

IDENTIFIKASI MINERAL MANGAN MENGUNAKAN METODE POLARISASI TERINDUKSI DI DESA PUCUNG KECAMATAN EROMOKO KABUPATEN WONOGIRI

MINERALS IDENTIFICATION OF MANGANESE
USING THE INDUCED POLARIZATION METHOD
IN PUCUNG VILLAGE EROMOKO DISTRICT WONOGIRI REGENCY

Arum Setiarini*¹, Suharto Linuwih, Khumaedi

*Email: arumsetiarini36@gmail.com

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Semarang

Abstrak— Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang kaya akan sumber daya mineral logam. Pegunungan Selatan Jawa Timur sampai Jawa Barat merupakan daerah yang berpotensi sebagai tempat pembentukan bahan galian mineral. Penelitian ini bertujuan untuk identifikasi mineral mangan di Desa Pucung Kecamatan Eromoko Kabupaten Wonogiri. Metode yang digunakan metode polarisasi terinduksi yaitu metode yang mendeteksi terjadinya polarisasi listrik pada permukaan mineral logam di bawah permukaan bumi. Pengukuran menggunakan alat *Syscal* konfigurasi dipole-dipole dilakukan pada 2 lintasan dengan panjang lintasan 150 meter dan spasi elektroda 10 meter. Struktur bawah permukaan di daerah penelitian berdasarkan nilai resistivitas diindikasikan dari batu lanau, batu pasir tufan, batu gamping napalan-tufan, dan batu gamping. Mineral mangan diduga mempunyai nilai resistivitas $>10 \Omega\text{m}$ dan nilai chargeabilitas $>20 \text{ msec}$.

Kata kunci — Polarisasi Terinduksi, resistivitas, chargeabilitas, mangan.

Abstract— Indonesia is one of the world's richest metallic mineral resources. The Southern Mountains of East Java to West Java are potential areas for mineral mineral excavation. This study aims to identify manganese minerals in Pucung Village, Eromoko District, Wonogiri District. The method used induced polarization method is a method that detects the occurrence of electrical polarization on the surface of metal minerals beneath the earth's surface. Measurements using the *Syscal* dipole-dipole configuration tool were performed on 2 tracks with a track length of 150 meters and a space of 10 meters electrode. The subsurface structures in the research area based on the resistivity value are indicated from the rocks, tufan sandstone, tapan-limestone limestones, and limestones. Manganese minerals are suspected to have resistivity values $> 10 \Omega\text{m}$ and chargeability value $> 20 \text{ msec}$.

Keywords — Induced polarization, resistivity, chargeability, manganese.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang kaya akan sumber daya alam. Sumber daya alam yang dimiliki diantaranya sumber daya mineral logam [1]. Desa Pucung, Kecamatan Eromoko, Kabupaten Wonogiri terdapat potensi mineral mangan. Di daerah tersebut sebelumnya telah ada penambangan mineral mangan. Proses yang

dilakukan penambang disana masih menggunakan proses manual. Dengan demikian peneliti sebelumnya [2] melakukan penelitian pendugaan deposit mineral mangan menggunakan metode resistivitas.

Metode resistivitas merupakan metode yang memanfaatkan sifat listrik untuk mempelajari sifat batuan [3]. Berdasarkan target yang dicari adalah mineral mangan yang merupakan jenis logam

sehingga metode yang efektif digunakan yaitu metode polarisasi terinduksi atau IP (Induced Polarization). Pada prinsipnya metode IP merupakan metode yang mendeteksi terjadinya polarisasi listrik pada permukaan mineral logam di bawah permukaan bumi.

Akan tetapi metode ini memiliki kaitan erat terhadap metode resistivitas karena pada hakekatnya metode IP adalah pengembangan lebih lanjut dari metode resistivitas. Metode ini mampu mendeteksi nilai resistivitas dan nilai chargeabilitas, dimana chargeabilitas adalah ukuran suatu bahan untuk menyimpan arus listrik. Metode IP salah satu metode yang relatif banyak digunakan dalam eksplorasi mineral karena polarisasi dari batuan sangat sensitif terhadap kandungan mineral logam [4].

II. TINJAUAN PUSTAKA

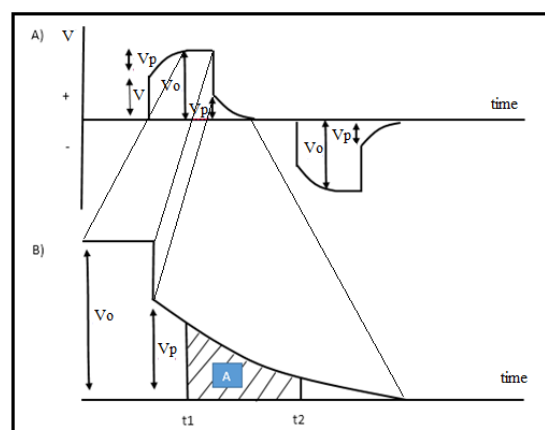
Mineral mangan terkandung dalam kerak bumi dengan warna keabu-abuan, keras dan mudah patah [5]. Mangan ditemukan sebagai unsur bebas dimana mangan adalah logam yang penting dalam penggunaannya [6]. Penggunaan logam mangan dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu industri metalurgi dan industri non metalurgi. Dalam industri metalurgi dapat menghasilkan produk baja. Sedangkan pada penggunaan mangan untuk tujuan non-metalurgi antara lain untuk produksi baterai kering dan industri kimia (pabrik cat, minyak vernis, korek api dan pigmen) [7].

Aplikasi metode IP telah banyak dimanfaatkan dalam dunia pertambangan untuk menduga dan menentukan zona mineralisasi batuan bawah permukaan. Berdasarkan hasil penelitian tentang eksplorasi mineral mangan di daerah Sрати, Kebumen menunjukkan nilai resistivitas mangan pada kisaran 0-40 Ωm dan chargeabilitas antara 135-250 msec. Terdapat zona mineral mangan yang berada pada kedalaman 5-40 meter dengan bentuk spot kecil sampai besar, *nodul* dan berupa *bolder* pada beberapa zona [8].

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*. Struktur batuan bawah permukaan daerah penelitian terdiri atas 4 satuan batuan utama yaitu satuan batu pasir, satuan batu gamping, satuan batuan konglomerat dan satuan batuan metamorf. Zona mineralisasi yang

cukup kaya akan logam berada pada lapisan batu pasir dengan nilai *high chargeabilitas* pada 50-150 msec yang didukung oleh *low resistivitas* pada kisaran 23-88 Ωm dan anomali tampak berarah Barat-Timur pada kedalaman $\pm 10-44$ meter [9]. Selanjutnya aplikasi metode IP yaitu penelitian tentang eksplorasi mineral mangan di daerah Kasihan, Kecamatan Tegalombo, Kabupaten Pacitan didapatkan penyebaran mineral mangan di daerah penelitian dengan nilai resistivitas 100-1400 Ωm dan chargeabilitas 25-110ms dengan estimasi sumber daya mineral mangan sebesar 151200 ton [4].

Tujuan dari penelitian ini untuk identifikasi mineral mangan menggunakan metode polarisasi terinduksi di Desa Pucung Kecamatan Eromoko Kabupaten Wonogiri.



Gambar-1. (a) pengukuran potensial dan penginduksian arus, (b) besarnya nilai chargeabilitas [11].

Metode polarisasi terinduksi (*Induced Polarization*) atau IP merupakan salah satu jenis metode geolistrik. Metode geolistrik merupakan metode yang memanfaatkan sifat kelistrikan. Prinsip kerja metode IP secara sederhana adalah dengan mengalirkan arus listrik ke dalam bumi melalui 2 buah elektroda arus, efek polarisasi yang timbul akibat adanya mineral logam dalam batuan kemudian diukur dengan 2 buah elektroda potensial.

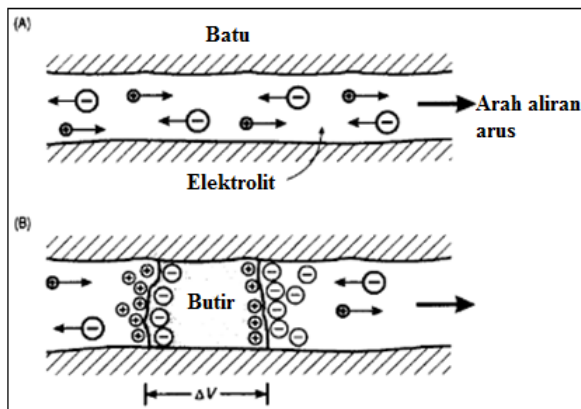
Fenomena metode IP seperti pada (Gambar 1) yaitu saat arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi kemudian arus listrik dihentikan, seharusnya tidak timbul beda potensial. Sifat medium yang *polarizable* sehingga saat arus listrik dihentikan masih terdapat beda potensial di dalam bahan yang kemudian akan hilang secara meluruh. *Polarizable* adalah suatu bahan yang mampu menyimpan arus listrik saat arus sudah dihentikan [10].

Jenis-jenis polarisasi dapat terbagi menjadi 2 diantaranya adalah polarisasi elektroda dan polarisasi membrane [11].

1. Polarisasi Elektroda

Aliran arus listrik pada batuan sangat dipengaruhi ada tidaknya larutan elektrolit yang mengisi pori-pori batuan sebagai media penghantar. Adanya partikel mineral logam di dalam tubuh batuan yang bereaksi dengan larutan elektrolit akan menghasilkan beda potensial. Beda potensial ini terjadi karena proses pengkutuban antara ion-ion dalam batuan yang sering disebut Potensial diri atau *self potential*. Mineral logam bersifat konduktif sehingga pada tubuh mineral dapat mengalirkan arus listrik dengan sangat baik.

Pada saat arus listrik dialirkan pada batuan yang memiliki partikel mineral logam, kesetimbangan antar ion menjadi terganggu yang mengakibatkan muatan positif dan negatif akan terakumulasi pada sisi-sisi bidang batas mineral membentuk sepasang elektroda (Gambar 2). Akumulasi muatan ini menyebabkan penumpukan muatan yang menghasilkan beda potensial baru akibat penambahan muatan listrik dalam hal ini biasa disebut *Overvoltage*.

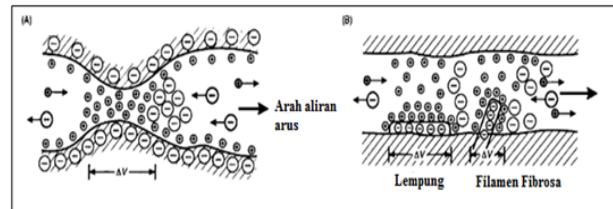


Gambar-2. (a) Distribusi ion yang membentuk potensial diri, (b) polarisasi yang terjadi saat injeksi arus [11].

Dalam mekanisme ini potensial yang dihasilkan mempunyai nilai yang lebih besar dari potensial yang terjadi pada reaksi elektrolit. Penumpukan muatan ini membentuk semacam “kapasitor” dimana pada saat arus listrik dimatikan muatan tersebut tertahan sesaat sebelum akhirnya kembali pada posisi sebenarnya. Lamanya waktu yang dibutuhkan muatan untuk kembali ke posisi semula ini yang akan dideteksi sebagai peluruhan potensial yang akan menjadi parameter dalam pengukuran IP.

2. Polarisasi Membran

Pada batuan energi listrik yang tersimpan erat kaitannya dengan proses elektrokimia yang terjadi. Proses elektrokimia adalah proses reaksi atau perubahan kimia yang terjadi karena adanya arus listrik. Polarisasi membran terjadi karena keberadaan mineral lempung dalam suatu batuan.

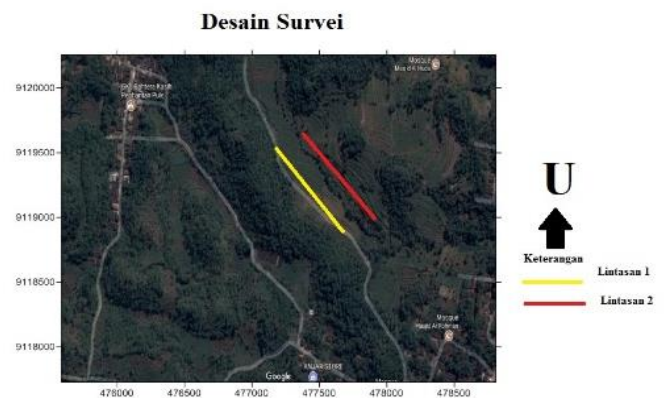


Gambar-3. Pengembangan polarisasi membran yang terkait dengan, (a) penyempitan di dalam saluran antara butiran mineral dan partikel lempung bermuatan negatif, (b) filemen fibrosa berserat disepanjang sisi saluran. [11]

Pada permukaan mineral lempung atau *filamen fibrosa* berserat terjadi penumpukan muatan negatif. Akibatnya terjadi penumpukan muatan positif pada permukaan mineral lempung yang membentuk semacam awan positif sedangkan muatan negatif tertolak menjauhi bidang batas permukaan mineral lempung (Gambar 3). Apabila arus listrik dialirkan, maka muatan positif akan bergerak mengikuti arah medan listrik tetapi muatan negatif akan terakumulasi pada arah positif sehingga menghambat arus listrik yang menghasilkan perbedaan konsentrasi muatan. Saat arus listrik di matikan, muatan-muatan yang menumpuk akan kembali pada posisi semula, hal ini yang menyebabkan terjadinya polarisasi listrik dalam frekuensi yang kecil dan biasa disebut efek normal IP

III. METODE

Penelitian dilakukan di Desa Pucung Kecamatan Eromoko Kabupaten Wonogiri. Berikut desain survei peta lokasi penelitian seperti pada (Gambar 4)



Gambar-4. Desain survei peta lokasi penelitian

Daerah penelitian terletak pada Zone 49 UTM (*Universal Transverse Mercator*). Metode yang digunakan menggunakan metode IP. Pengukuran yang dilakukan pada penelitian ini adalah kawasan waktu. Pengukuran IP dalam kawasan waktu dilakukan dengan menginjeksikan arus listrik melalui sepasang elektroda arus dan kemudian mengukur beda potensial yang muncul pada kedua elektroda setelah arus listrik dimatikan [12]. Perbandingan antara potensial saat arus dimatikan dengan potensial saat arus diinjeksikan disebut dengan chargeabilitas (M). Semakin besar nilai chargeabilitas yang terukur maka semakin banyak terjadi efek polarisasi dalam batuan, dan semakin banyak juga kandungan mineral logam dalam batuan tersebut [3].

Persamaan matematis chargeabilitas (M) dapat dituliskan pada persamaan (1) berikut (2.1) [11]:

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

M adalah chargeabilitas dengan satuan mili detik, V_0 adalah potensial terukur ketika arus diinjeksikan dan V_p adalah potensial terukur ketika arus dimatikan. Chargeabilitas (M) merupakan hasil integrasi untuk selang waktu t_1 sampai t_2 . Hal ini berarti besarnya nilai merupakan luasan yang diarsir pada (Gambar 1 B), maka besarnya nilai chargeabilitas bergantung pada selang waktu yang digunakan. Pengambilan data dilakukan menggunakan alat *Syscal* dengan konfigurasi *dipole-dipole*. Pada pengukuran ini dilakukan pada 2 lintasan dengan panjang lintasan 150 meter dan spasi elektroda 10 meter.

Tahapan dalam penelitian ini antara lain tahap persiapan pra lapangan meliputi survei tempat penelitian untuk menentukan lokasi pengukuran, pembuatan lintasan, penentuan panjang lintasan, dan penentuan spasi lintasan. Tahap persiapan lapangan meliputi persiapan alat mulai dari sewa alat, pengecekan kelengkapan dan kelayakan alat beserta komponen-komponennya.

Tahap pengambilan data meliputi memasang komponen berupa elektroda, porous pot dan menyambungkannya dengan kabel pada alat *syscal*. Tahap pengolahan data sepenuhnya menggunakan *software* untuk menganalisis data yang telah diperoleh, *software* yang digunakan yaitu *Microsoft Excel* dan *Res2Dinv*. Pengolahan data pada konfigurasi *dipole-dipole*, dengan parameter yang

didapatkan dari proses akuisisi berupa nilai tegangan (V), arus (I), dan chargeabilitas (M). Nilai V, I, dan M diinput ke *Microsoft Excel* untuk menentukan nilai K dan Rho. Kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan *software Res2Dinv* untuk mendapatkan hasil pemodelan 2 dimensi.

Tahap interpretasi data yaitu data yang telah didapat di lapangan akan ditampilkan secara 2-D oleh *Res2Dinv* untuk setiap lintasannya. Pengolahan data resistivitas dan chargeabilitas dengan menggunakan program *Res2Dinv* akan diperoleh analisa 2-D yang diwujudkan dengan gambar penampang model inversi dengan model topografi sesuai dengan keadaan alam yang berupa kedalaman dan nilai resistivitas dan chargeabilitas. Tahap interpretasi data dilakukan berdasarkan pengamatan fisik dan dilihat dari peta geologi batuan penyusun daerah penelitian yang merupakan data penunjang melakukan interpretasi.

Mengacu pada Peta Geologi Lembar Surakarta-Giritontro diketahui daerah penelitian mempunyai Formasi Wonosari dan Formasi Semilir. Formasi Wonosari tersusun atas batu gamping, batu gamping napalan-tufan, batu gamping klongromerat, batu pasir tufan, dan batu lanau sedangkan untuk Formasi Semilir tersusun atas tuf, breksi batu apung dasitan, batu pasir tufan, dan serpih.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran didapatkan nilai resistivitas batuan seperti pada Tabel 1 berikut:

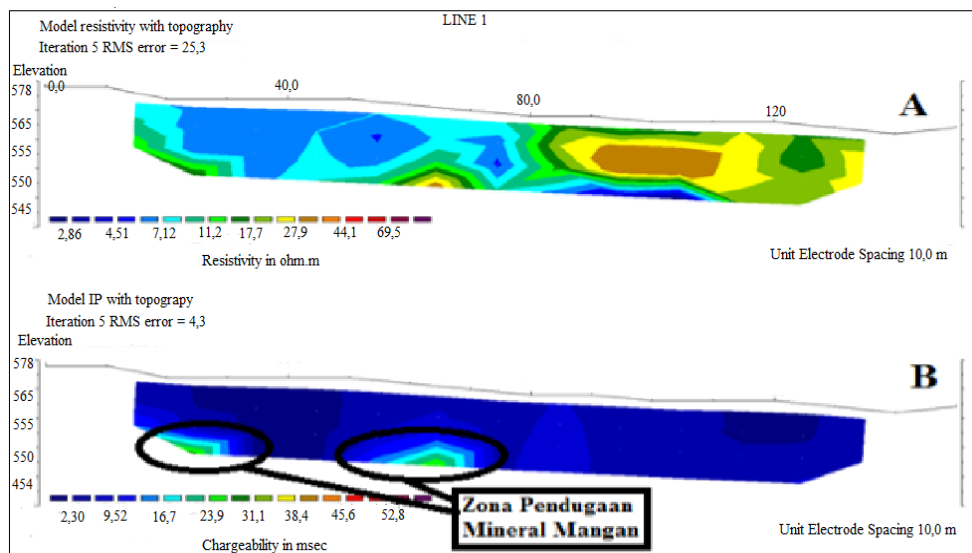
Tabel 1 Nilai resistivitas batuan pada daerah penelitian

Resistivitas (Ωm)	Struktur bawah permukaan
2,60-4,51	Batu lanau
4,51-7,12	Batu pasir tufan
7,12-27,9	Batu gamping napalan-tufan
27,9-69,5	Batu gamping

Berdasarkan hasil penelitian pada lintasan 1 pendugaan mineral mangan memiliki nilai resistivitas $>10 \Omega m$ dan nilai chargeabilitas >20 msec. Keberadaan mineral mangan diduga ditemukan pada kedalaman 9,25 s.d 13,6 meter seperti pada gambar 5B ditunjukkan pada warna hijau. Pada lintasan 2 memiliki nilai resistivitas $>10 \Omega m$ dan nilai chargeabilitas dengan nilai >20 msec. Keberadaan mineral mangan diduga tersebar dipermukaan dan di bawah permukaan sampai kedalaman 13,6 meter seperti pada gambar 6B ditunjukkan pada warna hijau.

1. Hasil Lintasan 1

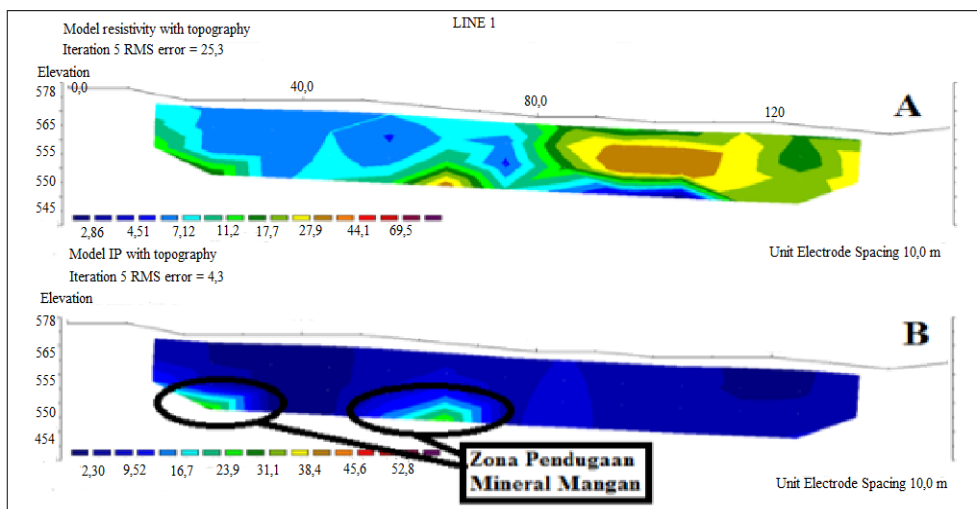
Hasil olah data 2-D menampilkan hasil inversi 2-D dengan model topografi seperti pada gambar 5 berikut:



Gambar-5. Hasil 2D lintasan 1 dari proses inversi yang dilakukan pada software Res2DinV (A) resistivitas, (B) chargeabilitas.

2. Hasil Lintasan 2

Hasil olah data 2-D menampilkan hasil inversi 2-D dengan model topografi seperti pada gambar 6 berikut:



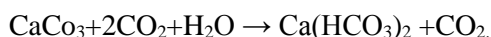
Gambar-6. Hasil 2D lintasan 2 dari proses inversi yang dilakukan pada software Res2DinV (A) resistivitas, (B) chargeabilitas

Mineral mangan di daerah penelitian diduga memiliki nilai resistivitas $>10 \Omega m$ dan nilai chargeabilitas >20 msec. Indikasi adanya kandungan mineral logam yaitu memiliki nilai chargeabilitas yang tinggi [13]. Karakteristik dari mineral mangan di suatu daerah mempunyai nilai resistivitas dan chargeabilitas yang berbeda-beda. Keberadaan Pembentukan mineral mangan berasosiasi dengan batu gamping menandakan bahwa pembentukannya

dihasilkan dari proses pelapukan dan erosi batuan asal. Mineral mangan yang umum dijumpai adalah pirolusit, pirolusit berinteraksi dengan mineral mangan yang lain melalui proses oksidasi.

Hasil pelapukan yang teroksidasi akan mengisi tempat-tempat di dalam bumi seperti pengisian mineral mangan pada celah/ rongga batuan. Batuan gamping merupakan batuan sedimen yang sering

sebagai tempat pengendapan mineral mangan. Batu gamping yang bereaksi dengan larutan yang bersifat asam menyebabkan batu gamping memiliki struktur batuan yang berporous. Larutan yang bersifat asam seperti air hujan, saat batu gamping bereaksi dengan air hujan yang mengandung CO₂ lambat laun di dalam tubuh batu gamping terjadi rongga. Gejala ini tidak hanya terjadi di dalam, tetapi juga dipermukaan yang langsung berhubungan dengan udara luar sehingga membentuk topografi kars. Reaksi kimianya yaitu



Struktur batu gamping yang berporous, sehingga menyebabkan mineral mangan mengisi celah/rongga pada batu gamping. Hal itu menyebabkan mineral mangan sering dijumpai pada batu gamping.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis data dan pembahasan yang dilakukan di Desa Pucung Kecamatan Eromoko Kabupaten Wonogiri dengan metode IP, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Hasil penelitian menggunakan metode IP yaitu mampu mendeteksi nilai resistivitas dan nilai chargeabilitas, dimana chargeabilitas adalah ukuran suatu bahan untuk menyimpan arus listrik. Pada prinsipnya metode IP merupakan metode yang mendeteksi terjadinya polarisasi listrik pada permukaan mineral logam di bawah permukaan bumi. Berbeda dengan peneliti sebelumnya yang hanya mendeteksi nilai resistivitas saja. Pendugaan zona mineral mangan di daerah penelitian tersebar tidak teratur di bawah permukaan tanah dengan nilai resistivitas >10 Ωm dan nilai chargeabilitas >20 msec.

B. Saran

Menambah lintasan pada lokasi penelitian sehingga didapatkan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yuwanto, S. H. 2013. Eksplorasi Mineral Logam Dengan Metode Induksi Polarisasi Daerah Mekar Jaya-Cidolog Kabupaten Sukabumi Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah MTG*, 6(1).
- [2] Wirayuda, H. 2013. *Analisis Deposit Mineral Mangan (Mn) Di Desa Pucung Kecamatan Eromoko Kabupaten Wonogiri*. Skripsi. Semarang: UNNES Semarang.
- [3] Ariesandra, D., D. D. Wardhana, & M. Iryanti. 2015. Karakterisasi Cebakan Mineral Sulfida Berdasarkan Hasil Metode Geolistrik Resistivitas dan Induksi Polarisasi Daerah Jampang Kabupaten Sukabumi. *Jurnal of Fibusi (JoF)*, 3(1).
- [4] Bahri, S., M. F. Zakaria, Yatini. 2016. Eksplorasi Mineral Mangan Menggunakan Metode Polarisasi Terinduksi di Daerah Kasihan Kecamatan Tegalomba Kabupaten Pacitan. *Prosiding Seminar Nasional Geofisika*. Semarang: UNNES Semarang.
- [5] Askari. 2012. Karakteristik Dua Tipe Endapan Mangan Di Daerah Singingi Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau. *Jurnal Ilmiah MTG*, 5(2).
- [6] Effendy, V. N. A. 2012. *Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole untuk Mendeteksi Mineral Mangan (Physical Modeling)*. Skripsi. Jember: UJ Jember.
- [7] Pardiarto, B. 2015 Tinjauan Komoditas Mineral Logam Mangan. *Jurnal ESDM*, 7(1).
- [8] Winarti & C. Ansori. 2009. Studi *Induced* Polarisasi (IP) untuk Eksplorasi Mineral Mangan di Daerah Strati, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah. *Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi*
- [9] Buna, H., R. Efendi, & Sandra. 2015. Studi Zona Mineralisasi Logam Menggunakan Metode Induksi Polarisasi (IP) Di Desa Bale Kecamatan Tatantovea Kabupaten Donggala. *Jurnal Gravitasi*, 14(2).
- [10] Yuwanto, S. H. 2014. Pendugaan Zona Mineralisasi Galena (PbS) di Daerah Mekarjaya Sukabumi Menggunakan Metode Induksi Polarisasi (IP). *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*. Yogyakarta.
- [11] Reynolds, J. M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York: Jhon Geophysicisin Hydrogeological and Wiley and Sons Ltd.
- [12] Eddy, H. 2010. *Pemodelan Data IP Resistivity dan Magnetik untuk Melokalisir Endapan Mikel Laterit Di Daerah LTD Sulawesi Tenggara*. Skripsi. Jakarta: UI Jakarta.
- [13] Yatini, D. Santoso, A. Laesanpura, & B. Sulistijo. 2014. Studi Pemodelan Respon Polarisasi Terinduksi dalam Kawasan Waktu (TDIP) terhadap Kandungan Mineral Logam, Sebuah Hasil Awal. *Indonesia Journal of Applied Physics* 4(1).
- [14] Putri, P. J., Ratnawulan, & Gusnedi. 2015. Analisis Struktur Bijih Mangan Hasil Proses Sinter yang terdapat Di Nagari Kiawai Kecamatan Gunung Tuleh Kabupaten Pasaman Barat. *Pilar Of Physics*, 5