

Pendugaan Zona Endapan Mineral Logam (Emas) di Gunung Bujang, Jambi Berdasarkan Data *Induced Polarization (IP)*

Ariski Juli Pramana¹; Muhammad Akbar K. S.Si.², Dr. Sunaryo, S.Si.M.Si.³

⁽¹⁾Mahasiswa Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya Malang, Indonesia

⁽²⁾Asisten Manager Geofisika dan Geodesi PT ANTAM (Persero) Tbk, Pulogadung, Jakarta Timur

⁽³⁾Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia.

Email: ariski07@yahoo.com

Abstrak

Penelitian yang berjudul *Pendugaan Zona Endapan Mineral Logam (Emas) di Gunung Bujang, Jambi Berdasarkan Data Induced Polarization (IP)* di PT. ANTAM (Persero), Tbk. bertujuan untuk mengidentifikasi zona mineralisasi (emas) dan pola penyebarannya. Akuisisi data dilakukan dengan menggunakan alat SuperSting R8/IP dengan jarak spasi $a = 25\text{ m}$ serta $n = 20$. Data terdiri atas 6 lintasan secara sejajar dengan panjang masing – masing lintasan sekitar 2500 m dan jarak antar lintasan sebesar 100 m. Metode pengukuran yang dipakai yaitu menggunakan domain waktu dengan konfigurasi *dipole-dipole*. Pengolahan data dengan menggunakan *software EarthImager 2D* didapatkan pencitraan bawah permukaan atau spot-spot yang kemungkinan mengandung deposit emas. Kemudian divisualisasi secara 3D dengan menggunakan *software Geosoft Oasis Montaj*.

Berdasarkan hasil pengolahan data bahwa terdapat zona alterasi yang memiliki parameter nilai *resistivity* < 100 ohm m dan *chargeability* > 450 msec serta zona *silifikasi* yang memiliki nilai *resistivity* 100-200 ohm m dan *chargeability* > 500 msec. Kedua zona itulah yang memungkinkan terdapat mineralisasi logam. Sedikitnya terdapat 3 zona yang memiliki nilai *chargeability* cukup tinggi yang potensi mineralisasi paling kuat. Daerah tersebut terletak pada 177.800 mE – 178.800 mE, 179.000 mE – 179.600 mE, dan 179.800 mE – 180.400 mE.

Kata kunci: *Induced Polarization, Sistem Epithermal, Chargeability, Resistivity, Zona Silifikasi, Alterasi*

PENDAHULUAN

Metode polarisasi terimbas (*Induced Polarization*) merupakan salah satu metode geolistrik yang sering digunakan dalam eksplorasi mineral logam dasar. Metode ini sering digunakan dalam eksplorasi mineral logam dasar karena adanya peristiwa atau fenomena polarisasi yang terjadi pada suatu medium batuan. Fenomena polarisasi yang terjadi menandakan keberadaan kandungan mineral logam bawah permukaan termasuk salah satunya mineral emas.

Endapan bijih di lokasi penelitian ditemukan dalam bentuk *vein*/urat, salah satu indikator yang berpengaruh terhadap kehadiran urat-urat pembawa bijih berharga adalah struktur rekahan (sesar, kekar). Jaringan kekar yang berkembang merupakan jalan bagi *late magmatic* yang mengisi dan mengendapkan mineral-mineral bijih. Adanya pengaruh struktur geologi terhadap perkembangan mineralisasi ini sangat menarik untuk diteliti, berdasarkan pertimbangan di atas maka penulis meneliti lebih lanjut mengenai kontrol struktur geologi yang berpengaruh pada alterasi-mineralisasi.

Zona mineralisasi endapan emas pada umumnya didominasi oleh *silica* dan mineral sulfida lainnya. Dengan mengetahui nilai *resistivity* batuan bawah permukaan dan *chargeability* maka diharapkan dapat memberikan informasi tentang keberadaan zona mineralisasi yang dicari. Untuk mendapatkan hasil yang baik maka pemrosesan data harus dilakukan dengan benar karena hasilnya dibutuhkan untuk interpretasi deposit emas lebih lanjut.

DASAR TEORI

Metode IP merupakan metode yang dapat dimanfaatkan untuk menginvestigasi struktur permukaan bumi yang mengandung deposit mineral. Dengan prinsip mengalirkan arus listrik kedalam bumi kemudian mengamati beda potensial yang terjadi setelah arus listrik dihentikan. Ketika arus diputus, idealnya beda potensial tersebut langsung menjadi nol/hilang, tetapi pada medium-medium tertentu akan menyimpan energi listrik (sebagai kapasitor) dan akan dilepaskan kembali. Jadi, walaupun arus sudah diputus, tetapi beda tegangan masih ada akan meluruh terhadap waktu dan berangsur-angsur hilang/nol. Efek ini dinamakan Efek *Induced Polarization*. Polarisasi dapat terjadi

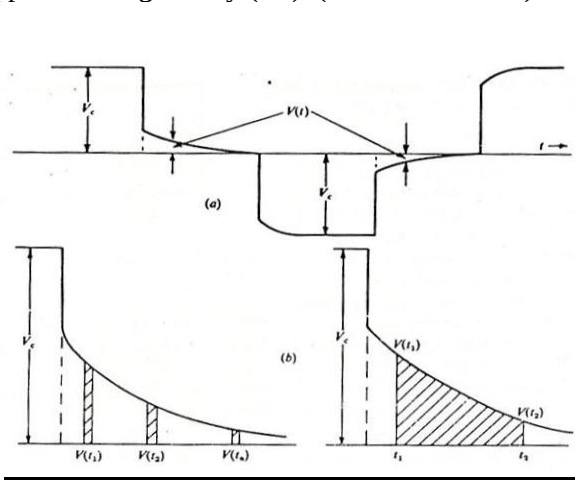
karena adanya medium yang mengandung mineral logam[1].

Metode IP mampu mengidentifikasi mineral yang *disseminated* (tersebar) namun sulit untuk mineral yang *massive*. Hal ini disebabkan mineral yang tersebar lebih mudah terpolarisasi akibat arus yang melewatinya[3].

Teknik pengukuran dalam metode IP terbagi menjadi dua yaitu:

a. Time Domain

Prinsip *Time Domain* adalah dengan mengukur perbedaan respon batuan yang mengandung mineral konduktif atau tidak dengan melihat overvoltage (pertambahan beda potensial) pada batuan sebagai fungsi sebagai fungsi waktu akibat efek polarisasi. Pada saat arus dimatikan, maka diukur overvoltage delay per waktu, sehingga akan diperoleh nilai apparent chargeability (M_a), (lihat Gambar 2.1).



Gambar 2. Konsep pengukuran polarisasi terinduksi kawasan waktu[2].

Parameter yang dihitung sebagai petunjuk adanya polarisasi dalam domain waktu adalah[2]:

- Efek induksi polarisasi

Merupakan pengukuran yang paling sederhana, mengukur tegangan residual pada waktu tertentu setelah arus diputuskan. Tegangan residual pada waktu setelah arus diputuskan dalam milivolt (*mV*), sedang tegangan normal dalam volt. Akibat efek induksi polarisasi sering dinyatakan dalam milivolt/volt dengan perbandingan:

$$IP\ Effect = \frac{V_s}{V_p} \times 100 \quad (2.1)$$

dimana: V_s = tegangan sekunder pada saat (t) setelah arus diputus
 V_p = tegangan primer

- *Chargeability (M)*

Merupakan pengukuran yang sering dipakai dalam pengukuran induksi polarisasi dengan metode *time domain*, *chargeability (M)* didapatkan dalam satuan milisekon dan dinyatakan sebagai

$$M = \frac{1}{V_p} \int_{t_1}^{t_2} V_s(t) dt \quad (2.2)$$

Chargeability menunjukkan lama tidaknya efek polarisasi untuk menghilang sesaat setelah arus dimatikan. Sehingga jika nilai M_a besar, maka waktu delaynya lama. Dan jika waktu delaynya lama, maka dapat diasumsikan terdeteksi mineral konduktif.

Secara teori, hasil pengukuran IP dalam domain waktu dan domain frekuensi menghasilkan hal yang sama. Secara praktis konversi dalam domain waktu ke domain frekuensi cukup sulit. Gelombang kotak yang digunakan dalam domain waktu mengandung semua frekuensi. Dalam buku *Telford, 1990* dirumuskan:

$$M = \frac{FE}{(1+FE)} \quad (2.3)$$

dimana $FE \ll 1$. Parameter MF juga dapat digunakan pada domain waktu yaitu

$$MetalFactor(MF) = \frac{1000 M}{\rho} \quad (2.4)$$

dengan M adalah nilai chargeability (msec) dan ρ nilai tahanan jenis. Perlu diperhatikan bahwa

nilai MF domain waktu tidak selalu sama dengan nilai MF domain frekuensi. Parameter MF digunakan untuk mengkompensasi parameter IP terhadap harga tahanan jenisnya[2].

b. Frequency Domain

Prinsip frekuensi domain adalah dengan mengukur respon batuan yang mengandung mineral konduktif atau tidak, yaitu dengan pemberian impedansi pada dua frekuensi yang berbeda (frekuensi rendah dan tinggi). Jika pada batuan yang terdapat mineral konduktif, maka resistivitas akan sama pada setiap frekuensi. Tetapi jika pada batuan yang mengandung mineral isolatif, maka resistivitas pada frekuensi tinggi akan lebih rendah dibanding resistivitas pada frekuensi rendah.

Parameter Frekuensi Domain[2]:

1. *Apparent Resistivity (ρ_a)*

$$\rho_a = K \left(\frac{\Delta V}{I} \right) \quad (2.5)$$

2. *Frequency Effect (FE)*

Merupakan perbandingan antara selisih tegangan frekuensi rendah dan frekuensi tinggi dengan tegangan pada frekuensi yang terdeteksi pada dua elektroda potensial.

$$FE = \frac{\Delta V}{V} = \frac{VI - Vh}{Vh} \rightarrow FE = \frac{\rho_{dc} - \rho_{ac}}{\rho_{ac}} \quad (2.6)$$

ρ_{dc} = *apparent resistivity* pada frekuensi rendah (0.05-0.5 Hz)

ρ_{ac} = *apparent resistivity* pada frekuensi tinggi (1-10 Hz)

3. PFE (*Percent Frequency Effect*)

$$PFE = \frac{\rho_{dc} - \rho_{ac}}{\rho_{ac}} \times 100 \quad (2.7)$$

4. Metal Faktor

$$MF = \frac{PFE}{\rho_{dc}} \times 2\pi \cdot 10^3 \quad \text{siemens/m} \quad (2.8)$$

METODE PENELITIAN

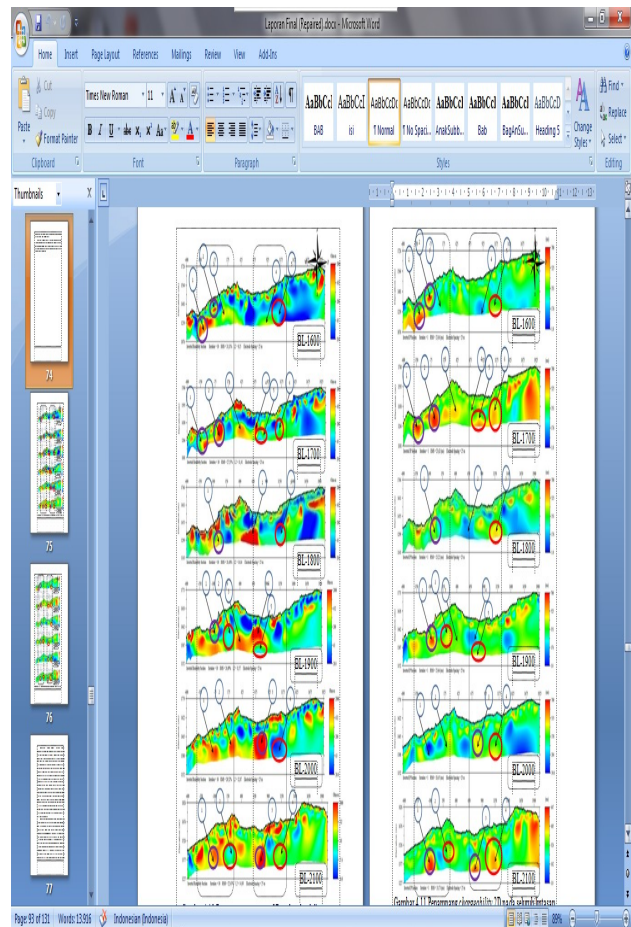
Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder hasil akuisisi di daerah Jambi, Gunung Bujang. Sedangkan instrumen yang digunakan dalam pengambilan data *Induced Polarization* (IP) adalah *SuperSting R8/IP*.

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini meliputi beberapa tahapan yaitu mulai dari studi literatur yang meliputi metode *Induced Polarization* serta genesa deposit emas sistem *epithermal*. Selanjutnya *processing* data geofisika dengan *software* pendukung untuk membuat model inversi yang dapat menggambarkan kondisi deposit emas sistem *epithermal* di bawah permukaan. Hasil pengolahan data tersebut dan data pendukung seperti data geologi selanjutnya akan diinterpretasikan dan dianalisis untuk mengetahui keberadaan zona deposit emas sistem *epithermal*. Data yang digunakan adalah data sekunder (data *Resistivity* dan *IP*) yang merupakan hasil pengukuran di daerah sekitar Gn. Bujang, Jambi. Data terdiri atas 6 lintasan dengan kode lintasan BL-1600, BL-1700, BL-1800, BL-1900, BL-2000, dan BL-2100. Lintasan membentang ke arah barat-timur. Jarak antar lintasan masing-masing sebesar 100 m dengan panjang lintasan berkisar hingga 2500 m. Pada proses akuisisi data, metode pengukuran yang digunakan adalah konfigurasi *dipole-dipole* dengan spasi $a = 25$ m dan $n = 20$. Teknik pengukuran metode IP yang dipakai dalam penelitian ini adalah *time domain*. Hasil yang diperoleh setelah dilakukan proses pengolahan data IP yaitu berupa penampang 2D *resistivity* dan *chargeability* kemudian divisualisasikan dalam bentuk 3D untuk mengetahui bentuk topografi daerah penelitian yang selanjutnya akan dilakukan tahap interpretasi.

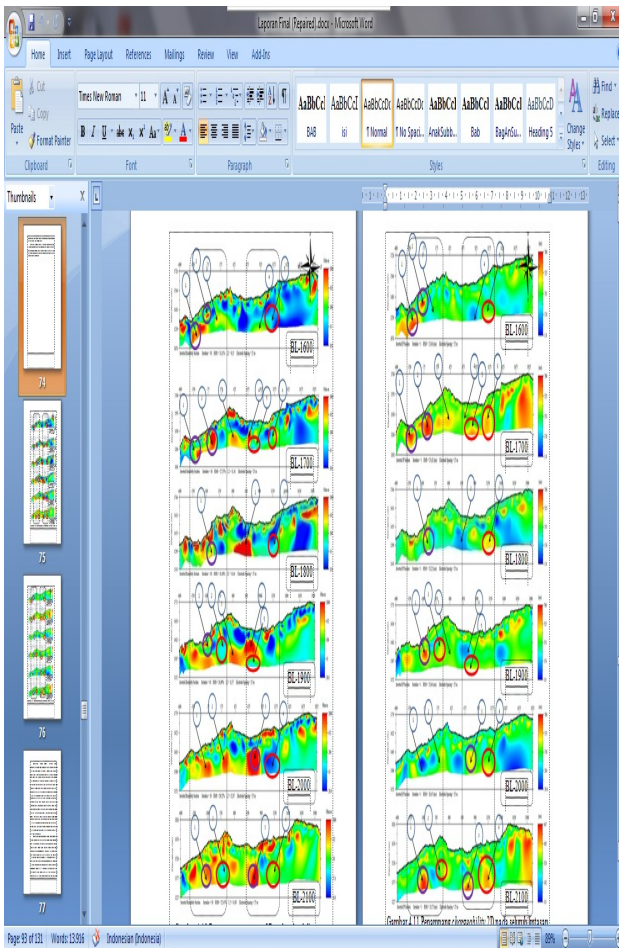
HASIL DAN PEMBAHASAN

Interpretasi Kuantitatif

Berdasarkan respon anomali *resistivity* maupun *chargeability* terdapat zona yang menarik yang sedikitnya terdapat 2 daerah sesuai dengan yang telah saya tandai pada gambar 3.1 dan 3.2. Daerah tersebut terletak pada jarak 200 – 875 m dan 1250 – 1850 m, seperti pada gambar 3.1. Zona yang terletak pada jarak 1250 – 1850 m terlihat kemenerusan nilai resistivitas rendah < 200 ohm m masih menerus ke arah selatan. Kemudian pada jarak 200 – 875 m juga terlihat kemenerusan nilai resistivitas tinggi > 850 ohm m yang diduga merupakan batuan dasar setempat yang diintrusi oleh fluida hidrotermal (*host rock*) yang masih *fresh*. Ini berarti batuan tersebut tidak mengalami proses alterasi dan sedikit mengalami pelapukan, dalam hal ini adalah batuan andesit dan breksi andesitik. Respon anomali *resistivity* ini ternyata juga diikuti dengan respon anomali *chargeability* yang tinggi (*high chargeability*), seperti pada gambar 3.2. Nilai *chargeability* yang berada pada zona 1250 – 1850 m tersebut sangat tinggi hingga > 450 ms. Sedangkan pada jarak 200 – 875 m terdapat zona yang memiliki nilai *chargeability* lebih tinggi yaitu sekitar 500 – 700 ms.



Gambar 3.1. Penampang *resistivity* 2D



Gambar 3.2. Penampang *chargeability* 2D

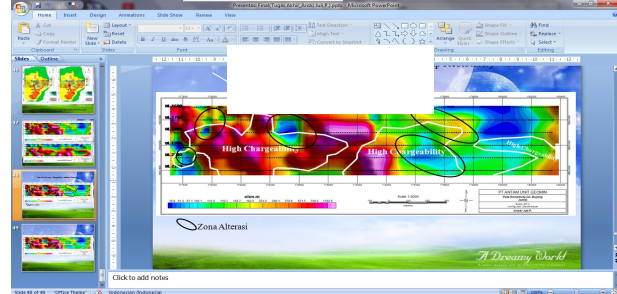
Interpretasi Kualitatif

Berdasarkan kedua penampang tersebut dapat dikorelasikan sehingga menghasilkan suatu nilai *metal factor* (MF). Parameter *metal factor* digunakan untuk mengkompensasi parameter IP terhadap harga tahanan jenisnya. Hal itu bisa dilihat dari hasil perhitungan nilai MF dengan persamaan

$$\text{matematis MF} = 1000 \frac{M}{\rho} . \text{Nilai } \textit{metal factor} \text{ yang}$$

rendah berkisar antara 54 – 250 ms/ohm m. Ini diduga tidak terdapat mineral yang terkandung dalam batuan. Kemudian pada gambar 3.1 dan 3.2 yang telah diberi tanda lingkaran berwarna ungu memiliki nilai *metal factor* sedang, yaitu berkisar antara 400 – 588 ms/ohm m. Zona ini diduga merupakan batuan kuarsa di mana memiliki nilai *resistivity* tinggi (1000 – 2000 ohm m) diikuti nilai *chargeability* yang tinggi pula (500 – 700 ms). Namun batuan ini diduga sedikit memiliki

kandungan mineral logam pada pori-pori batuan. Sedangkan pada tanda lingkaran merah memiliki nilai MF yang cukup besar, yaitu berkisar antara 2250 – 9000 ms/ohm m. Zona ini diduga merupakan zona alterasi argilik dan zona *silifikasi* yang mengandung mineral sulfida logam. Pada penampang *resistivity* juga menunjukkan bahwa munculnya nilai *resistivity* tinggi saat dipermukaan dan menghilang pada kedalaman tertentu kemudian muncul lagi pada kedalaman yang lebih dalam, hal itu menunjukkan adanya struktur. Pada struktur tersebut ternyata juga berkorelasi dengan anomali *chargeability* yang menghasilkan nilai *metal factor* yang tinggi. Dari kedua hubungan itulah dapat dikatakan bahwa mineralisasi logam setempat dikontrol oleh struktur berupa sesar. Sedikitnya terdapat 3 daerah yang memiliki nilai *chargeability* cukup tinggi yang potensi mineralisasi paling kuat, lihat gambar 3.3. Daerah tersebut terletak pada 177.800 mE – 178.800 mE, 179.000 mE – 179.600 mE, dan 179.800 mE – 180.400 mE.



Gambar 3.3 Hasil *overlay* peta *chargeability* terhadap peta *resistivity*

KESIMPULAN

Mineralisasi endapan sulfida logam di daerah ini berasosiasi erat dengan alterasi *vuggy – massive quartz* yang dikontrol oleh struktur sesar/patahan berarah baratlaut – tenggara dan timurlaut – baratdaya. Zona anomali *chargeability* mencerminkan adanya kandungan mineral sulfida logam yang tersebar di dalam zona alterasi dan zona *silifikasi*. Pada zona alterasi memiliki parameter nilai *resistivity* < 100 ohm m dan *chargeability* > 450 msec serta zona *silifikasi* memiliki nilai *resistivity* 100-200 ohm m dan *chargeability* > 500 msec. Sedikitnya terdapat 3 zona yang memiliki nilai *chargeability* cukup tinggi yang potensi mineralisasi paling kuat. Daerah tersebut terletak pada 177.800 mE – 178.800 mE, 179.000 mE – 179.600 mE, dan 179.800 mE – 180.400 mE.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Akbar, M. 2004. *Studi Geofisika Terintegrasi untuk Mendeteksi Keberadaan Endapan Emas Sistem Epithermal*. Depok: Universitas Indonesia, Tidak diterbitkan
- [2]. Kearey, Philip; Brooks, Michael; and Hill, Ian. 2002. *An Introduction Geophysical Exploration Third Edition*. Blackwell Science Ltd
- [3]. Telford, W.M.; Geldart, L.P.; and Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge University Press. New York