

ANALISIS KEGELINCIRAN BIDANG TANAH LONGSOR BERDASARKAN SIFAT KELISTRIKAN BUMI DENGAN APLIKASI METODE GEOLISTRIK

Wayan Setiawan^{1*}, Agus Tugas Sudjianto², Abdul Halim³

¹Natalega Grup

^{2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

*Korespondensi Email: wayans37@gmail.com

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk dan perkembangan perekonomian di Ruas Jalan Turen Sampai Lumajang yang sangat meningkat, Penyiapan lahan ini tidak dapat di hindari karena perubahan kondisi lahan yang membutuhkan eksplorasi dangkal yang dilakukan untuk mencari informasi tentang lapisan tanah, struktur tanah, kondisi tanah, kedalaman batuan dasar, kestabilan tanah, dan gejala-gejala gerakan tanah. Di daerah ini terdapat kondisi tanah yang cukup kompleks dan labil, sehingga memerlukan penelitian lebih lanjut. Penelitian tersebut digunakan untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan, seperti tanah longsor. Sehingga dapat meminimalisir terjadinya bidang gelincir. Diantara beberapa konfigurasi metode geolistrik tahanan, konfigurasi Schlumberger dapat digunakan dalam penelitian ini. Dimana pada elektroda potensial yang diam di suatu tempat pada garis tengah AB .Pada penampang lokasi 1 nilai resistivitas adalah lapisan lempung di kedalaman 12 m - 17 m dengan nilai resistivitas 10 Ω .m- 30 Ω .m. Lokasi 2 nilai resistivitas adalah lapisan lempung berpasir pada kedalaman 2 m -10 m di sebelah kiri penampang dan semakin menipis di bagian kanan. Rentang nilai resistivitas untuk lapisan batuan keras ini adalah 37 Ω .m - 78 Ω .m. Di penampang lokasi 1 dan lokasi 2 terdapat bidang gelincir dengan zona kerentanan gerakan tanah rendah.

Kata kunci : Geolistrik, Gelincir, Resistivitas, Geoteknik dan Longsor.

ABSTRACT

Population growth and economic development on the Turen to Lumajang Road section are increasing greatly. This land preparation cannot be avoided due to changes in land conditions which require shallow exploration to be carried out to find information about soil layers, soil structure, soil conditions, bedrock depth, stability. soil, and symptoms of ground movement. In this area there are soil conditions that are quite complex and unstable, so further research is needed. This research is used to reduce the impacts caused, such as landslides. So it can minimize the occurrence of sliding areas. Among several geoelectric resistance method configurations, the Schlumberger configuration can be used in this research. Where the potential electrode is at rest somewhere on the center line AB. In the cross section of location 1 the resistivity value is the clay layer at depth 12 m - 17 m with a resistivity value of 10 Ω .m - 30 Ω .m. The location of the 2 resistivity values is the sandy clay layer at a depth of 2 m -10 m on the left of the cross section and becomes thinner on the right. The resistivity value range for this hard rock layer is 37 Ω .m - 78 Ω .m. In the cross section of location 1 and location 2 there is a slip area with a zone of low ground movement susceptibility.

Keywords : *Geoelectricity, Slip , Resistivity, Geotechnical and Landslides.*

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dan perkembangan perekonomian di Ruas Jalan Turen Sampai Lumajang yang sangat meningkat. Di daerah ini terdapat kondisi tanah yang cukup kompleks dan labil, sehingga memerlukan penelitian lebih lanjut [1]. Penelitian tersebut digunakan untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan, seperti tanah longsor [2]. Sehingga dapat meminimalisir terjadinya bidang gelincir [3]. Pada dasarnya, longsor terjadi ketika gaya yang mendorong pada lereng melebihi gaya yang menahannya. Gaya penahan biasanya dipengaruhi oleh kekuatan dari batuan dan kepadatan tanah tersebut [4]. Sementara itu, gaya pendorong dipengaruhi oleh sudut kemiringan lereng, keberadaan air, berat beban, serta densitas batuan tanah. Beberapa faktor yang

dapat menyebabkan tanah longsor meliputi curah hujan, kemiringan lereng yang curam, tanah yang tidak padat dan tipis, batuan yang kurang kokoh, tata penggunaan lahan, getaran, penurunan permukaan air danau atau waduk, adanya beban tambahan, proses erosi, material timbunan di tebing, sisa longsor yang sudah lama, adanya bidang diskontinuitas, penebangan hutan, lokasi pembuangan limbah, dan lain-lain [3], [5].

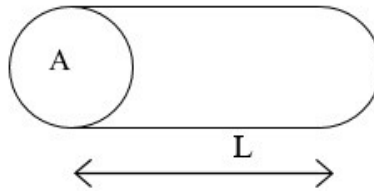
2. TINJAUAN PUSTAKA

Geolistrik adalah metode geofisika yang mempelajari aliran listrik di dalam bumi. Penelitian ini, membahas tentang metode geolistrik. Pada metode geolistrik, arus listrik yang diinjeksikan ke tanah melalui dua elektroda arus (yang terletak di permukaan) [6], [7], [8].

2.1 Sifat Aliran Arus Listrik Batuan

a. Konduksi secara elektronik

Batuan atau mineral yang mempunyai banyak elektron bebas, sehingga dapat di alirkan arus listrik oleh elektron-elektron bebas [9].



Gambar 1. Silinder Konduktor

Banyak orang sering menggunakan sifat konduktivitas (σ) batuan yang merupakan kebalikan dari resistivitas (ρ) dengan satuan mhos/m.

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

Maka J adalah rapat arus (ampere/m²), E adalah medan listrik (volt/m).

b. Konduksi secara elektrolitik

Sebagian besar batuan adalah konduktor yang buruk dan memiliki resistivitas yang tinggi. Persamaan Archie :

$$\rho_e = a \phi^{-m} S^{-n} \rho_w \dots \dots \dots (2)$$

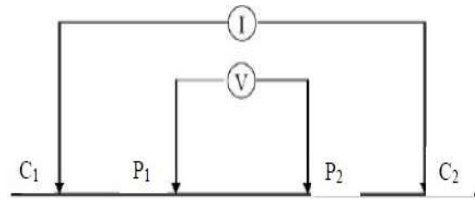
ρ_e : resistivitas batuan (Ω m), ϕ : porositas, S : fraksi pori-pori yang berisi air, dan ρ_w : resistivitas air, sedangkan a , m , dan n adalah konstanta. m juga faktor sementasi. Schlumberger menyarankan $n = 2$, untuk nilai n yang sama.

c. Konduksi Secara Dielektrik

Konduksi dalam batuan atau mineral bersifat dielektrik sehubungan dengan aliran listrik, yang berarti terdapat sedikit atau tidak ada elektron bebas dalam batuan atau mineral tersebut.

2.2 Aliran Listrik Di Dalam Tanah

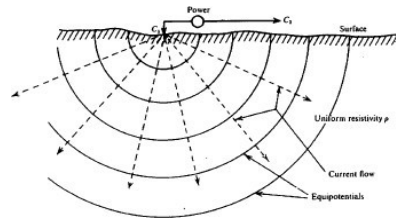
Saat menerapkan dua arus ke elektroda, nilai potensial di dekat permukaan ujung akan tergantung pada dua arus elektroda. Arus akan merambat sekitar sepertiga dari panjang bentang [10], [11], [12].



Gambar 2. Sumber arus 2 titik pada permukaan homogen isotropis [13]

a. *Titik Arus Tunggal di Permukaan*

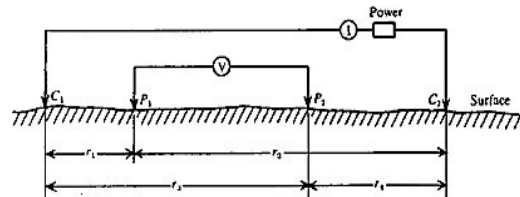
Pendekatan paling sederhana untuk mempelajari teori aliran arus listrik di Bumi adalah bahwa Bumi diasumsikan homogen dan isotropik. Jika satu elektroda, di mana arus listrik mengalir, disuntikkan ke permukaan bumi yang isotropik seragam,



Gambar 3. Sumber arus adalah titik di permukaan bumi yang homogen [13].

b. *Dua Titik Arus di Permukaan*

Jika ada elektroda arus C_1 yang terletak di permukaan media, digabungkan dengan elektroda arus C_2 , dan dua elektroda potensial P_1 dan P_2 dibuat di antara keduanya pada jarak tertentu, maka dua elektroda arus dapat bekerja pada potensial di dekat titik.



Gambar 4. Dua pasang elektroda arus dan elektroda potensial pada permukaan medium homogen isotropis dengan resistivitas ρ [14]

2.3 Resistivitas Batuan

Dari semua sifat fisik batuan dan mineral, resistensi menunjukkan nilai yang sangat beragam [15], [16].

Tabel 1. Variasi Harga Tahanan Jenis dari Beberapa Jenis Batuan Sedimen [17]

Jenis Batuan	Nilai Tahanan Jenis (Ωm)
Lempung	3 – 30
Lempung Berdebu	5– 40
Pasir Berlempung	5 – 50
Lempung Berpasir	30 – 100
Lempung Shale	50 – 200
Pasir, Gravel	$10^2 - 5.10^3$
Gips, Batu Gamping	$10^2 - 5.10^3$
Batuan Kristalin	$2.10^2 - 10^3$
Batu Bergaram, Anhydrate	$5.10^3 <$

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Lokasi penelitian di Daerah Candipuro di sekitaran Kabupaten Lumajan. Secara geografis wilayah ini terletak di antara 721782.98 m E 9093979.88 m S dan 722354.43 m E 9094657.11 mS.



Gambar 5. Lokasi penelitian

3.2 Pengambilan Data

1) Primer

Dari pengamatan dan survei di lapangan yang berada di daerah Candipuro Kabupaten Lumajang, data geolistrik (resistivity meter) (Naniura NRD 22).

2) Sekunder

Sumber data di peroleh dari pustaka dan publikasi ilmiah, data tersebut tersedia di UPT, Pusat Informasi dan Konservasi Candipuro, LIPI dan instansi terkait.

3.3 Alat Dan Desain Penelitian



Gambar 6. Peralatan yang digunakan dalam penelitian

1. Resistivity meter Naniura NRD 22 S
2. 2 roll kabel elektroda arus ± 240 m
3. 2 roll kabel elektroda potensial ± 20 m
4. Baterai Kering 24 V
5. 4 bh elektroda arus dan potensial
6. 4 bh palu buat tanam elektroda

3.4 Langkah-langkah Penelitian

Diantara beberapa konfigurasi metode geolistrik tahanan, konfigurasi Schlumberger akan digunakan dalam penelitian ini.

1. Dengan cara manual

Analisis ini dilakukan dengan memplot data yang di dapat (ρ dan $AB/2$) di kertas bilogaritma.

2. Komputer

Analisis ini menggunakan perangkat lunak Interpex-1D. Dimana software dibuat untuk menghitung dan menggambarkan nilai resistivitas dari hasil perhitungan di lapangan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

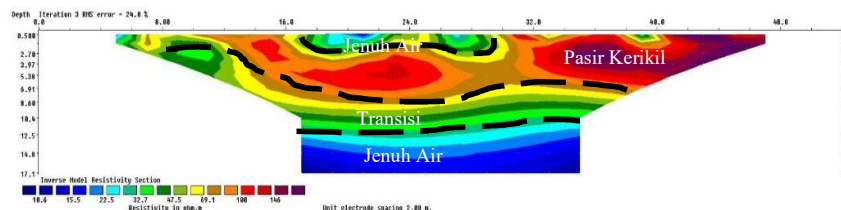
Pengukuran geolistrik di Kabupaten Lumajang dilakukan di pinggir Jalan Nasional Bts. Kab. Malang – Bts. Kota Lumajang Km 54 + 950, dan Bts. Kab. Malang – Pasirian Km 57 + 800. Jalan raya ini berada di sebelah kaki Tenggara Gunung Semeru dan terletak pada Formasi Batuan Gunung Api Semeru.

1. Penampang Lokasi 1 km 54-950

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 8 menjelaskan sebagai berikut pada uraian penampang lokasi 1.



Gambar 7. Lintasan Pengukuran Lokasi 1



Gambar 8. Penampang 2D lintasan pengukuran Lokasi 1.

Tabel 2. Interpretasi Litologi Penampang Dua Dimensi Lokasi 1

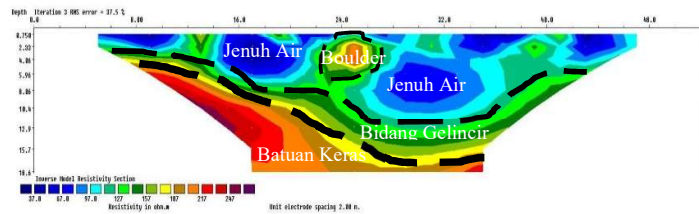
lapisan	Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Jenis Tanah
1	10 – 30	2	2	Lumpur
2	100 – 200	7.8	7.8	Lumpur Shale
3	30 – 70	8 – 12	4	Lumpur berpasir
4	100 – 300	12 – 17	5	Lempung

2. Penampang Lokasi 1 km 57-800

Berdasarkan Gambar 10 dan Tabel 3 menjelaskan tentang gambaran pada daerah penampang Lokasi 1.



Gambar 9. Lintasan Pengukuran Lokasi 2



Gambar 10. Penampang 2D lintasan pengukuran Lokasi 2

Tabel 3. Interpretasi Litologi Penampang Dua Dimensi Lokasi 2

lapisan	Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Jenis Tanah
1	37 – 78	2 – 10	8	Lempung
2	80 – 200	2 – 10	8	Bongkaran Batu
3	200 – 300	6 – 18	12	Batu Keras

5. KESIMPULAN

Dengan menggunakan metode geolistrik, maka bisa untuk mengetahui kedalaman bidang gelincir di lokasi tersebut. Dengan melihat nilai resistivitas yang berada di lokasi terdapat bidang gelincir yang berbeda-beda. Di penampang lokasi 1, nilai resistivitas adalah pada lapisan lempung di kedalaman 12 m - 17 m dengan nilai resistivitas $10 \Omega\text{m}$ - $30 \Omega\text{m}$. Di penampang lokasi 2, nilai resistivitas adalah pada lapisan lempung berpasir pada kedalaman 2 m -10 m di sebelah kiri penampang dan semakin menipis di bagian kanan. Rentang nilai resistivitas untuk lapisan batuan keras ini adalah $37 \Omega\text{m}$ - $78 \Omega\text{m}$. Di penampang lokasi 1 dan lokasi 2 terdapat bidang gelincir dengan zona kerentanan gerakan tanah rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. P. M. Priyambodo, "Kondisi dan Prediksi Kepadatan Lalu Lintas di Kabupaten Malang," *Jurnal Transportasi Multimoda*, vol. 15, no. 2, pp. 123–134, 2017.
- [2] C. A. Utama, A. T. Sudjianto, and C. Aditya, "Analisis Risiko Kelongsoran Pada Jalan Nasional Jember-Banyuwangi Provinsi Jawa Timur," *BOUWPLANK Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 3, no. 2, pp. 26–33, 2023.
- [3] L. Jannah and A. Basid, "Pendugaan Bidang Gelincir Tanah Longsor Berdasarkan Sifat Kelistrikan Bumi Dengan Aplikasi Geolistrik Metode Tahanan Jenis (Studi Kasus Daerah Lereng Kampus II UIN Maulana Malik Ibrahim Kec. Junrejo, Batu-Malang)," 2010.
- [4] S. Purnomo and L. H. Sunaryo, "Analisis potensi longsor pada daerah ranu pani menggunakan metode geolistrik resistivitas kecamatan Senduro kabupaten Lumajang," *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 2011.

- [5] M. Luthfi and B. Sunarwan, "Tinjauan Geologi Terhadap Potensi dan Tingkat Kerawanan Bahaya Longsor di Kota Balikpapan-Kalimantar Timur," *Jurnal Teknik| Majalah Ilmiah Fakultas Teknik UNPAK*, vol. 10, no. 1, 2009.
- [6] E. S. Putriutami and U. Harmoko, "Interpretasi Lapisan Bawah Permukaan Di Area Panas Bumi Gunung Telomoyo, Kabupaten Semarang Menggunakan Metode Geolistrik Resistivity Konfigurasi Schlumberger," *Youngster Physics Journal*, vol. 3, no. 2, 2014.
- [7] Muhardi, Faurizal, and Widodo, "Analisis Pengaruh Intrusi Air Laut terhadap Keberadaan Air Tanah di Desa Nusapati, Kabupaten Mempawah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas," *Indonesian Journal of Applied Physics*, vol. 10, no. 2, 2020.
- [8] M. Muhardi, R. Perdhana, and N. Nasharuddin, "Identifikasi Keberadaan Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus: Desa Clapar Kabupaten Banjarnegara)," *PRISMA FISIKA*, vol. 7, no. 3, 2020, doi: 10.26418/pf.v7i3.39441.
- [9] R. Mulyasari, I. Gede, B. Darmawan, and N. Haerudin, "Perbandingan Konfigurasi Elektroda Metode Geolistrik Resistivitas Untuk Identifikasi Litologi dan Bidang Gelincir di Kelurahan Pidada Bandar Lampung," *Journal Online of Physics*, vol. 6, no. 2, 2021.
- [10] R. Hi. Manrulu, A. Nurfalaq, and I. D. Hamid, "Pendugaan Sebaran Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner dan Schlumberger di Kampus 2 Universitas Cokroaminoto Palopo," *Jurnal Fisika FLUX*, vol. 15, no. 1, 2018, doi: 10.20527/flux.v15i1.4507.
- [11] A. J. Suwito and S. H. Yuwanto, "Identifikasi Gas Biogenik Berdasarkan Data Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger di Desa Larangan Tokol, Tlanakan, Pamekasan Provinsi Jawa Timur," *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan (SEMITAN)*, vol. 1, no. 1, 2022, doi: 10.31284/j.semitan.2022.3008.
- [12] T. N. Fitrianto, S. Supriyadi, U. A. Taufiq, T. M. Mukromin, and A. P. Wardana, "Identifikasi Potensi Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger di Kelurahan Bapangsari Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo," *Jurnal Fisika FLUX*, vol. 15, no. 2, 2018, doi: 10.20527/flux.v15i2.4954.
- [13] H. Shintia Frans and G. H. Tamuntuan, "Identifikasi Patahan Manado Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Kota Manado."
- [14] K. A. W. Setiawan, "Identifikasi Jenis Akuifer Menggunakan Metode Vertical Electrical Sounding Pada Daerah CAT Ampibabo Kabupaten Parigi – Moutong, Sulawesi Tengah," *Jurnal Multidisiplin West Science*, vol. 2, no. 9, pp. 721–732, Sep. 2023.
- [15] L. Jannah and A. Basid, "Pendugaan Bidang Gelincir Tanah Longsor Berdasarkan Sifat Kelistrikan Bumi Dengan Aplikasi Geolistrik Metode Tahanan Jenis (Studi Kasus Daerah Lereng Kampus II UIN Maulana Malik Ibrahim Kec. Junrejo, Batu-Malang)," 2010.
- [16] A. Basid, N. Andrini, and S. Arfiyaningsih, "Pendugaan Reservoir Sistem Panas Bumi Dengan Menggunakan Survey Geolistrik, Resistivitas dan Self Potensial (Studi Kasus: Daerah Manifestasi Panas Bumi di Desa Lombang, Kecamatan Batang-Batang, Sumenep)," *JURNAL NEUTRINO*, vol. 7, no. 1, 2014, doi: 10.18860/neu.v7i1.2640.
- [17] E. Rolia, D. Sutjiningsih, E. Anggraheni, and A. Surandono, "Deteksi Keberadaan Air Tanah dengan Menggunakan Geolistrik Konfigurasi Schlumberger," *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, vol. 1, no. 1, pp. 43–52, Jun. 2022, doi: 10.56860/jtsda.v1i1.21.