

ANALISIS STABILITAS LERENG MENGGUNAKAN METODE LIMIT EQUILIBRIUM BERBASIS APLIKASI GEO5 (STUDI KASUS JALAN PEGUNUNGAN SALJU DOK 5 ATAS JAYAPURA)

Elvi Wandik¹, Dr. Ir. Asep Huddiankuwera,SP.,MT dan Dr. Ir. Adri Radyarto, ST.,M.MT

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas, Universitas Yapis Papua

Jl. DR. Sam Ratulangi No.11 Dok V Atas, Tlp (0967) 534012, 550355, Jayapura-Papua
elviwandik362@gmail.com, asephuddiankuwera@gmail.com, adri.radyarto@gmail.com

ABSTRAK

Lereng merupakan suatu permukaan tanah yang miring yang terbentuk dari garis bidang horisontal dan vertikal sehingga membentuk suatu sudut. Jika suatu tempat memiliki perbedaan ketinggian maka tanah dengan permukaan tertinggi akan bergerak ke arah bawah hal ini disebut dengan gaya potensial gravitasi yang dapat menyebabkan terjadinya longsor. Untuk mengetahui faktor keamanan pada lereng Pegunungan Salju Dok5 Atas harus terlebih dahulu dilakukan penyelidikan pada klasifikasi tanah mulai dari parameter tanah hingga pengaruh daya dukung tanah terhadap beban. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai faktor keamanan. Nilai faktor keamanan diperoleh dengan menggunakan bantuan aplikasi GEO5 berdasarkan metode Bishop dan Fellenius. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara *Hand Bored* dan menggunakan sampel tanah dari 3 titik. Pada penelitian ini analisis dilakukan dengan mengambil sampel tanah di lokasi penelitian dan dilanjutkan dengan penelitian benda uji di laboratorium menggunakan metode klasifikasi tanah USCS. Dari hasil penelitian diperoleh lapisan tanah berupa tanah lanau dan lempung tak organik berwarna merah tua padat dan tidak berpasir. Nilai faktor keamanan pada metode Bishop sebesar 0,69 dan nilai faktor keamanan metode Fellenius sebesar 0,66, F_k kurang dari 1,00 disimpulkan lereng tidak aman.

Kata kunci : Stabilitas Lereng, Bishop, Fellenius, GEO5

ABSTRACT

Slope is a sideways ground surface that is formed from horizontal and vertical plane lines to form an angle. If a place has a height difference, the ground with the highest surface will move downwards. This is called the gravitational potential force which can cause landslides. To find out The safety factor on the slopes of the Upper Dok5 Snow Mountains must first be investigated on soil classification starting from soil parameters to the effect of soil carrying capacity on loads. The purpose of this study is to determine the value of the safety factor. The safety factor value was obtained using the GEO5 application based on the Bishop method and Fellenius. Soil sampling was carried out by hand boring and using soil samples from 3 points. In this study, the analysis was carried out by taking soil samples at the research location and continued with research on test objects in the laboratory using the USCS soil classification method. The research results obtained soil layers in the form of silt soil and non-organic clay which is dense dark red and not sandy. The safety factor value in the Bishop method is 0.69 and the safety factor value in the Fellenius method is 0.66, F_k is less than 1.00, so it is concluded that the slope is not safe.

Keywords : Slope Stability, Bishop, Fellenius, GEO5

1. PENDAHULUAN

Lereng merupakan suatu permukaan tanah yang miring yang terbentuk dari garis bidang horisontal dan vertikal sehingga membentuk suatu sudut. Jika suatu tempat memiliki perbedaan ketinggian maka tanah dengan permukaan tertinggian akan bergerak ke arah permukaan tanah yang lebih rendah yang disebut dengan gaya potensial, gravitasi yang dapat menyebabkan terjadinya longsor.

Wesley (2010) membagikan lereng menjadi 3 macam berdasarkan bentuk dan jenisnya diantaranya :

- a. Lereng Alami terbentuk dari proses alam dan sudah ada bertahun-tahun. Lereng alami juga dapat mengalami perubahan bentuk secara tiba-tiba yang disebabkan oleh faktor gempa bumi, aliran air, topografi dan lainnya .
- b. Lereng buatan dengan tanah asli, lereng ini terbentuk dari lereng alami yang dengan sengaja dipotong dan membentuk lereng untuk kebutuhan bangunan konstruksi jalan, saluran air maupun bangunan gedung.
- c. Lereng buatan dengan tanah yang dipadatkan, lereng ini terbentuk dari pemadatan tanah yang dengan sengaja dilakukan digunakan untuk pembuatan taluk atau tanggul-tanggul jalan, bendungan dan bangunan gedung.

Pada beberapa tempat dengan jenis lereng kemungkinan akan terjadi longsor. Longsor terjadi akibat adanya gaya dorong (*driving force*) yang melebihi kekuatan geser tanah sepanjang bidang longsor. Berdasarkan teknisnya dapat dikatakan bahwa longsor dapat terjadi apabila nilai faktor keamanan berada ($F_k < 1,50$), maka dinyatakan lereng tersebut tidak aman.

Adapun signifikansi angka keamanan (n) sebagai dasar perencanaan agar suatu lereng aman terhadap bahaya longsor ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel.1 Signifikansi angka keamanan lereng (n) untuk lereng

No.	Angka Keamanan	Signifikansi
1	Kurang dari 1,00	Tidak Aman
2	1,00-1,20	Diragukan
3	1,30-1,40	Memuaskan untuk galian, timbunan, untuk bangunan masih perlu diragukan
4	1,50-1,75	Aman untuk bangunan

(Sumber: Surendro, 2015)

2. METODOLOGI PENELITIAN

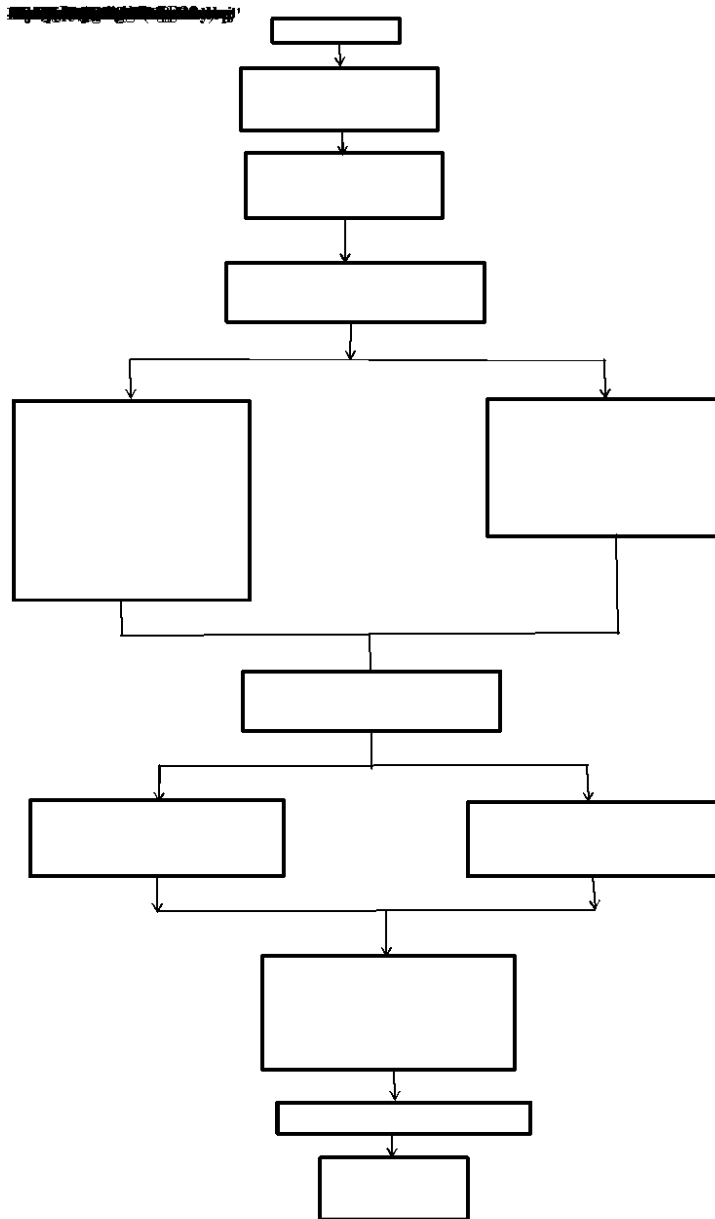
2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Perumahan angkasa di Distrik Jayapura Utara memiliki luas wilayah secara administrasi 51,0 km atau sekitar 5,43% dari luas total wilayah Kota Jayapura (940 Km) Kota Jayapura. Untuk pengambilan sampel diambil di daerah Angkasa Dok 5 Atas Lereng Pegunungan Salju.

2.2 Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat dalam bagan alir pada gambar. 1 bagan alir penelitian.

“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian
(Sumber :Individu,2023)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengukuran Geometri Lereng

Berdasarkan pengukuran geometri lereng menggunakan *Total Station* adapun data yang didapatkan adalah data denah lokasi berupa elevasi lereng

Kemiringan Lereng = $66,3^\circ$

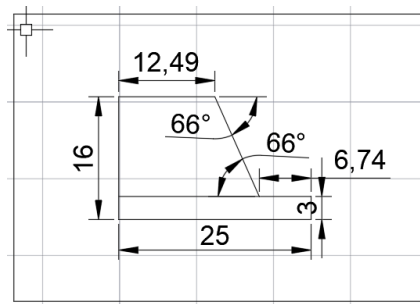
Tinggi Lereng = 16 meter

Lebar Lereng = 3 meter

Panjang Lereng = 25 meter

“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)

Luas Lereng = 75 m²



Gambar.2 Potongan Geometri Lokasi Penelitian

(Sumber :Hasil Pengukuran Total Station,2023)

Analisis stabilitas lereng pada permodelan lereng ini menggunakan nilai faktor keamanan berdasarkan Bowles (1984) seperti tabel 1 di bawah ini.

Tabel.2 Klasifikasi Kemiringan Lereng Berdasarkan USSSM dan USLE

Kemiringan lereng (°)	Kemiringan lereng (%)	Keterangan	Klasifikasi USSSM (%)	Klasifikasi USLE (%)
< 1	02	Datar- hampir datar	0-2	12
13	37	Sangat landai	26	27
36	813	Landai	613	712
69	1420	Agak curam	1325	1218
925	2155	Curam	2555	1824
2565	56140	Sangat curam	>55	>24
>65	>140	Terjal		

(Sumber: Zuidam, 1985)

Dari, Klasifikasi Kemiringan Lereng Berdasarkan USSSM dan USLEdidapat hubungan bahwa semakin besar nilai sudut kemiringan lereng maka semakin curam (berbahaya) faktor keamanan. Itu artinya semakin curam lereng maka kondisinya semakin tidak aman

3.2 Pengambilan Sampel Tanah

Uji *Properties* untuk kadar air tanah dan berat jenis tanah dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Yapis Papua dan juga Uji konsistensi atterberg serta uji triaksial di UPTD Balai Pengujian Dan Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Provinsi Papua.

Tabel 3. Pengambilan Sampel Tanah

Sampel Tanah Terganggu (Titik 1 dan Titik 2)	Sampel Tak Terganggu (Titik 3)
---	-----------------------------------

“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)

Kadar Air	Konsistensi Atterberg
Berat Jenis Tanah	Berat Isi Tanah
Analisis Saringan	Triaxsial

(Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Teknik Sipil Universitas Yapis Papua dan UPTD kota raja jayapura 2023)

Adapun beberapa penelitian yang dilakukan untuk memperoleh data parameter tanah diantaranya yaitu:

1. Kadar Air

Data yang diperoleh dari hasil pengujian kadar air yang dilakukan didapatkan hasil kadar air rata-rata dari titik 1 dan titik 2 yaitu sebesar 44,66 % .seperti ditunjukkan pada tabel 4.2 Kadar Air .Nilai rata-rata dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

Tabel .4 Kadar Air

Sampel	Nilai Rata-rata
T1	55,11
T2	34,22
Jumlah data keseluruhan	98,33
Rata-rata	44,66

(Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Teknik Sipil Universitas Yapis Papua,2023)

2. Uji Berat Jenis

Untuk menentukan berat jenis yang sesuai perlu terlebih dahulu dilakuakan pengujian pada titik 1 dan titik 2 untuk mendapatkan berat jenis rata-rata.

Tabel 5. Uji Berat Jenis

Berat Jenis	
Titik1	2,95
Titik2	1,219
jumlah	4,01
Data Keseluruhan	
Rata-rata	2,58
keseluruhan	

(Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Teknik Sipil Universitas Yapis Papua,2023)

Dari hasil pengujian analisis saringan yang dilakukan dipatkannlah hasil analisis saringan rata-rata dari sampel yaitu sebesar 1,60 % (1,6 gram) dibawah ini ditunjukkan pada tabel 4.9 Analisis Saringan.

Tabel .6 Analisis Saringan

“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)

Analisis Saringan no.200		
Titik	Tertahan (%)	Lolos (%)
1	98.20	1.80
2	98.60	1.40
Rata-rata	98.40	1.60
Jumlah Data	196.80	3.20

(Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Teknik Sipil Universitas Yapis Papua,2023)

3. Berat Isi (Density)

Untuk menentukan berat isi (*density*) yang sesuai perlu terlebih dahulu dilakaukan pengujian pada titik 1 dan titik 2 untuk mendapatkan berat isi (*density*) rata-rata.

Tabel.7 Berat Isi (Density)

Sampel	Berat isi basah	Berat isi kering
1	70,76	44
2	73,76	48
3	68,76	44,66
Jumlah data	213,38	136,66
keseluruhan	71,07	45,553
Nilai Rata-rata		25,883
keseluruhan		

(Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium UPTD Balai Pengujian dan Laboratorium Jayapura, 2023)

4. Uji Batas-Batas Atterberg

Dari nilai batas atterberg maka didapatkan kalsifikasi tanah berdasarkan USCS (blowes).jenis tanah dilokasi penenlitian yaitu tanah lempung tak organik dengan plastisitas tinggi ,lempung gemuk (*flat clays*) .batas atterberg rata-rata.

Tabel.8 Uji batas atterberg dan Grafik

LL	PL	PI	SL	Catatan :
				Contoh dalam
81.00	24.27	56.73		keadaan :
				- Asli/kering
				udara
				- Disaring/tdk

- Tidak

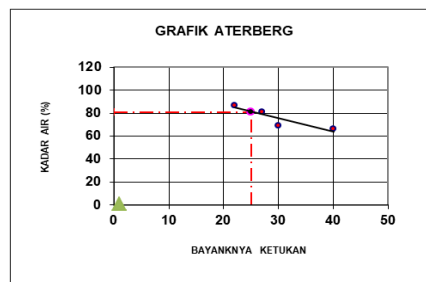
KLASIFIKASI TANAH ; (CH).

* (CH) : Lanau tak organik dan pasir sangat

halus ,serbukbatuan atau pasir

berlanau,berlempung.

(Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium UPTD Balai Pengujian dan Laboratorium Jayapura, 2023))



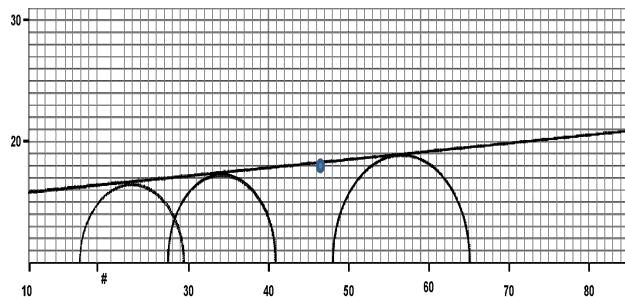
Gambar 3. Grafik Atterberg

(Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium UPTD Balai Pengujian dan Laboratorium Jayapura, 2023)

Jenis tanah pada lokasi penelitian yang didapatkan dari uji batas-batas atterberg adalah jenis tanah lanau dan lempung dengan batas cair 60% > 50% indeks plastisitas 56,73% (CH) lempung tak organik dengan plastisitas tinggi ,lempung gemuk (*flat Clays*).

5. Uji Triaksial

Dari hasil pengujian uji triaksial yang dilakukan dipatkannya hasil nilai kohesi rata-rata dari ke-3 sampel yaitu (C) = 15,8877 kg/cm² dan Phi = 13,23°



Gambar 4 Grafik Triaksial

(Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium UPTD Balai Pengujian dan Laboratorium Jayapura, 2023))

3.3 Analisis Lereng Menggunakan Aplikasi Geo-Slop/W

Adapun data lereng Pegunungan Salju Dok 5 Atas yang ditinjau adalah sebagai berikut:

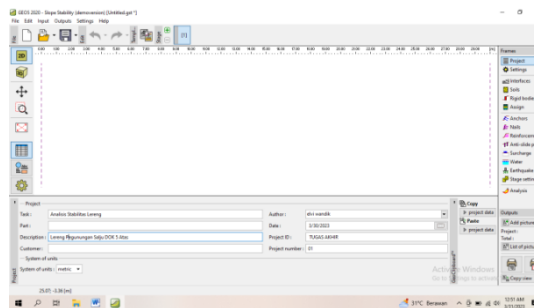
- Kohesi Tanah (c') = 15,88 KN/m³
- Berat Isi Tanah (γ) = 2,883 gr/m³
= 2883 kg/m³
= 25,32 KN/m³
- Sudut Geser Dalam (ϕ') = 13,23°

“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)

3.4 Proses Input Data Ke Aplikasi Geo5-Slop/W

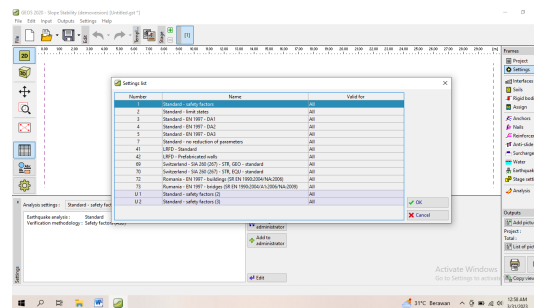
1. Project.

Adapun langkah-langkah dalam menginput data pada tahapan project yaitu: Pertama yang harus dilakukan adalah membuka aplikasi Geo5 dan memilih file slope stability, Selanjutnya klik New Project untuk memulai menggambar, akan muncul perintah seperti gambar di bawah ini. Kemudian isi author dengan nama peneliti., Memasukan identitas dari project yang akan di kerjaka untuk tahapan *project*. dan Setelah itu peneliti harus mengisi bagian description dengan nama file yang akan dibuat dan melakukan setting sesuai kebutuhan peneliti.



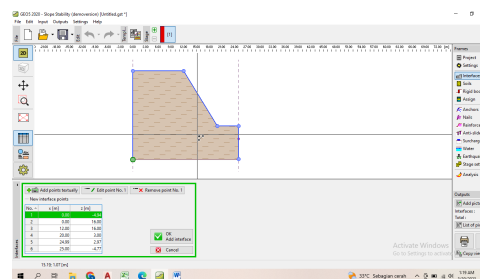
2. Setting

Adapun langkah-langkah dalam menginput data pada tahapan setting yaitu dengan klik select setting tentukan standar apa yg digunakkana seperti pada gambara dibawah ini. Pada gambar dibawah ini peneliti menggunakan standar safety factors



3. Interface

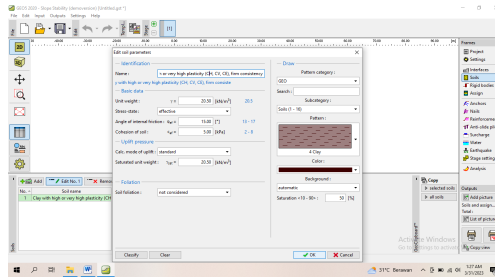
Adapun langkah-langkah dalam menginput data pada tahapan interfece yaitu Klik pada menu add Interfece lalau masukan setiap titik kordinat pada X dan Z. lalau klik add points tekstualty . Setiap memasukan titik kordinat X dan Z selalu klik add interfeces untuk menambahkan titik x dan z, Lalau klik OK add interfeces Seperti pada gambar dibawah ini



“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)

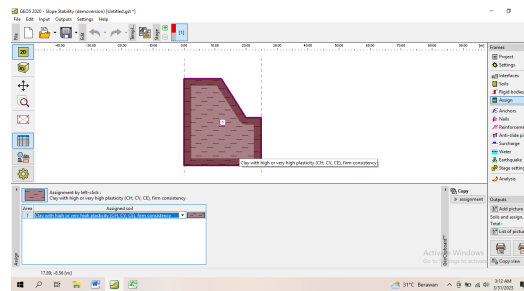
4. Soil

Adapun langkah-langkah dalam mengimput data pada tahapan interfece yaitu .Klik pada menu add masukan data-data tanah yang diperoleh dari hasil laboratorium γ_Z ,kadar air,berat isi tanah dan sebgainya,atau dapat juga memilih klasifikasih tanah yang sdh disediakan dengan klasifikasih tanah menurut standar jika sudah klik OK Assing



5. Assign

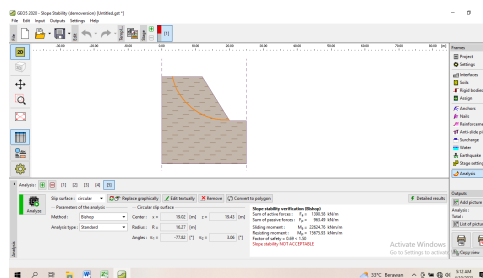
Adapun langkah-langkah dalam mengimput data pada tahapan assign yaitu dengan klik tanda panah pada Area masukan jenis tanah peneliti *clay with high plasticity (CH,CV,CE) firm consistensy*



6. Analysis

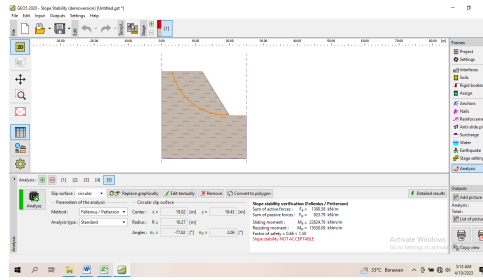
Adapun langkah-langkah dalam mengimput data pada tahapan anallys yaitu ,tentukan pola area longsooran yang diinginkan dan tentukan metode yang di inginkan lalu klik Analyze secara otomatis akan berkerja dan menentukan sandar keamanan pada lereng

Hasil Annallys Metode Bishop



Nilai faktor keamanan lereng yaitu sebesar 0,69 dibawah dari 1,50 atau dibawah dari standar keamanan lereng maka dinyatakan tidak aman untuk ditempati .

Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)



Nilai faktor keamanan lereng yaitu sebesar 0,66 dibawah dari 1,50 atau dibawah dari standar keamanan lereng maka dinyatakan tidak aman untuk ditempati Hasil Annallys Metode Fellenius

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan tabel keamanan Bowles (1984) hasil analisis /output perhitungan menggunakan metode limit equilibrium dengan bantuan aplikasi GEO5 didapatkan nilai faktor keamanan untuk lereng ini sebesar 0,69 (Metode Bishop) dan 0,66 (Metode Fellenius) berdasarkan kedua nilai faktor keamanan ,didapat selisih sebesar 0,03 untuk nilai faktor keamanan pada daerah longsor yang sama yang artinya selisih dari kedua metode tersebut tidak berbedah jauh .Hal ini dikarenakan parameter tanah utama yang digunakan pada permodelan ini sama yaitu nilai kohesi tanah ,sudut geser dalam dan modudlus elastisitas tanah .Nilai kohesi dan sudut geser dalam didapat melalui pengujian dilaboratorium ,untuk nilai modulus elastis didapatkan menggunakan rumus korelasi dengan nilai kohesi.Rekomendasi yang dapat peneliti berikan adalah penambahan dinding penahan tanah atau soil nail karena nilai faktor keamanan lereng dibawah atau kurang dari 1,00.

4.2 SARAN

Bersdasarkan pada hasil penelitian maka saran yang diberikan sebagai berikut :

- Hasil analisis lereng dengan aplikasi Geo5-Slope/W diperoleh nilai Safety Faktor sebesar 0,03 yang menandakan bahwa lereng tersebut rawan longsor dan juga tidak aman. Sehingga sebaiknya dibuat dinding penahan pada area sekitar lereng untuk meminimalisir terjadinya longsor di kemudian hari
- Lereng di area Pegunungan Salju Dok 5 Atas berada dalam kondisi yang tidak stabil. Hal ini dapat menyebabkan tanah longsor yang dapat menimbulkan kerugian dan membahayakan penduduk sekitar. Sehingga perlu dilakukan upaya perbaikan lereng. Salah satu perbaikan lereng adalah dengan cara pemakuan tanah. Namun, pengembangan paku tanah perlu mempertimbangkan aspek pembiayaan dan lingkungan. Paku tanah dapat mengurangi potensi terjadinya tanah longsor.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, N., & Dharmawansyah, D. (2021). Perbandingan Metode Bishop Dan Janbu Dalam Analisis Stabilitas Lereng Pada Oprit Jembatan Labu Sawo Sumbawa. 2(1), 20–33.
- Barrang, Y. E., Mandagi, A. T., & Riogilang, H. (2021). Studi Literatur Tentang Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Program Geo5. 19.
- Cherianto, O., Rajagukguk, P., Monintja, S., Teknik, F., Teknik, J., Universitas, S., Ratulangi, S., Belakang, L., Masalah, R., Masalah, B., & Penelitian, T. (2014). Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Bishop (Studi Kasus : Kawasan Citraland Sta . 1000m). 2(3).
- Iii, B. A. B. (2002). Bab Iii Landasan Teori 3.1. 11–44.
- Mina, E. (2015). Analisis Stabilitas Lereng Dan Perencanaan Soilnailing Dengan Software Geostudio 2007 (Studi Kasus Kampus Untirta Sindangsari). 4(1).

“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)

- Munir, A. S., Jafar, N., Anwar, H., Ajwad, M., & Yusuf, F. N. (2021). Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Bishop Pada Jalan Poros Maros - Bone Kilometer 84 , 1 Tompo Ladang Kabupaten Maros. 9, 150–167.
- Pangemanan, S. L., & A.E Turangan, O. B. . S. (2014). Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland). *Jurnal Sipil Statik*, 2(1), 22–28. [Http://Ejournal.Unsrat.Ac.Id/Index.Php/Jss/Article/View/3920](http://Ejournal.Unsrat.Ac.Id/Index.Php/Jss/Article/View/3920)
- Prastyo, R. D., & Hambali, R. (2014). Analisis Potensi Longsor Pada Lereng Galian Penambangan Timah (Studi Kasus Area Penambangan Timah Di Jelitik, Kabupaten Bangka). *Forum Profesional Teknik Sipil*, 2(1), 69–79.
- Sahrul, S., & Astini, V. (2020). Analisis Deformasi Lereng Menggunakan Metode Monitoring Pada Lereng Jalan Trans Provinsi Kilometer 18 Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geomine*, 7(3), 189. <https://doi.org/10.33536/jg.v7i3.422>
- Rochmawati, R., Sitorus, P. H., Studi, P., Sipil, T., Papua, U. Y., Studi, P., Sipil, T., Papua, U. Y., Studi, P., Sipil, T., & Papua, U. Y. (2022). *Analisis Stabilitas Lereng Ditinjau Menggunakan Metode Elemen Hingga Di Ruas Jalan Raya Abepura-Sentani*.