

Identifikasi Alterasi Dan Mineralisasi Emas Menggunakan Data Geologi Dan Geofisika Di Daerah Gunung Gupit, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah

Ulyl Aidi Al-Abshor¹, Sava Sintya Larasati², Okta Dwi Puspita³

Teknik Geofisika, UPN “Veteran” Yogyakarta¹²³
ulylaidi@gmail.com¹, savasintya@gmail.com², oktadpuspita@gmail.com³

Abstrak— Telah dilakukan penelitian menggunakan pengukuran Geofisika metode Geolistrik *Induced Polarization* (IP) guna mengindikasikan keberadaan mineral emas di Gunung Gupit, Desa Ngadiharjo, Borobudur, Magelang. Gunung Gupit merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang terdapat indikasi alterasi dan mineralisasi emas akibat proses hidrotermal. Proses hidrotermal tersebut dipengaruhi oleh keberadaan struktur geologi yang berkembang akibat pertemuan 3 lempeng di Indonesia. Daerah penelitian merupakan prospek emas bertipe sulfidasi tinggi yang termasuk bagian dari Perbukitan Menoreh yang melampar di bagian utara Pegunungan Kulon Progo. Berdasarkan pengamatan di lapangan terdapat litologi batuan berupa lava andesit, breksi autoklastik, breksi andesit, dan tuff yang telah mengalami alterasi dan mineralisasi yang didominasi oleh mineral oksida dengan alterasi bertipe *adv* argilik dengan kehadiran mineral hematit, mangaan, jarosit, dan lempung silika. Selain itu ditemukan alterasi propilitik dengan kehadiran mineral epidot, klorit, gutit, pirit, dan lempung silika. Kemudian terdapat adanya tekstur urat kuarsa, *vuggy silica*, dan *stockwork* yang telah terisi oleh pirit, kalkopirit, dan emas yang dikontrol oleh patahan berarah barat daya – timur laut. Hal tersebut didukung dengan pengukuran menggunakan metode geolistrik IP konfigurasi *dipole-dipole* sebanyak 4 lintasan. Pengukuran menggunakan metode IP dapat memperlihatkan variasi resistivitas (tahanan jenis) dan *chargeability* (waktu menyimpan arus listrik) batuan bawah permukaan berdasarkan perhitungan arus listrik, beda potensial, dan waktu yang dibutuhkan kedua kutub kembali pada kondisi awal setelah mengalami polarisasi. Penampang resistivitas dan *chargeability* yang dihasilkan mengindikasikan keberadaan mineral sulfida pada daerah *low resistivity* dan *high chargeability* di zona lempungan dengan struktur geologi urat kuarsa serta pada daerah *high resistivity* dan *high chargeability* berupa *stockwork* dalam zona intrusi. Selain itu terdapat pemodelan 3D *chargeability* menunjukkan perkiraan mineral sulfida yang terdapat pada zona alterasi dan mineralisasi yang diduga mengandung deposit emas. Sehingga dengan melakukan penelitian menggunakan data geologi dan geofisika diharapkan dapat mengidentifikasi keterdapatn alterasi dan mineralisasi di Gunung Gupit, Ngadiharjo, Borobudur, Magelang, Jawa Tengah.

Index Terms—alterasi dan mineralisasi, geofisika, induced polarization, metode geolistrik

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu daerah yang dilewati oleh jalur gempa teraktif di dunia karena dikelilingi oleh Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire*). Hal tersebut disebabkan oleh Indonesia yang terletak pada pertemuan antara 3 lempeng tektonik, yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik (Hamilton, 1979). Pertemuan ketiga lempeng tersebut menyebabkan Indonesia memiliki keberagaman mineral yang kompleks dan mempengaruhi perkembangan struktur geologi yang ada di Indonesia. Perkembangan struktur geologi tersebut dapat mengindikasikan mengenai cebakan-cebakan mineral bijih yang ada di Indonesia berdasarkan proses alterasi dan mineralisasi yang terjadi.

Salah satu wilayah di Indonesia yang terdapat adanya indikasi alterasi dan mineralisasi emas akibat adanya proses hidrotermal berada di daerah Gunung Gupit. Secara administratif, wilayah tersebut terletak di Desa Ngadiharjo, Kecamatan Borobudur, Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah. Keberadaan struktur geologi akibat pertemuan lempeng-lempeng di Indonesia akan mempengaruhi persebaran prospek keterdapatan alterasi dan mineralisasi emas yang ada di daerah Gunung Gupit.

Berdasarkan kasus yang telah disebutkan, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai indikasi endapan emas untuk mengetahui karakterisasi dan orientasi persebaran alterasi dan mineralisasi berdasarkan struktur geologi yang berkembang menggunakan metode geofisika. Salah satu metode geofisika yang tepat digunakan pada kasus ini adalah metode Geolistrik *Induced Polarization* (selanjutnya disingkat menjadi IP) untuk mengetahui keberadaan mineral sulfida berdasarkan sifat kelistrikan batuan bawah permukaan. Sehingga diharapkan dapat mengetahui potensi keterdapatan mineralisasi emas di Gunung Gupit, Ngadiharjo, Borobudur, Magelang, Jawa Tengah.

B. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang penelitian mengenai identifikasi alterasi dan mineralisasi menggunakan metode Geolistrik IP di Gunung

Gupit, Ngadiharjo, Borobudur, Magelang, Jawa Tengah, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk:

- Mendapatkan data resistivitas dan chargeabilitas batuan bawah permukaan daerah penelitian,
- Mendapatkan persebaran alterasi dan mineralisasi emas menggunakan metode Geolistrik IP daerah penelitian, serta
- Mengetahui besar potensi keterdapatan endapan emas di daerah penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Endapan Emas

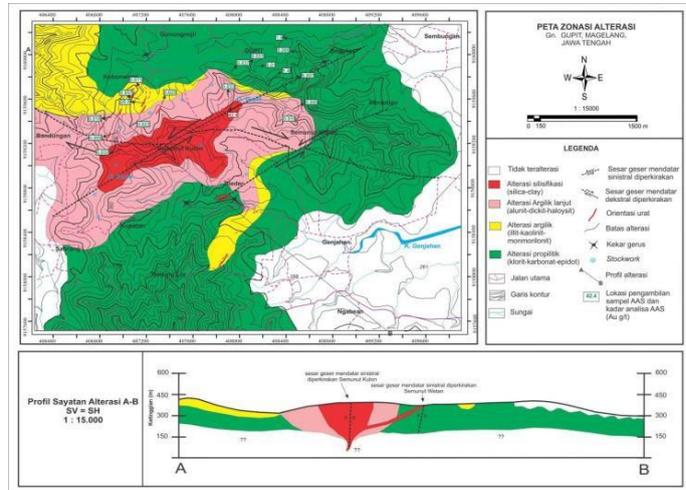
Emas merupakan logam yang bersifat lunak dan mudah ditempa, kekerasannya berkisar antara 2,5 – 3 dalam Skala Mohs. Emas terbentuk dari proses magmatisme atau pengkonstrasian di permukaan. Endapan emas primer pada umumnya ditemukan dalam bentuk logam yang terdapat di dalam retakan-retakan batuan kuarsa dan dalam bentuk mineral yang terbentuk dari proses magmatisme dan vulkanisme, yang bergerak berdasarkan adanya panas di dalam bumi. Sedangkan pada endapan *placer* ditemukan dalam bentuk emas alluvial karena proses pelapukan terhadap batuan-batuan yang mengandung emas atau hasil dari pergerakan endapan primer.

B. Alterasi dan Mineralisasi

Interaksi antara larutan hidrotermal dengan batuan yang dilaluinya (*wall rocks*) akan menyebabkan terubahnya mineral primer menjadi mineral sekunder (yang disebut alterasi mineral) dengan adanya perubahan temperatur, tekanan, dan reaksi kimia. Proses hidrotermal pada kondisi tertentu akan menghasilkan kumpulan mineral tertentu yang dikenal sebagai himpunan mineral (Guilbert dan Park, 1986). Sehingga terjadi adanya mineralisasi terhadap tubuh batuan dengan proses pengendapan mineral bijih akibat adanya alterasi hidrotermal. Berdasarkan penelitian Idrus tahun 2013, tipe endapan emas hidrotermal di daerah penelitian berupa endapan epitermal tipe sulfidasi tinggi dengan jenis alterasi yang berasosiasi dengan tipe endapan tersebut yaitu silisifikasi, argilik lanjut (*adv argilik*), argilik, dan propilitik (Gambar 1). Stratigrafi daerah penelitian tersusun

oleh satuan lava andesit, satuan breksi autoklastik dan satuan breksi andesit dengan struktur geologi

berupa kekar dan tiga sesar geser diperkirakan (Idrus, 2013).



Gambar 1. Peta Zona Alterasi (Idrus dkk, 2013)

C. Metode Geolistrik

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang bertujuan mengetahui sifat-sifat kelistrikan lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah untuk mengetahui resistivitas atau tahanan jenis dari batuan.

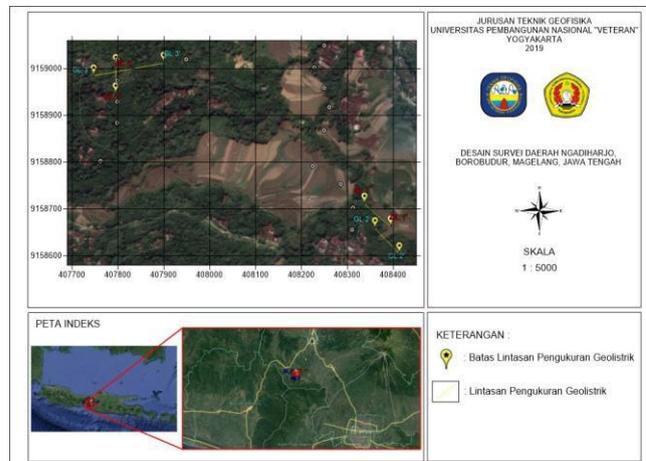
Polarisasi terimbas merupakan salah satu metoda geofisika yang mendeteksi terjadinya polarisasi listrik pada permukaan mineral-mineral logam di bawah permukaan bumi. Metode IP memperlihatkan variasi resistivitas

dan chargeabilitas batuan bawah permukaan berdasarkan penghitungan arus listrik, beda potensial, dan waktu yang dibutuhkan kedua kutub kembali pada kondisi awal setelah mengalami polarisasi.

Pada prinsipnya konfigurasi *Dipole - Dipole* menggunakan 4 buah elektroda, yaitu pasangan elektroda arus yang disebut '*current dipole AB*' dan pasangan elektroda potensial yang disebut '*potensial dipole MN*'. Pada konfigurasi *Dipole -Dipole*, elektroda arus dan elektroda potensial bisa terletak tidak segaris dan tidak simetris.

III. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Gambar 2 menunjukkan lokasi penelitian yang dilakukan pada tanggal 5-6 Mei 2019 berada di daerah Gunung Gupit, Desa Ngadiharjo, Kec Borobudur, Kab Magelang, Prov Jawa Tengah. Secara geografis terletak pada koordinat 407700–408450 mE BT dan 9158570–9159080 mN LS. Lokasi penelitian ini memiliki jarak +/- 6.4 km sebelah barat laut dari Candi Borobudur. Daerah penelitian termasuk dalam Perbukitan Menoreh yang terdapat tinggian-tinggian dengan batuan yang telah mengalami alterasi dan mineralisasi hidrotermal dengan litologi berupa lava andesit (Formasi Kebo Butak), breksi autoklastik, dan breksi andesit (endapan Gunungapi Sumbing Muda). Selain itu telah ditemukan adanya urat kuarsa yang mengandung digenit, enargit, pirit, kalkopirit, dan emas.

B. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini melakukan pengukuran langsung dengan menggunakan metode Geolistrik IP konfigurasi *Dipole - Dipole* serta analisis laboratorium.

Pengukuran lapangan berupa pengambilan data menggunakan metode Geolistrik IP sebanyak 4 lintasan / 2 kavling di daerah Gunung Gupit dengan panjang lintasan antara 100 m – 120 m. Kavling A terdiri dari lintasan 1 dan 2, sedangkan kavling B terdiri dari lintasan 3 dan 4. Peralatan dan perlengkapan yang digunakan yaitu Syscal, kabel, *porouspot*, dan CuSO_4 (Gambar 3).



Gambar 3. Peralatan dan Perlengkapan Geolistrik IP

Data yang diperoleh di lapangan menggunakan metode Geolistrik IP konfigurasi *dipole-dipole* berupa nilai beda potensial (V), arus listrik (I), dan chargeabilitas (M) dilakukan pengolahan data menggunakan *Software Ms. Excel* (memperoleh nilai resistivitas (ρ)), menggunakan *Software Res2dinv* (menghasilkan penampang Geolistrik IP 2D) dan *RockWorks16* (menghasilkan penampang Geolistrik IP 3D). Analisis data dilakukan dengan mengkorelasi dan menginterpretasi

data permukaan (geologi) dan data bawah permukaan (Geolistrik IP) untuk mendapatkan persebaran endapan emas yang telah mengalami alterasi dan mineralisasi di lokasi penelitian (Gunung Gupit). Dilakukan pengumpulan data dalam menginterpretasi berbagai peta berupa peta geologi lokal, peta alterasi dan mineralisasi, penampang resistivitas dan chargeabilitas Geolistrik IP, dan pemodelan 3D chargeabilitas IP. Interpretasi data terhadap penampang 2D dan pemodelan 3D tersebut mengacu pada tabel resistivitas dan chargeabilitas oleh Telford, Loke, Lowrie & Milsom untuk mengidentifikasi jenis batuan dan mineral di bawah permukaan.

IV. PEMBAHASAN

A. Geologi



Gambar 4. *Stockwork* (kiri), Urat Kuarsa (tengah), dan *Vuggy Silica* (kanan)

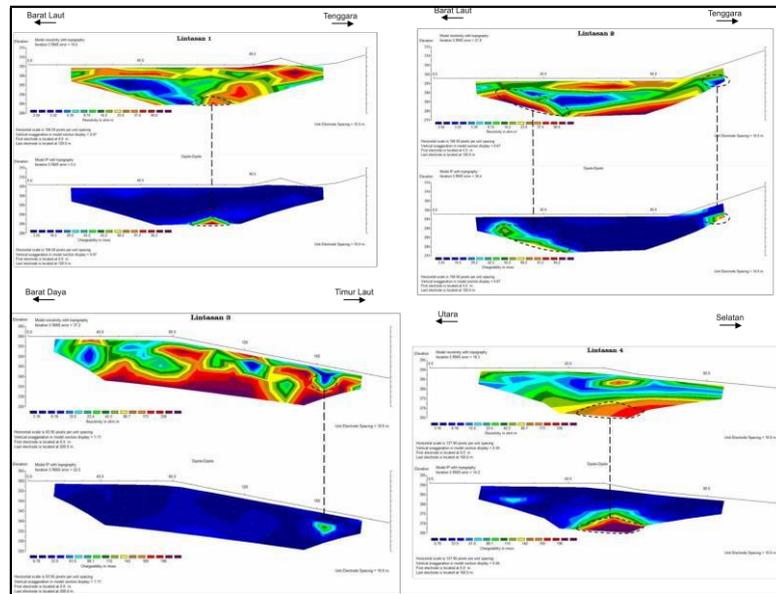
Gambar 4 merupakan struktur geologi yang terdapat pada lapangan penelitian. Daerah penelitian di Gunung Gupit, Ngadiharjo, Borobudur, Magelang, Jawa Tengah telah terjadi adanya alterasi dan mineralisasi dengan prospek emas sulfidasi tinggi. Berdasarkan pengamatan di lapangan terdapat litologi tuff dalam satuan batuan breksi andesit yang telah mengalami alterasi dan mineralisasi. Pada litologi batu andesit dengan urat kuarsa telah mengalami alterasi tipe *adv* argilik dengan kehadiran mineral oksida (hematit, gutit, mangaan), mineral sulfat (jarosit), dan mineral lempung silika. Sedangkan pada litologi andesit dengan kehadiran struktur *stockwork* terdapat mineral oksida (hematit, mangaan), mineral sulfat (jarosit), mineral lempung silika telah mengalami alterasi propilitik.

Pada daerah penelitian terdapat alterasi *adv* argilik dan propilitik dengan mineral alterasi yang ditemukan berupa alunit, mineral lempung (kaolin, illit, smektit), klorit, epidot, silika, gutit dan hematit. Tekstur pada urat

kuarsa menunjukkan adanya *vuggy silica* dan *stockwork*. Urat kuarsa telah mengalami

alterasi dan mineralisasi sehingga terisi oleh pirit, kalkopirit, dan emas.

B. Metode Geolistrik

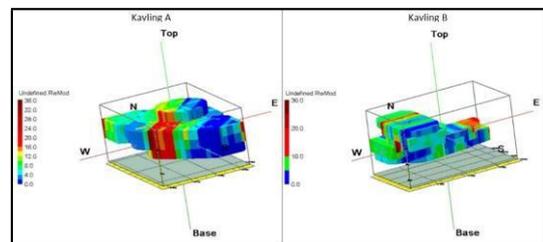


Gambar 5. Penampang Resistivitas dan Chargeabilitas Geolistrik IP

Penampang resistivitas Geolistrik (Gambar 5) mengindikasikan terdapat dua jenis litologi, antara lain batuan sedimen ($\leq 35 \Omega m$ untuk kavling A; $\leq 170 \Omega m$ untuk kavling B) dan batuan beku hasil intrusi ($> 35 \Omega m$ untuk kavling A; $> 170 \Omega m$ untuk kavling B). Pada penampang Geolistrik untuk daerah *low resistivity* dan *high chargeability* diinterpretasikan sebagai adanya mineral sulfida yang terdapat pada zona lempungan. Hal ini didukung oleh kehadiran mineral lempung dengan nilai resistivitas $\leq 10 \Omega m$ dan adanya mineral sulfida dengan nilai chargeabilitas yang tinggi ($> 100 ms$). Sedangkan zona mineralisasi pada *high resistivity* dan *high chargeability* diinterpretasikan sebagai adanya mineral sulfida dalam zona intrusi. Hal ini didukung oleh kehadiran mineral silikat yang terdapat dalam zona intrusi yang bersifat resistif dengan nilai resistivitas tinggi ($> 35 \Omega m$ untuk kavling A; $> 170 \Omega m$ untuk kavling B) dan adanya mineral sulfida nilai chargeabilitas yang tinggi ($> 50 ms$ untuk kavling A; $> 140 ms$ untuk kavling B).

Pemodelan 3D chargeabilitas Geolistrik IP (Gambar 6) menunjukkan perkiraan keberadaan mineral sulfida yang terdapat pada zona alterasi dan mineralisasi yang diduga mengandung deposit emas dengan volume

sebesar $21.980 m^3$ (kavling A) dan $12.732,5 m^3$ (kavling B). Keberadaan mineral sulfida dominan terletak pada orientasi barat daya (kavling A) dan pada orientasi timur laut (kavling B).



Gambar 6. Pemodelan 3D Chargeabilitas Geolistrik IP

C. Integrasi Data Geologi dan Geofisika

Berdasarkan data geologi dan data geofisika Geolistrik IP menunjukkan adanya tipe alterasi *adv* argilik dengan nilai resistivitas rendah dan nilai chargeabilitas tinggi akibat adanya mineral sulfida pada batuan beku (intrusi) yang disertai urat kuarsa yang terisi oleh pirit, kalkopirit, dan emas dengan arah timurlaut – baratdaya yang diperkirakan sebagai orientasi jalur mineralisasi emas berupa sesar. Sedangkan pada daerah *high resistivity* dan *high chargeability* penampang geolistrik IP diindikasikan terdapat tipe alterasi propilitik dengan dengan kehadiran *stockwork* dalam batuan beku (intrusi) yang mengandung mineral epidot, klorit, gutit, dan pirit.

I. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari studi pengukuran geologi dan geofisika metode Geolistrik IP di lapangan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Penampang resistivitas Geolistrik IP mengindikasikan terdapat batuan sedimen (bernilai relatif rendah-sedang) dan batuan beku hasil intrusi (bernilai relatif tinggi).
- Penampang resistivitas dan chargeabilitas Geolistrik mengindikasikan keberadaan mineral sulfida pada daerah *low resistivity* dan *high chargeability* (lintasan 2 dan 3) bertipe alterasi *adv* argilik dengan struktur geologi berupa urat kuarsa yang terisi oleh pirit, kalkopirit, dan emas.
- Penampang resistivitas dan chargeabilitas Geolistrik mengindikasikan keberadaan mineral sulfida daerah *high resistivity* dan *high chargeability* (lintasan 1, 2, dan 4) bertipe alterasi propilitik dengan kehadiran *stockwork* dalam zona intrusi yang mengandung mineral epidot, klorit, gutit, dan pirit.
- Pemodelan 3D chargeabilitas Geolistrik menunjukkan perkiraan keberadaan mineral sulfida yang terdapat pada zona alterasi dan mineralisasi yang diduga mengandung deposit emas dengan volume sebesar 34.712,5 m³.

B. Saran

Untuk keperluan studi lebih lanjut dan memaksimalkan hasil penelitian, perlu dilakukan pengukuran Geolistrik IP dengan jumlah lintasan lebih banyak dan jarak antar lintasan yang lebih rapat agar dapat diketahui kemenerusan keberadaan mineral potensi emas secara lebih detail.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada Pak Wahyu Hidayat, S.Si, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dalam penyusunan penelitian ini, juga ucapan terima kasih kepada Pak Hari dan Mas Faiz Akbar Prihutama atas bantuan teknisnya dalam melakukan pengambilan data di lapangan.

REFERENSI

- [1] Arribas, Antonio Jr. 1995. "Characteristics of High Sulfidation Epithermal Deposits and Their Relation to Magmatic Fluid". Mineral Resources Department, Geological Survey of Japan, 1-1-3 Higashi, Tsukuba 305, Jepang
- [2] Guilbert dan Park. 1986. "The Geology of Ore Deposits". New York: W.H. Freeman
- [3] Hamilton W. 1979. "Tectonic of the Indonesian Regions". US Geological Survey. Professional paper No.1078, Washington, 18-42
- [4] Idrus, A., Warmada, I.W., dan Putri, R.I. 2013. "Mineralisasi Emas di Gunung Gupit, Magelang, Jawa Tengah: Sebuah Penemuan Baru Prospek Emas Tipe Epitermal Sulfidasi Tinggi Pada Rangkaian Pegunungan Kulon Progo-Menoreh". Annual Engineering Seminar 2013 Fakultas Teknik Geologi Universitas Gadjah Mada hal D.1-D.7
- [5] Pirajno F. 1992. "Hydrothermal Mineral Deposits, Principles and Fundamental Concepts for the Exploration Geologist". Springer-Verlag, Berlin
- [6] Setiono, G. dan Supriyanto. "Metode Induced Polarization Untuk Eksplorasi Mineral Emas Daerah "B"". Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia
- [7] Sillitoe, R H. 1999. "Styles of High-Sulphidation Gold, Silver and Copper Mineralisation in Porphyry and Epithermal Environments". Bali, Indonesia
- [8] Telford W.M., Geldart L.P., dan Sheriff R. 1990. "Applied Geophysics". New York: Cambridge University Press, Second Edition. Hal 140 – 279

- [9] Van Bemmelen R.W. 1949. "The Geology of Indonesia". The Hague Martinus Nijnhoff, Vol. IA, 653-732

