

Interpretasi Material Pada Rancang Bak Ukur Skala Laboratorium Dengan Pendekatan Konfigurasi Wenner, Wenner – Schlumberger dan Dipole-dipole

(Material Interpretation in Laboratory Scale Measurement Design Using Wenner, Wenner–Schlumberger and Dipole-dipole Configuration Approaches)

Guskarnali^{1*}, Haslen Oktarianty¹, Irvani¹, E.P.S.B. Taman Tono¹ dan Delita Ega Andini¹

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

* Korespondensi E-mail: guskarnali@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan pengukuran geolistrik menggunakan alat Resistivity Meter (Geores) multi channel dengan pendekatan Konfigurasi Wenner, Wenner-Schlumberger, dan Dipole-dipole terhadap pengaruh material yang disusun dalam rancang bak ukur skala laboratorium dengan dimensi 194 x 184 x 80 cm. Metode yang diukur yakni variasi nilai resistivitas terhadap setiap lintasan dari material. Pengukuran geolistrik dilakukan sebanyak 7 lintasan (5 lintasan arah Barat-Timur dan 2 Lintasan arah Utara-Selatan). Spasi antar elektroda dari setiap lintasan 10 cm dengan 16 elektroda dalam satu lintasan sehingga setiap lintasan memiliki panjang 160 cm atau 1,6 m yang menyesuaikan dengan dimensi panjang dan lebar dari bak ukur skala laboratorium. Parameter susunan elektroda bersifat konstan terhadap perubahan konfigurasi yang dipilih dari parameter geores pada saat pengukuran geolistrik. Hasil pengukuran diperoleh kedalaman yang teridentifikasi mencapai sedalam 31,2 cm. Kategori nilai resistivitas rendah memiliki interval 374-4.397 ohm.meter pada kedalaman 0-12,5cm merupakan pengaruh dari material pasir bangunan yang mengandung air dan tanah, sedangkan interval kedalaman 12,5 - 31,2 cm ohm.meter (kategori material yang dipengaruhi oleh 2 batang besi, pasir tailing timah, batu granit, kerikil-kerakal) dengan nilai resistivitas berkisar 12.378–67.498 ohm.meter. Dari percobaan pengaruh nilai resistivitas dari ketiga konfigurasi wenner, Wenner - Schlumberger, dan Dipole-dipole diperoleh nilai resistivitas absolute error yang terkecil pada konfigurasi Wenner sebesar 5,01% terhadap rerata nilai resistivitas *absolute error* keseluruhan 10,16%.

Kata kunci: Resistivitas, Wenner, Wenner-Schlumberger, Dipole-dipole

Abstract

Geoelectric measurements have been carried out using multichannel Resistivity Meter (Geores) tools with Wenner, Wenner-Schlumberger, and Dipole-dipole Configuration approaches on the influence of materials arranged in a laboratory-scale measuring tub design with dimensions of 194x184x80 cm. The measured method is the variation in resistivity value against each trajectory of the material. The method used is the variation of resistivity values for each path of the material that has been arranged in a laboratory scale measuring design. Geoelectric measurements were carried out on 7 lines (5 line in the West-East direction and 2 line in the North-South direction). The spacing between the electrodes of each line is 10 cm with 16 electrodes in one line so that each line has a length of 160 cm or 1.6 m which corresponds to the length and width dimensions of a laboratory scale measuring design. The electrode arrangement parameters are constant with respect to changes in the configuration selected from the geores parameters during geoelectric measurements. The measurement results showed that the identified depth reached 31.2 cm. The low resistivity value category has an interval of 374-4,397 ohm.meters at a depth of 0-12.5 cm, which is the influence of building sand material containing water and soil, while the depth interval is 12.5 - 31.2 cm ohm.meters (material category that is influenced by 2 iron rods, tin tailings sand, granite, gravel) with resistivity values ranging from 12,378–67,498 ohm.meters. From experiments on the influence of the resistivity values of the three Wenner, Wenner-Schlumberger, and Dipole-dipole configurations, it was obtained that the smallest absolute error resistivity value in the Wenner configuration was 5.01% against the overall average absolute error resistivity value of 10.16%.

Keywords: Resistivitas, Wenner, Wenner-Schlumberger, Dipole-Dipole

1. Pendahuluan

Metode geolistrik merupakan metode yang bersifat aktif karena melakukan injeksi arus listrik ke bawah permukaan tanah. Metode ini salahsatu bagian dari metode geofisika yang sering digunakan dalam eksplorasi untuk mencari pola sebaran material yang ada dibawah permukaan bumi. Metode ini sebagai data pelengkap dari data survey yang dilakukan secara geologi karena memiliki tingkat akurasi pengukuran yang baik dibandingkan dari metode geofisika lainnya yang bersifat pasif.

Dalam pengukuran metode geolistrik di lapangan terdapat berbagai jenis pengukuran atau mengikuti konfigurasi (susunan jarak antar elektorda potensial dan elektroda arus) yang biasa digunakan dalam pengukuran geolistrik seperti konfigurasi Wenner, Dipole-dipole, dan Schlumberger. objek yang diukur serta instrumentasi yang tersedia dari alat geolistrik juga menjadi pertimbangan agar hasil yang diperoleh dapat menggambarkan kondisi bawah permukaan dengan baik. Umumnya alat geolistrik yang tersedia dilengkapi dengan pengukuran parameter resistivitas (tahanan jenis) disamping parameter lainnya seperti parameter Induksi Polarisasi (IP) yang disesuaikan dengan spesifikasi alat geolistrik.

Pengukuran geolistrik di lapangan perlu mempertimbangkan banyak lintasan (line) serta spasi dan juga konfigurasi yang digunakan agar objek yang diukur mendapatkan validasi keakuratan yang tinggi sebelum dilakukan uji bor. Pendekatan konfigurasi Wenner diperoleh nilai resistivitas antara 55,9-147 ohm.meter yang diidentifikasi merupakan pasir yang terdapat kandungan air permukaan sedangkan batu granit memiliki nilai resistivitas antara 2.682-7.060 ohm.meter (Hakim dan Manrulu, 2016). Granit lapuk memiliki nilai resistivitas 900-1.950 ohm.meter dan granit fresh diatas 1.950 ohm.meter (Winda et al., 2019). Konfigurasi Dipole-dipole diduga lapisan batu pasir memiliki interval nilai resistivitas 1.138-5.879 ohm.meter (Silvia dan Malik, 2021), nilai resistivitas 8-276 ohm.meter (lapisan permukaan seperti top soil, pasir halus), 276-2.000 ohm.meter kategori lapisan pasir lempung (Rahmania et al.,2020). Nilai resistivitas 0-700 ohm.meter merupakan lapisan pasir lempung dan batu granit diatas 1.800 ohm.meter (Mardiah dan Guskarnali, 2019). Indikasi batu granit yang merupakan zona mineralisasi timah memiliki nilai resistivity diatas 1.800 ohm.meter dan nilai chargeabilitas diatas 30msec (Sasena, dkk., 2019).

Pengukuran geolistrik di lapangan menggunakan konfigurasi Wenner-Schlumberger

di indikasi batu pasir sampai pasir halus dengan nilai resistivitas antara 90,5-1.000 ohm.meter (Ashari, dkk., 2019), nilai resistivitas 24,4-113,52 ohm.meter (Nugroho, et al., 2018). Nilai resistivitas 0,13-5,73 ohm.meter merupakan lapisan yang terdapat lempung, air tanah, dan pasir (Saputra et al., 2020). Nilai resistivitas antara 1,13-6,6 ohm.meter indikasi merupakan pasir tersaturasi air dan tanah lempung berkisar antara 8,25-45 ohm.meter (Widyastuti et al., 2020). Nilai resistivitas 91-250 ohm.meter di indikasi sebagai lapisan pasir lempungan (Mulyasari, et al., 2021). Lapisan yang kedap air (impermeable) memiliki nilai resistivitas dibawah 17,1 ohm.meter sedangkan lapisan batu pasir berada pada nilai resistivitas sekitar 59,4 ohm.meter (Erfan, et al., 2019). Konfigurasi Wenner dan Wenner-Schlumberger memiliki Konfigurasi Wenner-Schlumberger dan konfigurasi Dipole-dipole diperoleh nilai resistivitas yang terindikasi keberadaan dari batu pasir yang mengandung akuifer (air tanah) berkisar 0-16.384 ohm.meter (Puluiyo et al., 2018).

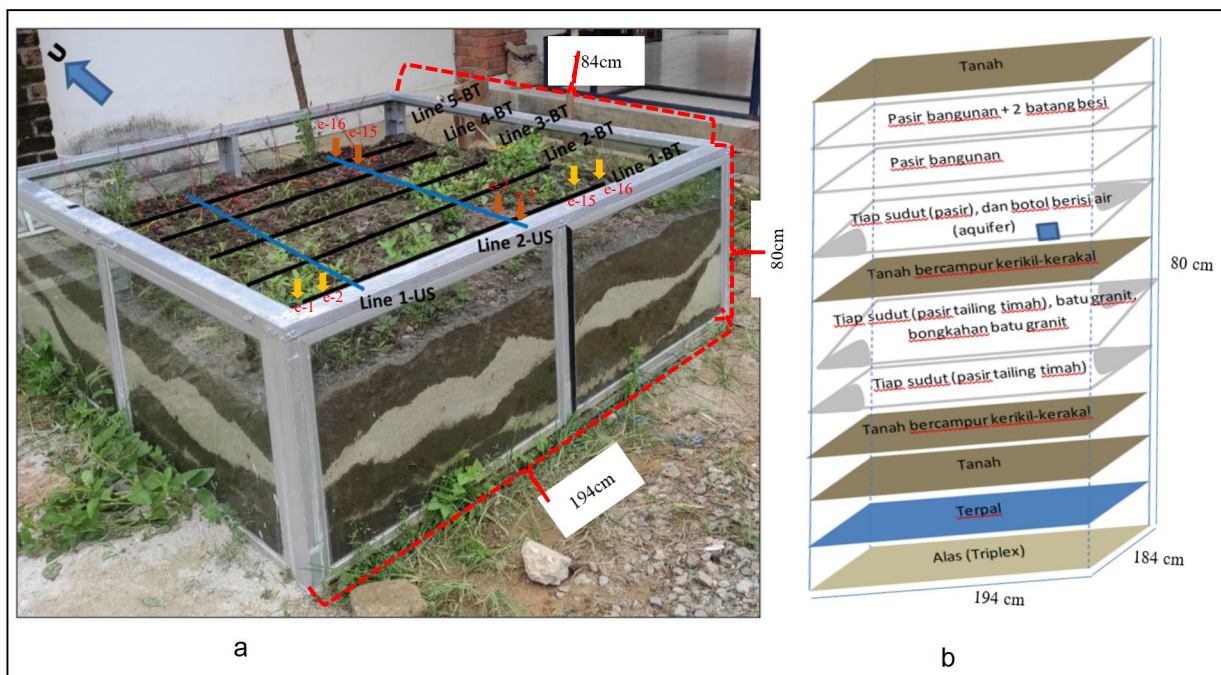
Konfigurasi Wenner-Schlumberger diperoleh Pengukuran geolistrik juga dilakukan pada rancang bak ukur resistivitas skala laboratorium dengan dimensi 2,5 m x 0,5 m x 1 m yang terisi pasir tanah (soil), pasir besi, batuan beku (andesit), dan batu gamping dengan pendekatan konfigurasi Wenner. Nilai resistivitas diperoleh 20-28,9 ohm.meter dengan respon dari tanah terisi air dan nilai resistivitas batuan beku diatas 300 ohm.meter, pasir besi dengan nilai resistivitas dibawah 230 ohm.meter dan tanah berkisar antara 230-260 ohm.meter (Suharsono, dkk, 2014). Nilai tahanan jenis (resistivitas) pendugaan untuk tanah daerah basah (50-200 ohm.meter), daerah kering (100-500 ohm.meter), air hujan (30-1000 ohm.meter) dan batuan beku (100-10.000 ohm.meter) (SNI 2818:2012). Nilai resistivitas batuan untuk kriteria granit (200-10.000 ohm.meter), pasir (1-1.000 ohm.meter), aluvium (10-800 ohm.meter) (Telford, et al.,1990).

Penelitian ini dilakukan untuk memberikan pengetahuan dalam pemahaman secara langsung terhadap variasi nilai resistivitas dari material yang diperoleh di lapangan terhadap material yang tersusun dalam rancang bak ukur skala laboratorium yang dihasilkan dari pengukuran geolistrik terhadap konfigurasi Wenner, Wenner-Schlumberger, dan Dipole-dipole sebagai pembanding nilai resistivitas yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan terhadap respon dari material pada lapisan bawah permukaan.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung dengan membuat suatu rancang bangun bak ukur skala laboratorium dengan panjang 194 cm, lebar 184 cm, dan tinggi 80 cm (Gambar 1a). Bak ukur skala laboratorium ini digunakan dan diaplikasikan untuk mendiskripsikan pengaruh material yang tersusun terhadap konfigurasi (susunan elektroda) metode geolistrik yang tersedia pada parameter pilihan alat geolistrik. Material bak ukur skala laboratorium tersusun atas lapisan dari bawah ke atas berupa alas (triplex), terpal, tanah, tiap sudut (pasir tailing timah), kerikil-kerakal dengan tiap sudut (pasir tailing timah), bongkahan batu granit, tanah bercampur kerikil-kerakal, tiap sudut (pasir bangunan), pasir tailing timah dan botol berisi minyak, botol berisi air (aquifer), pasir tailing timah dan 2 batang besi, dan tanah (Gambar 1b).

Pengujian bak ukur skala laboratorium dilakukan menggunakan alat geolistrik Resistivity Meter (Geores). Elektroda yang digunakan berupa paku besi sepanjang 12 cm sebagai pengganti elektroda sesungguhnya (elektroda stainless steel) yang panjangnya 41 cm. Jumlah elektroda yang digunakan sebanyak 16 elektroda. Penyusunan elektroda sesuai dengan arah yang ditentukan dengan spasi antar elektroda 10 cm pada tiap lintasan. Jumlah lintasan (*Line*) berjumlah 7 lintasan dengan 5 lintasan arah Barat Timur (BT), dan 2 Lintasan arah Utara Selatan (US). Posisi elektroda arus dan potensial tersusun mengikuti konfigurasi wenner sebanyak 16 elektroda, spasi (*a*) 10 cm (jarak antara elektroda arus dan potensial sama) dan pengaturan pada parameter pengukuran di geores aplikasi yakni konfigurasi Wenner, Wenner-Schlumberger, dan Dipole-dipole.



Gambar 1. Rancang Bangun Bak Ukur Skala Laboratorium: (a). Model bak ukur; (b). Susunan material pada bak ukur

3. Hasil dan Pembahasan

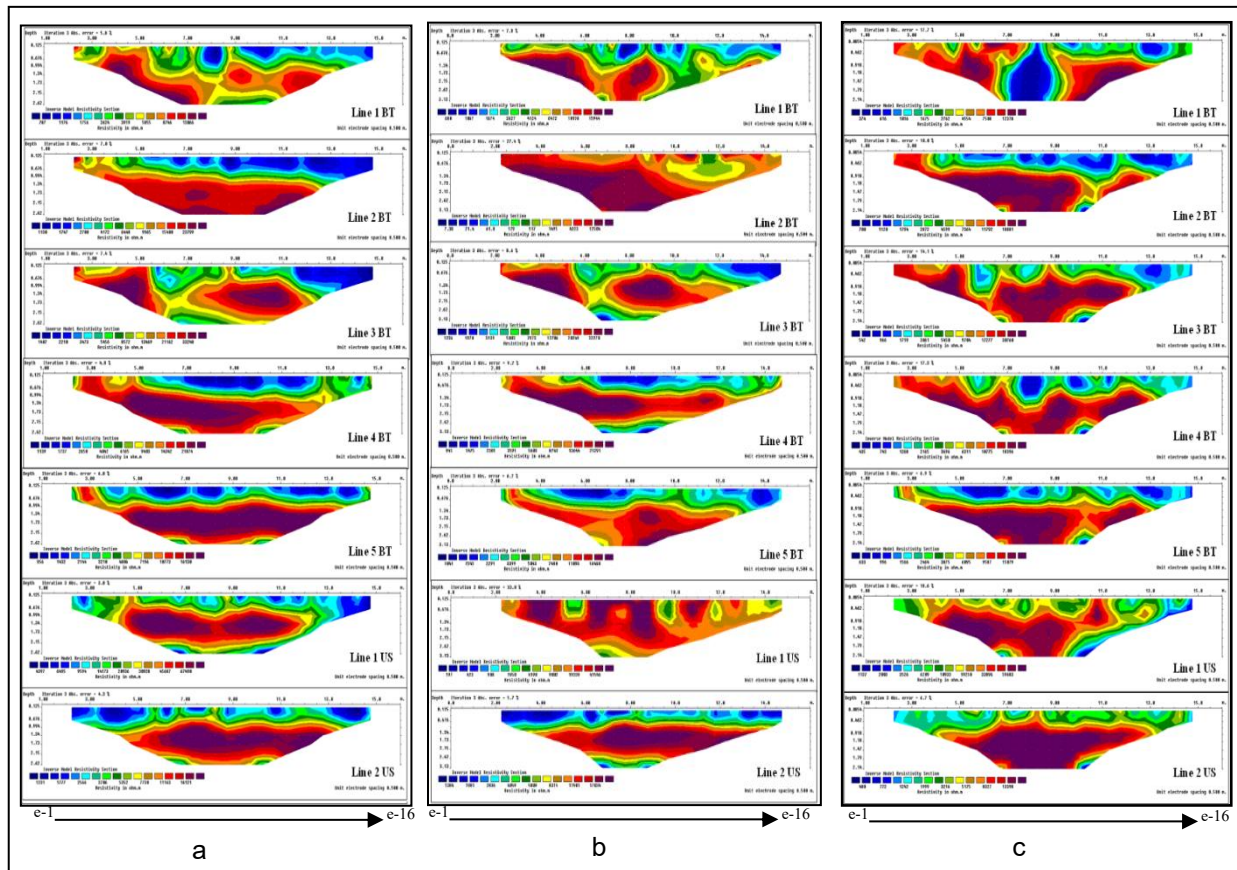
Pengukuran metode geolistrik dilakukan pada rancang bak ukur skala laboratorium dengan nilai resistivitas (tahanan jenis) dengan satuan ohm.meter. susunan spasi elektroda yang digunakan sama ($a=10$ cm) dengan panjang tiap line sebesar 160 cm. Hasil pengukuran geolistrik diperoleh penampang resistivitas tiap lintasan (*Line*) yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Hasil penampang resistivitas tiap arah dari tiap konfigurasi dengan spasi antar elektroda 10

cm diperoleh kedalaman penetrasi (jangkauan pengaruh) yang dapat terekam untuk menggambarkan kondisi bawah permukaan dibawah titik lintasan pengukuran diperoleh kedalaman 24,2 cm (Wenner), 31,2 cm (Wenner-Schlumberger), 21,4 cm dengan rerata kedalaman penetrasi 25,6 cm. Kedalaman dari bak ukur skala laboratorium 80 cm dengan selisih 54,4 cm dari rerata kedalaman penetrasi hasil penampang resistivitas. Besarnya nilai penetrasi

kedalaman dari pengukuran geolistrik dikarenakan spasi elektroda yang digunakan kecil yakni 10 cm dengan mengimplimentasikan 16 elektroda terhadap dimensi dari bak ukur skala laboratorium. Spasi antar elektroda ini

memberikan pengaruh hasil pengukuran geolistrik terhadap penetrasi kedalaman yang dapat diinterpretasikan dari material yang tersusun yang tersebar merata pada bak ukur skala laboratorium.



Gambar 2. Hasil penampang resistivitas: (a), Konfigurasi Wenner; (b), Konfigurasi Wenner - Schlumberger, (c), Konfigurasi Dipole-dipole

Secara visualisasi hasil penampang resistivitas memberikan pola sebaran data yang hampir sama terhadap material yang terdapat dalam bak ukur skala laboratorium. Material pada bak ukur skala laboratorium disusun secara berlapis sehingga dikategori secara umum memiliki dua batas peralihan dengan interval kedalaman dari 0-12,5 cm (kategori material yang dipengaruhi oleh pasir bangunan yang mengandung air dan tanah dengan nilai

resistivitas berkisar 374 – 4.397 ohm.meter, warna hijau dan biru) sedangkan interval kedalaman 12,5 - 31,2 cm (kategori material yang dipengaruhi oleh 2 batang besi, pasir tailing timah, batu granit, kerikil-kerakal) dengan nilai resistivitas berkisar 12.378 – 67.498 ohm.meter, warna kuning dan merah). Nilai resistivitas yang diperoleh pada setiap penampang resistivitas dari tiap konfigurasi menunjukkan perbedaan signifikan (Tabel 1).

Tabel 1. Data kuantitatif parameter penampang nilai resistivitas tiap konfigurasi

No	Parameter resistivitas tiap konfigurasi	Line-1	Line-2	Line-3	Line-4	Line-5	Line-1	Line-2
		BT	BT	BT	BT	BT	US	US
Nilai Resistivitas (Rendah)								
1	W	787	1.130	1.407	1.139	956	4.397	1.231
	\bar{x}_p k per arah	1.083,8					2.814	

	\bar{x}_ρ k-W				1.948,9			
2	WS	688	735	1.236	945	945	1.041	1.384
	\bar{x}_ρ k per arah			764,27			1.212,5	
	\bar{x}_ρ k-WS				988,39			
3	D-d	374	703	542	435	633	1137	481
	\bar{x}_ρ k per arah			537,4			809	
	\bar{x}_ρ k-D-d				673,2			
	\bar{x}_ρ tiap Line	616,33	613,45	1.061,67	839,67	844,67	2.191,67	1.032,00
	\bar{x}_ρ per Arah			795,16			1611,83	
	\bar{x}_ρ Keseluruhan				1.203,50			
Nilai Resistivitas (Tinggi)								
1	W	13.065	23.799	33.248	21.874	16.130	67.498	16.121
	\bar{x}_ρ k per arah			21.623,2			41.809,5	
	\bar{x}_ρ k-W				31.716,35			
2	WS	15.940	12.504	32.278	21.291	21.291	16.450	17.834
	\bar{x}_ρ k per arah			20.660,8			17.142	
	\bar{x}_ρ k-WS				18.901,4			
3	D-d	12.378	18.881	38.760	18.396	15.079	59.683	13.398
	\bar{x}_ρ k per arah			20.698,8			36.540,5	
	\bar{x}_ρ k-D-d				28.619,7			
	\bar{x}_ρ tiap Line	13.794,3	18.394,7	34.762,1	20.520,3	17.500	47.877	15.784,3
	\bar{x}_ρ per Arah			20.994,27			31.830,67	
	\bar{x}_ρ Keseluruhan				26.412,47			
Nilai Resistivitas (Nilai Absolute Error (%))								
1	W	5,8	7	7,4	4,8	4,8	3,8	4,3
	\bar{x}_ρ k per arah			5,96			4,05	
	\bar{x}_ρ k-W				5,01			
2	WS	7,8	27,4	8,6	9,2	6,2	22,8	5,7
	\bar{x}_ρ k per arah			11,84			14,25	
	\bar{x}_ρ k-WS				13,045			
3	D-d	17,7	10	14,1	17,3	6,9	18,6	4,7
	\bar{x}_ρ k per arah			13,2			11,65	
	\bar{x}_ρ k-D-d				12,425			
	\bar{x}_ρ tiap Line	10,43	14,80	10,03	10,43	5,97	15,07	4,90
	\bar{x}_ρ per Arah			10,33			9,98	
	\bar{x}_ρ Keseluruhan				10,16			

Keterangan: \bar{x}_ρ = Rerata Nilai Resistivitas; \bar{x}_ρ k = Rerata Nilai Resistivitas Konfigurasi; US= Utara-Selatan; BT= Barat-Timur; W=Wenner; WS=Wenner-Schlumberger; D-d=Dipole-dipole,

Parameter penampang nilai resistivitas dari tujuh line (5 arah BT dan 2 arah US) pada tiap konfigurasi per arah diperoleh dari konfigurasi Wenner sebesar 787 ohm.meter, Wenner - Schlumberger sebesar 688 ohm.meter, dan Dipole-dipole sebesar 374 ohm.meter yang didominasi pada Line-1 (BT), interval nilai resistivitas rendah dari 374 – 4.397 ohm.meter

dengan rerata keseluruhan nilai resistivitas dalam kategori rendah sebesar 1.203,5 ohm.meter (masih dalam kategori materi pasir bangunan yang indikasi penampang resistivitasnya berwarna biru). Sedangkan nilai resistivitas (Tinggi) pada tiap konfigurasi per arah diperoleh konfigurasi Wenner sebesar 67,498 ohm.meter (Line-1 (US)), Wenner - Schlumberger sebesar

32,278 ohm.meter (Line-3 (BT)), dan Dipole-dipole sebesar 59,683 ohm.meter (Line-1 (US)), dengan rerata keseluruhan nilai resistivitas dalam kategori tinggi sebesar 26.412,47 ohm.meter. Nilai resistivitas secara keseluruhan lintasan dan konfigurasi yang digunakan berada interval nilai 374 – 4.397 ohm.meter kategori rendah (warna hijau dan biru) dan 12.378 – 67.498 ohm.meter kategori tinggi (warna kuning dan merah).

Nilai resistivitas *absolute error* (%) pada tiap konfigurasi diperoleh konfigurasi Wenner sebesar 3,8 % (rendah) Line-1 (US) sampai 7,4% (tinggi) Line-3 (BT), Wenner-Schlumberger sebesar 5,7% (rendah) Line-2 (US) sampai 27,4% (tinggi) Line-2 (BT), dan Dipole-dipole sebesar 4,7%,

4. Kesimpulan

Hasil pengukuran geolistrik menggunakan parameter konfigurasi Wenner, Wenner-Schlumberger, dan Dipole-dipole terhadap material yang ada dalam bak ukur skala laboratorium bahwa konfigurasi Wenner memberikan nilai resistivitas *absolute error* sebesar 5,01% dalam menaksirkan pengaruh material yang tersusun pada bak ukur skala laboratorium lebih baik daripada parameter konfigurasi Wenner - Schulmberger dan Dipole - dipole.

Daftar Pustaka

- Ashari, Adan., Iryanti, Mimin., Aminudin, Ahmad., 2019, Analisis Nilai Resistivitas Struktur Lapisan Bawah Permukaan Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Desa Rancakole, Kabupaten Bandung, Prosiding Seminar Nasional Fisika 5.0, Jawa Barat.
- Hakim, Manrulu, Rahma Hi., 2016, Aplikasi Konfigurasi Wenner Dalam Menganalisis Jenis Material Bawah Permukaan, Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika 'Al-BiRuNi', Vol. 5, No. 1, Pendidikan Fisika FTK IAIN Raden Intan Lampung.
- Mardiah dan Guskarnali, 2019, Penaksiran Endapan Timah Primer Menggunakan Metode Resistivitas dan Metode Geomagnetik di Bukit Sambunggiri Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka, *PROMINE*, 7(1), 41–47. <https://doi.org/10.33019/promine.v7i1.1063>
- Mulyasari, R., Gede, I., Darmawan, B., dan Haerudin, N., 2021, Perbandingan Konfigurasi Elektroda Metode Geolistrik Resistivitas Untuk Identifikasi Litologi Dan Bidang Gelincir Di Kelurahan Pidada Bandar Lampung. *JoP*, Vol 6 No.2, Juni 2021, Hal. 16-23.
- Nugroho,C., Darsono, dan Ramelan, A.H.,2018, Aplikasi Geolistrik Resistivitas Konfigurasi

(rendah) Line-2 (US) sampai 18,6% (tinggi) Line-1 (US), Interval nilai rerata resistivitas absolute error berkisar 4,3 – 27,4 ohm.meter dengan rerata nilai resistivitas secara keseluruhan sebesar 10,16 %. Nilai resistivitas *absolute error* (%) merupakan hasil iterasi dari inverse model resistivity section (model penampang resistivitas) yang dipilih atau mendekati dalam menggambarkan kondisi bawah permukaan dari hasil pengukuran geolistrik. Parameter nilai resistivitas *absolute error* (%) pada setiap konfigurasi menunjukkan konfigurasi Wenner memiliki rerata nilai resistivitas yang kecil (5,01 %) dibandingkan konfigurasi Wenner - Schlumberger dan Dipole - dipole.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Bangka Belitung (LPPM UBB) dan Laboratorium Jurusan Teknik Pertambangan serta semua pihak yang terkait atas dukungannya sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik dan selesai.

Wenner-Schlumberger untuk Pemetaan Sebaran *Leachate* di Sekitar TPA Putri Cempo Surakarta, Jurnal Fisika dan Aplikasinya, Vol. 14, No. 1, Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret. <http://dx.doi.org/10.12962/j24604682.v14i1.2864>

Puluyiyo, J., As'ari, Tongkukut, Seni, H.J., 2018, Perbandingan Konfigurasi Wenner Alfa, Wenner-Schlumberger, Dipol-dipol dan Pol-dipol Dalam Metode Geolistrik Tahanan Jenis Untuk Mendeteksi Keberadaan Air Tanah, *Jurnal MIPA UNSRAT Online*, Vol. 7, Issue 1, Hal. 29-33.

Silvia, Resma., dan Malik, Usman., 2021, Sebaran Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Dipole-dipole, Komunikasi Fisika Indonesia, Vol.18, No.1, Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Riau Pekanbaru.

SNI 2818, Tata Cara Pengukuran Geolistrik Schlumberger untuk Eksplorasi Air Tanah, Standar Nasional Indonesia, 2012.

Suharsono, Hidayat, W., dan Hamdalah, Hafiz.,2014, Pembuatan Bak Ukur Resistivitas (Skala Laboratorium) Untuk Meningkatkan Pemahaman Mahasiswa Terhadap Mata Kuliah Metode Geolistrik dan Instrumentasi

- Geofisika, Prosiding Seminar Nasional kebumian-IX, 4-5 Desember 2014, Yogyakarta.
- Erfan, Syamsuddin, Wahyuni, A., Jumatriani, Syakirah, St., & Illa, I., 2019, Interpretasi Struktur Perlapisan Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas. *Jurnal Geoelebes*, Vol. 3, No. 2, Hal. 111-115, <https://doi.org/10.20956/geoelebes.v3i2.7117>
- Rahmania, Sastrawan, F.D., dan Arisalwadi, S., 2020, Menentukan Ketebalan Lapisan Lapuk Berdasarkan Data Geolistrik Resistivitas, *Jurnal Sains Terapan*, Vol. 6, No. 2, tahun 2020, Hal. 106-111.
- Sasena, R., Guskarnali, & Andini, D.E. (2019) Identifikasi Penyebaran Zona Mineralisasi Endapan Timah Menggunakan Metode Induksi Polarisasi Konfigurasi Dipole - Dipole Di Bukit Sambungiri Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka. *Jurnal Mineral*. 4 (1), 2019. <https://doi.org/10.33019/mineral.v4i1.1587>
- Saputra, F., Baskoro, S. A., Supriyadi, S., & Priyantari, N. (2020). Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner dan Wenner-Schlumberger pada Daerah Mata Air Panas Kali Sengon di Desa Blawan-ljen. *BERKALA SAINSTEK*, 8 (1), 2020. <https://doi.org/10.19184/bst.v8i1.11991>
- Telford, W.M., Geldart, L.P., and Sheriff, R.E., 1990, *Applied Geophysics Second Edition*, New York: Cambridge University Press, USA.
- Widyastuti, A., Program, Z., Geofisika, S., Fmipa, U., Tanjungpura, J., & Nawawi, H. (2020). Identifikasi Struktur Lapisan Bawah Permukaan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis (Studi Kasus: TPA Batu Layang, Kecamatan Pontianak Utara, Kota Pontianak). *PRISMA FISIKA*, 8(3), 190–195.