

# Analisis Kestabilan Lereng Di Ruas Jalan Raya Manado – Tomohon Km 15

Yemima Yosica Engina Nggebu<sup>1</sup>, Jack H. Ticoh<sup>2</sup>, Roski I. R. Legrans<sup>3</sup>  
Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115  
<sup>1</sup>yemima.nggebu@gmail.com; <sup>2</sup>jack.ticoh@gmail.com; <sup>3</sup>legransroski@unsrat.ac.id

**Abstrak** - Jalan Raya Manado – Tomohon adalah jalan yang ramai dilalui oleh kendaraan, sehingga tergolong jalan dengan tingkat lalu lintas yang cukup tinggi. Lereng disekitar lokasi penelitian pernah terjadi longsor yang mengakibatkan kerugian material dan kemacetan lalu lintas yang berdampak pada perekonomian. Oleh karena itu lereng tersebut dianalisis agar kekuatan geser dari lereng dan faktor keamanannya dapat diketahui. Analisis kestabilan dilakukan dengan menggunakan metode keseimbangan batas (Fellenius dan Bishop) yang diaplikasikan pada program komputer Rocscience Slide v6.0. Berdasarkan hasil analisis lereng di lokasi tinjauan penelitian didapat nilai faktor keamanan dengan 3 kondisi, adalah: adanya pengaruh muka air tanah ( $FK = 1.394$ ), akibat gempa ( $FK = 1.381$ ), dan kombinasi keduanya ( $FK = 1.157$ ). Hasil analisis kestabilan dari pemodelan lereng di Jalan Raya Manado - Tomohon Km 15 menunjukkan bahwa lereng dalam keadaan kritis pada kondisi dengan adanya pengaruh gempa dan muka air tanah pada elevasi tertinggi di lereng dengan kemiringan  $75^\circ$ .

**Kata kunci** — kestabilan lereng, longsor, faktor keamanan, muka air tanah, gempa

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Sulawesi Utara memiliki kondisi topografi yang berbukit-bukit dimana terdapat banyak lereng dan jurang yang cukup terjal. Hal ini menyebabkan Sulawesi Utara berpotensi besar mengalami bahaya longsor. Longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi pada lereng-lereng alami maupun buatan.

Longsor biasanya terjadi saat musim penghujan karena air hujan akan masuk ke dalam tanah dan akan menyebabkan tanah menjadi jenuh. Tanah yang jenuh memiliki tekanan air pori, karena waktu hujan yang lama menyebabkan kenaikan muka air tanah. Bertambahnya muka air tanah berakibat pada

Yemima Yosica Engina Nggebu adalah mahasiswa tingkat akhir jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado pada bidang Geoteknik (email : yemima.nggebu@gmail.com);

Jack H. Ticoh adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada bidang Geoteknik (email : jack.ticoh@gmail.com)

Roski I. R. Legrans adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada bidang Geoteknik (email : legransroski@unsrat.ac.id)

kenaikan tekanan air pori, terjadinya penurunan kuat geser tanah ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\Phi$ ) yang selanjutnya menyebabkan tanah menjadi labil sehingga rawan longsor. Analisis stabilitas lereng mempunyai peranan yang sangat penting pada perencanaan konstruksi-konstruksi sipil. Lereng yang tidak stabil sangat berbahaya terhadap lingkungan sekitarnya, oleh sebab itu analisis stabilitas lereng sangat diperlukan. Ukuran stabilitas lereng diketahui dengan menghitung besarnya faktor keamanan.

Pada ruas jalan Trans Manado – Tomohon terdapat lereng cukup curam sehingga sering terjadi longsor pada saat musim hujan dan menyebabkan sebagian jalan tertutupi oleh tanah. Jalan ini merupakan jalan arteri dengan lalu lintas kendaraan yang tinggi/ sedang, sehingga diperlukan penanganan terhadap masalah longsor. Longsor dapat juga disebabkan oleh adanya faktor gempa. Gempa sangat berpengaruh terhadap kestabilan. Getaran akibat gempa kemudian disebarkan ke segala penjuru, selama getaran menjalar dari pusat gempa sampai ke permukaan tanah maka faktor tanah sebagai penghantar getaran mempunyai peran yang sangat penting.

Kondisi lereng di ruas jalan yang ditinjau memiliki kemiringan yang cukup terjal. Dan pada beberapa waktu yang lalu pada saat musim hujan, di ruas jalan sebelum titik yang ditinjau mengalami longsor yang cukup parah. Menyebabkan kemacetan yang panjang dikarenakan jalan yang tertutup tanah. Pada titik yang ditinjau tidak mengalami longsor. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah lereng di ruas jalan ini akan mengalami longsor atau tidak dan apabila ditemukan lereng tidak aman maka bisa dilakukan penanganan dengan metode yang tepat.

### B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, diperoleh suatu rumusan masalah yakni kestabilan lereng pada ruas jalan raya Manado - Tomohon KM 15 perlu di evaluasi terhadap fluktuasi muka air tanah dan gempa untuk mendapatkan suatu metode penanganan yang sesuai.

### C. Tujuan Penelitian

Untuk mendapatkan nilai faktor keamanan lereng dengan pengaruh fluktuasi muka air tanah dan gempa dengan variasi kemiringan lereng.

D. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan bisa digunakan sebagai bahan masukan mengenai kestabilan lereng (dengan metode Fellenius dan Bishop) yang dipengaruhi oleh fluktuasi muka air tanah dan gempa dengan variasi kemiringan lereng dan bagaimana cara penanganan kelongsoran di wilayah yang memiliki keadaan serupa.

II. METODOLOGI PENELITIAN

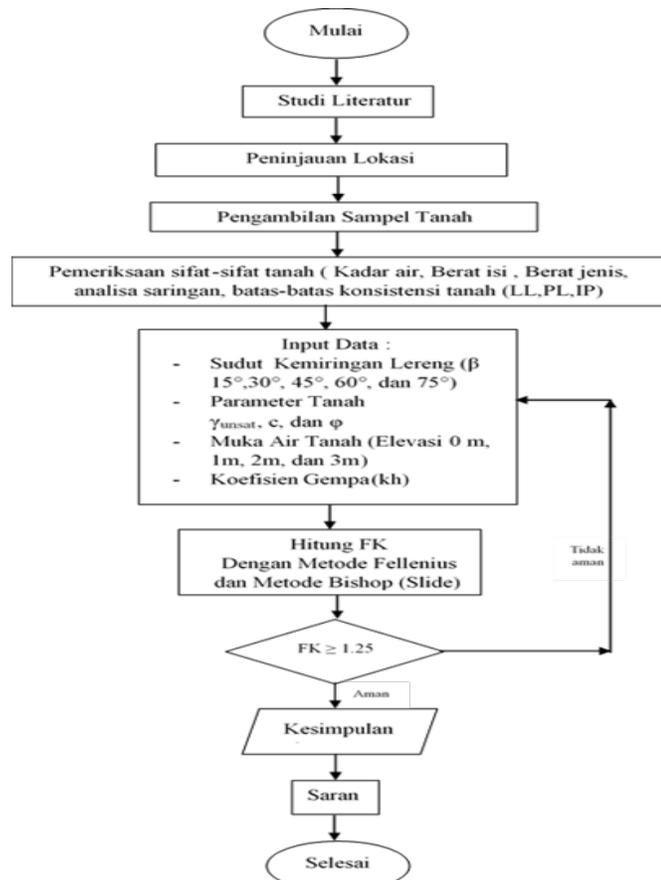
A. Bagan Alir

Kegiatan penelitian mengikuti bagan alir pada Gambar 1.

B. Pelaksanaan

Penelitian ini dimulai dari studi literatur, peninjauan lokasi, pengambilan sampel di lokasi penelitian dan dilanjutkan dengan pengujian laboratorium yang meliputi pemeriksaan sifat-sifat fisik tanah (kadar air, berat isi, berat jenis, analisa saringan, batas-batas konsistensi tanah (LL, PL, IP).

Dari pemeriksaan di laboratorium dapatkan nilai parameter tanah yang dibutuhkan ( $\gamma_{unsat}$ ,  $c$ , dan  $\phi$ ). Analisis menggunakan metode Fellenius (Excel) dan Bishop (Rocscience Slide v6.0), dengan pengaruh elevasi muka air tanah (asumsi 0 m, 1 m, 2 m, dan 3 m dari permukaan) dan gempa serta variasi kemiringan lereng (15°, 30°, 45°, 60°, dan 75°).



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat Fisik Tanah

Hasil pengujian di laboratorium Geoteknik Fakultas Teknik UNSRAT ditampilkan pada Tabel 1.

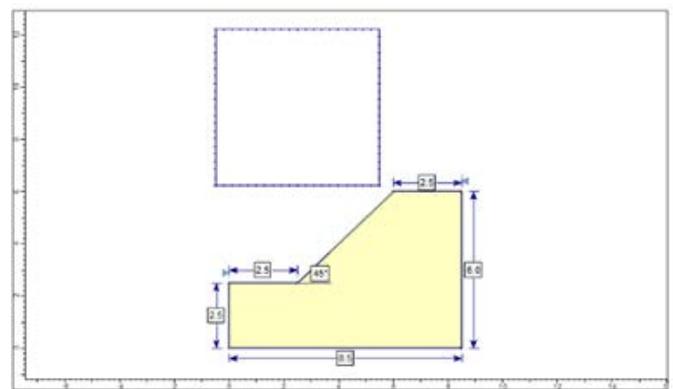
TABEL 1. HASIL PENGUJIAN LABORATORIUM

Karakteristik	Sampel Tanah	Satuan
Batas Cair (LL)	75	
Batas Plastis (PL)	54.18	
Indeks Plastis (PI)	20.82	
Berat Jenis	2.498	
Lolos Saringan No. 200	43.09	%
Sudut Geser Dalam ( $\phi$ )	10	( $^{\circ}$ )
Kohesi ( $c$ )	9.3195	kN/m <sup>2</sup>
$\gamma_{unsat}$	8.578845	kN/m <sup>3</sup>

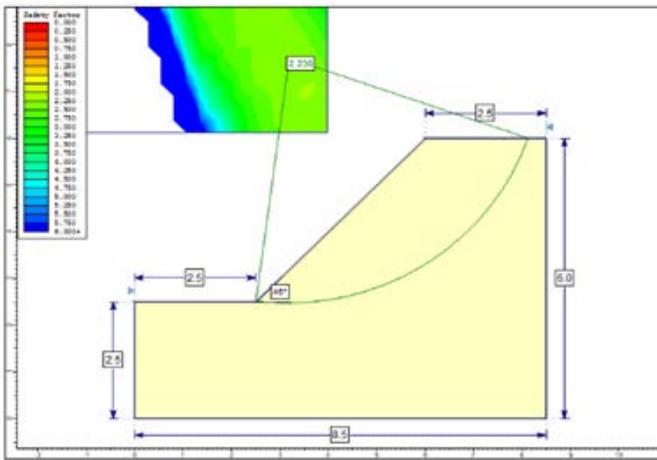
Berdasarkan hasil pengujian dan klasifikasi tanah berdasarkan USCS maka tergolong tanah berbutir kasar dan termasuk ke dalam kelompok campuran tanah pasir berlanau (SM). Untuk menganalisis kestabilan lereng, dilakukan dengan 2 (dua) cara, yaitu dengan menggunakan bantuan program Slide v6.0 yang membutuhkan beberapa parameter tanah. Berikut ini beberapa data yang diperoleh dari hasil laboratorium dan dibutuhkan oleh penginputan data untuk program Slide v6.0:

- $\gamma_{unsat}$  : 0.8745 t/m<sup>3</sup> = 8.578845 kN/m<sup>3</sup>
- $c$  : 0.95 t/m<sup>2</sup> = 9.3195 kN/m<sup>2</sup>
- $\phi$  : 10 $^{\circ}$

B. Analisa Kestabilan Lereng Tanpa Gempa



Gambar 2. Pemodelan Lereng Pada Slide v.6 (45°)

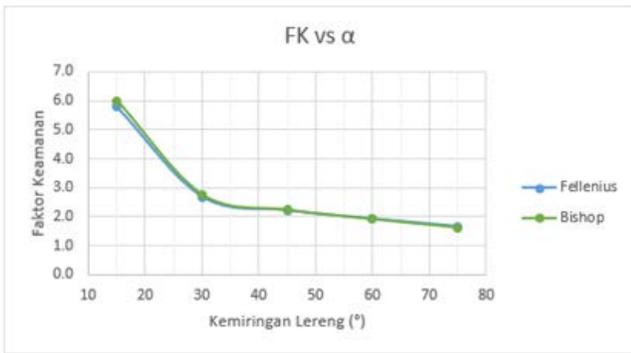


Gambar 3. Hasil Perhitungan FK Lereng Kondisi Statis

Dari perhitungan manual (MS. Excel) dan menggunakan software (Slide v6.0) diperoleh faktor keamanan pada Tabel 2.

TABEL 2. HASIL PERHITUNGAN FAKTOR KEAMANAN DENGAN VARIASI KEMIRINGAN LERENG

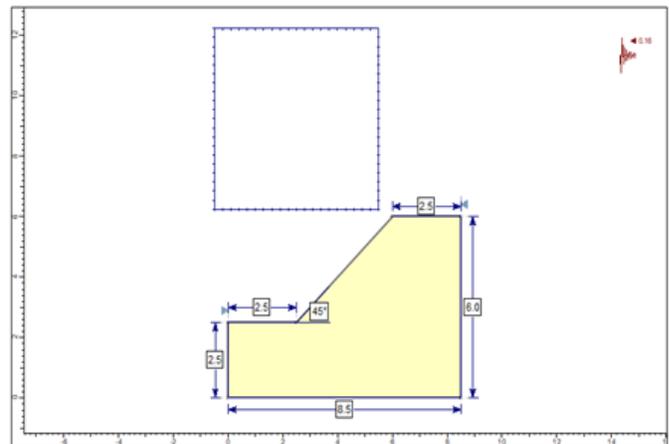
No.	Kemiringan lereng	Fellenius	Slide (Bishop)
1	15	5.786	5.993
2	30	2.685	2.758
3	45	2.222	2.23
4	60	1.926	1.916
5	75	1.665	1.624



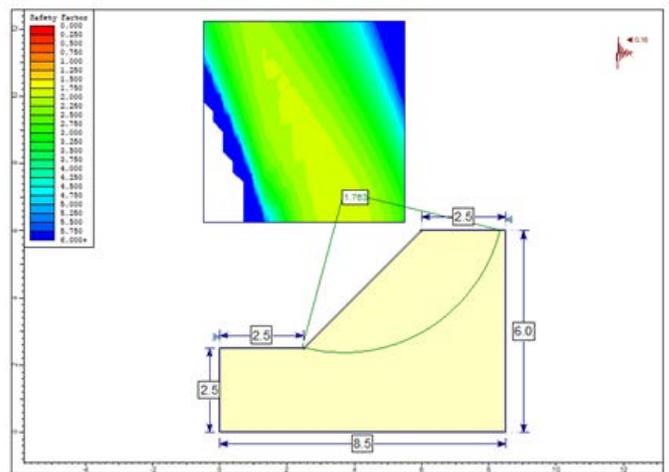
Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Faktor Keamanan Dan Kemiringan Lereng (45°) (Kondisi Statis)

TABEL 3. HASIL PERHITUNGAN FAKTOR KEAMANAN LERENG (DENGAN PENGARUH GEMPA)

No.	Kemiringan lereng	Fellenius	Slide (Bishop)
1	15	2.887	3.327
2	30	1.837	2.02
3	45	1.732	1.778
4	60	1.575	1.583
5	75	1.410	1.381



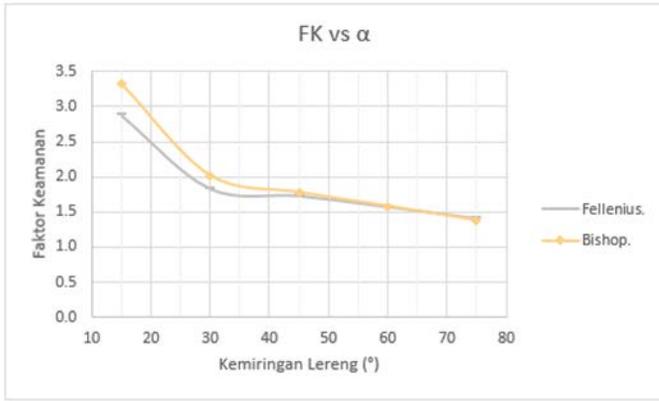
Gambar 5. Pemodelan Lereng Pada Slide v.6 (Pengaruh Gempa) (45°)



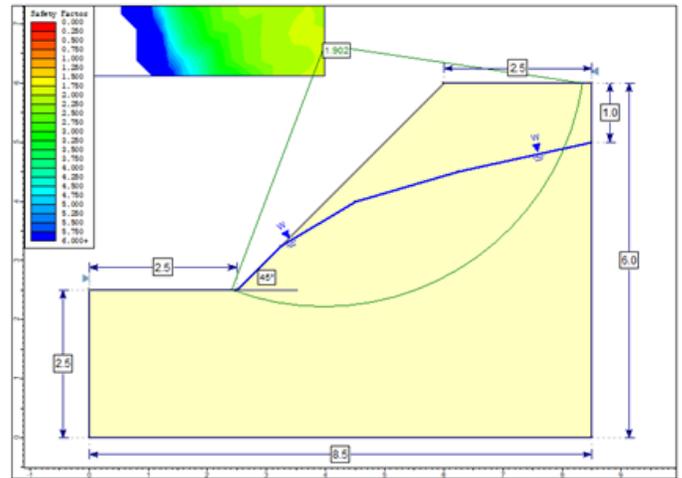
Gambar 6. Hasil Perhitungan FK Lereng Dengan Pengaruh Gempa (Metode Bishop) (45°)

C. Analisis Kestabilan Lereng Dengan Pengaruh Gempa

Perhitungan excel dan software (Slide v6.0) didapat hasil faktor keamanan dengan adanya pengaruh gempa yang ditampilkan pada Tabel 3.



Gambar 7. Grafik Hubungan Antara FK dan  $\alpha$  (Pengaruh Gempa)



Gambar 9. Hasil Perhitungan FK Lereng Dengan Pengaruh MAT (Metode Bishop) ( $45^\circ$ )

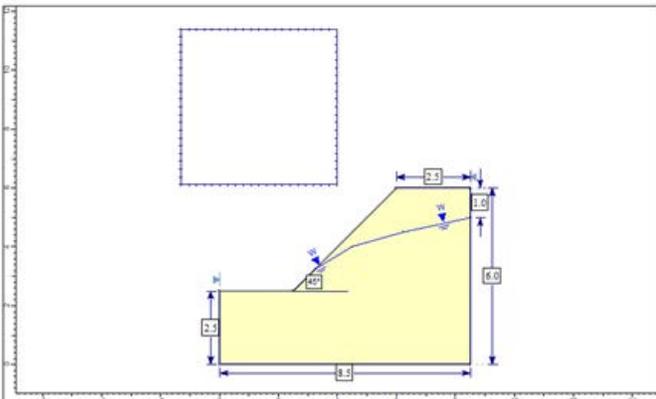
**D. Analisa Kestabilan Lereng Dengan Muka Air Tanah**

Hasil perhitungan manual (MS. Excel) dan menggunakan software (Slide v6.0) didapat hasil faktor keamanan dengan adanya pengaruh elevasi muka air tanah yang ditampilkan pada Tabel 4.

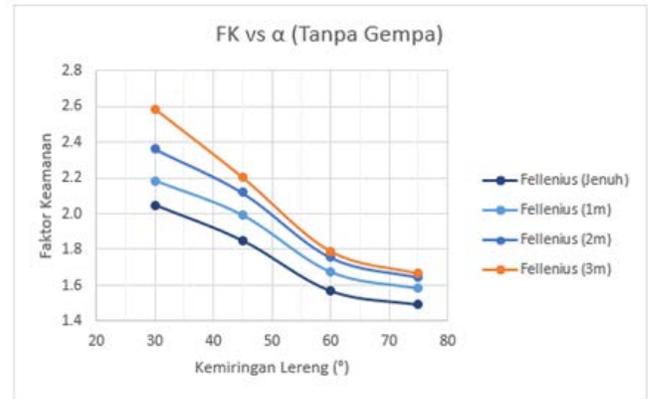
TABEL 4. HASIL PERHITUNGAN FAKTOR KEAMANAN LERENG (DENGAN PENGARUH GEMPA)

No	Kemiringan lereng	Fellenius			
		0	1 m	2 m	3 m
1	15	-	-	-	-
2	30	2.049	2.185	2.363	2.584
3	45	1.850	1.992	2.118	2.201
4	60	1.568	1.677	1.756	1.789
5	75	1.491	1.584	1.644	1.664

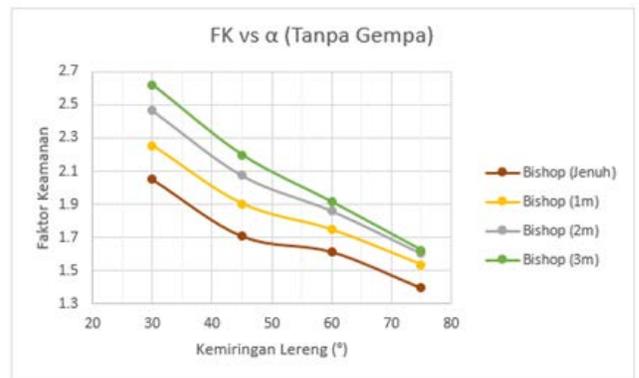
Slide (Bishop)				
0	1 m	2 m	3 m	
-	-	-	-	
2.048	2.252	2.462	2.62	
1.706	1.902	2.072	2.197	
1.612	1.746	1.86	1.914	
1.394	1.535	1.604	1.623	



Gambar 8. Pemodelan Lereng Pada Slide v.6 (Pengaruh MAT) ( $45^\circ$ )



Gambar 10. Graifk Hubungan Antara FK dan  $\alpha$  Dengan Pengaruh MAT (Metode Fellenius)



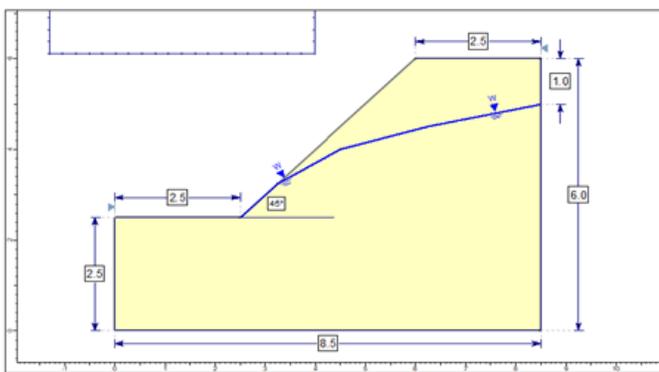
Gambar 11. Graifk Hubungan Antara FK dan  $\alpha$  Dengan Pengaruh MAT (Metode Bishop)

E. Analisa Kestabilan Lereng Dengan Pengaruh Gempa Dan Muka Air Tanah

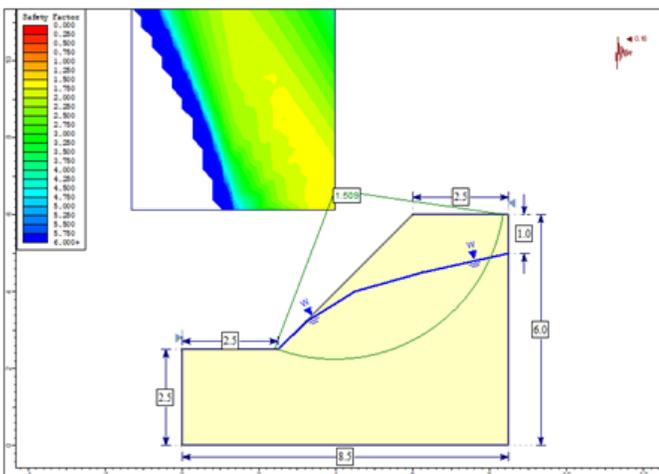
TABEL 4. HASIL PERHITUNGAN FAKTOR KEAMANAN LERENG (BEBAN GEMPA DAN MAT)

No	Kemiringan lereng	Fellenius			
		0	1 m	2 m	3 m
1	15	-	-	-	-
2	30	1.591	1.695	1.817	1.940
3	45	1.445	1.555	1.652	1.716
4	60	1.386	1.472	1.535	1.562
5	75	1.265	1.343	1.393	1.410

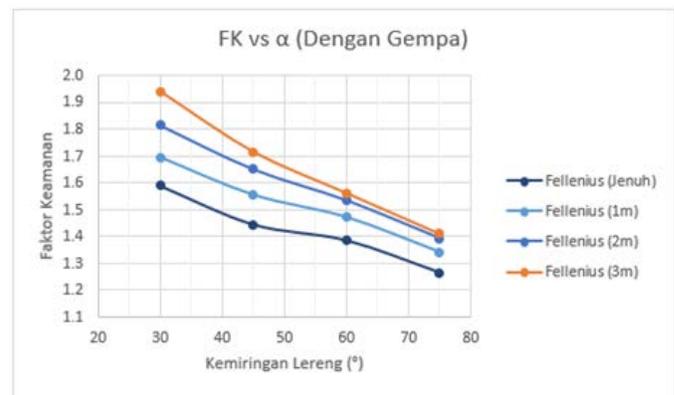
Slide (Bishop)				
0	1 m	2 m	3 m	
-	-	-	-	
1.493	1.644	1.781	1.917	
1.352	1.509	1.646	1.744	
1.316	1.433	1.528	1.575	
1.157	1.294	1.38	1.415	



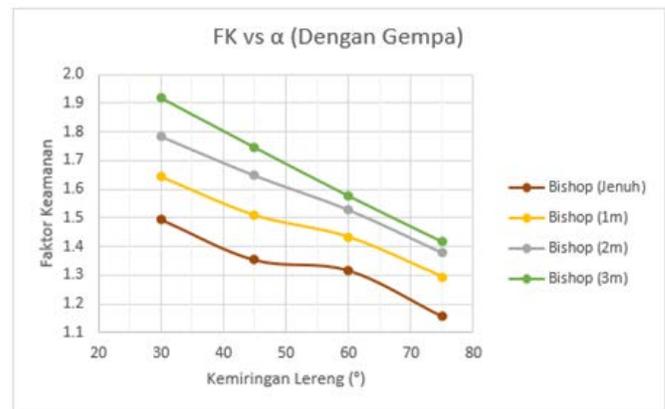
Gambar 12. Pemodelan Lereng Pada Slide v.6 (Pengaruh Gempa dan MAT) (45°)



Gambar 13. Hasil Perhitungan FK Lereng Dengan Pengaruh Gempa dan MAT (Metode Bishop) (45°)



Gambar 14. Grafik Hubungan Antara FK dan α Dengan Pengaruh MAT Dan Gempa (Metode Fellenius)



Gambar 14. Grafik Hubungan Antara FK dan α Dengan Pengaruh MAT Dan Gempa (Metode Bishop)

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

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

1. Hasil analisis kestabilan lereng di Jalan Raya Manado - Tomohon Km 15 dengan Metode Fellenius dan Bishop menunjukkan bahwa kondisi lereng dalam keadaan kritis dengan faktor keamanan terkecil lereng sebesar 1.157. Sehingga perlu adanya upaya mencegah terjadinya longsor.
2. Dari grafik hubungan antara FK vs α, didapat hubungan bahwa semakin besar kemiringan suatu lereng maka semakin kecil nilai faktor keamanannya. Artinya semakin curam suatu lereng maka kondisinya semakin tidak aman. Semakin landai suatu lereng, berat sendiri massa tanah (W) akan semakin besar sehingga tahanan geser lebih besar dari pada tegangan geser.
3. Hasil analisis kestabilan dari pemodelan lereng di Jalan Raya Manado - Tomohon Km 15 dengan fluktuasi elevasi muka air tanah (0-3 m) pada variasi kemiringan lereng didapat dengan metode Fellenius dan Bishop menunjukkan bahwa kondisi lereng dalam keadaan stabil dengan faktor keamanan terkecil adalah 1.394 pada lereng dengan kemiringan 75°.

4. Hasil analisis kestabilan lereng di Jalan Raya Manado - Tomohon Km 15 dengan adanya faktor gempa pada variasi kemiringan lereng didapat dengan metode Fellenius dan Bishop menunjukkan bahwa kondisi lereng dalam keadaan stabil dengan faktor keamanan terkecil adalah 1.381 pada lereng dengan kemiringan 75°.
5. Hasil analisis kestabilan lereng dengan pengaruh fluktuasi muka air tanah dan akibat gempa pada variasi kemiringan lereng dengan menggunakan metode Fellenius dan Bishop menunjukkan bahwa kondisi lereng dalam keadaan kritis di lereng dengan kemiringan 75°. Nilai FK terkecil adalah 1.157 (FK < 1.25).

#### B. Saran

1. Sebaiknya pada segmen tersebut dilakukan perubahan geometri lereng, untuk memperbesar faktor keamanan, agar memperkecil peluang terjadinya longsor dikemudian hari.
2. Metode penanganan longsor yang diambil sebaiknya tidak mengganggu lalu lintas di ruas jalan Manado - Tomohon

### V. KUTIPAN

#### A. Buku

- [1] J. E. Bowles, *Physical and geotechnical properties of soils, 2nd edition*. New York : McGraw- Hill Book Company, p. 560, 1989.
- [2] Joseph E. Bowles, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta : Erlangga, 1991.
- [3] Braja M. Das, *Mekanika Tanah – Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 2*. Jakarta : Erlangga, 1998.
- [4] H. C. Hardiyatmo, *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, 2006.
- [5] Milton E. Harr, *Groundwater and Seepage*. New York : MacGraw-Hill, 1962.
- [6] NCHRP 12-70, *Seismic Analysis and Design of Retaining Walls, Buried Structures, Slope, and Embankments*. Washington DC : NCHRP Report 611, Transportation for the Federal Emergency Management Agency, 2008.

#### B. Jurnal

- [7] Raifah Rekzyanti, Sjachrul Balamba, Lanny Manaroinsong, "Analisa Kestabilan Lereng Akibat Gempa (Studi Kasus : Iain Manado)", dalam TEKNO Vol.14/No.66, ISSN: 0215-9617, Desember, 2016.
- [8] Rony Palebangan, Arens E. Turangan, Lanny D. K. Manaroinsong, "Analisis Kestabilan Lereng Metode Bishop/Triangle (Studi Kasus : Kawasan Manado Bypass)", dalam TEKNO Vol.15/No.68, ISSN: 0215-9617, December, 2017.
- [9] Setyanto, Ahmad Zakaria, Giwa Wibawa, "Analisis Stabilitas Lereng dan Penanganan Longsoran Menggunakan Metode Elemen Hingga Plaxis V.8.2 (Studi Kasus : Ruas Jalan Liwa – Simpang Gunung Kemala STA.263+650)", dalam Jurnal Rekayasa, Vol. 20 No. 2, 2 Agustus 2016.
- [10] Thyac Korah, Turangan A. E., Alva N. Sarajar, "Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Janbu (Studi Kasus: Kawasan Citraland)", dalam Jurnal Sipil Statik, Vol. 2 No.1, (22-28) ISSN: 2337-6732.
- [11] Tri Handayani, Sri Wulandari, Asri Wulan, "Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Kestabilan Lereng Menggunakan Geoslope/W 7.12", dalam Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT 2014) Vol. 8 Oktober 2014, ISSN : 2302-3740, 8 Oktober 2014.
- [12] Wardana I. G. N, "Pengaruh Perubahan Muka Air Tanah dan Terasering terhadap Perubahan Kestabilan Lereng", dalam Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 15 No.1, 2011.

#### C. Skripsi

- [13] Arbenta, "Analisis Stabilitas Lereng Dan Penanggulangan Kelongsoran Lereng Pada Ruas Jalan Batas Kota Liwa-Simpang Gunung Kemala, Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, Lampung Barat". Program Sarjana Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 2016.
- [14] Sompie dkk, "Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius (Studi Kasus : Kawasan Citraland)". Universitas Sam Ratulangi Manado, 2014.
- [15] Violetta G. M. Pangemanan, Turangan A. E., Oktovian B. A. Sompie, "Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius (Studi Kasus : Kawasan Citraland)". Universitas Sam Ratulangi Manado, 2014.