IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN ZONA MINERALISASI EMAS MENGGUNAKAN METODE MAGNETIK DI DESA SADAHAYU KECAMATAN MAJENANG KABUPATEN CILACAP

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

gelar Sarjana Sains Program Studi Fisika

oleh

Indah Nur Pratiwi

4211412022

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2016

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 2 September 2016

METERAI TEMPEL

1EBC8AAFD515

6000

Indah Nur Pratiwi

4211412022

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Zona Mineralisasi Emas Menggunakan Metode Magnetik di Desa Sadahayu, Kecamatan Majenang, Kabupaten Cilacap

disusun oleh

Indah Nur Pratiwi

4211412022

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada tanggal 2 September 2016.

Panitia:

Ketua

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

Sekretaris

Dr. Suharto Linuwih, M.Si
NIP. 196807141996031005

Ketua Penguji

Drs. Hadi Susanto, M.Si
NIP. 195308031980031003

Anggota Penguji/Pembimbing I

Dr. Khumaedi, M.Si
NIP. 196306101989011002

Anggota Penguji/Pembimbing II

Dr. Agus Yulianto, M.Si
NIP. 196607051990031002

MOTTO

“Ilmu itu lebih baik daripada harta. Ilmu menjaga engkau dan engkau menjaga harta. Ilmu itu penghukum (hakim) dan harta terhukum. Harta itu kurang apabila dibelanjakan tapi ilmu bertambah bila dibelanjakan.” (Ali bin Abi Tholib)

“Dari Abdullah bin ‘Amr beliau berkata; Rosulullah bersabda ; ‘Ridha Allah pada ridha orang tua dan murka Allah pada murka orang tua.” (H.R.Al Baihaqy)

"Learn from yesterday, live today, hopefully for tomorrow . The important thing is not to stop questioning." (Albert Einstein)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan kepada :

Spesial teruntuk Ayahanda dan Ibunda tercinta

Kakakku Ibnu Fajar Purwantoro dan Yugo Dwi (alm)

Sahabat dan Penghuni Kos Ikhwah Rosul 32

Keluarga besar Fisika 2012 dan KSGF Unnes

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PRAKATA

Bismillahirrohmanirrohim,

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat kesehatan dan petunjuk-Nya, sehingga Skripsi yang berjudul ”Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Zona Mineralisasi Emas Menggunakan Metode Magnetik Di Desa Sadahayu, Kecamatan Majenang, Kabupaten Cilacap” sebagai syarat untuk mendapat gelar Sarjana Sains dapat terselesaikan dengan baik.

Penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan, petunjuk, dan bimbingan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Prof. Dr. Zaenuri S.E, M.Si, Akt selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Suharto Linuwih, M.Si. selaku ketua Jurusan Fisika.
4. Dr. Khumaedi, M.Si. selaku Pembimbing I dan Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian skripsi ini dengan baik.
5. Dr. Agus Yulianto, M.Si. selaku Pembimbing II yang memberikan bimbingan dan pengarahan serta motivasi dalam penyelesaian skripsi ini dengan baik.
6. Segenap Bapak dan Ibu Dosen, teknisi laboratorium, dan staf karyawan Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

7. Ibu, Bapak, dan Kakakku yang telah memberi dukungan, motivasi, doa serta kesempatan penulis untuk belajar.
8. Sahabat-sahabatku (Saifuli Sofi'ah, Nurlailiatul Isnani, Intan Listyaningrum, Agus Subandi, Regillita Annisetyas, dan Ika Amalia Firdos).
9. Teman-teman Fisika angkatan 2012 dan KSGF Unnes yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang membantu dan memberikan warna selama menjadi mahasiswa dan dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman Kos Ikhwah Rosul 32 dam semua pihak yang telah memberikan bantuan sehingga terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih belum sempura dan masih banyak kesalahan serta kekurangan. Oleh karena itu penulis berharap adanya kritik dan saran dari pembaca. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan memberikan manfaat untuk kemajuan Indonesia. Aamiin.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Semarang, 2 September 2016

Penulis

Indah Nur Pratiwi

NIM. 4211412022

ABSTRAK

Pratiwi, I. N. 2016. *Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Zona Mineralisasi Emas Menggunakan Metode Magnetik Di Desa Sadahayu, Kecamatan Majenang Kabupaten Cilacap.* Skripsi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing I, Dr. Khumaedi, M.Si dan Pembimbing II, Dr. Agus Yulianto, M.Si

Kata kunci : Mineral emas, anomali magnetik, metode magnetik, suseptibilitas batuan.

Emas merupakan jenis mineral yang mempunyai nilai ekonomis tinggi, sehingga identifikasi perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan zona mineralisai emas dengan metode magnetik. Pengambilan data dilakukan pada daerah dengan luas 400 m x 500 m dengan jumlah titik yang diperoleh yaitu 86 titik. Pengambilan data magnetik menggunakan *Proton Procession Magnetometer* (PPM). Pengolahan data dilakukan dengan Microsoft Excel dan *Surfer* 10 kemudian diperoleh anomali medan magnet total. Nilai anomali medan magnet total yang diperoleh kemudian dilakukan kontinuasi ke atas dan reduksi ke kutub menggunakan *software* MagPick. Untuk mengetahui struktur bawah permukaan dilakukan pengolahan data menggunakan *software* Mag2DC kemudian dilakukan interpretasi kualitatif dan kuantitatif. Hasil interpretasi kualitatif menunjukkan bahwa anomali magnetik pada daerah penelitian adalah -150 nT hingga 650 nT. Interpretasi kuantitatif menunjukkan bahwa terdapat satu formasi batuan yaitu Formasi Kumbang. Formasi Kumbang didominasi oleh breksi gunungapi, batu gamping, tuf andesit dan konglomerat. Batuan dengan suseptibilitas magnetik 0,16 SI adalah batuan andesit. Batuan dengan suseptibilitas 0,041 SI merupakan batuan breksi vulkanik. Mineral dengan nilai suseptibilitas magnetik 0,0015 SI yang diindikasikan *Pirit.* Batuan yang mempunyai nilai suseptibilitas magnetik -0,042 SI adalah Kalsit. Batuan yang diduga merupakan pembawa mineral emas adalah *Pirit*. Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat diketahui bahwa mineral *Pirit* terindikasi berada pada kedalaman 50 sampai 100 meter, sehingga dapat disimpulkan bahwa zona mineralisasi emas yang diduga berasosiasi dengan mineral lain seperti *Pirit* diindikasikan berada pada kedalaman 50 meter sampai 100 meter dan berada di bagian tengah daerah penelitian.

ABSTRACT

Pratiwi, I. N. 2016 . *Identification the structure under surface of the Zone Gold Mineralization used Magnetic Method in Sadahayu, Majenang, Cilacap.* Final Project, Physics Program, Physics Departemen, Mathematic and Natural Science Faculty, Semarang State University, Main Advisor Dr. Khumaedi M.Si, and Co-Advisor Dr. Agus Yulianto, M.Si

Keywords : Gold Mineral, magnetic anomaly, magnetic method, rocks susceptibility.

Gold is a kind of mineral that have high economic value , so that the identification of needs to be done.This research aims to identify the structure under surface of the zone gold mineralization with a method of magnetic The data was undertaken in regions with broad 400 m x 500 the number of points obtained the 86 point .The magnetic data using Protons Procession Magnetometer (PPM) . Data processing done with microsoft excel and surfer 10 obtained anomaly then the total magnetic field. The total a magnetic field anomaly obtained we do upward continuation and reduction to the pole uses software MagPick . To know the structure of the lower surface of the done data processing using software Mag2DC and then it would be an interpretation qualitative and quantitative . The results of interpretation qualitative show that the magnetic anomaly in the area research is -150 nT to 650 nT . Quantitative interpretation shows that there is a rock formations the Kumbang Formation. Kumbang Formation dominated by breccia volcano , limenstone rock, tuf andesite and conglomerate. Of rock with magnetic suseptibility 0.16 SI alleged to be rocks andesite. Of rock with suseptibility 0.041SI the expected breccia volcano. Mineral with the magnetic suseptibility 0.0015 SI the indicated Pyrites. Rocks in that it has value suseptibility magnetic -0.042 SI the alleged to be calcite. Rock allegedly is a mineral gold is Pyrites. Based on the results, it is known that mineral pyrites indicated be at the depth of 50 to 100 meters. Based on these result, can be concluded that zone gold mineralization allegedly associated with other minerals like pyrites indicated be at the depth of 50 to 100 meters and on the central research area.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN ii

HALAMAN PENGESAHAN iii

MOTTO DAN PERSEMBAHAN iv

PRAKATA v

ABSTRAK vii

DAFTAR ISI xi

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR LAMPIRAN xiv

BAB

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Manfaat Penelitian 4

1.5 Batasan Masalah 4

1.6 Sistematika Penulisan 5

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metode Magnetik 6

2.1.1 Gaya Magnetik 7

2.1.2 Kuat Medan Magnet 8

2.1.3 Intensitas Magnetik..... 8

2.1.4 Suscepbilitas/Kerentanan Magnetik 9

2.1.5 Induksi Magnetik 13

2.2 Medan Magnet Bumi 14

2.3 Mineralisasi Emas 22

2.3.1 Lingkungan Tektonik 23

2.3.2 Struktur Geologi 24

2.4.2.1 Sesar 24

2.4 Endapan Hidrotermal 26

2.5.1 Definisi Larutan Hidrotermal 26

2.5.2 Alterasi Hidrotermal 27

2.5.2.1 Temperatur dan Tekanan…..... 28

2.5.2.2 *Permeabilitas*….....28

2.5.2.3 Komposisi Kimia dan Konsentrasi Larutan Hidrotermal…28

2.5.2.4 Komposisi Batuan Samping….....28

2.5.3 Tipe Endapan Hidrotermal….....29

2.5.3.1 Endapan Hipotermal ….....29

2.5.3.2 Endapan Mesotermal ….....30

2.5.3.3 Endapan Epitermal ….....30

2.5 Mineralisasi ..... .32

2.6 Geologi Daerah Penelitian..... .33

3 METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian 35

3.2 Desain 36

3.2.1 Diagram Alir Penelitian 36

3.3 Alat Penelitian 38

3.4 Akuisisi Data 39

3.5 Pengolahan Data 41

3.5.1 Koreksi Diurnal 42

3.5.2 Koreksi IGRF 42

3.5.3 Kontinuasi ke Atas 43

3.5.4 Reduksi ke Kutub 44

3.6 Analisis Data Penelitian 44

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil 46

4.1.1 Intensitas Medan Magnet Total 47

4.1.2 Anomali Medan Magnet Total 50

4.1.3 Kontinuasi ke Atas 51

4.1.4 Reduksi ke Kutub 52

4.2 Pembahasan 54

4.2.1 Interpretasi Kualitatif 54

4.2.2 Interpretasi Kuantitatif 55

5 SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan 60

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

5.2 Saran 61

DAFTAR PUSTAKA 62

LAMPIRAN 65

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

Tabel 2.1 Nilai Suseptibilitas Batuan..... 10

Tabel 2.1 Nilai Suseptibilitas Mineral 11

Tabel 2.3 Endapan Epitermal..... 31

Tabel 3.1 Model Data Pengamatan Magnetik..... 40

Tabel 4.1 Tabel Parameter Medan Magnet Bumi 49

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

Gambar 2.1 Kurva Magnetisasi dan Suseptibilitas 13

Gambar 2.2 Dipole Magnet Bumi 15

Gambar 2.3 Elemen Medan Magnet Bumi 16

Gambar 2.4 Peta Kontur Intensitas Total Medan Magnet Bumi 17

Gambar 2.5 Peta Kontur Inklinasi Medan Magnet Bumi 18

Gambar 2.6 Peta Kontur Deklinasi Medan Magnet Bumi 18

Gambar 2.7 Anomali Magnetik 21

Gambar 2.8 Lokasi Penelitian Pada Peta Geologi 34

Gambar 3.1 Lokasi Penelitian 35

Gambar 3.2 Desain Penelitian 36

Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian 37

Gambar 3.4 *Proton Procession Magnetometer* 38

Gambar 3.5 *Global Positioning System* 39

Gambar 4.1 Intensitas Medan Magnet Total 47

Gambar 4.2 Anomali Medan Magnet Total 50

Gambar 4.3 Kontinuasi ke Atas 52

Gambar 4.4 Reduksi ke Kutub 53

Gambar 4.5 Sayatan Anomali Magnetik 56

Gambar 4.6 Hasil Pemodelan Penampang Bawah Permukaan 57

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

Lampiran Data Pengamatan 65

Lampiran Dokumentasi Penelitian 70

Surat Keputusan Dosen Pembimbing 72

Surat Ijin Penelitian 73

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Emas merupakan jenis mineral yang mempunyai nilai ekonomis tinggi (*precious metal*). Pembentukan mineral emas berhubungan dengan naiknya larutan fluida hidrotermal ke permukaan melalui celah atau rekahan pada struktur batuan, yang kemudian mengalamai proses diferensiasi dan proses pengendapan. Mineral pembawa unsur emas yang berada di alam selalu berasosiasi dengan mineral-mineral sulfida (Sukandarrumidi, 2009).

Mineral logam khususnya emas berkaitan erat dengan proses magmatik lingkungan pembentuknya. Endapan emas dalam batuan volkanik pada umumnya terdapat dalam bentuk urat-urat tipis sebagai hasil penyusupan larutan panas (hydrothermal) yang mengandung mineral ke dalam celah-celah, kemudian karena proses pendinginan, di celah tersebut terjadi pengendapan. Batuan volkanik yang menjadi rumah dari endapan itu biasanya terdiri dari breksi kemudian berinteraksi dengan lava, sehingga menghasilkan intrusi. Intrusi ini menyebabkan terbentuknya retakan/celah-celah disekitar zona intrusi . Urat kuarsa merupakan salah satu jenis batuan metamorf yang terbentuk akibat adanya intrusi batuan beku yang menembus batuan sedimen dan terjadi aliran hidrotermal yang

akan meningkatkan suhu dan tekanan pada batuan tersebut sehingga terjadi mineralisasi (Unit Geomin – PT. Aneka Tambang, 2006).

Desa Sadahayu merupakan suatu desa di Kabupaten Cilacap yang diduga mempunyai potensi mineral emas. Mineral emas yang terdapat Desa Sadahayu diduga merupakan jenis emas muda. Wilayah Desa Sadahayu yang diduga mengandung emas memiliki luas sekitar 20 Hektar (200.000 m^2).

Metode magnetik adalah salah satu metode dalam geofisika yang sering digunakan sebagai survei pendahuluan pada eksplorasi batuan mineral diantaranya mineral emas, perak, timah, besi, uranium, dll. Keuntungan menggunakan metode magnetik adalah dapat mendeteksi letak dan batas litologi dari analisis anomali medan magnet dan diperkuat dengan data gradient vertikal medan magnetik total yang dapat memberikan respon jika terjadi perbedaan litologi pada suatu daerah (Mudi, 2012).

Metode magnetik merupakan metode yang memanfaatkan sifat kemagnetan bumi. Dengan menggunakan metode magnetik akan diperoleh kontur anomali medan magnetik batuan di bawah permukaan pada arah horizontal. Dalam survei dengan menggunakan metode magnetik, yang menjadi target pengukuran adalah variasi medan magnet yang terukur di permukaan, atau dikenal sebagai anomali magnetik (Soemantri, 2003). Analisis anomali medan magnet dapat digunakan untuk menginterpretasi suseptibilitas struktur geologi yang menonjol pada daerah penelitian. Dengan memanfaatkan sifat suseptibilitas batuan, metode magnetik dapat digunakan untuk menentukan keberadaan mineral di bawah permukaan, misalnya emas.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi zona mineralisasi emas di Desa Sadahayu. Berdasarkan peta geologi lembar Majenang, batuan penyusun statigrafi Desa Sadahayu didominasi oleh breksi gunung api, yang erat kaitannya dengan proses magmatik. Oleh karena itu, Desa Sadahayu mempunyai potensi mineral logam yang cukup baik. Potensi mineral logam tersebut salah satunya adalah emas.

Mineral emas memiliki nilai suseptibilitas yang kontras dengan mineral lain, sehingga keberadaan mineral emas dapat dideteksi dengan menggunakan metode magnetik. Potensi emas yang berada di Desa Sadahayu sebelumnya pernah di eksplorasi oleh perusahaan pertambangan, namun tidak dilanjutkan. Beberapa penelitian di desa ini juga pernah dilakukan salah satunya adalah penelitian mengenai kandungan logam secara umum. Belum adanya penelitian yang mendalam mengenai pola penyebaran emas di Desa Sadahayu, oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi stuktur bawah permukaan zona mineralisasi emas dengan menggunakan metode magnetik.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah:

1.2.1 Bagaimana pola penyebaran mineral emas di Desa Sadahayu, Kecamatan Majenang, Kabupaten Cilacap?

1.2.2 Bagaimana hasil pemetaan zona mineralisasi emas di Desa Sadahayu, Kecamatan Majenang, Kabupaten Cilacap?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah:

1.3.1 Mengetahui pola penyebaran emas di Desa Sadahayu, Kecamatan Majenang, Kabupaten Cilacap.

1.3.2 Mengetahui hasil pemetaan zona mineralisasi emas di Desa Sadahayu, Kecamatan Majenang, Kabupaten Cilacap.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil analisis yang dilakukan maka penelitian ini diharapkan:

1.4.1 Mengetahui pola penyebaran mineral emas di Desa Sadahayu, Kecamatan Majenang, Kabupaten Cilacap.

1.4.2 Memberikan informasi kepada pemerintah dan masyarakat setempat mengenai keberadaan emas yang telah di petakan, agar dapat di eksplorasi secara ekonomis.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1.5.1 Lokasi penelitian meliputi wilayah Desa Sadahayu, Kecamatan Majenang Kabupaten Cilacap.

1.5.2 Unsur yang diteliti adalah zona mineralisasi emas yang didasarkan atas nilai suseptibilitas magnetik batuan pembawa emas yang terukur di daerah penelitian.

1.6 Sistematika Penulisan

Pokok bahasan dalam skripsi ini terdiri dari lima bab, yaitu :

BAB I Pendahuluan

berisi tentang latar belakang dilakukan penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan

BAB II Tinjauan Pustaka

berisi tentang studi pustaka yang mendukung penelitian ini seperti teori-teori yang mendukung, studi konsep metode magnetik, studi tentang mineralisasi dan kondisi geologi daerah penelitian.

BAB III Metode Penlitian

menguraikan tentang lokasi penelitian, desain penelitian, alat yang digunakan, serta tahapan pengukutan di lapangan dan pengolahan data.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

menguraikan tentang hasil penelitian, pengolahan data, pembahasan hasil data yang diperoleh serta interpretasi kualitatif dan kuantitatif.

BAB V Penutup

berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran yang diperlukan untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metode Magnetik

Metode geofisika diterapkan untuk mengetahui sifat-sifat fisik batuan yang ada di bawah permukaan. Salah satu metode geofisika adalah metode magnetik. Metode magnetik bekerja berdasarkan pengukuran variasi kecil intensitas medan magnet di permukaan bumi yang disebabkan karena perbedaan antara sifat magnetisasi batuan di kerak bumi sehingga meningkatkan munculnya medan magnet bumi yang tidak homogen atau disebuat anomali magnetik (Santosa, 2013).

Metode magnetik merupakan salah satu metode geofisika yang aplikasinya sering digunakan dalam bidang eksplorasi. Penggunaan metode magnetik untuk eksplorasi didasarkan pada sifat kemagnetan batuan. Perbedaan ini dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik batuan-batuan tersebut. Dalam bidang geofisika metode magnetik sangat efektif untuk menentukan struktur bawah permukaan serta mineral logam yang terkandungnya (Perdana, 2011).

Metode magnetik merupakan suatu metode yang bertujuan untuk menghitung medan magnet yang ada di bumi. Metode magnetik dalam aplikasi geofisika akan tergantung pada pengukuran yang akurat dari anomali medan geomagnet lokal yang dihasilkan variasi intensitas magnetisasi dalam formasi batuan. Intensitas magnetik dalam batuan itu sendiri sebagian disebabkan oleh

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

adanya magnetisasi permanen. Intensitas dari induksi geomagnet akan bergantung pada suseptibilitas magnetik batuannya dan gaya magnetnya, serta intensitas permanennya pada sejarah geologi terbentuknya batuan tersebut.

Chen *et al.* (2013:503) menerapkan metode magnetik untuk mengenali anomali magnetik lemah dalam keadaan geologi kompleks dan hasil model menunjukkan bahwa anomali magnetik akibat lingkungan geologi kompleks menjadi sangat lemah. Sebagian besar respon dari batuan vulkanik menunjukkan sifat kemagnetan yang lebih kuat karena adanya kandungan mineral ferromagnetik dibandingkan dengan batuan lainnya. Nilai suseptibilitas batuan vulkanik bervariasi antara 200 x 10^{-5} SI hingga 4000 x 10^{-5} SI, kemudian suseptibilitas lembah sedimen bervariasi antara 0 sampai 0,3 x 10^{-5} SI. Batuan vulkanik seringkali menghasilkan anomali magnetik yang kuat dibandingkan dengan batuan lainnya. Beberapa bekas penggalian terletak dalam daerah anomali negatif yang disebabkan oleh faktor lapisan vulkanik sangat terpengaruh oleh alterasi hidrotermal sehingga menghasilkan suseptibilitas lemah.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2.1.1 Gaya Magnetik

Gaya magnetik menurut hukum Coloumb, bila terdapat muatan atau kutub (m_1 dan m2) yang berada pada jarak r maka kedua muatan atau kutub tersebut, bila sejenis akan tolak menolak sedangkan kalau berlawanan jenis akan tarik menarik dengan gaya (**F**) sebesar :

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

dengan μ_0 adalah permeabilitas medium dalam ruang hampa. Besar nilai μ_0 dalam satuan SI adalah 4π x 10^{-7} Wb/Am. Gaya (**F**) tersebut mempunyai satuan dyne (cgs) atau newton (SI) (Telford *et al*., 1990:63).

2.1.2 Kuat Medan Magnet

Kuat medan magnetik (**H**) ialah besarnya medan magnet pada suatu titik dalam ruangan yang timbul sebagai akibat adanya kuat kutub yang berada sejauh *r* dari titik *m* tersebut. Kuat medan magnetik (**H**) didefinisikan sebagai gaya persatuan kuat kutub magnet :

$$\mathbf{H} = \frac{F}{m_2}\hat{\mathbf{r}} = \frac{m_1}{\mu_0 r^2}\hat{\mathbf{r}} \qquad (2.2)$$

Satuan SI untuk kuat medan magnet **H** adalah A/m atau dalam cgs Oersted dan $\hat{\mathbf{r}}$ menunjukkan vektor satuan dengan arah dari m_1 ke m_2.

2.1.3 Intensitas Magentik

Suatu benda magnetik yang ditempatkan pada suatau medan magnet dengan kuat medan **H**, maka akan mengalami magnetisasi karena induksi (Telford *et al.*, 1990:63). Magnetisasi diukur berdasarkan polarisasi magnetik **M** (intensintas magnetisasi atau momen dipol m persatuan volume V) yang dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$\mathbf{M} = \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{V}}\hat{\mathbf{r}} \qquad (2.3)$$

Satuan magnetisasi dalam SI adalam A/m, sedangkan dalam cgs adalah gauss.

2.1.4 Susceptibilitas/ Kerentanan Magnetik

Suseptibilitas magnetik batuan merupakan harga magnet suatu bahan terhadap pengaruh magnet yang erat kaitannya dengan kandungan mineral dan oksida besi. Semakin besar kandungan mineral magnetit dalam batuan, semakin besar harga suseptibilitasnya. Tingkan suatu benda magnetik mampu dimagnetisasi ditentukan oleh suseptibilitas kemangnetan (disimbolkan dengan χ) yang ditulis dalam persamaan berikut :

$$\mathbf{M} = \chi\mathbf{H} \tag{2.4}$$

Dimana

M = intensitas magnetisasi (A/m)

H = kuat medan magnet (A/m)

χ = kerentanan magnet (suseptibilitas) batuan

sehingga intensitas magnetisasi (**M**) sangat tergantung pada kerentanan magnetik batuannya (suseptibilitas batuannya).

Nilai suseptibilitas magnetik dalam ruang hampa sama dengan nol karena hanya benda berwujud yang dapat termagnetisasi. Harga pada batuan semakin besar apabila dalam batuan tersebut semakin banyak dijumpai mineral-mineral yang bersifat magnetik (Burger *et al.*, 2006).

Sifat kemagnetan batuan dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok utama yaitu diamagnetik, paramagnetik dan feromagnetik. Material diamagnetik memiliki suseptibilitas rendah dan negatif serta memiliki magnetisasi yang berlawanan dengan medan yang diberikan. Material paramagnetik memiliki

suseptibilitas rendah dan positif. Sifat feromagnetik dikarakterisasi dengan sifat kemagnetan kuat, memiliki suseptibilitas tinggi dan bernilai positif (Lowrie, 2007:289). Berikut ini adalah tabel nilai suseptibilitas magnetik berbagai macam batuan dan mineral :

Tabel 2.1 Nilai Suseptibilitas Magnetik Batuan (Telford *et al.*, 1990)

Tipe	**Suseptibilitas x 10^{-3} SI**	
	Range	**Rata-rata**
Batuan Sedimen		
Dolomite	0-0.9	0.1
Batugamping	0-3	0.3
Batupasir	0-20	0.4
Serpih	0-01-15	0.6
Rata-rata 48 batuan sedimen	0-18	0.9
Batuan Metamorf		
Amphibiolite		0.7
Sekis	0.3-3	1.4
Filit		1.5
Gneiss	0.1-25	
Kuarsit		4
Serpetin		
Sabak	0-35	6
Batuan Beku		
Granit	0-50	2.5
Riolit	0.2-35	
Dolorit	1-35	17
Ugite-Syenite	30-40	
Olivin-diabas		25
Diabas	1-160	55
Porphyry	0.3-200	60
Gabro		70
Basalt	0.2-175	70
Diorit	0.6-120	85
Piroksenit		125
Peridotit	90-200	150
Andesit		160

Tabel 2.2 Nilai Suseptibilitas Mineral (Telford *et al.*, 1990)

Tipe Mineral	**Suseptibilitas x 10^{-3} SI**	
	Range	**Rata-rata**
Grafit	0-0.9	0.1
Kuarsa	0-3	-0.01
Rock Salt	0-20	-0.01
Gypsum	0-01-15	-0.01
Kalsit	-0.001-(-0.01)	
Batubara		0.002
Lempung		10.2
Kalkopirit		0.4
Spalerit		0.7
Kasiterit		0.9
Siderit	1-4	
Pirit	0.05-5	1.5
Limonit		2.5
Arsenopirit		3
Hematit	0.5-35	6.5
Kromit	3-110	7
Franklinit		4300
Pirotit		1500
Ilmenit	300-3500	1800
Magnetit	1200-19200	6000

Sifat magnetik material penyusun batuan dipengaruhi oleh temperatur. Pengukuran skematik pertama tentang suseptibilitas sejumlah batuan pada jangkauan temperatur yang panjang dilakukan oleh Pierre Curie yang dilaporkan tahun 1895. Pierre Curie menyatakan bahwa suseptibilitas (χ_m) tidak bergantung pada temperatur untuk diamagnetik tetapi mengalami perubahan secara berkebalikan dengan temperatur absolut untuk paramagnetik yang dinyatakan dalam persamaan berikut :

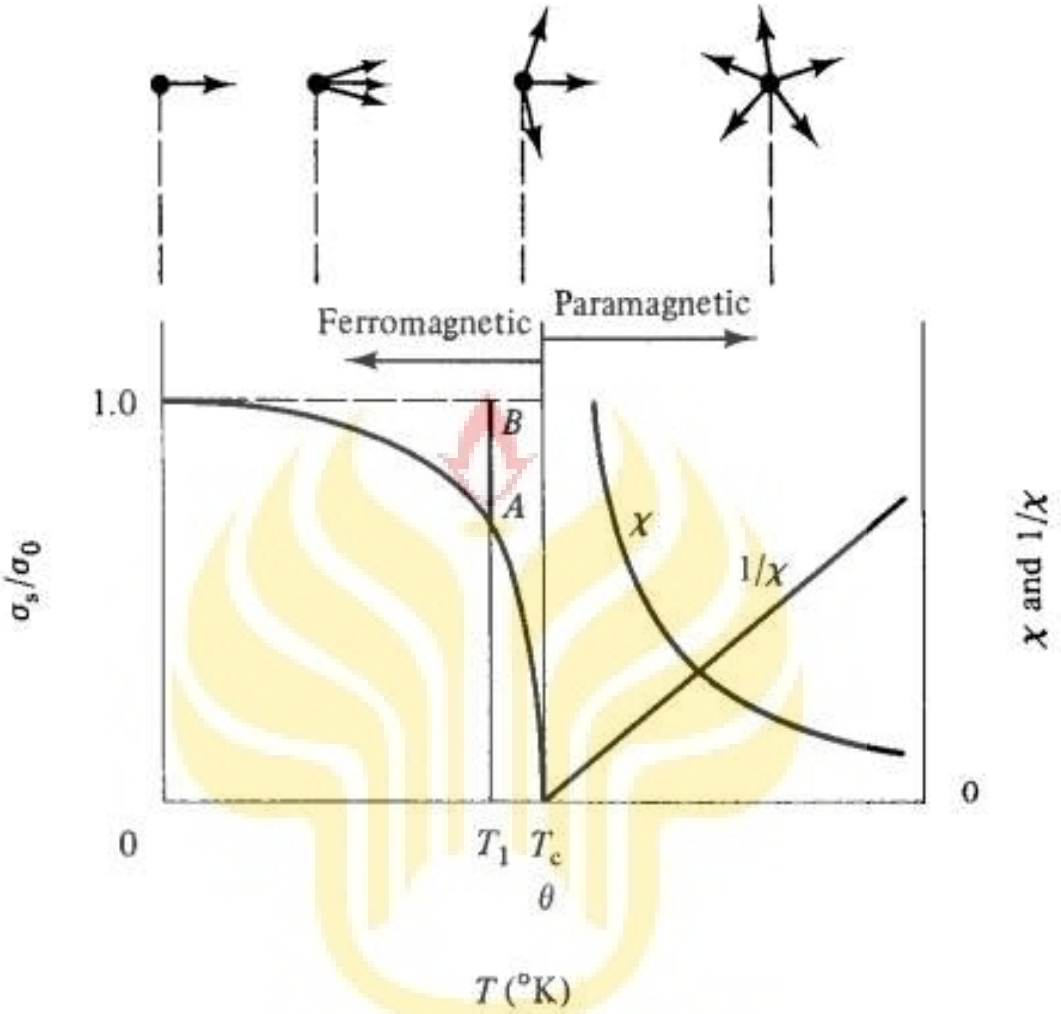
$$\chi_m = C/T \tag{2.5}$$

Persamaan (2.5) merupakan Hukum Curie dimana C adalah konstanta Curie per gram. Hukum Curie kemudian dikenal dalam Hukum Curie-Weiss yang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\chi = C/(T - \theta) \tag{2.6}$$

Persamaan (2.6) merupakan Hukum Curie-Weiss yang sesuai untuk banyak material paramagnetik dimana θ adalah konstanta dalam dimensi temperatur untuk setiap satu bahan dan nilainya sama dengan nol untuk bahan-bahan yang mematuhi hukum Curie (Cullity and Graham, 2009:91). Nilai θ secara langsung berhubungan dengan medan mokuler H_m karena $\theta = \rho\gamma C$ dan $H_m = \gamma M$ dimana γ adalah koefisien medan molekuler . H_m dan M memiliki arah yang sama atau medan mokuler membantu medan yang diberikan dalam menghasilkan magnetisasi bahan. Namun demikian situasi di dekat titik Curie tidak sederhana berdasarkan atas pengukuran yang lebih akurat (Cullity and Graham, 2009:91)

Ketika bahan feromagnetik dipanaskan, maka magnetisasi spontan bahan menghilang pada teperatur Curie (T_c), dan pada temperatur yang lebih tinggi dari temperatur Curie paramagnetik (θ) suseptibilitas feromagnetik (χ) menjadi suseptibilitas paramagnetik, sehingga ($1/\chi$) sebanding dengan $(T - \theta)$ sebagaimana yang dinyatakan dalam Hukum Curie-Weiss. Rangkaian hasil teori medan molekuler disajikan dalam gambar. Perubahan magnetisasi spontan relatif (σ_s/σ_o) akibat perubahan temperatur (T_1/T_c) pada bahan feromagnetik diberikan pada gambar berikut ini :



Gambar 2.1 Kurva Magnetisasi dan Suseptibilitas di Bawah dan di Atas Temperatur Curie. Sketsa Kecil di Atas Menggambarkan Distribusi Klasik Arah Spin, dalam Penggunaan Medan Nol pada Domain Tunggal di Bawah T_c dan dalam Sebuah Kelompok Atom-aton di Atas T_c (Cullity dan Graham, 2009:126).

2.1.5 Induksi Magnetik

Adanya medan magnetik regional yang berasal dari bumi dapat menyebabkan terjadinya induksi magnetik pada batuan yang mempunyai suseptibilitas baik. Total medan magnetik yang dihasilkan pada batuan ini dinyatakan sebagai induksi magnetik. Medan magnetik yang terukur oleh

magnetometer adalah medan magnet induksi termasuk efek magnetisasi yang diberikan pada persamaan berikut :

$$\mathbf{B} = \mu_0(\mathbf{H} + \mathbf{M}) = \mu_0(1 + \chi)\mathbf{H} \quad (2.7)$$

$\mu_0(1 + \chi)$sama dengan permeabilitas magnetik (μ) yang juga merupakan perbandingan antara **B** dan **H**. Atau ditulis pada persamaan berikut :

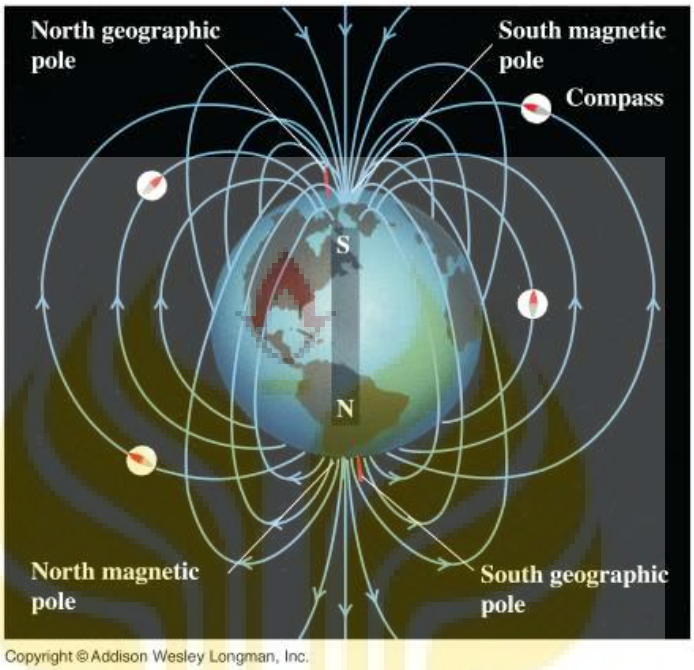
$$\mathbf{B} = \mu\mathbf{H} \quad (2.8)$$

Persamaan ini menunjukkan bahwa jika medan magnetik remanen dari luar bumi diabaikan, medan magnet total yang terukur oleh magnetometer di permukaan bumi adalah penjumlahan dari medan bumi utama (**H**) dan variasinya (**M**). Satuan (**B**) dalam cgs adalah gauss, sedangkan dalam geofisika eksplorasi dipakai satuan gamma (g) dan dalam SI adalah Tesla (T) atau nanoTesla (nT). Benda dapat diklasifikasikan dalam kondisi bagaimana permeabilitas magnetik μ_r dibandingkan dengan μ_0. Misalnya Paramagnetik ($\mu_r > \mu_0$) dan Diamagnetik ($\mu_r < \mu_0$) (Telford *et al.*, 1990)

2.2 Medan Magnet Bumi

Medan magnet bumi adalah medan dimana dapat dideteksi distribusi gaya magnet (Indratmoko *et al.*, 2009: 155). Penyebab terjadinya proses magnetisasi pada batuan umumnya bersumber dari medan magnet bumi, bumi juga dapat diasumsikan sebagai dinamo. Dimana pada teori dinamo tersebut menyatakan adanya konveksi arus bawah permukaan bumi akibat reaksi nuklir pada inti luar bumi yang mayoritas merupakan material besi dan nikel cair. Konveksi ini menyebabkan adanya arus listrik pada inti bumi, dan arus tersebut memunculkan

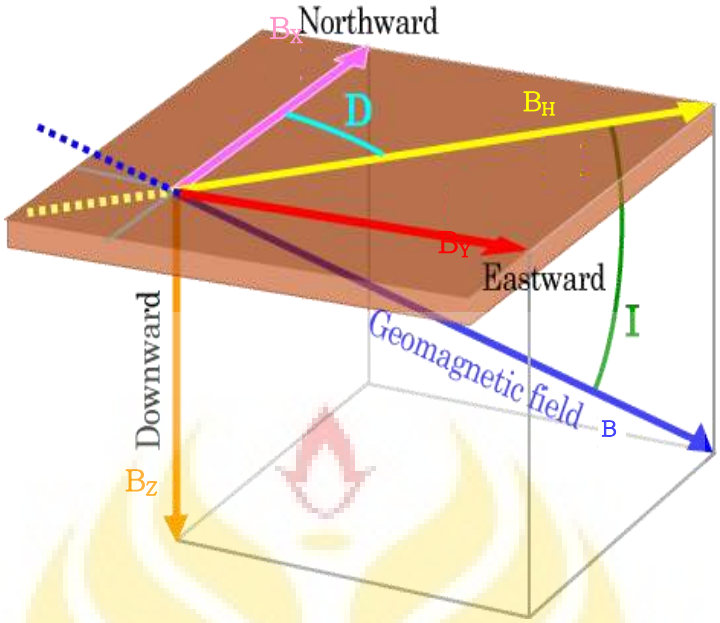
medan magnet bumi dimana kedua kutubnya berada dekat dengan kutub-kutub bumi.



Gambar 2.2 Dipole Magnet Bumi

Medan magnet bumi terkarakterisasi oleh parameter fisis atau disebut juga elemen medan magnet bumi, yang dapat diukur yaitu meliputi arah dan intensitas kemagnetannya. Parameter fisis tersebut meliputi :

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. *Medan magnetik total (F),* yaitu besar dari vektor medan magnetik total.



Gambar 2.3 Elemen Magnetik Bumi (Nurdiyanto *et al.*, 2011).

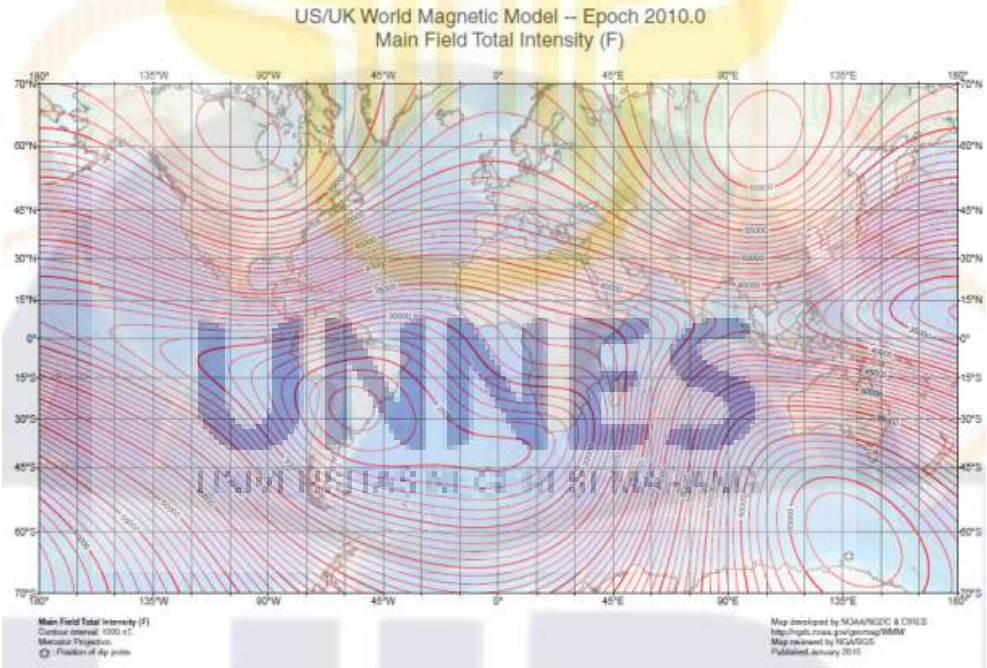
Gambar elemen magnetik bumi di atas merupakan elemen magnetik bumi di bumi belahan utara. Sedangkan untuk belahan bumi bagian selatan, medan magnetnya mengarah ke atas.

Medan magnet utama bumi berubah terhadap waktu. Untuk menyeragamkan nilai-nilai medan utama magnet bumi, dibuat standar nilai yang disebut *International Geomagnetics Reference Field* (IGRF) yang diperbaharui setiap 5 tahun sekali. Nilai-nilai IGRF tersebut diperoleh dari hasil pengukuran rata-rata pada daerah luasan sekitar 1 juta km^2 yang dilakukan dalam waktu satu tahun. Medan magnet bumi terdiri dari 3 bagian :

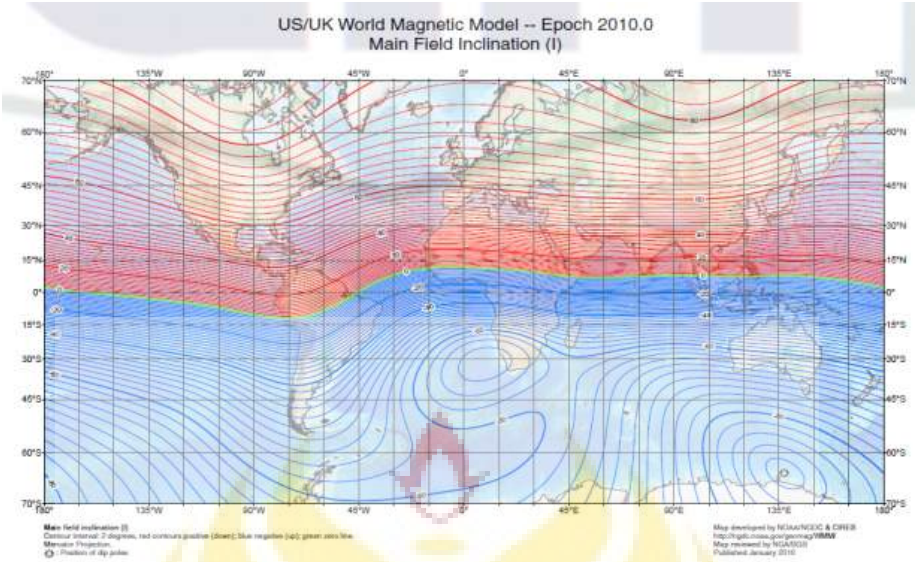
1. Medan magnet utama (*Main field*)

Medan magnet utama dapat didefinisikan sebagai medan rata-rata hasil pengukuran dalam jangka waktu yang cukup lama mencakup daerah dengan luas lebih dari 10^6 km^2.

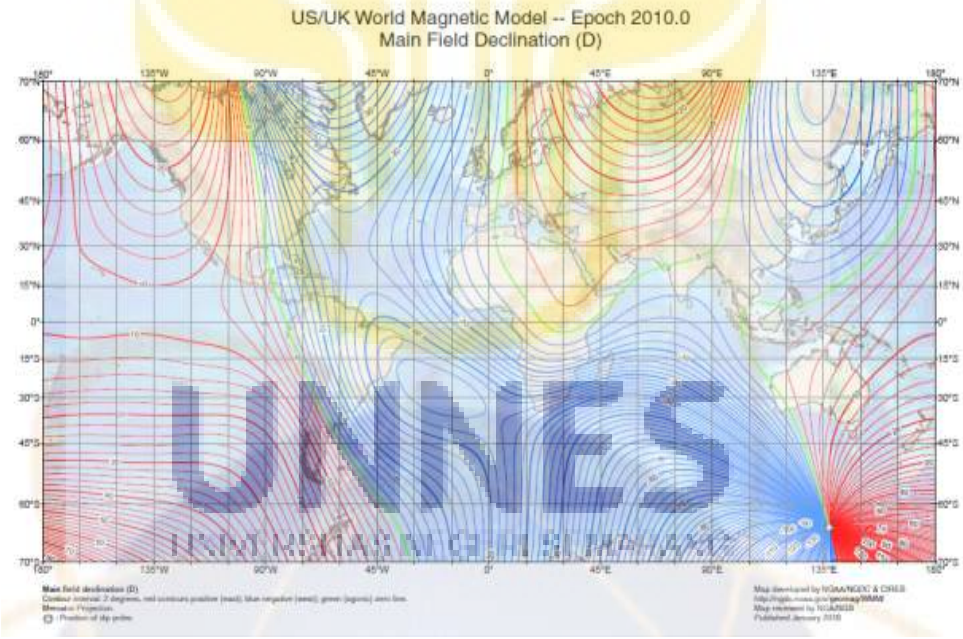
Harga medan magnet utama bumi ditentukan berdaraskan kesepakatan internasional di bawah pengawasan *International Assosiation of Geomagnetism and Aeronomy* (IAGA). Deskripsi matematis seperti ini dikenal sebagai medan magnetik utama bumi atau IGRF *(International Geomagnetic Reference Field).* Koefisien-koefisien IGRF ini diperbaharui setiap 5 tahun sekali. Harga medan magnetik utama bumi di wilayah Indonesia dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.4 Peta kontur intensitas total medan magnet bumi



Gambar 2.5 Peta kontur Inklinasi medan magnet bumi



Gambar 2.6 Peta kontur Deklinasi medan magnet bumi

2. Medan magnet luar *(external field)*

Pengaruh medan magnet luar berasal dari pengaruh luar bumi yang merupakan hasil ionisasi di atmosfer yang ditimbulkan oleh sinar ultraviolet

dari matahari. Sumbangan medan magnet luar ini terhadap medan magnet bumi hanya sebesar kira-kira 1% dari medan magnet total. Perubahan medan magnet luar ini terhadap waktu jauh lebih cepat daripada medan permanen, beberapa jenis medan luar adalah sebagai berikut :

a) Sebuah siklus yang berdurasi sekitar 11 tahun, berhubungan dengan akivitas matahari dan terdistribusi menurut garis lintang
b) Variasi harian matahari dengan perode sekitar 24 jam dan mempunyai jangkauan 10.000 km^2 yang berubah menurut garis lintang dan musim yang kemungkinan dikontrol oleh aktivitas matahari pada arus ionosfer.
c) Variasi harian bulan, dengan periode sekitar 25 jam dan mempunyai jangkauan 10.000 km^2 yang diasosiasikan dengan interaksi bulan-ionosfer.
d) Matahari memancarkan arus tetap yang terdiri dari atom hidrogen terionisasi (proton) dan elektron yang menjalar melalui tata surya dengan kecepatan superionik. Angin matahari yang muncul seperti ini berinteraksi secara kuat dengan medan magnet bumi yang menyebabkan terjadinya badai magnetik dengan jangkauan sekitar 10.000 km^2 dan terjadi pada semua lintang.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

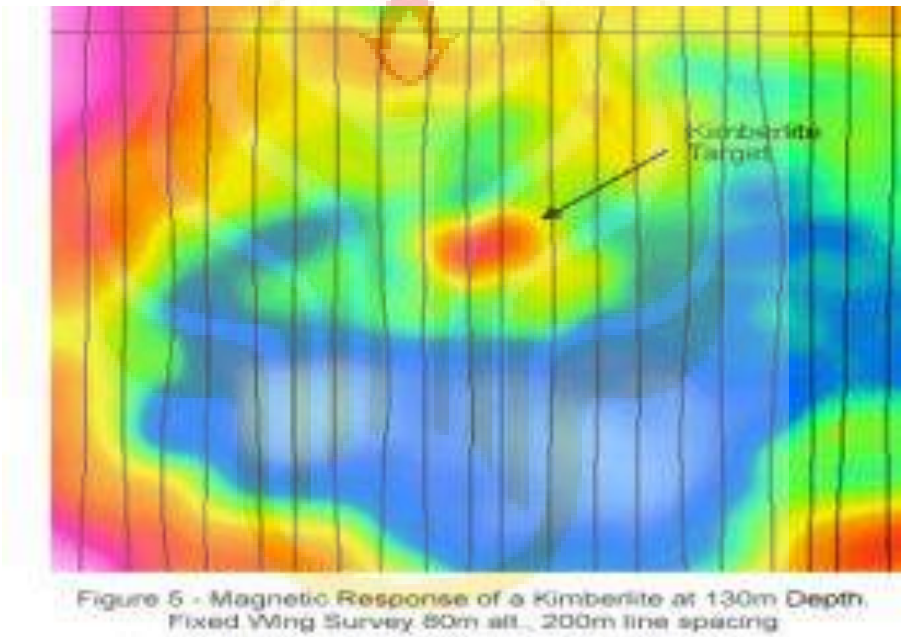
3. Medan magnet anomali

Medan magnet anomali sering juga disebut medan magnet lokal (*crustal field*). Medan magnet ini dihasilkan oleh batuan yang mengandung mineral bermagnet seperti magnetite, titanomagnetite dan lain-lain yang berada di kerak bumi.

Di dalam pelaksanaan survei dengan menggunakan metode magnetik, variasi medan magnet yang terukur di permukaan inilah merupakan target dari penelitian. Adapun besar anomali medan magnetik berkisar ratusaan hingga ribuan nano-tesla (nT), tetapi ada juga yang lebih besar dari 100.000 nT yang berupa endapan magnetik. Secara garis besar anomali medan magnet disebabkan oleh adanya medan magnet remanen dan medan magnet induksi. Medan magnet remanen mempunyai peranan yang besar terhadap magnetisasi batuan yaitu pada besar dan arah medan magnetnya serta berkaitan dengan peristiwa kemagnetan sebelumnya sehingga sangat runit untuk diamati. Sisa kemagnetan ini disebut dengan *Normal Residual Magnetism* yang merupakan akibat dari magnetisasi medan utama (*main field).* Anomali yang diperoleh dari survei merupakan hasil gabungan medan magnet remanen dan induksi, bila arah medan magnet remanen sama dengan arah medan magnet induksi maka anomalinya bertambah besar, demikian pula sebaliknya. Menurut Baranov sebagaimana dikutip Perdana (2011:30), dalam survei magnetik, efek medan remanen akan diabaikan apabila anomali medan magnet kurang dari 25 % medan utama magnetik bumi.

Dalam survei dengan metode magnetik yang menjadi target dari pengukuran adalah variasi medan magnetik yang terukur di permukaan (anomali magnetik). Secara garis besar anomali medan magnetik disebabkan oleh medan magnetik remanen dan medan magnetik induksi. Medan magnet remanen mempunyai peranan yang besar terhadap magnetisasi batuan yaitu pada besar dan arah medan magnetiknya serta berkaitan dengan peristiwa kemagnetan sebelumnya sehingga sangat rumit untuk diamati. Anomali yang diperoleh dari

survei merupakan hasil gabungan medan magnetik remanen dan induksi, bila arah medan magnet remanen sama dengan arah medan magnet induksi maka anomalinya 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).



Gambar 2.7 Anomali magnetik

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Medan magnet anomali dapat ditunjukkan dalam persamaan sebagai berikut (Darmawan *et al*., 2012:10) :

$$\Delta H = H_{obs} - H_{IGRF} \pm H_{Vh} \quad (2.9)$$

Keterangan

ΔH = medan magnet anomalirrr

H_{obs} = medan magnet observasi (medan magnet total)

H_{IGRF} = medan magnet utama bumi

H_{Vh} = variasi harian yang merupakan pengaruh medan magnet luar

2.3 Mineralisasi Emas

Emas merupakan bahan galian tambang yang banyak diminati masyarakat karena logam emas dikenal sebagai alat investasi yang selalu menguntungkan sehingga masyarakat membeli emas salah satunya untuk melindungi mata uang mereka apabila terkena inflasi. Selain itu terdapat pemanfaatan emas untuk keperluan lain diantaranya sebagai mata uang, bahan campuran kosmetik, dan lain-lain (Briyantara dan Yulianto, 2015:1).

Emas merupakan mineral logam mulia memiliki warna khas kuning, berat, bersifat lembek, megkilap, setra *malleable*. Logam ini banyak terdapat pada serbuk bebatuan dan deposit aluvial (Diantoro, 2010). Berwarna cokelat kemerahan jika dalam bentuk bubuk. Kekerasannya berkisar 2,5-3 (skala mohs) dan memiliki berat jenis yang selalu bergantung pada kandungan mineral yang berpadu pada saat pembentukan.

Dalam tabel periodik mineral emas bersimbol Au yang dalam bahasa latin berarti "*Aurum",* memiliki nomor atom 79 serta nomor massa 196,66. Selain itu emas juga mempunyai sifat yang tahan terhadap asam, hanya air saja yang dapat melarutkannya dengan membentuk ion tetrakloroaurat (III),$(AuCl_4)^-$ dan melebur pada suhu 1064°C (Diantoro, 2010). Baik dari bentuk monovalen maupun trivalennya, emas dapat dengan mudah direduksi menjadi logam.

Mineral pembawa unsur emas biasanya berasosiasi mineral ikutan (*gangue* mineral) seperti kuarsa, karbonat, turmalin, flourpar, dan sejumlah kecil mineral non logam. Mineral pembawa emas juga berasosiasi dengan endapan sulfida yang telah teroksidasi. Mineral pembawa emas terdiri atas emas nativ, elektrum, emas teleruida, sejumlah paduan dan senyawa emas dengan unsur-unsur belerang, antimon dan selenium. Elektrum sebenarnya jenis lain dari emas *nativ*, hanya kandungan perak di dalamnya > 20%.

Proses pembentukan mineral emas dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang memperngaruhi terbentuknya mineral emas, diantaranya adalah lingkungan tektonik dan struktur geologi.

2.3.1 Lingkungan Tektonik

Sumber endapan bijih epitermal berasal dari sumber yang dangkal yang berasosiasi dengan air meteorik dan atmosfer. Menurut Craig dan Vaughen sebagaimana dikutip (Faeyumi, 2012:7) emas terbentuk oleh pengendapan larutan hidrotermal serta mengisi dalam sistem rekahan yang terbuka dan patahan. Selain itu endapan emas terbentuk pada tahap pelemahan (*waning*) dari vulkanisme disebabkan tidak adanya ubahan intrusi dasar dan tekanan hidrotermal. Dalam endapan tersier endapan ini merupakan suatu sumber vulkanik untuk cebakan hidrotermal. Terdapat dua tipe endapan logam mulia terutama yang berasal dari batuan vulkanik tersier. Dua tipe utama itu adalah tipe *acid-sulfate* dan tipe *adularia-sericite*. Kedua tipe ini kaya akan emas dan perak.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Magma-magma di level atas merupakan sumber emas dalam sistem emas epitermal yang berisi sulfur, yang diperlukan pada proses transportasi emas (Henley dan Ellis dalam Faeyumi, 2012:7). Kemampuan *degassing* magma yang terbentuk dengan semkin kuat mempengaruhi dan menyuplai logam. Dari proses tersebut beberapa mineral yang berada pada level magma atas adalah berupa kubah klorit, dengan aliran hidotermal kemudian akan digerakkan oleh sistem magma yang besar dan dalam. Dalam proses tersebut, adanya konveksi air tanah yang berfungsi menyebarkan fluida magma. Permeabilitas yang tinggi mempengaruhi penyebaran yang sangat kuat sehingga dapat menahan formasi dari suatu endapan bijih.

Menurut Edward dan Antikson sebagimana dikutip Faeyumi (2012:7), terdapat dua jalur pendekatan yang biasanya digunakan untuk menetapkan sumber dari logam untuk mendapat bijih hidrotermal. Langkah pertama dengan pengenalan asosiasi dari endapan bijih suatu litologi tertentu. Dan yang kedua adalah dengan anomali pengayaan atau pengurangan logam dalam suatu litologi yang ditafsirkan sebagai indikator potensi *source rock* (batuan induk).

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2.3.2 Struktur Geologi

2.3.2.1 Sesar

Sesar pertama kali dikenali oleh penambang Eropa. Ahli geologi pada abad 19 menyebutnya sebagai *shoves, traps, heaves, shifts, breaks, throws, rents, dan clefts.* Hal tersebut merupakan efek sebuah sesar penambangan batu bara dan

bijih mineral yang membingungkan mengenai penamaan, klasifikasi, dan asal material.

Sesar atau patahan merupakan rekahan pada batuan yang mengalami peregeseran melalui bidang rekahannya. Selain itu merupakan patahan tunggal atau suatu zona pecahan pada kerak bumi bersamaan dengan terjadinya pergerakan yang cukup besar, paralel, dengan rekahan atau zona pecahan. Dalam suatu permukaan, sisi atau bidang yang bergeser melewati dinding lain akan mengakibatkan kerusakan bergesernya struktur batuan yang sebelumnya menerus tepat pada sesar. Oleh karena itu sesar merupakan proses bergesernya struktur batuan yang disebabkan oleh massa batuan yang slip satu sama lain di sepanjang bidang atau rekahan.

Sesar ada pada batuan yang paling keras dan kuat, seperti granit, dan pada batuan yang lebih lunak serta material bumi yang tidak seragam, seperti pasir dan lempung. Selain itu sesar memiliki ukuran lebar yang bervariasi, dari yang mikroskopik sampai ribuan kaki dan mencapai panjang lebih dari puluhan atau ratusan mil. Beberapa sesar berdimensi kontinen, memotong kerak dan memanjang sampai ke bawah mantel. Proses pergerakan sesar melibatkan pergerakan massa material kerak sampai mil kubik. Tingkat sesar pada struktur kerak utama menghasilkan penampakan goresan pada topografi, seperti *fault scraps* dan *rift valleys*, dan khusus bentang darat (*landscape*) seperti pegunungan dan cekungan yang menghasilkan kompleksitas pada dataran geologi yang sederhana. Pergeseran Unit litologi ke dalam lingkungan anomali dan

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

penyejajaran yang aneh, dan menghancurkan batuan alami dengan cara *crushing* dan *grinding.*

Suatu sesar dapat berupa bidang sesar (*fault plane*), atau rekahan tunggal. Sesar yang terjadi di daerah yang cukup dalam dengan kondisi temperatur tekanan tinggi akan berkembang menjadi sebagai jalur gerusan. Goresan kecil yang terjadi di permukaan biasanya mengalami penghalusan dan berupa lempung halus lunak dan lengket yang terbuat dari batuan dasar halus dan hancur berasal dari dinding membentuk ketebalan puluhan inci di sepanjang sesar. Pada saat pergerakan sesar membentuk panas serta friksi, material dari dinding mengalami *crush* resementasi seperti leburan yang membentuk batuan gelas. Sepanjang sesar terbuka terdapat zona breksiasi yang merupakan fragmen dalam dinding – dinding. Ruang terbuka tersebut menyebabkan adanya sirkulasi air tanah dan terisi oleh material dasar yang lebih halus dan terisi oleh mineral seperti kuarsa atau kalsit hasil presipitasi dari sirkulasi air (Faeyumi, 2012:8-9).

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2.4 Endapan Hidrotermal

2.4.1 Defisini Larutan Hidrotermal

Menurut Evans sebagaimana dikutip Perdana (2011:36), larutan hidrotermal adalah suatu cairan panas yang berasal dari kulit bumi yang bergerak ke atas permukaan dengan membawa komponen-komponen pembentuk mineral bijih. Larutan hidrotermal pada suatu sistem dapat berasal dari fluida magmatik, air hujan dan *connate* atau fluida yang berisi mineral. fluida ini dihasilkan selama

proses metamorfosi yang menjadi panas di dalam bumi sehingga menjadi larutan hidrotermal. Larutan hidrotermal ini mempunyai komposisi kimia tertentu yang sangat penting untuk mendeterminasi potensi pembentukan mineral bijih pada suatu sisterm serta memiliki komponen kimia lain yang berperan dalam pembentukan mineral alterasi.

Sistem hidrotermal mungkin berhubungan dengan sumber-sumber panas magmatik, namun mungkin juga tidak. Sistem yang berhubungan dengan sumber panas magmatik biasanya terjadi pada busur volkanik, pada pemekaran samudra dan juga dalam daerah *hot spot.* Sedangkan sistem yang tidak berhubungan dengan sumber panas magmatik mungkin ditemukan di lingkungan kontinen yang mengalami *uplifing* cepat dan menyebabkan gradien hidrotermal tinggi. Larutan hidrotermal yang ada pada suatu sistem bisa berasal dari larutan magmatik atau dari air meteorik atau kombinasi keduanya. Oleh karena itu, lingkungan tektonik atau geologi yang berbeda akan menghasilkan karakteristik larutan hidrotermal dan kandungan logam yang berbeda pula (Perdana, 2011:37).

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2.4.2 Alterasi Hidrotermal

Alterasi hidrotermal merupakan proses yang kompleks yang melibatkan perubahan mineralogi, kimiawi, tekstur dan hasil interaksi fluida dengan batuan yang dilewatinya. Perubahan tersebut akan bergantung pada karakter batuan dinding, karakter fluida (Eh, pH), kondisi tekanan maupun temoeratur pada saat reaksi berlangsung, konsentrasi serta lama aktivitas hidrotermal. Walaupun faktor-

faktir diatas saling terkait, tetapi temperatur dan kimia fluida kemungkinan merupakan faktor yang paling berpengaruh dalam proses hidrotermal.

Menurut Corbett dan Leach sebagaimana dikutip Faeyumi (2012:10), faktor yang mempengaruhi proses alterasi hidrotermal adalah sebagai berikut :

2.4.2.1 Temperatur dan Tekanan

Peningkatan suhu membentuk mineral yang terhidrasi lebih stabil, suhu juga berpengaruh terhadap tingkat kristalin mineral. pada saat suhu yang lebih tinggi akan membentuk suatu mineral menjadi lebih kristalin kondisi suhu dengan tekanan dapat dideterminasi berdasarkan tipe alterasi yang terbentuk. Temperatur dan tekanan juga berpengaruh terhadap kemampuan larutan hidrotermal untuk bergerak, bereaksi dan berdifusi, melarutkan serta membawa bahan-bahan yang akan bereaksi dengan batuan samping.

2.4.2.2 Permeabilitas

Permeabilitas akan menjadi lebih besar pada kondisi batuan yang terekahkan serta pada batuan yang berpermeabilitas tinggi. Hal tersebut akan mempermudah pergerakan fluida, selanjutnya akan memperbanyak kontak reaksi antra fluida dengan batuan.

2.4.2.3 Komposisi Kimia dan Konsentrasi Larutan Hidrotermal

Komposisi kimia dan konsentrasi larutan panas yang bergerak, bereaksi dan berdifusi memiliki pH yang berbeda-beda. Sehingga banyak mengandung klorida dan sulfida. Konsentrasi yang encer memudahkan untuk bergerak.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2.4.2.4 Komposisi Batuan Samping

Komposisi batuan samping sangat berpengaruh terhadap penerimaan bahan larutan hidrotermal sehingga memungkinkan terjadinya alterasi. Pada saat kesetimbangan tertentu, proses hidrotermal akan menghasilkan kumpulan mineral tertentu yang dikenal sebagai himpunan mineral (*mineral assemblage*). Secara umum himpunan mineral tertentu akan mencerminkan tipe alterasinya.

2.4.3 Tipe Endapan Hidrotermal

Merunut Lindgren sebagaimana dikutip Faeyumi (2012:11), membagi tiga golongan alterasi hidrotermal, berdasarkan jauh dekatnya terjadinya proses alterasi hidrotermal, serta temperatur dan tekanan pada saat terbentuknya mineral-mineral. Ketiga golongan alterasi hidrotermal adalah sebagai berikut :

2.4.3.1 Endapan Hipotermal

Endapan hipotermal mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

1. Endapan berasosiasi dengan korok *(dike)* atau urat *(veint)* dengan kedalaman yang besar.
2. *"Wall Rock Alteration",* dicirikan oleh adanya pergantian yang kuat dengan asosiasi mineral : albit, biotit, kalsit, pirit, kalkopirit, kasiterit, emas, hornblende, plagioklas dan kuarsa.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

3. Asosiasi mineral sulfida dan oksida pada intrusi granit sering diikuti pembentukan mineral logam, yaitu : Au (emas), Pb (timbal), Sn (timah), dan Zn (seng).
4. Tekanan dan temperatur relatif paling tinggi yaitu 500° C - 600° C.
5. Merupakan jebakan hidrotermal paling dalam.

2.4.3.2 Endapan Mesotermal

Endapan mesotermal mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

1. Endapan berupa *"Cavity Filling"* dan kadang-kadang mengalami proses pergantian dan pengayaan.
2. Asosiasi mineral : Klorit, emas, serisit, kalsit, pirit, dan kuarsa.
3. Asosiasi mineral sulfida dan oksida batuan beku asam dan batuan beku basa dekat dengan permukaan.
4. Tekanan dan temperatur medium, yaitu 300° C - 372° C.
5. Terletak di atas hipotermal.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2.4.3.3 Endapan Epitermal

Endapan bijih epitermal merupakan endapan yang terbentuk di lingkungan hidrotermal dekat dengan permukaan, mempunyai temperatur dan tekanan yang relatif rendah serta beasosiasi dengan kegiatan magmatisme, kalk-alkali yang sering kali endapannya dijumpai di dalam bentuk vulkanik (sedimen vulkanik). Endapan epitermal sering juga disebut endapan urat, *stockwork*, *hot spring*, *volcanic hosted*, dan lain sebagainya.

Perbedaan tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan parameter yang digunakan dalam menggolongkan endapan mineral. Menurut Lindgren sebagaimana dikutip Faeyumi (2012:13), ciri-ciri endapan epitermal berdasarkan parameter kedalaman, temperatur, pembentukan zona bijih, logam bijih, mineral bijih, mineral penyerta, ubahan batuan samping, tekstur dan struktur serta zonasi dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.3 Endapan Epitermal (Lindgren dalam Faeyumi, 2012:14)

No	Parameter	Ciri-ciri
1	Kedalaman	$\pm$1500 meter
2	Temperatur	50 ^{o}C -300°C
3	Pembentukan	Pada batuan sedimen atau batuan beku, terutama berasosiasi dengan batuan intrusi dekat permukaan atau ekstrusi dan biasanya disertai dengan adanya sesan turun
4	Zona Bijih	Urat-urat yang simpel, pembentukan kantong-kantong bijih tidak beraturan, jarang terbentuk sepanjang lapisan permukaan.
5	Logam Bijih	Pb (timbal), Zn (seng), Au (emas), Ag (perak), Hg (raksa), Sb (antimon), Cu (tembaga), Se (selenium), Bi (bismut), dan U (uranium).
6	Mineral Bijih	Native, Au (emas), Ag (perak), elektrum, Cu (tembaga), Bi (bismut), Pirit, Markasit, Sfalerit, Galena, Kalkopirit, Silver, Argentit, Selenides.
7	Mineral Penyerta *(gangue)*	Kuarsa, Serisit, Klorit rendah, Fe (besi), Epidot, Karbonat, Flourit, Barit, Adularia, Alunit, Dickit,

		Illit/Smectit dan Zeolit.
8	Ubahan Batuan Samping	Silisifikasi, Kaolinisasi, Piritsasi, Dolomitsasi dan Kloritsasi.
9	Tekstur dan Struktur	*Crustification* (banding), sangat umum sering sebagai *fine* banding, *cockade*, *vugs*, urat terbreksikan. Ukuran butir (kristal) sangat bervariasi.

2.5 Mineralisasi

Mineralisasi adalah suatu proses pengendapan mineral bijih dari media yang membawanya akibat perubahan lingkungan fisik dan kimia di sekitarnya (Briyantara dan Yulianto, 2015:3). Ada beberapa sistem yang terkait dengan mineralisasi emas yaitu sistem *High Sulphidation*, sistem ini menghasilkan logam Au (Emas), Hg (Merkuri), Bi (Bismut), As (arsen) dan Te (Telurium). Mineral yang terbentuk umumnya adalah Cinabar (HgS) dan Cavalerite (AuTe) (Alrizki, 2013). selain itu terdapat sistem *Porphyry*, mineralisasi emas ini terbentuk pada batuan beku. Sistem ini menghasilkan logam Cu (tembaga) dan Au (emas). mineral yang terbentuk pada umumnya Azurite ($Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$) dan Malachite ($Cu_2CO_3(OH)_2$) (Alrizki, 2013).

Menurut Lindgren sebagaimana dikutip Faeyumi (2012:13), secara umum proses mineralisasi dipengaruhi oleh beberapa faktor pengontrol, meliputi :

a. Larutan hidrotermal yang berfungsi sebagai larutan pembawa mineral
b. Zona lemah yang berfungsi sebagai saluran untuk lewat larutan hidrotermal
c. Tersedianya ruang untuk pengendapan larutan hidrotermal

d. Terjadinya reaksi kimia dari batuan induk/*host rock* dengan larutan hidrotermal yang memungkinkan terjadinya pengendapan mineral bijih (*ore).*

e. Adanya konsentrasi larutan yang cukup tinggi untuk mengendapkan mineral bijih *(ore).*

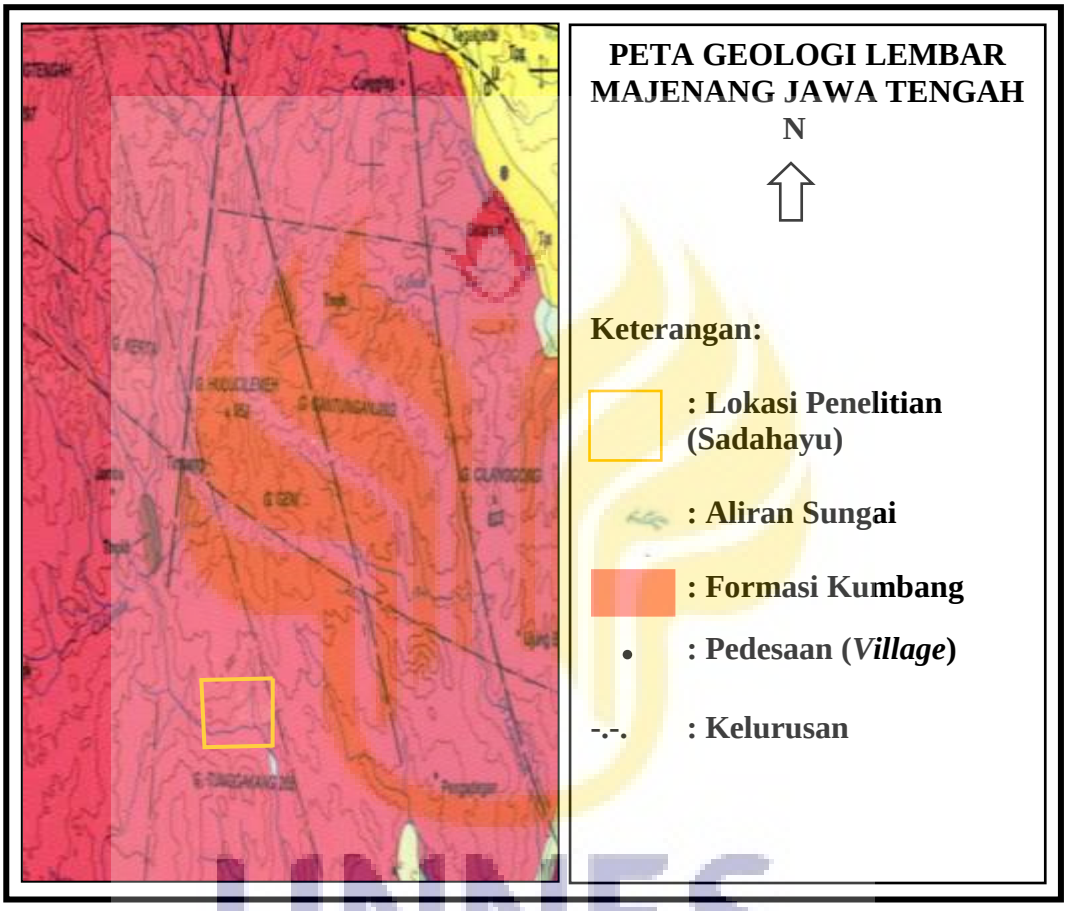
Menurut Lindgren sebagaimana dikutip Faeyumi (2012:14), faktor yang mengontrol terkonsentrasinya mineral-mineral logam (khususnya emas) pada suatu proses mineralisasi dapat dipengaruhi oleh :

a. Proses diferensiasi, pada proses ini terjadi kristalisasi secara fraksional *(fractional cryztalization*), yaitu pemisah mineral-mineral berat pertama kali dan mengakibatkan terjadinya pengendapan kristal-kristal magnetit, kromit dan ilmenit.

b. Aliran gas yang membawa mineral-mineral logam hasil pengkayaan dari magma, pada prosses ini unsur silika mempunyai peranan untuk membawa air dan unsur-unsur volatil dari magma. Air yang bersifat asam akan naik membawa CO_2, N, senyawa S, fluorida, klorida, fosfat, arsenik, senyawa antimon, selenida dan telurida. Pada saat yang bersamaan mineral logam seperti Au, Ag, Fe, Cu, Pb, Zn, Bi, Sn, tungten, Hg, Mn, Ni, Co, Rd dan U akan naik terbawa larutan. Komponen-komponen yang terbawa dalam aliran gas tersebut berupa sublimat pada erupsi vulkanik dekat permukaan dan membentuk urat hidrotermal atau terendapkan sebagai hasil penggantian *(replacement deposits)* di atas atau di dekat intrusi batuan beku.

2.6 Geologi Daerah Penelitian

Desa Sadahayu merupakan sebuah desa yang terletak di Kecamatan Majenang. Berdasarkan peta geologi, Desa Sadahayu terletak pada peta geologi lembar Majenang. Berikut ini adalah peta geologi Desa Sadahayu :



Gambar 2.8 Lokasi Penelitian pada Peta Geologi Lembar Majenang (Kaswoto & Suwarna, 1996)

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Berdasarkan peta geologi Desa Sadahayu (Kaswoto & Suwarna, 1996), stratigrafi daerah ini adalah sebagai berikut:

1. Formasi Kumbang didominasi oleh breksi gunung api, lava, retas dan tuf bersusunan andesit sampai basal, batu gamping, batupasir tuf, dan konglomerat serta sisipan lapisan tipis magnetit. Satuan umumnya pejal. Umur diperkirakan

Miosen Tengah- Pliosen Awal. Menjemari dengan Formasi Halang, dan menindih tak selaras Batugamping Kalipucang. Tebal maksimal lebih kurang 2000 meter dan menipis ke arah timur.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Desa Sadahayu, Kecamatan Majenang, Kabupaten Cilacap dapat disimpulkan sebagai berikut :

5.1.1 Nilai anomali magnetik berada pada rentang -150 nT hingga 650 nT . Pola penyebaran emas adalah di bagian tengah daerah penelitian, yang merupakan lokasi penggalian emas.

5.1.2 Dengan pemodelan menggunakan Mag2DC teridentifikasi beberapa jenis batuan. Batuan dengan suseptibilitas magnetik 0,16 SI adalah batuan andesit. Batuan dengan suseptibilitas 0,041 SI merupakan batuan breksi vulkanik. Mineral dengan nilai suseptibilitas magnetik 0,0015 SI yang diindikasikan *Pirit.* Batuan yang mempunyai nilai suseptibilitas magnetik -0,042 SI adalah Kalsit. Mineral yang diduga merupakan pembawa mineral emas adalah *Pirit*. Mineral *Pirit* terindikasi berada pada kedalaman 50 sampai 100 meter. Sehingga zona mineralisasi emas yang diduga berasosiasi dengan mineral *Pirit* berada di bagian tengah daerah penelitian dan merupakan lokasi penggalian

5.2 Saran

Adapun saran-saran yang dapat diberikan terkait pembahasan dan simpulan diatas adalah sebagai berikut :

5.2.1 Perlu dilakukan survey lebih lanjut dengan menggunakan metode geofisika yang berbeda agar dapat persebaran emas dapat diketahui dengan jelas.

5.2.2 Wilayah target penelitian harus diperluas, sehingga pola penyebaran emas dapat diketahui lebih jelas.

5.2.3 Penelitian dilakukan dengan cara meng-grid seluruh daerah target penelitian agar hasil yang diperoleh lebih akurat.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR PUSTAKA

Alrizky, S. 2013. Aplication of Geophysics Methode in Gold Mining Exploration. *Proceding Hagi Guest Lecture UPN "Veteran Yogyakarta".*

Briyantara, S.S. dan T. Yulianto. 2015. Aplikasi Metode Magnetik Untuk Merelokasi Zona Mineralisasi Emas di Daerah "X" . *Youngster Physics Journal*, 4(1): 1-6

Burger, H.R., Sheehan, Anne, Jones & Craig. 2006. Introduction to Applied Geophysics. New York : W.W. Norton & Company

Chen G., Q. Cheng, T. Lin & Y. Yang. 2013. Mupping local singulurities using magnetic data to investigate the volcanic rocks of the Qikou depression Dagang Outfield eastren China. *Nonlinear Process in Geophysics*, 20(1),: 501-511

Cullity, B.D. & C.D. Graham. 2009. *Introduction To Magnetic Materials 2nd Edition.* Canada: IEEE Press

Darmawan, S., H. Danusaputro, & T. Yulianto. 2012. Interpretasi Data Anomali Medan Magnetik Total untuk Pemodelan Struktur Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Mud Vulcano (Studi Kasus Bledug Kuwu Grobogan). *Jurnal Geofisika, 13(1): 7-11.*

Diantoro, Y. 2010. *Emas Investasi dan Pengolahannya (Pengolahan emas skala home industri)*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama

Faeyumi, M. 2012. *Sebaran Potensi Emas Epitermal di Areal Eksploitasi PT Antam Unit Geomin, Tbk Kecamatan Nanggung Kabupaten Bogor*. Skripsi. Depok : Geografi, FMIPA UI

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Indratmoko, P., M.I. Nurwidyanto, & T. Yulianto. 2009. Interpretasi Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Panas Bumi Parang Tritis Kabupaten Bantul DIY dengan Metode Magnetik. *Berkala Fisika*,12(4): 153-160. Tersedia di http://ejournal.undip.ac.id [diakses 25-2-2016].

Kaswoto, & N. Suwarna. 1996. *Peta Geologi Lembar Majenang, Jawa, Edisi Kedua.* Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Lowrie, W. 2007. *Fundamental of Geophysics 2nd Edition.* New York : Cambridge University Press.

Mudi, L. 2012. *Identifikasi Potensi Mineral Tembaga dengan Metode Geomagnet di Desa Buttuada Kabupaten Mamuju*. Skripsi. Palu : Fisika, FMPA UNTAD

Mustang, A., Dendi dan Timoer. 2007. Penyelidikan Gaya Berat dan Geomagnet Di Daerah Panasbumi Bonjol, Kabupaten Pasaman Provinsi Sumatera Barat. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.

Nurdiyanto, B., H. Harsa & S. Ahadi . 2011. *Modul Teori dan Pengolahan Metode Magnetik Sebagai Prekursor Gempabumi*. Puslitbang BMKG

Nurdiyanto, B., Wahyudi, & I Suyanto. 2004. Analisis Data Magnetik untuk Mengetahui Struktur Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Airpanas di Lereng Utara Gunungapi Ungaran.*Prosiding PertemuanIlmiah Tahunan ke-29 Himpunan Ahli Geofisika Indonesia*; Yogyakarta, 5-7 Oktober 2004. Yogyakarta:Himpunan Ahli Geofisika Indonesia. hlm 36-45.

Nurinaya, R. Efendi & Sandra . 2015. Studi Zona Mineralisasi Emas Menggunakan Metode Geomagnet Di Desa Siliwanga Kecamatan Lore Peore Kabupaten Poso. *Gravitasi,* 14 (1):1-6

Perdana, A.W. 2011. *Metode Controlled Source Audio Frequency Magnetotelluric (CSMAT) Untuk Ekplorasi Mineral Emas Daerah "A" dengan Data Pendukung Metode Magnatik dan Geolistrik*. Skripsi. Depok : Fisika, FMPA UI

Purwaningsih, R., Khumaedi & H. Susanto. 2015. Interpretasi Bawah Permukaan Daerah Sesar Kali Krep Berdasarkan Data Magnetik. *Unnes Physics Journal*, 4(1).

Santosa, B.J. 2013. Magnetic Method Interpretation to Determine Subsurface Structure Around Kelud Volcano. *Indian Journal of Applied Research*, 3(5): 328-331

Sehah, S.A. Raharjo & O. Wibowo. Pendugaan Model Sumber Anomali Magnetik Bawah Permukaan di Area Pertambangan Emas Rakyat Desa Paningkaban, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas. *Jurnal Fisika Indonesia*, Vol : XVIII No.43: 38-42.

Soemantri, D.D.P. 2003. *Laporan Kuliah Lapangan Geofisika. Laboratorium Alam Karangsambung*. Kebumen Jawa Tengah

Sugiyo, E.W., Supriyadi & A. Yulianto. 2015. Kajian Panas Bumi Daerah Medini-Gonoharjo Berdasarkan Data Geomagnetik. *Unnes Physics Journal*, 4(1):43.

Sukandarrumidi. 2009. *Geologi mineral logam*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

Telford, W.M., L.P. Geldart, & R.E. Sheriff. 1990. *Aplied Geophysics, Second Edition.* Cambridge : University Press, London.

Unit Geomin. 2006. *Laporan Akhir Eksplorasi Emas dan Mineral Pengikutnya Daerah Papandayan, Kabupaten Garut Propinsi Jawa Barat Semester II*. PT. Aneka Tambang Tbk.