnet dari medan magnet bumi. Kerentanan magnet x suatu batuan sebanding dengan konsentrasi kelompok mineral magnetik di dalam batuan tersebut. (Afandi *et al.*, 2013)

Dusun Kliripan, desa Hargorejo terletak di kecamatan Kokap, merupakan sebuah dusun terjal pernah memiliki industri tambang mangan yang cukup besar. Menurut cerita dari seorang warga saat itu tahun 1953 penambangan mangan di kliripan mulai dibuka. Akan tetapi 15 tahun lalu tertutup akibat terjadi longsor. Menurut Kepala Bidang Pertambangan Umum Dinas Perindustrian Perdagangan dan Energi Sumber Daya Alam (Disperindag ESDM) Kulon Progo Mustafa Ali Muhammad, Kulon Progo memiliki potensi sumber daya alam Mangan (Mn) yang besar. Penulis ingin mengetahui apakah masih terdapat potensi mineral mangan di daerah sekitar tambang Kliripan Desa Hargorejo kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo

Menurut IAGI (2013) menyatakan bahwa Endapan mangan di Dusun Kliripan, Desa Hargorejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo berasosiasi dengan batu gamping formasi sentolo. Ada 2 endapan mangan yaitu endapan mangan hidrothermal dan endapan mangan sedimenter. Endapan mangan terbentuk oleh proses hidrothermal yang berasosiasi dengan gunung api bawah laut dan disebut *volcanogenic manganese deposit*. Sedangkan endapan mangan sedimental terbentuk dari hasil rombakan mangan hidrothermal. Endapan mangan hidrothermal ini diwakili oleh mineral seperti rodokrosit, rodonit, dan manganit, sedangkan endapan sedimenter diperkaya oleh mineral pirolusit dan psilomelan. (IAGI, 2013).

Hal ini yang mendorong peneliti untuk melakukan penelitian mengenai “Identifikasi Penyebaran Mineral Mangan (Mn) Menggunakan Metode Geomagnetik di Dusun Kliripan Desa Hargorejo Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo”. Diharapkan peneliti dapat memberikan informasi tentang zona mineralisasi mangan di dusun Kliripan Desa Hargorejo Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana struktur geologi bawah permukaan dan penyebaran mangan berdasarkan metode geomagnetik di Dusun Kliripan Desa Hargorejo Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo ?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

- a. Lokasi Penelitian dilakukan di daerah sekitar tambang mangan di Dusun Kliripan Desa Hargorejo Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo
- b. Penelitian ini merupakan survei pendahuluan karena metode magnetik hanya dapat memetakan keberadaan zona struktur bawah permukaan

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi struktur geologi bawah permukaan yang berhubungan dengan mineral mangan dan penyebarannya di daerah penelitian dengan menggunakan metode geomagnetik.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

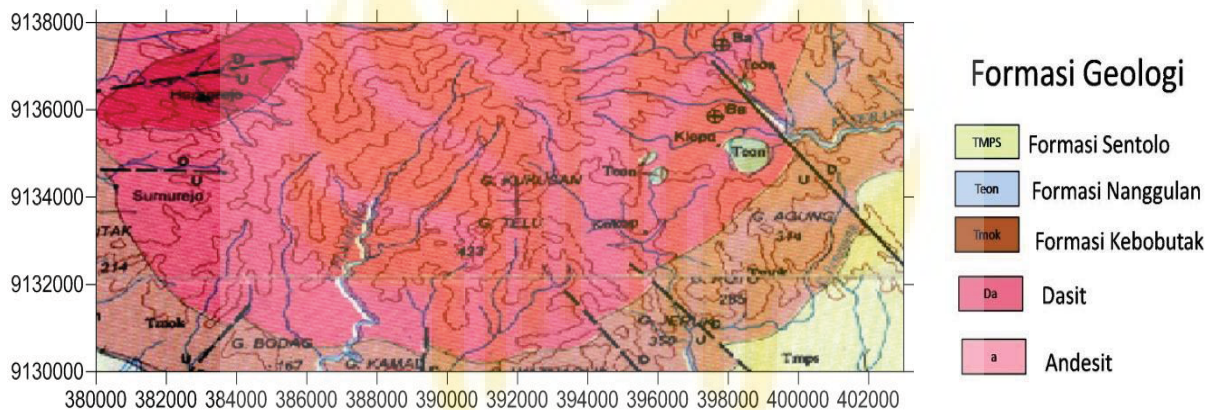
- a. Memperoleh informasi penyebaran mangan di lokasi penelitian
- b. Mengetahui informasi tentang keberadaan zona mineral mangan, kemudian informasi yang diperoleh dapat digunakan sebagai acuan awal untuk tahapan eksplorasi selanjutnya
- c. Sebagai bahan pustaka dalam bidang penelitian yang sama

BAB 2

TINJAUAN PUSATAKA

2.1 Geologi Daerah Penelitian

Geologi regional daerah penelitian mengacu pada peta geologi lembar Yogyakarta yang dibuat oleh Rahardjo Wartono (1997). Daerah penelitian terletak barat daya dari peta geologi tersebut seperti terlihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Lokasi penelitian di wilayah Kabupaten Kulonprogo Yogyakarta pada peta geologi. Formasi geologi di wilayah ini meliputi : Formasi Sentolo, Formasi Nanggulan, dan Formasi Kebobotak, dan jenis batuan meliputi : Dasit dan Andesit

Penjelasan mengenai pengertian legenda adalah sebagai berikut:

1. Formasi Sentolo

Formasi ini terdiri dari batu gamping dan batupasir napalan

2. Formasi Nanggulan

Formasi ini terdiri dari batupasir dengan sisipan lignit, napal pasiran, batu lempung dengan kongkresi limonit, sisipan napal, dan batugamping, batupasir, dan tufa

3. Formasi Kebobutak

Formasi ini terdiri dari breksi andesit, tuf, tuf lapili, aglomerat, dan sisipan aliran lava andesit

4. Andesit

Andesit ini berkomposisi antara andesit hipersten sampai andesit augithorenblenda dan trakiandesit

5. Dasit

Dasit ini menerobos pada andesit

2.2 Mangan

Mangan memiliki symbol Mn (Mn^{4+}). Mangan ditemukan oleh Johann Gahn pada tahun 1774 di Swedia. Logam mangan berwarna putih keabu-abuan. Mangan termasuk logam berat dan sangat rapuh tetapi mudah teroksidasi. Logam dan ion mangan bersifat paramagnetik. Hal ini dapat dilihat dari orbital yang terisi penuh pada konfigurasi electron. Mangan mempunyai isotop stabil yaitu ^{55}Mn .

Mangan termasuk golongan transisi dan memiliki titik lebur yang tinggi kira-kira $1.250^{\circ}C$. Mangan bereaksi dengan air hangat membentuk mangan (II) hidroksida dan hidrogen. Mangan cukup elektropositif dan mudah melarut dalam asam bukan pengoksidasi. Selain titik cairnya yang tinggi, daya hantar listrik merupakan sifat-sifat mangan yang lainnya. Selain itu, mangan memiliki kekerasan yang sedang akibat dari cepat tersedianya elektron dan orbital untuk membentuk ikatan logam. (Octavianto, 2013)

Mangan di Indonesia ditemukan pertama kali pada tahun 1854 di daerah Karangnunggal, Tasikmalaya, Jawa barat, tetapi pengusahaannya baru dimulai menjelang akhir abad yang lalu. Meskipun tempat penemuan pertama di Karangnunggal tetapi endapan yang diusahakan terlebih dahulu adalah yang terdapat Kliripan, Kulon Progo, Yogyakarta.

Endapan bijih mangan dapat terbentuk dengan berbagai cara yaitu karena proses hidrothermal yang dijumpai dalam bentuk vein, metamorfik, sedimenter ataupun residu. Endapan mangan sedimenter merupakan endapan bijih Mn yang banyak dijumpai dan mempunyai nilai ekonomis.. Pirolusit yang merupakan salah satu anggota kelompok senyawa Mn, dapat pula terbentuk karena proses pelapukan bijih sejenis yang kemudian membentuk endapan residu. Dikenal 4 jenis mineral bijih yang mengandung Mn yaitu:

a. Pirolusit

Pirolusit merupakan senyawa MnO_2 yang massanya kristalin kompak keras (nilai kekerasan 5 - 6), berwarna abu-abu kehitaman. Dibawah mikroskop bijih pirolusit mudah dibedakan dengan mineral mangan lainnya, dan warnanya yang putih kekuningan, cemerlang, pepadaman lurus, belahan sejajar dengan bidang kristal dan anisotropi yang kuat. Selain sebagai kumpulan kristal yang relatif kasar, pirolusit juga terdapat sebagai kristal berbentuk jarum yang halus.

b. Hollandite (Ramsdellit)

Hollandite merupakan senyawa kimia dari $Ba_2(MnO_2)_8 = Ba_2Mn_8O_{16}$ yang berkilap logam (*brilliant mettalic*), terdapat bersama-sama dengan pirolusit dalam massa kristalin berbutir kasar. Di bawah mikroskop bijih kedua jenis logam tersebut menunjukkan warna yang sama yaitu putih kekuningan, perbedaannya pirolusit lebih cemerlang dibanding hollandite. Disamping itu hollandite relatif lebih lunak dibanding pirolusit.

c. Kriptomelan

Kriptomelan merupakan senyawa kimia dari $K_2Mn_8O_{16} = K_2(MnO_2)_8$. bijih mineral ini terdapat dalam bermacam-macam bentuk antara lain sebagai urat-urat kecil atau massa berserabut, kristal seperti jarum berwarna abu-abu kebiruan atau lapisan koloidal konsentris berselang seling dengan lapisan yang berbeda warna, struktur bunga es dan massa berbentuk.

d. Psilomelan

Psilomelan merupakan senyawa kimia dari $(\text{BaH}_2\text{O})_2\text{Mn}_5\text{O}_{10}$ yang memiliki massa masif keras berwarna hitam. Dibawah mikroskop bijih psilomelan sulit dibedakan dari kriptomelan. Baik bentuk maupun warnanya hampir sama. Sedikit perbedaan ialah sifat anisotropi dimana psilomelan lebih lemah dibanding kriptomelan. Berikut adalah anomali magnetik senyawa mineral mangan dan suseptibilitasnya seperti tabel 2.1

Mangan di Jawa umumnya terdapat sebagai kantong dan lensa dalam batu gamping yang terletak didalam atau diatas batuan volkanik seperti tufa, breksi. Bijih mangan didapatkan sebagai pirolusit, psilomelan, dan wad (massa seperti tanah). Karena kenampakan atau bentuknya didaerah penambangan Mn di kliripan orang mempunyai istilah setempat yaitu “meling” untuk pirolusit yang tercampur kalsit menunjukkan permukaan yang mengkilat dan “paku” yang menunjukkan seperti serat, secara mineralogi umumnya pirolusit tetapi dapat pula psilomelan. Mangan yang ditambang terbatas pada bijih berkadar MnO_2 diatas 75%. Asosiasi pirolusit adalah psilomelan, kadang-kadang rhodonit dan rodhokrosit.

Tabel 2.1 Suseptibilitas magnetik senyawa mineral mangan (USGS, 2004)

No	Senyawa mineral mangan	Suseptibilitas magnetik
		(x 10^{-6}SI)
1	Psilomelan	10-70
2	Pirolusit	10-70
3	Rhodonite	05-70
4	Rhodochrosite	10-60
5	Manganite	20-90

Mangan membuat sampai sekitar 1000 ppm (0,1%) dari kerak bumi, sehingga ke-12 unsur paling berlimpah di sana. Tanah mengandung mangan 7-9.000 ppm dengan rata-rata 440 ppm. air laut yang hanya 10 ppm mangan dan suasana mengandung $0,01\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mangan terjadi terutama sebagai pyrolusite (MnO_2), *braunite* $(\text{Mn}^{2+} \text{Mn}^{3+})_6(\text{SiO}_{12})$, *psilomelane*

$(\text{Ba},\text{H}_2\text{O})_2.\text{Mn}_5\text{O}_{10}$ dan ke tingkat yang lebih rendah sebagai *rhodochrosite* (MnCO_3).

Pyrolusite bijih mangan (MnO_2) merupakan bentuk mangan yang paling penting yang tersedia di alam. Lebih dari 80% dari sumber daya Bijih mangan penting biasanya menunjukkan yang erat kaitannya dengan bijih besi. Tanah yang berbasis mangan duniadikenal ditemukan di Afrika Selatan dan Ukraina, endapan mangan penting lainnya berada di Australia, India, Cina, Gabon dan Brasil. Pada tahun 1978 diperkirakan 500 miliar ton nodul mangan ada di di dasar laut. Usaha-usaha untuk menemukan metode ekonomis nodul mangan panen ditinggalkan pada 1970-an. (Ilhami, 2014)

Kegunaan mangan sangat luas, baik untuk tujuan metalurgi maupun nonmetalurgi. Sekitar 85-90% kegunaan mangan adalah untuk keperluan metalurgi terutama pembuatan logam khusus seperti german *silver* dan cupro *manganese*. Keperluan nonmetalurgi biasanya digunakan untuk produksi baterai, keramik, gelas, dan glasir. Mangan juga digunakan untuk pertanian dan proses produksi uranium (Murthy *et al.*, 2009)

Mangan diklasifikasikan menjadi 3 kelompok yaitu *manganese ore* dengan kadar Mn lebih dari 40%, ferruginous *manganese* dengan kadar Mn 15 sampai 40%, dan *manganiferous iron ore* dengan kadar Mn 5 sampai 15%. (Wells, 1918). Mangan dikelompokkan menjadi *manganese ore* dengan kadar Mn mencapai 35% dan ferromanganese dengan kadar Mn 78% (Corarthers, 2002)

2.2.1 Sifat mangan

2.2.1.1 Sifat Fisika

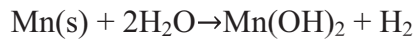
Mangan merupakan unsur yang dalam keadaan normal memiliki bentuk padat. Massa jenis mangan pada suhu kamar yaitu sekitar $7,21\text{g}/\text{cm}^3$, sedangkan massa jenis cair pada titik lebur sekitar $5,95\text{g}/\text{cm}^3$. Titik lebur mangan sekitar 1519°C , sedangkan titik didih mangan ada pada suhu 2061°C . Kapasitor kalor pada suhu ruang adalah sekitar $26,31\text{J}/\text{mol.K}$.

2.2.1.2 Sifat Kimia

Reaksi-reaksi kimia yang terjadi pada mangan adalah :

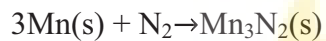
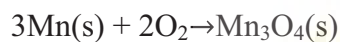
1. Reaksi dengan air

Mangan bereaksi dengan air dapat berubah menjadi basa secara perlahan dan gas hidrogen akan dibebaskan sesuai reaksi:



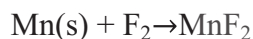
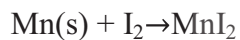
2. Reaksi dengan udara

Logam mangan terbakar di udara sesuai dengan reaksi:

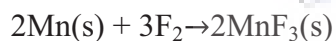


3. Reaksi dengan halogen

Mangan bereaksi dengan halogen membentuk mangan (II) halida, reaksi:

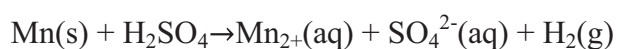


Selain bereaksi dengan flourin membentuk mangan (II) flourida, juga menghasilkan mangan (III) flourida sesuai reaksi:



4. Reaksi dengan asam

Logam mangan bereaksi dengan asam-asam encer secara cepat menghasilkan gas hidrogen sesuai reaksi:



2.2.2 Manfaat Mangan

Prospek market mangan sangat bergantung pada industri baja dunia. Saat ini 90% produksi mangan masih dikonsumsi industri baja dan untuk keperluan ini biasanya digunakan campuran besi mangan, yaitu ferromangan. Ferromangan diproduksi dengan mereduksi campuran besi dan oksida mangan dengan karbon. Bijih mangan yang paling utama adalah pirolisit, MnO_2 .

Mangan merupakan salah satu produk pertambangan dengan kegunaan luar biasa. Komoditi yang termasuk dalam kelompok dua belas mineral di kulit bumi menjadi bahan baku yang tidak tergantikan di industri baja dunia. Ferro Mangan dan Silico Mangan merupakan dua bentuk mangan yang banyak digunakan industri baja. Mangan juga digunakan untuk produksi baterai kering, keramik, gelas dan kimia. Mangan sangat penting untuk produksi besi dan baja. Mangan adalah komponen kunci dari biaya rendah formulasi baja stainless dan digunakan secara luas tertentu. Mangan digunakan dalam paduan baja untuk meningkatkan karakteristik yang menguntungkan seperti kekuatan, kekerasan dan ketahanan. Mangan digunakan untuk membuat agar kaca tidak berwarna dan membuat kaca berwarna ungu.

Mangan dioksida juga digunakan sebagai katalis. Selain itu Mangan digunakan dalam industri elektronik, di mana mangan dioksida, baik alam atau sintetis, yang digunakan untuk menghasilkan senyawa mangan yang memiliki tahanan listrik yang tinggi di antara aplikasi lain, ini digunakan sebagai komponen dalam setiap pesawat televisi. Mangan merupakan salah satu mineral yang digunakan oleh beberapa orang untuk membantu mencegah keropos tulang dan mengurangi gejala yang mengganggu terkait dengan sindrom pramenstruasi (PMS). Methylcyclopentadienyl mangan tricarbonyl digunakan sebagai aditif dalam bensin bebas timbel bensin untuk meningkatkan oktan dan mengurangi ketukan mesin.

The mangan dalam senyawa organologam yang tidak biasa ini adalah dalam bilangan oksidasi 1.

Mangan (IV) oksida (mangan dioksida, MnO_2) digunakan sebagai reagen dalam kimia organik untuk oksidasi dari benzilik alkohol (yaitu bersebelahan dengan sebuah cincin aromatik). Mangan dioksida telah digunakan sejak jaman dahulu untuk menetralkan oksidatif kehijauan semburat di kaca disebabkan oleh jumlah jejak kontaminasi besi. MnO_2 juga digunakan dalam pembuatan oksigen dan klorin dan dalam pengeringan cat hitam. Dalam beberapa persiapan itu adalah cokelat pigmen yang dapat digunakan untuk membuat cat dan merupakan konstituen alam Umber. Mangan (IV) oksida digunakan dalam jenis asli sel kering baterai sebagai akseptor elektron dari seng dan merupakan bahan kehitaman yang ditemukan saat membuka seng karbon-jenis sel senter. Mangan dioksida yang direduksi ke mangan oksida-hidroksida $MnO(OH)$ selama pemakaian, mencegah pembentukan hidrogen pada anoda baterai. (Ilhami, 2014)

2.3 Mineralisasi Mangan

Endapan mangan di daerah Kliripan, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta bisa dianggap sebagai lokasi tipe dari berbagai endapan mangan yang berada pada busur vulkanik di Indonesia. Oleh karena itu, mengetahui model geologi endapan mangan Kliripan dapat menjadi dasar untuk memahami endapan lainnya yang sejenis.

Mineralisasi mangan di Kliripan berasosiasi dengan batugamping Formasi Sentolo. Ada dua tipe endapan mangan di daerah penelitian, yaitu endapan primer dan sekunder. Endapan primer terbentuk oleh proses hidrothermal yang berasosiasi dengan gunungapi bawah laut, dan disebut sebagai *volcanogenic manganese deposit*. Akibat proses

penambangan, saat ini endapan primer yang tersisa adalah endapan silika akibat proses silisifikasi pada batuan dinding di sekitar feeder zone dengan produk geometri berupa urat silika berbentuk stockwork. Zona silisifikasi ini diinterpretasikan sebagai bagian bawah (akar) dari endapan mangan berlapis yang saat ini sudah habis ditambang. Endapan mangan sekunder dijumpai berupa endapan sedimenter yang terbentuk dari hasil rombakan mangan primer. Endapan ini hadir dalam bentuk perlapisan dan secara setempat berupa fragmen mangan. (IAGI, 2013)

2.3.1 Larutan Hidrothermal

Larutan Hidrothermal adalah suatu cairan bertemperatur tinggi yang berasal dari kulit bumi yang bergerak ke atas permukaan yang mampu mengubah mineral yang telah ada sebelumnya dan membawa komponen-komponen pembentuk mineral-mineral tertentu.

Larutan Hidrothermal umumnya terakumulasi pada litologi dengan permeabilitas tinggi atau pada zona lemah. Interaksi antara larutan hidrothermal dengan batuan yang dilaluinya (wall rocks) akan menyebabkan mineral primer berubah menjadi mineral sekunder (alteration minerals). Proses berubahnya mineral primer menjadi mineral sekunder akibat interaksi batuan dengan larutan hidrothermal disebut dengan proses alterasi hidrothermal.

2.3.2 Alterasi Hidrothermal dan Mineralisasi

Alterasi hidrothermal merupakan proses yang kompleks karena melibatkan perubahan mineralogi, kimiawi dan tekstur yang kesemuanya adalah hasil dari interaksi larutan hidrothermal dengan batuan yang dilaluinya. Sementara itu, Evans (1993:44), mendefinisikan alterasi hidrothermal sebagai suatu proses perubahan mineralogis atau kimia, tekstur, bentuk, komposisi maupun kombinasi dari semuanya.

Mineralisasi adalah proses pembentukan mineral baru pada tubuh batuan yang diakibatkan oleh proses magmatik ataupun proses yang lainnya, namun mineral yang

dihasilkan bukanlah mineral yang sudah ada sebelumnya. Alterasi hidrothermal adalah salah satu proses yang dapat menyebabkan mineralisasi.

hal-hal pokok yang mempengaruhi pembentukan mineral hasil proses mineralisasi adalah:

1. Adanya larutan hidrothermal sebagai pembawa mineral
2. Adanya zona lemah seperti zona sesar, tubuh breksiasi, serta litologi yang pororus yang berfungsi sebagai jalan untuk lewatnya larutan hidrothermal.
3. Adanya ruang untuk pengendapan mineral
4. Terjadinya reaksi kimia yang memungkinkan terjadinya pengendapan mineral bijih (*ore*)
5. Adanya kosentrasi larutan yang cukup tinggi bagi kandungan-kandungan mineral bijih (*ore*). (Wiguna, 2012)

2.4 Teori Metode Magnetik

Metode magnetik adalah salah satu metode geofisika untuk mengukur variasi medan magnetik di permukaan bumi yang disebabkan oleh adanya variasi distribusi benda termagnetisasi di bawah permukaan bumi. Variasi intensitas medan magnetik yang terukur kemudian ditafsirkan dalam bentuk distribusi bahan magnetik di bawah permukaan, yang kemudian dijadikan dasar bagi pendugaan keadaan geologi yang mungkin dalam aplikasinya, metode magnetik mempertimbangkan variasi arah dan besar vektor magnetisasi. Pengukuran intensitas medan magnetik bisa dilakukan melalui darat, laut, dan udara. Metode magnetik sering digunakan dalam eksplorasi pendahuluan minyak bumi, panasbumi, dan batuan mineral serta bisa diterapkan pada pencarian propeksi pada benda-benda arkeologi (Lita, 2012)

2.4.1 Gaya Magnetik

Apabila terdapat dua buah kutub magnetik m_1 dan m_2 yang berjarak r (cm), maka akan terjadi gaya Coulumb sebesar :

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

Dengan μ_0 adalah permeabilitas medium dalam ruang hampa, tidak berdimensi dan berharga satu (Telford *et al.*, 1990).

2.4.2 Medan Magnetik

Kuat medan H adalah gaya pada suatu kutub magnetik m' jika diletakan pada titik dalam medan magnetik yang merupakan hasil dari kuat kutub m (Telford *et al.*, 1990)

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

Dimana r adalah jarak titik pengukuran dari m . Diasumsikan m' jauh lebih besar dari m sehingga m' tidak menimbulkan gangguan terhadap medan H pada titik pengukuran.

Satuan medan magnetik dalam SI adalah Ampere/meter $A m$, sedangkan dalam cgs adalah oersted, dimana oersted adalah 1 (satu) $\frac{dyne}{unit\ kutub}$

2.4.3 Momen Magnetik

Di alam, kutub magnet selalu berpasangan atau disebut dipole kutub⁺ dan kutub⁻, yang dipisahkan oleh jarak l . Momen magnetik M didefinisikan sebagai :

$$M = m l r \quad (2.3)$$

M merupakan sebuah vektor pada arah vektor unit r berarah dari kutub negatif ke kutub positif. Arah momen magnetik dari atom material non-magnetik adalah tidak beraturan sehingga momen magnetik resultannya menjadi nol. Sebaliknya, di dalam material-material

yang bersifat magnet atom-atom material tersebut teratur sehingga momen magnetik resultannya tidak sama dengan nol. (Telford *et al.*, 1990)

2.4.4 Intensitas Magnetik

Intensitas magnetik adalah besaran yang menyatakan seberapa intensitas keteraturan atau kesearahan arah momen-momen magnetik dalam suatu material sebagai akibat dari pengaruh medan magnet luar yang melingkupinya. Intensitas magnetisasi I didefinisikan sebagai momen magnetik M per unit volume.

$$I = \frac{M}{\text{volume}} = \frac{mI}{\text{vol}} \quad (2.4)$$

2.4.5 Suseptibilitas Magnetik

Metode magnetik dalam aplikasi geofisika akan tergantung pada pengukuran yang akurat dari anomali medan geomagnet lokal yang dihasilkan oleh variasi intensitas magnetisasi dalam formasi batuan. Intensitas magnetik pada batuan sebagian disebabkan oleh induksi dari magnet bumi dan yang lain oleh adanya magnetisasi permanen. Intensitas dari induksi geomagnet akan bergantung pada suseptibilitas magnet batuan dan gaya magnetnya, serta intensitas permanennya pada sejarah geologi batu tersebut.

Intensitas magnetik dalam suatu material tergantung pada medan eksternal H dan suseptibilitas magnetik x batuan atau mineral tersebut.

$$M = xH \quad (2.5)$$

Nilai suseptibilitas magnetik dalam ruang hampa sama dengan nol karena hanya benda berwujud saja yang dapat termagnetisasi. Suseptibilitas magnetik bisa diartikan sebagai derajat kemagnetan suatu material (Telford *et al.*, 1990). Adapun nilai suseptibilitas dari beberapa material ditunjukkan pada tabel 2.2

Bahan atau medium dapat diklasifikasikan ke dalam lima jenis sesuai dengan respon magnetisasinya terhadap pengaruh kuat medan magnet luar. Klasifikasi ini didasarkan atas spin elektron dari atom penyusun medium tersebut, dimana elektron sebagai ion negatif yang menghasilkan momen-momen magnetik

Prinsip utama dari kemagnetan suatu medium bergantung pada spin elektronnya. Jika elektron pada atom suatu medium berpasangan, maka elektron tersebut tidak akan menarik garis-garis gaya magnetik lurus dan sebaliknya. Spin elektron inilah yang menentukan apakah suatu medium dapat dikatakan bersifat magnetik atau tidak (Sismanto, 2012).

Berikut 5 jenis Suseptibilitas magnetik berdasarkan atas spin elektron dari atom penyusun material tersebut

a. Diamagnetik

Diamagnetik yaitu bahan yang kulit elektronnya lengkap dan terisi oleh elektron yang berpasangan, tidak memiliki momen magnetik, suseptibilitas $< -10^{-5}$ SI. Jika dipengaruhi oleh kuat medan luar, putaran elektron ini akan menghasilkan arah momen magnetik yang berlawanan dengan arah kuat medan luar sehingga akan menghasilkan resultan yang berarah negatif.

b. Paramagnetik

Paramagnetik yaitu bahan yang jumlah elektron pada kulit atomnya tidak lengkap (sebagian ada elektron yang tidak berpasangan), memiliki momen magnetik, suseptibilitas $10^{-3} - 10^{-6}$ SI, tanpa pengaruh kuat medan luar, momen magnetik memiliki arah acak jika ada pengaruh dari kuat medan luar, maka momen magnetik akan mensejajarkan diri searah dengan medan tersebut. Tetapi magnetisasi yang dihasilkan sangat kecil terhadap kuat medan magnetnya sehingga harga suseptibilitasnya kecil walaupun positif.

c. Ferromagnetik

Dua karakteristik bahan ferromagnetik adalah magnetisasi spontan dan tingkat kemagnetan yang bergantung pada suhu

Magnetisasi spontan adalah total magnetisasi yang terdapat didalam elemen volume seragam meskipun jika tidak ada magnet luar. Momen magnetik timbul dari putaran elektron yang berinteraksi kuat dengan elektron sekitarnya secara *exchange coupling* sehingga terjadi penyearahan momen magnetik dalam atomnya dengan arah yang samabahkan tanpa adanya pengaruh medan magnet luar, akan termagnetisasi dengan kuat.

d. Antiferromagnetik

Medium ini memiliki struktur elektron yang hampir sama dengan medium ferromagnetik, tetapi memiliki dua arah momen magnetik yang berlawanan dengan besar yang sama. Ketika ada pengaruh dari kuat medan luar, maka momen-momen ini akan saling meniadakan. Momen yang saling berlawanan ini disebut momen paralel dan anti paralel.

e. Ferrimagnetik

Medium ini juga hampir sama dengan medium ferromagnetik tetapi sebagian ada yang berbeda arah momen magnetiknya. Tanpa adanya pengaruh kuat medan luar, arah momen magnetik paralel dan saling berlawanan, tetapi berbeda dengan antiferromagnetik, momen paralelnya lebih besar dibandingkan momen anti paralelnya.

Tabel.2.2 Suseptibilitas magnetik material batuan

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

Medium ferromagnetik antiferromagnetik, dan ferrimagnetik dipengaruhi oleh suhu, dimana jika medium ini dipanaskan sampai pada suhu tertentu maka medium ini kan berubah menjadi medium paramagnetik. Batasan tersebut dinamakan suhu curie. Berikut ini adalah tabel lima jenis suseptibilitas magnetik seperti tabel 2.3:

Tabel 2.3 Lima jenis suseptibilitas magnetik

Tipe-tipe magnet	Suseptibilitas	Sifat Atom Magnetik	Contoh Suseptibilitas
Diagmanetik	Kecil dan negatif	tidak mempunyai momen magnetik	Au -2.74×10^{-6} Cu -0.77×10^{-6}
Paramagnetik	Kecil dan positif	memiliki momen magnetik yang arah orientasinya acak	Sn 0.19×10^{-6} Pt 21.04×10^{-6} Mn 66.10×10^{-6}
Ferromagnetik	Besar dan positif	Memiliki momen magnetik dengan arah yang sama	Fe ~ 100.000
Antiferromagnetik	Kecil dan positif	Memiliki dua arah magnetik yang berlawanan	Cr 3.6×10^{-6}
Ferrimagnetik	Besar dan positif	Memiliki momen anti paralel lebih besar dari paralelnya	Ba ferrite ~ 3

2.4.6 Induksi Magnetik

Suatu bahan magnetik yang diletakan dalam medan luar H akan menghasilkan medan tersendiri H' yang meningkatkan nilai total medan magnetik bahan tersebut. Induksi magnetik yang didefinisikan sebagai medan total bahan ditulis sebagai berikut :

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

Hubungan medan sekunder H' dengan intensitas magnetisasi adalah :

$$H' = 4\mu I \quad (2.7)$$

Kedua persamaan diatas jika disubstitusikan menjadi:

$$B = (1 + 4\mu k) H \quad (2.8)$$

Konstanta $(1 + 4\mu k)$ sama dengan permeabilitas magnetik μ yang juga merupakan perbandingan antara B dan H , ditulis sebagai berikut:

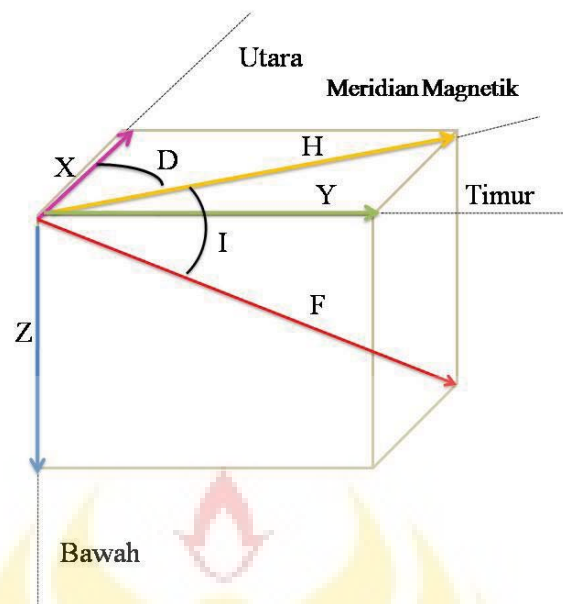
$$B = \mu H \quad (2.9)$$

2.5 Medan Magnetik Bumi

2.5.1 Komponen Komponen Medan Magnet Bumi

Medan magnet bumi terkarakterisasi oleh parameter fisis disebut juga elemen atau komponen medan magnet bumi, yang dapat diukur yaitu meliputi arah dan intensitas kemagnetannya. Komponen-komponen tersebut mempunyai tiga arah utama yaitu komponen pada arah utara, komponen pada arah timur dan komponen pada arah vertikal ke bawah seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2. Pada koordinat kartesian tiga komponen tersebut dinyatakan sebagai X , Y dan Z . Elemen-elemen lain adalah:

- a. Deklinasi (D), yaitu sudut antara utara magnetik dengan komponen horizontal yang dihitung dari utara menuju timur.
- b. Inklinasi (I), yaitu sudut antara medan magnetik total dengan bidang horizontal yang dihitung dari bidang horizontal menuju bidang vertikal ke bawah.
- c. Intensitas horizontal (H), yaitu besar dari medan magnetik total pada bidang horizontal.
- d. Intensitas vertikal (Z), yaitu besar dari medan magnetik total pada bidang vertikal
- e. Fektor magnet total (F), yaitu besar dari vektor medan magnetik total. (Ulin Nuha *et al.*, 2012)



Gambar 2.2 Elemen Medan Magnet Bumi. Berikut huruf kapital pada masing-masing komponen, komponen arah utara (X), komponen arah timur (Y), komponen arah vertikal ke bawah (Z), Inklinasi (I), Deklinasi (D), Intensitas horizontal (H), Intensitas vertikal (Z), dan Fektor magnet total (F).

Deklinasi disebut juga variasi harian kompas dan inklinasi disebut sudut dip. Bidang vertikal yang berimpit dengan arah dari medan magnet disebut meridian magnetik. Bumi dapat digambarkan sebagai sebuah magnet besar dengan kutub utara menuju selatan (itu sebabnya jarum pada titik-titik kompas utara karena tertarik oleh kutub magnet dengan tanda berlawanan).

Medan magnet total Bumi terdiri dari 3 bagian. Yaitu terdiri dari medan magnetik utama, medan magnetik luar, medan magnetik anomali

1. Medan magnetik utama

Medan magnet utama adalah medan magnet yang berasal dari dalam bumi sendiri yang dihasilkan oleh suatu dipole magnet yang terletak pada pusat Bumi. Pengaruh medan magnetik utama Bumi terhadap medan magnet total Bumi adalah + 99% dan variasinya terhadap waktu sangat lambat dan kecil (HMGI, 2015)

2. Medan magnetik luar

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

3. Medan magnetik anomali

Medan magnet anomali sering juga disebut sebagai medan magnet lokal (crustal field). Medan magnet ini dihasilkan oleh benda magnetik yang Medan Magnetik Utama Bumi. Pengertian umum medan magnet bumi adalah medan atau daerah dimana dapat dideteksi distribusi gaya magnet. Pada tahun 1839 Gauss pertama kali melakukan analisa harmonik dari medan magnet bumi untuk mengamati sifat-sifatnya. Analisa selanjutnya yang dilakukan oleh para ahli mengacu pada kesimpulan umum yang dibuat oleh Gauss yaitu:

- a. Intensitas medan magnetik bumi hampir seluruhnya dari dalam bumi.
- b. Medan yang teramati di permukaan bumi dapat didekati dengan persamaan harmonik yang pertama berhubungan dengan potensial dua kutub di pusat bumi. Dua kutub Gauss ini mempunyai kemiringan (menyimpang) kira-kira $11,5^{\circ}$ terhadap sumbu geografis.

Komponen medan magnet yang berasal dari dalam medan bumi merupakan efek yang timbul karena sifat inti bumi yang cair memungkinkan adanya gerak relatif antara kulit bumi dengan inti bumi yang sering disebut dengan efek dinamo.

Variasi medan magnet yang hanya beberapa persen dari besarnya yang timbul oleh aliran arus di ionosfer yang menghasilkan medan magnet, dengan demikian induksi arus listrik alam mengurangi komponen horisontal yang tergantung pada sifat kelistrikan kerak dan mantel bumi (OJO *et al.*, 2014)

2.5.2 Medan Magnetik Lokal

Medan magnet lokal atau medan magnet anomali (crustal field) dihasilkan oleh batuan yang mengandung mineral bermagnet. Variasi medan magnet yang terukur di permukaan bumi merupakan target dari survei eksplorasi magnetik (anomali magnetik). Anomali yang diperoleh dari survei merupakan hasil gabungan dari keduanya, bila arah medan magnet remanen sama dengan arah medan magnet induksi maka anomalnya bertambah besar, demikian pula sebaliknya. Dalam survei magnetik, efek medan remanen akan diabaikan apabila anomali medan magnetik kurang dari 25% medan magnet utama bumi (Telford *et al.*, 1990), sehingga dalam pengukuran medan magnet berlaku :

$$H_T = H_M + H_L + H_A \quad (2.10)$$

Dengan :

H_T : medan magnet total bumi

H_M : medan magnet utama bumi

H_L : medan magnet luar

H_A : medan magnet anomali

2.5.3 Badai Magnetik

Badai magnetik merupakan gangguan yang bersifat sementara dalam medan magnetik bumi dengan magnetik sekitar 1000 nT bahkan lebih besar pada daerah kutub dimana badai tersebut bergabung dengan aurora. Meskipun tidak tetap, badai magnetik ini sering terjadi dalam interval 27 hari dan berkaitan dengan aktivitas noda matahari (Telford *et al.*, 1990). Badai matahari secara langsung dapat mengacaukan pengamatan magnet bumi.

2.6 Metode Magnetik

Dalam metode magnetik ini, bumi diyakini sebagai batang magnet raksasa dimana medan magnet utama bumi dihasilkan. Kerak bumi menghasilkan medan magnet jauh lebih kecil daripada medan utama magnet yang dihasilkan bumi secara keseluruhan. Teramatinya medan magnet pada bagian bumi tertentu, biasanya disebut anomali magnetik yang dipengaruhi susceptibilitas batuan tersebut dan remanen magnetiknya. Berdasarkan pada anomali magnetik batuan ini, pendugaan sebaran batuan yang dipetakan baik secara lateral maupun vertikal. Eksplorasi menggunakan metode magnetik, pada dasarnya terdiri atas tiga tahap: akuisisi data lapangan, processing, dan interpretasi. Setiap tahap terdiri dari beberapa perlakuan atau kegiatan.

Pada tahap akuisisi, dilakukan penentuan titik pengamatan dan pengukuran dengan satu atau dua alat. Untuk koreksi data pengukuran dilakukan pada tahap processing. Sedangkan untuk interpretasi dari hasil pengolahan data dengan menggunakan software diperoleh peta anomali magnetik. Batuan dengan kandungan mineral-mineral tertentu dapat dikenali dengan baik dalam eksplorasi magnetik yang dimunculkan sebagai anomali yang diperoleh merupakan hasil distorsi pada medan magnetik yang diakibatkan oleh material magnetik kerak bumi atau mungkin juga bagian atas mantel. Pada metode magnetik harus mempertimbangkan variasi arah dan besaran vektor magnetisasi, sedangkan pada metode gravitasi hanya ditinjau variasi besar vektor percepatan gravitasi.

2.7 Koreksi Data Magnetik

Untuk memperoleh nilai anomali medan magnetik yang diinginkan, maka dilakukan koreksi terhadap data medan magnetik total hasil pengukuran pada setiap titik lokasi atau stasiun pengukuran, yang mencakup koreksi variasi harian dan koreksi IGRF.

a. Koreksi harian

Koreksi harian (diurnal correction) digunakan untuk menghilangkan pengaruh yang berasal dari medan magnetik luar. Medan magnetik luar ini timbul karena perbedaan waktu dan efek radiasi matahari. Koreksi harian dilakukan dengan mengurangi atau menambahkan nilai variasi harian terhadap nilai pengukuran medan magnetik total di setiap titik pengukuran. Nilai variasi harian ditambahkan apabila bernilai negatif dan dikurangkan apabila bernilai positif.

Dalam melakukan koreksi harian, hal pertama yang dilakukan adalah menentukan nilai variasi harian. Menentukan nilai variasi harian dilakukan dengan mengurangi nilai medan magnetik di titik ikat yang mempunyai waktu yang sama dengan waktu di tiap titik pengukuran terhadap nilai medan magnetik di titik ikat awal. Koreksi harian dapat dilakukan dengan pengolahan data menggunakan *Microsoft Excel*.

Apabila nilai variasi harian negatif, maka dapat dituliskan dalam persamaan (Singarimbunet *al.*, 2011):

$$H = H_{total} + \Delta H_{harian} \quad (2.11)$$

b. Koreksi IGRF (*International Geomagnetism Reference Field*)

Koreksi IGRF digunakan untuk menghilangkan pengaruh yang berasal dari medan magnetik utama Bumi. Medan magnet utama bumi berubah terhadap waktu sehingga untuk menyeragamkan nilai-nilai medan utama magnet bumi dibuat standar nilai medan magnet utama bumi yang disebut IGRF. Nilai medan magnet utama bumi ditentukan berdasarkan kesepakatan internasional di bawah pengawasan *International Association of Geomagnetic and Aeronomy* (IAGA). IGRF diperoleh dari hasil pengukuran rata-rata pada daerah luasan sekitar satu juta km² yang dilakukan dalam waktu satu tahun. Referensi standar nilai medan utama magnet bumi diperbaharui setiap lima tahun sekali. Perbaharuan nilai IGRF ini disebabkan karena adanya pergerakan kutub medan magnet bumi dalam periode waktu tertentu atau disebut variasi sekuler medan magnet bumi. Nilai medan magnetik utama tidak

lain adalah nilai IGRF. Koreksi IGRF dilakukan dengan mengurangi nilai IGRF pada medan magnetik total yang sudah dikoreksi harian. Data IGRF dapat diperoleh dari software *igrf 4.0*, *Magpick* dan dari internet.

Persamaan koreksinya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Delta H = H_{total} \pm H_{harian} \pm H_0 \quad (2.12)$$

c. Kontinuasi ke Atas

Kontinuasi ke atas merupakan suatu operasi filter yang digunakan untuk menghilangkan pengaruh medan magnet lokal dan memperjelas pengaruh anomali regional pada data yang diperoleh. Proses ini dapat mengurangi anomali magnetik lokal dari objek magnetik yang tersebar di permukaan topografi (Santosa, 2013). Kontinuasi ke atas dapat diterapkan menggunakan software *Magpick*. Semakin tinggi kontinuasi data, maka informasi lokal semakin hilang dan informasi regional semakin jelas.

d. Reduksi ke Kutub

Reduksi ke kutub dilakukan dengan mengubah arah magnetisasi dan medan utama dalam arah vertikal. Hal ini dapat memperlihatkan klosur-klosur lokasi benda penyebab anomali. reduksi ke kutub bertujuan agar anomali medan magnet maksimum terletak tepat di atas tubuh benda penyebab anomali (anomali bersifat monopole).

Reduksi ke kutub dilakukan dengan cara membuat sudut inklinasi benda menjadi 90^0 dan deklinasinya 0^0 . Karena pada kutub magnetik, medan magnet bumi dan induksi magnetisasinya berarah ke bawah. Dari data hasil reduksi ke kutub ini, sudah dapat dilakukan interpretasi secara kualitatif. Reduksi ini dilakukan dengan menggunakan program *Magpick* (Wahyudi *et al.*, 2004).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode geomagnetik di daerah Dusun Kliripan, Desa Hargorejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo, dapat disimpulkan bahwa:

1. Struktur bawah permukaan di daerah ini terdiri atas batuan gamping dengan nilai anomali sedang yaitu antara 40 sampai 160 nT terletak di antara titik B5 sampai B9, A1 sampai A5, A9 sampai A10
2. Batuan pasir dan mineral mangan dengan nilai anomali rendah yaitu antara anomali -160 sampai 40 nT terletak di antara titik A6 sampai titik A8, B1 sampai B4, titik B10, lintasan C, lintasan D, E1 sampai E7 dan titik E10
3. Mineral mangan diperkirakan tersebar secara horizontal dengan anomali rendah pada kedalaman 150 m kebawah

5.2 Saran

Untuk mengetahui lebih banyak tentang struktur bawah permukaan zona mineral mangan di daerah penelitian perlu diperlukan penelitian dengan metode geofisika lain seperti IP atau geolistrik agar dapat membandingkan struktur bawah permukaan zona tersebut

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, F. M., Sunaryo, & Susilo, A. (2013). Pendugaan Jenis Batuan Bawah Permukaan Daerah Bendungan Karangates Menggunakan Metode Geomagnetik. *Universitas Brawijaya* , 2.
- Ansori, C. (2010). Potensi dan Genesis Mangan Di Kawasan Kars Gombang Selatan Berdasarkan Peneliti Geologi Lapangan Analisa Data Induksi Polarisasi Dan Kimia Mineral. *Buletin Sumber Daya Geologi Volume 5* , 1-2.
- Avisena, N., & Ulin Nuha, D. Y. (2012). Pemodelan Struktur bawah Permukaan Daerah Sumber Air Panas Singgoriti Kota Batu Berdsarkan Data Geomagnetik. *IV* (178-181).
- Bahri, S. (2015). Eksplorasi Mineral Mangan Menggunakan Metode Polarisasi Terinduksi di Daerah Kasihan, Kecamatan Tegalombo, Kabupaten Pacitan. *Skripsi* , 3.
- Barlaman, A. S. (2016). Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Daerah Prospek Emas Menggunakan Metode Magnetik di Kabupaten Wonogiri. *I* (26-30).
- Broto, S., & Putranto, T. T. (2011). Aplikasi Metode Geomagnet Dalam Eksplorasi PanasBumi. *Teknik* , 1.
- Corarthers, L. A. (2002). Manganese. *Geological Survey Minerals Yearbook* , 1-2.
- Diharja, T., Abdullah, M., Kriswanto, A., Adi, A. P., N., Y. D., Megawati, et al. (2011). Identifikasi Struktur Sesar dan Pemetaan Zona Mineralisasi Cr dan Mn Menggunakan Metode Magnetik di Desa Kasihan, Pacitan. *Paper Praktikum Medan Potensial* , 1-6.
- Graha, D. S. (2012). Komoditi Mangan. *Mineral Logam* , 1.
- Harjanto, A. (2011). Vulkanosatigrafi di Daerah Kulonprogo dan Sekitarnya, Daerah Istimewa Yogyakarta. *IV* (3-5).
- Hiskiawan, P. (2014). Pemetaan Mineral Konduktif Dengan Metode Geomagnetik di Karst Puger Kabupaten. *Universitas Jember* , 1-8.
- HMGI. (2015). *Buku Panduan Fieldtrip Geofisika dan Geologi HMGI Yogyakarta Jawa Tengah*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Identifikasi Reservoir Daerah Panasbumi Dengan Metode Geomagnetik Daerah Blawan Kecamatan Sempol Kabupaten Bondowoso 2013 *Neutrino* 1
- Ikatan Ahli Geologi Indonesia IAGI. (2013). Interpretasi Model Geologi Endapan Mangan Berdasarkan Karakter Mineralogi dan Kimiawi Bijih Mangan di Daerah Kliripan dan sekitarnya, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Geologi Indonesia* , 1.
- Ilhami, s. (2014). Logam Mangan. *Kimia Organik* , 1-7.
- Kahfi, R. A., & Yulianto, T. (2008). Identifikasi Struktur Lapisan Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Emas Dengan Menggunakan Metode Magnetik Di Papandayan Garut Jawa Barat. *Berkala Fisika* , 128.

- Lita, F. (2012). Identifikasi Anomali Magnetik Di Daerah Prospek Panasbumi Arjuna-Welirang. *Skripsi* , 23-33.
- Octavianto, R. (2013). Mangan. *Information Technology* , 1.
- OJO, O. A., POOPOLA, & I., O. (2014). Geomagnetic Investigation Of Mineral Rocks At Awo, Osun State, Southwest Nigeria. *II* (20-30).
- Ribut, M., Suaidi, D. A., & Hidayat, S. (2013). Eksplorasi Kandungan Biji Besi Di DusunTirtosinawang Kabupaten Tulungagung Menggunakan Metode Geomagnetik. *Universitas Negeri Malang* , 1.
- Santosa, B. J. (2013). Magnetic Method Interpretation to Determine Subsurface Structure Around Kelud Volcano. *III* (5).
- Schulte, E. E., & Kelling, K. A. (2004). Soil And Applied Manganese. *Understanding Plant Nutrients* , 1-3.
- Singarimbun, A., Bujung, C. A., & Fatihin, R. C. (2011). Penentuan Struktur Bawah Permukaan Area Panasbumi Patuha Dengan Menggunakan Metode Magnetik. *18* (39-42).
- Sismanto. (2012). *Fisika Batuan* (Vol. I). Yogyakarta: Cv. Graha Ilmu.
- Srinivasulu2009Geophysical Explortion for Manganese-some First Hand example From Keonjhar district, Orissa*J. Ind. Geophys. Union* 150-152
- Suyanto, I. (2012). *Pemodelan Bawah Permukaan Gunung Merapi dan Analisis Data Magnetik dengan Menggunakan Software Geosoft*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics Second Edition*. New York: Cambridge University Press.
- U.S Geological Survey USGS. (2004). Magnetic Susceptibilities Of Minerals. *U.S Departement of The Interior* , 1-33.
- Ulin Nuha, D. Y., & Avisena, N. (2012). Pemodelan Struktur Bawah Permukaan Daerah Sumber Air Panas Songgoriti Kota Batu Berdasarkan Data Geomagnetik.
- Wahyudi, Suyanto, I., & Nurdianto, B. (2004). Analisis Data Magnetik untuk Mengetahui Struktur Bawah Permukaan Daerah Manifestasi AirPanas di Lereng Utara Gunung Api Ungaran. *XXIX* (36-45).
- Wells, B. H. (1918). *Manganese In New Mexico*. New Mexico: New Mexico State School Of Mines.
- Wiguna, S. (2012). Sebaran Potensi Deposit Emas Epitermal Di Cibaliung, Pandeglang-Banten. *Skripsi* , 8.