

## **APLIKASI METODE MAGNETIK UNTUK MELOKALISASI TARGET ZONA MINERALISASI EMAS DI DAERAH “X”**

*Seftyand S Briyantara dan Tony Yulianto*

*Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang*

*E-mail: seftyand@st.fisika.undip.ac.id*

### **ABSTRACT**

*This research aimed to localize the target of the gold mineralized zones are located in “X” area. Based on the evaluation of geological data mineral alteration, lithology, and geology structure, this area is concluded that the mineralization type was High Sulphidation with characteristic alteration found in the form of quartz, phryopillite, allunite, muscovite, smectite and kaolinite.*

*The methods are processing data using Oasis Montaj software which then created the total magnetic intensity map. Of the total magnetic intensity map was filtered to produce 50 meters upward continuation and RTP (reduction to the pole) map. Qualitative interpretation were done by analysis of RTP map to determine the target of gold mineralization according to the characteristic of magnetic anomaly. Quantitative interpretation was done by combined between RTP map with IP data. Besides that, quantitative interpretation was done by 2D modelling by slicing RTP map using Oasis Montaj.*

*The result of study showed two high anomalies can be interpreted as igneous intrusions with susceptibility  $1 \times 10^{-2}$  (SI-unit) and two low anomalies with susceptibility  $-3.7 \times 10^{-5}$  (SI-unit) can be interpreted as the mineral quartz.*

**Keywords:** *gold, minerals alteration, reduce to the pole, high sulphidation, oasis montaj.*

### **ABSTRAK**

*Penelitian ini bertujuan untuk melokalisasi target dari zona mineralisasi emas yang berada di daerah “X”. Berdasarkan pengkajian data geologi mengenai litologi, struktur geologi, dan alterasi mineral, daerah penelitian ini termasuk dalam tipe mineralisasi emas High Sulphidation dengan alterasi penciri yang ditemukan berupa quartz, phryopillite, allunite, muscovite, smectite dan kaolinite.*

*Metode yang digunakan adalah metode pengolahan data menggunakan perangkat lunak Oasis Montaj yang kemudian dibuat peta intensitas total magnetik. Peta intensitas total magnetik kemudian dilakukan filtering pengangkatan ke atas 50 meter dan reduksi ke kutub (RTP). Interpretasi kualitatif dilakukan dengan menganalisis peta reduksi ke kutub untuk menentukan target mineralisasi emas berdasarkan pada karakteristik anomali magnetik. Interpretasi kuantitatif dilakukan dengan mengkombinasikan antara peta RTP dengan data IP (Induced Polarization). Selain itu, interpretasi kuantitatif dilakukan dengan pemodelan 2D pada sayatan peta RTP menggunakan perangkat lunak Oasis Montaj.*

*Hasil dari penelitian terlihat dua anomali tinggi yang diinterpretasikan sebagai intrusi batuan beku dengan nilai suseptibilitas  $1 \times 10^{-2}$  (satuan SI) dan dua anomali rendah dengan nilai suseptibilitas  $-3,7 \times 10^{-5}$  (satuan SI) dapat diinterpretasikan sebagai mineral kuarsa.*

**Kata kunci:** *emas, alterasi mineral, reduksi ke kutub, high sulphidation, oasis montaj.*

### **PENDAHULUAN**

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. Begitu berharganya emas

dan ketersediaannya yang relatif sedikit, penambangan emas terus berkembang teknologinya, khususnya untuk mengefektifkan dan mengefisienkan banyak faktor seperti biaya, waktu, dan tenaga.

Mengacu pada posisi atau letak wilayah Indonesia, wilayah Indonesia berada pada pertemuan lempeng Benua Eurasia, Benua Australia, dan Samudera Hindia sehingga memunculkan jajaran busur magmatik. Busur-busur magmatik tersebut diantaranya adalah

busur magmatik Sunda-Banda, busur magmatik Kalimantan Tengah, busur magmatik Sulawesi Utara, busur magmatik Halmahera, dan busur magmatik Papua [1]. Posisi ini menjadikan Indonesia kaya akan sumber daya mineral, terutama mineral-mineral emas.

Dalam eksplorasi mineral emas hampir tidaklah mungkin mendapatkan respon geofisika secara langsung dari emas karena kandungan emas sangat kecil dalam lingkungan pengendapannya (sekitar 2–30 gram/ton). Namun secara tidak langsung, pendeteksian secara geofisika dapat mendeteksi keberadaan endapan emas yang berhubungan dengan batuan dasarnya yang telah teralterasi, struktur, dan mineral yang biasanya menjadi petunjuk penting keberadaan endapan emas. Metode yang biasanya digunakan untuk eksplorasi emas adalah metode magnetik [2].

## DASAR TEORI

### Suseptibilitas Magnetik

Suseptibilitas magnetik batuan merupakan harga magnet suatu batuan terhadap pengaruh magnet yang erat kaitannya dengan kandungan mineral dan oksida besi. Semakin besar kandungan mineral magnetit didalam batuan, semakin besar harga suseptibilitasnya. Tingkat suatu benda magnetik untuk mampu dimagnetisasi ditentukan oleh suseptibilitas kemagnetan (disimbolkan dengan  $\chi$ ) yang ditulis sebagai persamaan 2.1.

$$\vec{M} = \chi \vec{H} \quad 1$$

dengan  $\vec{M}$  adalah intensitas magnetisasi (A/m),  $\vec{H}$  adalah kuat medan magnet (A/m) dan  $\chi$  adalah kerentanan magnet (suseptibilitas) batuan, sehingga intensitas magnetisasi ( $\vec{M}$ ) sangat tergantung pada yaitu kerentanan magnetik batuan (suseptibilitas batuan). Nilai merupakan besaran yang tak berdimensi dan parameter dasar yang dipergunakan dalam metode magnetik. 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 [3].

### 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 oleh persamaan 2.2.

$$\vec{B} = \mu_0(\vec{H} + \vec{M}) = \mu_0(1 + \chi)\vec{H}$$

Konstanta  $1 + 4\pi\chi$  sama dengan permeabilitas magnetik ( $\mu$ ) yang juga merupakan perbandingan antara  $\vec{B}$  dan  $\vec{H}$ . Atau ditulis sebagai persamaan 2.3 berikut.

$$\vec{B} = \mu\vec{H} \quad 3$$

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  $\vec{H}$  dan variasinya ( $\vec{M}$ ). 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  $\mu_r$  dibandingkan dengan  $\mu_0$ , misalnya Paramagnetik ( $\mu_r > \mu_{r0}$ ) dan Diamagnetik ( $\mu_r < \mu_{r0}$ ) [3].

### Mineralisasi Emas

Emas adalah unsure kimia dalam tabel periodik yang memiliki simbol Au (bahasa Latin: aurum) dengan nomor atom 79. Beberapa karakteristik yang umum mengenai emas bahwa emas bersifat lunak dan mudah ditempa, kekerasannya antara 2.5 – 3 (*skala mohs*), berat jenisnya tergantung pada jenis dan kandungan logam lain yang berpadu dengannya, titik lebur emas pada suhu sekitar

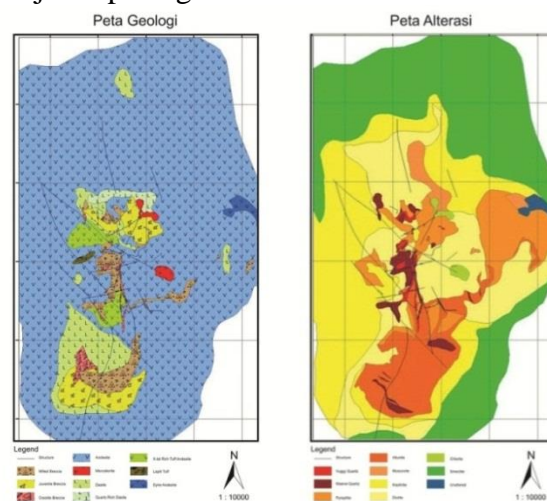
1000 °C. Mineral pembawa emas biasanya berpadu dengan mineral ikutan (*gangue minerals*). Mineral ikutan tersebut umumnya kuarsa, karbonat, turmalin, flourpar, dan sejumlah kecil mineral nonlogam. Mineral pembawa emas juga berpadu dengan endapan sulfida yang telah teroksidasi. Mineral pembawa emas terdiri dari emas nativ, elektum, sejumlah paduan dan senyawa emas dengan unsur-unsur belerang [1].

Mineralisasi adalah suatu proses pengendapan mineral bijih dari media yang membawanya akibat perubahan lingkungan fisik dan kimia di sekitarnya. Terdapat beberapa sistem mineralisasi emas, diantaranya adalah sistem *High Sulphidation*, sistem ini menghasilkan logam Au (emas), Hg (merkuri), Bi (bismut), As (arsen), dan Te (telurium). Mineral yang terbentuk pada umumnya adalah Cinabar (HgS) dan Cavalerite (AuTe) [1]. Selain itu terdapat sistem *Porphyry*, mineralisasi emas ini terbentuk pada batuan beku. Sistem ini menghasilkan logam Cu (tembaga) dan Au (emas). Mineral yang terbentuk umumnya Azurite ( $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ ) dan Malachite ( $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ ) [1].

### Kerangka Geologi Daerah Penelitian

Berdasarkan Peta Geologi, daerah penelitian didominasi oleh batuan andesit dengan luas hampir 60% dari luas daerah penelitian yang ditunjukkan oleh warna biru muda. Lava andesit terbentuk akibat aktivitas magmatisme sehingga menghasilkan adanya aktivitas volkanisme. Lava andesit ini terbentuk di lingkungan darat akibat volkanisme gunungapi. Batuan lain yang tampak dipermukaan diantaranya adalah *Milled Breccia*, *Juvenile Breccia*, *Crackle Breccia*, *Microdiorit*, *Dasite*, *Quartz Rich Dasite*, *Rich Tuff Andesite*, *Lapili Tuff* dan *Dyke Andesite*. Pada litologi ini terdapat bagian-bagian yang telah mengalami alterasi atau ubahan dan mineralisasi. Dari Peta Alterasi didapatkan berbagai mineral alterasi diantaranya berupa *Vuggy Quartz*, *Masive Quartz*, *Pyropilite*, *Allunite*, *Muscovite*, *Kaolinite*, *Dictite*, *Chlorite*, dan *Smectite*. Ditemukan juga struktur berupa sesar berarah barat laut-tenggara dan berarah utara-selatan pada daerah penelitian. Peta

Geologi dan Peta Alterasi daerah penelitian disajikan pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Peta Geologi dan Peta Alterasi daerah penelitian [4]

### METODE PENELITIAN

Penelitian dengan metode magnetik ini dilakukan untuk mendapatkan target zona mineralisasi emas berdasarkan data magnetik, penampang IP, peta geologi dan peta alterasi. Dugaan tipe mineralisasi emas dari data geologi yang ada menyebutkan tipe *High Sulphidation* yang dicirikan oleh adanya batuan-batuan diamagnetik.

Instrumen utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat komputer, dan instrumen pendukungnya ialah *software* Oasis Montaj, Magpick, MS. Excel dan Microdem.

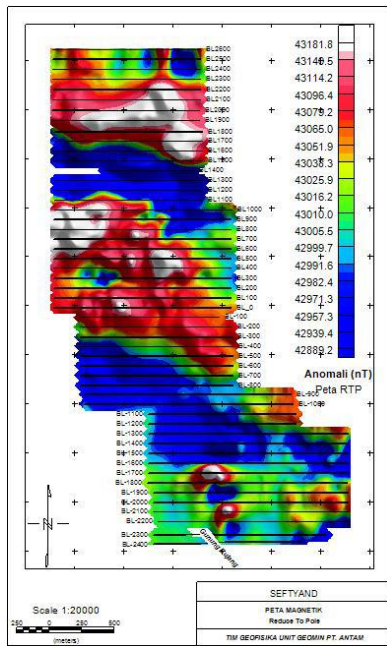
Langkah pertama yang dilakukan adalah mengkoreksi data medan magnet total dengan koreksi harian dan IGRF. Hasilnya adalah anomali magnetik yang nantinya akan dibuat peta intensitas total magnetik. Setelah itu dibuat peta hasil kontinuitas ke atas dengan tujuan untuk menghilangkan pengaruh anomali lokal agar tidak mengganggu dalam proses selanjutnya. Kemudian dibuat peta reduksi ke kutub dengan tujuan untuk mengetahui posisi benda yang menjadi target. Setelah itu dilakukan interpretasi secara kualitatif dan kuantitatif, hasil interpretasi kuantitatif

dilakukan sayatan dan dibuat pemodelan penampang bawah permukaan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Peta Reduksi ke Kutub**

Proses Reduksi ke Kutub (RTP) ini bertujuan untuk mengetahui posisi benda yang menjadi target. Parameter-parameter yang harus dimasukkan dalam proses Reduksi ke Kutub ini adalah nilai Inklinasi, Deklinasi, dan *Amplitude Correction*. Nilai inklinasi di daerah penelitian diperoleh sebesar  $-11.08^{\circ}$ , nilai deklinasinya sebesar  $0.43^{\circ}$  dan nilai dari *Amplitude Correction*-nya sebesar  $-78.92^{\circ}$ . Berikut adalah hasil Peta Reduksi ke Kutub.



Gambar 2. Hasil Peta Reduksi ke Kutub.

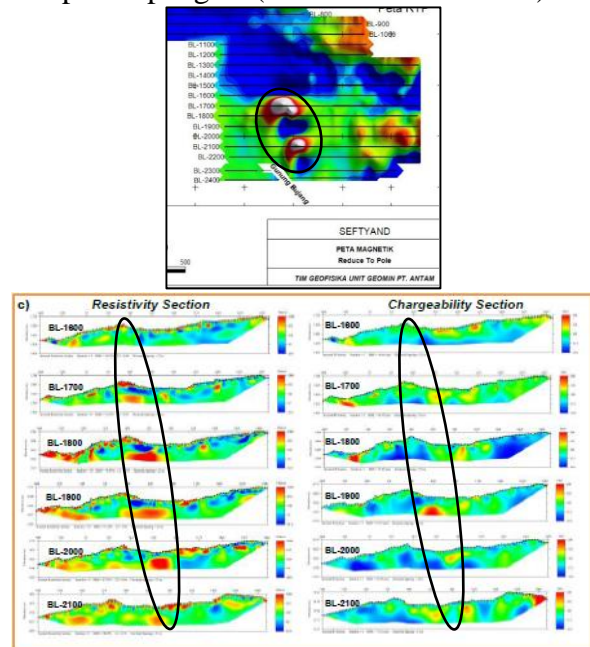
**Interpretasi Kualitatif**

Proses interpretasi secara kualitatif dilakukan dengan menganalisa peta Reduksi ke Kutub pada bagian selatan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh PT. ANTAM (2012), pada awal mulanya penelitian secara geologi dilakukan di sebelah barat dua buah anomali tinggi dan ditemukan beberapa singkapan mineral berupa *vuggy quartz*. Dari temuan singkapan ini lah menjadi petunjuk awal dugaan tipe mineralisasi emas yang menunjukkan bahwa daerah tersebut

bertipe *High Sulphidation*. Namun juga ditemukan mineral lain seperti *phyropilite*, *alunite*, dan *muscovite*.

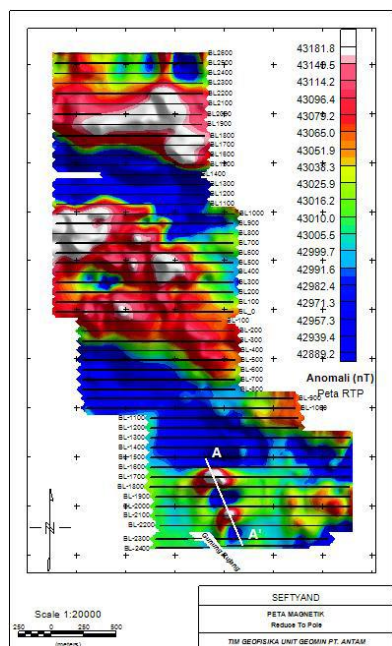
**Interpretasi Kuantitatif**

Interpretasi kuantitatif dilakukan dengan mengkombinasikan peta intensitas total magnetik dengan penampang IP serta dengan membuat sayatan untuk dibuat pemodelan penampang bawah permukaannya. Sayatan dibuat dari arah utara ke selatan memotong 2 buah anomali tinggi dan anomali rendah. Berikut Peta Reduksi ke Kutub (RTP) daerah penelitian "X" yang dikombinasikan dengan data penampang IP (*Induced Polarization*).



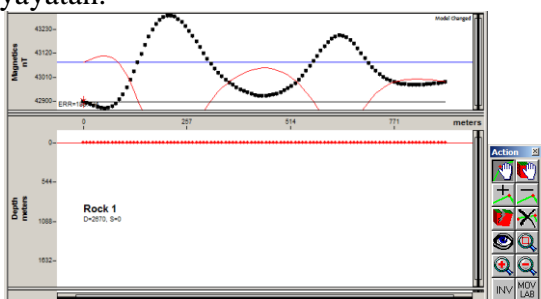
Gambar 3. Kombinasi Peta Magnetik dan IP.

Dari peta magnetik yang dikombinasikan dengan penampang IP di atas, pada lingkaran hitam pada penampang IP memiliki nilai resistivitas dan chargeabilitas tinggi. Kita ambil contoh pada line BL-1900, memiliki nilai resistivitas dan chargeabilitas tinggi, sedangkan pada peta magnetik memiliki nilai anomali magnetik yang rendah pada line yang sama. Selanjutnya dibuat sayatan pada dua anomali magnetik tersebut seperti pada gambar 4 berikut.



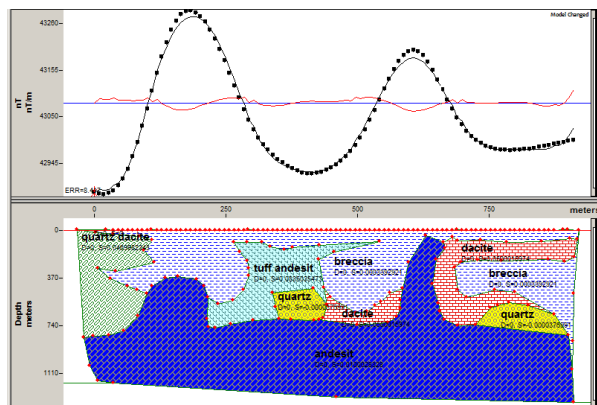
Gambar 4. Sayatan A-A' daerah penelitian yang ditunjukkan oleh garis putih.

Berikut gambar awal setelah dilakukan penyayatan.



Gambar 5. Grafik awal sayatan A-A' sebelum dibuat pemodelan.

Pada grafik sumbu x menunjukkan jarak dan sumbu y adalah anomali (nT). Garis titik-titik hitam adalah titik-titik anomali observasi, garis merah adalah garis *error*, garis hitam lurus adalah garis pemodelan yang nantinya dibuat *matching*. Berikut adalah hasil pemodelan bawah permukaan sayatan A-A' dengan program GM-SYS.



Gambar 6. Hasil pemodelan bawah permukaan pada sayatan A-A'.

Pada hasil pemodelan diatas terdapat dua buah anomali tinggi yang diindikasikan sebagai intrusi batuan beku dengan tubuh intrusi hampir mencapai permukaan dan yang satunya berada pada kedalaman sekitar 400 meter. Pada awal penelitian disebutkan bahwa pada daerah ini diduga memiliki sistem mineralisasi emas tipe *High Sulphidation*, namun karena keberadaan dua buah anomali tinggi yang diindikasikan sebagai intrusi batuan beku sehingga diduga sistem mineralisasinya telah mengarah ke tipe *Porphyry* dan perlu dilakukan penelitian lebih detail lagi pada zona tersebut.

## KESIMPULAN

Lokalisasi target zona mineralisasi emas berdasarkan data magnetik berada daerah diantara dua anomali magnet tinggi, yang didukung oleh data penampang IP yang mana pada daerah tersebut mempunyai resistivitas tinggi dan *chargeability*-nya tinggi. Dan secara khusus pada daerah ini diduga memiliki tipe mineralisasi baru yaitu tipe endapan porfiri pada dua anomali tinggi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT. ANTAM, Tbk yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian disana. Terimakasih kepada Drs. Tony Yulianto, M.T. selaku

pembimbing yang telah membimbing dan meluangkan waktunya kepada penulis.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. Alrizki, Satriya, 2013, Dalam Proceeding HAGI Guest Lecture UPN “Veteran Jogja: Application of Geophysics Method in Gold Mining Exploration, Yogyakarta.
- [2]. Kahfi, R.A. dan Yulianto, T., 2008, Identifikasi Struktur lapisan bawah permukaan daerah manifestasi emas dengan menggunakan metode magnetik di Papandayan Garut Jawa Barat, Jurnal Berkala Fisika, Vol. 11, No. 4, halaman 127.
- [3]. Telford, M.W., Geldart, L.P., Sheriff, R.E. & Keys, D.A., 1990, Applied Geophysics, New York: Cambridge University Press.
- [4]. Tim Eksplorasi Emas Jambi, Laporan Eksplorasi Emas dmp - Semester II tahun 2012, Daerah Batulicin dan Gunung Bujang, Kabupaten Merangin, Propinsi Jambi, Unit-Geomin PT ANTAM (persero) Tbk, 2012.