

Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Bishop Menggunakan *Software Slide 6.0* (Studi Kasus: Area TPA, IPLT Sawangan Airmadidi)

Hana Dani^{#1}, Jack H. Tico^{#2}, Roski R.I. Legrans^{#3}

[#]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

¹hanadani09@gmail.com; ²jack.tico@unsrat.ac.id ; ³legransroski@unsrat.ac.id

Abstrak

Lokasi penelitian area TPA, Sawangan Airmadidi, Minahasa Utara akan dibangun Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja. Topografi di lokasi penelitian terdiri dari lembah dan lereng dengan perbedaan elevasi bervariasi dari landai hingga curam, sehingga akan menghasilkan komponen gaya gravitasi yang cenderung menggerakkan massa tanah menuju ke permukaan yang lebih rendah, selain itu bisa juga diakibatkan pengaruh eksternal gempa dan muka air tanah. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor keamanan (FK) dari lereng eksisting (kondisi kering), akibat pengaruh tinggi muka air tanah (MAT), dan pengaruh gempa di lokasi penelitian dengan nilai Peak Ground Acceleration (PGA) = 0.442g, yang akan dihitung secara manual dan menggunakan *Software Rocscience Slide 6.0* dengan metode Bishop Simplified. Pada penelitian ini, profil lereng dibuat 2 (dua) potongan penampang untuk mencari lereng kritis. Faktor Keamanan (FK) ijin berdasarkan SNI 8460-2017 untuk kondisi tanpa pengaruh gempa (statis) adalah $FK \geq 1,25$ dan untuk kondisi ada pengaruh gempa (dinamis) adalah $FK \geq 1,1$. Hasil analisis kestabilan lereng eksisting (kondisi kering) potongan 1-1 dengan menggunakan *software Rocscience Slide 6.0* diperoleh nilai faktor keamanan lereng yaitu $FK = 1,56$ dan dengan hitungan manual yaitu $FK = 1,68$. Lereng eksisting (kondisi kering) potongan 2-2 dengan menggunakan *software Rocscience Slide 6.0* yaitu $FK = 3,84$ dan secara manual yaitu 3,86. Dengan demikian lereng eksisting pada kedua potongan tersebut aman. Hasil analisis lereng Potongan 1-1 dengan pengaruh fluktuasi MAT untuk kondisi tanpa pengaruh gempa (statis) diperoleh hasil, lereng tidak aman pada kedalaman muka air tanah (MAT) 3,00 meter dengan nilai Faktor Keamanan (FK)=1,19 dan untuk kondisi pengaruh gempa (dinamis) diperoleh hasil, lereng tidak aman pada kedalaman muka air tanah (MAT) 6,00 meter dengan nilai Faktor Keamanan (FK)=1,06.

Kata kunci – lereng, faktor keamanan, metode Bishop, *Rocscience Slide*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di salah satu lereng pada area TPA, Sawangan Airmadidi, Minahasa Utara akan dibangun Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja. Keamanan suatu struktur yang berdiri diatas kawasan perbukitan (lereng) sangat tergantung pada stabilitas lereng dibawahnya. Jika berbicara mengenai lereng kita semua tahu bahwa lereng memiliki potensi-potensi alam khususnya dalam bidang geoteknik yang harus diperhitungkan, salah satunya yaitu longsor.

Kelongsoran dapat terjadi jika lereng dalam kondisi tidak stabil atau apabila gaya penahan lebih kecil dibandingkan gaya pendorong. Kondisi air tanah dan gempa merupakan salah satu parameter yang penting dalam kestabilan lereng.

Lereng yang tidak stabil akan sangat berbahaya untuk lingkungan sekitarnya oleh karena itu analisis stabilitas lereng sangat diperlukan untuk dapat mengetahui faktor keamanannya. Pada penelitian ini digunakan metode Bishop Simplified untuk menganalisis kestabilan lereng di area TPA, IPLT Sawangan Airmadidi.

B. Lingkup Penelitian

Berdasarkan latar belakang, lingkup penelitian dalam menganalisa kestabilan lereng di lokasi studi, yakni:

- Perhitungan stabilitas lereng menggunakan metode Bishop Simplified dengan cara manual dan dengan bantuan *software slide 6.0* sampai mendapatkan angka faktor keamanan (FK);
- Data yang digunakan dalam analisis adalah data sekunder.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Mengetahui kestabilan lereng eksisting (kondisi kering) berdasarkan perhitungan faktor keamanan dengan metode Bishop Simplified dengan perhitungan manual dan dengan menggunakan *software slide 6.0*;
- Mengetahui pengaruh tinggi muka air tanah terhadap kestabilan lereng pada kondisi tanpa pengaruh gempa (statis);

- c. Mengetahui pengaruh tinggi muka air tanah terhadap kestabilan lereng pada kondisi ada pengaruh gempa (dinamis).

II. METODOLOGI PENELITIAN

Kegiatan penelitian dilakukan dengan mekanisme penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

A. Lokasi Studi

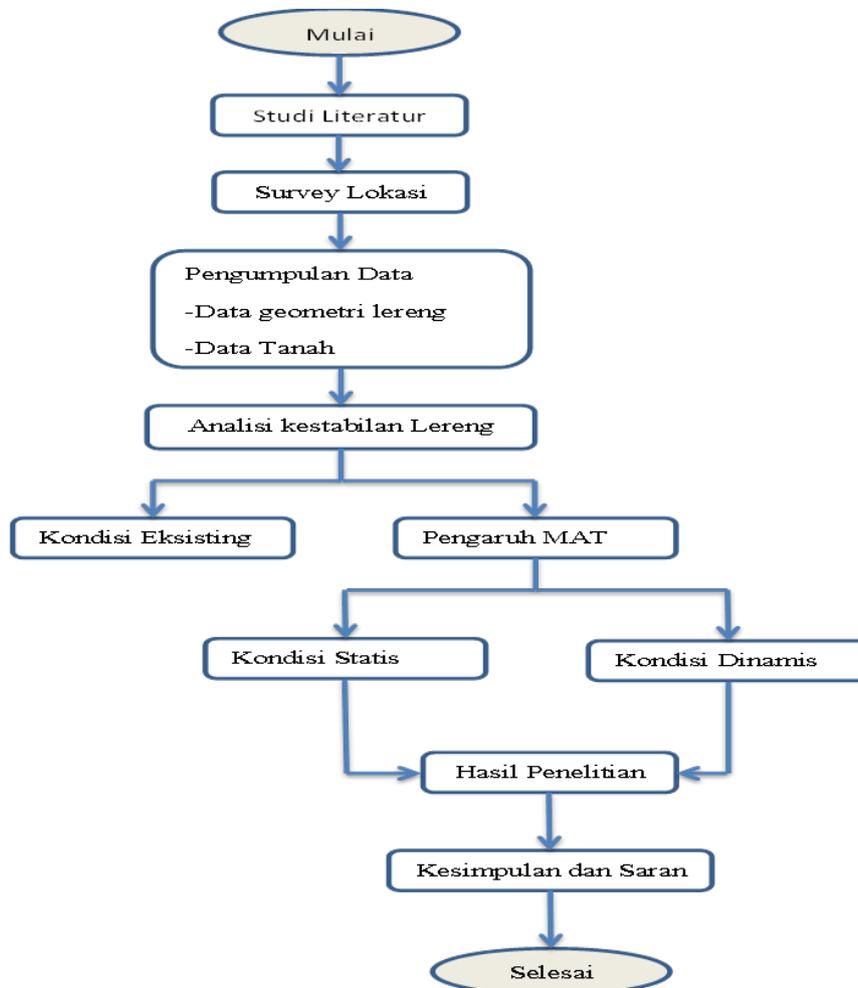
Lokasi studi dilakukan pada area TPA, IPLT Sawangan Airmadidi Desa Sawangan, Kec.Airmadidi Kabupaten Minahasa Utara Sulawesi Utara. Lokasi penelitian berada pada koordinat 1°24'43.91"LU 124°57'53.07"BT.

B. Pengumpulan Data

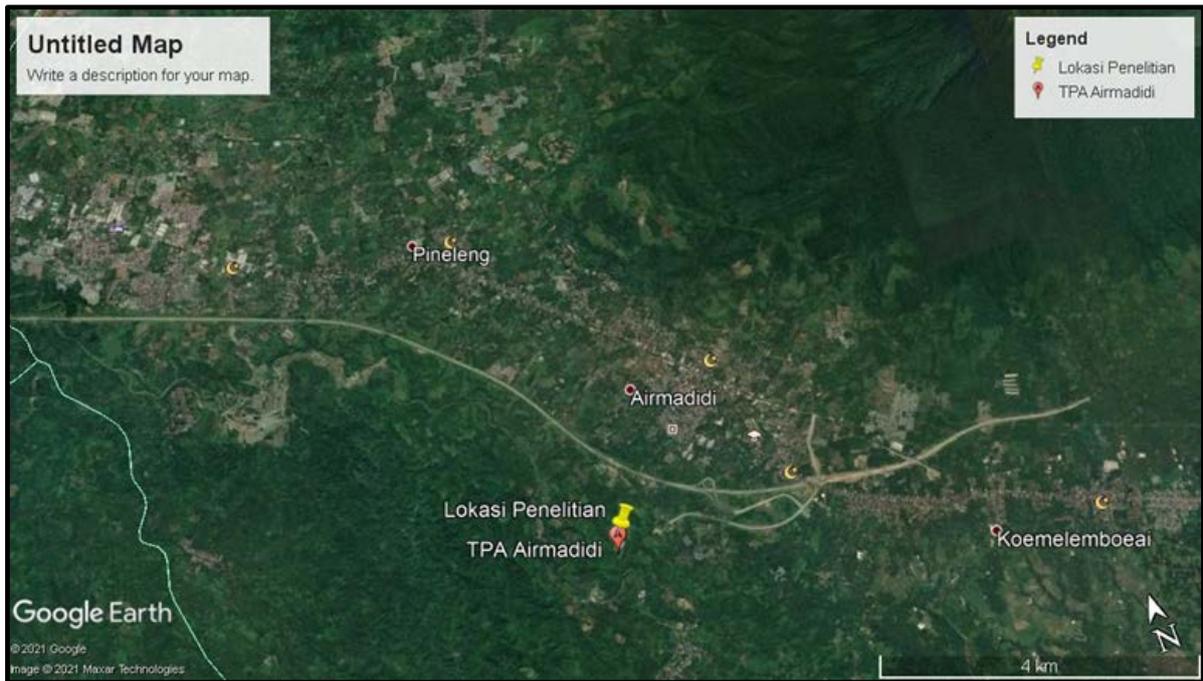
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan tanah sebelumnya di lokasi maupun data yang didapat dari literature. Data tersebut adalah geometri lereng, data beban bangunan, data koefisien gempa dan parameter tanah (c , ϕ , γ).

C. Pengolahan Data

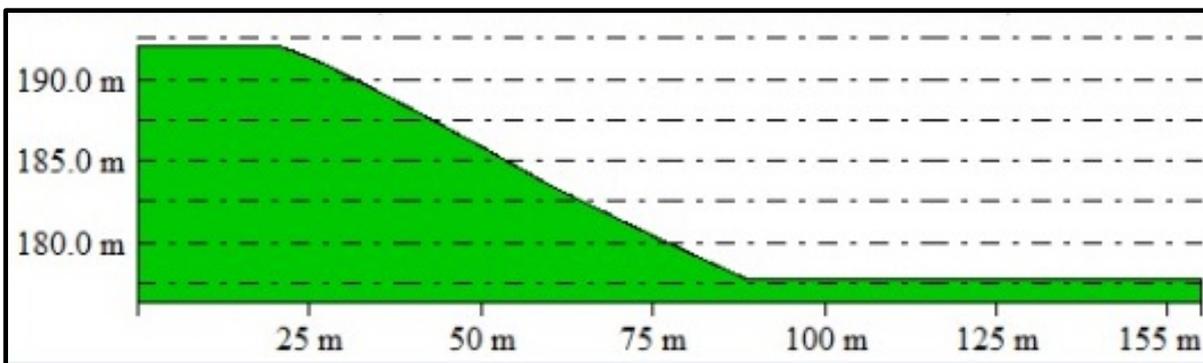
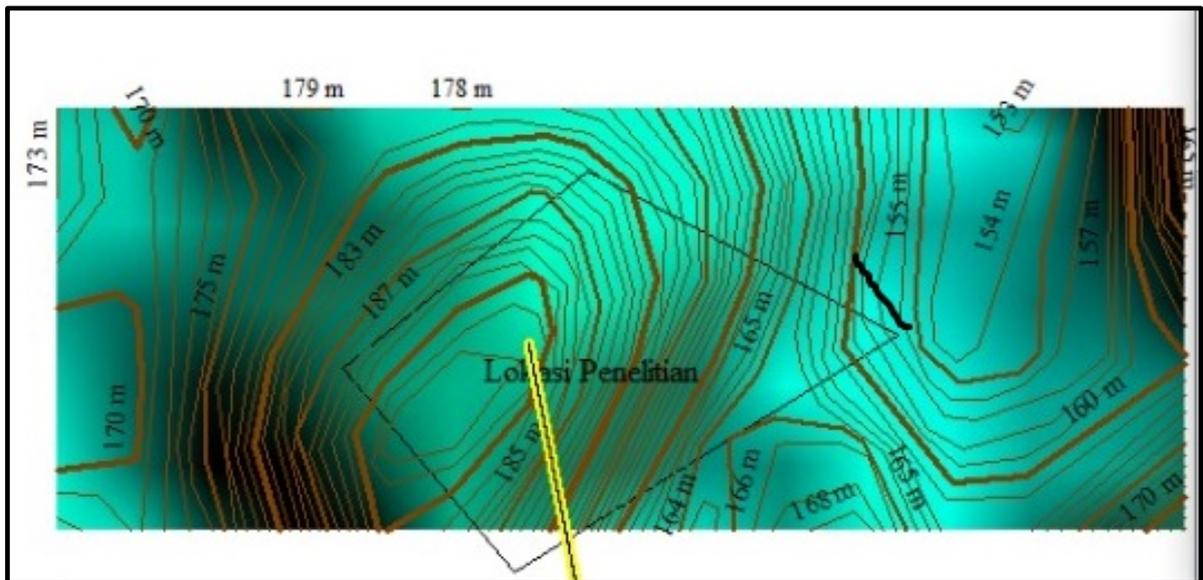
Data yang dikumpulkan diolah dengan perhitungan sesuai standar. Perhitungan analisis kestabilan lereng dilakukan dengan perhitungan manual dan dengan software SLIDE. Metode yang digunakan dalam analisis kestabilan lereng adalah Bishop simplified. Hasilnya dibedakan untuk analisis lereng eksisting (kondisi kering) dan analisis lereng dengan pengaruh MAT pada kondisi tanpa pengaruh gempa (statis) dan pada kondisi ada pengaruh gempa (dinamis).



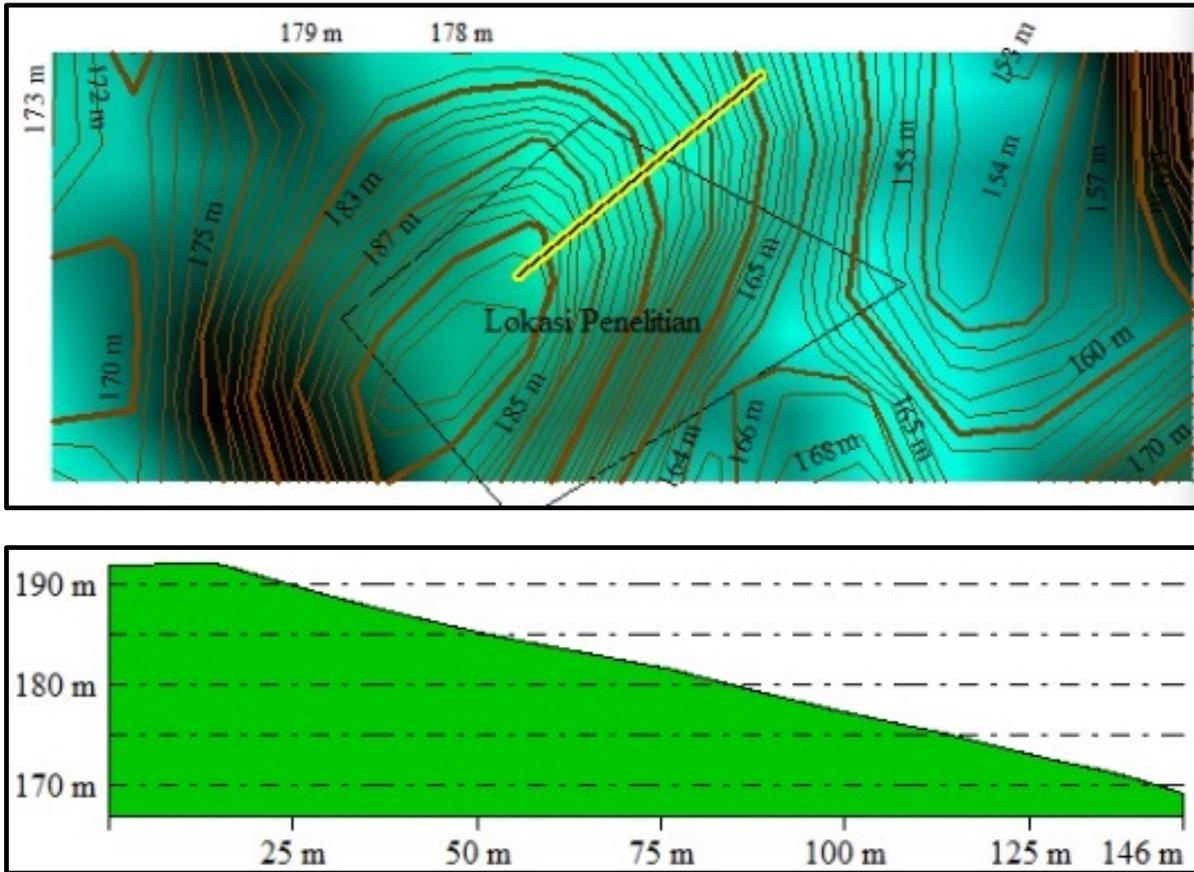
Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Lokasi Studi



Gambar 3. Potongan Melintang Lereng 1-1



Gambar 4. Potongan Melintang Lereng 2-2

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Untuk Analisa

Berikut ini adalah data yang digunakan untuk analisa kestabilan lereng:

a. Geometri Lereng

1. Lereng Potongan 1-1
Tinggi Lereng : 15 m
Sudut kemiringan Lereng : 41°
2. Lereng Potongan 2-2
Tinggi Lereng : 15 m
Sudut kemiringan Lereng : 15°

b. Data Tanah

1. Data tanah yang digunakan ditampilkan pada Tabel

c. Beban Konstruksi

Pada daerah lereng yang ditinjau terdapat bangunan bak penampungan dengan asumsi berat total bangunan adalah jumlah beban akibat berat sendiri (Qd) ditambahkan dengan beban hidup (Ql) dengan combo yang digunakan menurut SNI 2847: 2013 Persyaratan kekuatan dan Kemampuan layan adalah $Q_{total} = 1 Q_d + 1 Q_l$.

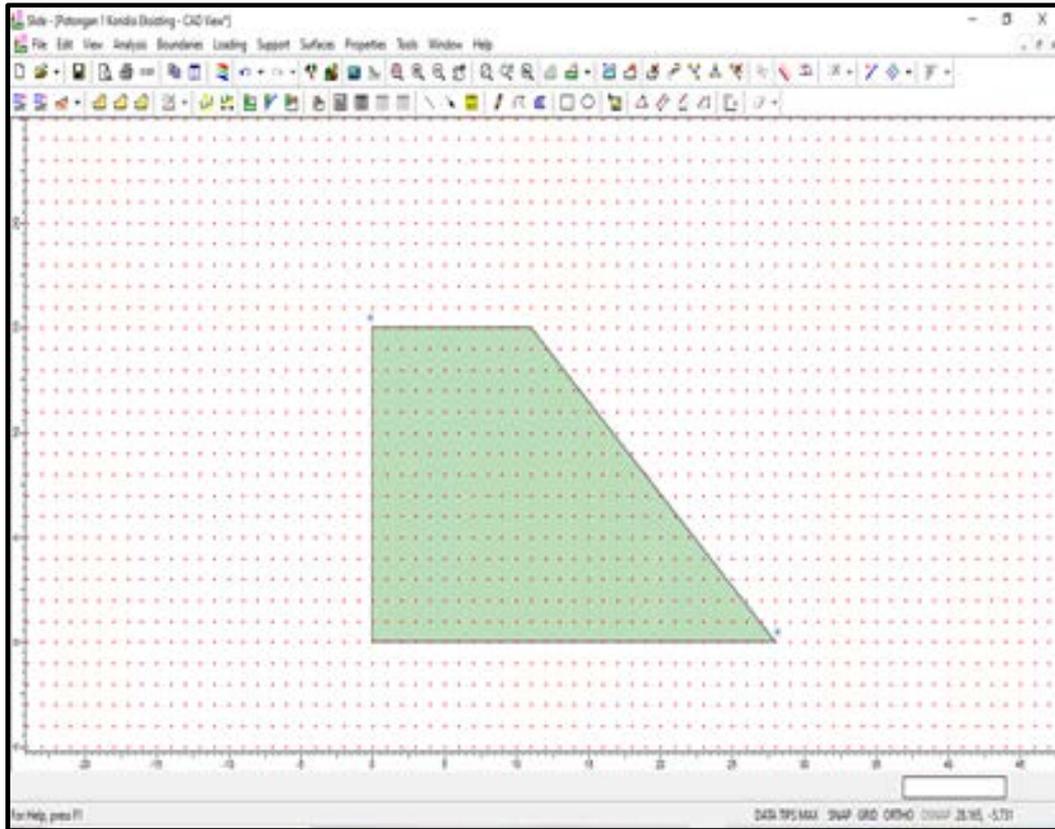
Perhitungan beban mati yaitu beban akibat berat sendiri diperoleh dengan menghitung total volume bangunan dikali berat jenis dan berat bangunan akibat berat sendiri per m² adalah $\frac{Berat}{Luas}$ diperoleh sebesar 26,8 kN/m²

Karena bangunan berupa rumah tidak bertingkat, beban hidup berdasarkan SNI 03-2847-2-13 pasal 9.2 tabel beban hidup pada lantai gedung sebesar 125 kg/m² atau 1,2258 kN/m². Digunakan kombinasi pembebanan yaitu 1 Qd + 1 Ql sehingga total berat bangunan menjadi $(1 \times 25,57) + (1 \times 1,2258) = 26,8 \times 2 = 53,59$ kN/m²

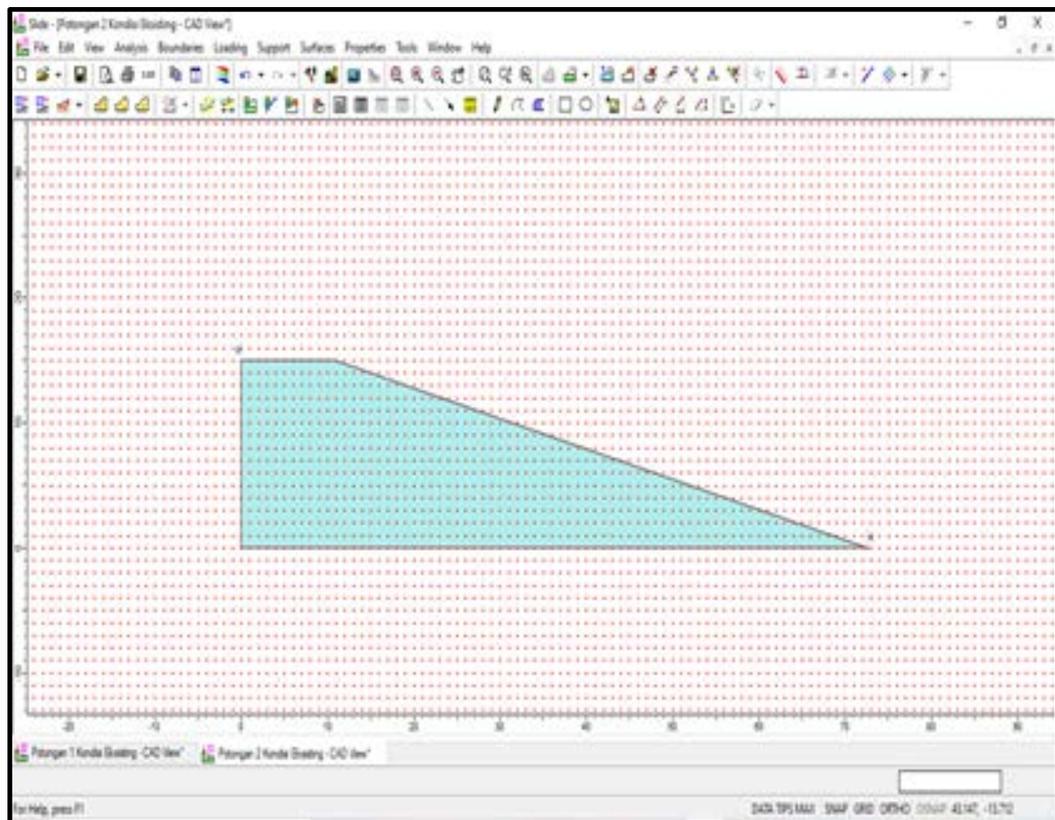
d. Koefisien Gempa

Penentuan peak ground acceleration (PGA) dilakukan dengan cara mengkonversikan koordinat GPS ke latitude dan longitude. diperoleh hasil koordinat latitude 1.412° dan longitude 124.965°. Selanjutnya koordinat dimasukkan pada laman http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/, diperoleh nilai PGA sebesar 0,442 yang kemudian akan di gunakan untuk menghitung nilai koefisien gempa horizontal (k_h).

$$\begin{aligned} k_h &= 0,2 \times (1 + 1) \times A_0 \\ &= 0,2 \times (1 + 1) \times 0,442 \\ &= 0,177 \end{aligned}$$



Gambar 5. Pemodelan Lereng 1-1 pada SLIDE



Gambar 6. Pemodelan Lereng 2-2 pada SLIDE

TABEL 1
Sifat Fisik dan Teknik Tanah

| No. | Parameter Tanah | Lapisan | |
|-----|--|------------------|---------------|
| | | 1 | 2 |
| 1 | Jenis Tanah | Pasir Berlempung | Pasir Lanauan |
| 2 | Kadar Air (%) | 29,58 | 27,74 |
| 3 | Berat Jenis | 2,62 | 2,62 |
| 4 | Berat Isi Kering (gram/cm ³) | 1,25 | 1,34 |
| 5 | Berat Isi Jenuh (gram/cm ³) | 1,77 | 1,83 |
| 6 | Cohesi (kg/cm ²) | 0,12 | 0,23 |
| 7 | Sudut Geser Dalam (°) | 31,4 | 33,5 |

Sumber: Laporan Hasil Penyelidikan Tanah: Review DED IPLT, Area TPA Airmadidi, Kab. Minahasa Utara

B. Hasil Analisis Kestabilan Lereng

Hasil analisis dibedakan untuk analisis lereng eksisting (kondisi kering) dan analisis lereng dengan pengaruh muka air tanah (MAT) pada kondisi tanpa pengaruh gempa (statis) dan pada kondisi ada pengaruh gempa (dinamis), dengan menggunakan SLIDE dan

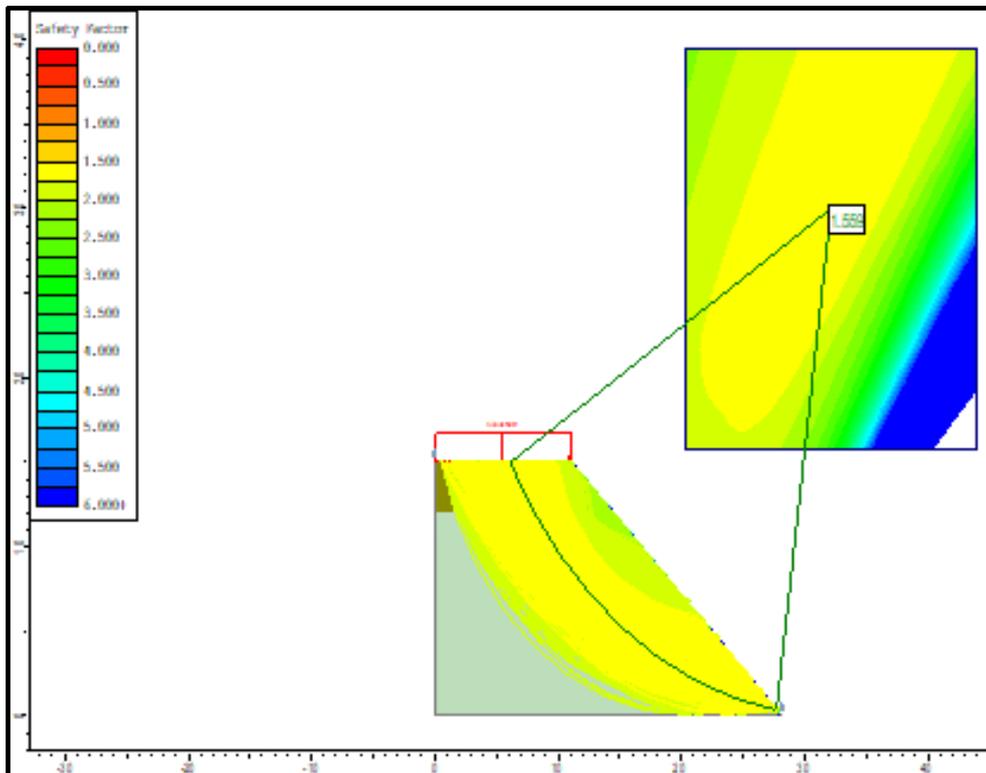
perhitungan manual menggunakan MS. Excell. Hasil analisis dirangkum pada Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4.

Keluaran analisa kestabilan lereng dengan menggunakan SLIDE dapat dilihat pada Gambar 7 sd. Gambar 10, Gambar 12 dan Gambar 13.

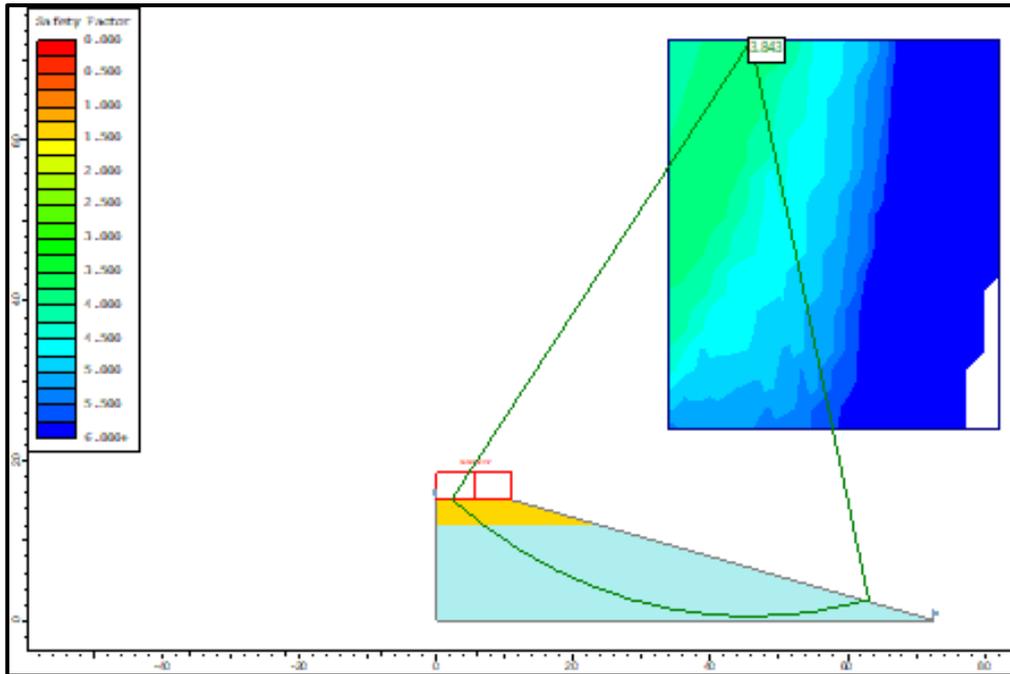
TABEL 2
Faktor Keamanan Lereng Potongan 1-1 dan Lereng Potongan 2-2
Kondisi Statis-Tak Jenuh

| Potongan | Metode | Perhitungan | Faktor Keamanan | Faktor Keamanan Izin | Keterangan |
|----------|-------------------|----------------|-----------------|----------------------|------------|
| 1 | Bishop Simplified | Software Slide | 1,56 | 1,25 | Aman |
| | | Manual | 1,68 | 1,25 | Aman |
| 2 | Bishop Simplified | Software Slide | 3,84 | 1,25 | Aman |
| | | Manual | 3,88 | 1,25 | Aman |

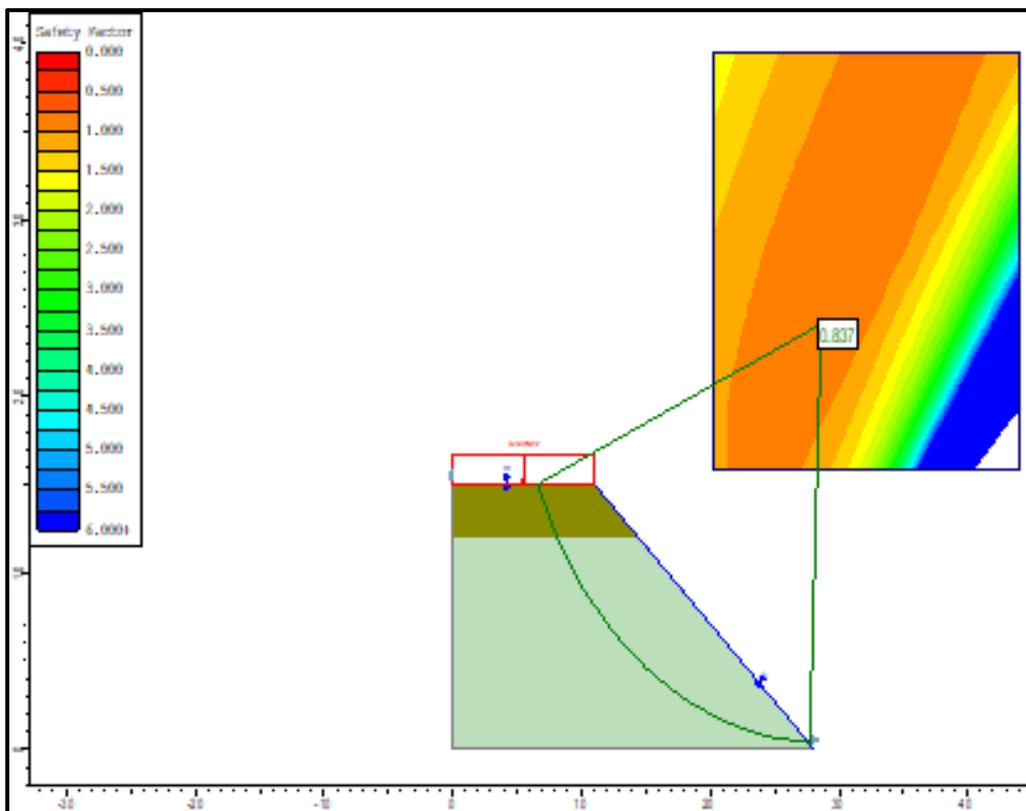
Sumber: Hasil Analisa



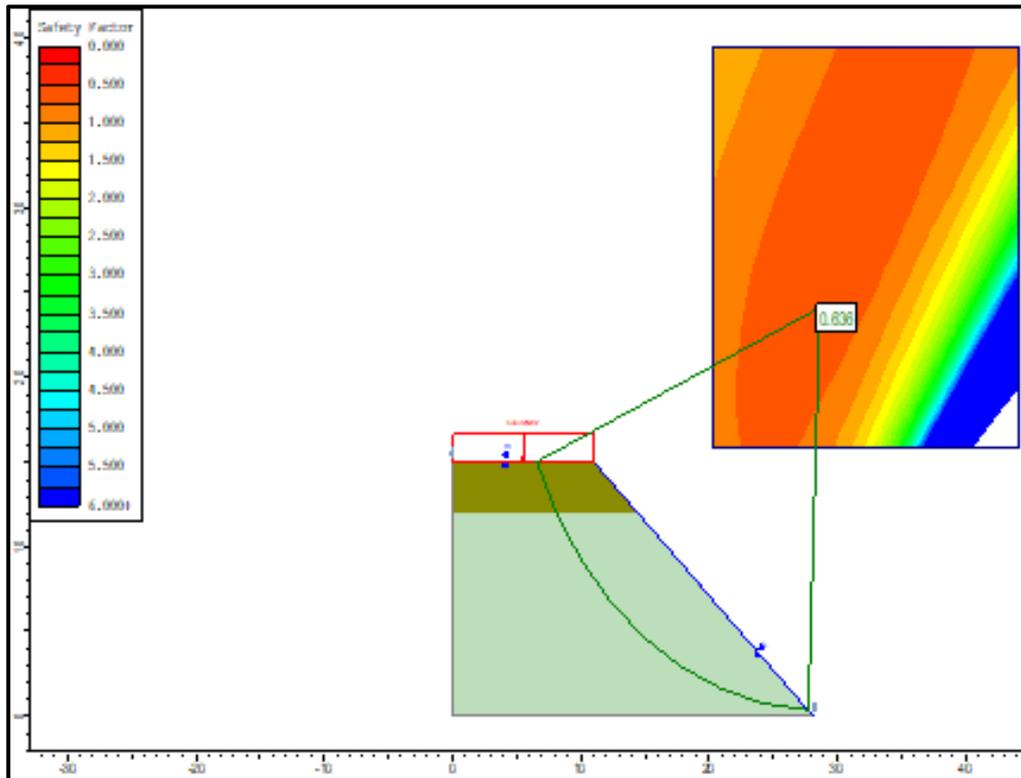
Gambar 7. Faktor Keamanan Lereng Potongan 1-1 Kondisi Statis-Tak Jenuh



Gambar 8. Faktor Keamanan Lereng Potongan 2-2 Kondisi Statis-Tak Jenuh



Gambar 9. Faktor Keamanan Lereng Potongan 1-1 Kondisi Statis-Jenuh

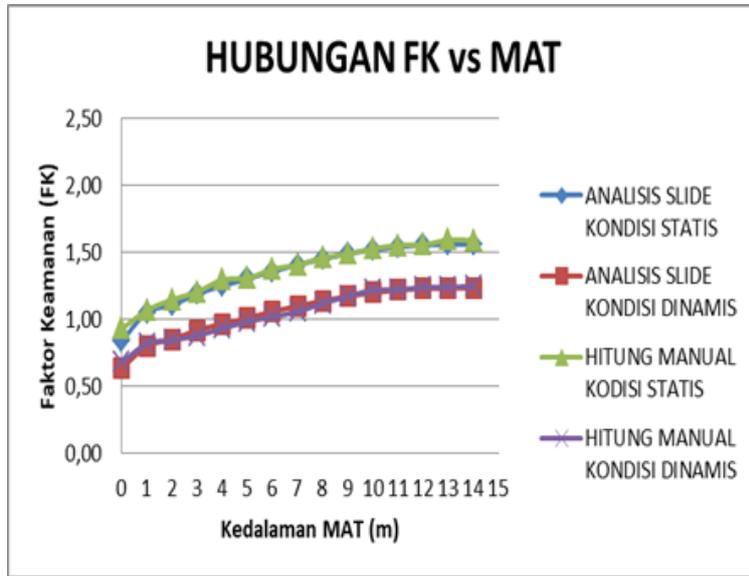


Gambar 10. Faktor Keamanan Lereng Potongan 1-1 Kondisi Dinamis-Jenuh

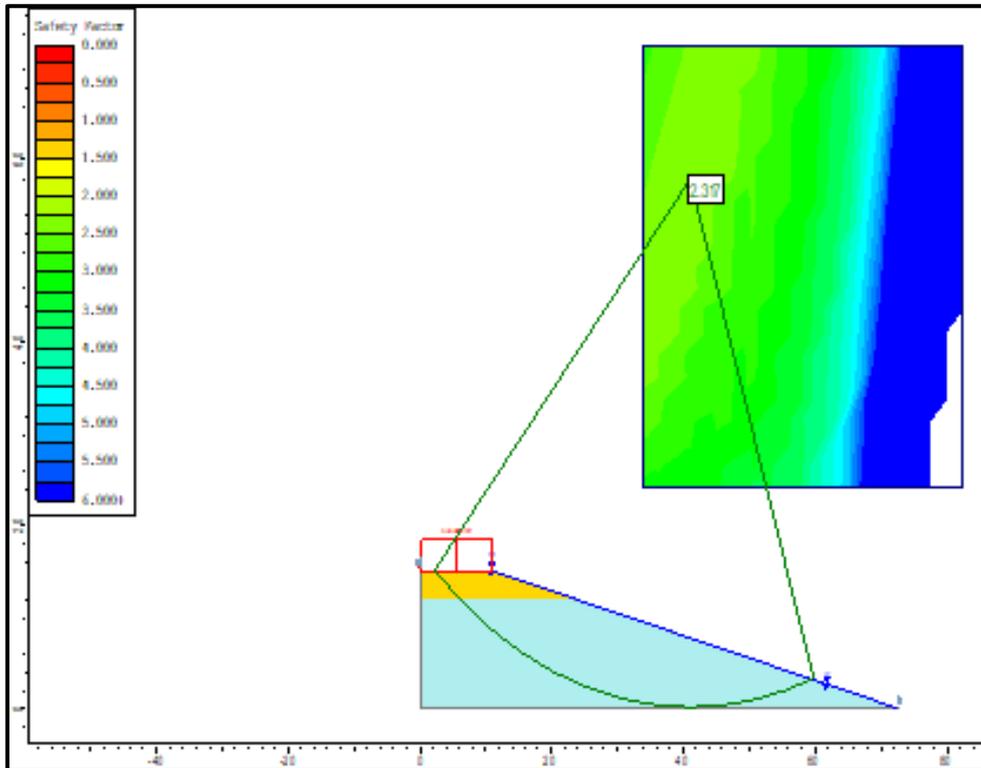
TABEL 3
Faktor Keamanan Lereng Potongan 1-1 Kondisi Statis-Jenuh dan Kondisi Dinamis-Jenuh

| HASIL FK vs MAT | | | | |
|-----------------|-----------|------------|---------------|------------|
| Posisi MAT | Slide | | Hitung Manual | |
| | FK Statis | FK Dinamis | FK Statis | FK Dinamis |
| 0 | 0,84 | 0,64 | 0,93 | 0,75 |
| 1 | 1,05 | 0,80 | 1,15 | 0,92 |
| 2 | 1,11 | 0,85 | 1,21 | 0,95 |
| 3 | 1,19 | 0,92 | 1,28 | 0,98 |
| 4 | 1,25 | 0,97 | 1,29 | 1,04 |
| 5 | 1,31 | 1,01 | 1,33 | 1,09 |
| 6 | 1,36 | 1,06 | 1,37 | 1,13 |
| 7 | 1,41 | 1,10 | 1,41 | 1,17 |
| 8 | 1,45 | 1,14 | 1,52 | 1,27 |
| 9 | 1,49 | 1,17 | 1,55 | 1,30 |
| 10 | 1,52 | 1,20 | 1,56 | 1,35 |
| 11 | 1,54 | 1,22 | 1,61 | 1,36 |
| 12 | 1,56 | 1,23 | 1,61 | 1,39 |
| 13 | 1,56 | 1,23 | 1,61 | 1,24 |
| 14 | 1,56 | 1,23 | 1,61 | 1,25 |

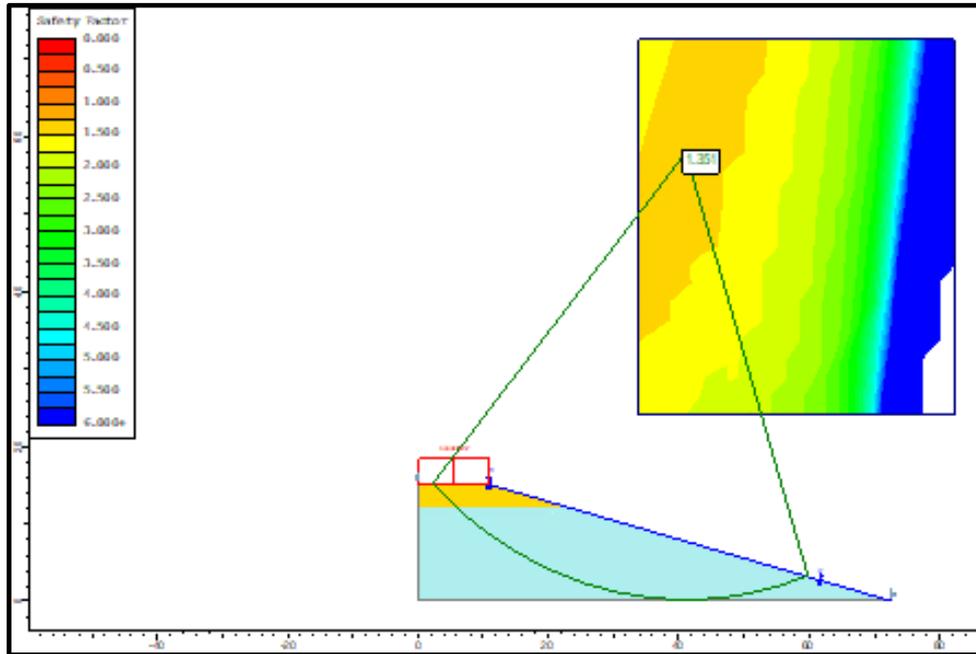
Sumber: Hasil Analisis



Gambar 11. Kurva Hubungan Faktor Keamanan dan Muka Air Tanah Pada Lereng Potongan 1-1



Gambar 12. Faktor Keamanan Lereng Potongan 2-2 Kondisi Statis-Jenuh

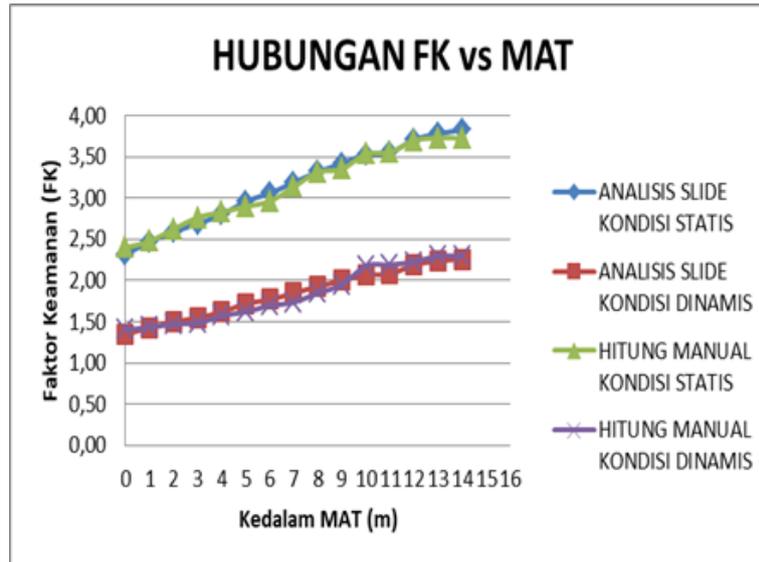


Gambar 13. Faktor Keamanan Lereng Potongan 2-2 Kondisi Dinamis-Jenuh

TABEL 4
Faktor Keamanan Lereng Potongan 2-2 Kondisi Statis-Jenuh dan Kondisi Dinamis-Jenuh

| HASIL FK vs MAT | | | | |
|-----------------|-----------|------------|---------------|------------|
| Posisi MAT | Slide | | Hitung Manual | |
| | FK Statis | FK Dinamis | FK Statis | FK Dinamis |
| 15 | 2,32 | 1,35 | 2,40 | 1,40 |
| 14 | 2,47 | 1,43 | 2,48 | 1,43 |
| 13 | 2,59 | 1,50 | 2,63 | 1,47 |
| 12 | 2,69 | 1,55 | 2,77 | 1,48 |
| 11 | 2,80 | 1,62 | 2,83 | 1,57 |
| 10 | 2,96 | 1,72 | 2,90 | 1,62 |
| 9 | 3,06 | 1,77 | 2,96 | 1,70 |
| 8 | 3,19 | 1,85 | 3,14 | 1,74 |
| 7 | 3,32 | 1,93 | 3,32 | 1,85 |
| 6 | 3,42 | 2,00 | 3,35 | 1,95 |
| 5 | 3,53 | 2,07 | 3,54 | 2,18 |
| 4 | 3,55 | 2,08 | 3,56 | 2,19 |
| 3 | 3,71 | 2,19 | 3,70 | 2,23 |
| 2 | 3,78 | 2,24 | 3,73 | 2,30 |
| 1 | 3,83 | 2,26 | 3,73 | 2,30 |

Sumber: Hasil Analisis



Gambar 14. Kurva Hubungan Faktor Keamanan dan Muka Air Tanah Pada Lereng Potongan 2-2

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini, yaitu:

1. Faktor keamanan pada lereng eksisting (kondisi kering) potongan 1-1 dengan metode Bishop Simplified menggunakan program Slide adalah 1,56 sedangkan dengan perhitungan manual didapat 1,68. Untuk lereng eksisting (kondisi kering) potongan 2-2 dengan metode Bishop Simplified menggunakan program Slide adalah 3,84 sedangkan dengan perhitungan manual didapat 3,86;
2. Pada lereng potongan 1-1 dengan pengaruh MAT untuk kondisi tanpa pengaruh gempa (statis) didapat hasil faktor keamanan kritis pada saat MAT pada kedalaman 3,00 m dari permukaan tanah eksisting nilai $FK = 1,19 < FK \text{ ijin} = 1,25$ (tidak aman). Sedangkan untuk kondisi ada pengaruh gempa (dinamis) didapat hasil faktor keamanan kritis pada saat MAT berada pada kedalaman 6,00 m nilai $FK = 1,06 < FK \text{ ijin} = 1,10$ (tidak aman);
3. Pada lereng potongan 2-2 dengan pengaruh MAT untuk kondisi tanpa pengaruh gempa (statis) dan kondisi ada pengaruh gempa (dinamis) didapat faktor keamanan cenderung stabil.
4. Hubungan antara faktor keamanan lereng dengan tinggi muka air tanah (MAT) pada kondisi tanpa pengaruh gempa (statis) dan kondisi ada pengaruh gempa (dinamis), menunjukkan bahwa semakin dangkal muka air tanah (MAT) dari permukaan tanah eksisting semakin kecil nilai faktor keamanan (FK), demikian juga kegempaan dengan *Peak Ground Acceleration* (PGA)=0,442g untuk lokasi penelitian berpengaruh secara signifikan terhadap Faktor Keamanan (FK) lereng.

B. Saran

1. Berdasarkan hasil penelitian bahwa fluktuasi muka air tanah (MAT) sangat berpengaruh secara signifikan terhadap faktor keamanan (FK) lereng selain kegempaan, maka disarankan untuk dibuatkan penyalir air tanah (drainase) secara vertikal maupun horisontal untuk dapat menurunkan muka air tanah (MAT), selain itu bisa juga dibuatkan perkuatan lereng.
2. Perlu diadakan penelitian dengan menggunakan metode-metode lain sebagai pembandingan mengenai faktor keamanan lereng.

KUTIPAN

A. Buku

- [1] Braja M. Das, E. Noor, Mochtar B. Indrasurya, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)*. Surabaya: Erlangga, 1995.
- [2] Hary Christady Hardiyatmo, *Mekanika Tanah II Edisi-3*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2005.

B. Peraturan, Undang-Undang, Standar

- [3] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 8460:2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Jakarta: BSN, 2017.

C. Jurnal

- [4] Arif Fakhrudin Shobari, “Hubungan Nilai Koefisien Gempa Horizontal (K_h) Dengan Nilai Safety Factor (FS) Daerah Cilengkrang, Jawa Barat”, dalam *Padjadjaran Geoscience Journal*. Vol. 3, No. 4, Agustus 2019: 243 – 253,
- [5] Cut M.C.F. 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* Vol. 6, No.8, Agustus 2018 (527-540) ISSN: 2337-6732

- [6] Akhmad R. Fatria, “*Analisis Perhitungan Stabilitas Lereng Dengan Metode Fellenius (Ordinary Method of Slice) Menggunakan Program Php (Profesional Home Page Hypertext Preprocessor)*”, Lampung, 2016.
- [7] I. G. N. Wardana. “*Pengaruh Perubahan Muka Air Tanah Dan Terasering Terhadap Perubahan Kestabilan Lereng*”, dalam Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol. 15, No. 1, Januari 2011.
- [8] Yemima Y. E. Nggebu, Jack H. Tico, Roski R. I. Legrans, “*Analisis Kestabilan Lereng Di Ruas Jalan Raya Manado – Tomohon Km 15*”, dalam Jurnal Tekno Vol. 17, No. 71, 2019.
- [9] Raifah Rekzyanti, “*Analisa Kestabilan Lereng Akibat Gempa (Studi Kasus: IAIN Manado)*”, dalam TEKNO Vol. 14, No. 66, Desember 2016, ISSN: 0215-9617.