

Identifikasi Geolistrik Pada Lokasi Amblasan Jalan Gombel Lama Semarang

Agung Hari Wibowo, Takdir Rochjati Saptorini

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman

E-mail: agungundaris@gmail.com

ABSTRACT

Landslides that occur in road construction are often caused by soil deformation. In addition to changes in the soils composition, soil deformation is also caused by gravity and its slip surface. In general, the slip surface is characterized by the presence of an impermeable layer under the permeable layer. In addition to the position of the slip surface, investigations of soil that has undergone deformation also include the lithological characteristics of each layer. The effort to conduct an investigation into the lithology of soil layers and slip surface can be done by geoelectricity. Through geoelectricity carried out on 4 test lines, lithological data was obtained under the Jalan Gombel Lama, including 1 to 2 meter top soils, 1 to 4.4 meter gravel sand, 8 meter tuffaceous clay, 1 to 11 meter volcanic breccia, 10 to 20 meter claystone, and 4 to 18 meter sandstone. The slip surface was found above a layer of tuff clay rock at the depth of 2 meters and clay rock at a depth of 17 meters for points GL-1 and GL-2, while at point GL-3 the slip surface was located at a depth of 12 and 20 meters.

Keywords: Laboratory CBR, DCP, Subgrade, Bearing Capacity

ABSTRAK

Amblasan yang terjadi pada konstruksi jalan seringkali disebabkan oleh adanya deformasi tanah. Selain akibat perubahan komposisi pembentuknya, deformasi tanah juga disebabkan oleh gravitasi dan bidang gelincirnya. Pada umumnya bidang gelincir ditandai oleh adanya lapisan kedap di bawah lapisan *permeable*. Disamping posisi bidang gelincir, penyelidikan tanah yang mengalami deformasi juga meliputi karakteristik litologi dari masing-masing lapisan. Salah satu upaya untuk melakukan penyelidikan mengenai litologi lapisan tanah dan bidang gelincir dapat dilakukan dengan geolistrik. Melalui geolistrik yang dilakukan pada 4 *line* pengujian, didapatkan data litologi di bawah amblasan Jalan Gombel lama diantaranya adalah tanah penutup tebal 1 sampai 2 meter, pasir kerikilan tebal 1 sampai 4,4 meter, lempung tufaan tebal mencapai 8 meter, breksi vulkanik tebal 1 sampai 11 meter, batu lempung tebal 10 hingga > 20 meter, dan batu pasir yang memiliki ketebala 4 sampai dengan 18 meter. Bidang gelincir ditemukan di atas lapisan batu lempung tufaan pada kedalaman 2 meter dan batu lempung pada kedalaman 17 meter untuk titik GL-1 dan GL-2, sedangkan pada titik GL-3 bidang gelincir terletak pada kedalaman 12 dan 20 meter.

Kata Kunci: Geolistrik, Resistivitas, Deformasi Tanah, Bidang Gelincir, Litologi

PENDAHULUAN

Gerakan tanah merupakan salah satu potensi geologi yang dapat terjadi kapan saja. Gerakan tanah didefinisikan sebagai perpindahan masa tanah atau batu pada arah tegak, mendatar, atau miring dari kedudukan

semula [1]. Gerakan tanah antara lain dipengaruhi oleh getaran akibat gempa bumi, kerawanan geologi regional, bentuk geometri lereng, pengaruh air, bidang gelincir (*slip surface*), hingga deformasi material penyusun tanah itu sendiri.

Pada beberapa kasus, gerakan tanah secara nyata mengakibatkan rusaknya konstruksi perkerasan jalan yang merupakan prasarana transportasi darat. Kondisi badan jalan longsor, retak memanjang ataupun melintang, hingga amblas adalah indikasi adanya gerakan tanah. Penelitian ini membahas mengenai gerakan tanah yang diakibatkan oleh deformasi tanah sehingga berdampak timbulnya amblas di Jalan Gombel Lama Semarang.



Gambar 1 Foto Udara Lokasi Amblasan Jalan Gombel Lama Semarang

Berkurangnya kuat geser tanah akibat deformasi tanah ataupun pengaruh air merupakan asumsi awal dari fenomena amblas di Jalan Gombel Lama. Selain itu, gerakan tanah juga dipengaruhi posisi bidang gelincirnya (*slip surface*). Bidang gelincir umumnya ditandai dari lapisan kedap [2].



Gambar 2 Lokasi Longsoran Jalan Gombel Lama Semarang Yang Terdeformasi

Penelitian ini merupakan penyelidikan bawah tanah dengan metode geolistrik 1D yang dilakukan di Jalan Gombel Lama untuk memetakan ketebalan lapisan serta litologinya sehingga dapat diketahui posisi bidang gelincirnya. Melalui kegiatan ini diharapkan dapat bermanfaat bagi upaya rekonstruksi jalan akibat amblas.

LANDASAN TEORI

Deformasi Tanah

Dugaan penyebab amblasnya Jalan Gombel Lama Semarang adalah deformasi tanah berlebihan. Deformasi diartikan sebagai perubahan bentuk, posisi, dan dimensi dari suatu benda, baik merupakan bagian dari alam ataupun buatan manusia dalam skala ruang dan waktu [3]. Deformasi yang terjadi pada tanah akan mengakibatkan deformasi pula pada bangunan atau struktur yang menumpu di atasnya.

Deformasi tanah umumnya disebabkan oleh pergerakan tanah pada bidang gelincirnya ataupun perubahan susunan komponen pembentuk tanah [4]. Tanah yang terdeformasi akan kehilangan kepadatannya yang mengakibatkan kehilangan kuat gesernya sehingga daya dukungnya akan turun. Turunnya daya dukung akan mengakibatkan “amblasan” pada permukaan tanah.

Utamanya pada tanah lempung, deformasi sering dikaitkan dengan adanya air. Daya

dukung tanah lempung (tanah berbutir halus) selalu identik dengan sifat kohesifnya. Nilai kohesi sangat bergantung pada kadar airnya [5].

Kemungkinan tanah berbutir halus dengan kondisi kadar air yang cukup tinggi adalah terjadinya konsolidasi. Jika dikaitkan dengan deformasi tanah, maka konsolidasi dapat mengakibatkan deformasi arah vertikal.

Pada lokasi amblesan gombel, secara visual terlihat bahwa deformasi arah vertikal lebih dominan. Namun perlu diselidiki apakah juga terjadi deformasi arah horizontal. Penyelidikan geolistrik yang dilakukan dalam penelitian ini juga berusaha menemukan kedalaman bidang gelincir yang berpotensi terjadi deformasi arah horizontal.

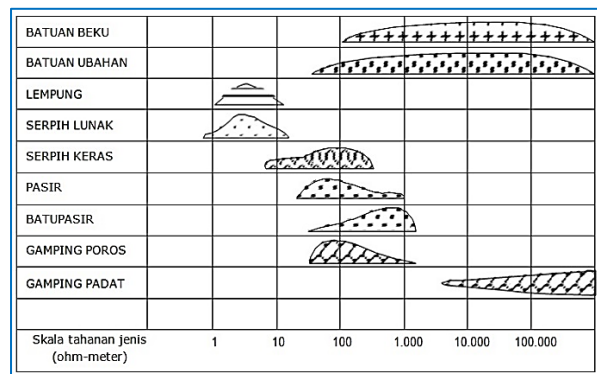
Geolistrik

Tujuan dari survey geolistrik adalah untuk menentukan distribusi resistivitas bawah permukaan dengan melakukan pengukuran pada permukaan tanah [6]. Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika untuk mengetahui perubahan tahanan (resistivitas) jenis lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara mengalirkan arus Listrik DC (*direct current*) yang mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah [7]. Geolistrik efektif digunakan untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal (kurang dari 1000 kaki), penggunaan geolistrik akan cukup efektif digunakan dalam bidang

geologi teknik seperti pencarian reservoir air, ataupun penentuan batuan dasar [7].

Terdapat dua jenis penyelidikan resistivitas, yakni *Horizontal Profilling* (HP) dan *Vertical Electrical Sounding* (VES). Keduanya memiliki metode tersendiri, yakni perbedaan penampang anisotropis pada arah horizontal dan perbedaan pendugaan anisotropis pada arah vertikal [7]. Konfigurasi geolistrik Wenner – Schlumberger adalah konfigurasi paling sering ditemui dalam referensi-referensi yang tersedia.

Dalam melakukan analisis hasil pengujian geolistrik, nilai *resistivity* dibandingkan dengan Gambar 3, untuk mengetahui kesesuaian nilai *resistivity* yang diperoleh dengan batuan penyusun.



Gambar 3 Nilai Tahanan Jenis batuan [8]

Metodologi Penelitian

Kegiatan penyelidikan geolistrik untuk analisis longsor telah dilaksanakan lokasi penyelidikan yang terletak di JL. Gombel Lama, Kel. Tinjomoyo, Kecamatan Banyumanik, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Untuk mengetahui lapisan tanah dan

batuan yang memiliki potensi pergerakan tanah (longsor) di lokasi tersebut maka dilaksanakan penyelidikan bawah permukaan dengan menggunakan metode geolistrik 1D dengan konfigurasi Schlumberger.

Pengukuran geolistrik yang dilaksanakan menggunakan metode pengukuran resistivitas konfigurasi Schlumberger dengan resolusi *Vertikal Electric Sounding* (VES) dengan panjang bentang pengukuran rata-rata sejauh 100 meter. Dari data geolistrik lapangan yang dihasilkan, diolah dan selanjutnya dilakukan interpretasi dengan cara menyamakan lengkung (*Curve Matching*) terhadap kurva baku yang telah dikeluarkan oleh Schlumberger. Penyamaan lengkung ini dilakukan untuk menentukan parameter tahanan jenis secara matematis pada suatu model perlapisan batuan. Setiap titik pengukuran geolistrik, akan menghasilkan nilai tahanan jenis yang akan digunakan sebagai dasar interpretasi jenis tanah/batuan yang menyusun kondisi bawah permukaan.

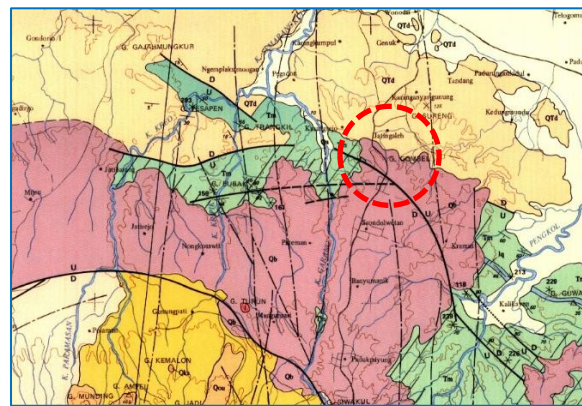


Gambar 4 Lokasi Penyelidikan Geolistrik

ANALISIS DAN DESKRIPSI

Geologi Regional

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, daerah penelitian terletak pada Formasi Kaligetas (Q_{pkg}) yang tersusun dari Breksi vulkanik, aliran lava, tuf, dan batulempung. Breksi aliran dan lahar dengan sisipan lava dan tuf berukuran butir halus sampai kasar, batuan gunungapi yang melapuk berwarna coklat-kemerahan.



Gambar 5 Kondisi Geologi Gombel [9]

Di Lokasi juga terdapat garis patahan (*fault*) yang membentang secara radial dari arah Tenggara ke Barat Laut. Lokasi gombel lama bergerak turun sementara wilayah Jalan Gombel Baru bergerak naik. Kondisi demikian memiliki tingkat kerawanan yang cukup tinggi terkait gerakan tanah.

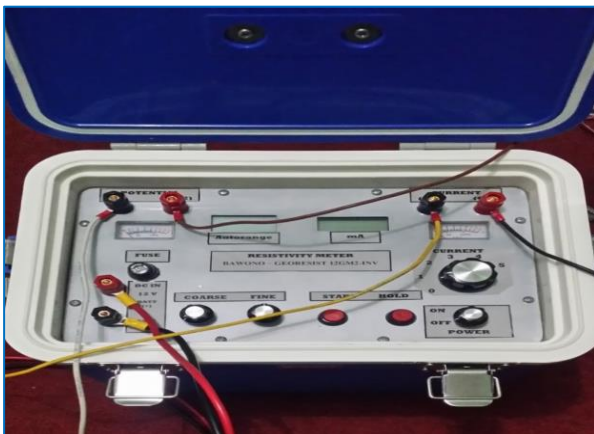
Geologi Lokal

Morfologi lokasi penelitian merupakan daerah perbukitan terjal yang terbentuk karena proses endogen dari pergerakan lempeng tektonik. Susunan batuan di lokasi penyelidikan terdiri dari breksi vulkanik, aliran lava, tuf, dan batu lempung.

Pengukuran Geolistrik

Pengukuran geolistrik di lokasi Penyelidikan yang berada di lokasi Analisis Longsoran Gombel Lama di Tinjomoyo, Kecamatan Banyumanik, Kota Semarang, Provinsi Jawa Timur, telah dilakukan sebanyak 4 *line* geolistrik dengan bentangan tiap titik mencapai 100 meter. Hasil pengukuran geolistrik dapat dilihat pada lampiran. Titik Line geolistrik di lokasi penyelidikan dapat dilihat pada Gambar 4.

Pelaksanaan survey geolistrik ini digunakan untuk mengetahui kondisi bawah permukaan meliputi jenis litologi, kedalaman dan ketebalan lapisan batuan. Alat yang digunakan dalam survey geolistrik ini adalah *resistivity meter digital* merek Bawono Resistivity.



Gambar 6 Alat Survey Geolistrik Merk Bawono Resistivity

Analisa Data Log Geolistrik

Berdasarkan hasil penyelidikan geolistrik yang telah dilaksanakan di Lokasi Penyelidikan Longsoran di Jalan Gombel Lama, Tinjomoyo, Kecamatan Banyumanik,

Kota Semarang, Provinsi Jawa Timur, yang telah disajikan dalam log geolistrik dan sayatan bawah permukaan, dapat diketahui batuan penyusun lokasi penyelidikan sebagai berikut:

1. Penampang Geolistrik

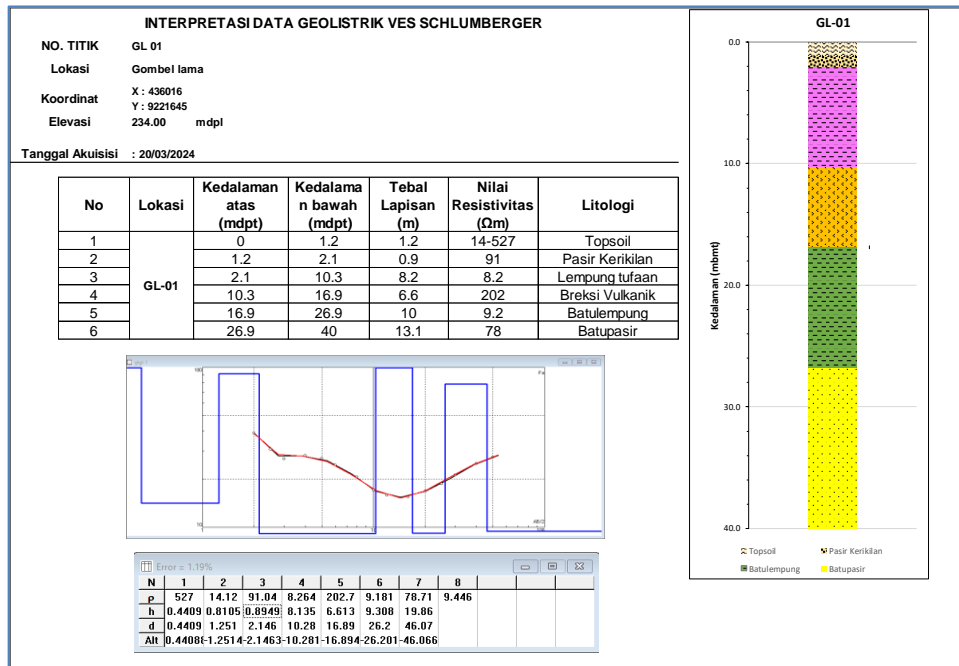
Penampang Geolistrik memberikan gambaran kondisi bawah permukaan dengan sayatan melintang dengan arah sayatan Timur Laut – Barat Daya memberi gambaran lithologi penyusun meliputi tanah dan batuan penyusun, ketebalan lapisan dan korelasi antar lapisan batuan dari setiap titik geolistrik. Batuan penyusun lokasi penyelidikan berdasarkan nilai resistivitas batuan, dari atas ke bawah adalah sebagai berikut:

- Titik GL 01
 - 00,00 s/d 01,20 Tanah penutup, nilai resistivity 14 – 527 ohm meter, tebal lapisan 1,2 m
 - 01,20 s/d 02,10 Pasir kerikilan, nilai resistivity 91 ohm meter, tebal lapisan 0,9 m
 - 02.10 – 10.30 Lempung tufaan, nilai resistivity 8,2 ohm meter, tebal lapisan 8,2 m
 - 10.30 – 16.90 Breksi vulkanik, nilai resistivity 202 ohm

meter, tebal lapisan 26.90 – 40.00 Batu pasir, nilai resistivity 78 ohm meter, tebal lapisan 13,1 m

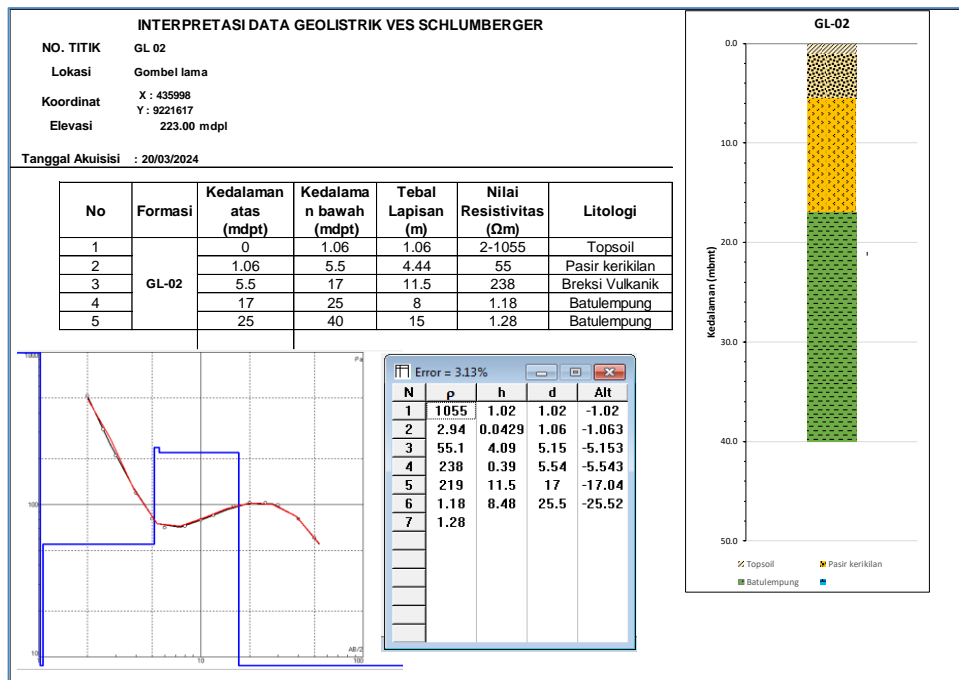
6,6 m

16.90 – 26.90 Batu lempung, nilai resistivity 9,2 ohm meter, tebal lapisan 10 m



Gambar 7 Interpretasi Data Geolistrik GL 01

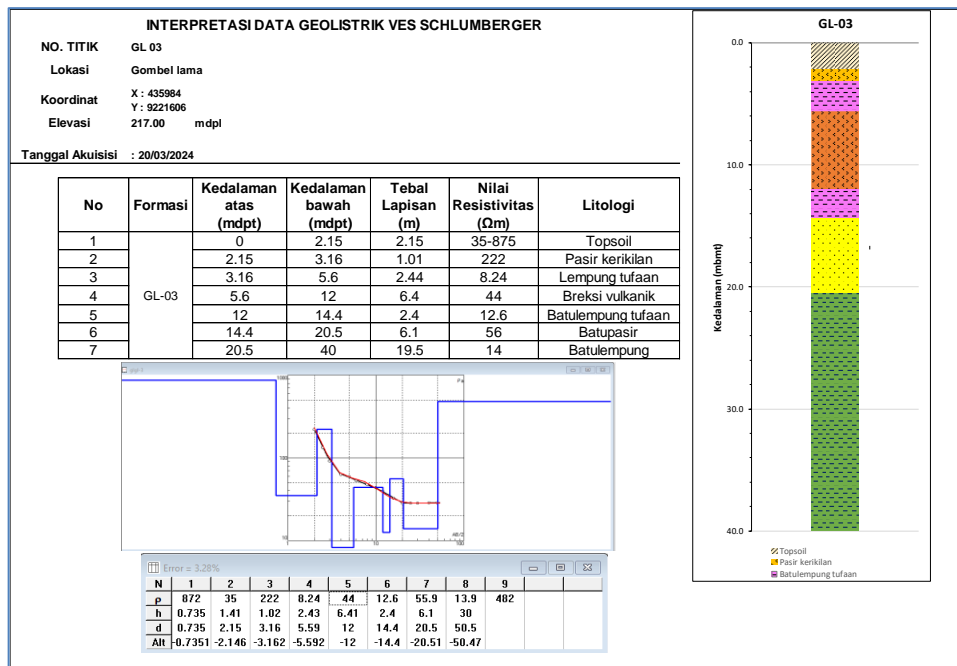
- Titik GL 02



Gambar 8 Interpretasi Data Geolistrik GL 02

00,00 – 01,06	Tanah penutup, nilai resistivity 2 - 1055 ohm meter, tebal lapisan 1,06 m	17.00 – 25.00	Batu lempung, nilai resistivity 1,18 ohm meter, tebal lapisan 8 m
01,06 – 05,50	Pasir kerikilan, nilai resistivity 55 ohm meter, tebal lapisan 4,44 m	25.00 – 40.00	Batu lempung, nilai resistivity 1,28 ohm meter, tebal lapisan 15 m
05.50 – 17.00	Breksi vulkanik, nilai resistivity 238		

- Titik GL 03

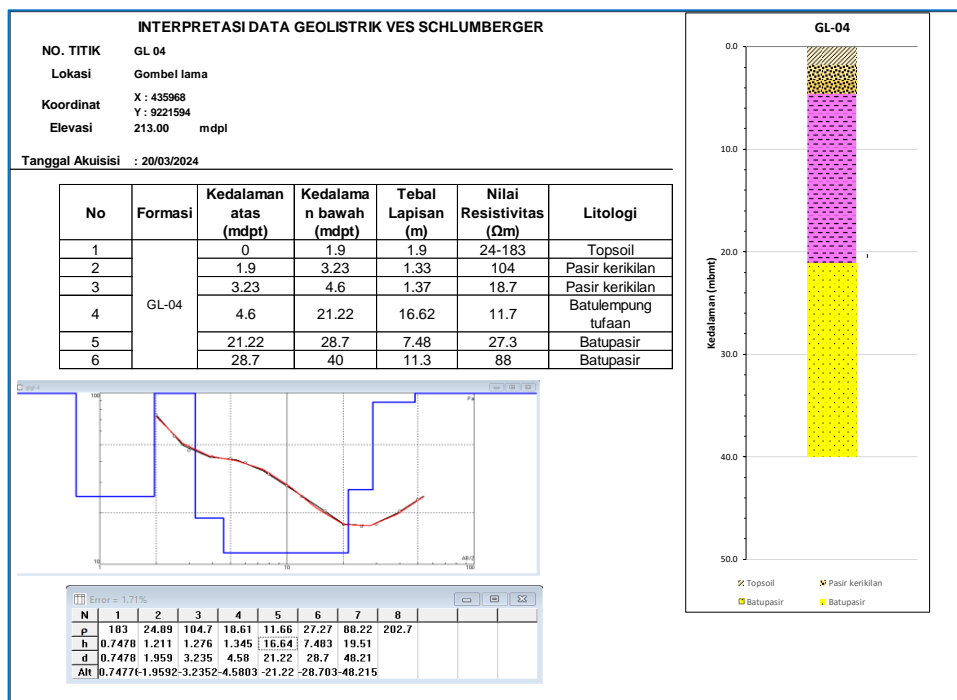


Gambar 9 Interpretasi Data Geolistrik GL 03

00.00 – 02.15	Tanah penutup, nilai resistivity 32 - 875 ohm meter, tebal lapisan 2,15 m	03.16 – 05.60	Lempung tufaan, nilai resistivity 8,24 ohm meter, tebal lapisan 2,44 m
02.15 – 03.16	Breksi vulkanik, nilai resistivity 222		

05.60 – 12.00	Breksi vulkanik, nilai resistivity 44 ohm meter, tebal lapisan 6,4 m	14.40 – 20.50	Batu pasir, nilai resistivity 56 ohm meter, tebal lapisan 6,1 m
12.00 – 14.40	Batu lempung tufaan, nilai resistivity 12,6 ohm meter, tebal lapisan 2,4 m	20.50 – 40.00	Batu lempung, nilai resistivity 14 ohm meter, tebal lapisan 19,5 m

- Titik GL 04



Gambar 10 Interpretasi Data Geolistrik GL 04

00.00 – 01.90	Tanah Penutup, nilai resistivity 24 - 183 ohm meter, tebal lapisan 1,9 m	03.23 – 04.60	Pasir kerikilan, nilai resistivity 18,7 ohm meter, tebal lapisan 1,37 m
01.90 – 03.23	Breksi vulkanik, nilai resistivity 104 ohm meter, tebal lapisan 1,33 m	04.60 – 21.22	Batu lempung tufaan, nilai resistivity 11,7 ohm meter, tebal lapisan 16,62 m

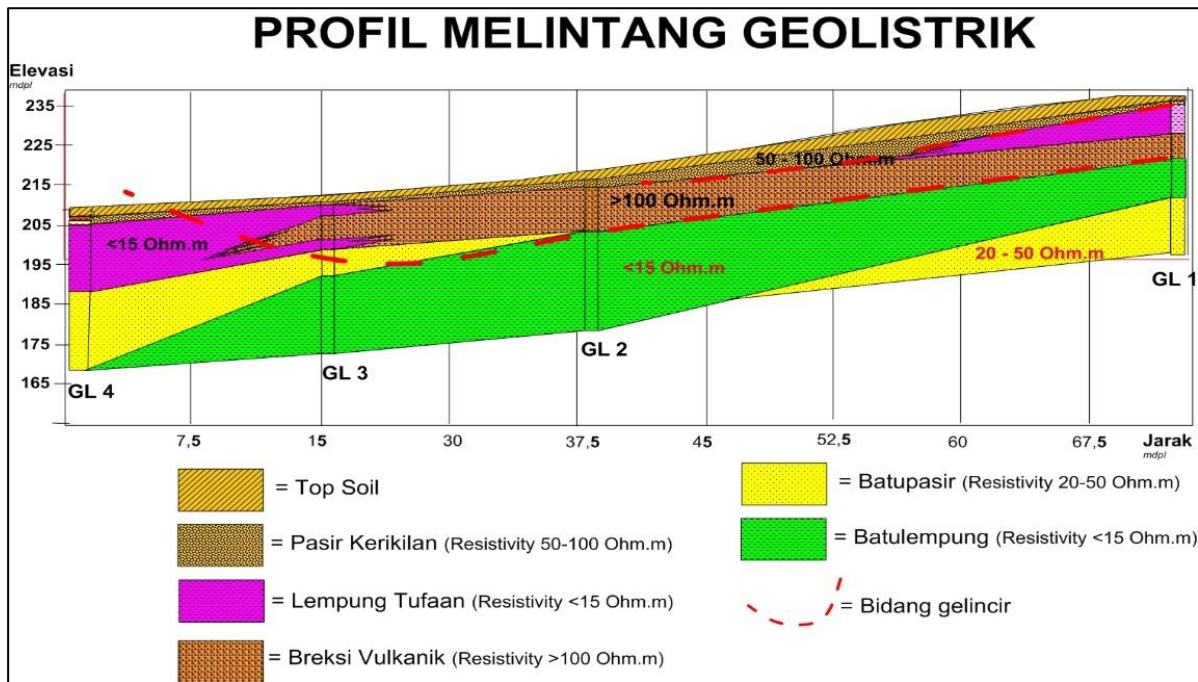
21.22 – 28.70 Batu pasir, nilai resistivity 27,3 ohm meter, tebal lapisan 7,48 m

28.70 – 40.00 Batu pasir, nilai resistivity 88 ohm meter, Tebal lapisan 11,3 m

2. Kondisi Bawah Permukaan Berdasarkan Penampang Geolistrik

Sesuai dengan tujuan awal penyelidikan, yaitu untuk mengetahui adanya kemungkinan lapisan tanah atau batuan yang berpotensi sebagai media keluarnya air dan menentukan adanya lapisan tanah atau batuan yang berpotensi sebagai bidang pergeseran tanah, maka berdasarkan hasil penyelidikan geolistrik, ada beberapa lapisan batuan yang memungkinkan menjadi media keluarnya air dengan sifat permeabilitas yang cukup baik dan terletak diatas lapisan kedap air atau impermeable, sehingga air permukaan yang meresap kedalam tanah tidak mampu diteruskan ke lapisan berikutnya karna tertahan lapisan kedap air tersebut. Pada penampang geolistrik pada sisi barat pada titik GL-1 lapisan permeable yang terletak menumpang diatas lapisan impermeable terdapat pada lapisan pasir kerikilan di kedalaman 2 meter yang menumpang pada lempung tuffan yang memiliki ketebalan 8

meter berperan sebagai lapisan impermeable sekaligus bidang gelincir pertama. Pada titik GL-1 juga di temukan lapisan permeable kedua yaitu breksi vulkanik pada kedalaman 16,9 meter yang menumpang pada lapisan impermeable yaitu batulempung yang memiliki ketaban mencapai 10 meter, yang berpotensi juga sebagai bidang gelincir kedua. Bidang gelincir menerus dari titik GL-1 juga dijumpai pada titik GL-02 yaitu pada kedalaman 17 meter di bawah permukaan tanah yang merupakan breksi vulkanik sebagai lapisan permeable munumpang diatas lapisan impermeable (batulempung) dengan ketebalan lapisan mencapai 23 meter. Bidang gelincir juga menerus sampai ke titik GL-3 dengan kedalaman bidang gelincir yaitu breksi vulkanik menumpang pada batulempung tuffaan di kedalaman 12 meter dan pada batupasir yang menumpang diatas batulempung pada kedalaman dengan ketebalan lapisan mencapai 20,5 meter.



Gambar 11 Potongan A-A Lokasi Penyelidikan Geolistrik

PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini dirangkum dalam poin berikut:

1. Hasil penyelidikan geolistrik di lokasi Analisis Longsoran Jalan Gombel Lama, Kota Semarang terdiri dari jenis tanah/batuan dari atas kebawah yaitu:

- Tanah penutup, memiliki ketebalan 1 sampai 2 meter, dengan nilai resistivity bervariasi antara 2 - 1055 Ohm meter tergantung jenis batuan dasarnya.
- Pasir kerikilan, memiliki ketebalan bervariasi antara 1 sampai 4,4 meter, dengan nilai resistivity 50 – 100 Ohm meter.

- Lempung Tufaan, memiliki ketebalan mencapai 8 meter dengan nilai resistivity 8,2 Ohm meter.
- Breksi vulkanik, dengan nilai resistivity > 100 Ohm meter, memiliki ketebalan bervariasi antara 1 sampai 11 meter.
- Batulempung, dengan nilai resistivity < 15 Ohm meter, dengan ketebalan yang bervariasi dan cukup tebal mulai dari 10 hingga mencapai > 20 meter.
- Batupasir, dengan nilai resistivity 20 - 100 Ohm meter, dengan ketebalan 4 sampai 18 meter.

2. Batuan yang terdapat di lokasi penyelidikan termasuk kedalam Formasi Kaligetas (Q_{pkg})

3. Lapisan tanah atau batuan yang berpotensi menjadi media keluarnya air adalah lapisan dengan sifat permeabilitas yang cukup baik (lapisan pasir kerikilan dan breksi vulkanik) yang letaknya menumpang diatas lapisan kedap air atau *impermeable* (batu lempung tufaan atau batu lempung)
4. Bidang gelincir dijumpai di atas lapisan batulempung tufaan pada kedalaman 2 meter dan batulempung pada kedalaman 17 meter pada titik GL-1 dan GL-2, sedangkan pada titik GL-3 bidang gelincir terletak pada kedalaman 12 dan 20 meter

Saran

Dari hasil analisis dan kesimpulan yang diberikan, maka saran yang dapat disampaikan

yaitu:

1. Keberadaan air harus dievaluasi untuk alternatif penanganan dengan subdrain. Hal ini mengingat pengaruh air pada terjadinya deformasi tanah, utamanya deformasi arah vertikal.
2. Pengujian keberadaan air dapat dilakukan dengan menggunakan metode Mikrotremor ataupun Analisa lebih mendalam dari data hasil Geolistrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Zakaria, "Analisis Kestabilan Lereng Tanah," Bandung, 2009.
- [2] M. I. Sy and A. Budiman, "Investigasi Bidang Gelincir Pada Lereng Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Dua Dimensi (Studi Kasus: Kelurahan Lumbang Bukit Kecamatan Pauh Padang)," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 2, no. 2, 2013.
- [3] H. Suntoko and S. Sriyana, "Identifikasi Patahan Menggunakan Analisis Data Deformasi Tanah di Tapak RDE Serpong," *Eksplorium*, vol. 38, no. 2, pp. 99–108, Nov. 2017, doi: 10.17146/eksplorium.2017.38.2.3352.
- [4] Y. Zaika and B. A. Kombino, "Penggunaan Geotextil Sebagai Alternatif Perbaikan Tanah Terhadap Penurunan Pondasi Dangkal," *Jurnal Rekayasa Sipil*, vol. 4, no. 2, pp. 91–98, 2010.
- [5] H. C. Hardiyatmo, *Mekanika Tanah I*, 3rd ed. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2002.
- [6] B. D. Yuspancana, M. S. Purwanto, A. S. Bahri, and W. Utama, "Integrasi Data Resistivitas 2D Dengan Parameter Fisis Dan Mekanis Tanah Untuk Evaluasi Daya Dukung Tanah (Studi Kasus: Ruas Jalan Kawasan Jiipe, Manyar, Gresik)," *Jurnal Geosaintek*, vol. 5, no. 2, pp. 84–89, Aug. 2019, doi: 10.12962/j25023659.v5i2.5403.
- [7] S. Broto and R. S. Afifah, "Pengolahan Data Geolistrik Dengan Metode Schlumberger," *Teknik: Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Kerekayasaan*, vol. 29, no. 2, pp. 120–128, 2008.
- [8] W. M. . Telford, W. F. . King, and A. . Becker, *VLf mapping of geological structure*. Minister of Supply and Services Canada, 1977.
- [9] R. E. Thaden, H. Sumadirdja, and P. W. Richards, "Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, Jawa," 1975.