

**STUDI ZONA MINERALISASI LOGAM MENGGUNAKAN METODE INDUKSI POLARISASI (IP)
DI DESA BALE KECAMATAN TANANTOVEA KABUPATEN DONGGALA**

**STUDY OF METAL MINERALIZATION ZONE USING INDUCED POLARIZATION (IP) METHOD IN
BALE VILLAGE TANANTOVEA DISTRICT DONGGALA**

Hardyanti Buna¹, Rustan Efendi¹, Sandra¹

¹Program Studi Fisika Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia
HardyantiBuna@yahoo.com; 082347390305

ABSTRAK

Penelitian untuk menentukan sebaran zona mineralisasi logam telah dilakukan di Desa Bale, Kecamatan Tanantovea, Kabupaten Donggala dengan menggunakan metode induksi polarisasi kawasan waktu konfigurasi *dipole-dipole*. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan geolistrik *Supersting R8IP* dimana pengukuran dilakukan sebanyak 4 lintasan dengan spasi antar elektroda sejauh 4 meter. Data induksi polarisasi diolah dengan menggunakan *software Earthimager 2D*. Interpretasi dilakukan berdasarkan parameter chargeabilitas dan resistivitas yang didukung dengan informasi geologi regional dari daerah penelitian. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa struktur batuan bawah permukaan daerah penelitian terdiri atas 4 satuan batuan utama yaitu satuan batupasir, satuan batugamping, satuan batuan konglomerat dan satuan batuan metamorf. Zona mineralisasi yang cukup kaya akan logam berada pada lapisan batupasir dengan nilai *high* chargeabilitas pada 50 ms - 150 ms yang didukung oleh *low* resistivitas pada kisaran 23 Ω m - 88 Ω m dan anomali tampak berarah Barat-Timur pada kedalaman \pm 10 m - 44 m.

Kata Kunci: *Zona mineralisasi logam, Induksi Polarisasi, Chargeabilitas, Resistivitas*

ABSTRACT

Research to determine the distribution of metal mineralization zones have been conducted in the Balevillage, TanantoveaDistrict, Donggala regency using induced polarization time domain method with the dipole-dipole configuration. Measurements were made using geoelectrical supersting R8IP where measurements were conducted on 4 lines with electrode space of 4 meters. The data of induced polarization were processed using the software of Earthimager 2D. The interpretation is based chargeability and resistivity parameters supported by the regional geological information of the research area. Based on the result, can be concluded that the rocks structure beneath the surface of research area consists of fourprimary lithology units, namely sandstone, limestone, conglomerate rocks, and metamorphics rocks. Mineralization zone, which is quite rich in metals, lies in the sandstone layers with high chargeability of 50 ms - 150 ms, which is supported by the low resistivity in the range of 23 Ω m - 88 Ω m and anomalies appear West-East direction at the depth of \pm 10 m - 44 m.

Keywords: *Metal mineralization zone, Induced polarization, Chargeability, Resistivity*

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya permintaan industri terhadap bahan-bahan logam disamping menjaga ketersediaan sumber daya mineral logam itu sendiri mendorong dilakukannya berbagai eksplorasi mineral logam. Hal ini terlihat dengan semakin berkembangnya perusahaan-perusahaan di dunia maupun di Indonesia yang melakukan eksplorasi mineral. Kurangnya informasi mengenai tempat-tempat yang memiliki potensi mineral logam menjadi kendala dalam melakukan eksplorasi tersebut.

Salah satu wilayah yang memiliki potensi mineral logam yaitu Kabupaten Donggala. Daerah ini berada pada jalur orogenesis sehingga memungkinkan ditemukan mineral logam seperti emas (Rauf, 2012). Secara geologi, Kabupaten Donggala memiliki struktur yang kompleks sehingga kaya akan mineral bernilai ekonomi.

Salah satu diantara wilayah-wilayah di Kabupaten Donggala yang memiliki potensi mineral logam yaitu Desa Bale. Keberadaan mineral logam ditunjukkan melalui analisis *X-ray Fluorescence* (XRF) terhadap batuan-batuan di Desa Bale yang dilakukan oleh Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (2013). Analisis dilakukan sebatas dipermukaan, sehingga perlu dilakukan pencitraan bawah permukaan.

Keberadaan logam tersebar di dalam batuan dan biasa terikat dengan mineral bijih dan unsur kimia lainnya (Sukandarrumidi, 2007). Keberadaan mineral itu sendiri berhubungan dengan naiknya larutan hidrotermal dipermukaan melalui celah-celah batuan kemudian terendapkan. Pengendapan mineral yang terjadi di celah/rekahan/rongga batuan menyebabkan keberadaan mineral logam tersebar dan tidak terkonsentrasi di satu titik (Irvine, R.J, *et al* dalam Arizona, 2012). Oleh karena itu, diperlukan suatu metode geofisika yang dapat mendeteksi sebaran mineral tersebut sehingga dapat ditentukan zona mineralisasi logam di Desa Bale Kecamatan Tanantovea Kabupaten Donggala.

Metode geofisika yang mampu memberi gambaran bawah permukaan mengenai

keberadaan mineral logam di dalam batuan yaitu Metode Induksi Polarisasi (IP) kawasan waktu dengan menggunakan konfigurasi *dipole-dipole*. Metode IP mengamati polarisasi yang terjadi pada batuan yang mengandung mineral logam ketika batuan di aliri arus listrik. Efek polarisasi yang terukur dinyatakan dalam chargeabilitas. Metode ini sering digunakan dalam eksplorasi mineral sulfida yaitu pirit, galena, dan emas yang berasosiasi dengan mineral sulfide (Arizona, 2012).

Mineralisasi

Mineralisasi merupakan proses pembentukan mineral bijih, mineral logam maupun non logam yang dibawa oleh larutan hidrotermal akibat perubahan fisik dan kimia batuan disekitarnya. Beberapa faktor yang mempengaruhi proses mineralisasi yaitu adanya larutan hidrotermal sebagai pembawa mineral, zona lemah yang dilalui oleh larutan, adanya ruang/pori tempat pengendapan mineral, dan terjadi reaksi kimia antara larutan dan batuan induknya/*Host rock* (Bateman *dalam* Artadana, 2011).

Induksi Polarisasi Kawasan Waktu

Keberadaan Mineralisasi logam dapat diketahui dengan menggunakan metode geofisika yaitu metode Induksi Polarisasi (IP). Metode ini memanfaatkan sifat kelistrikan batuan yaitu polarisasi batuan ketika diberi arus listrik. Prinsip dasar metode ini menggunakan 4 buah elektroda yaitu dimana arus dialirkan melalui 2 elektroda arus kemudian beda potensial terukur melalui 2 buah elektroda potensial. Ketika arus diputus, beda potensial tidak akan langsung bernilai nol akan tetapi ada selang waktu untuk beda potensial menuju nol. Adanya selang waktu dari beda potensial menuju nol diakibatkan oleh efek polarisasi dari batuan yang mengandung mineral logam (Telford, W.M *et al*, 1990).

Pada metode Induksi Polarisasi kawasan waktu (Gambar 1), arus listrik dialirkan melalui 2 buah elektroda arus selama beberapa detik dan akan terukur V_0 pada elektroda potensial. Ketika arus dimatikan, beda potensial yang terukur tidak langsung berharga 0 akan tetapi

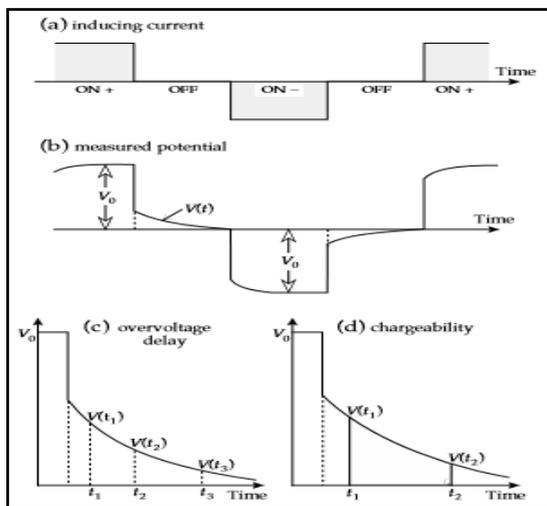
mengalami penurunan beda potensial (*potensial decay*) $V(t)$. Daerah dibawah *Potensial decay* yang terjadi antar selang waktu dinamakan Chargeabilitas (Lowrie, W., 2007)

Nilai chargeabilitas (M) yang terukur dapat ditulis dalam persamaan :

$$M = \frac{1}{V_0} \int_{t_1}^{t_2} V(t) dt \quad (1)$$

Adapun IP effect (%)

$$IP (\%) = \frac{V(t_1)}{V_0} \times 100\% \quad (2)$$



Gambar 1 Konsep pengukuran IP kawasan waktu (Lowrie, W.,2007).

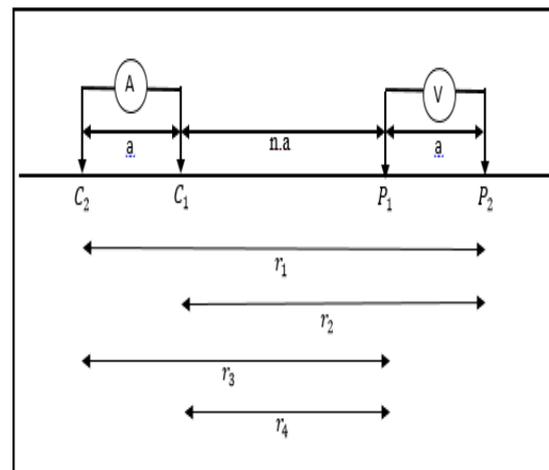
Menurut Situmorang dalam Arjuna (2014), anomali chargeabilitas dibagi atas 5 kelompok yaitu:

1. Nilai anomali rendah dengan chargeabilitas < 10 ms: daerah yang tidak mengandung mineral logam.
2. Nilai anomali sedang dengan chargeabilitas 10-25 ms: daerah yang didominasi nilai anomali ini diindikasikan sebagai daerah dengan sedikit mineralisasi logam.
3. Nilai anomali agak tinggi dengan chargeabilitas 25-50 ms: daerah yang didominasi nilai anomali ini diindikasikan sebagai gambaran batuan yang cukup kaya kandungan logamnya

4. Nilai anomali tinggi dengan chargeabilitas 50-75 ms: daerah yang didominasi oleh batuan yang termineralisasi logam kuat sehingga dapat dikatakan bahwa kandungan mineralnya besar secara kuantitas.
5. Nilai anomali sangat tinggi dengan chargeabilitas > 75 ms: daerah dimana struktur batuannya diindikasikan sebagai pembawa mineral yang sangat besar.

Konfigurasi Dipole-Dipole

Susunan elektroda yang sering digunakan dalam metode IP yaitu konfigurasi *dipole-dipole* (Gambar 2). Elektroda arus C_1C_2 dan elektroda potensial P_1P_2 diletakkan pada jarak a. Elektroda potensial berada di luar elektroda arus dengan jarak na, dimana $n= 1,2,3,\dots$ dan seterusnya. Hasil penggambaran berada pada titik tengah antara elektroda C_1P_1 . Gambaran bawah permukaan yang diperoleh yaitu berupa gambaran secara horisontal dan vertikal (Telford, W.M *et al*, 1990).



Gambar 2 Konfigurasi *dipole-dipole* (Telford, W.M *et al*, 1990)

Nilai faktor geometri (K) untuk konfigurasi elektroda *dipole-dipole* (Telford, W.M *et al*, 1990) yaitu :

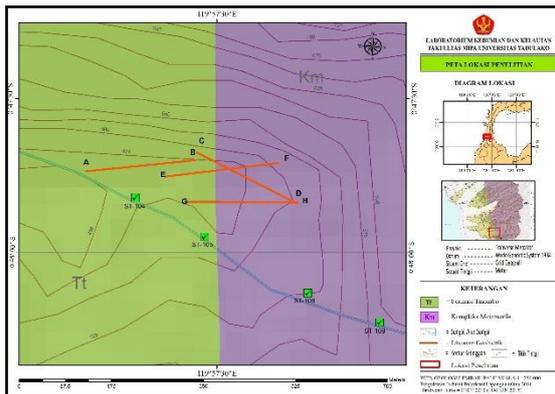
$$K = \pi a n(n + 1)(n + 2) \quad (3)$$

Sehingga diperoleh nilai resistivitas semu

$$\rho_a = \pi a n(n+1)(n+2) \frac{\Delta V}{I} \quad (4)$$

1. METODE

Penelitian ini dilakukan di Desa Bale Kecamatan Tanantovea Kabupaten Donggala. Metode terdiri atas akuisisi data, hasil pengolahan data IP dan interpretasi penampang 2D hasil inversi *EarthImager* 2D.



Gambar 3. Peta Lokasi Penelitian

Akuisisi Data

Akuisisi data lapangan dilakukan menggunakan alat *Supersting* R8IP dengan metode IP kawasan waktu konfigurasi *dipole-dipole*. Akuisisi data dilakukan sebanyak 4 lintasan dengan panjang lintasan 224 meter dan spasi antar elektroda 4 meter untuk semua lintasan.

Hasil Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk memperoleh penampang bawah permukaan dari lokasi penelitian.

Pengolahan data induksi polarisasi menggunakan software *Earthimager* 2D. Hasil pengolahan data diperoleh penampang 2D yang terdiri atas penampang chargeabilitas hasil inversi (*inverted chargeability section*) dan penampang resistivitas hasil inversi (*inverted resistivity section*).

Interpretasi Data

Interpretasi zona mineralisasi logam dilakukan dengan melihat pola anomali dari chargeabilitas yang didukung oleh anomali resistivitas dari penampang 2D. Pendugaan struktur lapisan bawah permukaan juga dilakukan berdasarkan nilai resistivitas dan chargeabilitas sehingga keberadaan zona mineralisasi logam dapat diketahui sebaran dan kedalamannya. Interpretasi zona mineralisasi logam dan struktur batuan bawah permukaan dikaitkan dengan keadaan geologi daerah penelitian yaitu nilai resistivitas maupun chargeabilitas dari beberapa jenis batuan.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah penelitian terdiri atas 2 formasi yaitu Formasi Tinombo dan Kompleks Batuan Metamorfik. Formasi Tinombo tersingkap di bagian barat lokasi penelitian dimana batuan penyusunnya terdiri atas serpih, batupasir, konglomerat, batuan gunungapi, batugamping dan rijang termasuk filik, sabak dan kuarsit dekat intrusi-intrusi. Kompleks Batuan Metamorfis tersingkap di bagian timur daerah penelitian di mana batuan penyusunnya terdiri atas sekis mika, sekis amfibolit, genes dan pualam (Sukanto, 1973).

Hasil pengolahan data IP berupa penampang 2D dengan parameter yang terukur yaitu nilai chargeabilitas dan nilai resistivitas merupakan parameter untuk menentukan keberadaan zona mineralisasi logam. *High* chargeabilitas yang didukung dengan *low* resistivitas mengindikasikan adanya zona mineralisasi logam di daerah tersebut.

Pada daerah penelitian, nilai resistivitas yang terukur yaitu 28 Ωm – 5000 Ωm (Penampang pertama) dan nilai chargeabilitas yang terukur adalah -50 ms – 150 ms (Penampang kedua),

Adapun struktur batuan berdasarkan nilai resistivitas yaitu terdiri dari 3 jenis lapisan yaitu :

1. Nilai resistivitas antara 23 Ωm - 88 Ωm sebagai resistivitas rendah (*low* resistivitas) yakni batu pasir, sekis dan kuarsit.

2. Nilai resistivitas antara 88 Ωm -1000 Ωm sebagai resistivitas sedang yakni batugamping dan pualam
3. Nilai resistivitas antara 1000 Ωm - 5000 Ωm sebagai resistivitas tinggi yakni batuan genes dan batuan konglomerat.

Berdasarkan nilai chargeabilitas tersebut, dapat diklasifikasikan menjadi 3 zona yaitu:

1. Chargeabilitas -50 ms – 0 ms : zona yang tidak mengandung mineral logam
2. Chargeabilitas < 50 ms. : zona yang hanya sedikit mengandung mineral logam.
3. Chargeabilitas 50 ms–150 ms (*high* chargeabilitas) : zona yang banyak mengandung mineral logam.

Lintasan 1

Anomali zona mineralisasi logam terlihat pada posisi elektroda 13 pada kedalaman 31 meter dengan nilai resistivitas 23 Ωm - 88 Ωm yakni pada penampang pertama dan chargeabilitas sebesar 50 ms - 150 ms pada penampang kedua. Lapisan ini diduga sebagai batupasir. Zona *low* resistivitas ini diduga sebagai zona lemah dimana zona ini memiliki porositas dan permeabilitas yang tinggi sehingga mudah dilalui larutan hidrotermal. Adanya bidang batas dengan nilai resistivitas tinggi disekitarnya memungkinkan larutan hidrotermal yang membawa unsur mineral logam terjebak di zona ini. Zona mineralisasi tersebut terlihat berarah Barat-Timur yang ditunjukkan pada Gambar 4a.

Lintasan 2

Anomali *low* resistivitas dan *high* chargeabilitas terlihat pada posisi elektroda 29 pada kedalaman 44 meter dan elektroda 51 pada kedalaman 29-44 meter dengan resistivitas nilai 23 Ωm - 88 Ωm (penampang pertama) dan chargeabilitas 50 ms - 75 ms (penampang kedua). Lapisan ini diduga tersusun atas batupasir. Rendahnya nilai resistivitas di zona ini diduga sebagai zona lemah yang memiliki porositas dan permeabilitas tinggi sehingga memungkinkan dilalui larutan hidrotermal sehingga mineral-mineral logam terjebak dan berkembang pada zona ini. Adanya zona

disekitarnya yang memiliki permeabilitas yang rendah mendukung jebakan mineral di zona ini.

Anomali *low* resistivitas (penampang pertama) dengan nilai 23 Ωm - 88 Ωm dan chargeabilitas sedang (penampang kedua) dengan nilai <50 ms juga terlihat pada patok 15 kedalaman 15 – 22 meter. Diduga zona ini sebagai zona mineralisasi yang hanya sedikit mengandung logam.

Zona mineralisasi logam tampak berkembang berarah Baratlaut-Tenggara sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 4b.

Lintasan 3

Anomali *low* resistivitas (penampang pertama) dan *high* chargeabilitas (penampang kedua) terlihat pada posisi elektroda 16, 33, 36 dan 39 pada kedalaman 13-33 meter dengan nilai 23 Ωm - 88 Ωm dan 50 ms -150 ms. Lapisan ini diduga tersusun atas batupasir yang memiliki porositas dan permeabilitas yang cukup tinggi dibandingkan dengan batuan di sekitarnya sehingga dapat dikatakan sebagai zona lemah. Zona lemah ini memungkinkan larutan hidrotermal naik ke permukaan dan terjebak di zona ini. Zona mineralisasi yang berkembang cukup sedikit namun memiliki chargeabilitas yang cukup tinggi. Anomali *high* chargeabilitas pada penampang kedua juga terlihat pada patok 40-52 di kedalaman 33 meter dengan nilai chargeabilitas hingga 150 ms. Namun tidak didukung oleh *low* resistivitas, sehingga tidak memenuhi kriteria adanya zona mineralisasi logam

Zona tersebut terlihat berarah Barat–Timur sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4c.

Lintasan 4

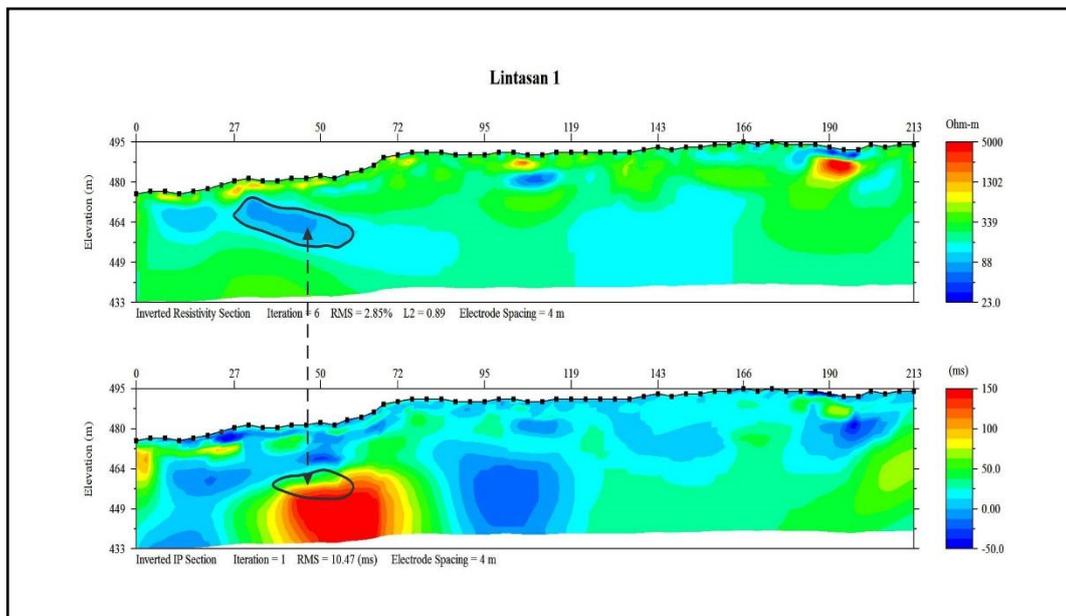
Anomali *low* resistivitas didukung *high* chargeabilitas terlihat berada pada posisi elektroda 11 pada kedalaman 12 meter, elektroda 22 pada kedalaman 19 meter, elektroda 25 pada kedalaman 12 meter, elektroda 27 pada kedalaman 31 meter, elektroda 50 dan 54 pada kedalaman 10 meter. Nilai *low* resistivitas sebesar 23 Ωm - 88 Ωm

(penampang pertama) dan chargeabilitas 50 ms - 150 ms (penampang kedua). Lapisan ini diduga tersusun atas batupasir yang memiliki porositas dan permeabilitas yang cukup tinggi sehingga memungkinkan larutan hidrotermal pembawa mineral logam naik ke permukaan. Zona disekitarnya yang memiliki porositas dan permeabilitas yang rendah terlihat dengan nilai resistivitas yang tinggi memungkinkan larutan hidrotermal terjebak di zona ini.

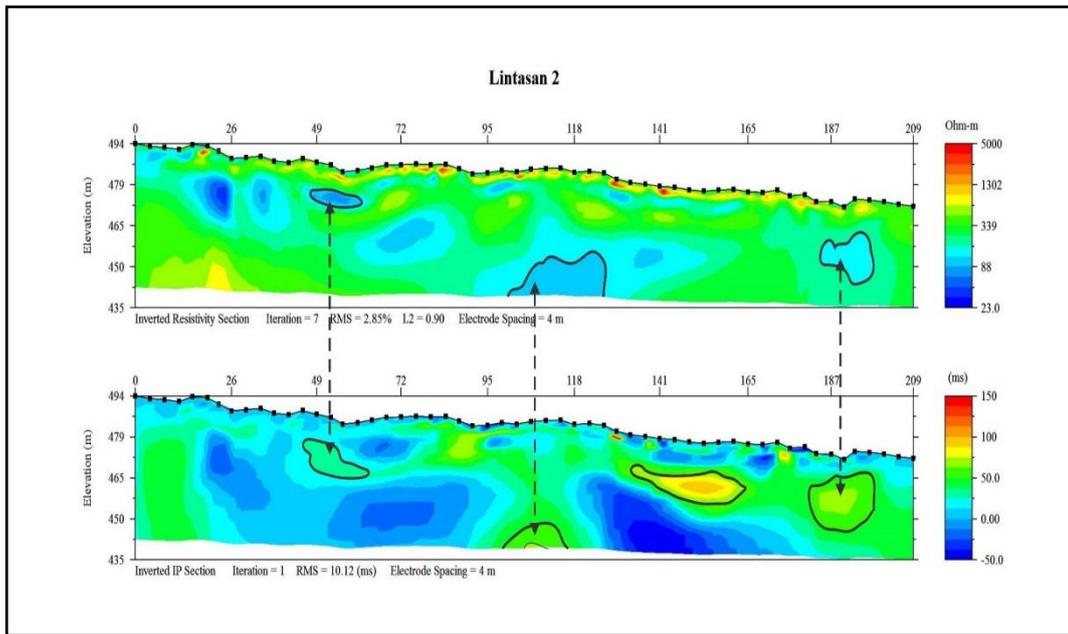
Anomali *high* chargeabilitas juga terlihat pada patok 11 di kedalaman 23–32 meter dengan nilai chargeabilitas 150 ms, namun zona ini tidak didukung oleh resistivitas rendah, sehingga tidak memenuhi kriteria adanya mineralisasi logam

Menurut data XRF (Dinas ESDM, 2013), terdapat kandungan logam di daerah ini hingga >10% ppm berupa besi (Fe) dan juga emas namun hanya sebesar 6 ppm. Hal ini memungkinkan adanya zona mineralisasi logam di daerah ini.

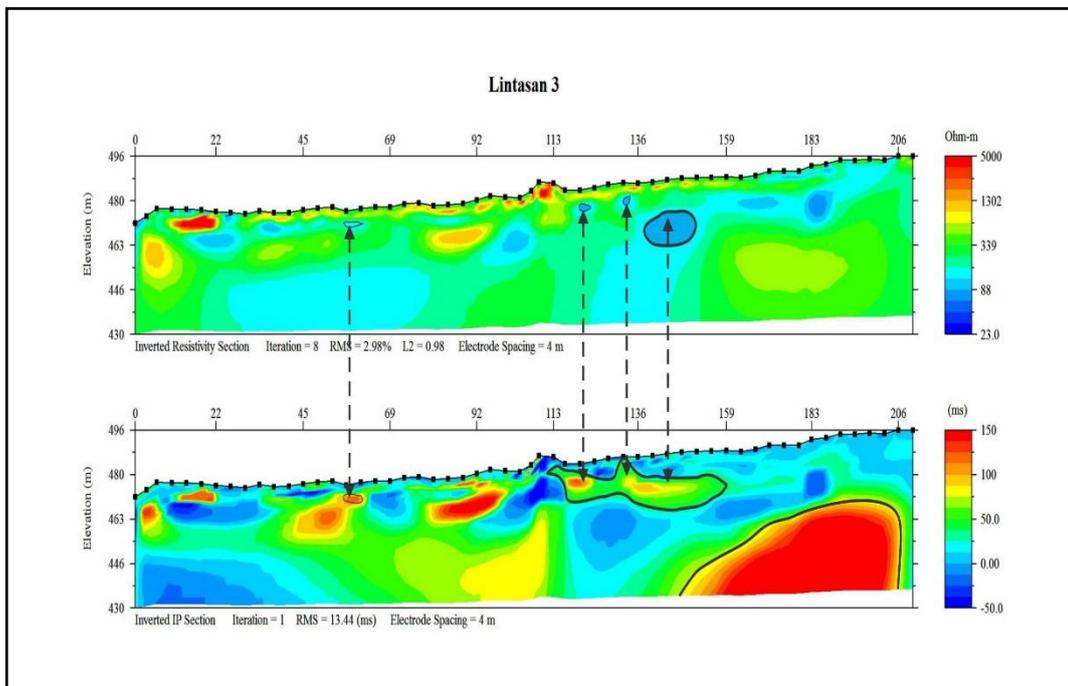
Zona mineralisasi logam di Desa Bale tampak berarah Barat-Timur yang berada pada lapisan batu pasir dengan resistivitas 23 Ω m - 88 Ω m yang didukung high chargeabilitas 50 ms - 150 ms terdapat pada kedalaman \pm 10 meter - 44 meter.



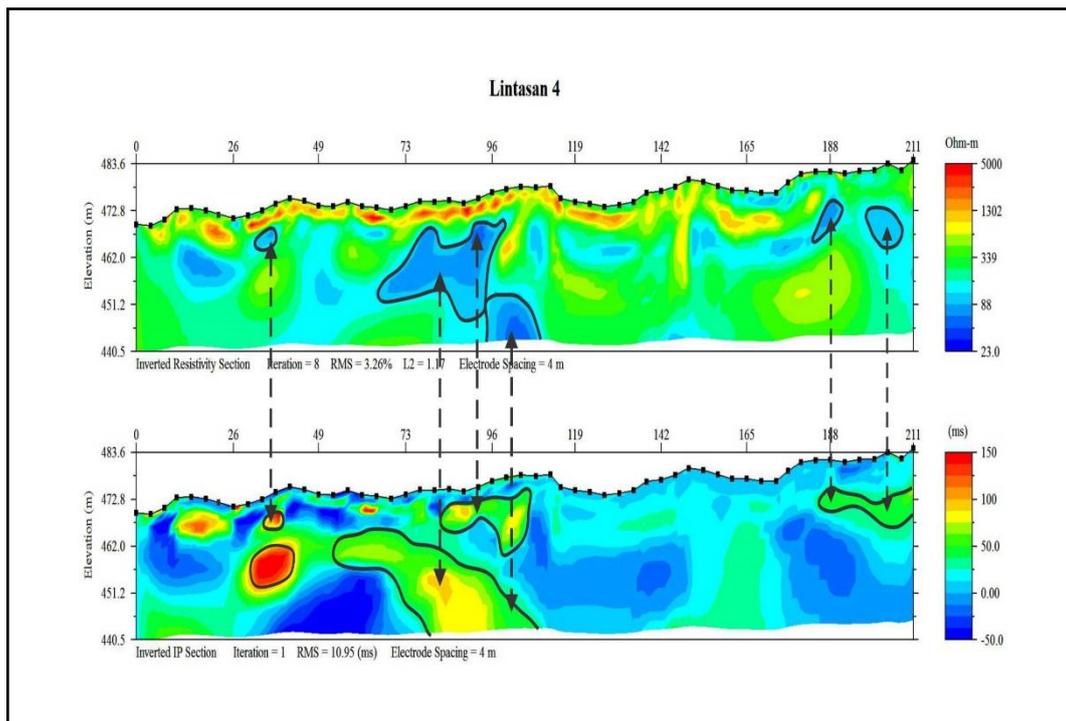
Gambar 4a Penampang 2D pengukuran lintasan 1



Gambar 4b Penampang 2D pengukuran lintasan 2



Gambar 4c Penampang 2D pengukuran lintasan 3



Gambar 4d Penampang 2D pengukuran lintasan 4

4. KESIMPULAN

Penggunaan metode induksi polarisasi (IP) di Desa Bale Kecamatan Tanantovea Kabupaten Donggala untuk mengetahui sebaran zona mineralisasi logam dapat disimpulkan bahwa nilai resistivitas batuan bawah permukaan di daerah penelitian berada pada kisaran $23 \Omega\text{m}$ - $5000 \Omega\text{m}$ dan chargeabilitas pada kisaran -50 ms - 150 ms . Diduga batuan yang tersusun di daerah penelitian terdiri atas satuan batupasir, satuan batugamping, satuan batuan konglomerat dan satuan batuan metamorf. Zona mineralisasi logam dengan *high* chargeabilitas 50 ms - 150 ms dan *low* resistivitas $23 \Omega\text{m}$ - $88 \Omega\text{m}$ terdapat di setiap lintasan. Zona mineralisasi tersebut terlihat berarah Barat-Timur dengan kedalaman anomali $\pm 10 \text{ meter}$ - 44 meter .

DAFTAR PUSTAKA

- Arizona, Tinton, 2012, *Pemetaan Zona Mineralisasi Emas Blok "Aput", Kecamatan Batang Asai, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi Menggunakan Metode IP Frekuensi Domain Konfigurasi Dipole-Dipole*, UPN Veteran, Yogyakarta.
- Arjuna, Sukri, 2014, *Pemetaan Sebaran Endapan Mineral Logam Berdasarkan Interpretasi Data Polarisasi Terimbas Di Lapangan "X" PT Newmont Nusa Tenggara (PT NTT)*, Indonesian Journal Of Applied Physics, Vol. 04, No. 1 Hal.78, Malang.
- Artadana, I Putu Edi, 2011, *Geologi, Alterasi dan Mineralisasi Daerah Nyerengeng dan Sekitarnya, Kecamatan Cisewu, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat*, UPN "Veteran", Yogyakarta.
- Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral, 2013, *Pemetaan Geologi dan Inventarisasi Sumber Daya Mineral dan Batubara Perwilayahan Kecamatan di Kabupaten Donggala, Palu, Sulawesi Tengah*.

Lowrie, W., 2007, *Fundamentals of Geophysics Second Edition*, Cambridge University Press, New York.

Rauf, Abdul, 2012, *Mineralisasi Bijih Besi Di Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah*, UPN Veteran, Yogyakarta.

Sukamto, 1973, *Peta Geologi Tinjau Lembar Palu*, Sulawesi.

Sukandarrumidi, 2007, *Geologi Mineral Logam*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta

Telford, W.M *et al*, 1990, *Applied Geophysics Second Edition*, Cambridge University Press., Cambridge London, New York.