

Implementasi Uji Geolistrik Dan Uji Geoteknik Dalam Penentuan Nilai Faktor Keamanan Daerah Rawan Longsor di Desa Kemiri Kabupaten Jember

Indra Nurtjahjaningtyas^{1,*}, Gusfan Halik¹, Bayu Buwana¹

Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Jember, Jember¹

Koresponden*, Email: indran.teknik@unej.ac.id

Info Artikel		Abstract
Diajukan	30 Oktober 2022	<i>Landslides are natural disasters that often occur in Indonesia. Landslides have occurred in Kemiri Village, Jember Regency. Kemiri Village is a densely populated area and there is a bustling agro-tourism area. This study aims to analyze the level of vulnerability to landslides using geoelectric tests and geotechnical tests. Geoelectric test is carried out to determine the lithological conditions at the site, geotechnical testing to obtain soil parameters as a determinant of the safety factor value of the research location. The results obtained from the geoelectric test showed a range of resistivity values between 0,72 Ωm to 267 Ωm and were types of silt to sandstone soils. The factor of safety obtained is between 1,042 – 1,862 which means the value of the factor of safety is relatively low. The value of this factor of safety indicates that in the research location there are still frequent land shifts which are feared landslides will occur.</i>
Diperbaiki	13 Januari 2023	
Disetujui	19 Januari 2023	

Keywords: landslide, geoelectric test, geotechnical test, factor of safety.

Abstrak
Tanah longsor merupakan bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Tanah longsor pernah terjadi di Desa Kemiri Kabupaten Jember. Desa Kemiri merupakan daerah padat penduduk serta terdapat agrowisata yang ramai. Penelitian ini bertujuan menganalisa tingkat kerawanan longsor menggunakan uji geolistrik dan uji geoteknik. Uji geolistrik dilakukan untuk mengetahui kondisi litologi di lokasi, pengujian geoteknik untuk mendapatkan parameter tanah sebagai penentu nilai faktor keamanan dari lokasi penelitian. Hasil yang diperoleh dari uji geolistrik menunjukkan rentang nilai resistivitas antara 0,72 Ω m hingga 267 Ω m dan merupakan jenis tanah lumpur hingga tanah batuan pasir. Faktor keamanan yang didapatkan antara 1,042 – 1,862 yang berarti nilai faktor keamanan relatif rendah. Nilai faktor keamanan ini menunjukkan lokasi penelitian masih sering terjadi pergeseran tanah yang ditakutkan akan timbul kelongsoran.

Kata kunci: tanah longsor, uji geolistrik, uji geoteknik, faktor keamanan

1. Pendahuluan

Kelongsoran dapat diartikan sebagai pengaruh gaya gravitasi terhadap gerakan massa batuan atau tanah pada suatu lereng [1]. Kelongsoran sering terjadi pada lereng yang terbentuk secara alamiah atau hasil rekayasa manusia dan sebenarnya merupakan fenomena alam yang dipengaruhi beberapa faktor yang menyebabkan meningkatnya tegangan geser pada tanah [2]. Tingkat kerawanan tanah longsor cukup menarik untuk diteliti salah satunya yaitu di Desa Kemiri Kabupaten Jember. Peristiwa tanah longsor pernah terjadi di Kecamatan Panti pada tahun 2006 yang mengakibatkan banyak jatuhnya korban jiwa maupun korban harta. Sebanyak 76 orang meninggal, hilangnya 15 orang, 1.900 orang mengungsi, 36 rumah hanyut, rusaknya 2400 rumah dan putusnya jembatan serta sawah rusak seluas 14 ha data ini diambil dari data BPS.

Terdapat berbagai macam metode yang dapat digunakan dalam analisa kelongsoran. Penelitian ini menggunakan metode resistivitas dan pengujian geoteknik. Metode

resistivitas merupakan metode yang digunakan untuk menentukan jenis lapisan tanah (litologi). Metode resistivitas ini dilakukan dengan cara menginjeksikan arus melalui 2 elektroda arus (C) kemudian akan terbaca berapa tegangan yang didapatkan melalui elektroda potensial (P). Setelah diketahui arus dan juga potensial listrik maka dapat ditentukan nilai resistivitas serta jenis litologi yang didapatkan [3]. Pengujian geoteknik dimaksudkan untuk mendapatkan nilai kohesi (c), berat jenis tanah (γ), dan sudut geser tanah (ϕ). Ketiga parameter tersebut nantinya akan diolah menggunakan *software Rocscience Slide* sehingga menghasilkan nilai faktor keamanan. Penelitian penentuan faktor keamanan (FK) dari suatu lereng pernah dilakukan oleh Yulikasari [4] di Kecamatan Selorejo Kabupaten Blitar. Penelitian tersebut mendapatkan hasil nilai resistivitas sebesar 2,15 Ω m hingga mencapai 628 Ω m yang merupakan tanah pasir lanauan. Besarnya faktor keamanan yang diperoleh dari penelitian tersebut dibagi menjadi 2 yaitu faktor keamanan sebelum dan setelah terjadi hujan. Faktor

keamanan yang didapatkan sebelum hujan yaitu 1,508 dan 1,502 dan setelah hujan yaitu sebesar 1,458 dan 1,273. Nilai FK tersebut dapat disimpulkan bahwa lokasi penelitian memiliki lereng yang stabil dengan nilai >1 .

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menganalisa daerah rawan longsor dengan menggunakan penggabungan antara dua buah metode yaitu dengan uji geolistrik dan uji geoteknik. Penelitian ini penting untuk dilakukan dikarenakan berlokasi di sekitar jalan utama menuju daerah wisata di Desa Kemiri. Manfaat lain dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai faktor keamanan yang nantinya menjadi informasi dasar mengenai tingkat kerawanan longsor. Pentingnya informasi tingkat kerawanan longsor tersebut dapat membantu masyarakat sekitar agar lebih waspada dan berhati-hati ketika melewati jalan tersebut ataupun beraktifitas disekitar lokasi penelitian.

2. Metode

2.1 Alat Penelitian

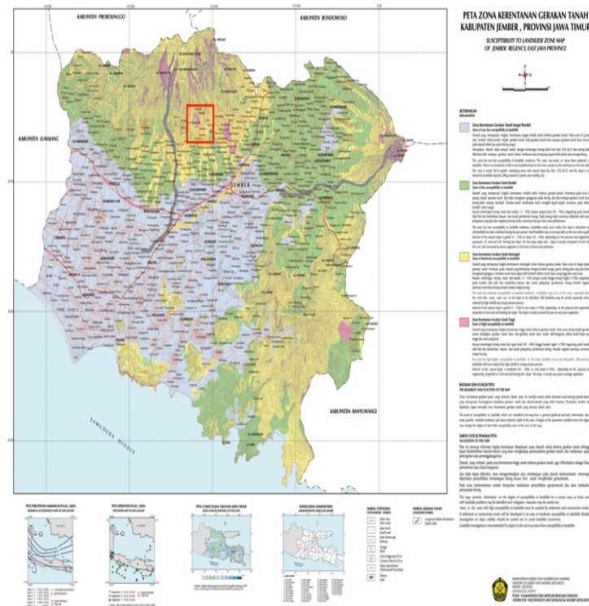
Peralatan yang digunakan dalam penelitian dibagi kedalam dua peralatan yaitu alat uji geolistrik dan juga alat uji geoteknik. Pengujian data geolistrik menggunakan peralatan sebagai berikut: GPS, *resistivity meter*, kabel penghubung, elektroda, meteran dan palu. Pengujian geoteknik yaitu melakukan pengujian sample tanah di laboratorium. Sampel tanah sebelum di uji dimasukkan kedalam paralon berukuran 4 inci dan ditutup dengan rapat guna menjaga kualitas tanah. Tanah yang dibawa dan kemudian diujikan.

2.2 Penentuan Titik Mapping

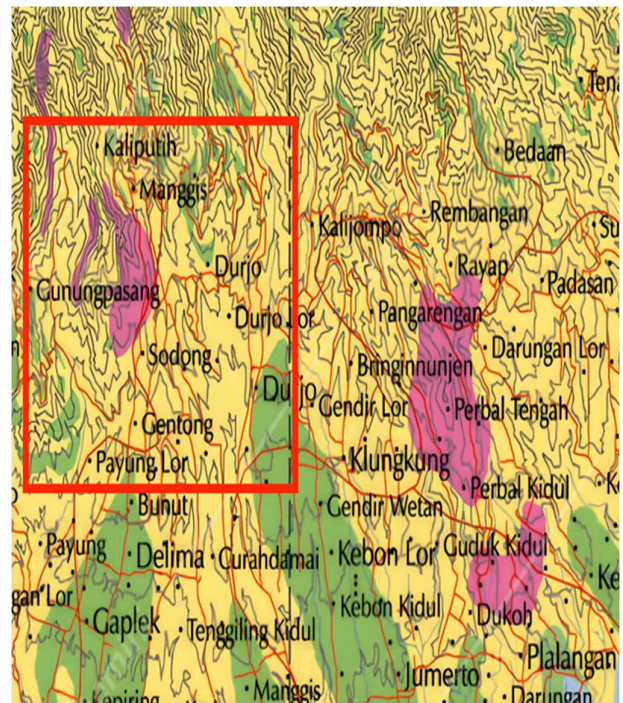
Lokasi penelitian merupakan zona dengan dominasi berwarna kuning yaitu daerah dengan zona kerentanan tanah menengah sesuai **Gambar 1**. Zona ini dapat terjadi gerakan tanah terutama pada daerah yang berbatasan dengan lembah sungai, gawir, tebing jalan atau jika lereng mengalami gangguan. Gerakan tanah lama dapat aktif kembali akibat curah hujan yang tinggi dan erosi kuat. Kisaran kemiringan lereng mulai dari landai (5 - 15%) sampai curam hingga hampir teak ($>70\%$), tergantung pada kondisi sifat fisik dan keteknikan batuan dan tanah pelapukan pembentuk lereng. [2].

Lokasi pengambilan data selanjutnya dipilih dengan kondisi daerah yang memiliki banyak lereng serta lokasi tersebut terdapat agrowisata Gunung Pasang yang ramai pengunjung dapat dilihat pada **Gambar 2**. Agrowisata tersebut memiliki akses jalan satu-satunya yang di kelilingi oleh tebing-tebing curam yang rawan terjadinya longsor.

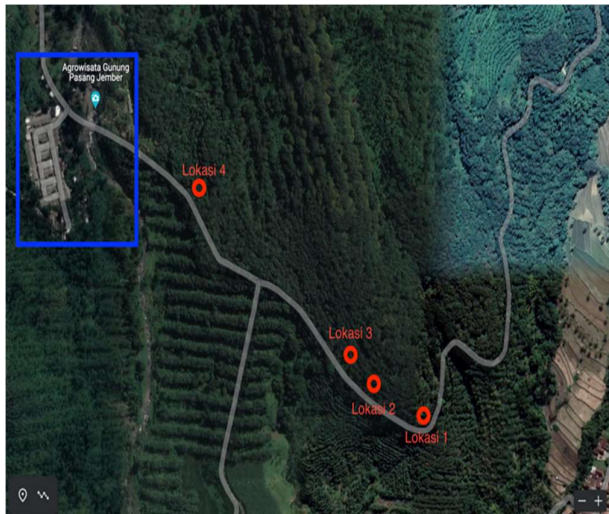
Pemilihan lokasi tersebut juga didasarkan pada banyaknya kendaraan yang lewat, sehingga dikhawatirkan ketika terjadi suatu longsor secara tiba-tiba yang akan menutup akses jalan secara total dan dikhawatirkan akan timbul korban jiwa ketika melewati jalan tersebut. Titik mapping atau titik pengambilan data geolistrik dapat dilihat melalui **Gambar 3**.



Gambar 1. Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah [2]



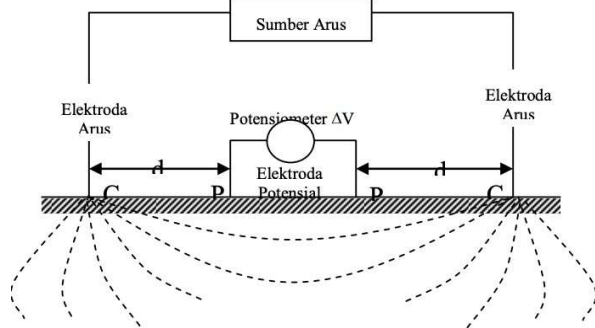
Gambar 2. Lokasi Pengambilan Data Lapangan [2]



Gambar 3. Titik Mapping [5]
 Keterangan: ● Titik Mapping
 Agrowisata Gunung Pasang

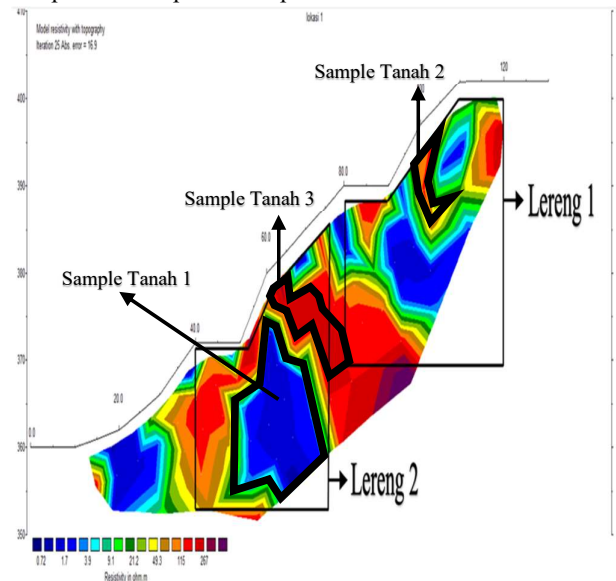
2.3 Metode Analisa Data

Penelitian ini menggunakan dua metode yang nantinya akan menghasilkan dua data yaitu data uji geolistrik dan data uji geoteknik. Uji geolistrik yang dilakukan menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dengan lebar sepasi 10 m dan Panjang lintasan 130 m. Data yang dihasilkan dari uji geolistrik yaitu kuat arus (I), tegangan (V), dan jarak antar elektroda (m). Prinsip kerja metode geolistrik resistivitas (**Gambar 4**) yaitu penginjeksian arus listrik memakai dua elektroda arus yang dimasukkan ke bawah permukaan dengan spasi tertentu. Semakin panjang spasi elektroda arus tersebut maka arus akan menembus lapisan bebatuan yang dalam. Adanya arus listrik tersebut maka akan timbul tegangan listrik di bawah permukaan. Tegangan listrik yang terjadi di atas permukaan kemudian diukur dengan menggunakan voltmeter yang terhubung melalui 2 elektroda potensial yang memiliki jarak lebih pendek dari jarak elektroda arus [3].



Gambar 4. Cara Kerja Metode Resistivitas [6]

Pengambilan data uji geoteknik merupakan langkah selanjutnya yang dilakukan dalam penelitian ini. Uji geoteknik akan mendapatkan parameter fisis dan mekanis tanah di antaranya adalah kohesi (c), berat jenis tanah (γ), dan sudut geser tanah (ϕ). Uji geoteknik ini dilakukan setelah pengambilan sample tanah dari lokasi uji geolistrik (data resistivitas). Pengambilan sampel tanah dilakukan setelah proses identifikasi melalui metode geolistrik. Sampel tanah yang diambil mengikuti nilai resistivitas yang didapatkan. Sampel tanah pada penelitian ini diambil sebanyak tiga buah sampel pada masing-masing lokasi. Sampel pertama yaitu sampel tanah yang diambil pada rentang warna biru hingga hijau dengan melihat hasil dari interpretasi data resistivitas. Sampel kedua yaitu sampel tanah pada rantang warna kuning hingga oranye dan sampel ketiga diambil pada rentang warna merah hingga ungu. Contoh pengelompokkan pengambilan sample tanah dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Contoh Pengambilan Sampel Tanah Sesuai Nilai Resistivitas

Pengambilan sampel yang berbeda-beda ini dimaksudkan karena setiap lokasi memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda tergantung dari kondisi tanah tersebut. Kondisi tanah tersebut juga dapat mempengaruhi nilai dari faktor keamanan yang nantinya sangat berpengaruh kepada kondisi kerawanan pergeseran tanah di lokasi penelitian. Data dari hasil uji geoteknik ini kemudian akan digabungkan dengan hasil uji geolistrik. Proses penggabungan data ini kemudian akan menghasilkan nilai faktor keamanan yang nantinya dapat menjadi acuan tentang kondisi lereng sesuai dengan **Tabel 1**.

Tabel 1. Kisaran Faktor Keamanan [7]

Faktor Keamanan	Kerentanan Gerakan Tanah
$\leq 1,2$	Tinggi: Gerakan Tanah Sering Terjadi
$1,2 < FK < 1,7$	Menengah: Gerakan Tanah Dapat Terjadi
$1,7 < FK < 2,0$	Rendah: Gerakan Tanah Jarang Terjadi
$> 2,0$	Sangat Rendah: Gerakan Tanah Sangat Jarang Terjadi

2.4 Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu pengolahan data uji geolistrik dan pengolahan data uji geoteknik. Pengolahan data uji geoteknik dilakukan dengan menggunakan bantuan dari *software Microsoft Excel* dan *software Res2dinv* yang dapat digunakan untuk penentuan nilai resistivitas suatu tanah. Tahapan selanjutnya yaitu menentukan lapisan batuan yang diperoleh sesuai dengan literatur dan kondisi lokasi pengambilan data. Setelah didapatkan nilai resistivitas dan jenis litologi maka langkah selanjutnya yaitu penggabungan data uji geolistrik dan data uji geoteknik. Penggabungan data hasil uji geolistrik dan uji geoteknik dilakukan menggunakan bantuan dari *software Rocscience Slide*. Data dari hasil uji sifat fisis tanah dan uji sifat mekanis tanah dari masing-masing lapisan tanah dan model lereng merupakan variabel input yang diperlukan. Setelah dilakukannya penggabungan data maka akan didapatkan nilai faktor keamanan yang nantinya akan dapat ditentukannya kestabilan lereng di masing masing lokasi penelitian.

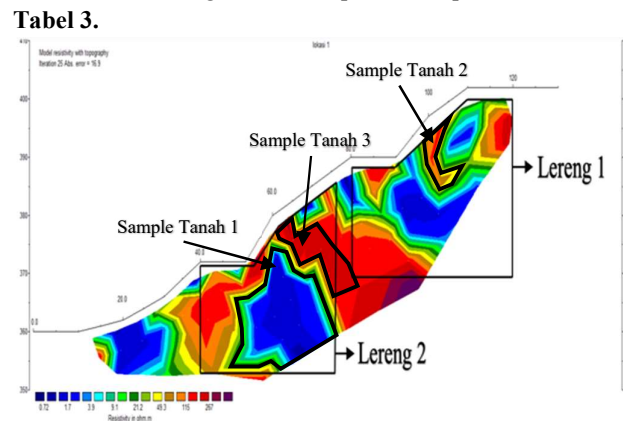
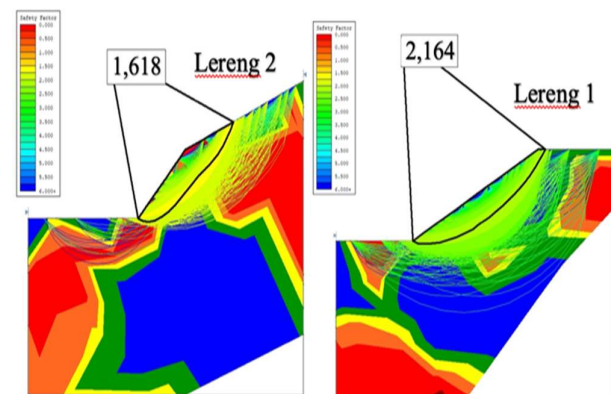
3. Hasil dan Pembahasan

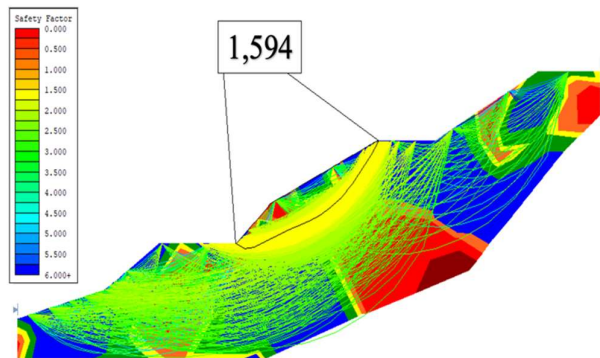
Penelitian ini dilakukan pada empat lokasi di desa Kemiri Kecamatan Panti. Lokasi yang diambil disesuaikan dengan kondisi pengamatan. Hasil yang didapatkan untuk setiap lokasi memiliki nilai variasi faktor keamanan yang berbeda-beda. Pengujian secara geolistrik dilakukan pada saat musim penghujan oleh karena itu hasil nilai resistivitas yang didapatkan cenderung bernilai kecil dikarenakan tanah dan kondisi sekitar basah. Musim penghujan juga bagus dilakukannya pengujian dikarenakan longsor memang sering terjadi di musim penghujan.

Setelah dilakukannya uji geolistrik maka langsung dilakukannya uji geoteknik. Pengujian geoteknik ini langsung dilakukan setelah uji geolistrik guna menjaga kualitas tanah yang tetap sesuai kondisi awal tanah tersebut diambil.

3.1 Hasil Penelitian Lokasi Pertama

Gambar 6 merupakan hasil sebaran resistivitas di lokasi pertama dan juga titik pengambilan sampel tanah. Sampel tanah pertama yaitu yang berwarna biru hingga hijau di ambil pada titik 60 m dan kedalaman 1 m – 2 m, sampel tanah kedua diambil pada titik 100 m pada kedalaman 2 m – 5 m dan sampel terakhir yaitu pada titik 65 m pada kedalaman 2 m – 5 m. **Gambar 7** dan **Gambar 8** merupakan nilai faktor keamanan yang di dapatkan di lokasi pertama. Nilai faktor keamanan ini merupakan hasil output dari *software Rocscience Slide*. Data input atau data masukan yang digunakan untuk menghitung nilai faktor keamanan yaitu berupa besar nilai *Kohesi (C)*, *Phi (ϕ)*, dan *Gamma (γ)* yang sebelumnya sudah didapatkan melalui uji geoteknik. Nilai-nilai tersebut dapat dilihat dalam **Tabel 2**. Data inputan lainnya yaitu berupa data penampang 2d hasil output *software Res2dinv*. Data-data tersebut kemudian di inputkan ke dalam *software Rocscience Slide* dan di *compute* menggunakan metode *Bishop Simplified* kemudian menghasilkan model lereng beserta nilai faktor keamanan. Hasil kondisi litologi dari lokasi pertama dapat dilihat dalam **Tabel 3**.

**Gambar 6.** Sebaran Nilai Resistivitas Lokasi Pertama**Gambar 7.** Nilai Faktor Keamanan Lokasi Pertama



Gambar 8. Nilai Faktor Keamanan Seluruh Lereng Lokasi Pertama

Tabel 2. Nilai Kohesi, Phi, dan Gamma Lokasi Pertama

Sample	Warna	C	ϕ	γ
1	Biru - Hijau	7,345	44,572	15,125
2	Kuning - Orange	12,995	39,385	15,386
3	Merah - Ungu	16,949	22,317	15,55

Tabel 3. Jenis Litologi Lokasi Pertama

Resistivitas	Jenis Tanah	Kedalaman
0,72 - 1	Air Tanah	1m - 20m
1,1 - 8,4	Lumpur	1m - 20m
8,5 - 21,2	Lempung	1m - 10m
21,3 - 70,8	Lempung Kering	1m - 10m
70,9 - 115	Lanau	1m - 10m
115,5 - 150	Lanau	1m - 10m
150,5 - 267	Batuan Pasir	1m - 24m

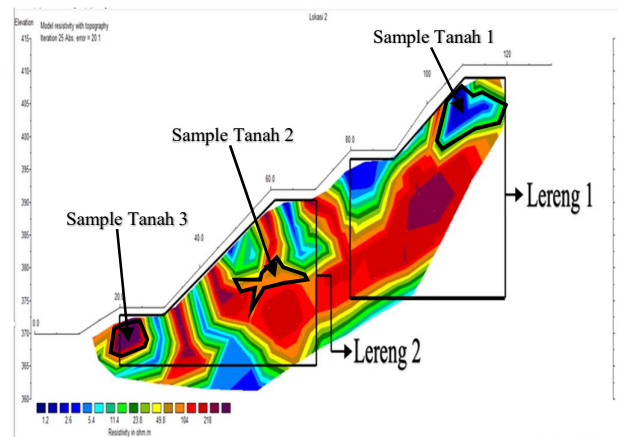
Output hasil uji geolistrik yaitu berupa nilai resistivitas dan juga model lereng. Model lereng ini dihasilkan dengan menambahkan nilai elevasi tiap titik elektroda ke dalam software Res2dinv. Nilai resistivitas pada lokasi pertama digambarkan dengan nilai resistivitas terkecil yang ditunjukkan dengan warna biru gelap hingga hijau terang. Lokasi pertama ini diidentifikasi memiliki rata-rata jenis litologi yaitu lumpur hingga batuan pasir yang dapat dilihat pada **Tabel 3**. Hasil output dari uji geoteknik ini digunakan sebagai acuan dalam penentuan pengambilan sampel tanah sesuai pengelompokan nilai resistivitas yang dijelaskan pada poin 2.3 di atas. Pengambilan sampel tanah sesuai dengan pengelompokan ini dimaksudkan agar nilai faktor keamanan yang dihasilkan akurat sesuai dengan pertemuan jenis tanah yang berada di lokasi penelitian yang memiliki jenis tanah yang sangat bervariasi. Output hasil uji geolistrik

ini juga digunakan untuk menentukan kemiringan lereng sehingga permodelan geoteknik yang di ujikan sangat sesuai dengan kondisi lapang baik dari segi pertemuan jenis litologi tanah dan juga kemiringan yang dapat mempengaruhi nilai faktor keamanan yang dihasilkan.

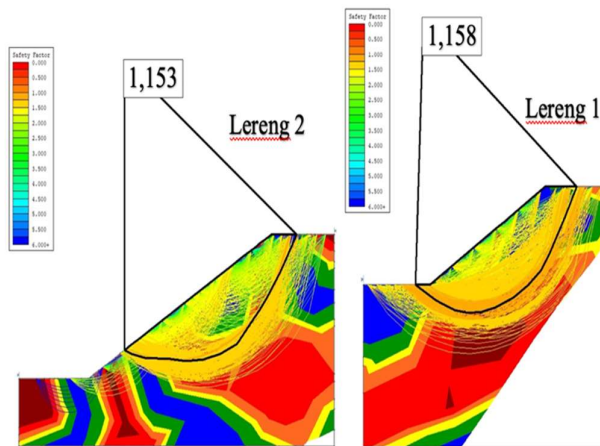
Hasil perhitungan untuk mendapatkan nilai faktor keamanan sesuai dapat terlihat pada memperlihatkan bahwa lereng tersebut memiliki nilai faktor keamanan yaitu sebesar 1,618 dan 2,164. Penentuan nilai faktor keamanan pada setiap lokasi dibagi menjadi dua bagian yaitu nilai faktor keamanan pada lereng pertama yang berada pada bagian atas dari lokasi penelitian dan nilai faktor keamanan pada lereng kedua yang terletak pada bagian bawah lokasi penelitian, sedangkan untuk analisa keseluruhan lereng mendapatkan nilai faktor keamanan yaitu sebesar 1,594. Analisa keseluruhan lereng ini bertujuan untuk mengetahui lebih lanjut sebaran nilai faktor keamanan di seluruh lereng. Sebaran nilai faktor keamanan dapat dilihat melalui garis-garis melengkung pada **Gambar 8**. Gambar 8 ini juga dapat menjadi acuan daerah mana saja yang memiliki nilai faktor keamanan rendah. Nilai faktor keamanan dapat disimpulkan bahwa pada lokasi pertama yang terletak di lereng kedua pergerakan tanah dapat saja terjadi sedangkan pada lereng pertama dikarenakan nilai faktor keamanan diatas 2,0 maka dapat disimpulkan bahwa lereng tersebut sangat jarang terjadi suatu pergeseran tanah. Nilai faktor keamanan ini juga dapat dipengaruhi oleh perbedaan nilai resistivitas antara kedua lapisan tanah yang saling berdekatan. Ketika kedua lapisan tanah itu memiliki nilai resistivitas yang berbeda jauh maka kemungkinan tanah yang memiliki nilai resistivitas kecil akan mengalami pergeseran tanah.

3.2 Hasil Penelitian Lokasi Kedua

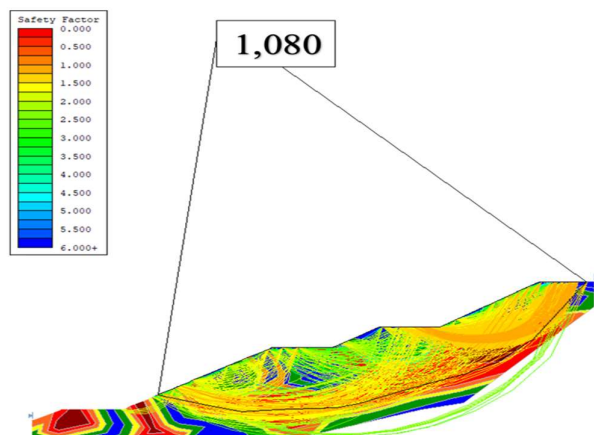
Gambar 4 dan **Gambar 5** merupakan hasil penelitian di lokasi kedua.



Gambar 9. Sebaran Nilai Resistivitas Data Lokasi Kedua.



Gambar 10. Nilai Faktor Keamanan Lokasi Kedua.



Gambar 11. Nilai Faktor Keamanan Seluruh Lereng Lokasi Kedua.

Sampel tanah pertama lokasi kedua diambil pada titik 110 m dan kedalaman 1 m – 5 m, sampel tanah kedua diambil pada titik 50 m pada kedalaman 5 m – 10 m dan sampel terakhir yaitu pada titik 20 m pada kedalaman 1 m – 5 m. Hasil pengambilan data lapang pada lokasi kedua mendapatkan nilai resistivitas terkecil yaitu 1,2 Ω m dan nilai resistivitas terbesar yaitu 218 Ω m yang dapat dilihat pada **Gambar 9**. Setelah menginputkan hasil uji geoteknik yang terdapat dalam **Tabel 4** dan juga hasil interpretasi data resistivitas 2d maka dapat dihasilkan nilai faktor keamanan.

Tabel 4. Nilai Kohesi, Phi, dan Gamma Lokasi Kedua

Sample	Warna	C	ϕ	γ
1	Biru - Hijau	3,390	33,296	14,729
2	Kuning - Orange	11,865	26,224	15,249
3	Merah - Ungu	14,124	13,836	15,396

Tabel 5. Jenis Litologi Lokasi Kedua

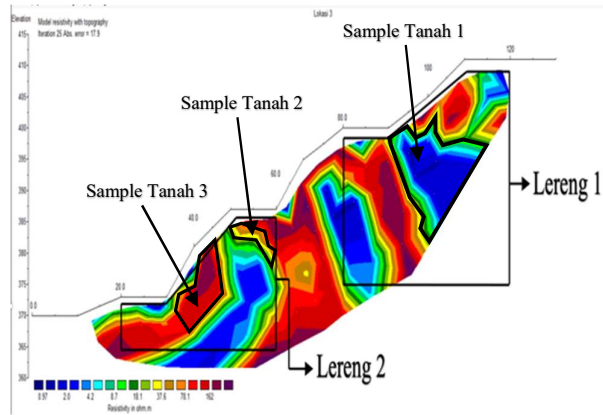
Resistivitas (Ω m)	Jenis Tanah	Kedalaman
1,2 – 8,4	Lumpur	1m - 25m
8,5 – 20,9	Lempung	1m - 25m
21 – 23,8	Lempung Kering	1m – 30m
23,9 – 70,8	Lempung Kering	1m - 27m
70,8 - 104	Lanau	1m - 30m
104,1 - 150	Lanau	1m - 30m
150,1 - 218	Batuan Pasir	3m - 10m

Hasil yang didapatkan setelah menghitung nilai faktor keamanan mendapatkan kesimpulan bahwa pada lokasi kedua ini pergerakan tanah akan sering terjadi dengan nilai faktor keamanan yaitu 1,153 dan 1,158. Nilai faktor keamanan ini terlihat pada **Gambar 10** serta nilai faktor keamanan untuk keseluruhan lereng yaitu 1,080 pada **Gambar 11**. Terlihat pada **Gambar 11** bahwa nilai faktor keamanan tersebut mencakup wilayah yang cukup luas diantara lokasi lainnya hal ini sangat berbahaya dikarenakan jika terjadinya longsor maka material yang dibawa akan sangat besar. Nilai faktor keamanan juga yang diperoleh relative kecil. Nilai faktor keamanan yang kecil ini dipengaruhi oleh perbedaan nilai resistivitas yang didapatkan. Sebagai contoh pada lereng pertama kondisi permukaan atas memiliki nilai resistivitas kecil sedangkan dibawahnya terdapat nilai resistivitas besar. Hal ini dapat menyebabkan bergesernya lapisan tanah atas yang memiliki nilai resistivitas kecil dikarenakan nilai resistivitas kecil ini dapat diprediksi bahwa lapisan tanah atas ini sangat basah yang rawan akan pergeseran tanah. Tanah pada lokasi pengambilan data kedua dapat didefinisikan sebagai tanah dengan jenis lumpur hingga batuan pasir. Jenis tanah ini memiliki kesamaan seperti jenis tanah pada lokasi pertama. Sebaran litologi jenis tanah tersebut dapat dilihat dalam **Tabel 5**

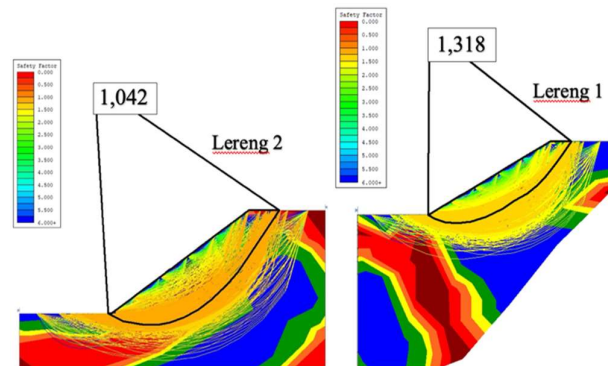
3.3 Hasil Penelitian Lokasi Ketiga

Gambar 12 merupakan hasil interpretasi uji geolistik di lokasi ketiga dan juga titik pengambilan sampel tanah. Sampel tanah pertama di ambil pada titik 90 m dan kedalaman 1 m – 2 m, sampel tanah kedua diambil pada titik 50 m pada kedalaman 1 m – 2 m dan sampel terakhir yaitu pada titik 40m pada kedalaman 1 m – 3 m. **Gambar 12** merupakan nilai faktor keamanan yang di dapatkan di lokasi pertama. Lokasi ketiga ini memiliki rentang nilai resistivitas sebesar 0,97 Ω m hingga 162 Ω m. Lokasi ketiga ini memiliki beberapa kesamaan dengan lokasi kedua yang didominasi tanah dengan karakteristik yang basah maka dapat

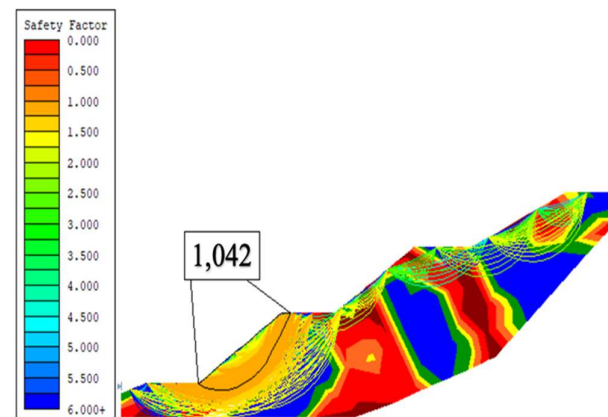
disimpulkan bahwa nilai faktor keamanan yang didapatkan memiliki nilai yang relatif kecil yaitu pada kisaran 1,042 dan 1,318 terlihat pada **Gambar 13**.



Gambar 12. Sebaran Nilai Resistivitas Data Lokasi Ketiga



Gambar 13. Nilai Faktor Keamanan Lokasi Ketiga



Gambar 14. Nilai Faktor Keamanan Seluruh Lereng Lokasi Ketiga

Gambar 14 menunjukkan nilai faktor keamanan untuk keseluruhan lereng dan menunjukkan faktor keamanan terkecil berada di lereng bagian bawah yaitu pada titik 30 m hingga ke titik 50 m yang sebelumnya sudah diketahui nilai

Kohesi, Phi, dan Gamma pada **Tabel 6**. Nilai faktor keamanan terkecil terdapat pada nilai resistivitas yang memiliki selisih sangat jauh sebagai contoh pada lereng 2 nilai faktor keamanan yang kecil hasil pertemuan antara kedua jenis litologi yang memiliki nilai resistivitas berbeda yaitu hasil pertemuan antara warna biru dan warna merah. Hasil nilai faktor keamanan pada lereng pertama dan lereng kedua dapat disimpulkan bahwa gerakan tanah dapat saja terjadi dan terlihat juga bahwa pada lereng kedua nilai faktor keamanan merupakan nilai yang paling kecil diantara lokasi lainnya hal ini akan menjadi acuan masyarakat untuk berhati-hati ketika melewati lokasi ke tiga ini, khususnya jika berdekatan dengan lereng kedua. Lokasi ketiga ini didominasi oleh tanah lempung hingga lempung kering yang terlihat memiliki warna biru hingga kuning - oranye. Sebaran kondisi litologi dapat dilihat pada **Tabel 7**. **Tabel 7** memperlihatkan bahwa kedalaman dari setiap jenis tanah bervariasi. Hal ini dikarenakan dalam hasil penampang resistivitas 2d suatu tanah berjenis tertentu dapat tersebar di beberapa kedalaman pada lokasi penelitian. Penelitian mengenai nilai faktor keamanan ini pernah dilakukan sebelumnya.

Tabel 6. Nilai Kohesi, Phi, dan Gamma Lokasi Ketiga

Sample	Warna	C	ϕ	γ
1	Biru - Hijau	9,040	22,317	14,68
2	Kuning - Orange	12,430	26,224	15,219
3	Merah - Ungu	18,079	13,836	15,072

Tabel 7. Jenis Litologi Lokasi Ketiga

Resistivitas (Ω m)	Jenis Tanah	Kedalaman
0,97 - 1	Air Tanah	1m - 30m
1,1 - 8,4	Lumpur	1m - 20m
8,5 - 18,1	Lempung	1m - 20m
18,2 - 20,9	Lempung	1m - 20m
21 - 70,8	Lempung Kering	1m - 25m
70,9 - 78,1	Lanau	1m - 30m
78,2 - 150	Lanau	1m - 10m
150,1 - 162	Batuan Pasir	1m - 30m

Penelitian sebelumnya Yulikasari [4] pernah dilakukan di Kecamatan Selorejo Kabupaten Blitar yang menyimpulkan bahwa kondisi litologi dengan nilai resistivitas sebesar 2,15 Ω m - 628 Ω m yaitu berupa pasir lanauan dan nilai faktor keamanan yaitu sebesar 1,508 yang di dapatkan sebelum terjadinya hujan dan 1,458 setelah hujan. Hasil lainnya yaitu bernilai 1,502 sebelum terjadinya

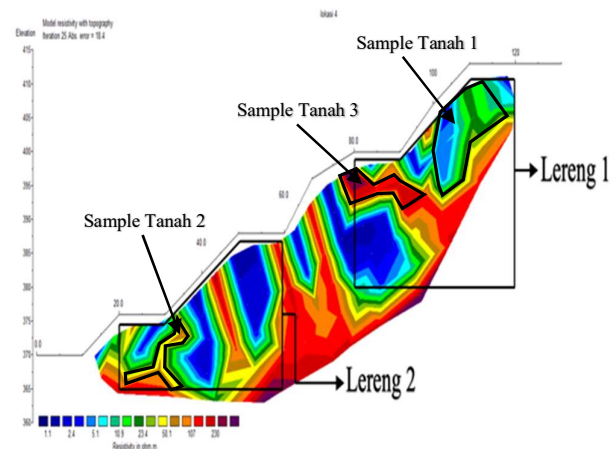
hujan dan 1,273 setelah hujan. FK tersebut dapat dikategorikan sebagai lereng yang stabil. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu pada penelitian ini dilakukannya pengambilan sampel tanah sesuai dengan nilai resistivitas yang sudah dikelompokkan. Tujuan dikelompokkannya nilai resistivitas ini yaitu untuk dapat mengetahui jenis litologi (jenis tanah) di daerah penelitian sehingga nilai faktor keamanan yang didapatkan merupakan nilai faktor keamanan hasil pertemuan dari jenis litologi tertentu yang dapat menghasilkan nilai faktor keamanan yang bervariasi tergantung dari jenis litologi yang diambil sampel tanahnya. Permodelan lereng pada penelitian ini juga dilakukan dengan memodelkan seluruh lapisan tanah sesuai hasil intepretasi 2d pada *output* program *Res2dinv*. Permodelan seluruh lapisan tanah ini dapat digunakan sebagai inputan dalam program *Rocscience Slide* agar nantinya program tersebut dapat memetakan dan menentukan titik mana saja serta kedalaman berapa yang memiliki nilai faktor keamanan terendah terlihat dari indeks garis warna melengkung pada hasil *Rocscience slide*. Tujuan lain dilakukannya pengambilan sample tanah sesuai dengan jenis litologi ini yaitu dapat menjadi acuan masyarakat sekitar bahwa perbedaan jenis litologi dalam suatu kelerengan dapat mempengaruhi nilai faktor keamanan.

3.4 Hasil Penelitian Lokasi Keempat

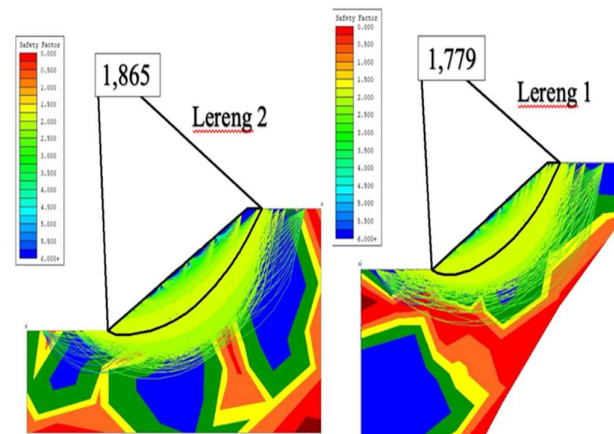
Hasil lokasi keempat dapat terlihat pada **Gambar 15**, **Gambar 16**, dan **Gambar 17**. **Gambar 15** merupakan hasil interpretasi uji geolistrik di lokasi pertama sedangkan **Gambar 16** dan **Gambar 17** merupakan nilai faktor keamanan yang di dapatkan di lokasi pertama. **Tabel 8** merupakan nilai yang didapatkan dari pengujian geoteknik sedangkan **Tabel 9** merupakan kondisi litologi yang terdapat pada lokasi keempat. Lokasi keempat ini merupakan lokasi yang paling dekat dengan daerah Agrowisata Gunung Pasang. Hasil pengambilan data geolistrik dan juga titik pengambilan sampel tanah pada lokasi keempat dapat dilihat pada **Gambar 15**. Sampel tanah pertama di ambil pada titik 100 m dan kedalaman 1 m – 5 m, sampel tanah kedua diambil pada titik 30m pada kedalaman 1 m – 2 m dan sample terakhir yaitu pada titik 80 m pada kedalaman 1 m – 2 m. Nilai resistivitas yang didapatkan yaitu sebesar 1,1 Ω m hingga 230 Ω m. Lokasi keempat ini sama seperti lokasi sebelumnya yang didominasi oleh tanah berjenis lumpur hingga batuan pasir serta terdapat juga jenis tanah lanauan.

Nilai faktor keamanan ditunjukkan pada **Gambar 16** didapatkan pada lereng satu menunjukkan nilai 1,779 yang disimpulkan bahwa lereng satu ini jarang menimbulkan

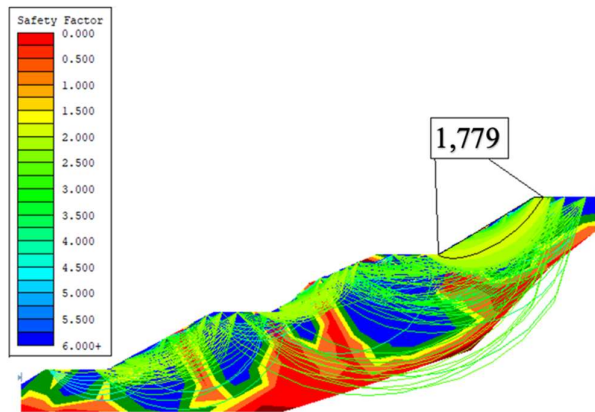
gerakan tanah. Lereng 1 juga dapat terlihat bahwa nilai tersebut berada pada rentang nilai resistivitas yang tidak terlalu jauh yaitu berada pada kisaran 11 Ω m hingga 23,4 Ω m oleh karena itu nilai faktor keamanan yang didapatkan relatif besar. Lereng dua menunjukkan nilai 1,865 yaitu nilai yang berada pada rentang yang sama dengan lereng satu hal ini memungkinkan pergeseran tanah yang jarang terjadi nilai tersebut juga berada pada rentang nilai resistivitas sama seperti lereng 1 walaupun ada sedikit area yang memiliki nilai resistivitas besar. **Gambar 17** menunjukkan bahwa sebaran nilai faktor keamanan di lokasi keempat memiliki nilai terendah pada lereng pertama dan sebaran nilai faktor keamanan tersebut dapat dilihat melalui garis melengkung disepanjang lokasi. Hasil nilai faktor keamanan pada lokasi ini cenderung besar tetapi kondisi tersebut bukan tidak mungkin akan terjadinya suatu pergeseran tanah yang menyebabkan kelongsoran dikarenakan nilai faktor keamanan tersebut masih dibawah 2,0 yang memungkinkan terjadi pergeseran tanah walaupun sangat jarang terjadi.



Gambar 15. Sebaran Nilai Resistivitas Lokasi Keempat



Gambar 16. Nilai Faktor Keamanan Lokasi Keempat



Gambar 17. Nilai Faktor Keamanan Seluruh Lereng Lokasi Keempat

Tabel 8. Nilai Kohesi, Phi, dan Gamma Lokasi Keempat

Sample	Warna	C	ϕ	γ
1	Biru - Hijau	10,170	36,460	14,734
2	Kuning - Orange	11,300	42,084	15,665
3	Merah - Ungu	19,774	18,179	15,721

Tabel 9. Jenis Litologi Lokasi Keempat

Resistivitas (Ωm)	Jenis Tanah	Kedalaman
1,1 – 8,4	Lumpur	1m - 20m
8,5 – 20,9	Lempung	1m - 25m
21 – 23,4	Lempung Kering	1m - 25m
23,5 – 70,8	Lempung Kering	1m - 20m
70,9 - 107	Lanau	1m - 20m
107 - 150	Lanau	3m dan 20m
150,1 - 230	Batuan Pasir	1m dan 25m

4. Simpulan

Setelah dilakukannya penelitian menggunakan gabungan uji geolistrik dan uji geoteknik maka dapat di simpulkan hasil dari penelitian ini yaitu:

- Empat lokasi yang telah diteliti memiliki besar nilai resistivitas paling kecil yaitu 0,72 Ωm hingga paling besar yaitu 267 Ωm . Rentang nilai resistivitas tersebut didefinisikan sebagai tanah yang berjenis tanah lumpur hingga tanah berjenis batuan pasir. Hal ini dikuatkan dengan kondisi wilayah Kabupaten Jember sendiri merupakan wilayah dengan jenis tanah yang didominasi oleh jenis tanah lempung. Nilai resistivitas yang didapatkan juga bernilai relatif kecil. Hal ini disebabkan

karena proses pengambilan data uji geolistrik dilakukan pada saat musim penghujan.

- Nilai faktor keamanan dipengaruhi oleh pertemuan antara kedua lapisan tanah atas dan lapisan tanah bawah. Ketika lapisan tanah atas yang memiliki nilai resistivitas kecil bertemu dengan lapisan tanah bawah yang memiliki nilai resistivitas yang memiliki nilai besar dan berbeda jauh maka kemungkinan tanah lapisan atas tersebut akan mengalami pergeseran tanah yang dapat menyebabkan kelongsoran begitu juga dengan sebaliknya.
- Jenis tanah lumpur hingga lanau bersifat basah sehingga rawan terjadinya pergeseran butir - butir tanah yang selanjutnya dapat mengakibatkan pergeseran tanah hingga terjadinya longsor. Hasil penelitian inilah yang nantinya dikhawatirkan terjadinya pergeseran tanah yang dapat mengakibatkan terjadinya bencana tanah longsor. Oleh karena hal tersebut, masyarakat maupun pengunjung Agrowisata Gunung Pasang harus berhati-hati jika melewati lokasi tersebut yang dikhawatirkan akan terjadi longsor pada musim penghujan.

Daftar Pustaka

- Naryanto. Heru Sri. Analisis Risiko Bencana Tanah Longsor Di Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah. Jurnal Penanggulangan Bencana Vol 2 No 1. 2011
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Kabupaten Jember Provinsi Jawa Timur. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Bandung. 2017
- Syamsuddin, Penulisan Model Pembelajaran Matakuliah Geologi Dasar. Departemen Geofisika-UNHAS, 2009.
- Yulikasari, A. Analisis Faktor Keamanan Lereng Tanah Menggunakan Metode Resistivitas 2d Dan Limit Equilibrium Method Di Daerah Olak Alen, Selorejo, Blitar. Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.2017.
- Google Earth. 2022. Desa Kemiri Kabupaten Jember pada Google Earth. <https://earth.google.com>. Diakses pada tanggal 26 November 2022.
- Halik G., Widodo S.J. Pendugaan Potensi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Di Kampus Tegal Boto Universitas Jember. Jurnal MEDIA TEKNIK SIPIL/ Juli 2008/109. 2008.
- Badan Standarisasi Nasional. Penyusunan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah - SNI 13-7124-2005. Jakarta, 2005.

- [8] Telford, W.M., L.P, Geldart. R.E. Sheriff dan D.A. Keys. Applied Geophysic. London: Cambridge University Press. 1990.