

## IDENTIFIKASI KEBERADAAN BUNKER DENGAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS KONFIGURASI WENNER ALPHA DAN DIPOLE-DIPOLE

Robiatul Adawiyah<sup>2,\*</sup>, Supriyanto<sup>1,2</sup>, Adrianus Inu Natalisanto<sup>1,2</sup>, Fajar Alam<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

<sup>2</sup>Laboratorium Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

<sup>3</sup>PT. Koetai Makmur, Kaltim

\*Corresponding Author: robiatuladawiyah145@gmail.com

### ABSTRACT

Bunker existence in Jembayan Village of Loa Kulu subdistrict, Kutai Kartanegara regency, was identified by using geoelectric method with configurations of Wenner Alpha and Dipole-Dipole. The bunker area was located at the zone of 50 UTM with UTM's coordinate position, namely: UTM X 0502449 and UTM Y 9939205, consisting of 7 measurement points using 2 configuration, i.e.: Wenner Alpha configuration and Dipole-dipole configuration. The length of each measuring point is 72 m, using spaces between 1.5 m electrodes and the distance from each measuring point is 5 and 10 m. From the research results it was obtained the cross-section of inversion from Res2DINV which describes the existence of bunker. The cross-section of the inversion related to the resistivity ranging from 2.888  $\Omega\text{m}$  to 9.103  $\Omega\text{m}$  indicated the resistivity values of the underground bunker area. On the path of all measurement points (path A, B, C, D, E, F, G) there was an indication of bunker with different resistivity values.

**Keywords:** Bunker, Geolistrik, Resistivity, Wenner Alpha, Dipole-Dipole

### 1. PENDAHULUAN

Bunker adalah sejenis bangunan pertahanan militer. Bunker biasanya dibangun di bawah tanah. Banyak bunker dibangun pada Perang Dunia I dan II. Pada masa Perang Dingin, bunker-bunker besar dibangun untuk mengantisipasi kemungkinan perang nuklir. Didalam ruangan bunker bawah tanah terdapat ruang yang terisi oleh udara atau genangan air bercampur tanah yang berasal dari resapan sumber-sumber air bawah tanah disekitarnya (Darwito, 2012).

Jembayan, Loa Kulu merupakan sebuah kecamatan yang terletak di wilayah tengah Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Kecamatan Loa Kulu memiliki luas wilayah mencapai 1.405,7 km<sup>2</sup> yang dibagi dalam 15 desa dengan jumlah penduduk mencapai 31.654 jiwa (2006). Pada masa pemerintahan kolonial Hindia Belanda, Loa Kulu merupakan daerah penghasil batubara yang cukup penting

dengan dioperasikannya perusahaan tambang batubara bernama Oost Borneo Maatschapij (OBM) pada akhir abad ke-19.

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi. Sebenarnya ide dasar dari metode ini sangatlah sederhana, yaitu dengan menganggap bumi sebagai suatu resistor. Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial, arus dan medan elektromagnetik yang terjadi baik alamiah maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi Metode geolistrik resistivitas dibagi menjadi dua kelompok, yaitu metode resistivity *mapping* dan metode resistivity *sounding*. Ada beberapa macam metode geolistrik, antara lain: metode potensial diri, arus telluric, magnetotelluric, IP (Induced Polarization), resistivitas (Reynolds, J. M., 1997).

Konfigurasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah konfigurasi Wenner Alpha dan Dipole-Dipole, dimana konfigurasi Wenner Alpha memiliki kelebihan antara lain ketelitian dalam pembacaan, memiliki sinyal yang bagus, sedangkan kelebihan dari konfigurasi Dipole-Dipole antara lain biaya yang dikeluarkan tidaklah mahal, bisa digunakan untuk pengukuran yang memfokuskan hasil secara lateral.

## 2. TEORI

Bunker adalah sejenis bangunan pertahanan militer. Bunker biasanya dibangun di bawah tanah. Banyak bunker dibangun pada Perang Dunia I dan II. Pada masa Perang Dingin, bunker-bunker besar dibangun untuk mengantisipasi kemungkinan perang nuklir. Didalam ruangan bunker bawah tanah terdapat ruang yang terisi oleh udara atau genangan air bercampur tanah yang berasal dari resapan sumber-sumber air bawah tanah disekitarnya (Darwito., 2012).

Metode geolistrik merupakan salah satu metode eksplorasi geofisika yang dapat diterapkan untuk mempelajari karakteristik suatu sistem geothermal, penentuan lithologi lapisan batuan, posisi reservoir, pola aliran serta sebaran fluida geothermal dibawah permukaan batuan. Penggunaan geolistrik pertama kali dilakukan oleh Conrad Schlumberger pada tahun 1912.

Prinsip dasar metode ini adalah menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi menggunakan dua buah elektroda arus, kemudian mengukur beda potensial melalui dua buah elektroda lainnya dipermukaan bumi. Arus listrik yang diinjeksikan akan mengalir melalui lapisan batuan dibawah permukaan, dan menghasilkan data beda potensial yang harganya bergantung pada tahanan jenis (*resistivity*) dari batuan yang dilaluinya. Fenomena inilah yang dimanfaatkan untuk mengetahui dan menentukan jenis batuan termasuk fluida apa saja yang ada dibawah permukaan.

Pada metode geolistrik resistivitas, arus listrik dialirkan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus, kemudian besarnya potensial yang disebabkan diukur di permukaan bumi melalui dua buah elektroda potensial. Besarnya beda potensial diantara kedua elektroda potensial tersebut selain tergantung pada besarnya arus yang dialirkan ke dalam bumi, juga tergantung pada letak kedua elektroda potensial tersebut terhadap letak kedua elektroda arus yang dipakai (Janah, Siti Roikatul. 2014).

Resistivitas memiliki pengertian yang berbeda dengan resistansi (hambatan), dimana resistansi tidak hanya bergantung pada bahan tetapi juga bergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut, sedangkan resistivitas tidak bergantung pada faktor geometri. Jika ditinjau silinder konduktor dengan panjang  $L$ , luas penampang  $A$  dan resistansi  $R$ , maka dapat dirumuskan:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.1)$$

Dimana  $\rho$  adalah resistivitas (tahanan jenis) sedangkan menurut hukum Ohm, resistansi  $R$  dirumuskan :

$$R = \frac{V}{I} \quad (2.2)$$

dengan  $V$  adalah beda potensial dan  $I$  adalah kuat arus listrik. Dari kedua rumus tersebut didapatkan nilai resistivitas ( $\rho$ ):

$$\rho = \frac{VA}{IL} \quad (2.3)$$

Kebalikan resistivitas disebut konduktivitas ( $\sigma$ ) dengan satuan mhos/m, oleh karena itu

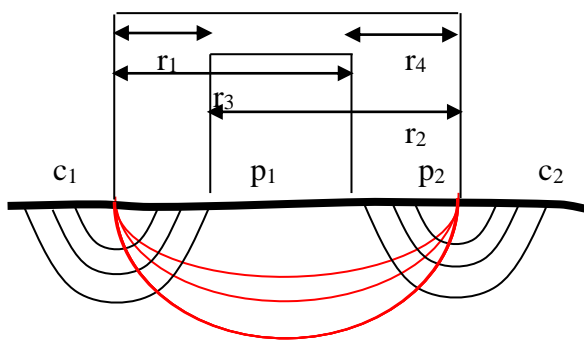
$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{IL}{VA} = \left(\frac{I}{A}\right) \left(\frac{L}{V}\right) = \frac{J}{E} \quad (2.4)$$

dengan  $J$  adalah rapat arus (ampere/m<sup>2</sup>) dan  $E$  adalah medan listrik (volt/m).

Metode wenner biasanya digunakan dalam *horizontal profiling (mapping)* dengan hasil akhir hanya diperoleh profil secara *horizontal* (mendatar). Metode resistivas konfigurasi Wenner ini dibagi menjadi beberapa konfigurasi yaitu Wenner Alpha, Wenner beta dan Wenner

Gamma. Masing-masing konfigurasi memiliki susunan elektroda yang berbeda, dan juga masing-masing konfigurasi memiliki ciri khusus dalam memetakan kondisi bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas (Maulana, Try Fanny Poerna. 2015).

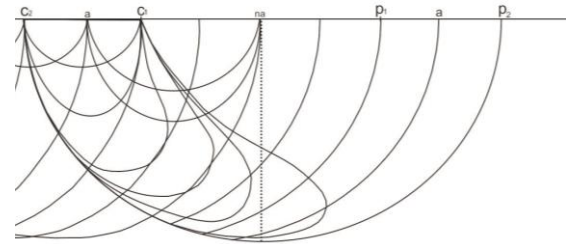
Wenner alpha memiliki konfigurasi elektroda potensial berada diantar elektroda arus yang tersusun dari  $C_1 - P_1 - P_2 - C_2$ . Jarak elektroda yang satu dengan lainnya sama dengan  $a$ . Faktor geometri konfigurasi ini adalah  $k = 2 \pi a$ .



Gambar 1: Wenner Alpha  $k = 2 \pi a$ .

Metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi dipole-dipole dapat diterapkan untuk tujuan mendapatkan gambaran bawah permukaan pada objek yang penetrasinya relatif lebih dalam dibandingkan dengan metode sounding lainnya seperti konfigurasi wenner dan schlumberger. Metode ini sering digunakan dalam survei-survei resistivitas karena rendahnya efek elektromagnetik yang ditimbulkan antara sirkuit arus dan potensial (Loke, M.H. 1999).

Konfigurasi dipole-dipole pada metode geolistrik tahanan jenis (resistivitas), arus listrik dialirkan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus dan besarnya potensial yang disebabkan diukur dipermukaan bumi melalui dua elektroda potensial. Terdapat berbagai macam aturan yang dipakai untuk menempatkan elektroda tersebut. Aturan-aturan penempatan keempat elektroda tersebut dalam istilah geofisika sering dinamai sebagai konfigurasi elektroda (Effendy, Vicky Nur Amry., 2012).



Gambar 2: Dipole-Dipole

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

Tabel 1. Nilai resistivitas sebagian material-material bumi (Telford, W. M. 1990).

Material	Resistivity (Ohm-meter)
Air (Udara)	0
Pyrite (Pirit)	0,01 – 100
Quartz (Kwarsa)	500 - 800.000
Calcite (Kalsit)	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
Rock Salt (Garam Batu)	$30 - 1 \times 10^{13}$
Granite (Granit)	200 - 100.000
Andesite (Andesit)	$1,7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Basalt (Basal)	200 - 100.000
Sandstones (Batu Pasir)	200 - 8.000
Shales (Batu Tulis)	20 - 2.000
Sand (Pasir)	1 – 1.000
Clay (Lempung)	1 – 100
Ground Water (Air Tanah)	0.5 – 300
Sea Water (Air Asin)	0.2
Magnetite (Magnetit)	0.01 – 1.000
Dry Gravel (Kerikil Kering)	600 – 10.000
Alluvium (Alluvium)	10 – 800
Gravel (Kerikil)	100 – 600

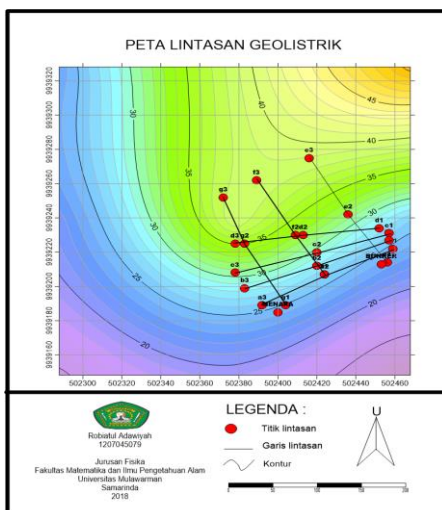
### 3. METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 05-06 Maret 2018 dengan lokasi penelitian terletak di desa Jembayan, Kecamatan Loa Kulu, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur, secara UTM terletak pada X=0502449 dan Y=9939205.

#### 3.1 Analisa dan Indikasi Keberadaan Bunker

Dalam interpretasi ini, model pendekatan yang digunakan mengacu pada hasil penelitian geologi yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil penelitian geologi menunjukkan bahwa daerah penelitian berada pada formasi Pulaubalang (Tmpb). Lapisan-lapisan batuan yang teridentifikasi adalah lapisan tanah penutup yang terdiri dari lapisan yang dominan batupasir, kemudian dilanjutkan dengan perselingan lapisan pasir dan lempung, dan perselingan antara lapisan pasir dan lanau. Selanjutnya mengacu pada tabel pendekatan geolistrik sebagai parameter yang digunakan penulis, maka dapat diketahui lapisan batuan bawah permukaan yang ada di daerah penelitian.

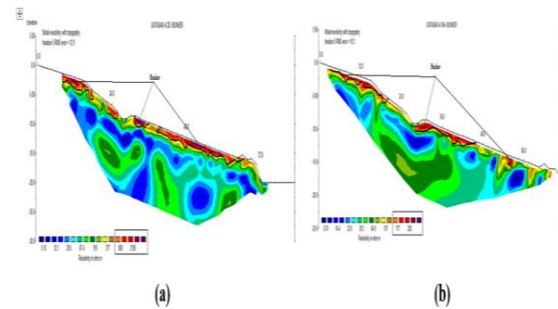
### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3: Peta lintasan

Berdasarkan informasi peta lintasan diatas, lokasi *bunker* terletak di pinggir lereng sebelah ujung tenggara lokasi penelitian dan memiliki kontur yang

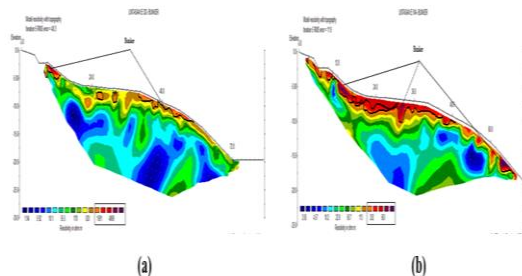
sangat curam sehingga tidak memungkinkan untuk memotong keberadaan bunker dan menara.



Gambar 4: Indikasi keberadaan bunker pada lintasan A

Pada titik pengukuran lintasan A dengan menggunakan metode tahanan jenis konfigurasi dipole-dipole dan wenner alpha, indikasi keberadaan bunker hampir terdapat pada sepanjang lintasan (72m), pada jarak antara 7.5 m s.d 18 m kemudian pada jarak 22.5 s.d 25.5 m, pada jarak 31.5 s.d 36 m dan pada jarak 39 s.d 66 dengan nilai resistivitas pada konfigurasi dipole-dipole 890 - 2105  $\Omega$ m. sedangkan pada konfigurasi wenner Alpha indikasi keberadaan bunker terdapat pada jarak antara 1.5 m s.d 19.5 m kemudian pada jarak 28.5 s.d 46.5 m dan pada jarak 55.5 s.d 57 m dengan nilai resistivitas pada konfigurasi wenner alpha 177- 292  $\Omega$ m. Adanya perbedaan nilai resistivitas dari konfigurasi wenner alpha dan dipole-dipole ini disebabkan karena perbedaan arah penjalaran listrik dari elektroda arus dan elektroda potensial seperti pada gambar 2.7 dan gambar 2.8. Di indikasikan sebagai bunker karena struktur bunker yang terlihat dipermukaan terbuat dari padatan semen dengan pasir dan batu, ada juga struktur kasar yang terbuat dari campuran semen, kerikil kerakal untuk atap dan batas ruang antar bunker yang masih terlihat, serta plat logam yang terlihat pada bagian sekat atap dan ruang bunker dimana nilai tabel resistivitas kerikil sebesar 600 – 10.000  $\Omega$ m sehingga bisa diidentifikasi sebagai bunker. Di lokasi penelitian juga terdapat alur paritan yang tampak dengan ukuran-ukuran

tertentu dan tiba-tiba buntu seakan alur paritan itu dibuat, dimana menurut penulis bisa saja alur dihasilkan oleh proses amblesan karena didalamnya terdapat struktur terowongan (rongga) yang ada dibawahnya.



Gambar 5: Indikasi keberadaan bunker pada lintasan E

Pada titik pengukuran lintasan E dengan menggunakan metode tahanan jenis konfigurasi dipole-dipole dan wenner alpha, indikasi keberadaan bunker terdapat pada jarak antara 7.5 m s.d 13.5 m kemudian pada jarak 40.5 s.d 58.5 m dengan nilai resistivitas pada konfigurasi dipole-dipole 1591 - 4869  $\Omega m$ . sedangkan pada konfigurasi wenner Alpha indikasi keberadaan bunker terdapat pada jarak antara 1.5 m s.d 49.5 m dan pada jarak 63 - 67.5 m dengan nilai resistivitas pada konfigurasi wenner alpha 252 - 563  $\Omega m$ . Adanya perbedaan nilai resistivitas dari konfigurasi wenner alpha dan dipole-dipole ini disebabkan karena perbedaan arah penjalaran listrik dari elektroda arus dan elektroda potensial seperti pada gambar 2.7 dan gambar 2.8. Di indikasikan sebagai bunker karena struktur bunker yang terlihat dipermukaan terbuat dari padatan semen dengan pasir dan batu, ada juga struktur kasar yang terbuat dari campuran semen, kerikil kerakal untuk atap dan batas ruang antar bunker yang masih terlihat, serta plat logam yang terlihat pada bagian sekat atap dan ruang bunker dimana nilai tabel resistivitas kerikil sebesar 600 - 10.000  $\Omega m$  sehingga bisa diidentifikasi sebagai bunker. Di lokasi penelitian juga terdapat alur paritan yang tampak dengan ukuran-ukuran tertentu dan tiba-tiba buntu seakan alur paritan itu dibuat, dimana menurut penulis

bisa saja alur dihasilkan oleh proses amblesan karena didalamnya terdapat struktur terowongan (rongga) yang ada dibawahnya.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pemodelan resistivitas dengan menggunakan konfigurasi dipole-dipole dan Wenner Alpha menunjukkan adanya indikasi keberadaan Bunker dari lintasan A sampai lintasan G dengan rentang nilai resistivitas konfigurasi Dipole-dipole sekitar 2105  $\Omega m$  sampai 9103  $\Omega m$  dan rentang nilai resistivitas konfigurasi Wenner Alpha sekitar 275  $\Omega m$  sampai 800  $\Omega m$ . Data pendukung dengan adanya bunker yang masih terlihat, seperti pada lintasan E dan G yang jelas saat pengukuran berada di atas Bunker (menara dan kubah).
2. Hasil pemodelan geolistrik dan hasil analisa data diperoleh gambaran formasi batuan bawah permukaan, dengan formasi batuan terdiri dari lapisan yang pertama merupakan lapisan penutup dengan nilai resistivitas konfigurasi Dipole-dipole yaitu 5.10 - 2105  $\Omega m$  dan elevasi maksimum yang terpetakan 30 meter. Berdasarkan nilai resistivitas ini, maka batuan pada lintasan A terdiri dari lapisan lempung dengan nilai resistivitas 5.10 - 12.1  $\Omega m$ , lapisan pasir dengan nilai resistivitas 28.5 - 159  $\Omega m$  lapisan batupasir dengan nilai resistivitas 377 - 890  $\Omega m$ , dan lapisan kerikil kering dengan nilai resistivitas 2105  $\Omega m$ . Sedangkan nilai resistivitas hasil pemodelan inversi Res2dinv pada konfigurasi Wenner Alpha yaitu 8.74 - 292  $\Omega m$  dan elevasi maksimum yang terpetakan 25 meter. Berdasarkan nilai resistivitas ini, maka batuan pada lintasan A terdiri dari lapisan lempung dengan nilai resistivitas 8.74 - 14.4  $\Omega m$  lapisan pasir dengan nilai

resistivitas 23.8 – 177  $\Omega\text{m}$  dan lapisan kerikil dengan nilai resistivitas 292  $\Omega\text{m}$ .

## **6. DAFTAR PUSTAKA**

- Darwito (2012), Sebuah bunker goa buatan di RSUP Dr. Kariadi ditemukan. SEMARANG METRO. www.suaramerdeka.com, 28 Juni 2012. 17 Juni 2017.
- Reynolds, J. M. (1997), an Introduction to Applied and Environmental Geophysics. John Wiley and Sons Inc: England.
- Janah, Siti Roikatul (2014), Analisis Perbandingan Konfigurasi Elektroda Untuk Identifikasi Keberadaan air pada Skala Laboratorium dengan Metode Geolistrik Resistivitas. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Maulana, Try Fanny Poerna (2015), Pengolahan Data Manual Metode Geolistrik dengan Menggunakan Konfigurasi Wenner Alpha. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”.
- Loke, M.H. (1999), Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies: A practical guide to 2-D and 3-D surveys. Malaysia: Penang.
- Effendy, Vicky Nur Amry (2012), Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole untuk Mendeteksi Mineral Mangan (Physical Modeling). Jember: Universits Jember.
- Telford, W. M. (1990), Applied Geophysics Second Edition. Melbourne: Cambridge University Press.