

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/323998395>

Analisis Sensitivitas Tinggi Muka Air Tanah Terhadap Kestabilan Lereng Perbukitan Batugamping Kaliwadas Berdasarkan Hasil Pengukuran Geolistrik Wenner (Sensitivity Analysis of Grou...

Conference Paper · October 2017

CITATIONS

0

READS

1,566

5 authors, including:



Richard R Mulyadi

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Reza Aryanto

Trisakti University

42 PUBLICATIONS 55 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Masagus ahmad Azizi

Trisakti University

53 PUBLICATIONS 201 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/323998395>

Analisis Sensitivitas Tinggi Muka Air Tanah Terhadap Kestabilan Lereng Perbukitan Batugamping Kaliwadas Berdasarkan Hasil Pengukuran Geolistrik Wenner (Sensitivity Analysis of Grou...

Conference Paper · October 2017

CITATIONS

0

READS

371

5 authors, including:



Masagus ahmad Azizi

Universitas Trisakti

16 PUBLICATIONS 34 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Open Pit Slope Design and Evaluation at Gold Mine [View project](#)



Geotechnical Data Uncertainty [View project](#)

Analisis Sensitivitas Tinggi Muka Air Tanah Terhadap Kestabilan Lereng Perbukitan Batugamping Kaliwadas Berdasarkan Hasil Pengukuran Geolistrik Wenner

(Sensitivity Analysis of Ground Water on Limestone Natural Slope Stability Based On Geoelectrical Measurement Using Wenner Configuration)

Oleh:

Richard R. MULYADI¹, Reza ARIYANTO¹, Pancanita N. HARTAMI¹, Bani NUGROHO^{1*}, Masagus A. AZIZI¹

¹Program Studi Teknik Pertambangan FTKE Universitas Trisakti Jakarta 11440

Sari

Pada lereng perbukitan Batugamping Bukit Kaliwadas Desa Kedungwaru, Kecamatan Karangsambung, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah ini terdapat suatu rekahan yang relatif dalam, dan terus mengalami pergeseran. Adanya rekahan dikhawatirkan dapat menyebabkan suatu potensi longsor yang dapat mengakibatkan terjadinya fatalitas dan kerusakan infrastruktur di area tersebut. Studi mengenai pengaruh tinggi muka air tanah terhadap kestabilan lereng perbukitan Batugamping Kaliwadas dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik resistivity konfigurasi wenner. Hasil pengukuran geolistrik resistivity menunjukkan adanya aquifer bebas pada kedalaman dua puluh lima meter, yaitu pada variasi elevasi 80 meter hingga 90 meter. Perhitungan faktor keamanan (FK) dan probabilitas kelongsoran (PK) menggunakan metode kesetimbangan batas "Janbu disederhanakan" dan metode sampling Monte Carlo dengan asumsi bahwa kecepatan aliran air dalam tanah atau batuan sangat kecil. FK yang didapatkan adalah sebesar 1,51, dengan PK 0,2 % untuk cross section EF dan FK sebesar 2,52, dengan PK 0 % untuk cross section GH. Berdasarkan kriteria kestabilan lereng alami dari dirjen PU No378/KPTS/1987 dengan gempa maka lereng pada lokasi penelitian dapat dikategorikan stabil.

Kata kunci : tinggi muka air tanah, geolistrik, kestabilan lereng, FK

Abstract

There are constantly widened and deep crack located at Kaliwadas limestone hill, Kedungwaru village, Karangsambung regent, Kebumen district, Central Java. Existence of crack might cause landslide that inflict infrastructures and facilities damage on that area. Research about water table elevation and its impact to slope stability on these location is conduct using geoelectrical method wenner configuration. Its result indicates that there are unconfined aquifer located on 25 metres below the surface precisely on elevation 80 to 90 metres above the sea level. Safety factor and Probability of Failure are calculated using finite element Janbu Simplified method and monte carlo sampling method assuming that the velocity of groundwater is very low. Safety factor calculated on EF Cross Section is 1,51 and its probability of failure is 0,2% while safety factor calculated on GH Cross Section is 2,52 and its probability of failure is 0%. Based on slope stability criteria from dirjen PU No378/KPTS/1987, slope on the research location can be categorized as safe.

Keywords : water table, geoelectric, slope stability, safety factor

*Penulis untuk korespondensi (corresponding author):

E-mail: bani@trisakti.ac.id

Tel: +62-21-5663232 Ext.8513

I. PENDAHULUAN

Adanya rekahan yang "aktif" pada lereng batu gamping bukit Kaliwadas dikhawatirkan dapat menimbulkan potensi longsor sehingga memicu kekhawatiran masyarakat di sekitar lokasi lereng bukit tersebut. Dampak yang dapat ditimbulkan bila terjadi longsor antara lain fatalitas, kerusakan lahan sawah, dan infrastruktur, serta kerusakan lingkungan. Banyak faktor yang dapat menyebabkan suatu kelongsoran lereng, antara lain material,

tinggi muka air tanah, struktur, gempa bumi, dan lain-lain.

Penulis memiliki hipotesa bahwa adanya rekahan merupakan akibat adanya penetrasi air yang merembes ke dalam batu gamping, seiring dengan fungsi waktu, air tersebut menurunkan kohesi antara partikel batuan dan menyebabkan terjadinya rekahan. Oleh sebab itu penulis memfokuskan penelitian pada identifikasi keberadaan air tanah dan pengaruhnya terhadap kestabilan lereng batu gamping perbukitan Kaliwadas.

Identifikasi keberadaan air tanah dilakukan dengan cara melakukan pengukuran secara langsung menggunakan metode geolistrik dengan konfigurasi Wenner, dan hasil permodelan air tanah yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menentukan faktor keamanan (FK) dan probabilitas kelongsoran (PK) lereng. Analisis kestabilan lereng

II. METODOLOGI

2.1 Pengukuran Geolistrik

Pengambilan data tinggi muka air tanah dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik *resistivity*. Pengukuran geolistrik dilakukan pada tiga buah line yang telah direncanakan sebelumnya. Setelah melakukan pengukuran geolistrik *resistivity* pada tiga buah line yang telah direncanakan, dilakukan kalibrasi pengukuran geolistrik pada daerah penelitian yang mengindikasikan keberadaan material tertentu. *Resistivity* batugamping (kalkarenit) dikalibrasi dengan keberadaan singkapan yang terdapat pada tambang rakyat dekat lokasi penelitian. *Resistivity* air tanah dikalibrasi dengan keberadaan mata air yang muncul pada lereng bukit Kaliwadas. Tinggi muka air tanah selanjutnya digambarkan dalam suatu

menggunakan metode kesetimbangan batas “Janbu”, sedangkan metode sampling yang digunakan adalah Monte Carlo. Selain itu dilakukan juga analisis sensitivitas untuk menggambarkan pengaruh tinggi muka air tanah terhadap nilai faktor keamanan.

garis imajiner yang disebut dengan garis ekuipotensial.

2.2 Perhitungan FK dan PK

Penampang lereng yang telah digambarkan tinggi muka air tanah kemudian dihitung FKnya dengan menggunakan metode kesetimbangan batas “Janbu Disederhanakan”, serta nilai PK nya menggunakan metode sampling Monte Carlo. Dengan cara ini didapatkan FK deterministik, FK probabilitistik dan PK.

2.3. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak pada lereng perbukitan batugamping Kaliwadaas, Desa Kedungwaru, Kecamatan Karangsambung, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

III. PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Aquifer

Pada daerah penelitian ditemukan sebuah mata air yang dikategorikan sebagai mata air depresi (*depression spring*). Mata air depresi adalah mata air yang terbentuk akibat adanya perpotongan topografi dan muka air tanah Formasi *aquifer* ada pada lokasi dikategorikan sebagai *aquifer* bebas (*unconfined aquifer*). Yaitu *aquifer* yang pada bagian atasnya berupa material permeabel, dalam hal ini kalkarenit dan pada bagian bawahnya berupa material impermeabel, dalam hal ini kalsilitit

Hasil kalibrasi *resistivity* batugamping (kalkarenit) dan air tanah memiliki *resistivity* dan *range* warna dapat dilihat pada Tabel 1. Air tanah memiliki *resistivity* yang lebih rendah dibandingkan dengan kalkarenit karena air merupakan penghantar listrik yang baik jika dibandingkan dengan kalkarenit yang tidak dapat menghantarkan arus listrik.

Berdasarkan gambar 1 sampai 3. Pada *cross section* CD. Belum ditemukan indikasi adanya air tanah,

3.3 Perhitungan FK dan PK

3.3.1 Parameter Masukan

Parameter masukan yang digunakan untuk menghitung FK dan PK lereng adalah geometri lereng (tinggi dan sudut lereng), sifat fisik (bobot

3.2 Penentuan Tinggi Muka Air Tanah

Penampang geolistrik yang dibuat, menggunakan konfigurasi wenner dengan spasi antar elektroda 10 meter. Elektroda yang digunakan berjumlah 16, maka masing masing lintasan memiliki panjang 150 meter. Kedalaman maksimum yang dapat digambarkan oleh alat geolistrik adalah seperenam dari panjang lintasan. Dengan panjang lintasan 150 meter, pengukuran geolistrik dapat menggambarkan kedalaman 25 meter.

hal ini dapat disebabkan karena alat geolistrik belum mampu menggambarkan muka air tanah yang terletak pada kedalaman lebih dari 25 meter, oleh karena itu, pada *cross section* CD tidak dilakukan perhitungan FK. Pada *cross section* EF ditemukan adanya dua buah indikasi air tanah pada variasi elevasi 80 meter sampai dengan 90 meter. Sedangkan pada *cross section* GH ditemukan dua buah indikasi adanya air tanah pada variasi elevasi 80 meter sampai dengan 87,5 meter.

isi) dan mekanik batuan (kohesi, sudut gesek dalam) , kedalaman rekahan, koefisien gempa bumi, dan variasi tinggi muka air tanah (tabel 2).

Asumsi jenis longsor yang digunakan adalah

3.3.2 Hasil Perhitungan FK dan PK

Hasil perhitungan FK dan PK *cross section* EF dapat dilihat pada gambar 6, yakni nilai FK deterministik sebesar 1,51 dan FK probabilistik sebesar 1,84. PK untuk *cross section* EF sebesar 0,2 %. Sedangkan *cross section* GH mempunyai nilai FK deterministik sebesar 2,52 dan FK probabilistik sebesar 3,11. PK untuk *cross section*

3.4 Pengaruh Tinggi Muka Air Tanah Terhadap Kestabilan Lereng

Untuk mengetahui hubungan tinggi muka air tanah terhadap FK, maka dilakukan pembuatan grafik sensitifitas yang menghubungkan antara tinggi muka air tanah terhadap besarnya FK. Hubungan antara tinggi muka air tanah dan FK dapat dilihat

longsor bidang.

GH sebesar 0%. *Cross Section* EF masih memiliki nilai PK sebesar 0,2 %, nilai ini menunjukkan bahwa lereng masih memiliki kemungkinan untuk longsor. Kriteria minimal kestabilan lereng alami dari dirjen PU No378/KPTS/1987 dengan gempa maka lereng pada lokasi penelitian adalah sebesar 1,5. Oleh sebab itu dari hasil perhitungan, lereng pada bukit Kaliwadas dapat dikategorikan aman.

pada gambar 7 dan 8. Dari kedua grafik yang digambarkan, dapat diketahui hubungan antara tinggi muka air tanah dan besar FK. Gambar 7 menunjukkan bahwa adanya air tanah dapat menurunkan nilai FK, tetapi tidak dapat menyebabkan lereng mengalami kelongsoran. Gambar 8 menunjukkan bahwa adanya air tanah dapat menurunkan nilai FK. Asalkan tinggi muka air tanah memotong bidang gelincir lereng.

IV. KESIMPULAN

- Formasi *aquifer* yang ada di lokasi penelitian adalah *aquifer* bebas, mata air yang ada pada lokasi penelitian adalah mata air jenis depresi.
- Penentuan tinggi muka air tanah menggunakan metode geolistrik *resistivity* konfigurasi *wenner*. *Range resistivity* kalkarenit pada daerah penelitian adalah 10,7Ω.m -64,8 Ω.m. *Range resistivity* air tanah pada daerah penelitian adalah 0Ω.m -5,8 Ω.m.
- FK deterministik pada *cross section* EF sebesar 1,51, FK probabilistik pada *cross*

section EF sebesar 1,84, dengan PK 0,2 %. FK deterministik pada *cross section* GH sebesar 2,52, FK probabilistik pada *cross section* EF sebesar 3,11, dengan PK 0 %. Berdasarkan kriteria No378/KPTS/1987, lereng pada lokasi penelitian dapat dikategorikan aman

- Adanya peningkatan tinggi muka air tanah pada lokasi penelitian memberikan penurunan terhadap nilai FK, tetapi tidak sampai menghasilkan nilai FK lebih kecil sama dengan 1.

UCAPAN TERIMA KASIH

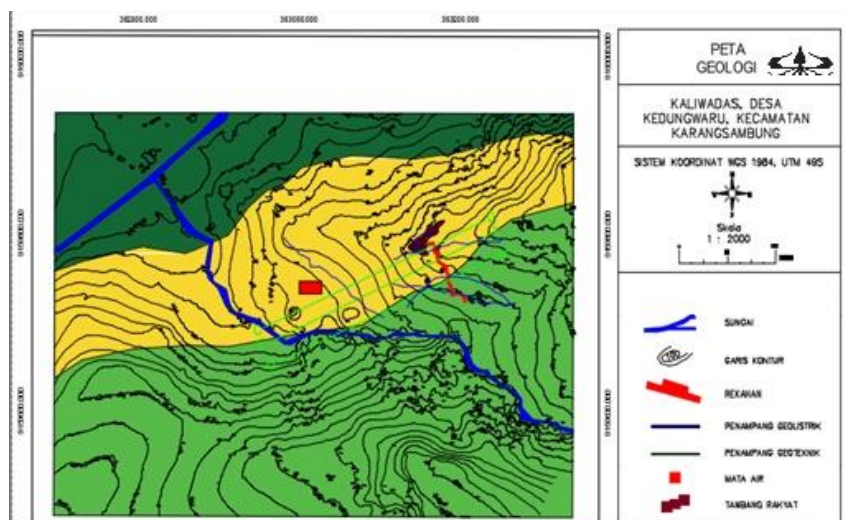
Terimakasih yang tak terhingga untuk pihak pihak yang membantu menyelesaikan penelitian ini, khususnya Tuhan Yang Maha Esa, para dosen

Teknik Pertambangan Trisakti, dinas PU Bandung, Karyawan LIPI Karangsambung.

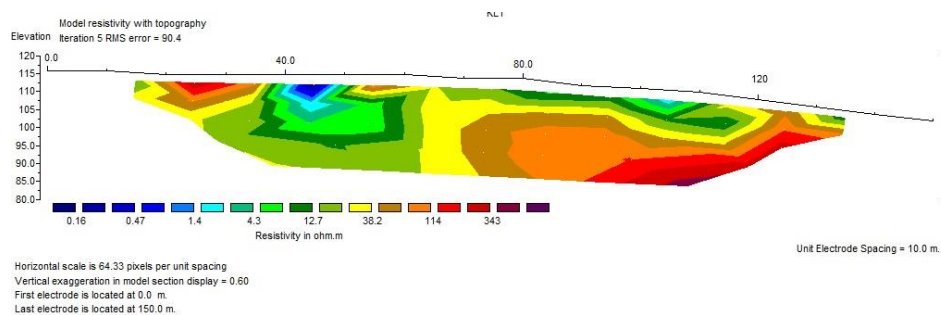
DAFTAR PUSTAKA

1. Aryanto, R. 2008. "Kajian Hidrologi dan Hidrogeologi Sebagai Parameter Dalam Perencanaan Sistem Penirisan Tambang Endapan Batubara PT. Q-Tujuh Belas Kabupaten Gunung Mas Provinsi Kalimantan Tengah". Skripsi. Program Studi Teknik Pertambangan Trisakti, Jakarta.
2. Das, Braja M. 1994. "Mekanika tanah: prinsip – prinsip geoteknis". Jakarta: Erlangga.
3. Fetter, C.W. 1992. "Applied Hydrogeology", Second Edition, Prentice-Hall Inc., USA.
4. Hoek, E. 1974. "Rock Engineering", First Edition, Evert Hoek Consulting Engineer Inc., Canada.
5. Kirsch, Reinhard. 2006. "Groundwater Geophysics: A Tool For Hydrogeology", First Edition, Springer., USA.
6. Kresic, Neven. 2006. "Hydrogeology and Groundwater Modeling", Second Edition, CRC Press., USA.
7. Nggalu, B. 2015. "Evaluasi Hasil Eksplorasi Geofisika Dengan Metode Resistivity dan Induced Polarization Untuk Melokalisir Keterdapatan Mangan di PT Tiara Ufar Mandiri, Kabupaten Timor Tengah Utara NTT". Skripsi. Program Studi Teknik Pertambangan Trisakti, Jakarta.
8. Paulus. 2012. "Permodelan 3D Cavity Daerah "X" dengan menggunakan metode

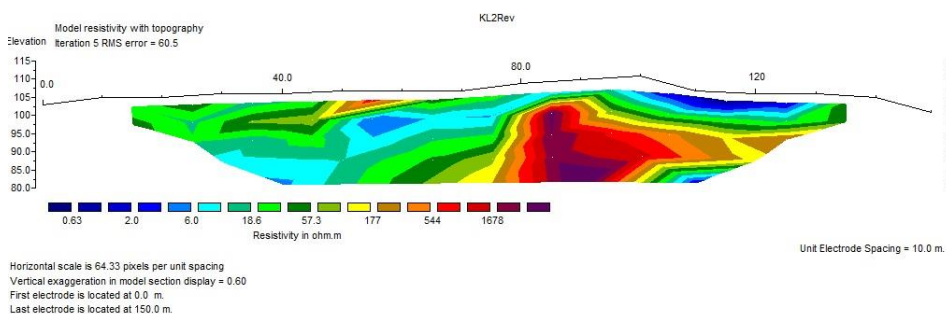
- Resistivity Konfigurasi Dipole-Dipole*. Skripsi. Program Studi Fisika Universitas Indonesia, Jakarta.
9. Parulian, Hendro Bakti. 2008. *"Permodelan 3D Zona Mineralisasi Endapan Emas Sistem Epitermal Daerah "Z" Untuk Menentukan Titik Ore Shoot Pada Lubang Bor"*. Skripsi. Program Studi Fisika Universitas Indonesia, Jakarta.
 10. Ponce, Victor Miguel. 1989. *"Engineering Hydrology: Principles and Practices"*, First Edition, Prentice Hall, USA.
 11. Price, M. 1985. *"Introducing Groundwater"*, Chapman & Hall, USA.
 12. Soemarto, C. D. 1987. *"Hidrolika Teknik"*. Usaha Nasional, Indonesia.
 13. Sugianto, Y. 2016. *"Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan metode Water Surface dan Finite Element Analysis (FEA) Steady Satet di PT Bhumi Rantau Energi, Rantau, Kalimantan Selatan"*. Skripsi. Program Studi Teknik Pertambangan Trisakti, Jakarta.
 14. Telford, M.W., Geldart, L.P., Sherrif, R.E., Keys, D.A., 1990, *"Applied Geophysics"*, Cambridge University Press, USA.
 15. Todd, D. K. 1980. *"Groundwater Hydrology"*, Second Edition, John Wiley & Sons, USA.
 16. Wardana, I. G. 2011. *"Pengaruh Perubahan Muka Air Tanah Dan Terasering Terhadap Perubahan Kestabilan Lereng"*. Dalam Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 15, 83-92.



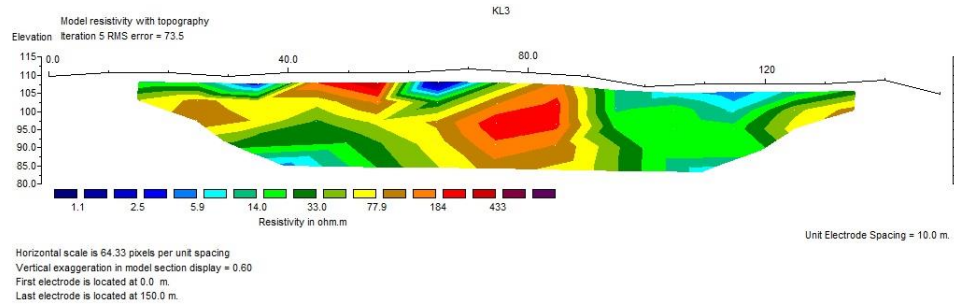
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



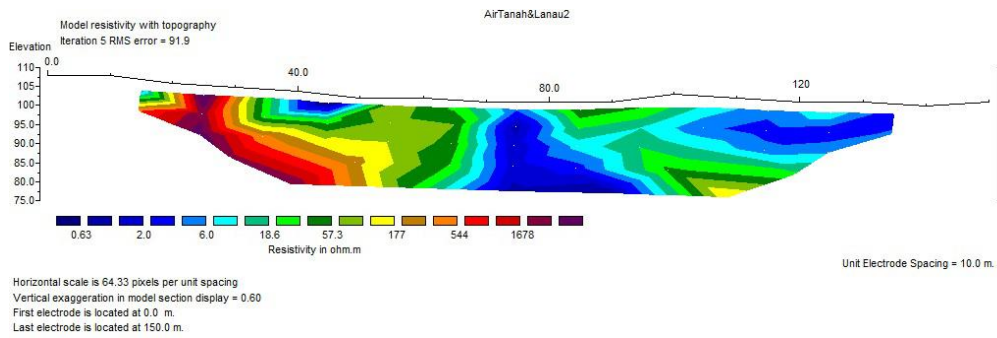
Gambar 2. Lintasan GeolistrikCD



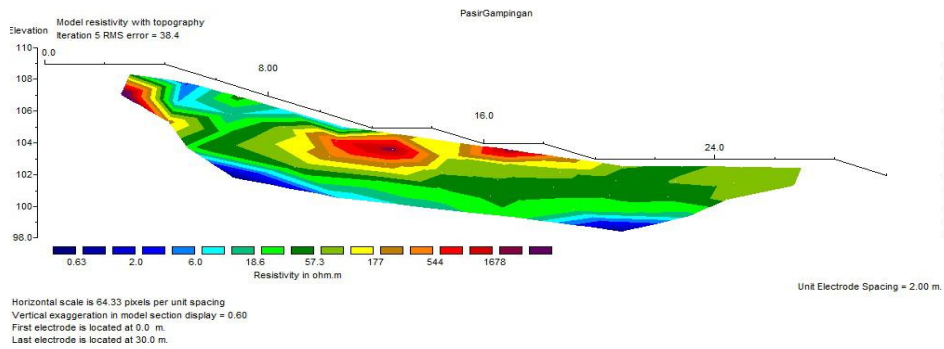
Gambar 3. Lintasan Geolistrik EF



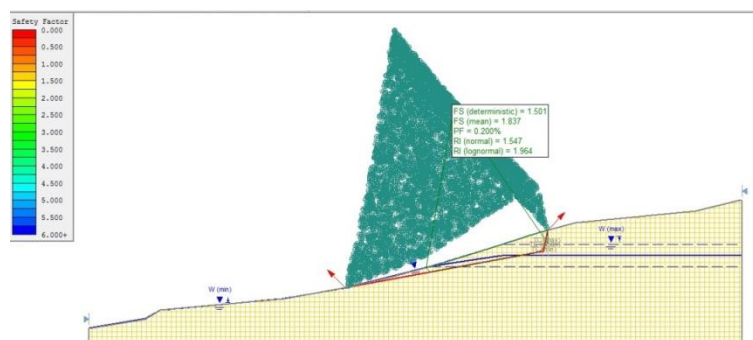
Gambar 4. Lintasan Geolistrik GH



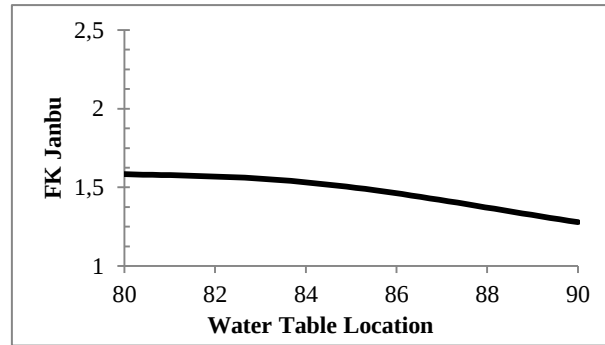
Gambar 5. Lintasan Kalibrasi Air Tanah



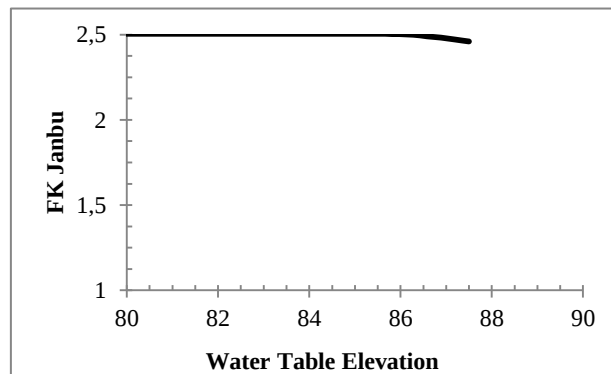
Gambar 6. Lintasan Kalibrasi Batugamping (Kalkarenit)



Gambar 7. Perhitungan FK Cross section EF



Gambar 8. Grafik Sensitifitas Tinggi Muka Air Tanah Cross Section EF



Gambar 9. Grafik Sensitifitas Tinggi Muka Air Tanah Cross Section GH

Tabel 1. Nilai *Resistivity* dan *Range* Warna Material

Material	<i>Resistivity</i>	<i>Range</i> Warna
Air Tanah	0 - 5.8	Biru
Kalkarenit	10.7 – 64.8	Hijau Muda – Kuning

Tabel 2. Parameter Masukan Untuk Analisis Kestabilan Lereng

Parameter	Variabel	CD	EF	GH	Sumber
Geometri Lereng	H (meter)	38.3	39.5	32.9	(Breeford T.K.Z., 2017)
	Sudut lereng (Derajat)	22.0	26.0	21.0	
Geometri bidang lemah	Sudut Gelincir (Derajat)	17.0	18.0	18.0	
Kedalaman Rekahan	Z (meter)	6.1	8.7	3.3	
Sifat Fisik	Bobot Isi Natural (kN/m^3)	21.60	21.60	21.60	(Hafidh A.A., 2017)
	Bobot Isi Jenuh (kN/m^3)	22.34	22.34	22.34	
Sifat Mekanik	Kohesi (kN/m^2)	55.6	55.6	55.6	
	Sudut Gesek Dalam (Derajat)	34.8	34.8	34.8	