

## IDENTIFIKASI SEBARAN BIJI BESIDENGAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK HAMBATAN JENIS DI DESA OGOWELE KABUPATEN TOLITOLI

Agim Prakarsa Djuhaepa<sup>1</sup>, Moh. Dahlan Th. Musa<sup>1</sup>, Sandra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia  
Email: [agimprakarsa\\_djuhaepa@yahoo.com](mailto:agimprakarsa_djuhaepa@yahoo.com) HP : 082187576709

### Abstrak

Telah digunakan metode geolistrik hambatan jenis Konfigurasi Wenner-Schlumberger yang bertujuan untuk mengidentifikasi sebaran bijih besi yang terdapat di Desa Ogowe, Kabupaten Tolitoli. Penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi *wenner-schlumberger* serta Pemrosesan dan pemodelan data dengan menggunakan perangkat lunak *EarthImager 2D* dalam bentuk penampang 2D. Berdasarkan hasil pemodelan 2D diperoleh nilai hambatan jenis bijih besi yang berkisar antara 55,8 – 156,2  $\Omega$ m. Keberadaan bijih besi tersebut sebagian besar tersebar pada arah Selatan, Barat dan Timur lokasi penelitian.

**Kata Kunci:** *Geolistrik, hambatan jenis, EarthImager2D, Bijih Besi*

It has been used resistivity geoelectric method with Wenner-Schlumberger configuration. The aim is to identify the distribution of iron ore located in the Ogowelevillage, Tolitoli regency. Research has been done using geoelectric method Wenner-Schlumberger configuration as well as data processing and data modeling using software *EarthImager 2D* in the 2D cross-sectional shape. Based on 2D modeling results resistivity value of the iron ore ranging from 55.8 to 156.2  $\Omega$ m. The existence of iron ore largelyspreadin South, West and East sites.

Keyword: geoelectric, resistivity, *EarthImager 2D*, iron ore

### 1. Pendahuluan

Indonesia adalah salah satu negara yang kaya akan sumber daya mineral, minyak, dan gas bumi. Sektor pertambangan di Indonesia merupakan salah satu sektor yang menjadi andalan pemerintah dalam menghasilkan devisa negara. Dalam perkembangannya, sektor ini dituntut untuk dapat memberikan hasil yang lebih optimal terutama yang berasal dari sumber daya mineral (Suryadi, 2007). Salah satu endapan mineral berharga adalah bijih besi. Bijih besi merupakan mineral yang berasal dari batuan vulkanik andesit dan basalt yang banyak mengandung unsur besi (Sutisna, 1999).

Mineral magnetik sebenarnya selalu ada secara alamiah pada batuan, tanah, atau endapan sedimen, meskipun secara kuantitatif kelimpahannya cukup kecil yaitu sekitar 0,1% dari massa total batuan atau endapan (Bijaksana 2002). Mineral magnetik ini memiliki sifat, jenis dan morfologi yang beragam yang bergantung pada sumbernya.

Salah satu wilayah yang memiliki indikasi bijih besi yang ditandai dengan adanya bongkahan bijih besi di atas permukaan tanah yaitu di Desa Ogowe,

Kecamatan Dondo Kabupaten Toli-toli. Berdasarkan penelitian sebelumnya (Alia Mapesso, 2013) dengan menggunakan X-RAY DIFFRACTION (XRD) batuan beku di Desa Ogowe mengandung unsur besi dengan kandungan besi berkisar antara 21,6% - 22%. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sebaran endapan bijih besi di wilayah tersebut, dengan menggunakan metode geolistrik hambatan jenis.

Metode geolistrik hambatan jenis mempelajari sifat aliran listrik pada batuan di bawah permukaan bumi. Prinsip dasar metode ini adalah menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi menggunakan 2 buah elektroda arus, kemudian mengukur beda potensial melalui 2 buah elektroda potensial. Arus listrik yang diinjeksikan akan mengalir melalui lapisan batuan di bawah permukaan, dan menghasilkan data beda potensial yang harganya bergantung pada hambatan jenis (*resistivity*) dari batuan yang dilaluinya.

Besi (Fe) merupakan unsur yang hadir di setiap batuan, ketersediaanya dalam jumlah besar dan bernilai ekonomis melibatkan proses-proses geologi

yang berkaitan dengan suatu zonasi mineralisasi (Abdul Rauf, 1996). Karakter dari endapan besi ini bisa berupa endapan logam yang berdiri sendiri namun seringkali ditemukan berasosiasi dengan mineral logam lainnya. Kadang bijih besi terdapat sebagai kandungan logam tanah (residual), namun jarang yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Endapan bijih besi yang ekonomis umumnya berupa Magnetite, Hematite, Limonite dan Siderite (Karyanto, 2009).

Besi adalah unsur logam yang salah satu penyusun bumi, bersifat sangat reaktif dan mudah teroksidasi. Besi mempunyai sifat magnetik terkuat dibandingkan dengan 2 unsur logam lain yaitu kobalt dan nikel (Petrucci, 1985). Mineral utama yang mengandung besi adalah hematite dan magnetite. Hematite berwarna merah tua dengan berat jenis 4,5 – 5,3, sedangkan magnetite berwarna hitam atau abu-abu dengan berat jenis 4,9 – 5,2. Hematite merupakan sumber utama dari besi, karena keterdapatannya sangat banyak dan meluas. Hematite dan magnetite dapat dilihat pada Gambar 1.

Berbagai macam bijih besi yang terdapat di alam kulit bumi berupa oksida besi dan karbonat besi, diantaranya yang terpenting adalah sebagai berikut (Zubair, 2009).



Gambar 1 Hematit dan Magnetite

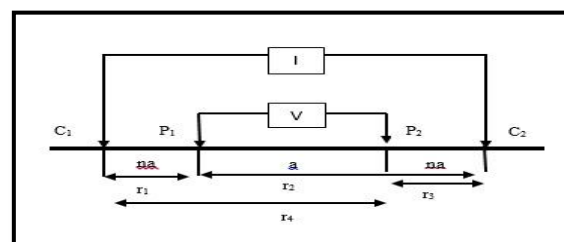
1. Batu besi coklat dengan kandungan besi berkisar 40%
2. Batu besi merah yang disebut hematite dengan kandungan besi berkisar 70%
3. Batu besi magnet atau magnetite, berwarna hitam, bersifat magnetis dengan kandungan besi berkisar 60%
4. Batu besi kalsit atau spat yang juga disebut sferosiderit dengan kandungan besi berkisar 40%.

Batuan mempunyai sifat menghantarkan arus listrik karena ada bagian batuan yang mempunyai ikatan atom-atom secara ionik atau kovalen. Nilai hambatan jenis beberapa mineral dan batuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai hambatan jenis beberapa mineral dan Batuan (Telford,1990)

Bahan	Resistivitas (Ωm)
Kovelit	$3 \times 10^{-7} - 8 \times 10^{-5}$
Kalkosit	$3 \times 10^{-5} - 8 \times 10^{-1}$
Kalkopirit	$1,2 \times 10^{-5} - 3 \times 10^{-1}$
Pirit	$2,9 \times 10^{-5} - 15 \times 10^{-1}$
Galena	$3 \times 10^{-5} - 3 \times 10^2$
Spalerit	$1,5 \times 10^7$
Arsenopirit	$2 \times 10^{-5} - 15$
Kromit	$1 \times 10^6$
Hematit	$3,5 \times 10^{-3} - 10^{-7}$
Limonit	$10^3 - 10^7$
Magnetit	$0,01 - 10^3$
Ilmenit	$10^{-3} - 50$
Kasiterit	$4 \times 10^{-4} - 10^4$
Kalsit	$2 \times 10^{12}$
Syenit	$10^2 - 10^6$
Kwarsa	500 – 800000
Granit	200 – 100.000
Andesit	$1,7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Basal	200 – 100000
Tanah	1 – 10
Pasiran	3 – 70
Batu gamping	500 – 10000
Batu pasir	200 – 8000
Pasir	1 – 1000
Lempung	1 – 100
Kerikil kering	600 – 10000
Aluvium dan pasir	10 – 800
Kerikil	100 - 600

Konfigurasi Wenner-Schlumberger adalah konfigurasi dengan sistem aturan spasi yang konstan dengan catatan faktor “n” untuk konfigurasi ini adalah perbandingan jarak antara elektroda  $C_1 - P_1$  atau  $C_2 - P_2$  dengan spasi antara  $P_1 - P_2$  (Sakka, 2002). Konfigurasi elektroda untuk Wenner-Schlumberger dapat dilihat pada (Gambar 2.3).



Gambar 2 Konfigurasi Wenner – Schlumberger

Berdasarkan (Gambar 2.3) maka faktor geometri untuk konfigurasi Wenner- Schlumberger adalah :

$$K = \frac{2\pi}{\left\{ \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\}}$$

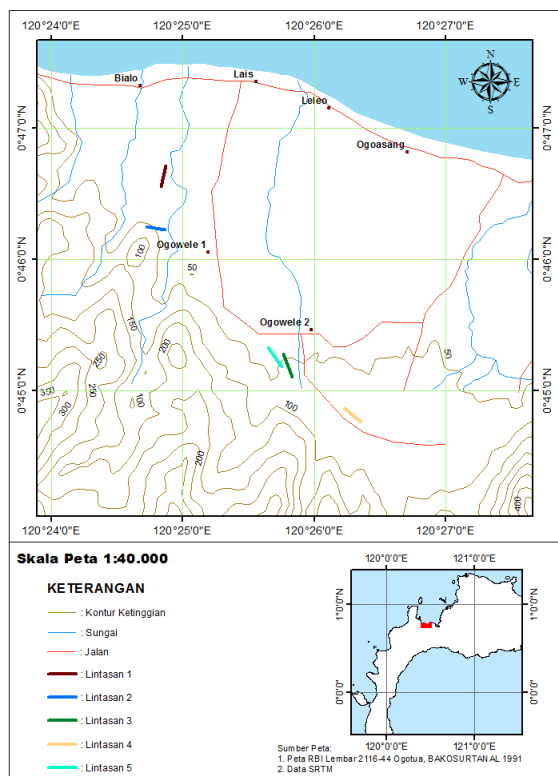
$$K = \frac{2\pi}{\left\{ \left( \frac{1}{na} - \frac{1}{(n+1)a} \right) - \left( \frac{1}{(n+1)a} - \frac{1}{na} \right) \right\}}$$

$$K = \pi n(n+1)a \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan n menyatakan faktor perbandingan dari elektroda potensial dan elektroda arus dan a menyatakan spasi elektroda terkecil.

**2. Metode Penelitian**

Penelitian bijih besi dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi Wenner-Schlumberger di Desa Ogowele, Kecamatan Dondo, Kabupaten Tolitoli. Letak geografis lokasi penelitian berada pada 00° 44' 30" – 00° 47' 00" LS dan 120° 24' 30" – 120° 26' 30" BT.



Gambar 3 Lokasi Pengukuran

Pengambilan data menggunakan metode geolistrik hambatan jenis dengan beberapa peralatan sebagai berikut :

- Satu set alat ukur georesistivimeter (*supersting R8IP*)
- Meteran
- GPS
- Kompas Geologi
- Konduktivimeter
- Palu-palu

Proses pengambilan data di lapangan dilakukan pada 5 titik pengukuran dimulaidengan mempersiapkan alat, menentukanposisi titikukur. Kemudian memasang elektroda dengan spasi antar elektroda 5 meter. Membentang dan memasang kabel pada elektroda sejauh 275 meter. Menentukanarah bentang dengan menggunakan kompasgeologi dan posisi koordinat elektroda. Merangkai alat georesistivimeter (*Supersting R8IP*) dengan *Switch Box* dan melakukan pengukuran. Data yang diperoleh di lapangan yaitu nilai arus, potensial dan hambatan jenis semu.

Dari data tersebut, kemudian diolah dengan menggunakan program inverse *Earthmarger 2D*. Hasil yang diperoleh dari program inverse tersebutberupavariasinilai hambatan jenis, kedalamandanketebalan lapisan yang kemudiandianalisis adandiinterpretasikan.

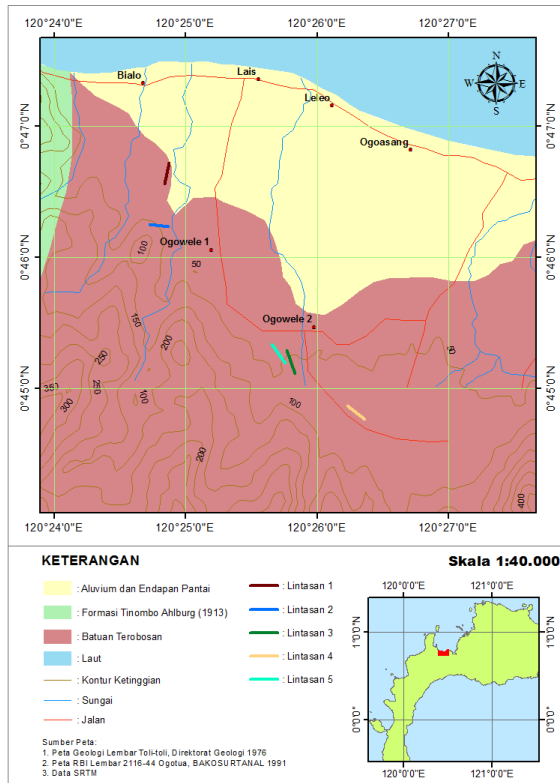
Tahapaninterpretasi adalah penafsiran data hasil pengolahan data untukmendapatkankondisikedalamandannilai resistivitas sebenarnya di daerah penelitian yang selanjutnya. Untuk memperoleh hasil interpretasi yang lebih akurat, maka diperlukan data-data pendukung yang berhubungandengankondisi daerah penelitian. Data-data yang diperlukan diantaranya, petageologi, petarupabumidan data hasil uji sampel bijih besi.

**3. Hasil dan Pembahasan**

Desa Ogowele merupakan wilayah yang terdiri dari dataran dan perbukitan. Morfologi dataran yang cukup luas terdapat dibagian Timur dan Barat. Sedangkan bagian Utara merupakan wilayah pesisir pantai. Perbukitan berada pada bagian Selatan. Di Desa Ogowele terdapat 1 sungai besar, yaitu Sungai Ogowele. Sungai ini umumnya memiliki aliran sungai yang berpola sejajar, dengan arah aliran dari perbukitan bagian Selatan dan bermuara di Teluk Dondo. Vegetasi di Desa Ogowele terdiri atas pepohonan besar dan kecil yang diselengi semak belukar pada wilayah perbukitan. Pada wilayah dataran rendah terdapat vegetasi tanaman coklat dan pohon kelapa yang merupakan areal perkebunan.

Berdasarkan peta geologi lembar Tolitoli, Desa Ogowele, Kecamatan Dondo, disusun oleh Formasi Tinombo, aluvium dan endapan pantai serta batuan terobosan. Formasi Tinombo berada pada bagian barat, selatan dan timur. Formasi ini diterobos oleh batuan granit. Kontak dengan Formasi Tinombo berupa daerah patahan yang berarah Barat daya – Timur laut. Setempat batuan granit diterobos oleh retas kecil dioritik terkersikan dan juga mengalami ubahan propilit mengandung pirit dan klorit. Keseluruhan batuan tersebut di atas ditutupi oleh endapan alluvial (Sukmana, 2002). Alluvium dan endapan pantai berada pada bagian utara, yang terdiri dari kerikil, pasir dan lumpur. Batuan terobosan

tersebar luas di bagian timur, barat, dan selatan pada lokasi penelitian. Batuan terobosan ini diduga berumur miosen sampai pliosen. Untuk mengetahui secara jelas kondisi geologi lokasi penelitian, dapat dilihat peta geologi daerah penelitian pada Gambar 4.1.



Gambar 4 Peta Geologi Lokasi

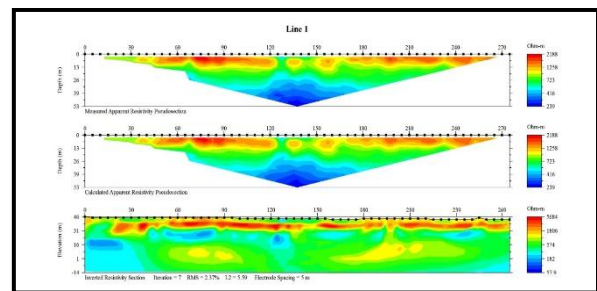
Sampel bijih besi yang diambil dari lokasi penelitian berada pada koordinat  $00^{\circ}45' 58,2''$  LS dan  $120^{\circ}24' 52,7''$  BT. Sampel bijih besi ini ditemukan pada lokasi pengukuran Lintasan 2. Sampel diukur secara langsung untuk memperoleh data arus (I) dan beda potensial ( $\Delta V$ ), dengan menggunakan Persamaan (2.10) sehingga diperoleh nilai hambatan jenis sampel bijih besi. Nilai ini digunakan dalam menginterpretasikan nilai hambatan jenis dari hasil pengukuran di lapangan. Berdasarkan pengukuran secara langsung diperoleh nilai hambatan jenis bijih besi berkisar antara 55 – 156  $\Omega m$  dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 2 Data hasil pengukuran sampel bijih besi

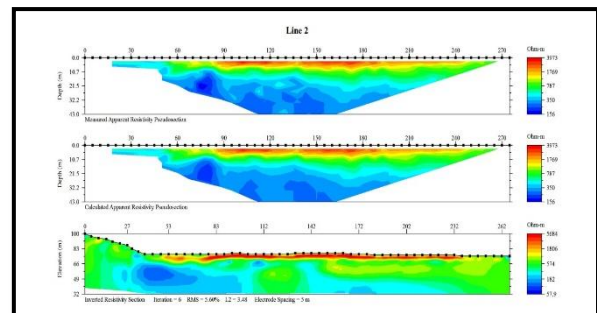
No	a (cm)	I (mA)	V (mV)	$\rho$ ( $\Omega m$ )
1	1	0,04	100	156
2	1	0,05	90	113
3	1	0,05	100	125
4	1	0,09	80	55
5	1	0,06	100	104
6	1	0,06	90	94
7	1	0,06	80	83

8	1	0,07	80	71
9	1	0,07	70	62
10	1	0,07	90	80

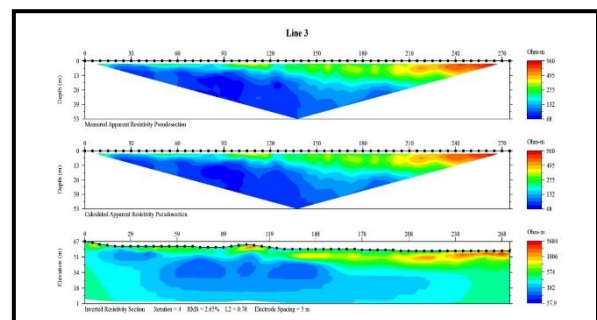
Dari hasil pengolahan data dengan menggunakan program inversi *EarthImager2D*, maka diperoleh distribusi hambatan jenis bawah permukaan berupa penampang 2D. Pada tampilan penampang 2D hambatan jenis terdiri dari 3 penampang. Penampang pertama menunjukkan penampang hambatan jenis semu hasil pengukuran (*measured apparant resistivity*). Penampang yang kedua menunjukkan penampang hambatan jenis semu hasil perhitungan (*calculated appaant resistivity*), dan penampang yang ketiga adalah penampang hambatan jenis sebenarnya yang diperoleh melalui proses pemodelan inversi (*inverse resistivity section*) dengan melibatkan koreksi topografi. Berikut ditampilkan hasil pemodelan penampang 2D tiap lintasan pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.2 sampai Gambar 4.6.



Gambar 5 Penampang hambatan jenis 2D Lintasan 1

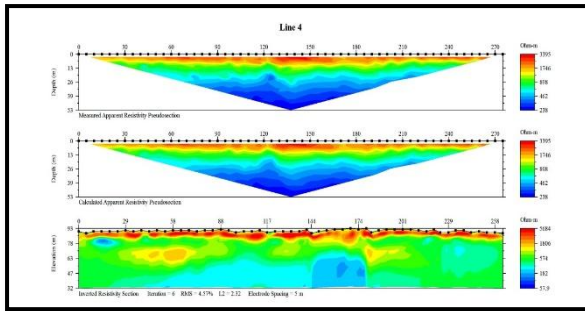


Gambar 6 Penampang hambatan jenis 2D Lintasan 2

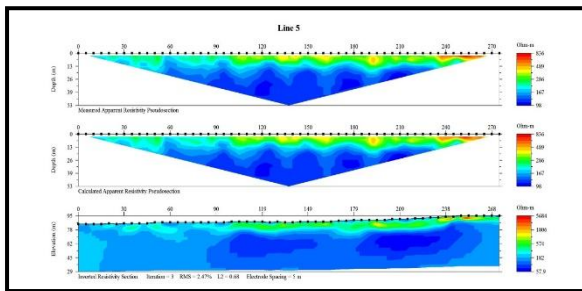


Gambar 7 Penampang hambatan jenis 2D Lintasan 3





Gambar 8 Penampang hambatan jenis 2D Lintasan 4



Gambar 9 Penampang hambatan jenis 2D Lintasan 5

Berdasarkan nilai hambatan jenis pada model 2D dan pengamatan kondisi geologi tempat penelitian, serta hasil uji sampel batuan yang mengandung bijih besi pada Tabel 4.1, maka dapat diinterpretasikan secara umum nilai hambatan jenis yang diperoleh pada Lintasan 1 sampai Lintasan 5 yaitu :

1. Nilai hambatan jenis yang berkisar antara  $\pm(57,9 - 182) \Omega\text{m}$  ditunjukkan dengan warna biru diduga merupakan batuan yang mengandung bijih besi.
2. Nilai hambatan jenis yang berkisar antara  $\pm(182 - 574) \Omega\text{m}$  yang ditunjukkan dengan warna biru muda sampai hijau diduga merupakan nilai hambatan jenis dari kerikil, batu pasir, dan alluvium.
3. Nilai hambatan jenis yang berkisar antara  $\pm(574 - 1806) \Omega\text{m}$  yang ditunjukkan dengan warna hijau sampai kuning diduga merupakan nilai hambatan jenis dari batuan syenit, batu gamping dan kerikil kering.
4. Nilai hambatan jenis yang berkisar antara  $\pm(1806 - 5684) \Omega\text{m}$  yang ditunjukkan dengan warna merah diduga merupakan nilai hambatan jenis dari batuan granit.

#### 1. Lintasan 1

Pengukuran pada Lintasan 1 dengan titik awal berada pada koordinat  $00^{\circ} 45' 58,9''$  LS dan  $120^{\circ} 29' 51,4''$  BT yang membentang ke arah N  $15^{\circ}$  W. Titik tengah lintasan berada pada ketinggian 45 m dari permukaan laut (dpl), dengan kondisi permukaan tanah yang rata. Pada penampang Lintasan 1 terdeteksi adanya batuan yang mengandung bijih besi berbentuk bongkahan. Keberadaan batuan besi ini berada pada

meteran  $\pm(5 - 20)$  m, meteran  $\pm(70 - 80)$  m, dan 125 m dari titik awal lintasan. Batuan besi ini berada pada kedalaman  $\pm(22,5 - 30)$  m,  $\pm(15 - 22,5)$  m, dan  $\pm 22,5$  m bawah muka tanah setempat (bmt). Batuan besi pada Lintasan 1 tersebar ke arah selatan dari lokasi pengukuran.

#### 2. Lintasan 2

Posisi lokasi pengukuran Lintasan 2 berada pada koordinat  $00^{\circ} 45' 41,9''$  LS dan  $120^{\circ} 24' 47,4''$  BT yang membentang ke arah N  $270^{\circ}$  W, titik tengah lintasan berada pada ketinggian 77 m dpl. Titik awal lintasan berada pada wilayah perbukitan. Berdasarkan penampang 2D pada Lintasan 2, terdeteksi adanya batuan besi yang berbentuk bongkahan. Keberadaan batuan besi ini berada pada meteran  $\pm(45 - 65)$  m dari titik awal lintasan, dengan kedalaman  $\pm(17 - 34)$  m bmt. Pada meteran  $\pm 115$  m juga terdapat batuan besi, batuan besi ini berada pada kedalaman  $\pm 17$  m bmt. Batuan besi pada Lintasan 2 tersebar ke arah barat dari lokasi pengukuran.

#### 3. Lintasan 3

Posisi lokasi pengukuran Lintasan 3 berada pada koordinat  $00^{\circ} 44' 57,8''$  LS dan  $120^{\circ} 25' 48,2''$  BT. Lintasan ini membentang ke arah N  $20^{\circ}$  E, titik tengah lintasan berada pada ketinggian 59 mdpl, dengan kondisi permukaan tanah yang tidak rata. Pada penampang 2D Lintasan 3 terdeteksi adanya batuan besi yang berbentuk bongkahan dan tersebar secara merata ke arah barat dari lokasi pengukuran. Keberadaan Batuan besi ini berada pada meteran  $\pm 40$  m dari titik awal lintasan dengan kedalaman  $\pm 16$  m bmt. Pada meteran  $\pm(60 - 90)$  m,  $\pm(100 - 110)$  m,  $\pm(120 - 150)$  m juga terdapat bijih besi. Bijih besi ini berada pada kedalaman  $\pm(16 - 32)$  m bmt.

#### 4. Lintasan 4

Posisi lokasi pengukuran Lintasan 4 berada pada koordinat  $00^{\circ} 44' 41,6''$  LS dan  $120^{\circ} 26' 17,7''$  LS. Lintasan ini membentang ke arah N  $135^{\circ}$  E, titik tengah lintasan berada pada ketinggian 90 mdpl dengan kondisi permukaan tanah yang tidak rata. Berdasarkan penampang 2D pada Lintasan 4, terdeteksi adanya batuan besi yang berbentuk bongkahan tersebar ke arah barat dan timur dari lokasi pengukuran. Bijih besi pada lintasan ini berada pada meteran  $\pm(10 - 20)$  m dari titik awal lintasan, dengan kedalaman  $\pm 15$  m bmt. Pada meteran  $\pm(165 - 170)$  m dan 175 m juga terdapat bijih besi. Bijih besi ini berada pada kedalaman  $\pm(37,5 - 52,5)$  m bmt.

#### 5. Lintasan 5

Posisi lokasi pengukuran Lintasan 5 berada pada koordinat  $00^{\circ} 45' 00,4''$  LS dan  $120^{\circ} 25' 42,1''$  BT. Lintasan ini membentang ke arah N  $120^{\circ}$  E, titik tengah lintasan berada pada ketinggian 87 mdpl dengan permukaan tanah yang tidak rata.

Berdasarkan penampang 2D Lintasan 5, terdeteksi adanya batuan besi yang berbentuk bongkahan. Batuan besi pada Lintasan 2 terdapat dalam tersebar secara merata ke arah barat dari lokasi pengukuran. Batuan besi ini berada pada meteran  $\pm (100 - 155)$  m dari titik awal lintasan, dengan kedalaman  $\pm (16,5 - 41,5)$  m bmt. Pada meteran  $\pm (195 - 235)$  m juga terdapat bijih besi. Bijih besi ini berada pada kedalaman  $\pm (17 - 34)$  m bmt.

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan, terdeteksi adanya batuan yang mengandung bijih besi seperti yang telah dijelaskan pada penampang 2D dari tiap lintasan. Batuan besi yang terdapat pada penampang 2D Lintasan 1 – Lintasan 5 berbentuk bongkahan. Batuan besi tersebar secara merata berada pada penampang 2D Lintasan 3 dan Lintasan 5 dengan arah penyebaran ke arah barat dari lokasi pengukuran. Pada Lintasan 1, Lintasan 2, dan Lintasan 4, batuan besi tersebar ke arah selatan, barat, dan timur dari lokasi pengukuran.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pengukuran geolistrik yang telah dilakukan di Desa Ogowe, Kecamatan Dondo, Kabupaten Tolitoli dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai hambatan jenis batuan yang mengandung bijih besi berada pada interval  $\pm (57,9 - 182)$   $\Omega$ m. Nilai tersebut diperoleh berdasarkan hasil uji sampel batuan besi dan interpretasi nilai hambatan jenis pada pengukuran lapangan.
2. Penyebaran batuan yang mengandung bijih besi pada lokasi penelitian tersebar ke arah selatan, barat, dan timur dengan kedalaman yang berbeda – beda pada setiap lintasan. Lintasan 1 bijih besi berada pada kedalaman  $\pm (22,5 - 30)$  m,  $\pm (15 - 22,5)$  m, dan  $\pm 22,5$  m bawah muka tanah setempat, Lintasan 2 ( $\pm 17 - 34$ ) m bmt, Lintasan 3  $\pm (16 - 32)$  m bmt, Lintasan 4  $\pm 15$  m bmt,  $\pm (37,5 - 52,5)$  m bmt, dan pada Lintasan 5 bijih besi berada pada kedalaman  $\pm (16,5 - 41,5)$  m bmt,  $\pm (17 - 34)$  m bmt.

#### 5. Saran

Untuk dapat mendeteksi dan mengetahui adanya batuan yang mengandung bijih besi, perlu dilakukan penyelidikan dengan menggunakan metode geofisika lainnya guna memperoleh hasil yang lebih baik.

Ucapan Terima kasih

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Moh Dahlan Th Musa S.Si., MT dan Sandra, S.Si., MT selaku dosen pembimbing yang sudah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

#### Daftar Pustaka

- Rauf, Abdul, 1996, *Mineralisasi Bijih Besi di Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah*, Prodi Teknik Pertambangan, FTM, UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Bijaksana, S, F., 2002, *Jurnal Geofisika: Analisis mineral magnetik dalam masalah lingkungan ITB*, ITB, Bandung, Vol. 1 No. 2 Mei 2002: 63–66.
- Karyanto, 2009, *Studi Tahanan Jenis Batuan Untuk Identifikasi Mineral Bijih Besi di Tegineneng Limau Tanggamus*, Universitas Lampung.
- Petrucci, H.Ralph, 1985, *Kimia Dasar I*, Erlangga, Jakarta
- Sakka, 2002. *Metoda Geolistrik Tahanan Jenis*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam – UNHAS, Makassar, Jurnal volume 6, No 2.
- Sukmana dkk, (2002), *Hasil Kegiatan Inventarisasi Dan Evaluasi Bahan Mineral Logam Di Provinsi Sulawesi Selatan (Kabupaten Gowa, Takalar, Enrekang, Tana Toraja) Dan Provinsi Sulawesi Tengah (Kabupaten Donggala Dan Toli-Toli)*, SUBDIT. MINERAL LOGAM
- Suryadi, 2007, *Bijih Besi*. (<http://geoforworld.wordpress.com/2007/11/13/bijih-besi/>), diakses tanggal 20 April 2013.
- Telford W.M., Geldart L.P, Sheriff R., 1990, *Applied Geophysics, Second Edition*, Cambridge University, USA.