

Perbandingan Nilai Resistivitas Menggunakan Metode Logging Resistivitas Listrik dan *Electrical Resistivity Tomography* (ERT)

^{1,3}Nurvani Antony, ^{2,3*}Piter Lepong, ^{2,3}Wahidah, ^{2,3}Supriyanto, ^{2,3}Djayus

¹Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

²Program Studi Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

³Laboratorium Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

*Email: pit.lepong@gmail.com

ABSTRAK

Metode geolistrik sering digunakan untuk menginterpretasikan lapisan bawah permukaan yang dangkal. Namun dalam kenyataannya, metode ini memberikan pengukuran resistivitas bawah permukaan yang berbeda dengan metode log resistivitas. Selain itu, metode ini memiliki kelemahan dalam membaca lapisan tipis saat kedalaman pengukuran bertambah. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini untuk membandingkan metode geolistrik dan log resistivitas, serta menentukan faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan pengukuran tersebut. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang nantinya diolah menggunakan software tertentu. Data geolistrik diolah menggunakan Res2DINV untuk memperoleh penampang resistivitas 2D. Kemudian data log resistivitas diolah menggunakan WellCAD untuk memperoleh kurva resistivitas. Kedua hasil tersebut digabungkan dalam satu gambar untuk dibandingkan dan dianalisis perbedaannya. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai resistivitas semu yang ditampilkan penampang geolistrik lebih kecil dibandingkan kurva resistivitas milik log resistivitas. Selain itu, terdapat sedikit perbedaan interpretasi antara keduanya, dimana metode geolistrik tidak dapat membaca lapisan tipis yang cukup dalam, seperti batubara, dan metode log resistivitas tidak dapat membaca lapisan *clay*.

Kata Kunci: Log Resistivitas, Geolistrik, Resistivitas, Tomografi

ABSTRACT

Geoelectrical methods are often used to interpret shallow subsurface layers. However, in reality, this method provides different subsurface resistivity measurements from the resistivity log method. In addition, this method has the disadvantage of reading thin layers as the measurement depth increases. Therefore, this research was conducted to compare the geoelectrical method and the resistivity log, and determine the factors that cause the differences in these measurements. This research uses secondary data, which will be processed using certain software. Geoelectrical data is processed using Res2DINV to obtain 2D resistivity sections. Then the resistivity log data is processed using WellCAD to obtain a resistivity curve. The two results are combined into one image to compare and analyze the differences. The results obtained show that the apparent resistivity value displayed on the geoelectric section is smaller than the resistivity curve belonging to the resistivity log. In addition, there is a slight difference in interpretation between the two, where the geoelectric method cannot read deep thin layers, such as coal, and the resistivity log method cannot read clay layers.

Keywords: Resistivity Log, Geoelectric, Resistivity, Tomography

1. PENDAHULUAN

Metode geofisika merupakan metode yang sering digunakan dalam interpretasi lapisan bawah permukaan. Interpretasi bawah permukaan dilakukan dengan cara mengukur sifat-sifat batuan. Salah satu sifat yang dapat diukur tersebut adalah resistivitas.

Resistivitas merupakan salah satu sifat batuan untuk menghambat arus listrik [1]. Dengan mengetahui nilai resistivitas bawah permukaan, akan dapat diketahui litologi penyusun bawah permukaan. Terdapat dua metode yang memanfaatkan sifat ini, yaitu log resistivitas dan geolistrik resistivitas.

Log resistivitas mengukur resistivitas bawah permukaan dengan cara menghasilkan arus pada lubang bor, dan mengukur respon formasi terhadap arus yang diberikan. Terdapat dua jenis metode log resistivitas berdasarkan metode injeksi arusnya, yaitu log induksi dan laterolog. Log induksi memancarkan arus bolak balik berfrekuensi tinggi, dan memperoleh nilai konduktivitas batuan yang berhubungan dengan resistivitas. Adapun laterolog menggunakan elektroda untuk mengukur

resistivitas formasi [2].

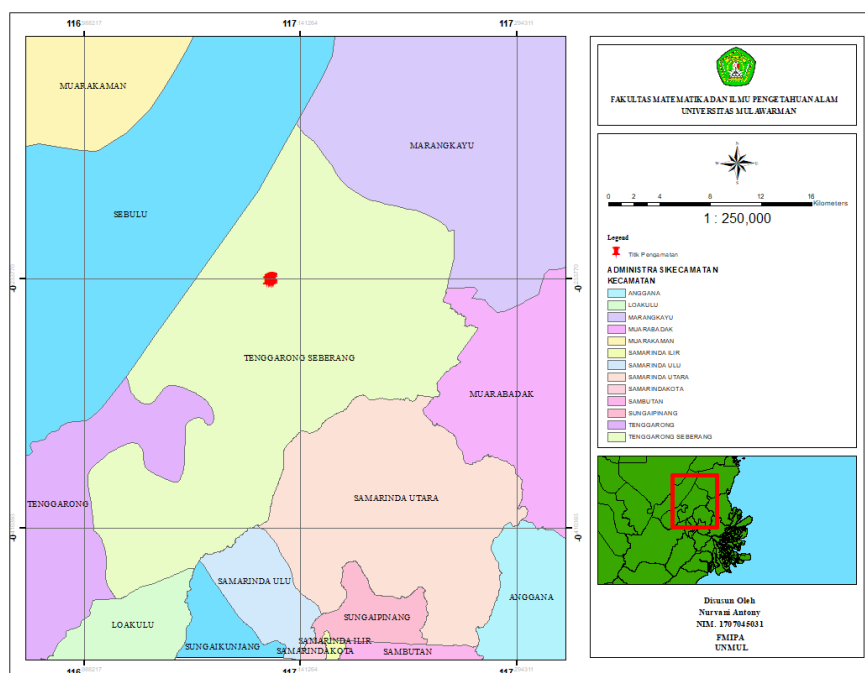
Dalam melakukan interpretasi bawah permukaan, tentunya hasil kedua metode ini harus menunjukkan harga resistivitas yang sama. Hal ini karena keduanya mengukur sifat yang sama, dan jenis litologi yang sama. Perbedaan hasil antara kedua metode tersebut berpotensi menyebabkan perbedaan interpretasi.

Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan nilai resistivitas yang diperoleh dari metode log resistivitas dan geolistrik resistivitas. Kemudian dari hasil perbandingan tersebut, akan ditentukan faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan pengukuran antara keduanya.

2. TEORI

2.1 Geologi Wilayah Penelitian

Secara khusus, wilayah penelitian tersusun atas formasi Balikpapan. Formasi Balikpapan merupakan formasi batuan yang tersusun atas perselingan batu pasir kuarsa, batu lempung lanauan dan serpih dengan sisipan napal, batu gamping dan batubara. Formasi batuan ini menunjukkan umur Miosen Tengah bagian atas. Lingkungan pengendapannya adalah litoral laut dangkal dengan ketebalan 800 m [3].



Gambar 1 Lokasi Penelitian

2.2 Metode Laterolog

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, metode laterolog merupakan metode yang menggunakan elektroda untuk mengukur resistivitas pada lubang bor. Karena metode ini menggunakan alat galvanik, maka alat log harus selalu kontak dengan formasi batuan. Sehingga metode ini sangat cocok menggunakan lumpur air asin yang memiliki resistivitas rendah. Metode ini cocok digunakan untuk membaca resistivitas formasi dengan nilai sedang ke tinggi [2].

2.3 Konfigurasi Wenner-Schlumberger

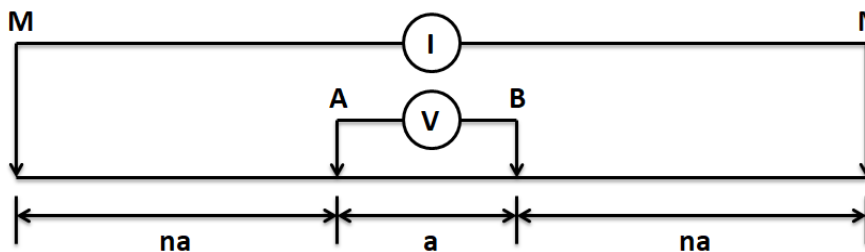
Konfigurasi geolistrik yang digunakan pada penelitian ini adalah konfigurasi Wenner-Schlumberger. Konfigurasi Wenner-Schlumberger adalah

konfigurasi geolistrik resistivitas dengan sistem aturan spasi yang konstan dengan catatan faktor “n” untuk konfigurasi ini adalah perbandingan jarak antara elektroda A-M (atau B-N) dengan spasi antara A-B [4].

Pola sensitifitas pada metode ini bergantung pada nilai n. Saat n kecil ($n \leq 3$), konfigurasi ini sensitif terhadap perubahan secara horizontal. Ini berarti bahwa konfigurasi ini baik dalam membaca perubahan lapisan. Namun saat n besar ($n > 3$), konfigurasi ini menjadi sensitif pada perubahan secara vertikal. Ini berarti bahwa konfigurasi ini baik dalam membaca struktur rongga [4].

Faktor geometri untuk konfigurasi ini adalah sebagai berikut

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



Gambar 2 Konfigurasi Wenner-Schlumberger

2.4 Resistivitas Batuan

Resistivitas adalah kemampuan suatu batuan untuk dapat menghambat arus listrik. Berdasarkan harga resistivitasnya, batuan dikategorikan menjadi 3 jenis, yaitu konduktor baik, konduktor sedang, dan isolator [1]. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi harga resistivitas batuan, yaitu permeabilitas, porositas,

kepadatan, dan kandungan air batuan tersebut [5].

Batuan sedimen biasanya memiliki harga resistivitas yang lebih kecil dibanding batuan beku dan metamorf. Hal ini karena porositasnya yang lebih besar dibanding yang lain [4]. Adapun harga resistivitas beberapa batuan sedimen dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini

Tabel 1 Nilai Resistivitas Beberapa Batuan [6]

Material	Rentang Resistivitas (Ωm)
Clay (Lempung)	1 – 100
Claystone (Batu Lempung)	1 – 120
Siltstone (Batu Lanau)	1 – 300
Mudstone (Batu Lumpur)	1 – 200
Alluvium	1 – 1.000
Coal	$0,6 - 10^5$
Soil	10 – 200
Sandstone (Batu Pasir)	$1 - 6,4 \times 10^8$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Maret hingga September 2022. Adapun lokasi penelitian terletak di desa Buana Jaya,

Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Posisi titik data penelitian dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Posisi Lintasan Geolistrik dan Titik Bor

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder (log resistivitas, geolistrik resistivitas, dan *core*), peta geologi, *software* pendukung (Res2DINV, WellCAD, RockWorks, dan Ms. Exel), dan alat tulis lainnya.

3.3 Tahap Penelitian

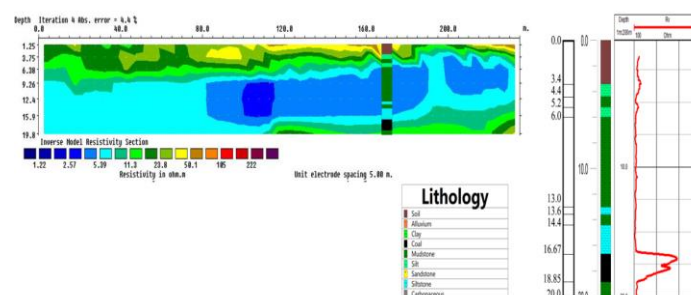
Adapun tahap penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut. Tahap persiapan bertujuan untuk mencari data-data sekunder yang diperlukan dan instalasi *software* pendukung. Tahap studi literatur bertujuan untuk mencari dasar teori yang diperlukan. Tahapan pengolahan data bertujuan untuk mengolah data yang telah diperoleh. Terakhir, tahapan analisis dan

interpretasi bertujuan untuk membandingkan hasil pengolahan kedua metode.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perbandingan Lintasan A2 dengan Lubang Bor RK 2039

Hasil perbandingan geolistrik resistivitas lintasan A2 dan log resistivitas lubang bor RK 2039 ditunjukkan pada Gambar 4. Karena hasil geolistrik berupa penampang, tidak semua nilai resistivitas dianggap mewakili resistivitas lubang bor. Hanya resistivitas yang terdapat di sekitar *single log lithology* pada penampang yang dianggap mewakili resistivitas lubang bor.



Gambar 4 Hasil Perbandingan Lintasan A2 dengan Lubang Bor RK 2039

Berdasarkan Gambar 4, diketahui bahwa rentang resistivitas geolistrik adalah sekitar 2,57 – 23,8 Ωm . Sedangkan rentang

resistivitas log resistivitas adalah sekitar 100 – 300 Ωm . Adapun hasil interpretasi litologi ditunjukkan pada Tabel 2 berikut

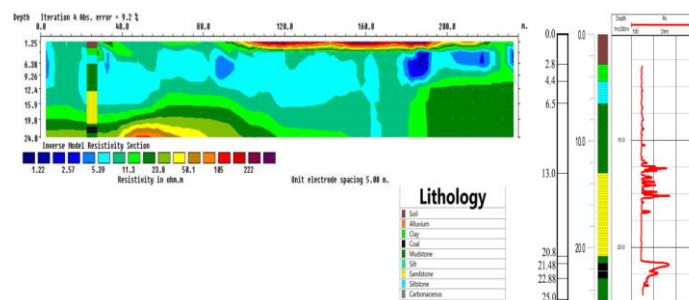
Tabel 2 Interpretasi Lintasan A2 dan Lubang Bor RK 2039

	Kedalaman (m)	Resistivitas (Ωm)	Litologi
A2	1,25 – 3,4	32,72	Soil
	3,4 – 4,3	13,8	Clay
	4,3 – 17,0	6,0	Mudstone
	17,0 – 19,8	12,5	Siltstone
RK 2039	1,5 – 3,4	120	Soil
	3,4 – 16,7	109,6	Mudstone
	16,7 – 18,9	222,2	Batubara
	18,9 – 20,0	112,6	Mudstone

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa nilai resistivitas geolistrik resistivitas lebih kecil dibandingkan nilai resistivitas log resistivitas. Pada Tabel 2 terlihat bahwa metode geolistrik yang tidak membaca lapisan batubara, dan metode log resistivitas yang tidak membaca lapisan clay.

4.2 Hasil Perbandingan Lintasan B2 dengan Lubang Bor RK 2041

Hasil perbandingan geolistrik resistivitas lintasan B2 dan log resistivitas lubang bor RK 2041 ditunjukkan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5 Hasil Perbandingan Lintasan B2 dengan Lubang Bor RK 2041

Berdasarkan Gambar 5, diketahui bahwa rentang resistivitas geolistrik adalah sekitar 5,39 – 23,8 Ωm . Sedangkan rentang

resistivitas log resistivitas adalah sekitar 150 – 250 Ωm . Adapun hasil interpretasi litologi ditunjukkan pada Tabel 3 berikut

Tabel 3 Interpretasi Lintasan B2 dan Lubang Bor RK 2041

	Kedalaman (m)	Resistivitas (Ωm)	Litologi
B2	1,25 – 2,8	10,2	Soil
	2,8 – 4,0	6,8	Clay
	4,0 – 13,4	7,8	Mudstone
	13,4 – 21,5	15,6	Sandstone
	21,5 – 24,0	24,5	Mudstone

	Kedalaman (m)	Resistivitas (Ωm)	Litologi
RK	2,0 – 4,0	156,6	<i>Soil</i>
2041	4,0 – 13,4	151,4	<i>Siltstone</i>
	13,4 – 21,5	155,1	<i>Mudstone</i>
	21,5 – 22,9	214,1	<i>Batubara</i>
	22,9 – 24,0	162,4	<i>Mudstone</i>

4.3 Pembahasan

Secara keseluruhan, dapat dilihat bahwa resistivitas yang diperoleh pada metode geolistrik lebih kecil dibandingkan resistivitas yang diperoleh pada metode log resistivitas. Menurut (Putra dkk, 2020), hasil resistivitas rendah pada model inversi geolistrik yang ditunjukkan oleh kontur berwarna biru menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki kondisi hidrologi yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan oleh masuknya air hujan ke dalam formasi batuan. Ini menunjukkan bahwa penyebab perbedaan nilai resistivitas batuan disebabkan oleh perbedaan kandungan air pada lokasi pengamatan, dimana lokasi pengamatan lintasan geolistrik memiliki kandungan air lebih tinggi dibanding lokasi pengamatan lubang bor.

Pada hasil juga terlihat bahwa berturut-turut metode log resistivitas tidak dapat membaca lapisan *clay*. Jika dilihat pada Tabel (1), diketahui bahwa *clay* memiliki resistivitas yang kecil, yaitu sekitar 1-100 Ωm . Menurut (Mauladika, 2018), alat laterolog biasanya digunakan untuk mengukur resistivitas menengah ke tinggi. Hal ini menyiratkan bahwa metode laterolog memiliki kelemahan dalam mengukur resistivitas rendah. Inilah yang

menyebabkan metode laterolog tidak dapat membaca lapisan *clay*, disebabkan resistivitasnya yang kecil.

Selanjutnya diketahui juga berdasarkan hasil bahwa metode geolistrik tidak dapat membaca lapisan batubara. Jika diperhatikan, posisi batubara pada tiap lokasi pengamatan selalu berada cukup dalam, dan memiliki ketebalan lapisan yang cukup tipis. Oleh karena itu, dapat dikaitkan antara teori area sensitifitas konfigurasi Wenner-Schlumberger dengan hasil pengamatan ini.

Berdasarkan teori yang telah disebutkan, konfigurasi Wenner-Schlumberger akan menjadi sensitif terhadap perubahan horizontal saat n kecil, dan akan menjadi sensitif terhadap perubahan secara vertikal saat n besar. Ditambah juga oleh pernyataan dari (Mulyasari dkk, 2021), bahwa konfigurasi Wenner-Schlumberger tidak terlalu sensitif dalam membaca perubahan horizontal. Ini berarti bahwa konfigurasi ini lemah dalam membaca perubahan per lapisan. Hal ini juga didukung oleh hasil pengolahan data. Tabel 4 di bawah ini menunjukkan peningkatan nilai n terhadap posisi titik data yang dibaca oleh alat geolistrik.

Tabel 4 Perubahan Jarak Titik Data

Nilai n	Posisi Titik Data (m)	Selisih dengan titik sebelumnya (m)
1	1,25	1,25
2	3,75	2,5
3	6,38	2,63
4	9,26	2,88
5	12,4	3,14
6	15,9	3,5
7	19,8	3,9

Berdasarkan tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa semakin bertambah nilai n , posisi titik data akan semakin membesar. Hal ini ditunjukkan oleh nilai selisih titik data yang satu dengan titik data sebelumnya. Ketika titik data geolistrik semakin merenggang, maka lapisan tipis akan semakin sulit untuk terbaca. Inilah mengapa hasil pada metode geolistrik tidak bisa menangkap lapisan batubara, karena posisinya yang berada di bawah kedalaman dan tipis, sementara kemampuan konfigurasi dalam membaca perubahan lapisan semakin berkurang disebabkan perenggangan titik data.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil, diketahui bahwa nilai resistivitas yang diperoleh dari metode geolistrik lebih kecil dibandingkan nilai resistivitas yang diperoleh dari metode log resistivitas. Hasil interpretasi kedua metode hampir sama, namun metode log memiliki kelemahan membaca lapisan *clay*, sementara metode geolistrik memiliki kelemahan membaca lapisan batubara.

Penyebab nilai resistivitas metode geolistrik lebih kecil dibandingkan metode log resistivitas disebabkan oleh kondisi lingkungan lintasan geolistrik yang lebih berair dibandingkan lubang bor.

Penyebab kelemahan metode log resistivitas dalam membaca lapisan clay adalah karena resistivitas clay yang kecil, sementara metode log hanya sensitif membaca lapisan dengan resistivitas sedang hingga tinggi.

Penyebab metode geolistrik sulit membaca lapisan batubara adalah karena posisi lapisan batubara yang terletak cukup dalam dan tipis, sementara konfigurasi Wenner-Schlumberger menjadi kurang sensitif membaca perubahan lapisan saat n membesar atau kedalaman bertambah.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis kepada PT KMIA dan Laboratorium Geofisika

FMIPA Unmul yang telah bersedia memberikan data penelitian.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prameswari, F.W., Bahri, A.S., Parnadi, W. 2012. Analisa Resistivitas Batuan dengan Menggunakan Parameter Dar Zarrouk dan Konsep Anisotropi, *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 1(1): 15-20.
- [2] Asquith, G. & Krygowski, D. 2004. Basic Well Log Analysis (2th Edition). Oklahoma: The American Association of Petroleum Geologists.
- [3] Fatoni, F.R., Supriyanto, Lazar, A.L. (2021). Identifikasi Zona Lemah di Jalan Poros Samarinda Bontang Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner Schlumberger, *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 1-7.
- [4] Loke, M.H. 2001. Tutorial : 2-D and 3-D electrical imaging surveys. <http://www.geoelectrical.com/>.
- [5] Septyanto, B., Nafian, M., Isnaini, N. 2018. Identifikasi Lapisan Batuan di Daerah Bojongsari Depok Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas, *Al-Fiziya*, 1(2).
- [6] Telford, W.M., Geldard, L.P., Sheriff, R.E. 1990. Resistivity Method. In: Applied Geophysics. Cambridge: Cambridge University.
- [7] Puta, M.H.Z., Kartiko, R.D., Soemantidiredja, P., Sadisun, I.A., Tohari, A. 2020. Pengaruh Zona Jenuh Air Terhadap Kestabilan Lereng di Weninggalih, Kabupaten Bandung Barat, *Riset Geologi dan Pertambangan*, 30(1): 119-130.
- [8] Mauladika, A.I. 2018. Analisis Sifat Petrofisika Batuan Menggunakan Metode Mutlimineral Probabilistik untuk Karakterisasi Reservoir pada Sumur A-1 dan A-2 Lapangan X, Cekungan Bonaparte, Skripsi, Universitas Bandar Lampung.
- [9] Mulyasari, R., Darmawan, G.B.,

Haerudin, N. 2021. Perbandingan Konfigurasi Elektroda Metode Geolistrik Resistivitas untuk Identifikasi Litologi dan Bidang Gelincir di Kelurahan Pidada Bandar Lampung, *JoP*, 6(2): 16-23.