

APLIKASI METODE ERT (ELECTRICAL RESISTIVITY TOMOGRAPHY) DALAM MEMPREDIKSI BIDANG LONGSOR PADA MODEL LERENG DENGAN PERKUATAN GEOGRID

*(Application of ERT Method (Electrical Resistivity Tomography) In Predicting Landslide On
Slopes Model By Geogrid Reinforcement)*

Gunawan Wibisono, Eko Andi Suryo, Harimurti
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono No.167, Malang 65145
E-mail: wibiisono@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan topografi beragam, Salah satunya adalah daerah perbukitan yang memiliki lereng-lereng yang rawan terhadap longsor. Tentunya hal ini seharusnya dapat diantisipasi dengan cara dilakukan terlebih dahulu penyelidikan kondisi dari lereng tersebut agar perkuatan dapat dilakukan maksimal. Salah satu alternatif metode yang dapat dipakai yaitu menggunakan metode penyelidikan geofisika seperti Geolistrik atau Electrical Resistivity Tomography (ERT). Penelitian dengan tanah residual pada box berukuran 50 x 50 x 50 cm kemudian dibentuk lereng dengan tinggi sampel 30 cm dan tinggi terendah 12 cm lalu setelah diberi pembebanan sebesar 0Qu, 0.25 Qu, 0,5Qu, 0,75 Qu dan 1Qu pada lintasan yang telah ditentukan kita laksanakan pengukuran geolistrik pada sampel. Selanjutnya dilakukan proses yang sama pada sampel dengan geogrid dan sampel dengan simulasi hujan. Setelah dilaksanakan penelitian dihasilkan bahwa pada sampel yang mulai terjadi kelongsoran akan terjadi penurunan nilai resistivitas di bagian permukaan pembacaan akibat tekanan air pori eksese dan kenaikan nilai resistivitas di bagian dasar pembacaan akibat kadar air yang bergerak ke permukaan. Pada sampel lain juga ditemukan pada kedalaman tertentu akan terjadi penurunan nilai resistivitas akibat pada sampel tersebut keretakan yang terjadi telah diisi oleh nilai kadar air yang tinggi.

Kata Kunci : Geolistrik, Electrical Resistivity Tomography (ERT), longsor, Tanah Residual

ABSTRACT

Indonesia is a country with a diverse topography, One of them is a hilly area that has slopes that are prone to landslides. Obviously, this should be anticipated by conducting the condition of the slope so that the reinforcement can be done maximally. One alternative method that can be used is geophysical investigation methods such as Geolistrik or Electrical Resistivity Tomography (ERT). The research with residual soil was conducted on the box size of 50 x 50 x 50 cm and then formed the slope with a sample height of 30 cm and the lowest height of 12 cm and then given the loading of 0Qu, 0.25 Qu, 0.5Qu, 0.75 Qu and 1Qu on our predefined path carry out geoelectric measurements on the sample. Furthermore, the same process is done on samples with geogrid reinforcement and sampel with rain simulation. After the experiment was conducted, it was found that in the sampling that begins to occur the slope will decrease the resistivity value at the surface of the readings due to the excess pore pressure and the increase of resistivity value at the bottom of the reading due to the water content moving to the surface. In other samples also found at a certain depth will be a decrease in resistivity value due to the sample because the cracks that occur have been filled with high water content values.

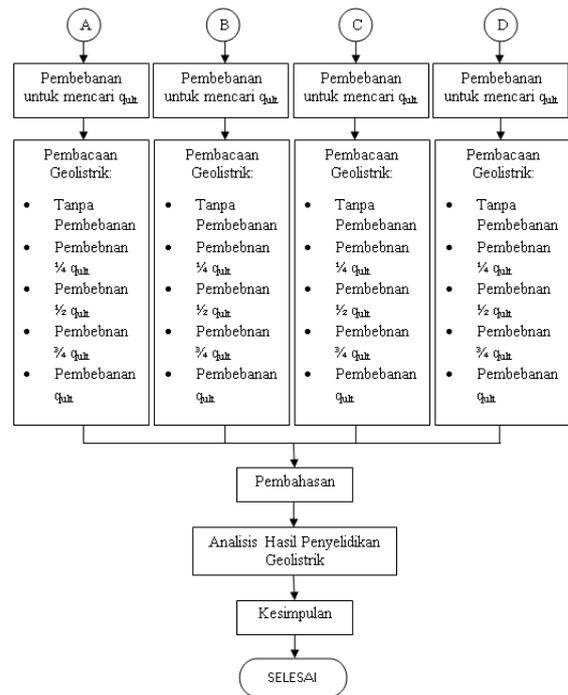
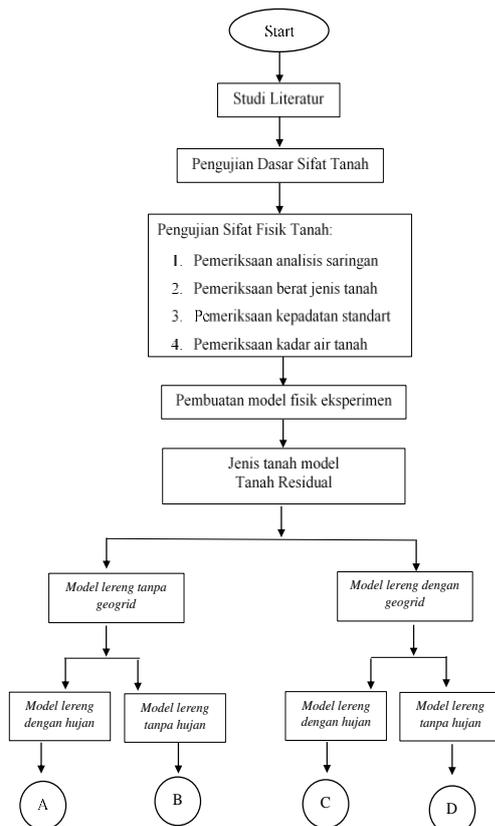
Keywords: Geolistrik, Electric Resistivity Tomography (ERT), landslide, Residual Soil

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan topografi beragam, Salah satunya adalah daerah perbukitan yang memiliki lereng-lereng yang rawan terhadap longsor. Tentunya hal ini seharusnya dapat diantisipasi dengan cara dilakukan terlebih dahulu penyelidikan kondisi dari lereng tersebut agar perkuatan dapat dilakukan maksimal. Salah satu alternatif metode yang dapat dipakai yaitu menggunakan metode penyelidikan geofisika seperti Geolistrik atau Electrical Resistivity Tomography (ERT)

METODE PENELITIAN

Dalam pengumpulan data dan pembuatan sampel digunakan tanah residual yang berasal dari Gunung Banyak Kab. Batu, Jawa Timur. Berikut ini merupakan tahapan dalam penelitian:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pengujian Dasar

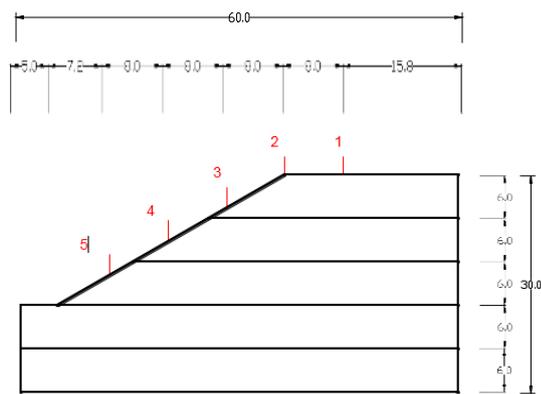
Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini

1. uji analisis saringan (grand size analysis) mengikuti ASTM C-136-46
2. uji berat jenis tanah (specific gravity) mengikuti ASTM D-854-58
3. uji kepadatan (compaction) mengikuti ASTM D-698-70 metode B
4. uji kadar air tanah mengikuti ASTM D-2216

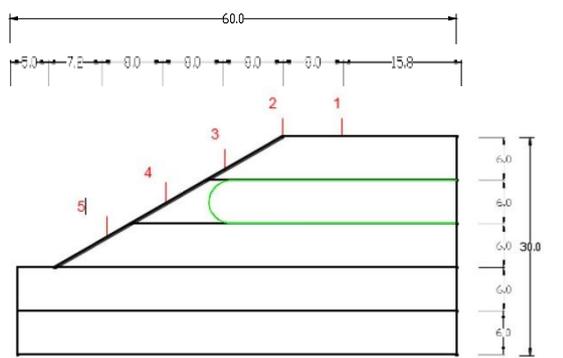
Pembuatan Model Fisik

Pada penelitian ini Material yang digunakan untuk bahan pembuatan box merupakan material yang memiliki daya hantar listrik yang jelek (isolator). Sehingga, Box yang digunakan terbuat dari fiberglass dengan ukuran panjang 60 cm, lebar 60 cm dan tinggi box 60 cm, dibuat 4 buah model benda uji dengan 2 model tanpa perkuatan geogrid dan 2 model dengan

perkuatan geogrid. Masing-masing dari benda uji diberikan variasi berupa pembebanan dengan nilai $0Q_u$, $0,25Q_u$, $0,5Q_u$, $0,75Q_u$ dan $1Q_u$ pada pondasi yang letaknya telah ditentukan. Simulasi hujan dilakukan pada 1 buah sampel tanpa perkuatan geogrid dan 1 buah sampel dengan perkuatan geogrid. Berikut penampakan dari model sampel pada **Gambar 2**.



(a)



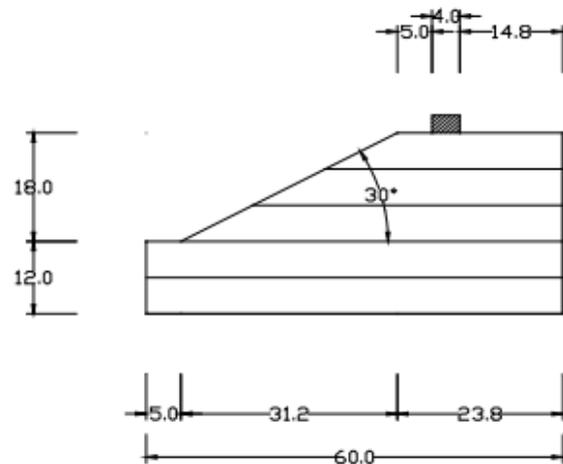
(b)

Gambar 2. Model benda uji (a) tanpa perkuatan geogrid dan (b) dengan perkuatan geogrid

Metode Pembebanan

Pengujian pembebanan dilakukan dengan menggunakan dongkrak hidrolik dan digunakan load cell dengan kapasitas 5 ton sebagai pengukur besarnya beban yang terjadi. Pembebanan dilakukan 2 kali,

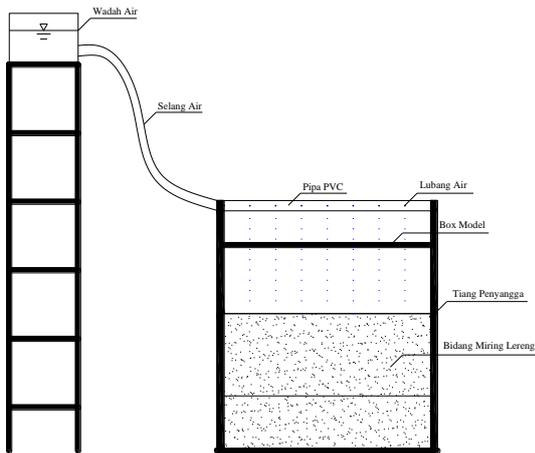
pembebanan pertama dilakukan untuk mengetahui nilai beban ultimit atau beban saat lereng longsor sedangkan beban kedua dilakukan secara bertahap sesuai dengan variabel beban yang diberikan sesuai dengan nilai beban ultimate yang ditemukan.



Gambar 3. Skema Pembebanan pada sampel

Metode Pemberian Simulasi Hujan

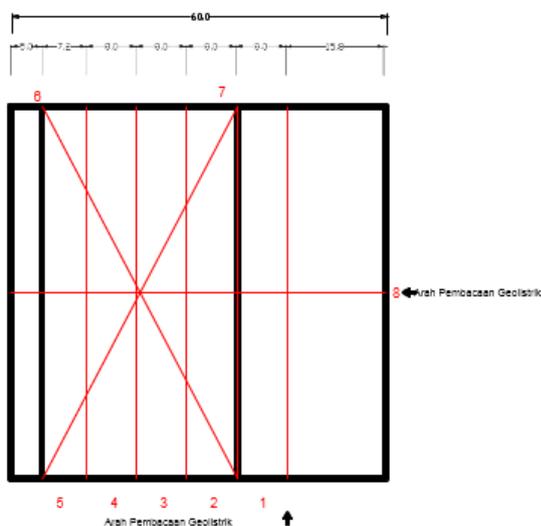
Pembuatan simulasi hujan pada penelitian ini dilakukan menggunakan pipa PVC yang diberi lubang pada bagian sisi pipa. Air yang digunakan pada simulasi hujan ditaruh pada sebuah wadah dengan ketinggian tertentu dan dialirkan melalui pipa yang telah diberi lubang sehingga air akan mengalir melalui lubang-lubang pada pipa. Pemberian air dilakukan selama waktu tertentu dengan debit yang telah ditentukan dan hanya difokuskan pada bagian atas dan bagian miring lereng. Berikut rancangan simulasi hujan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Rancangan simulasi hujan

Metode Penyelidikan Geolistrik

Nilai Resistivitas tanah di bawah permukaan dapat diperoleh dari beda potensial ketika arus diinjeksikan ke dalam lapisan tanah melalui 4 buah elektroda. Besar beda potensial yang terukur kemudian dapat dikonversikan ke nilai hambatan. Arus yang diinjeksikan adalah arus DC atau frekuensi sangat rendah. Digunakan konfigurasi *werner* sebagai Pemetaan lokasi penelitian untuk survey geolistrik pada satu lintasan. Sedangkan untuk letak lintasan pada sampel ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 5. Letak lintasan pembacaan geolistrik pada sampel.

Metode Analisis Data

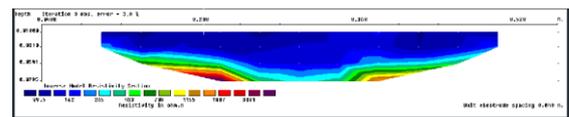
Nilai tahanan jenis hasil pengukuran geolistrik berupa tahanan jenis semu, untuk memperoleh nilai tahanan jenis sebenarnya dilakukan dengan menghitung resistivitas (ρ) semu hasil pengukuran menggunakan persamaan:

$$\rho = k \times \frac{\Delta V}{I}$$

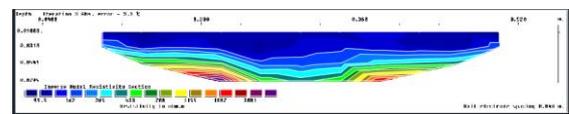
dengan I arus dalam Ampere, ΔV beda potensial dalam volt, ρ tahanan jenis dalam Ohm meter dan k faktor geometri elektroda dalam meter. Kemudian data hasil pengukuran tersebut diolah dengan menggunakan bantuan *software Res2Dinv* untuk menampilkan penampang *iso-resistivity 2D*

PEMBAHASAN

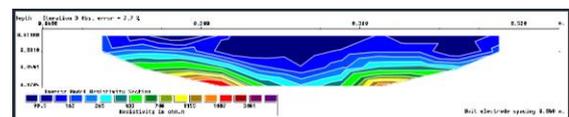
Hasil Inversi 2 Dimensi Model Tanpa Perkuatan Geogrid dan Tanpa Simulasi Hujan



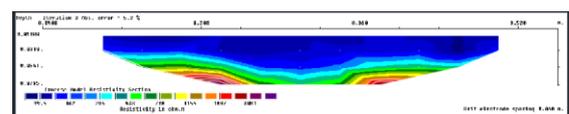
(a)



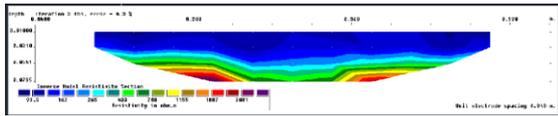
(b)



(c)



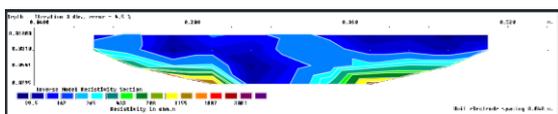
(d)



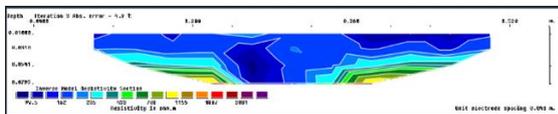
(e)

Gambar 6. Penampang resistivitas 2D lapisan bawah permukaan model tanpa perkuatan geogrid dan tanpa simulasi hujan pada lintasan 1 dengan beban (a) 0qu, (b) 0.25Qu, (c) 0.5Qu, (d) 0.75 Qu dan (e) 1Qu

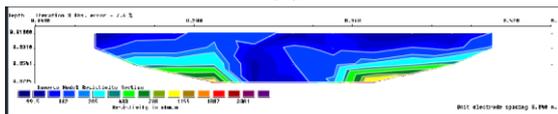
Pada **Gambar 6** Nilai resistivitas nampak pada bagian permukaan mulai mengalami penurunan nilai resistivitas sedangkan pada bagian dasar mengalami peningkatan nilai resistivitas ketika mulai mengalami pembebanan dari 0 Qu ke 1Qu. hal ini dimungkinkan karena tanah mengalami tekanan air pori eksek yang disebabkan karena sampel mengalami pembebanan hingga air yang ada pada sampel air pada dasar sampel mulai bergerak naik ke permukaan. Lintasan 1 adalah lintasan yang terletak di dekat beban diletakan memiliki nilai tekanan air pori eksek yang cukup besar.



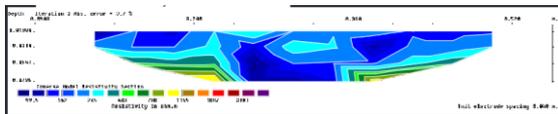
(a)



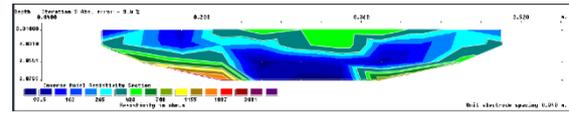
(b)



(c)



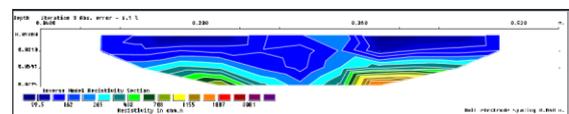
(d)



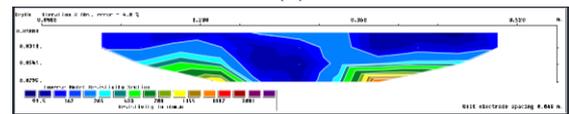
(e)

Gambar 7. Penampang resistivitas 2D lapisan bawah permukaan model tanpa perkuatan geogrid dan tanpa simulasi hujan pada lintasan 3 dengan beban (a) 0qu, (b) 0.25Qu, (c) 0.5Qu, (d) 0.75 Qu dan (e) 1Qu

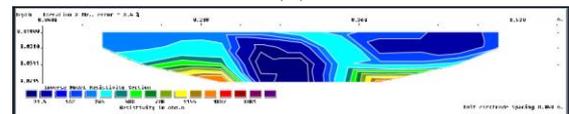
Pada **Gambar 7** saat mengalami pembebanan maksimum atau Qu lapisan hijau muda yang memiliki nilai resistivitas 433 - 708Ωm mulai muncul pada jarak 24-36 cm di permukaan sampel dan lapisan berwarna biru tua yang memiliki resistivitas 99.5-162 Ωm mulai cenderung mulai berkumpul di tengah sampel luasannya semakin besar sehingga dapat diartikan mulai muncul retakan yang besar dan terjadi kelongsoran. hal ini dikarenakan tekanan air pori eksek mengakibatkan bertambahnya beban guling, selain itu tekanan air pori eksek pun mengakibatkan air mengisi jalur bidang longsor sehingga tanah yang berada pada jalur bidang longsor kehilangan kuat geser tanah sehingga terjadi keruntuhan.



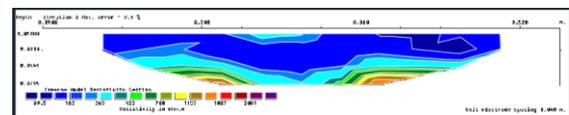
(a)



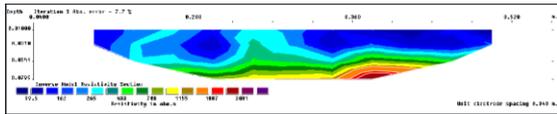
(b)



(c)



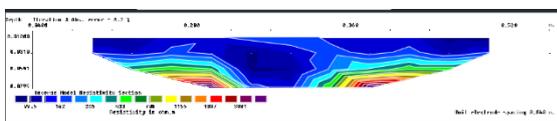
(d)



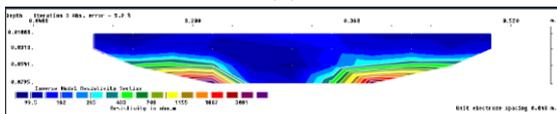
(e)

Gambar 8. Penampang resistivitas 2D lapisan bawah permukaan model tanpa perkuatan geogrid dan tanpa simulasi hujan pada lintasan 4 dengan beban (a) 0qu, (b) 0.25Qu, (c) 0.5Qu, (d) 0.75 Qu dan (e) 1Qu

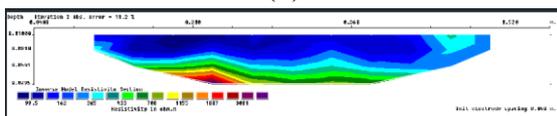
Pada **Gambar 8.** saat sampel mengalami pembebanan 0,5Qu tampak muncul lapisan berwarna biru muda dengan nilai resistivitas sebesar 265-433 Ωm yang ditafsirkan telah muncul retakan-retakan pada sampel percobaan dan air mulai bergerak mengisi retakan yang muncul sehingga tercipta nilai resistivitas yang rendah pada lapisan tersebut. Sedangkan saat mengalami pembebanan 1Qu tampak bagian permukaan sampel mulai mengalami penurunan nilai resistivitas dengan muncul lapisan berwarna biru tua beresistivitas 99.5-162 Ωm secara merata sedangkan pada bagian dasar terbentuk lapisan-lapisan beresistivitas tinggi.



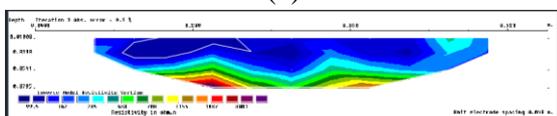
(a)



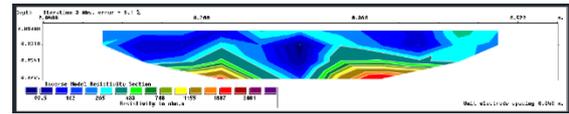
(b)



(c)



(d)

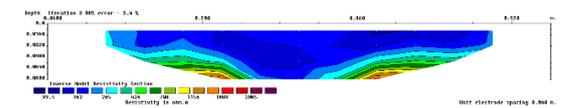


(e)

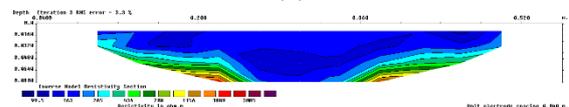
Gambar 9. Penampang resistivitas 2D lapisan bawah permukaan model tanpa perkuatan geogrid dan tanpa simulasi hujan pada lintasan 5 dengan beban (a) 0qu, (b) 0.25Qu, (c) 0.5Qu, (d) 0.75 Qu dan (e) 1Qu

Pada **Gambar 9** lapisan dengan nilai resistivitas 99.5-162 Ωm dapat terlihat sampai dengan kedalaman 7,95 cm. hal ini menunjukkan beban yang ditahan oleh lereng tidak mengakibatkan air mengalami tekanan ke atas pada lapisan ini, sehingga air cenderung akan tetap merata. Bisa di lihat dari bagian dasar kedalaman 7,95 cm sampel memiliki lapisan dengan nilai resistivitas yang sama dari semua gambar.

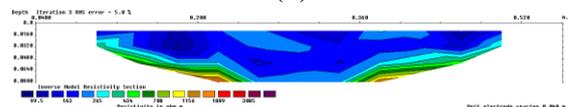
Hasil Inversi 2 Dimensi Model Dengan Perkuatan Geogrid dan Tanpa Simulasi Hujan



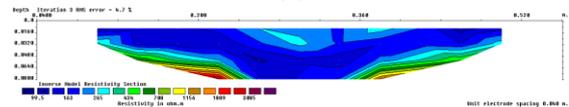
(a)



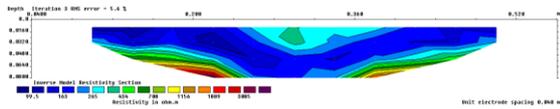
(b)



(c)



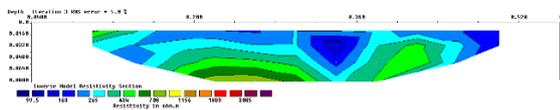
(d)



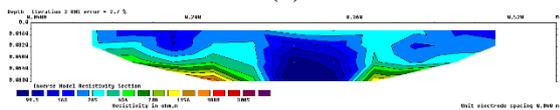
(e)

Gambar 10. Penampang resistivitas 2D lapisan bawah permukaan model dengan perkuatan geogrid dan tanpa simulasi hujan pada lintasan 1 dengan beban (a) 0qu, (b) 0.25Qu, (c) 0.5Qu, (d) 0.75 Qu dan (e) 1Qu

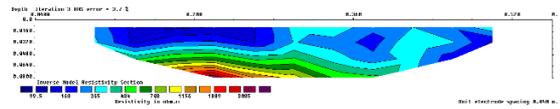
Pada **Gambar 10.** tidak nampak perubahan yang signifikan pada lapisan yang muncul didominasi warna biru dengan nilai resistivitas 99.5 – 168 Ωm . Pada bagian dasar sedikit mengalami peningkatan nilai resistivitas ketika mulai mengalami pembebanan dari 0 Qu ke 1Qu.



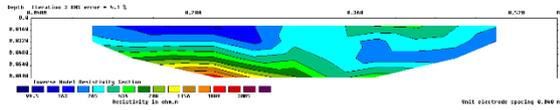
(a)



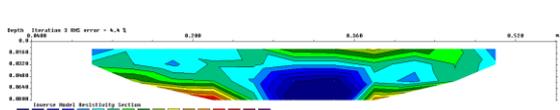
(b)



(c)



(d)

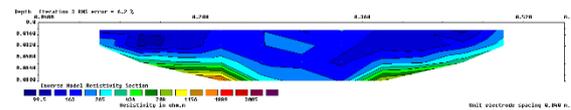


(e)

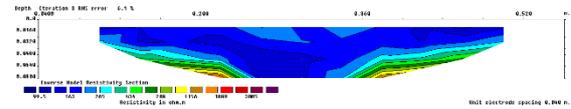
Gambar 11. Penampang resistivitas 2D lapisan bawah permukaan model dengan perkuatan geogrid dan tanpa simulasi hujan pada lintasan 3 dengan beban (a) 0qu, (b) 0.25Qu, (c) 0.5Qu, (d) 0.75 Qu dan (e) 1Qu

Pada **Gambar 11** saat pembebanan 0.25 Qu nampak pada bagian permukaan mengalami perubahan nilai resistivitas dengan muncul lapisan warna biru muda dengan nilai resistivitas 162 – 265 Ωm dan semakin ke dasar semakin kecil nilai resistivitasnya dengan adanya lapisan warna biru dengan nilai resistivitas 99.5-162 Ωm yang diduga air mengisi retakan yang muncul saat pembebanan ini. Sedangkan saat pembebanan 0.5Qu dan 0.75Qu terjadi perubahan signifikan pada lapisan pada kedalaman 5.71- 7.95 cm yakni muncul lapisan dengan resistivitas berwarna hijau bernilai 265 – 433 Ωm yang diduga air terpecah akibat pembebanan.

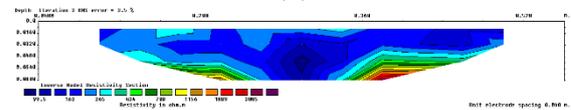
Pada saat sampel mengalami pembebanan maksimum nampak pada bagian permukaan memiliki lapisan berwarna hijau dengan nilai resistivitas 265– 433 Ωm dan pada kedalaman 3.29 cm hingga 7.95 cm memiliki lapisan berwarna biru dengan nilai resistivitas bernilai 99.5-162 Ωm . Pada gambar ini nampak terdapat kesenjangan signifikan pada lapisan yang dibatasi kedalaman 3.29 cm. Hal ini dimungkinkan pada sampel ini tercipta keretakan dan rongga-rongga yang pada akhirnya terisi oleh air sehingga pada tercipta nilai resistivitas yang rendah dan tinggi pada lapisan berdekatan.



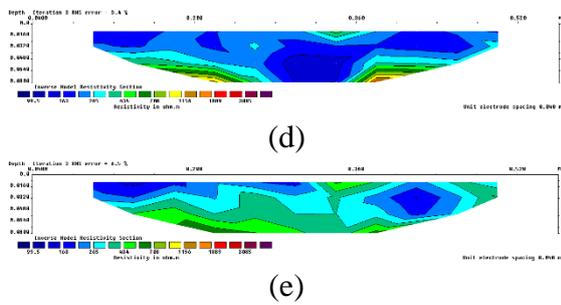
(a)



(b)

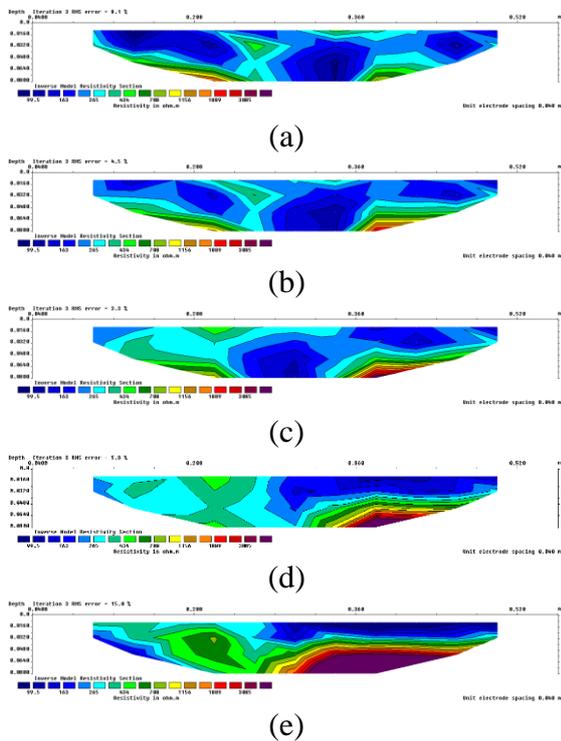


(c)



Gambar 12. Penampang resistivitas 2D lapisan bawah permukaan model dengan perkuatan geogrid dan tanpa simulasi hujan pada lintasan 4 dengan beban (a) 0qu, (b) 0.25Qu, (c) 0.5Qu, (d) 0.75 Qu dan (e) 1Qu

Pada Gambar 12. Secara garis besar tiap penambahan beban lapisan yang tercipta didominasi oleh lapisan berwarna biru dengan nilai resistivitas 99.5 – 163 Ω m sehingga disimpulkan tidak adanya retakan yang tercipta pada lintasan ini.

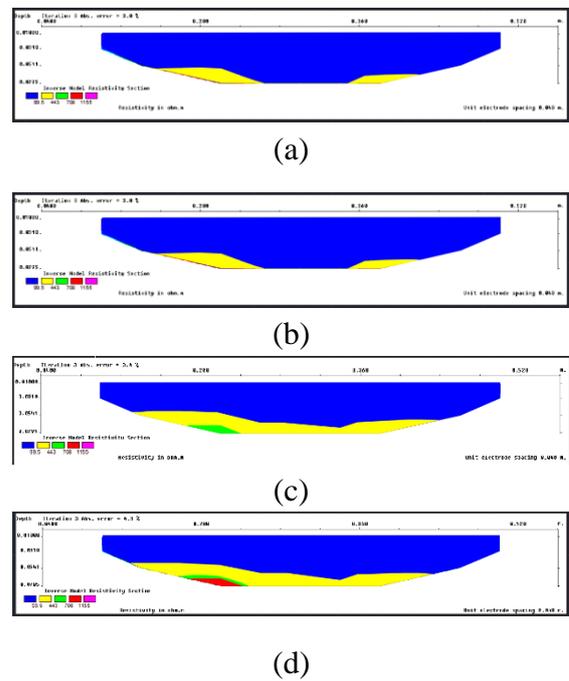


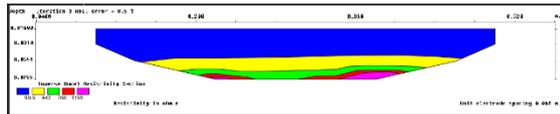
Gambar 13. Penampang resistivitas 2D lapisan bawah permukaan model dengan perkuatan geogrid dan tanpa simulasi hujan pada lintasan 5 dengan beban (a) 0qu, (b) 0.25Qu, (c) 0.5Qu, (d) 0.75 Qu dan (e) 1Qu

Pada Gambar 13 seiring dengan penambahan beban dari 0Q hingga 1Qu nampak pada salah satu sisi saja mengalami peningkatan nilai resistivitas sehingga dimungkinkan pada lintasan ini lapisan mengalami keretakan sebagian atau satu sisi sehingga pada lintasan ini kadar air bergerak menuju ke arah lain sisi dan cenderung naik kepermukaan.

Hasil Inversi 2 Dimensi Model Tanpa Perkuatan Geogrid dan Dengan Simulasi Hujan.

Pada sampel dengan simulasi hujan nilai resistivitas dari sampel turun dengan signifikan akibat peningkatan kadar air sehingga menyulitkan dalam melakukan analisa sehingga di lakukan penyederhanaan menjadi 4 warna.



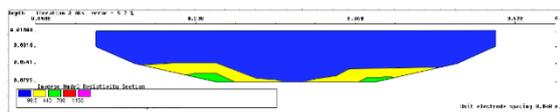


(e)

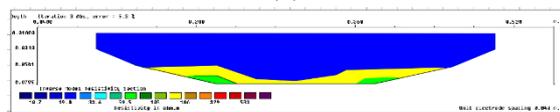
Gambar 13. Penampang resistivitas 2D lapisan bawah permukaan model tanpa perkuatan geogrid dan dengan simulasi hujan pada lintasan 3 dengan beban (a) $0Q_u$, (b) $0.25Q_u$, (c) $0.5Q_u$, (d) $0.75 Q_u$ dan (e) $1Q_u$

Pada **Gambar 13** terlihat pada lapisan permukaan sampai kedalaman 5,41 cm memiliki lapisan berwarna biru dengan nilai resistivitas $0 - 99.5 \Omega m$, pada bagian ini tidak tampak perubahan yang signifikan seiring dengan penambahan beban yang diberikan. Pada pembebanan $0.5Q_u$ hingga $1Q_u$ lapisan berwarna kuning dengan nilai resistivitas $99.5 - 443 \Omega m$ tampak mengalami penebalan hingga pada pembebanan $1Q_u$ terdapat warna merah untuk nilai resistivitas $708 - 1155 \Omega m$ dan warna pink untuk nilai resistivitas $1155 - 3085 \Omega m$ yang mendadakan pada lapisan tersebut tercipta resistivitas sedikit lebih tinggi saat pengujian. Hal ini dimungkinkan keretakan akibat dari bidang longsor mulai terbentuk.

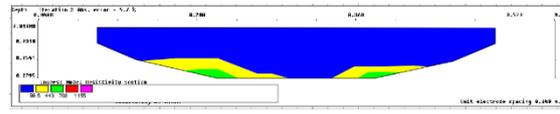
Hasil Inversi 2 Dimensi Model Dengan Perkuatan Geogrid dan Dengan Simulasi Hujan.



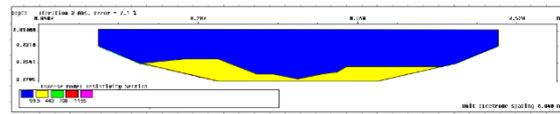
(a)



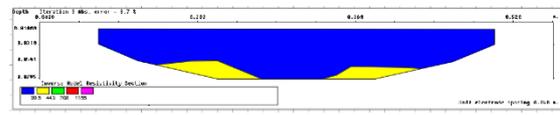
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 14. Penampang resistivitas 2D lapisan bawah permukaan model dengan perkuatan geogrid dan dengan simulasi hujan pada lintasan 3 dengan beban (a) $0Q_u$, (b) $0.25Q_u$, (c) $0.5Q_u$, (d) $0.75 Q_u$ dan (e) $1Q_u$

Pada **Gambar 14** bila ditarik dari permukaan hingga dasar pembacaan lapisan yakni kedalaman 7,95 cm hasil yang didapatkan tiap kenaikan pembebanan cenderung memiliki nilai yang seragam atau tidak mengalami perubahan yang signifikan yang didominasi lapisan berwarna biru dengan nilai resistivitas $0 - 99.5 \Omega m$. Sehingga dimungkinkan pada lintasan ini tidak mengalami keretakan.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian, pembahasan dan analisis beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasar pada data hasil pengukuran resistivitymeter yang kemudian diolah menggunakan Microsoft Exel, Notepad, Res2dinv dan Autocad didapati bahwa metode ERT dapat digunakan untuk memprediksi retakan yang ada pada sampel lereng. Sampel yang telah mengalami retakan cenderung mengalami penurunan nilai resistivitas pada permukaan akibat tekanan air pori eksese dan pada kasus lain pada retakan terjadi penurunan

nilai resistivitas karena retakan menciptakan rongga yang diisi oleh kadar air

2. Secara implisit penggunaan geogrid tidak mengganggu dalam proses pembacaan dari alat resistivitymeter dan masih dapat diolah hingga menemukan prediksi lokasi retak. Namun resistivitymeter tidak bisa digunakan untuk menentukan lokasi Geogrid
3. Simulasi hujan berpengaruh dalam proses penggunaan resistivitymeter karena ketika diberikan simulasi hujan sampel tanah mengalami kenaikan kadar air sehingga terjadi penurunan nilai resistivitas yang drastis. Sehingga dalam hal ini diminimalisir dengan dilakukan penyerdehanaan skala untuk proses pencarian retakan.

SARAN

Setelah melakukan penelitian mengenai pengaruh kadar air terhadap nilai resistivitas atau tahanan jenis, ada beberapa hal yang harus diperhatikan untuk penyempurnaan penelitian yang lebih lanjut. Hal-hal tersebut sebagai berikut:

1. Diperlukan alat resistivitymeter yang lebih modern agar nilai yang didapat bisa lebih akurat
2. Agar lebih bisa akurat diharapkan kedepannya bisa membuat sampel dengan dimensi yang lebih besar sehingga kedalaman pembacaan bisa lebih dalam.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut pada lereng dengan parameter variasi kadar air, jenis lapisan dan konfigurasi Geolistrik yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Buckman dan Nyle.C. Brady., 1982. *Ilmu Tanah*. Bhatara Karya Aksara. Jakarta
- Craig, R.F. 2004. *Soil Mechanics, 7th Edition*. London : Spon Press.
- Panek, Tomas. 2008. Application of electrical Resistivity Tomography(ERT) in the study of various types of slope deformations in anisotropic bedrock : case studies from the flysch carpathians. *Studia geomorphologica carpatho- balcanica vol XIII, 2008: 57-73 PLISSN 0081-6434*
- V. Lehtonen. 2013. Two Methods for estimating excess pore pressure in LEM. Proceedings of the 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Paris 2013
- Das, Braja M.1991."Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid 1". Jakarta :Erlangga. Hardiyatmo,Hary Chistady.2007."Mekanika Tanah 2 (Edisi Keempat)".Yogyakarta : GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS.
- IGWE, Ogbonnaya. 2005. Excess pore water pressure change necessary to cause flow liquefaction failure of sands loaded in undrained condition. Annual of disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No. 48 B, 2005
- Rolia, Eva. 2011. Penggunaan Metode Geolistrik untuk Mendeteksi Keberadaan Air tanah. *Jurnal Tapak Vol. 1 No. 1 November 2011. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro.*
- Sakka. 2002. *Metode Geolistrik Tahanan Jenis*. Makassar : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanudin.
- Wesley, D Laurence. 2010. " *Mekanika Tanah Untuk Tanah Endapan dan Residu*" Yogyakarta: ANDI .