

Aplikasi Metode Geolistrik untuk Mencari Tinggi Muka Air Tanah serta Pengaruhnya terhadap Kestabilan Lereng

Application of Geoelectricity Methods to Seek Surface of Ground Water and Its Effect on Slope Stability

Reza Aryanto^{1*}, Dhanty Indriastuty²

^{1,2}Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti, Jalan Tapa No.1, Tomang, Grogol Petamburan, Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11440

*Penulis untuk korespondensi (*corresponding author*): reza.aryanto@trisakti.ac.id

ABSTRAK - Bencana longsor yang terjadi di Bukit Kaliwadas, Karangsembung, Kebumen, Jawa Tengah, mengakibatkan rusaknya jalan, terputusnya jembatan yang menghubungkan daerah di bawah dan di atas bukit serta mengganggu sistem irigasi sawah warga setempat. Air hujan yang mengalir pada bukit tersebut akan meresap ke dalam tanah dan akan menjadi air tanah. Keberadaan air tanah akan menyebabkan pori-pori tanah terisi oleh air sehingga tanah tidak mampu menahan beban pada lapisan tanah tersebut. Keberadaan air tanah dipengaruhi oleh hujan. Curah hujan yang tinggi akan meningkatkan tinggi muka air tanah dan menurunkan nilai faktor keamanan lereng. Hal ini yang dikhawatirkan akan menimbulkan longsor susulan. Pengaruh keberadaan air tanah terhadap kestabilan lereng harus diteliti lebih lanjut agar diperoleh nilai faktor keamanan pada lokasi penelitian. Keberadaan air tanah dapat diperoleh dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas. Metode geolistrik resistivitas memanfaatkan sifat kelistrikan material dibawah permukaan bumi. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger. Metode pengambilan data menggunakan metode 1D (*Vertical Electrical Sounding*) dengan 4 titik pengukuran. Panjang tiap bentangan elektroda arus berkisar antara 50-89 meter. Keberadaan aquifer akan diperoleh dari pengukuran geolistrik. Aquifer bebas akan menunjukkan tinggi muka air tanah. Semakin tinggi keberadaan muka air tanah, semakin besar pula pengaruhnya terhadap faktor keamanan lereng. Perhitungan faktor keamanan lereng menggunakan metode Janbu yang disederhanakan dan perhitungan dilakukan menggunakan *Software Slide 6.0*. Hasil yang diperoleh dari perhitungan *Software Slide* berupa nilai faktor keamanan. Hasil yang diperoleh menunjukkan nilai faktor keamanan deterministik sebesar 1,942 dan nilai faktor keamanan probabilistik yang dihasilkan sebesar 1,926 yang semua nilainya diatas 1. Pada kondisi ini keberadaan air tanah belum menyebabkan longsor.

Kata kunci: tinggi muka air tanah, kestabilan lereng, faktor keamanan, geolistrik

ABSTRACT - The landslide that occurred at Bukit Kaliwadas, Kedungwaru, Karangsembung, Kebumen, Central Java, resulted in damage to the road, interruption of the bridge connecting the area below and above the hill also disturbing the local community's irrigation system. Rainwater that flows on the hill will eventually seep into the ground and will become groundwater. The presence of ground water will cause the soil pores to be filled with water so that the soil is unable to withstand the load on the soil layer. The existence of ground water affected by rain. High rainfall will increase the ground water level and reduce the value of slope safety factors. This is feared to cause aftershocks. The influence of the presence of groundwater on slope stability must be further investigated so that the value of the safety factor in the research location can be obtained. The presence of groundwater can be obtained using the resistivity geoelectric method. The resistivity geoelectric method utilizes the electrical properties of materials under the earth's surface. Measurements are made using a Schlumberger configuration. Data collection method uses 1D (*Vertical Electrical Sounding*) method with 4 measurement points. The length of each stretch of the electrode current ranges between 50-89 meters. The existence of aquifers will be obtained from geoelectric measurements. Free aquifer will show ground water level. The higher the presence of the ground water level, the greater the effect on slope safety factors. Calculation of slope safety factor using Janbu method which is simplified and calculation is done using *Slide 6.0* software. The results obtained from the *Slide* software calculation are the value of the security factor. The results obtained show the value of the deterministic safety factor 1.942 and probabilistic safety factor 1,96 that all value above 1. In this condition the presence of ground water has not caused landslides.

Keywords: ground water level, slope stability, safety factor, geoelectricity

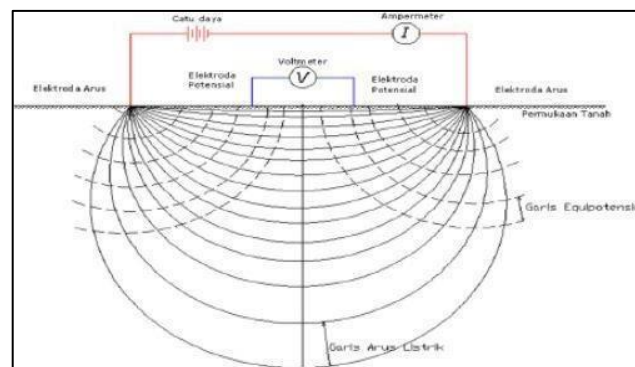
PENDAHULUAN

Lereng yang terdapat pada Bukit Batugamping di Desa Kedungwaru telah mengalami kelongsoran pada bulan Oktober tahun 2017 lalu. Kelongsoran yang terjadi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya sifat fisik dan mekanik material, curah hujan yang tinggi keberadaan air tanah, gempa bumi dan lain-lain. Dalam penelitian ini penulis ingin mengetahui lebih lanjut seberapa besar pengaruh air tanah terhadap kestabilan lereng pada lokasi penelitian pasca longsor. Keberadaan air tanah pada lereng akan mengisi butiran-butiran tanah dan mengakibatkan tanah pada lereng tidak mampu menahan beban pada lereng tersebut. Tinggi muka air tanah yang terdapat pada lereng dapat dicari menggunakan metode geolistrik *resistivity* dengan konfigurasi *Schlumberger*. Faktor keamanan akan dihitung dengan menggunakan *Software Slide 6.0*.

Geolistrik Resistivitas Konfigurasi *Schlumberger*

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk menyelidiki sifat-sifat aliran listrik di bawah permukaan dan cara mendeteksinya di permukaan. Pengukuran yang dilakukan dalam metode ini berupa pengukuran beda potensial (v) dan arus listrik (i). Arus listrik diinjeksikan kedalam bumi melalui sepasang elektroda arus (AB) dan beda potensial yang terjadi diukur dengan dua elektroda potensial (MN). Variasi nilai hambatan jenis masing-masing lapisan dibawah titik ukur (*sounding point*) diperoleh dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda.

Pada konfigurasi *Schlumberger* spasi antar elektroda potensial dijaga tetap, sedangkan spasi antar elektroda arus berubah secara bertahap. Perubahan jarak elektroda potensial tidak lebih dari $1/5$ jarak elektroda arus. Jarak antar elektroda sebanding dengan kedalaman lapisan yang terdeteksi. Semakin dalam lapisan yang ingin dideteksi, semakin besar juga jarak antar elektrodanya. Konfigurasi Schlumberger memiliki kelemahan pada pembacaan tegangan pada elektroda potensial yang lebih kecil terutama saat jarak elektroda arus semakin jauh. Diperlukan alat ukur multimeter yang memiliki kemampuan *high impedance*. Keunggulan yang dimiliki oleh konfigurasi ini yaitu dapat mendeteksi sifat non-homogen lapisan batuan pada permukaan.



Gambar 1. Cara kerja geolistrik

Faktor Keamanan

Faktor keamanan lereng diibaratkan sebagai perbandingan antara gaya penahan dan penggerak. Jika gaya penggerak lebih besar dari gaya penahannya, maka lereng tersebut akan longsor dan begitu juga sebaliknya. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng diantaranya, geometri lereng, karakteristik fisik dan mekanik material, air tanah, struktur bidang lemah, gempa bumi dan lain-lain.

Nilai faktor keamanan yang dihasilkan dari perbandingan gaya penahan dan gaya penggerak dikelompokkan menjadi beberapa klasifikasi. Jika nilai faktor keamanan yang dihasilkan lebih dari 1, maka lereng tersebut dianggap stabil. Jika nilai faktor keamanan yang dihasilkan kurang dari 1 lereng tersebut akan longsor. Sedangkan, jika nilai faktor keamanan yang dihasilkan sama dengan 1 akan

menghasilkan kondisi kritis.

$$Faktor\ Keamanan = \frac{Gaya-gaya\ penahan\ gerakan}{Gaya\ pendorong\ atau\ pemicu\ gerakan} \quad (1)$$

METODE

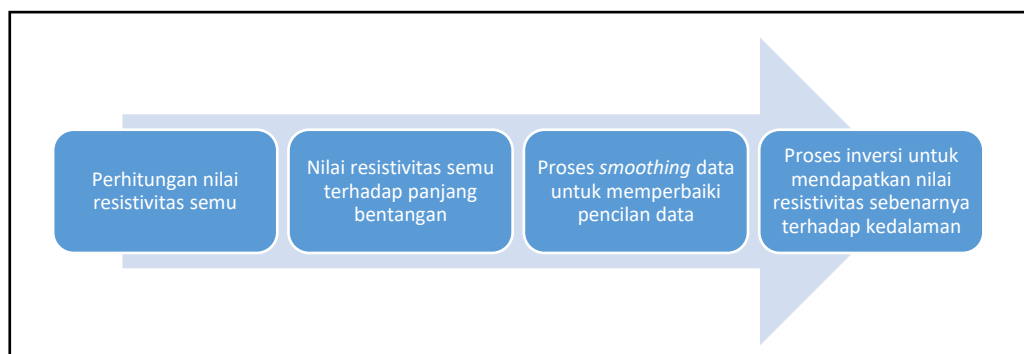
Pengukuran geolistrik dilakukan dengan pengambilan data primer berupa beda potensial dan kuat arus. Alat geolistrik yang digunakan adalah *Resistivity Single Channel* GL pengukuran geolistrik dilakukan pada 4 titik pengukuran untuk mengetahui nilai tahanan jenis batuan. Nilai tahanan jenis selanjutnya disesuaikan dengan litologi batuan di lapangan kemudian diolah melalui proses inversi untuk mendapatkan nilai tahanan jenis sesungguhnya. Pembuatan penampang berdasarkan nilai sebaran resistivitas dilakukan untuk mengetahui sebaran batuan dan potensi keberadaan akuifer pada lokasi penelitian. Perhitungan faktor keamanan yang dilakukan pada *Software Slide 6.0* menggunakan Metode Janbu yang disederhanakan. Metode Janbu digunakan untuk menghitung longsoran yang memiliki bidang gelincir *non-circular*. Faktor keamanan yang dihitung juga dimodifikasi dengan memasukkan faktor gempa yang diperoleh dari data sekunder.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Arus listrik diinjeksikan pada titik-titik yang ditentukan dan kemudian akan didapatkan nilai resistivitas semu. Hasil yang diperoleh dari pengukuran geolistrik berupa nilai resistivitas semu. Nilai resistivitas semu tersebut kemudian diolah secara matematis dengan proses inversi pada *Software Progress*, sehingga diperoleh nilai resistivitas sebenarnya. Nilai resistivitas sebenarnya kemudian diolah kembali menggunakan *Software Rockworks* agar diperoleh penampang bawah permukaan.



Gambar 2. Lokasi penelitian geolistrik

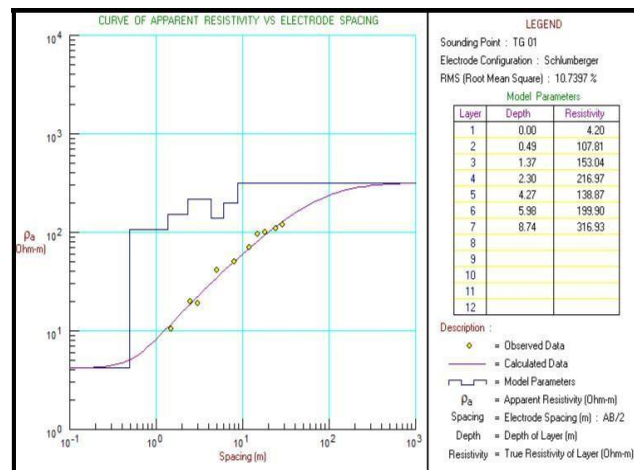


Gambar 3. Alur pengolahan data geolistrik 1-D

Berdasarkan Tabel 1 dinyatakan bahwa setiap litologi mempunyai tahanan jenis masing-masing. Tahanan jenis tersebut dibedakan menjadi beberapa warna. Pencitraan warna yang berbeda dihasilkan dari tiap batuan yang dilaluinya. Penelitian ini dilakukan untuk mencari lapisan yang diduga menjadi lapisan akuifer.

Tabel 1. Hasil pengukuran geolistrik dan nilai resistivitas semu

No	AB/2	MN/2	I (mA)	V (mv)	(Ohm-m)
1	1,5	0,25	140,1	106,5	10,4
2	2,5	0,25	140,2	72	20
3	3	0,25	140,4	96,5	18,9
4	5	0,5	140,4	93,1	51,3
5	8	0,5	140,6	85,5	121,7
6	12	0,5	140,4	117,4	91,9
7	15	0,5	140,6	113,6	140,2
8	18	2	140,6	119,7	213,9
9	18	2	141	128,5	153,2
10	24	2	141	102	214,7
11	29	2	141	97,9	302,3

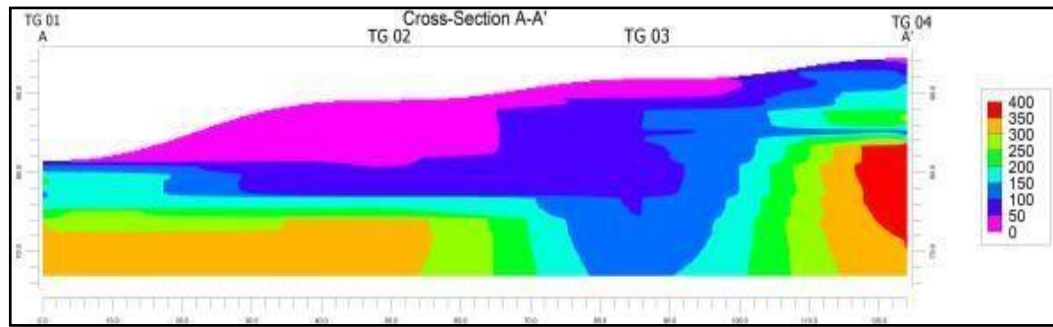


Gambar 4. Hasil inversi Software Progress

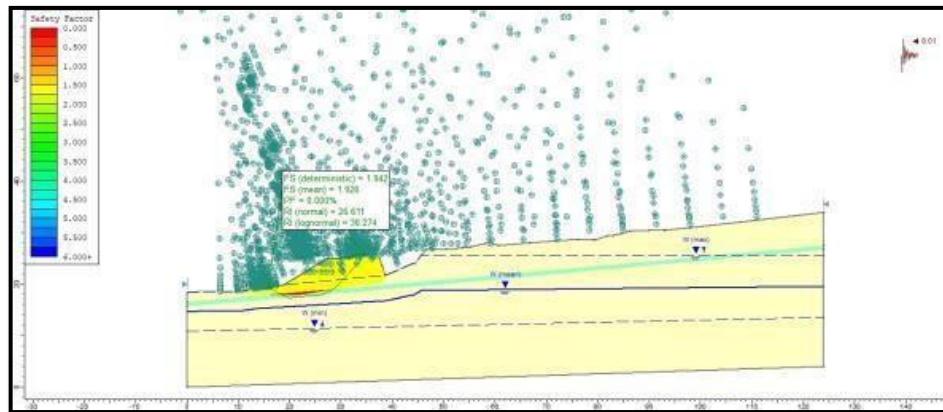
Tabel 2. Kisaran tahanan jenis batuan pada lokasi

Tahanan Jenis (Ohm-m)	Litologi
0-50	Tanah penutup
51– 100	Pasir
101 – 200	Gamping pasiran
>200	Gamping ukuran lanau

Akuifer yang terdapat pada lokasi penelitian tersusun oleh batugamping pasiran (kalkarenit) yang memiliki nilai resistivitas sebesar 101–200 m dan dicirikan dengan warna biru. Dibawah lapisan akuifer terdapat lapisan impermeable yang tersusun oleh kalsilitut yang dicirikan dengan warna hijau. Tinggi muka air tanah berada pada posisi 74-86 meter. Tinggi muka air tanah tersebut kemudian digunakan untuk input perhitungan faktor keamanan menggunakan Software Slide 6.0.



Gambar 5. Penampang geolistrik



Gambar 6. Perhitungan faktor keamanan

Faktor keamanan dihitung menggunakan Metode Janbu yang disederhanakan. Perhitungan faktor keamanan memasukkan beberapa parameter seperti sifat fisik dan mekanik material serta faktor gempa. Nilai faktor keamanan deterministik yang diperoleh dari perhitungan tersebut sebesar 1,942 dan nilai faktor keamanan probabilistik yang diperoleh sebesar 1,926. Tinggi muka air tanah memotong bidang gelincir sehingga keadaan inilah yang akan menurunkan nilai faktor keamanan.

KESIMPULAN

Formasi akuifer yang terdapat pada lokasi penelitian tersusun oleh lapisan kalkarenit dan merupakan jenis akuifer bebas. Tinggi muka air tanah yang terdapat pada lokasi penelitian sebesar 74 - 86 meter. Hasil nilai faktor keamanan deterministik yang dihasilkan sebesar 1,942 dan nilai faktor keamanan probabilistik yang dihasilkan sebesar 1,926.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada pihak-pihak terkait yang telah membantu terutama kepada Prodi Teknik Pertambangan Universitas Trisakti yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian ini dan LIPI Karangsembung yang telah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Indriastuty, Dhanty. (2018). Pengaruh Tinggi Muka Air Tanah Terhadap Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Bukit Batugamping Kaliwadas, Jawa Tengah. Skripsi, Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Trisakti.

Nugraha, G. U., Nur, A. A., Pranantya, P. A. (2016). Lapisan Berpotensi Akuifer Berdasarkan Analisis Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Di Kertajati, Majalengka, Prosiding Seminar Nasional ke - III "Peran Geologi dalam Pengembangan Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Kebencanaan", 28 Mei 2016, Bandung, Indonesia.

Purba, Raymond, Undang Mardiana, Febriwan Mohammad, (2018). Pendugaan Akuifer Berdasarkan Data Geolistrik di Sub-DAS Cileungsir, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Dalam Padjadjaran Geoscience Journal, Vol. 2, No. 3, h. 162 – 168

Rolia, Eva, Agus Surandono. (2016). Deteksi Keberadaan Akuifer Air Tanah Menggunakan Software IP2Win dan Rockwork 2015. Dalam TAPAK, Vol. 6, No. 1, h.44 - 51