

IDENTIFIKASI KEBERADAAN MINERAL BIJIH BESI DEKAT PERMUKAAN MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK

IDENTIFICATION OF THE PRESENCE OF IRON ORE MINERALS NEAR THE SURFACE USING THE GEOELECTRIC METHOD

Trimadona¹⁾, Hendra Budiman¹⁾, Azka Roby Antari¹⁾, Aldo Setiawan²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Eksplorasi Produksi Migas Politeknik Akamigas Palembang, 30257, Indonesia

²⁾PT Pertamina Hulu Rokan Zona 4 Limau Field

Corresponding Author E-mail: trimadona@pap.ac.id

Abstract: The natural resources that Indonesia have very abundant and near the surface soil, such as iron ore. The existence of ore can be detected using geophysics methods which are geoelectric resistance type or resistivity. The Configuration that used on this research is Wenner configuration and dipole-dipole configuration that gave vertical and horizontal resolution so that in this research, this configuration gave crosscheck existence of ore. Data retrieval was taken in several courses with length around 250 m and electrode space for 10 m. Data processing results are using Res2DInv software that give two dimension cross section distribution resistivity below the surface. According to the interpretation value, the low resistance value around 15-60 Ωm indicated as a zone that contains ore (hematite or magnetite). The prospect zone of ore can be found in depth of 15-40 m from the surface. The results of this research is to show that geoelectric resistivity methods are effective to identify the existence and the distribution of ore near the surface.

Keywords: Anomaly Gravity Timelapse, Subsidence, Uplift.

Abstrak: Sumber daya alam yang dimiliki Indonesia sangat melimpah dan berada di dekat permukaan, minyaknya bijih besi. Identifikasi keberadaan bijih besi dapat dilakukan dengan menggunakan metode geofisika yaitu metode geolistrik tahanan jenis atau resistivity. Konfigurasi yang digunakan pada penelitian ini adalah konfigurasi Wenner dan konfigurasi dipole-dipole yang dapat memberikan resolusi secara vertikal dan horizontal sehingga pada penelitian ini konfigurasi ini memberikan crosscheck terhadap keberadaan bijih besi. Pengambilan data dilakukan pada beberapa lintasan dengan panjang lintasan sekitar 250 m dan spasi elektroda 10 m. Hasil pengolahan data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Res2DInv, yang menghasilkan penampang dua dimensi distribusi resistivitas bawah permukaan. Berdasarkan hasil interpretasi, nilai resistivitas rendah berkisar antara 15 – 60 Ωm teridentifikasi sebagai zona yang mengandung mineral bijih besi (hematit atau magnetit). Zona prospek bijih besi ditemukan pada kedalaman 15 – 40 meter dari permukaan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode geolistrik resistivitas efektif digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan dan penyebaran bijih besi di dekat permukaan.

Kata kunci: Resistivity, bijih besi, Res2DInv.

1. PENDAHULUAN

Kegiatan eksplorasi merupakan kegiatan pencarian sumber daya alam yang berada di bawah permukaan. Umumnya kegiatan eksplorasi membutuhkan peralatan dan parameter fisika agar dapat mendeteksi keberadaan sumber daya alam baik berupa mineral, logam dan energi lainnya. Identifikasi sumber daya alam yang berada di dekat permukaan dapat menggunakan metode geofisika yang berupa *reistivity*.

Mineral bijih besi merupakan salah satu sumber daya alam yang penting sebagai bahan baku dunia industri mulai dari konstruksi, transportasi, infrastruktur hingga

industry peralatan rumah tangga. Oleh karena itu, identifikasi mineral bijih besi di suatu area sangat diperlukan sebagai tahap awal dalam pemanfaatan sumber daya alam. Adapun jenis mineral bijih besi yang sering dijumpai di alam diantaranya *magnetit* (Fe_3O_4), *hematite* (Fe_2O_3), *limonite* ($\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Jenis-jenis mineral tersebut memiliki ciri khas fisik dan sifat geokimia yang berbeda, baik dari segi warna, kekerasan, berat jenis, kemagnetan, hingga kandungan unsur besinya. Misalnya, magnetit dikenal memiliki sifat kemagnetan yang sangat kuat, sedangkan hematit cenderung berwarna merah kecoklatan dengan kilap logam hingga kusam. Perbedaan

sifat ini dapat dimanfaatkan dalam proses identifikasi, baik melalui pengamatan visual di lapangan, analisis laboratorium, maupun metode geofisika.

Seiring dengan berkembangnya teknologi, metode identifikasi mineral bijih besi tidak hanya mengandalkan uji fisik dan kimia, tetapi juga menggunakan pendekatan geofisika, seperti metode geolistrik resistivitas, magnetik, dan *gravity*. Metode geofisika dipandang efektif karena mampu mendeteksi keberadaan tubuh bijih di bawah permukaan tanpa harus melakukan pengeboran secara langsung. Identifikasi melalui geolistrik, misalnya, memanfaatkan perbedaan nilai resistivitas batuan, di mana mineral bijih besi umumnya memiliki kontras resistivitas dan densitas yang signifikan dibanding batuan sekitarnya.

Dengan adanya identifikasi mineral bijih besi yang akurat, diharapkan proses eksplorasi dapat lebih efisien, mengurangi biaya, serta meminimalkan dampak lingkungan akibat eksploitasi yang tidak tepat sasaran. Hal ini menjadikan penelitian tentang identifikasi mineral bijih besi sangat penting, baik dari sisi akademis, ekonomi, maupun lingkungan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian dalam identifikasi mineral bijih besi dilakukan melalui beberapa tahapan yang saling berkaitan, mulai dari persiapan, pengambilan data, analisis laboratorium, hingga interpretasi.

2.1 Studi Literatur dan Persiapan

Pada tahap awal identifikasi mineral bijih besi ini, dilakukan dengan mengumpulkan data sekunder berupa peta geologi, peta topografi, dan laporan penelitian terdahulu terkait lokasi penelitian, menentukan titik atau area penelitian yang berpotensi mengandung mineral bijih besi, menyusun desain lintasan lapangan, serta jenis metode yang digunakan, yaitu metode geolistrik yang tepat dengan kondisi lapangan.

2.2 Identifikasi Lapangan

Identifikasi lapangan dilakukan dengan mengamati informasi singkapan batuan, struktur geologi, serta indikasi keberadaan bijih besi yang didapatkan dari informasi visual.

2.3 Metode Penelitian Utama

Metode penelitian yang digunakan untuk identifikasi bijih besi ini menggunakan metode geofisika. Metode geofisika yang cocok untuk dapat mengidentifikasi mineral dekat permukaan adalah metode geolistrik resistivitas. Metode geolistrik resistivitas merupakan metode geofisika aktif, yaitu metode geofisika yang memberikan gangguan kepada bumi dengan menginjeksikan arus listrik pada bumi, sehingga bumi akan merespon arus listrik tersebut dengan gambaran bawah permukaan yang menunjukkan variasi nilai resistivitas. Dari variasi nilai resistivitas ini menunjukkan jenis mineral yang terkandung di bawah permukaan sepanjang lintasan geolistrik resistivitas.

Menurut Loke, 2000 terdapat beberapa nilai resistivitas untuk berbagai jenis mineral diantaranya;

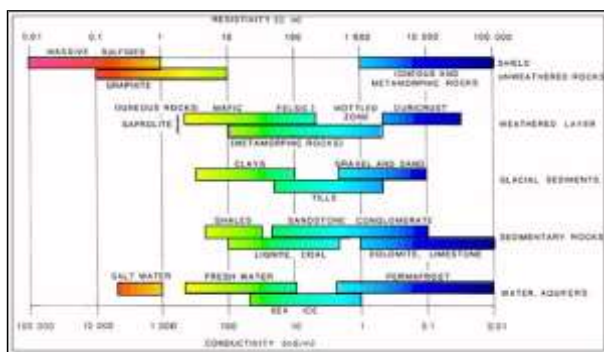
1. *Pyrrhotite* (FeS) (*mineral and ore*) memiliki nilai *highly conductive*.
2. *Graphite* (C) memiliki sifat *true conductor* atau *very conductive*
3. *Pyrite* (FeS₂) yang paling umum adalah *metallic sulfide* memiliki sifat *variable conductivity*
4. *Galena* (PbS) and *magnetite* (Fe₃O₄) sebagai mineral yang konduktif, untuk *ore* tidak terlalu konduktif (*unconnected crystals*).
5. Mineral konduktif lainnya seperti *Bornite* (CuFeS₄), *chalcocite* (Cu₂S), *covellite* (CuS), *ilmenite* (FeTiO₃), *molybdenite* (MoS₂), and *manganese minerals* *holandite* and *pyrolusite*.
6. *Hematite* and *zincblende* hampir menyerupai sifat isolator.

Menurut Palacky, 1987 terdapat beberapa kelompok bahan batuan, mineral yang masing-masing dilengkapi dengan nilai *resistivity* dan *conductivity*. Dengan adanya Gambar 2.1, akan memberikan kemudahan

dalam melakukan interpretasi terhadap bahan batuan dan mineral dengan menggunakan parameter *resistivity* dan *conductivity*.

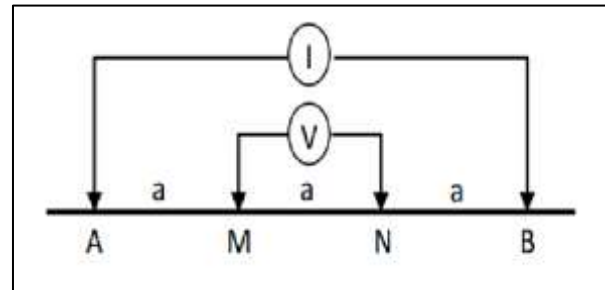
Tabel 2.1 Nilai Resistivitas Berbagai Batuan, Mineral dan Bahan Kimia

Material	Resistivity (Ωm)	Conductivity (Siemens/m)
Igneous and Metamorphic Rocks		
Granite	$5 \times 10^4 - 10^6$	$10^{-6} - 2 \times 10^{-8}$
Basalt	$10^2 - 10^5$	$10^{-2} - 10^{-4}$
Slate	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$	$2.5 \times 10^{-8} - 1.7 \times 10^{-3}$
Marble	$10^2 - 2.5 \times 10^3$	$4 \times 10^{-3} - 10^{-2}$
Quartzite	$10^2 - 2 \times 10^4$	$5 \times 10^{-3} - 10^{-2}$
Sedimentary Rocks		
Sandstone	$8 - 4 \times 10^3$	$2.5 \times 10^{-4} - 0.125$
Shale	$20 - 2 \times 10^5$	$5 \times 10^{-6} - 0.05$
Limestone	$50 - 4 \times 10^2$	$2.5 \times 10^{-3} - 0.02$
Soils and waters		
Clay	1 - 100	0.01 - 1
Alluvium	10 - 800	$1.25 \times 10^{-4} - 0.1$
Groundwater (fresh)	10 - 100	0.01 - 0.1
Sea water	0.2	5
Chemicals		
Iron	9.074×10^8	1.102×10^{-7}
0.01 M Potassium chloride	0.705	1.413
0.01 M Sodium chloride	0.843	1.185
0.01 M acetic acid	6.13	0.163
Xylene	6.998×10^{10}	1.429×10^{-27}



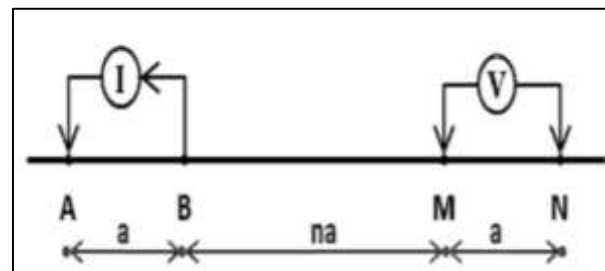
Gambar 2.1 Nilai Resistivity dan Conductivity Berbagai Jenis Bahan

Konfigurasi dalam metode geolistrik adalah susunan atau tata letak elektroda yang membentuk suatu sistem. Pada penelitian ini digunakan 2 jenis konfigurasi elektroda, yaitu konfigurasi Wenner dan konfigurasi dipole-dipole. Konfigurasi Wenner adalah metode konfigurasi geolistrik yang penyusunan elektrodanya dengan jarak yang sama. Sehingga susunan elektroda A, M, N dan B memiliki panjang yang sama misal sebesar a meter. Gambar 2.3 menunjukkan gambar konfigurasi Wenner. Nilai resistivitas semu dirumuskan $\rho_a = K \frac{\Delta V}{I}$, dengan nilai $K = 2\pi a$.



Gambar 2.2 Konfigurasi Wenner

Konfigurasi dipole-dipole masih menggunakan elektroda A, M, N, dan B, tetapi penggunaannya sangat berbeda dengan dua konfigurasi Wenner. Konfigurasi dipole-dipole menggunakan 2 pasang elektroda, yaitu AB dan MN yang ditunjukkan seperti pada gambar 4. Nilai resistivitas semu dari konfigurasi dipole-dipole adalah $\rho = K \cdot r$ dengan nilai $K = \pi a n(1 + n)(2 + n)$.



Gambar 2.3 Konfigurasi dipole-dipole

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Akuisisi Data

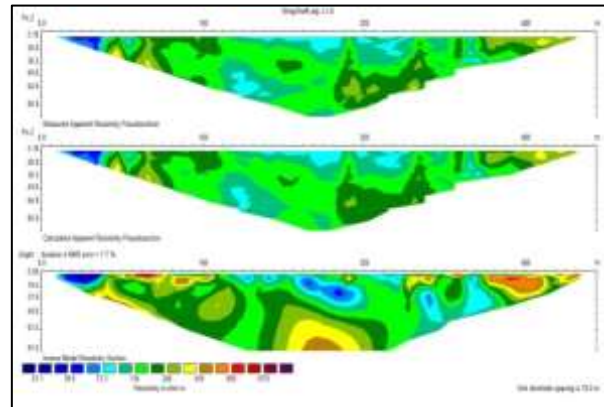
Penelitian ini merupakan penelitian yang melakukan pengambilan data di lapangan dengan menggunakan peralatan *SuperSting 8-Channel Automatic resistivity/IP Imaging System* dengan input 8 channel, Output Current 1 mA - 2 A continuous, output power 200 W, dengan komponen pelengkap survey berupa *multicore cable 4 roll (560 m), max. space 10 m*, terdapat 56 elektroda, *data cable upload dan download serta switch Box R8/56, with capability to switch 56 Electrodes*. Peralatan pendukung akuisisi data berupa alat *global positioning system (GPS)* yang digunakan untuk menentukan koordinat setiap elektroda berupa garis lintang, garis bujur dan elevasi dari tiap titik elektroda.



Gambar 2.4 Alat Resistivity SuperSting 8-Channel

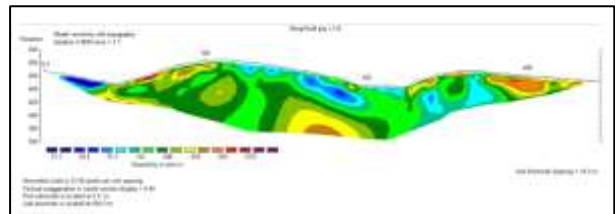
4.2 Pengolahan Data

Data yang didapatkan dari akuisisi data dilapangan berupa data numerik resistivitas semu, sehingga perlu dilakukan transformasi perubahan nilai resistivitas semu yang terukur yang dinyatakan dalam array 2D yang disebut *pseudosection* menjadi resistivitas sebenarnya. Pembacaan *pseudosection* ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak RES2DINV (Loke, 2000). Berdasarkan data yang diperoleh di atas maka dapat diolah menggunakan Software Res2Dinv, didapatkan distribusi harga hambatan jenis bawah permukaan berupa citra dalam bentuk penampang vertikal dengan tampilan 2D. Penampang pertama menunjukkan kontur resistivitas semu pengukuran (*measured apparent resistivity*), yaitu data resistivitas semu yang diperoleh dari pengukuran di lapangan. dengan Software Res2Dinv menggunakan program inversi dilakukan dengan 2 tahap, yaitu pada tahap pertama hasil pemodelan 2D menampilkan penampang tanpa adanya efek topografi dimana tampilan 2D yang dihasilkan dari Software Res2Dinv terdiri dari 3 kontur resistivitas pada penampang kedalaman. Penampang yang kedua menunjukkan kontur resistivitas semu dari hasil perhitungan (*calculated apparent resistivity*). Penampang yang ketiga adalah kontur resistivitas sebenarnya yang diperoleh setelah melalui proses pemodelan inversi (*inverse model resistivity section*).



Gambar 2.5 Section 2D Resistivity

Gambar 2.5 merupakan contoh section resistivitas 2D di bawah permukaan dengan menggunakan software Res2Dinv. Sumbu horizontal menunjukkan jarak bentangan elektroda sedangkan sumbu vertikal merupakan elevasi titik elektroda dalam meter, sedangkan skala bar warna menunjukkan nilai resistivitas sebenarnya. Sedangkan gambar 6 menunjukkan hasil akhir proses pengolahan data resistivity. Dengan hasil inilah kita dapat membaca kondisi di bawah permukaan hasil dari akuisisi data resistivitas 2 dimensi.



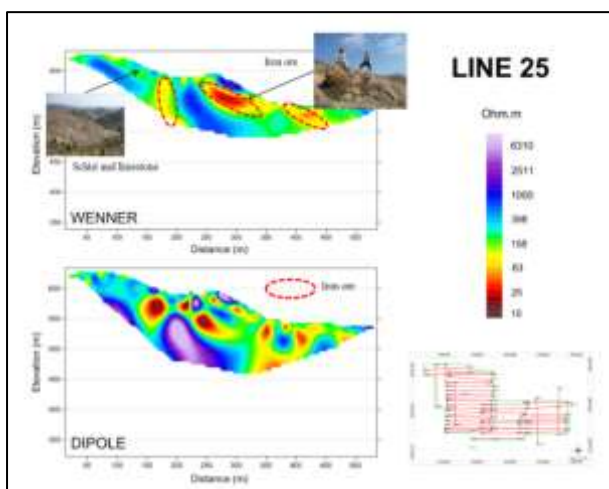
Gambar 6. 2D Resistivity Section Beneath

4.3 Analisis dan Interpretasi Data

Berdasarkan hasil dari *inverse model resistivity section*, didapatkan hasil pengolahan data resistivity pada lintasan 25, yaitu dengan Panjang lintasan pengukuran terbaca sepanjang 520 meter, dengan topografi tertinggi sekitar 670 mdpl. Dari konfigurasi wenner terlihat bahwa bijih besi berada pada nilai resistivitas 15 hingga 60 Ohm.m. Keberadaan anomali rendah ini teridentifikasi pada spot pertama berada pada lintasan dengan jarak 150 – 200 meter dengan kedalaman sekitar 20 dari bawah permukaan. Spot kedua berada pada lintasan dengan jarak 250 – 350

meter membentang membentuk sudut kemiringan tertentu yang berada pada kedalaman sekitar 40 m dari bawah permukaan, dan pada ujung lintasan merupakan spot 3 berada pada lintasan dengan jarak 380 – 450 m.

Keberadaan anomali rendah ini terkonfirmasi di konfigurasi *dipole-dipole* dengan posisi *spot* yang hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan iron ore dapat dibuktikan dengan menggunakan metode resistivity konfigurasi Wenner dan konfigurasi *dipole-dipole* yang saling terkonfirmasi.



5. PENUTUP

Keberadaan anomali rendah ini teridentifikasi pada spot pertama berada pada lintasan dengan jarak 150 – 200 meter dengan kedalaman sekitar 20 dari bawah permukaan. Spot kedua berada pada lintasan dengan jarak 250 – 350 meter membentang membentuk sudut kemiringan tertentu yang berada pada kedalaman sekitar 40 m dari bawah permukaan, dan pada ujung lintasan merupakan spot 3 berada pada lintasan dengan jarak 380 – 450 m.

DAFTAR PUSTAKA

A. Bery and R. Saad. (2012a). *Clayey Sand Soil's Behaviour Analysis and Imaging Subsurface Structure via Engineering Characterizations and Integrated Geophysicals Tomography Modelling Methods*. International Journal of Geosciences, 3(1).93-104. Doi: 10.4236/ijg.2012031011

A. Bery and R. Saad. (2012a). *Tropical Clayey Sand Soil's Behaviour Analysis and It's Empirical Correlations via Geophysicals Electrical Resistivity Methods and Engineering Soils Characterizations*. International Journal of Geosciences, 3(1).111-116. Doi: 10.4236/ijg.2012.31013

Loke, M.H., 2000. *RES2DINV ver. 3.3 for Windows 3.1, 95 and NT; Rapid 2D Resistivity & IP Inversion Using The Least-squares Method (Wenner, dipole-dipole, inline pole-pole, pole dipole, equatorial dipole-dipole, Schlumberger) On land, Underwater and Cross-Borehole Surveys*, Penang, Malaysia.

Palacky, 1987. *Resistivity Characteristics of Geological Targets*. Society of Exploration Geophysicists Tulsa. OK.

Reynolds, J.M., 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, England.

Telford, W.M., Geldart, L.P. and Sheriff, R.E., 1990. *Applied Geophysics: Second Edition*, Cambridge University Press, USA