

Penyelidikan Zona Longsor dengan Metode Resistivitas dan Analisis Stabilitas Lereng untuk Mitigasi Bencana Tanah Longsor (Studi Kasus di Dusun Jawar, Desa Sri Mulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur)

Muwardi Sutasoma^{*1}, Adi Susilo², Eko Andi Suryo³

¹Mahasiswa Program Pascasarjana Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang

²Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang

³Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang

*email: msutasoma@gmail.com

ABSTRACT

Research using geoelectric resistivity dipole-dipole configuration and slope stability analysis has been done in the area Jawar, District Dampit to find out the sliding plane landslide, landslide direction and factor of safety. Tracks Retrieval of data by the method of geoelectric resistivity as much as 5 tracks with the direction of the southeast to the northwest three tracks with a length of 100 m - 200 m and southwest to northeast as many as two passes with a length of 200-300 m. While the slope stability analysis performed topographic map data retrieval and data collection sondir and boring. Based on the analysis of the lithology of the study area using resistivity geoelectric method shows three layers of soil is clay (the top layer), tuff (middle layer) and basalt and lava (bottom layer). Sliding plane landslide area is in the boundary between the layers of clay and tuff (a depth of 10.5 m). Based on the results of data processing of 3D resistivity geoelectric, landslide direction is southeast. Safety factor value of the security research area based slope stability analysis is 1.015. This value indicates that this area is prone to landslides.

Key words: Landslide, slope stability analysis, resistivity geoelectric, sliding plane, *factor of safety*.

ABSTRAK

Penelitian dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipole-dipole dan analisis stabilitas lereng telah dilakukan di dusun Jawar, Kecamatan Dampit untuk mengetahui bidang gelincir longsor, arah longsor dan *factor of safety*. Lintasan Pengambilan data dengan metode geolistrik resistivitas sebanyak 5 lintasan dengan arah penelitian dari tenggara ke barat laut sebanyak tiga lintasan dengan panjang 100 m - 200 m dan arah barat daya ke timur laut sebanyak dua lintasan dengan panjang 200-300 m. Sedangkan dengan metode analisis stabilitas lereng dilakukan pengambilan data peta topografi dan pengambilan data *sondir* dan *boring*. Berdasarkan analisis litologi daerah penelitian dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas menunjukkan tiga lapisan tanah yaitu lempung (lapisan paling atas), *tuff* (lapisan tengah) dan *basalt* dan *lava* (lapisan paling bawah). Bidang gelincir daerah longsor berada dibatas antara lapisan lempung dan *tuff* (kedalaman 10,5 m). Berdasarkan hasil pengolahan data 3D geolistrik resistivitas, arah longsor ke arah tenggara. Nilai *factor of safety* daerah penelitian berdasarkan analisis stabilitas lereng adalah 1,015. Nilai ini menunjukkan bahwa daerah tersebut sangat rawan terjadinya kelongsoran.

Kata kunci: Longsor, analisis stabilitas lereng, geolistrik resistivitas, bidang gelincir, *factor of safety*.

PENDAHULUAN

Longsor adalah gerakan masa dari suatu rombakan batuan dengan tipe gerakan yang meluncur atau menggeser (*sliding/slipping*), berputar (*rotational*) yang disebabkan oleh gaya gravitasi sehingga gerakannya lebih cepat dan kandungan airnya sedikit ^[1]. Proses terjadinya longsor diawali oleh infiltrasi air ke dalam tanah akan menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai ke lapisan tanah kedap air yang berfungsi sebagai bidang gelincir, maka tanah menjadi licin dan tanah yang lapuk di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar dari lereng.

Daerah Jawar, Desa Sri Mulyo, Kecamatan Dampit merupakan salah satu desa yang rawan tanah longsor. Pada tanggal 24 Januari 2006, di desa tersebut terjadi tanah longsor yang mengakibatkan 1 rumah hancur, 14 rumah retak-retak pada bagian dinding dan pondasinya. Selain itu, tanah longsor juga mengakibatkan 3 (tiga) bidang longsor dan 12 longsor kecil yang mengakibatkan terputusnya akses jalan desa sedalam 60 cm. Daerah terjadinya tanah longsor tersebut setelah diteliti secara geologi berada di atas batuan breksi lapuk yang menumpang dibagian atas batu gamping Formasi Wonosari. Dari sudut kemiringan, daerah terjadinya longsor sebenarnya memiliki kelerengan sebesar 12° - 20° atau tidak terlalu curam. Kejadian longsor tersebut menunjukkan bahwa penyebab terjadinya longsor tidak murni hanya karena kemiringan namun disebabkan daerah tersebut berada di daerah sesar turun yang diduga menyebabkan longornya batu gamping kars yang terletak dibagian bawah daerah terjadinya longsor ^[2].

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi lapisan tanah bawah permukaan penyebab longsor adalah menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipole-dipole. Tujuan melakukan survei dengan metode geolistrik adalah untuk mengetahui distribusi nilai resistivitas di dalam bumi namun pengukurannya di permukaan bumi. Nilai resistivitas yang didapatkan akan dihubungkan dengan parameter-parameter geologi seperti kandungan air, porositas, mineral dan lain sebagainya ^[3]. Distribusi nilai resistivitas di bawah permukaan dihasilkan berdasarkan pada kemampuan batuan menghantarkan listrik. Aliran listrik terdiri dari gerakan muatan listrik yang diwakili oleh elektron atau ion. Ion sendiri bergerak dalam cairan pada pori-pori batuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arus listrik bergerak melalui batuan dan formasi geologi sangat dipengaruhi oleh jumlah kadar airnya ^[4]. Penggunaan metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipole-dipole ini memiliki keunggulan dibanding dengan metode geofisika lainnya yaitu mampu menyajikan struktur bawah permukaan tanah secara detail meliputi kedalaman, lebar, panjang dan lintasan penelitian.

Namun untuk mengetahui kerawanan longsor di daerah penelitian, penggunaan metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole masih membutuhkan data pendukung dari peta topografi serta parameter tanah dan kerentanan tanah dari hasil pengeboran. Peta topografi mampu memetakan tempat-tempat dipermukaan bumi yang berketinggian sama dari permukaan laut menjadi bentuk garis-garis kontur, dengan satu garis kontur mewakili satu ketinggian. Peta topografi mengacu pada semua ciri-ciri permukaan bumi yang dapat diidentifikasi, apakah alamiah atau buatan, yang dapat ditentukan pada posisi tertentu ^[5]. Dengan mengetahui peta topografi dan lapisan tanah bawah permukaan di daerah penelitian maka akan dilakukan analisis stabilitas lereng untuk mengetahui kerawanan daerah tersebut terhadap kelongsoran.

Dari uraian di atas, dilakukan analisis kelongsoran dengan metode resistivitas serta analisis kondisi stabilitas lereng untuk mitigasi bencana tanah longsor.

METODE

Penelitian dilakukan Dusun Jawar, Desa Sri Mulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang. Terdapat beberapa tahapan dalam penelitian ini yaitu akuisisi data, pemodelan 2D dan 3D.

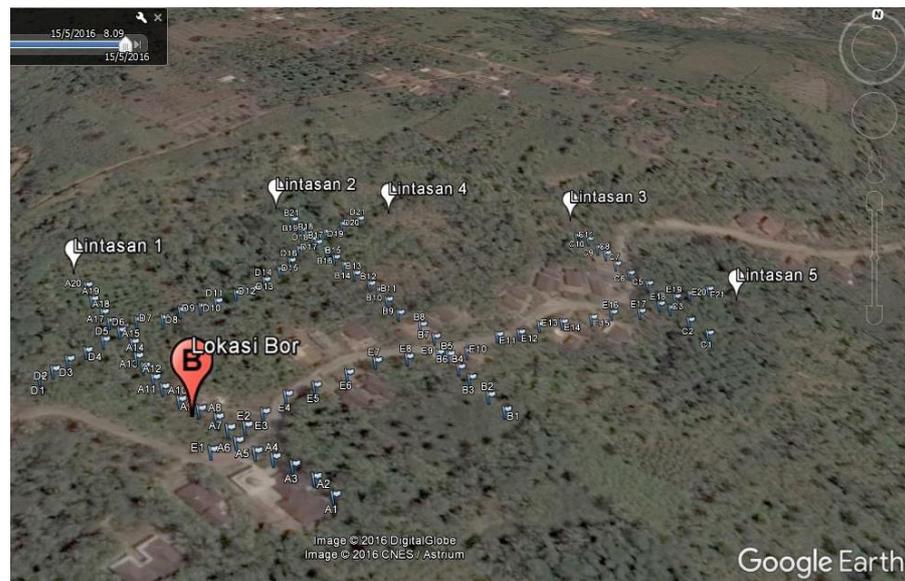
1. Akuisisi Data

a. Akuisisi Data Geolistrik

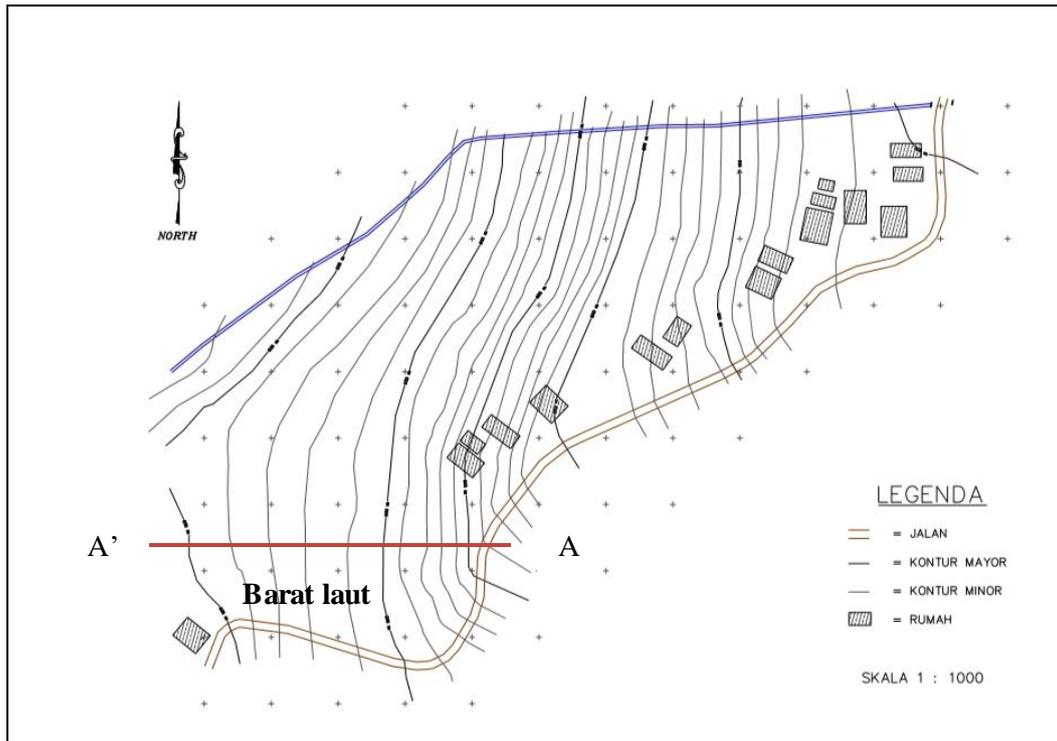
Metode yang digunakan dalam akuisisi data adalah metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole. Akuisisi data dilakukan dalam 5 lintasan yang saling memotong agar didapatkan data 3D. Panjang lintasan pengambilan data berkisar antara 180 m – 300 m. Lintasan 1 memiliki panjang 180 m, lintasan 2 sepanjang 200 m, lintasan 3 sepanjang 100 m, lintasan 4 sepanjang 200 m dan lintasan 5 sepanjang 300 m. Gambar 1 menunjukkan lintasan pengambilan data geolistrik.

b. Akuisisi Data Analisis Stabilitas Lereng

Untuk mendapatkan nilai *factor of safety* (faktor keamanan) dalam analisis stabilitas lereng, dilakukan pengambilan data peta kontur dengan luasan sekitar 400 m x 250 m untuk mendapatkan variasi ketinggian daerah penelitian. Selanjutnya dilakukan pengambilan data bor di lintasan 1 dan lintasan 2 pada lintasan pengambilan data geolistrik.



Gambar 1. (color online) Peta Lokasi pengambilan data geolistrik dan pengeboran



Gambar 2. (color online) Lokasi lereng pada peta topografi (lereng A-A') yang dipilih adalah lokasi pelaksanaan geolistrik lintasan 1.

2. Pengolahan Data

Adapun tujuan pengolahan data adalah untuk mengetahui lapisan tanah bawah permukaan dengan cara pemodelan geologi lapisan bawah permukaan dengan parameter fisis. Parameter fisis yang didapatkan adalah V , i dan K . Sedangkan pada pengolahan data analisis stabilitas lereng parameter adalah Pengukuran kuat geser Tanah (c dan ϕ), jenis tanah dan kedalaman tanah.

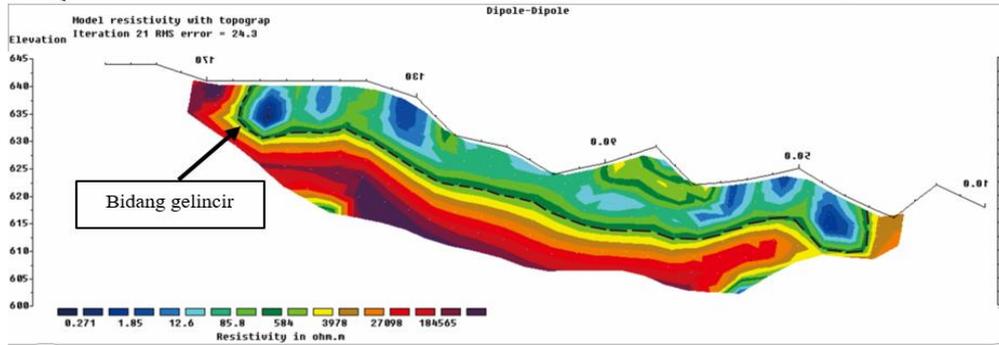
3. Interpretasi Data

Interpretasi data geolistrik dilakukan dengan interpretasi 2D dari masing-masing lintasan penelitian serta interpretasi data geolistrik 3D yang dikorelasikan dengan peta geologi daerah penelitian lembar Turen dan serta tabel resistivitas batuan. Interpretasi dilakukan untuk mengetahui lapisan tanah bawah permukaan, kedalaman bidang gelincir. Data geolistrik 3D diinterpretasikan untuk mengetahui arah longsoran daerah penelitian. Adapaun interpretasi analisis stabilitas lereng dilakukan di lintasan pengambilan data geolistrik dengan topografi paling curam serta sudah dilakukan pengeboran. Interpretasi dilakukan untuk mengetahui nilai analisis stabilitas lereng daerah penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

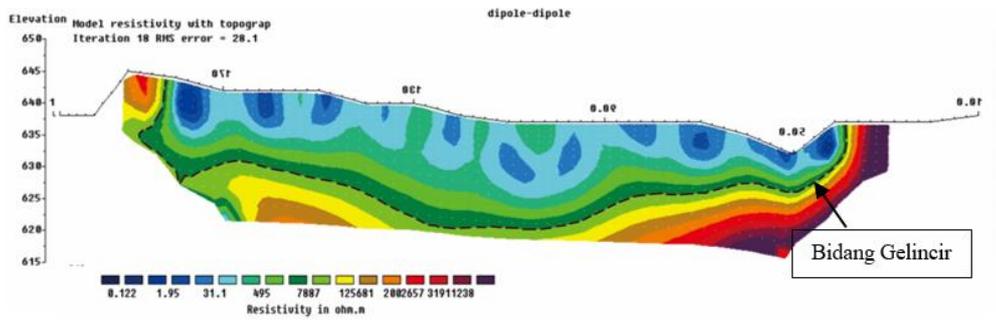
Hasil pengolahan data geolistrik menunjukkan bahwa komposisi lapisan tanah bawah permukaan di daerah Jawar adalah lempung, *tuff*, *lava* serta *basalt*. Tahap pengolahan data pada metode geolistrik menunjukkan kondisi bawah permukaan.

Barat laut



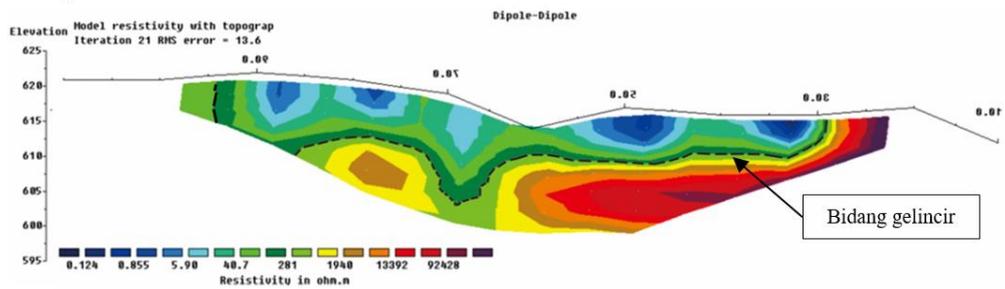
Gambar 3. (color online) Penampakan 2D untuk lintasan 1

Barat laut

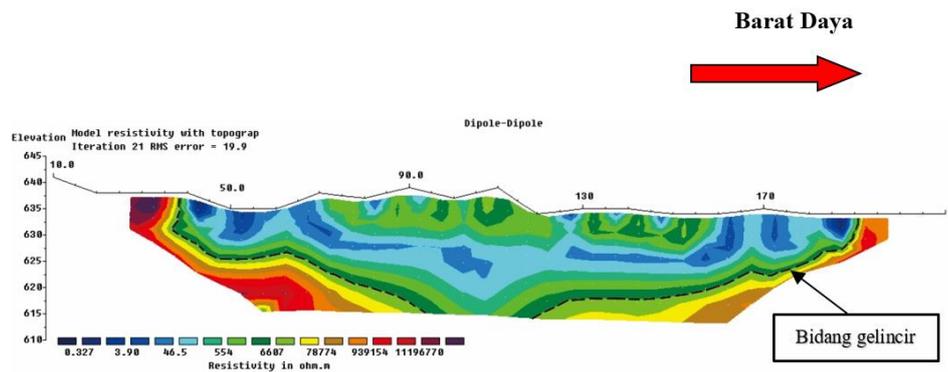


Gambar 4. (color online) Penampakan 2D untuk lintasan 2

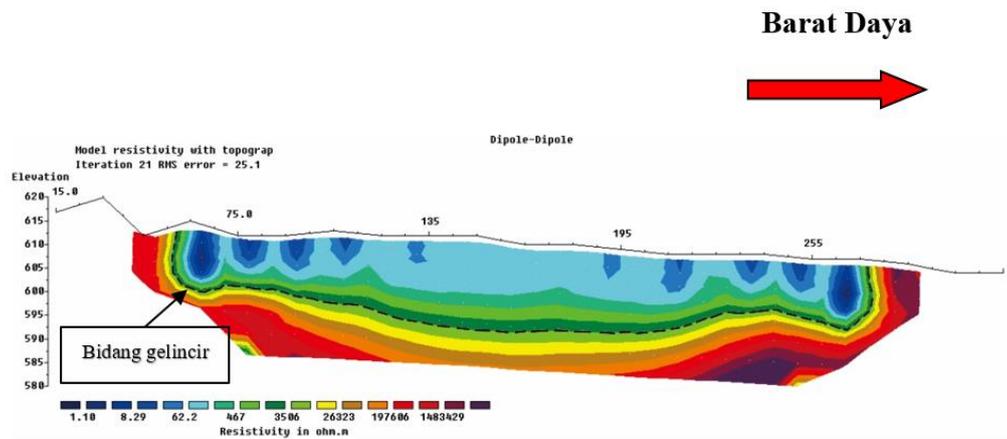
Barat laut



Gambar 5. (color online) Penampakan 2D untuk lintasan 3



Gambar 6. (color online) Penampakan 2D untuk lintasan 4



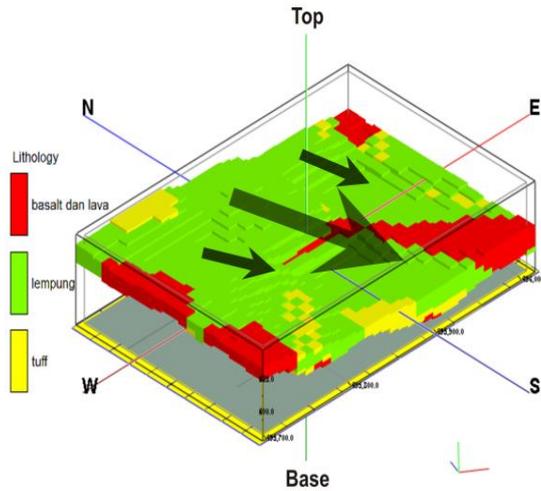
Gambar 7. (color online) Penampakan 2D untuk lintasan 5

Berdasarkan hasil interpretasi dari penampang 2D dari daerah penelitian diatas, didapatkan jenis batuan yang sama namun kedalamannya berbeda. Tabel 1 adalah tabel hasil pengolahan data geolistrik tiap lintasan.

Tabel 1. Hasil perbandingan nilai resistivitas lapisan batuan serta kedalaman tiap lapisan.

Lintasan	Resistivitas (Ωm)	Jenis perlapisan	Kedalaman (m)
1	0,271-584	Lempung	0-9
	584-27098	Tuff	8-12
	27098-184565	Basalt, Lava	12-20
2	0.122-7877	Lempung	0-11
	7877-125681	Tuff	11-18
	125681-31911238	Basalt, Lava	18-23
3	0.124 -281	Lempung	0-10
	281 -1948	Tuff	10-12,5
	1948 -92428	Basalt, Lava	12,5-20
4	0,327 -6607	Lempung	0-12,5
	6607 - 78774	Tuff	12.5-15
	78774-1119670	Basalt, Lava	15-22.5
5	1.10 – 3506	Lempung	0-10
	3506 -26323	Tuff	10-15
	26323 -1483429	Basalt, Lava	15-25

Hasil interpretasi *pseudosection* dari lintasan 1, lintasan 2, lintasan 3, lintasan 4, lintasan 5 dan data geolistrik 3D dapat dilihat bahwa nilai resistivitasnya mulai dari resistivitas rendah sampai resistivitas tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa material penyusun daerah penelitian adalah material lempung berpasir, *tuff* serta batuan *basalt* dan *lava*. Hal ini berarti bahwa penyebab terjadinya longsor bukan hanya karena kemiringan namun karena tingkat sedimentasi yang sangat rendah sehingga menyebabkan ikatan antar material menjadi lebih lemah. Bidang gelincir daerah penelitian terletak pada kedalaman rata 10,5 meter atau batas antara lempung dengan *tuff*. Karakteristik *tuff* yang kedap air dan lempung yang mudah diresapi air menyebabkan batas atas lapisan *tuff* menjadi licin saat air merembes. Akibatnya lapisan di atasnya rentan untuk lepas dari lereng.



Keterangan:

→ = Arah longsor

Gambar 8. (color online) Penampang 3D geolistrik resistivitas



Keterangan:

→ = Arah longsor

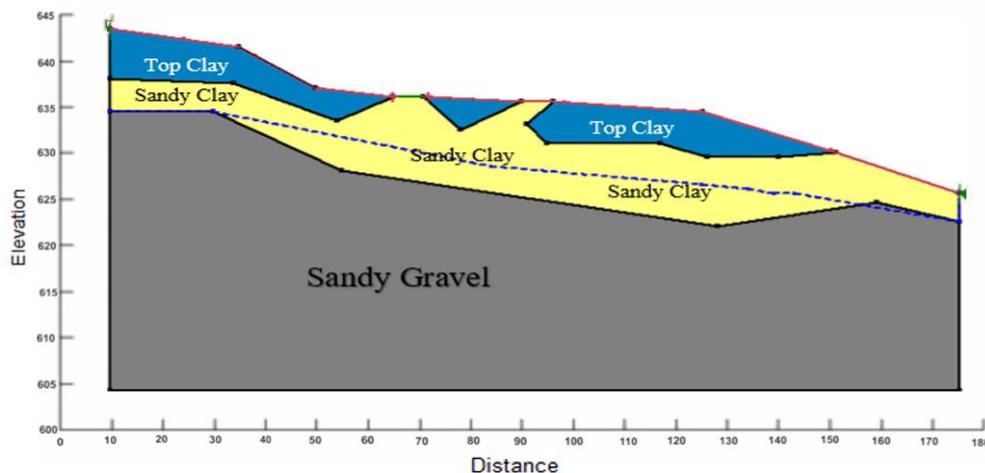
Gambar 9. (color online) Arah longsor berdasarkan pengamatan visual

Untuk melihat arah longsor maka dilakukan interpretasi pada kelima lintasan secara 3D. Penampang 3D geolistrik resistivitas (gambar 8) dan pengamatan secara visual (gambar 9) menunjukkan bahwa arah longsor terpusat kearah tenggara. Hasil pengamatan secara visual didukung juga dengan adanya pergeseran rumah kearah tenggara akibat longsor tersebut (gambar 9).



Gambar 10. (color online) Rumah yang terdorong kearah tenggara

Berdasarkan analisis stabilitas lereng, dapat diketahui bahwa terdapat 3 jenis tanah (gambar 9) yang ada di daerah penelitian yaitu *top clay* yang terdiri dari tanah lempung yang memiliki resistivitas rendah dengan karakteristik sangat mudah mnegalami kelongsoran, *sandy clay* yaitu jenis tanah lempung yang memiliki resistivitas yang tinggi serta memiliki karakteristik lebih sulit mengalami kelongsoran dibandingkan dengan *top clay* dan jenis tanah yang terakhir adalah *sandy gravel* yang memiliki karakteristik susah dilewati air dan resistivitasnya lebih tinggi.

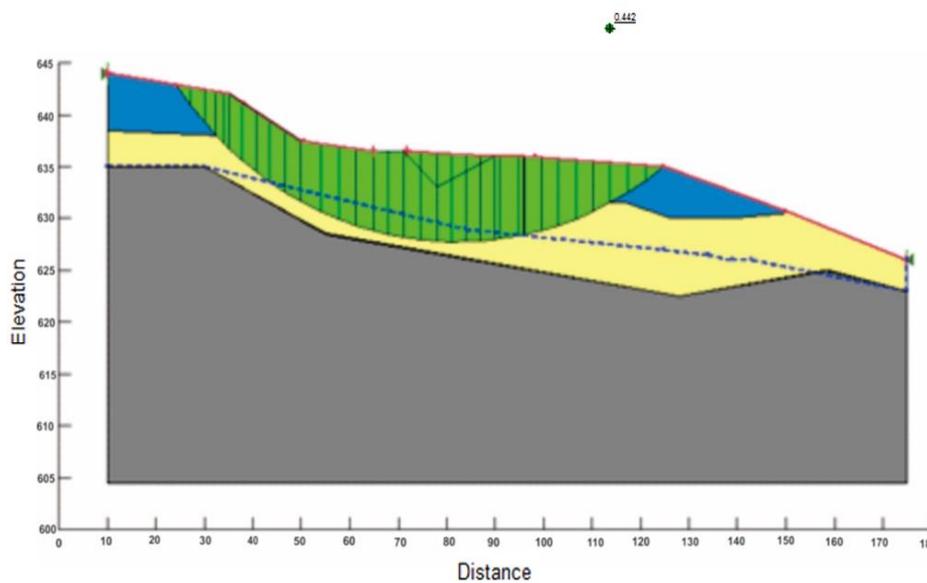


Gambar 11. (color online) Gabungan hasil geolistrik pada lintasan 1 dengan hasil peta topografi pada potongan A-A'

Hasil analisis stabilitas lereng pada lintasan 1 (gambar 9)

Tabel 2. Jenis tanah hasil analisis stabilitas lereng

Jenis Tanah	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Phi (°)
Top Clay	Mohr-Coulomb	15	4	0.54
Sandy Clay	Mohr-Coulomb	15	8	4.3 °
Sandy Gravel	Mohr-Coulomb	20	0	35 ° (diperkirakan)



Gambar 12. (color online) Bidang longoran pada lereng 1

Hasil analisis pada lereng 1 menunjukkan nilai *factor of safety* sebesar 1.015. Nilai ini menunjukkan bahwa daerah tersebut sangat rawan terjadinya longsor. Hal ini sesuai dengan pendapat Priest dan Brown [6] bahwa nilai $1 < \text{factor of safety} < 1,2$ menunjukkan lereng dalam kondisi kritis dan jika *factor of safety* bernilai lebih besar atau sama dengan 1,2, maka lereng tersebut stabil. Namun, jika tidak ditanggulangi secepatnya, maka akan terjadi infiltrasi air kedalam tanah terjadi terus menerus dan menyebabkan berat volume tanah meningkat sehingga terjadinya kelongsoran.

KESIMPULAN

Lapisan tanah daerah penelitian terdiri dari 4 jenis tanah yaitu lempung, tuff, basalt dan lava. Jenis tanah lempung sebagai lapisan paling atas (*top soil*) dengan ketebalan rata-rata ± 10 m-10,5 m. Kemudian lapisan tanah *tuff*, *basalt* dan *lava* sebagai batuan *bed rock* dan berada kedalaman lebih dari 10,5 m. Bidang gelincir merupakan bidang yang menjadi landasan Bergeraknya massa tanah. Lapisan tanah yang menjadi bidang gelincir pada penelitian ini adalah batas antara lempung yang memiliki resistivitas rendah dengan *tuff* yang memiliki resistivitas tinggi dan berada kedalaman ± 9 m-11 m atau rata-ratanya adalah 10 m-10,5 m.

Data hasil analisis stabilitas lereng menunjukkan bahwa nilai *factor of safety* dari daerah yang lebih pendek tersebut pada lintasan 1 adalah 0.422. Nilai *factor of safety* tersebut menunjukkan bahwa daerah tersebut sudah terjadi longsor. Sedangkan daerah yang lebih panjang pada lintasan 1, nilai *factor of safety* adalah 1.05 atau daerah tersebut sangat rawan untuk terjadinya longsor.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Noor, Djauhari, 2010. Geomorfologi. Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan, Bogor.
- 2 Thornbury, William D., 1969. Principles of Geomorphology. Amerika Serikat. Departement of geology Indiana University.
- 3 Loke, M.H., 2000. Electrical Imaging Surveys for environmental and Enggining studies. www.geoelectrical.com.
- 4 Rădulescu, V., Melinte, M.C., Rădulescu, F., 2007. Use Geoelectrical Methods in Archeological Studies, Case study: The Saint Nicholas Church of Densuş, GEO-ECO-MARINA: Coastal Zone Processes and Management. Environmental Legislation.
- 5 Wasis, Adi Susilo, dan Sunaryo, 2011. Peruntan Jalur Sesar Lokal di Desa Sri Mulyo Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang berdasarkan data geofisika, Natural B, Jurnal Lingkungan dan Kesehatan, vol 1, no 1, pp. 41-50, April 2011.
- 6 Priest, S.D. dan Brown, E.T. 1983. Probabilistic Stability Analysis of Variable Rock Slopes. Transaction of Institution of Mining and Metallurgy. (section A: Mining Industry), pp A1-A12.