

# Pengendalian Longsor Dengan FJM 3-1 Pada Tanah Lempung

Carl Liberte Pasiyowan Kereh<sup>1</sup>, Fabian J. Manoppo<sup>2</sup>, Alva N. Sarajar<sup>3</sup>  
Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115  
<sup>1</sup>libertekereh@gmail.com; <sup>2</sup>fabian\_jm@yahoo.com; <sup>3</sup>alva\_sarajar@yahoo.com

**Abstrak** - Dalam penelitian ini analisis kestabilan lereng dihitung dengan menggunakan software Rocscience Slide 6.0, Geostudio Geoslope R2 dan perhitungan manual metode Bishop Simplified. Hasil analisis menggunakan Rocscience Slide 6.0 diperoleh nilai faktor keamanan lereng pada kondisi normal  $FK= 1,334$ , pada kondisi diberi debit  $0,293 \text{ m}^3/\text{jam}$   $FK= 1,295$ , pada kondisi diberi debit  $0,293 \text{ m}^3/\text{jam}$  dan beban  $100 \text{ kN/m}^2$   $FK= 0,815$ . Hasil analisis kestabilan lereng dengan menggunakan software Geostudio Geoslope R2 diperoleh nilai faktor keamanan pada tanah asli  $FK=1,298$ , pada tanah dalam kondisi diberi hujan merata  $FK= 1,329$ , pada kondisi diberi debit  $0,293 \text{ m}^3/\text{jam}$  dan beban  $100 \text{ kN/m}^2$   $FK= 0,894$ . Hasil perhitungan manual dengan menggunakan metode Bishop Simplified diperoleh nilai faktor keamanan pada kondisi normal  $FK= 1,335$ , pada kondisi diberi debit  $0,293 \text{ m}^3/\text{jam}$   $FK= 1,3006$ , pada kondisi diberi debit  $0,293 \text{ m}^3/\text{jam}$  dan beban  $100 \text{ kN/m}^2$   $FK= 1,3164$ . Dari hasil analisis dan perhitungan kestabilan lereng, menunjukkan bahwa lereng pada kondisi normal dan lereng pada kondisi diberi debit  $0,293 \text{ m}^3/\text{jam}$  dalam keadaan stabil. Sedangkan pada pemodelan di software dengan kondisi diberi debit  $0,293 \text{ m}^3/\text{jam}$  dan beban  $100 \text{ kN/m}^2$  menunjukkan bahwa lereng dalam keadaan tidak stabil.

**Kata kunci** — faktor keamanan, Rocscience Slide 6.0, Geostudio Geoslope R2, metode Bishop Simplified

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Longsor merupakan peristiwa geologi yang terjadi karena adanya pergerakan masa tanah sehingga terjadi pergerakan massa tanah ke bawah atau ke arah luar lereng. Umumnya longsor dapat disebabkan oleh faktor alam dan manusia. Faktor alam dan faktor manusia tersebut antara lain adalah curah hujan yang tinggi yang berlangsung terus-menerus, peristiwa gempa bumi yang dapat menyebabkan pergeseran tanah, dan banyak terjadi penebangan hutan secara liar tanpa memikirkan dampak di kemudian hari.

Carl Liberte Pasiyowan Kereh adalah mahasiswa tingkat akhir jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado pada bidang Geoteknik (email : libertekereh@gmail.com);

Fabian J. Manoppo adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi dan guru besar pada bidang Geoteknik (email : fabian\_jm@yahoo.com)

Alva N. Sarajar adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada bidang Geoteknik (email : alva\_sarajar@yahoo.com)

Kelongsoran pada lereng dengan material tanah lempung umumnya terjadi akibat nilai kuat gesernya mengalami penurunan. Penurunan nilai kuat geser tanah biasanya terjadi akibat curah hujan yang tinggi sehingga mengakibatkan peningkatan air pori pada lereng sehingga kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) mengalami penurunan dan selanjutnya menyebabkan kelongsoran.

Longsor sangat berbahaya terhadap lingkungan disekitar lokasi terjadinya tanah longsor. Peristiwa tersebut dapat merusak konstruksi-konstruksi sipil, dan juga menimbulkan korban jiwa. Hal tersebut pastinya sangat merugikan bagi makhluk hidup dan alam sekitarnya. Oleh sebab itu penelitian tentang pengendalian longsor ini perlu dilakukan untuk mencegah hal-hal tersebut.

Untuk itu sangat diperlukan pengendalian longsor di lereng pada perencanaan konstruksi-konstruksi sipil. Pengendalian longsor harus berdasarkan model yang akurat mengenai kondisi bawah permukaan, kondisi air tanah dan pembebanan yang bekerja pada lereng.

### B. Rumusan Masalah

Mengingat bahaya serta kerugian yang dapat ditimbulkan oleh longsor maka perlu dilakukan penelitian terhadap longsor dengan alat FJM 3-1 pada tanah lempung dengan pemodelan skala laboratorium.

### C. Batasan Masalah

Kegiatan penelitian ini dilakukan dengan batasan sebagai berikut :

1. Sampel yang digunakan adalah tanah lempung.
2. Hanya untuk bidang kelongsoran yang berbentuk silinder
3. Untuk penelitian ini gempa tidak ditinjau.
4. Alat FJM 3-1 hanya untuk mengendalikan longsor.
5. Analisis stabilitas lereng dilakukan dengan perhitungan manual dan software Slide 6.0 dan Geoslope R2.

### D. Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan nilai faktor keamanan dengan menggunakan Software Slide 6.0, Geostudio Geoslope R2 dan perhitungan manual metode Bishop Simplified.
2. Mendapatkan perbandingan nilai faktor keamanan pada software Rocscience Slide 6.0 dan Geostudio Geoslope R2.

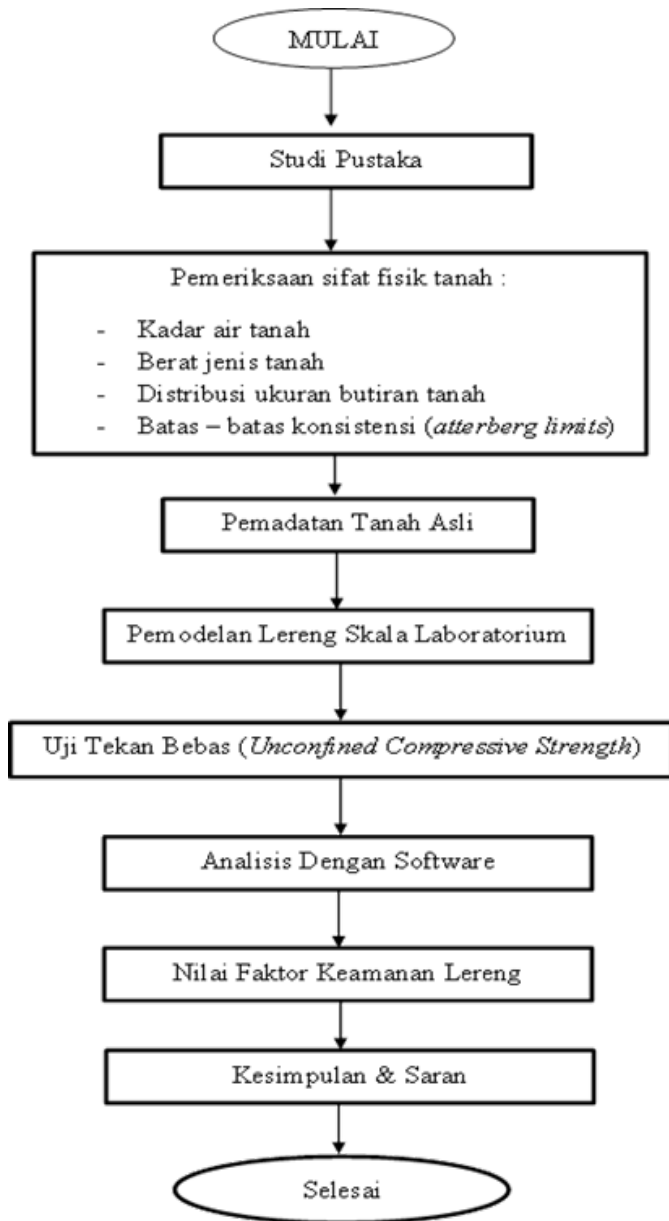
E. Manfaat Penelitian

1. Mendapatkan pengetahuan mengenai faktor keamanan lereng berdasarkan pemodelan di laboratorium.
2. Dapat mengaplikasikan software dalam bidang geoteknik yaitu Slide 6.0 dan Geoslope R2.
3. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai masukan dan pertimbangan bagi penelitian sejenis.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Bagan Alir

Kegiatan penelitian mengikuti bagan alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

B. Analisis Hasil Penelitian

Pengujian yang telah dilaksanakan akan menghasilkan nilai parameter tanah untuk dianalisa dengan software

Rocscience Slide 6.0, Geostudio Geoslope R2 dan metode Bishop Simplified sehingga akan diperoleh nilai faktor keamanan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Karakteristik Tanah

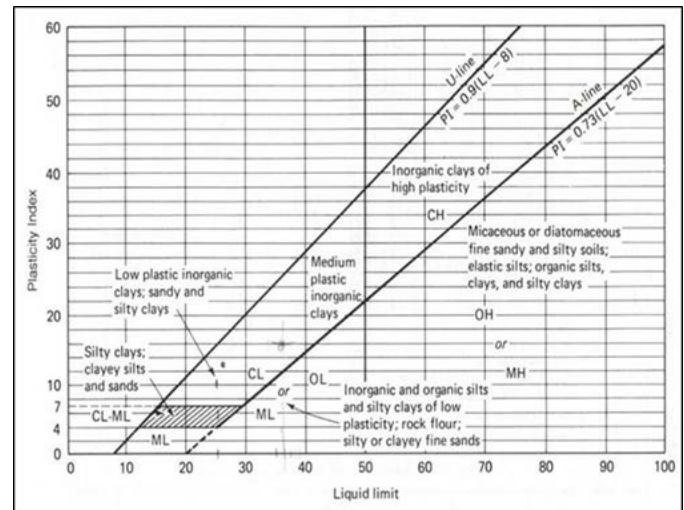
Hasil analisis karakteristik adalah sebagai berikut :

TABEL 1. UJI KARAKTERISTIK TANAH

No	Karakteristik	Nilai
1	Kadar air tanah asli	45,13%
2	Berat jenis ( <i>Specific Gravity</i> )	2,51
3	Lolos saringan no.200	51,17%
4	Batas Cair ( <i>Liquid Limit, LL</i> )	52
5	Batas Plastis ( <i>Plastic Limit, PL</i> )	20,88
6	Indeks Plastisitas ( <i>Plasticity Index, PI</i> )	31,12
7	Kepadatan Tanah Asli ( $\gamma$ )	1,7 t/m <sup>3</sup>

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik pada Tabel 1 maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

- a. Berdasarkan nilai presentase lolos saringan no.200 tanah lempung, didapat hasil  $\geq 50\%$  lolos, maka berdasarkan tabel klasifikasi USCS tanah ini secara umum dikategorikan kedalam golongan tanah berbutir halus.
- b. Tabel sistem klasifikasi USCS untuk data batas cair dan indeks plastisitas di plot pada diagram plastis sehingga di dapat identifikasi tanah yang lebih spesifik. Hasil dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Plastisitas Tanah Berbutir Halus USCS

Dapat dilihat dari Gambar 2 bahwa hasil plot menunjukkan suatu titik pertemuan dititik A, yang mana titik temu itu menjelaskan jenis tanah yang diuji. Dengan merujuk pada hasil diatas maka tanah berbutir halus tersebut termasuk kedalam kelompok campuran CH yaitu lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung “gemuk” (fat clays) dengan Indeks Plastisitas sebesar 31,12 %.

Divisi Utama	Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi			
Tanah berbutir kasar > 50% butiran terhalus saringan No. 200	Kerikil 50% > fraksi kasar terhalus saringan No. 4	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus			
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus			
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau			
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung			
	Pasir 50% > fraksi kasar terhalus saringan No. 4	Pasir berbutir (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau		
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		
			Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung batas cair ≤ 50%	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung
					CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berlanau, lempung "kurus" (lean clays)
OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah					
Lanau dan lempung batas cair ≥ 50%	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis				
	CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (fat clays)				
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi				
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi	PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi				

Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus : Kurang dari 5% lolos saringan no.200: GM, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan no.200 : GM, GC, SM, SC, 5% - 12% lolos saringan No.200 : Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel

Diagram Plastisitas:  
Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas *Atterberg* yang termasuk dalam daerah yang di aris berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.

Batas Cair (%)

Batas Plastis (%)

Garis A : PI = 0.73 (LL-20)

$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$

$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$  Antara 1 dan 3

Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW

Batas-batas *Atterberg* di bawah garis A atau PI < 4

Batas-batas *Atterberg* di bawah garis A atau PI > 7

Bila batas *Atterberg* berada didaerah aris dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol

$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$

$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$  Antara 1 dan 3

Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW

Batas-batas *Atterberg* di bawah garis A atau PI < 4

Batas-batas *Atterberg* di bawah garis A atau PI > 7

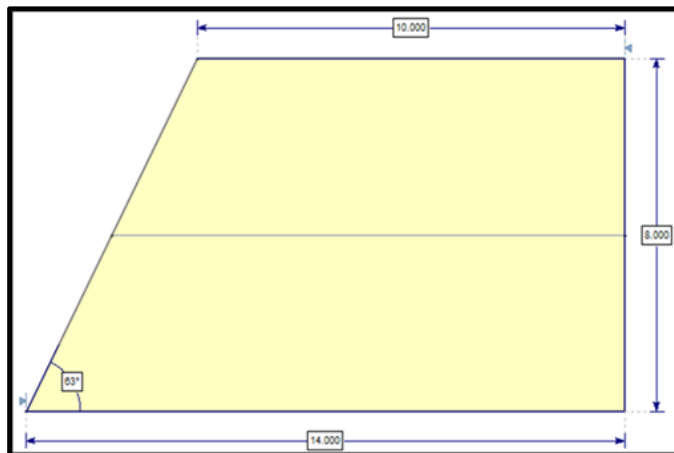
Bila batas *Atterberg* berada didaerah aris dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol

Gambar 3. Tabel Sistem Klasifikasi USCS

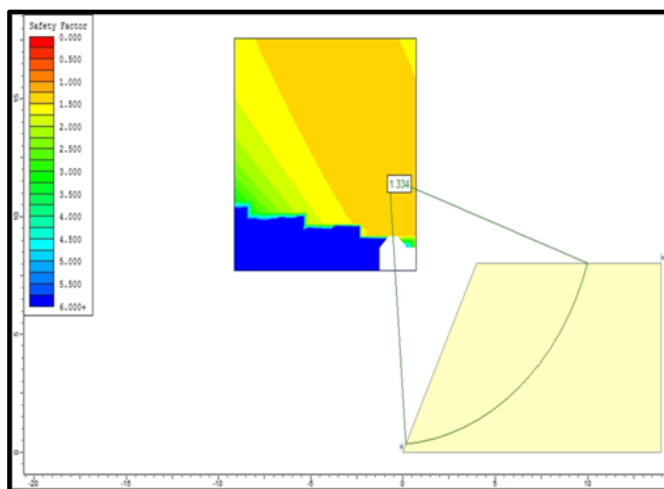
**B. Pembahasan**

Adapun data-data tanah yang digunakan dalam perhitungan faktor keamanan lereng, sebagai berikut :

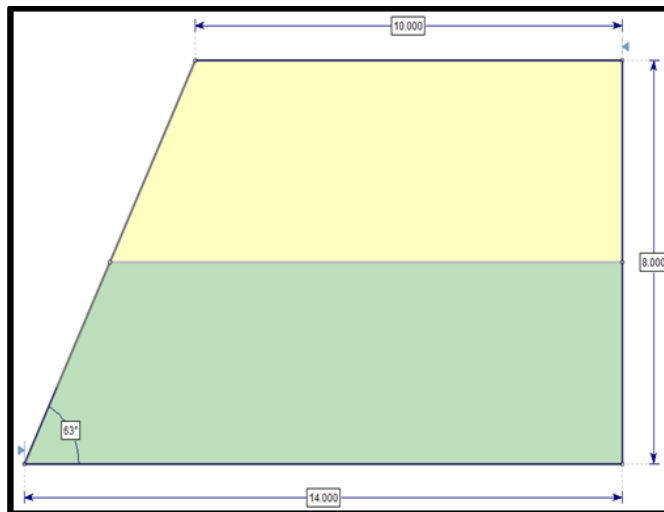
- Data tanah lereng keadaan normal :
  1. Kadar air (w) = 45,13%
  2. Berat isi tanah (γ) = 1,7 t/m<sup>3</sup>
  3. Kohesi tanah (c<sub>u</sub>) = 35,11 kN/m<sup>2</sup>
- Data tanah pada percobaan model tes (setelah diberi debit 0,293 m<sup>3</sup>/jam) :
  - A. Lapisan Atas Lereng
    1. Kadar air (w) = 45,35%
    2. Berat isi tanah (γ) = 1,776 t/m<sup>3</sup>
    3. Kohesi tanah (c<sub>u</sub>) = 34,73 kN/m<sup>2</sup>
  - B. Lapisan Bawah Lereng
    1. Kadar Air (w) = 45,6 %
    2. Berat Isi tanah (γ) = 1,77 t/m<sup>3</sup>
    3. Kohesi Tanah (c<sub>u</sub>) = 34,7 KN/m<sup>2</sup>



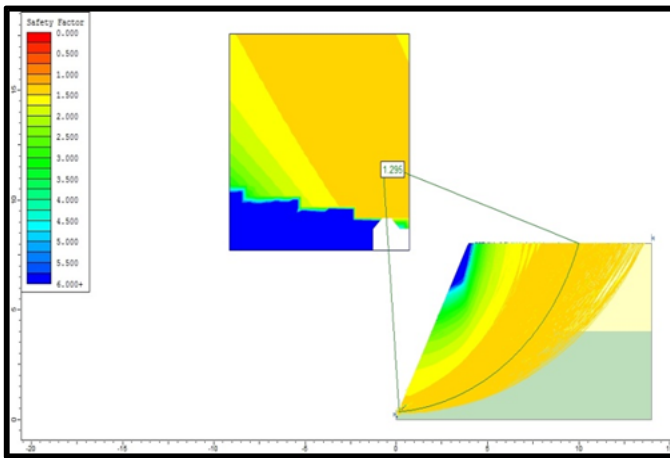
Gambar 4. Pemodelan Lereng Pada Software Rocsience Slide 6.0 Lereng Kondisi Normal



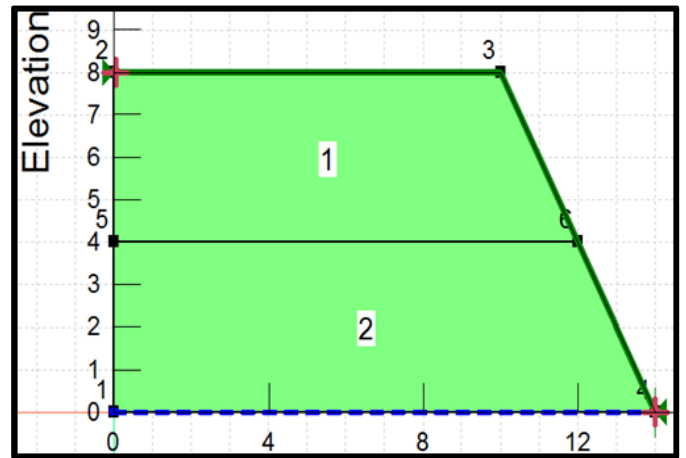
Gambar 5. Hasil Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Software Rocsience Slide 6.0 - Lereng Kondisi Normal



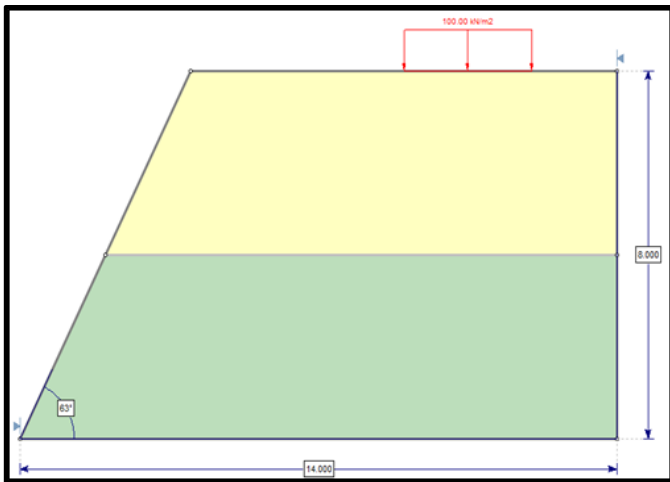
Gambar 6. Pemodelan Lereng Pada Software Rocsience Slide 6.0 Lereng Kondisi Diberi Debit 0,293 m<sup>3</sup>/jam



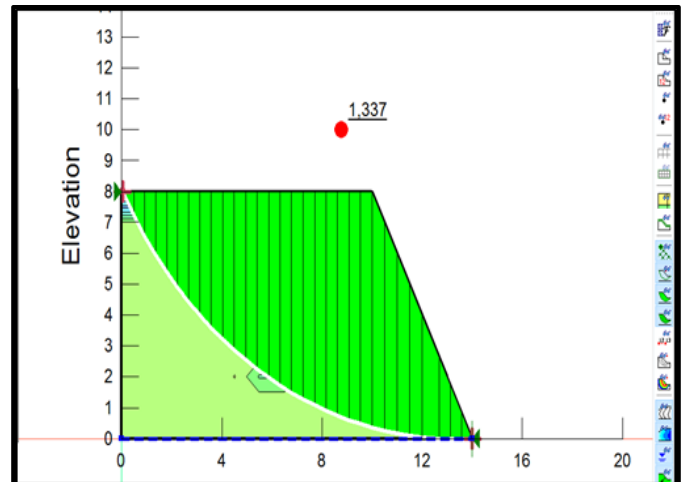
Gambar 7. Hasil Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Software Rocscience Slide 6.0 - Lereng Kondisi Diberi Debit 0,293 m<sup>3</sup>/jam



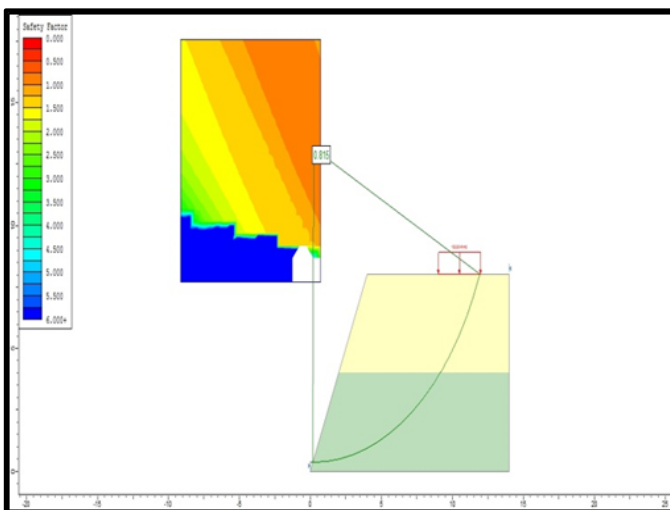
Gambar 10. Pemodelan Lereng Pada Software Geostudio Geoslope R2 Kondisi Normal



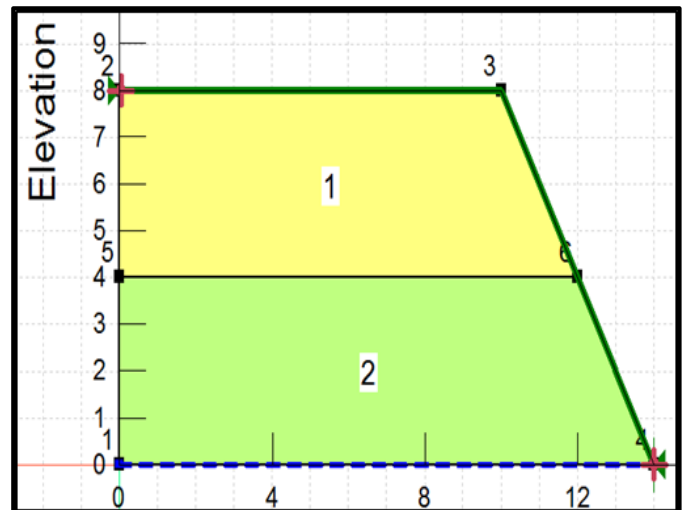
Gambar 8. Pemodelan Lereng Pada Software Rocscience Slide 6.0 - Lereng Kondisi Diberi Debit 0,293 m<sup>3</sup>/jam Dan Beban 100 kN



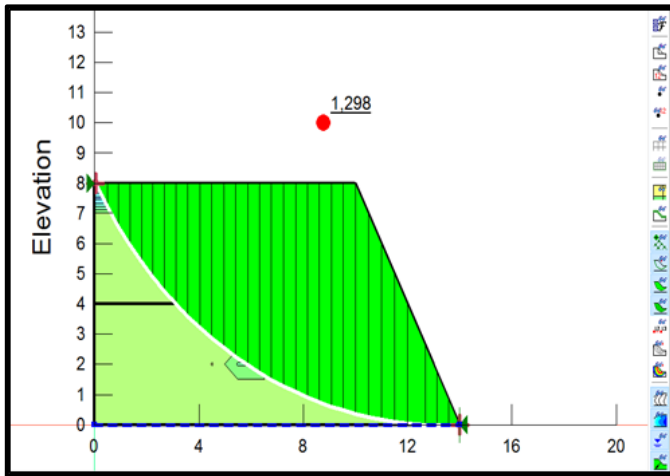
Gambar 11. Hasil Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Software Geostudio Geoslope R2 - Lereng Kondisi Normal



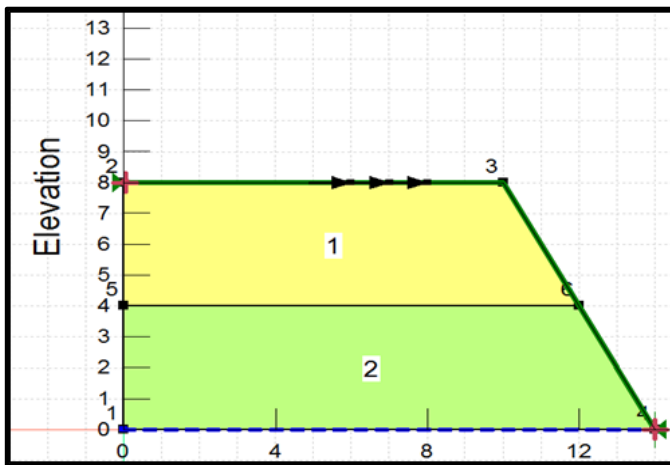
Gambar 9. Hasil Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Software Rocscience Slide 6.0 - Lereng Kondisi Diberi Debit 0,293 m<sup>3</sup>/jam Dan Beban 100 kN



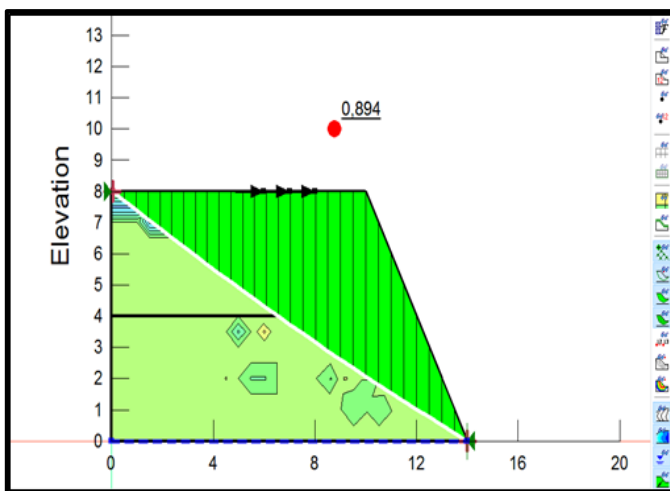
Gambar 12. Pemodelan Lereng Pada Software Geostudio Geoslope R2 - Lereng Kondisi Diberi Debit 0,293 m<sup>3</sup>/jam



Gambar 13. Hasil Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Software Geostudio Geoslope R2 - Lereng Kondisi Diberi Debit 0,293 m<sup>3</sup>/jam



Gambar 14. Pemodelan Lereng Pada Software Geostudio Geoslope R2 - Lereng Kondisi Diberi Debit 0,293 m<sup>3</sup>/jam Dan Beban 100 kN



Gambar 15. Hasil Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Software Geostudio Geoslope R2 - Lereng Kondisi Diberi Debit 0,293 m<sup>3</sup>/jam Dan Beban 100 kN

TABEL 2. NILAI FAKTOR KEAMANAN HASIL ANALISIS MENGGUNAKAN SOFTWARE DAN PERHITUNGAN MANUAL

Kondisi Lereng	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	W (%)	C (kN/m <sup>2</sup> )	Rocscience Slide 6.0	Geoslope R2	Perhitungan Manual
Normal	1,780	45,3	35,11	1,334	1,337	1,3335
Diberi debit 0,241 m <sup>3</sup> /jam	1,776	45,35	34,73	1,295	1,298	1,300
	1,770	45,6	34,7			
Diberi debit 0,241 m <sup>3</sup> /jam dan beban 100 kN/m <sup>2</sup>	1,776	45,35	34,73	0,815	0,894	1,3164
	1,770	45,6	34,7			

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan yang telah dianalisa, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah melakukan pengujian pemodelan tes dilaboratorium selanjutnya analisis dilakukan dengan menggunakan software Rocscience Slide 6.0 dan Geostudio Geoslope R2 dengan metode Simplified Bishop. Pada software Rocscience Slide 6.0 nilai faktor keamanan untuk lereng kondisi normal = 1,334; kondisi diberi debit 0,293 m<sup>3</sup>/jam = 1,295; kondisi diberi debit 0,293 m<sup>3</sup>/jam dan beban 100 kN/m<sup>2</sup> = 0,815. Pada software Geostudio Geoslope R2 nilai faktor keamanan pada lereng kondisi normal = 1,337; kondisi diberi debit 0,241 m<sup>3</sup>/jam = 1,298; kondisi diberi debit 0,293 m<sup>3</sup>/jam dan beban 100 kN/m<sup>2</sup> = 0,894.
2. Berdasarkan nilai faktor keamanan software Rocscience Slide 6.0 dan Geostudio Geoslope R2 maka lereng yang dimodelkan dilaboratorium dalam kategori stabil.
3. Pada kondisi lereng yang telah diberi debit 0,293 m<sup>3</sup>/jam alat FJM 3-1 tidak dapat difungsikan karena debit tidak cukup untuk membuat lereng longsor.

B. Saran

1. Diperlukan pengujian di laboratorium dengan skala yang lebih besar dengan alat penunjang yang lengkap untuk membuat debit yang lebih besar, agar alat FJM 3-1 dapat difungsikan.
2. Diperlukan variasi kemiringan lereng yang dimodelkan di laboratorium untuk mendapatkan kondisi kritis, agar lereng bisa longsor.
3. Diperlukan variasi jenis tanah yang akan dimodelkan di laboratorium.

## V. KUTIPAN

## A. Buku

- [1] Braja M. Das, *Mekanika Tanah – Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 1*. Jakarta: Erlangga, 1998.
- [2] Braja M. Das, *Mekanika Tanah – Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 2*. Jakarta: Erlangga, 1998.
- [3] Hardy C. Hardiyatmo, *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2014.
- [4] D. M. Cruden, D. J. Varnes, *Landslide Types and Processes, in Special Report 247: Landslide, Investigation and Mitigation (A.K. Turner and R.L. Schuster, eds.)*. Washington DC: Transportation Research Board, National Research Council, National Academy Press, 1996.

## B. Jurnal

- [5] Octovian Rajagukguk, Arens E. Turangan, Sartje Monintja, “Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Bishop Contoh Kasus : Kawasan Citraland,” dalam *Jurnal Tekno*, 2014.
- [6] Priska C. L. Lengkong. J. E. R. Sumampouw, Alva N. Sarajar, “Hubungan Kuat Geser Pada Tanah dengan Hasil Percobaan Dynamic Cone Penetrometer Pada Ruas Jalan Wori-Likupang Kab. Minahasa Utara,” dalam *Jurnal Sipil Statik* Vol. 1, No. 5, 2013.
- [7] Giverson J. Rolos, Arens E. Turangan, O. B. A. Sompie, “Analisa Kestabilan Lereng Metode Lowe-Karafiath (Studi Kasus : Glory Hill Citraland),” dalam *Jurnal Tekno*, 2017.
- [8] Cut Meutia Ratag, Agnes T. Mandagi, Roski R. I. Legrans, “Analisis Dinding Mechanically Stabilized Earth (MSE) (Studi Kasus: Ruas Jalan Tol Manado Bitung STA 6+475),” dalam *Jurnal Sipil Statik*, 2018.
- [9] Virginia Turangan, Fabian J. Manoppo, O. B. A. Sompie, “Analisis Kestabilan Lereng Dengan Alat FJM 2017, Study Kasus Jalan Manado – Tomohon (Tinoor),” dalam *Jurnal Pascasarjana UNSRAT*, 2017.