

Pemodelan 1D Resistivitas Semu Lapisan Tanah Di Wilayah Durjo, Kabupaten Jember¹

1D Apparent Resistivity Modeling of Soil Layer at Durjo Area, Jember Regency

Nur Faizin^{a,2}, Januar Fery Irawan^a

^a Program Studi Teknik Pertambangan,, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember

ABSTRAK

Karakteristik dari suatu material yang dapat membedakan setiap material salah satunya adalah Resistivitas. Resistivitas dari suatu material dapat diperoleh yaitu dengan mengetahui dimensi dan hambatan listrik material tersebut. Resistivitas semu dapat dimodelkan dalam 1-Dimensi (1-D). Pemodelan resistivitas semu 1-D merupakan landasan dasar untuk pemodelan dua dimensi dan tiga dimensi. Konfigurasi Schlumberger merupakan konfigurasi yang sering dipakai dalam survey geolistrik. Hal ini dikarenakan konfigurasi Schlumberger mudah dalam operasinya yaitu cukup dengan mengubah jarak antar elektroda arusnya saja tanpa mengubah jarak elektroda potensialnya. Pengubahan jarak antar elektroda arus harus tetap memperhatikan jarak antar elektroda potensial. Konfigurasi Schlumberger dilakukan dalam bentuk lintasan atau line. Dari line tersebut diperoleh beda potensial (ΔV) dan resistansi bumi (R). Jarak antar elektroda potensialnya (P) diset 5 meter dan jarak antar elektroda arusnya (C) diubah seperti deret aritmatik dengan beda 5 meter untuk masing-masing C dalam satu line. Arus yang digunakan untuk injeksi berupa arus DC dengan besar arus 20,582 mA. Setelah dibandingkan nilai resistivitas semu antara hasil analisa data dengan referensi diketahui bahwa lapisan 3 memiliki resistivitas semu 16,2 Ω m pada kedalaman 5,85 m. Nilai resistivitas tersebut menunjukkan bahwa adanya tanah lempung. Dimana tanah lempung tersebut berperan sebagai bidang gelincir. Ketebalan bidang gelincir ini adalah 1,11 m. Dengan adanya bidang gelincir ini maka dapat memungkinkan terjadinya tanah longsor.

Kata kunci: Konfigurasi Schlumberger, Resistivitas Semu, Durjo

ABSTRACT

The characteristics of a material that can distinguish each material, one of which is resistivity. The resistivity of a material can be obtained by knowing the dimensions and electrical resistance of the material. Pseudo resistivity can be modeled in 1-Dimension (1-D). Pseudo 1-D resistivity modeling is the basic foundation for two dimensional and three-dimensional modeling. Schlumberger configuration is a configuration that is often used in geoelectric surveys. This is because the Schlumberger configuration is easy to operate, it is enough to change the distance between the current electrodes without changing the distance of the potential electrode. Changing the distance between current electrodes must pay attention to the distance between potential electrodes. Schlumberger configuration is done in the form of a track or line. From this line the potential difference (ΔV) and earth resistance (R) are obtained. The distance between the potential electrodes (P) is set to 5 meters and the distance between the electrode currents (C) is changed like an arithmetic sequence with a difference of 5 meters for each C in a line. The current used for injection is a DC current with a current of 20,582 mA. After comparing the apparent resistivity values between the results of data analysis with reference it is known that layer 3 has a apparent resistivity of 16.2 Ω m at a depth of 5.85 m. The resistivity value indicates that there is clay. Where the clay soil acts as a slip plane. The thickness of the slip plane is 1.11 m. With this slip, it can make landslides possible.

Keywords: Schlumberger Configuration, Apparent Resistivity, Durjo

¹ Info Artikel: Received 30 Oktober 2020, Received in revised from 28 November 2020, Accepted 14 Desember 2020

² Corresponding a author : nurfaizin.teknik@unej.ac.id (N. Faizin)

PENDAHULUAN

Metode geolistrik tahanan jenis telah banyak digunakan untuk survai bawah permukaan. Konfigurasi-konfigurasi yang sering digunakan dalam metode geolistrik antara lain konfigurasi Schlumberger, Wenner, dan Dipole-dipole. Metode geolistrik memanfaatkan variasi resistivitas tanah yang selanjutnya digunakan untuk menginterpretasikan kandungan mineral dalam tanah tersebut. Metode ini bekerja dengan cara mengalirkan arus listrik pada elektroda arus dan diterima oleh elektroda potensial. Dari potensial dan arus ini akan diperoleh resistivitas semu.

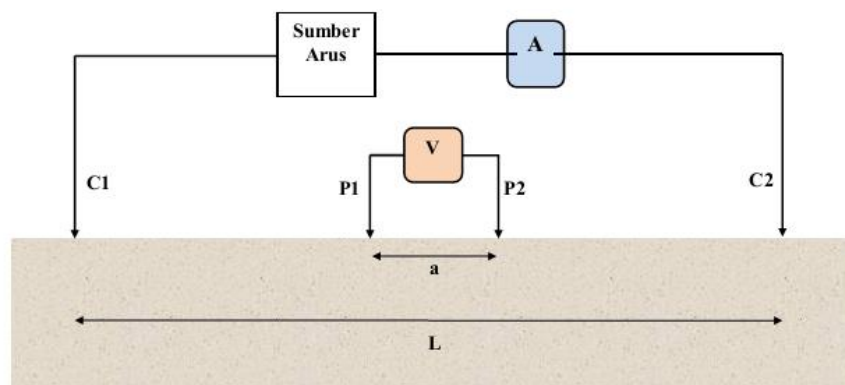
Karakteristik dari suatu material yang dapat membedakan setiap material salah satunya adalah Resistivitas. Resistivitas dari suatu material dapat diperoleh yaitu dengan mengetahui dimensi dan hambatan listrik material tersebut. Secara umum persamaan hambatan listrik dari material dapat dituliskan sebagai berikut:

$$R = \rho \frac{l}{A}, \quad (4)$$

dimana R adalah Hambatan listrik material (Ω), ρ adalah resistivitas material (Ωm), l adalah dimensi panjang material (m), dan A adalah luas penampang material (m^2) (Mostafa dkk, 2018). Resistivitas semu dapat dimodelkan dalam 1-Dimensi (1-D). Pemodelan resistivitas semu 1-D merupakan landasan dasar untuk pemodelan dua dimensi dan tiga dimensi (Chen, 2002). Tanah atau batuan yang mengalami longsoran pasti memiliki kedalaman terhadap permukaan. Kedalaman bidang gelincir dibagi menjadi 4 tipe yaitu Sangat dangkal (<1,5 meter); Dangkal (1,5-5 meter); Dalam (5-20 meter); Sangat dalam (>20 meter) (Zakaria, 2009).

METODE PENELITIAN

Konfigurasi Schlumberger merupakan konfigurasi yang sering dipakai dalam survey geolistrik. Hal ini dikarenakan konfigurasi Schlumberger mudah dalam operasinya yaitu cukup dengan mengubah jarak antar elektroda arusnya saja tanpa mengubah jarak elektroda potensialnya. Perubahan jarak antar elektroda arus harus tetap memperhatikan jarak antar elektroda potensial. Untuk konfigurasi Schlumberger jarak antar elektroda potensial harus lebih kecil dibanding dengan jarak antar elektroda arus.



Gambar 1 Konfigurasi Schlumberger

Dengan meninjau Gambar 1, maka $L \gg a$. sehingga jarak antara elektroda arus C1 maupun C2 terhadap pusat (x) adalah $L/2$. Konfigurasi Schlumberger bekerja dengan menginjeksikan arus ke dalam suatu medium. Penginjeksian arus ini akan menghasilkan keadaan equipotensial yang berbentuk setengah bola. Keadaan equipotensial ini memenuhi persamaan Laplace,

$$\nabla^2 V = 0 \tag{6}$$

Jika bumi dianggap berlapis maka perubahan equipotensial tersebut searah dengan kedalaman bumi atau sumbu z . Sehingga persamaan 6 memiliki solusi dalam koordinat silinder. Bentuk solusi untuk persamaan 6 yaitu

$$V = \frac{I\rho_1}{2\pi} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{L-x} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k^n}{(x^2 + 4n^2 z^2)^{3/2}} - 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k^n}{((L-x)^2 + 4n^2 z^2)^{3/2}} \right) \tag{7}$$

dimana k adalah koefisien reflektansi yang memiliki bentuk $k = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1}$, m menunjukkan banyaknya lapisan yang ditinjau. Adanya arus yang mengalir pada suatu medium maka hal ini memenuhi hukum Ohm yang berbentuk

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} = \frac{\vec{E}}{\rho} \tag{8}$$

Besaran-besaran \vec{J} dan \vec{E} dapat dituliskan

$$\vec{J} = \frac{I}{\pi r^2} \text{ dan } \vec{E} = -\nabla V. \tag{9}$$

dengan menggunakan persamaan 7 dan 9 serta mengambil nilai $x=L/2$, maka persamaan (8) dapat dituliskan menjadi

$$\rho_{a2} = \rho_1 \left(1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{k^n}{\left(1 + \frac{16n^2 z^2}{L^2} \right)^{3/2}} \right) \tag{10}$$

Persamaan 10 merupakan bentuk persamaan resistivitas semu untuk konfigurasi Schlumberger dua lapis. Untuk model dua lapis dianggap bahwa lapisan kedua memiliki ketebalan tak hingga (Sharma, 2013). Sedangkan untuk tiga lapis ketebalan tak hingga diberikan untuk lapisan ketiga. Resistivitas semu untuk tiga lapis memiliki bentuk yang hampir mirip dengan dua lapis. Penyelesaian persamaan 6 diperoleh

$$V = \frac{I\rho_1}{2\pi} \left(\frac{1}{x} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{b_n}{(x^2 + 4n^2 z^2)^{3/2}} \right) \tag{11}$$

dimana b_n merupakan koefisien reflektansi yang diperoleh dengan cara rekursi (Bhattacharya, 2012). Resistivitas semu konfigurasi Schlumberger diperoleh dengan mencari gradien dari persamaan 11 dan menggunakan persamaan 8 dan 9 diperoleh

$$\rho_{a3} = \rho_1 \left(1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{b_n}{\left(1 + \frac{16n^2 z^2}{L^2} \right)^{3/2}} \right) \tag{12}$$

Persamaan 12 merupakan persamaan resistivitas semu untuk tiga lapis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Survey geolistrik dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger sudah dilakukan. Kegiatan survey tersebut dilakukan di perkebunan kopi Durjo Kabupaten Jember. Konfigurasi Schlumberger dilakukan dalam bentuk lintasan atau *line*. Dari *line* tersebut diperoleh beda potensial (ΔV) dan resistansi bumi (R). Jarak antar elektroda potensialnya (P) diset 5 meter dan jarak antar elektroda arusnya (C) diubah seperti deret aritmatik dengan beda 5 meter untuk masing-masing C dalam satu *line*. Arus yang digunakan untuk injeksi berupa arus DC dengan besar arus 20,582 mA. Hasil yang diperoleh untuk masing-masing *line* ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1 Data hasil geolistrik konfigurasi Schlumberger

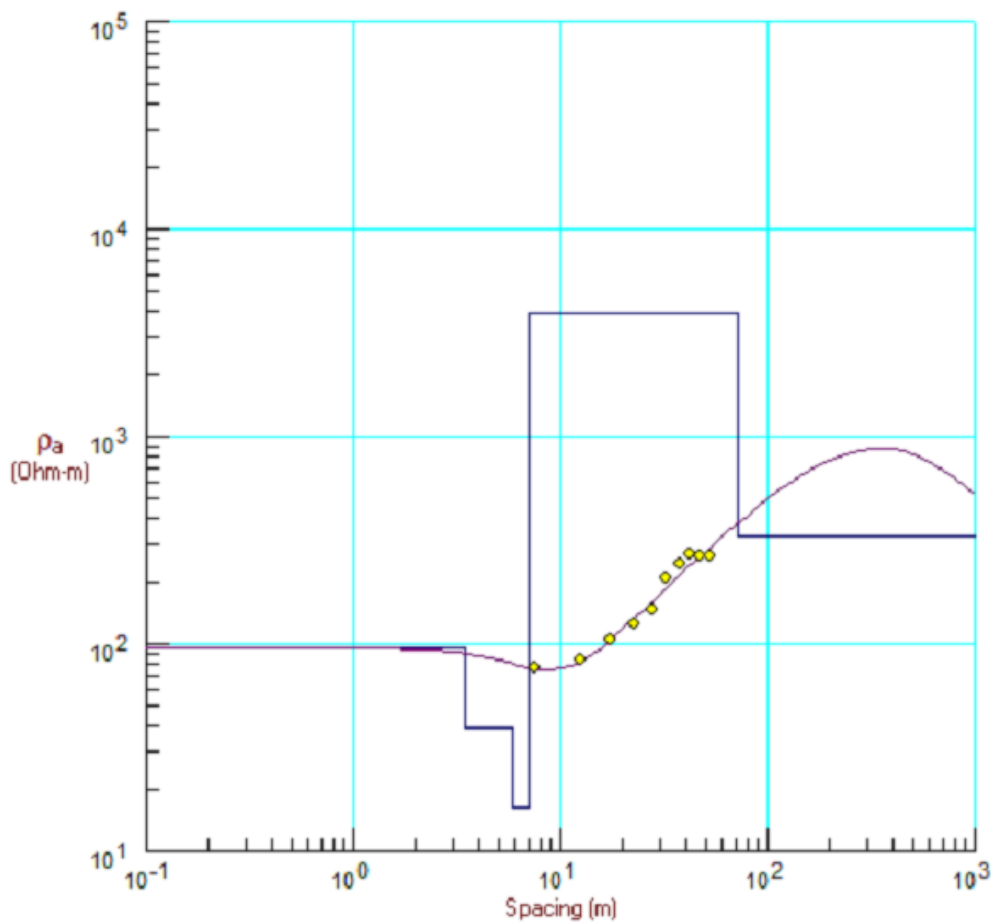
Lintasan 1 (Line 1)						
No	C1	P1	P2	C2	ΔV (mV)	R (Ω)
1	42,5	47,5	52,5	57,5	33,896	1,646
2	37,5	47,5	52,5	62,5	12,202	0,592
3	32,5	47,5	52,5	67,5	7,131	0,346
4	27,5	47,5	52,5	72,5	4,64	0,225
5	27,5	42,5	57,5	72,5	15,445	0,75
6	22,5	42,5	57,5	77,5	9,315	0,452
7	17,5	42,5	57,5	82,5	6,421	0,311
8	12,5	42,5	57,5	87,5	4,953	0,24
9	7,5	42,5	57,5	92,5	3,874	0,188
10	2,5	42,5	57,5	97,5	3,144	0,152

Dari hasil yang ditunjukkan oleh tabel 4.2 diketahui bahwa ada perubahan resistansi bumi akibat pemindahan elektroda arus ($C1$ dan $C2$). Data yang diperoleh pada line 1 menunjukkan bahwa untuk injeksi arus pertama nilai resistansinya paling besar begitu juga untuk line 2 dan 3. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil perbandingan jarak antar P dengan jarak antar C maka nilai R semakin kecil juga. Semakin besar jarak antara $C1$ dan $C2$ maka resistansi buminya semakin kecil, hal itu ditunjukkan oleh data ke-1 hingga data ke-4. Saat pengambilan data ke-5 posisi elektroda potensial dipindahkan hal ini bertujuan untuk mempermudah saat proses analisa data.

Tabel 2 Model parameter data geolistrik

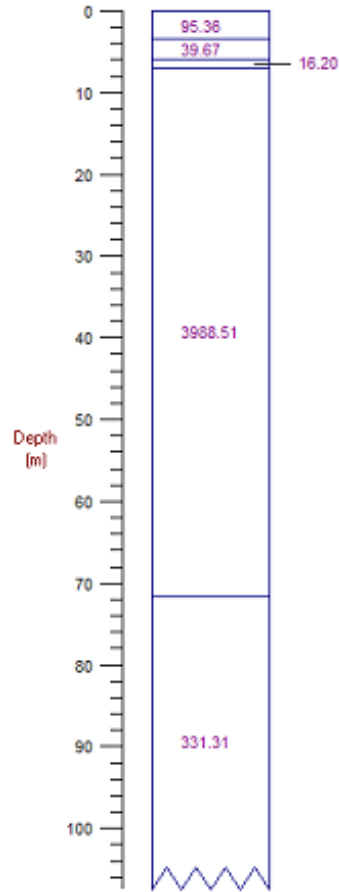
Layer	Depth	Resistivity
1	0,00	95,36
2	3,47	39,67
3	5,85	16,20
4	6,96	3999,51
5	71,65	331,31

Analisa data perlu dilakukan untuk mengetahui jumlah lapisan dan hasil analisa 1D dari data geolistrik ditunjukkan oleh tabel 3.2. Hasil intepretasi data di atas dapat digambarkan dalam kurva resistivitas semu (ρ_a) vs jarak antar C.



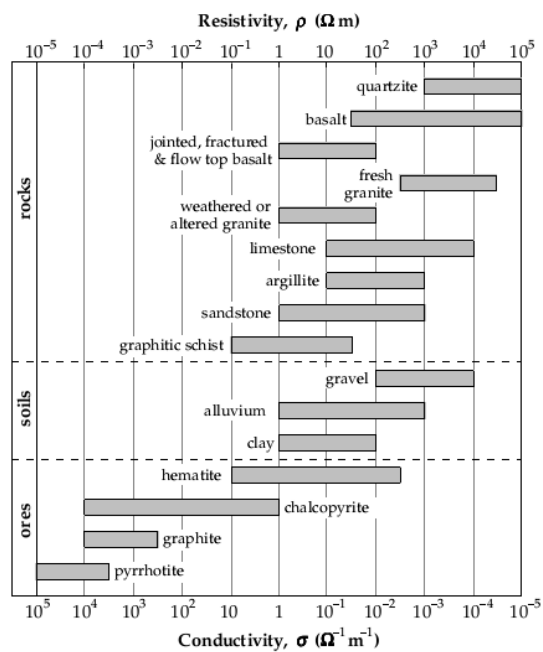
Gambar 2 Resistivitas semu vs jarak antar C

Dari Gambar 2, diketahui bahwa kurva yang paling sesuai dengan data geolistrik yang diperoleh (titik kuning) didapatkan ada 5 lapisan tanah. Kurva di atas merupakan kurva logaritmik sehingga nilai resistivitasnya tidak terlalu jelas. Untuk mengetahui kedalaman lapisan dan nilai resistivitasnya ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3 Kedalaman lapisan dan nilai resistivitas lapisan

Nilai resistivitas semu untuk berbagai jenis bahan ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4 Referensi nilai resistivitas semu berbagai bahan (Lowrie, 2007)

Setelah dibandingkan nilai resistivitas semu antara hasil analisa data dengan referensi diketahui bahwa lapisan 3 memiliki resistivitas semu 16,2 Ω m pada kedalaman 5,85 m. Nilai resistivitas tersebut menunjukkan bahwa adanya tanah lempung. Dimana tanah lempung tersebut berperan sebagai bidang gelincir. Ketebalan bidang gelincir ini adalah 1,11 m. Dengan adanya bidang gelincir ini maka dapat memungkinkan terjadinya tanah longsor.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa nilai resistivitas semu batuan yang diperoleh bervariasi. Batuan lempung dengan nilai resistivitas semu 16,2 Ω m diperoleh pada kedalaman 5,85 m dan ketebalan lapisan 1,11 m.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya ucapkan terimakasih kepada LP2M Universitas Jember yang telah memberikan dana DIPA PNBPN tahun 2019 melalui program hibah penelitian yaitu Penelitian Dosen Pemula.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhattacharya, P. (2012). *Direct current geoelectric sounding: Principles and interpretation* (Vol. 9). Elsevier.
- Chen, J., Haber, E., & Oldenburg, D. W. (2002). "Three-Dimensional Numerical Modelling and Inversion of Magnetometric Resistivity Data". *Geophysical Journal International*, 149 (3), 679-697.
- Mostafa, M., Anwar, M.B. and Radwan, A., 2018. Application of electrical resistivity measurement as quality control test for calcareous soil. *HBRC journal*, 14(3), pp.379-384.
- Sharma, S. P., & Biswas, A. (2013). "A Practical Solution in Delineating Thin Conducting Structures and Suppression Problem in Direct Current Resistivity Sounding". *Journal of Earth System Science*, 122(4), 1065-1080.
- Zakaria, Z. (2009). Analisis Kestabilan Lereng Tanah. *Laboratorium Geologi Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran. Bandung*.
- Lowrie, W. (2007). *Fundamentals of geophysics*. Cambridge university press.