



**PERENCANAAN PERKUATAN LERENG MENGGUNAKAN SHEET PILE  
SEBAGAI ALTERNATIF DINDING PENAHAN TANAH LERENG JEMBRAN  
KACA KAB.PROBOLINGGO**

**Dwi Septy Wahyuningdiah<sup>1</sup>, Laily Endah Fatmawati<sup>2</sup>, Yerry Kahaditu Firmansyah<sup>3</sup>**

<sup>1\*,2</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, <sup>3</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60118

Telp +62-31-5931800

Alamat E-mail: [dwisepty47@gmail.com](mailto:dwisepty47@gmail.com)

**Info Artikel**

**Abstrak**

*Sejarah Artikel:*

Diterima: Jun 2023

Disetujui: Nov 2023

Dipublikasikan: Des 2023

*Keywords:*

*Slope, Fellenius, Plaxis,  
Sheet Pile*

Lereng yaitu dataran bumi yang menciptakan sudut kemiringan pada sisi horisontal. Lereng terbentuk bersumber pada 2 cara, dengan cara natural (proses geologi) maupun berencana terbuat oleh manusia. Beberapa cara yang bisa dipakai guna menghindari terbentuknya keruntuhan ialah dengan dinding penahan tanah dengan mengidentifikasi pengaruh faktor keamanan (*Safety Factor*) pada kestabilan lereng pada saat kondisi eksisting. Pada penelitian ini dimaksudkan untuk merencanakan perkuatan lereng menggunakan *sheet pile* dengan bantuan program *plaxis* serta menggunakan perhitungan manual metode *fellenius* untuk menentukan faktor aman kestabilan lereng guna menaggulangi bencana tanah longsor pada jembatan kaca. Hasil dari penelitian ini adalah hasil analisis faktor keamanan dari perhitungan manual *fellenius* dan menggunakan bantuan *software plaxis* sebelum diberi perkuatan dan setelah diberi perkuatan *sheet pile*.

**Kata Kunci:** Lereng, Fellenius, Plaxis, Sheet Pile

**Abstract**

*Slopes are the plains of the earth that create an angle of inclination on the horizontal side. Slopes are formed in two ways, naturally (geological processes) or man-made. Several ways that can be used to avoid the formation of collapse are retaining walls by identifying the effect of the safety factor on slope stability under existing conditions. In this study it was intended to plan slope reinforcement using sheet piles with the help of the plaxis program and using the manual calculation of the fellenius method to determine the safety factor for slope stability to overcome landslide disasters on glass bridges. The results of this study are the results of the analysis of the factor of safety from manual fellenius calculations and using the help of the Plaxis software before being given reinforcement and after being given sheet pile reinforcement.*

✉ Alamat korespondensi:

ISSN 2527-7073

Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan

E-mail: [dwisepty47@gmail.com](mailto:dwisepty47@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Tanah ialah aspek berarti dalam perancangan konstruksi, oleh sebab itu daya dukung tanah ialah aspek yang memastikan stabilitas, kelayakan serta umur sebuah struktur. Sebagian metode penanganan tanah antara lain perancangan dinding penahan tanah maka mampu meminimalisir terhadap dampak yang muncul terutama pada wilayah pemukiman dengan situasi tanah yang berlainan ketinggian antara titik satu dengan yang lain [1]. Lereng yaitu dataran bumi yang menciptakan sudut kemiringan pada sisi horisontal. Lereng terbentuk bersumber pada 2 cara, dengan cara natural (proses geologi) maupun berencana terbuat oleh orang. Lereng yang tercipta dengan cara natural contohnya tebing sungai serta lereng gunung, sementara itu lereng yang berencana dibikin orang yakni galian serta gundukan buat menciptakan jalan raya, bendungan, bendungan sungai serta tambang terbuka [2].

Kemiringan lereng merupakan dimensi kemiringan relative kepada bagian kering yang dengan cara normal diklaim dalam persen ataupun derajat. keterjalan lereng, panjang lereng serta wujud lereng seluruhnya bakal mempengaruhi besarnya abrasi serta gerakan dataran [1]. Beberapa cara yang bisa dipakai guna menghindari terbentuknya keruntuhan ialah dengan dinding penahan tanah. pemakaian dinding penahan tanah yang dipakai pada rencana ialah dinding kantilever serta pada studi ini dinding penahan tanah yang dipakai ialah dinding sheet pile. Pada penelitian ini dimaksudkan untuk merencanakan perkuatan lereng menggunakan sheet pile dengan bantuan program plaxis serta menggunakan perhitungan manual metode fellenius untuk menentukan factor aman kestabilan lereng guna menaggulangi bencana tanah longsor pada jembatan kaca. Metode Fellenius merupakan perhitungan untuk mendapatkan faktor keamanan dari lereng, sedangkan program plaxis yakni program komponen hingga guna aplikasi geoteknik di mana dikenakan model-model tanah guna melaksanakan simulasi perilaku tanah. tidak hanya itu, keadaan sesungguhnya sanggup dimodelkan dalam regangan bagian atau dengan cara asimetris. Hasil kajian dari program plaxis serupa transformasi serta poin keamanan sanggup dikenakan selaku referensi guna pengendalian perkuatan kesetimbangan lereng. [2]

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Kemiringan lereng**

Kemiringan lereng merupakan rasio antara beda atas (jarak tegak) sesuatu tanah dengan jarak mendatarnya. Besar kemiringan lereng sanggup diklaim dengan separuh satuan, antara lain merupakan dengan % (persen) serta 0 (derajat). wujud lereng yang diamati dari dasaran tanahnya sanggup berupa kembang cekung serta sanggup berupa cekung. bersumber pada observasi membuktikan kalau abrasi lapang lebih lapang pada dasaran kembang cekung dari pada dasaran cekung[3].

### **Stabilitas Lereng dan Analisis Stabilitas Lereng**

Analisis kestabilan lereng memiliki kedudukan yang amat bernilai pada pemograman konstruksi-konstruksi sipil. Lereng yang tidak stabil amatlah serius pada daerah seputarnya, oleh karna itu analisa kestabilan lereng amat dibutuhkan. Dimensi stabilitas lereng diketahui dengan menghitung besarnya aspek keamanan.

### **Definisi *Sheet Pile* (Dinding Turap)**

*Sheet pile* (turap) adalah sebuah perkuatan yang disusun mirip wujud dinding yang berguna selaku penahan tebing, penahan galian tengah konstruksi-konstruksi di dermaga, penahan tanah kurang lebih perbatasan kali ataupun laut serta lain-lain. Material yang dalam *sheet pile* terdapat sebagian jenis, ialah *sheet pile* dari material tiang, *sheet pile* dari material batu, *sheet pile* dari materi baja (*steel*)

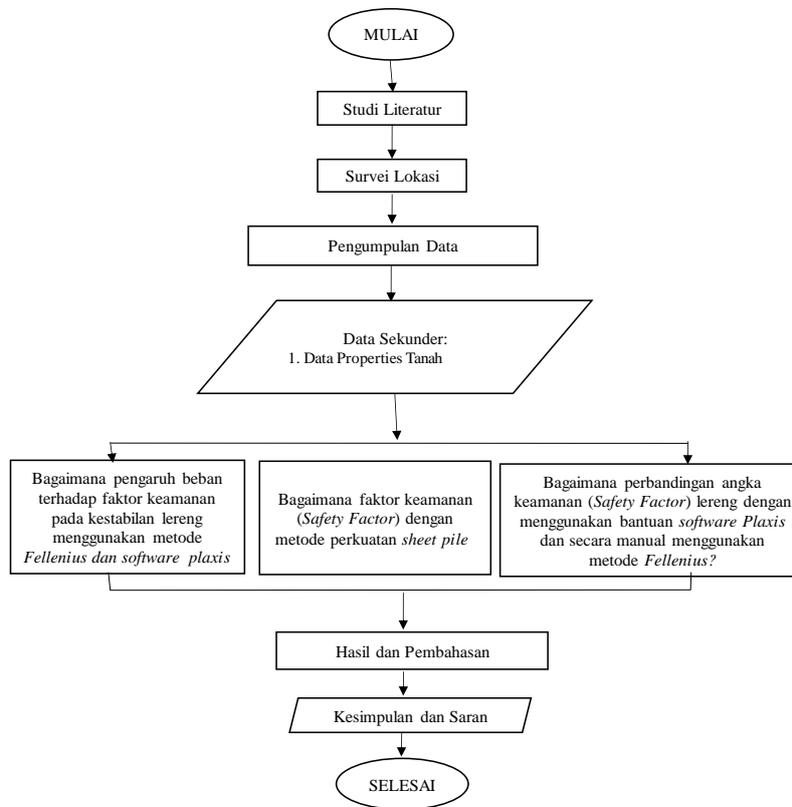
### **Metode Fellenius**

Metode Fellenius (Ordinary Method of Slice) diperkenalkan pertama oleh Fellenius (1927, 1936) bersumber pada apabila gaya mempunyai ujung kemiringan paralel dengan dasar sayatan FK dihitung dengan penyeimbang momen. Fellenius mengemukakan metodenya dengan memberitahukan sangkaan kalau kerobohan berlangsung dengan perputaran dari sesuatu blok tanah pada permukaan runtuh berupa kelompok (sirkuler) dengan titik O selaku titik pusat perputaran.

### **Program Plaxis**

*Software plaxis* ialah program 2 segi yang buat menganalisa kemantapan lereng. Sesudah data-data terkumpul hingga akan dilakukan pemodelan analisa kemantapan lereng buat mengenal keamanan lereng. Yang jadi data input pemodelan merupakan data-data hasil percobaan laboratorium serta data yang ada[4].

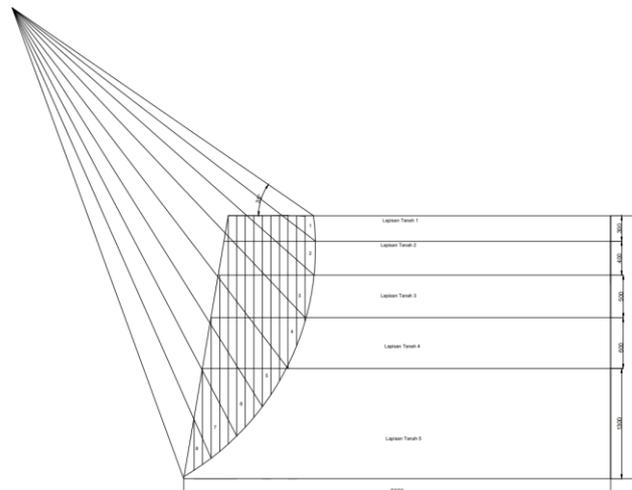
## METODE



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian (2023)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Hitungan Manual metode *Fellenius* Sebelum diberi perkuatan pada Area *Shuttle*



Gambar 2. Irisan Bidang Longsor

Berdasarkan pada gambar tersebut dapat diketahui panjang, luas dan sudut pada masing–masing irisan yang akan digunakan sebagai dasar perhitungan angka keamanan pada metode Fellenius.

Tabel 1. Data Irisan

No	(L) jarak irisan (m)	H					$\alpha$ ( $^{\circ}$ )
		Tanah 1	Tanah 2	Tanah 3	Tanah 4	Tanah 5	
1	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52
2	4,00	0,94	3,05	0,00	0,00	0,00	48
3	5,00	0,00	0,94	5,00	0,00	0,00	43
4	6,00	0,00	0,00	2,25	6,00	0,00	37
5	4,50	0,00	0,00	3,94	4,50	3,00	32
6	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00	7,96	28
7	2,62	0,00	0,00	0,00	0,00	8,38	24
8	2,41	0,00	0,00	0,00	0,00	6,89	29

Berdasarkan uraian perhitungan diatas maka hasil perhitungan irisan total dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Perhitungan Irisan Total

No	W1 = $\gamma \times l \times h$ (kN)	W2 = $\gamma \times l \times h$ (kN)	W3 = $\gamma \times l \times h$ (kN)	W4 = $\gamma \times l \times h$ (kN)	W5 = $\gamma \times l \times h$ (kN)	Wtot = W1 + W2 + W3 + W4 + W5 (kN)	$\alpha$ ( $^{\circ}$ )	Radian ( $\alpha$ )	Sin (Rad)	Cos (Rad)	Wt $\times$ Sin ( $\alpha$ ) (kN)	Wt $\times$ Cos ( $\alpha$ ) (kN)
1	108,00	0,00	0,00	0,00	0,00	108,00	52	0,91	0,79	0,71	85,07	76,19
2	67,68	219,60	0,00	0,00	0,00	287,28	48	0,84	0,74	0,74	213,41	211,59
3	0,00	84,60	625,00	0,00	0,00	709,60	43	0,75	0,68	0,78	483,75	551,00
4	0,00	0,00	337,50	720,00	0,00	337,50	37	0,65	0,60	0,82	203,02	278,25
5	0,00	0,00	443,25	405,00	270,00	1118,25	32	0,56	0,53	0,86	592,31	965,02
6	0,00	0,00	0,00	0,00	549,24	549,24	28	0,49	0,47	0,89	257,73	489,87
7	0,00	0,00	0,00	0,00	439,11	439,11	24	0,42	0,41	0,92	178,52	403,32
8	0,00	0,00	0,00	0,00	332,10	332,10	29	0,51	0,48	0,88	160,93	293,86
Total	175,68	304,20	1405,75	1125,00	1590,45	3881,08			4,70	6,60	2174,75	3269,10

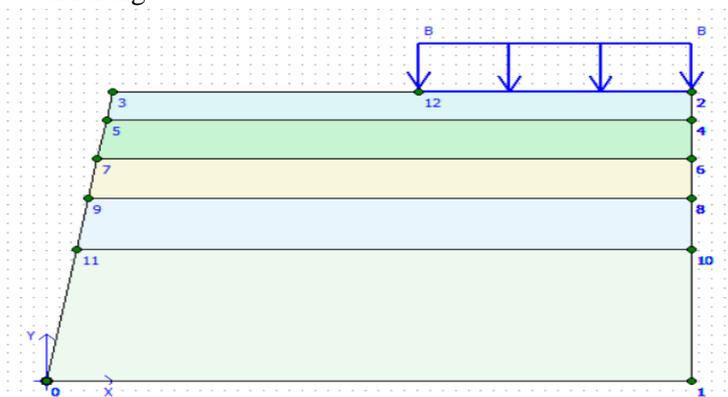
Perhitungan nilai SF digunakan persamaan Sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 SF &= \frac{(c \times L) + (Wt \cdot \cos \cdot \tan \theta)}{(Wt \sin) + \text{Beban}} \\
 &= \frac{558 + 2330}{2174 + 26,24} \\
 &= 1,3119
 \end{aligned}$$

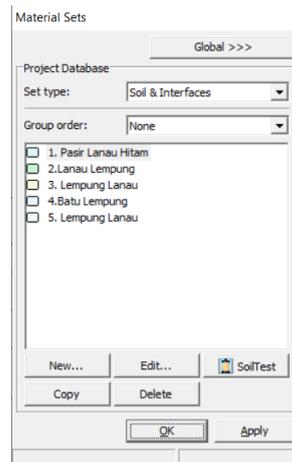
Dari perhitungan diatas didapatkan nilai sf sebesar 1,3119 nilai tersebut kurang dari 1,5, Sesuai dengan SNI 8460:2017 geoteknik syarat angka keamanan untuk lereng tanah harus lebih besar dari 1,5. Sehingga dari perhitungan tersebut nilai SF 1,3119 dapat dinyatakan tidak aman maka diperlukan perkuatan pada lereng.

### Analisis Safety Factor Dengan Bantuan software Plaxis

#### a. Permodelan awal lereng

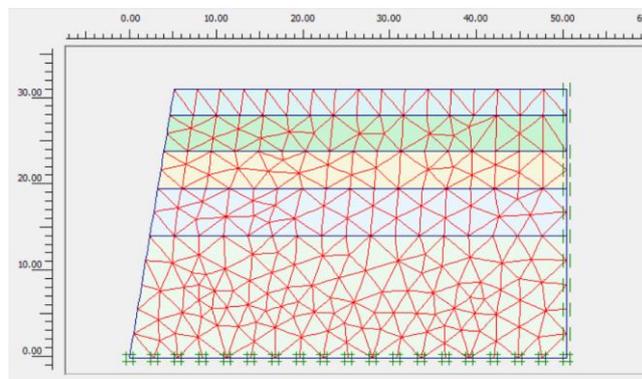


Gambar 3. Permodelan Lereng Input Plaxis



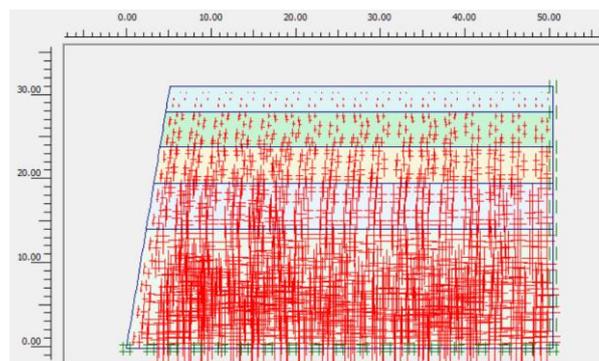
Gambar 4. Input Data Material

b. Pembuatan Jaringan Elemen



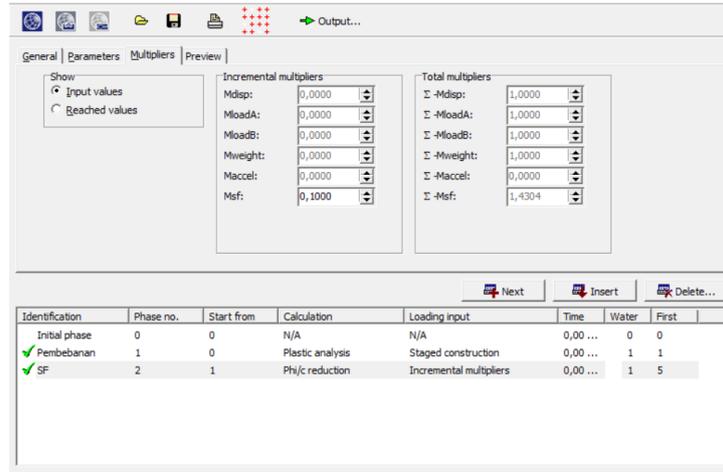
Gambar 5. Jaringan-Jaringan Elemen

c. Perhitungan Tegangan awal



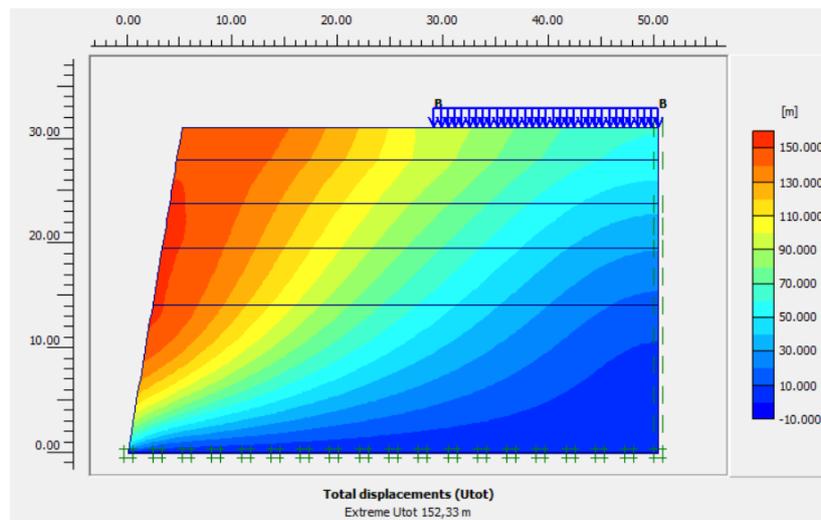
Gambar 6. Perhitungan Tegangan Awal

d. Tahap Perhitungan



Gambar 7. Nilai Safety Factor

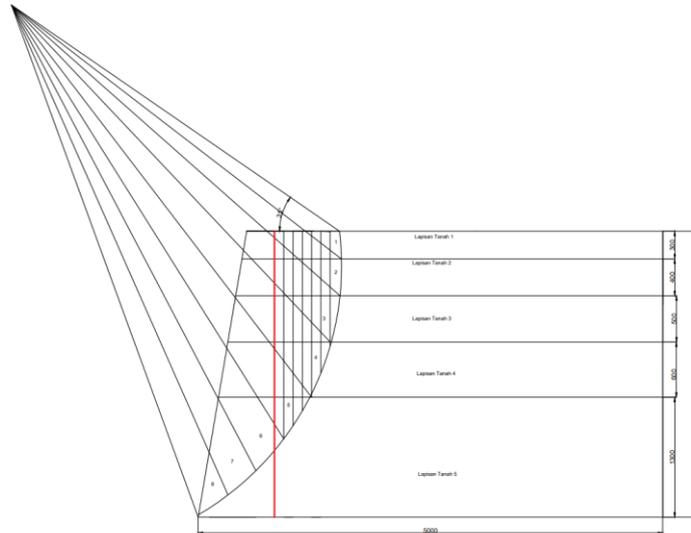
Pada kondisi awal ini faktor keamanan lereng asli yaitu 1,4304. Sesuai dengan SNI geoteknik nilai keamanan kurang dari 1,5 maka tanah dinyatakan tidak aman keamanannya. Maka dari itu dilakukan perkuatan lereng dengan desain yang telah direncanakan. Selain itu, Keluaran dari plaxis adalah nilai deformasi. Berikut adalah gambar keluaran plaxis yang juga menunjukkan letak titik dengan nilai deformasi terbesar.



Gambar 8. Perpindahan Total

Pada gambar diatas menunjukkan letak area yang terjadi displacement dimana nilai *displacement* pada area tersebut yaitu 152,33 m.

1. Analisis Hitungan Manual metode *Fellenius* Setelah diberi perkuatan pada Area *Shuttle*



Gambar 9 Irisan Bidang Longsor

Berdasarkan uraian perhitungan diatas maka hasil perhitungan irisan total dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Perhitungan Irisan Total

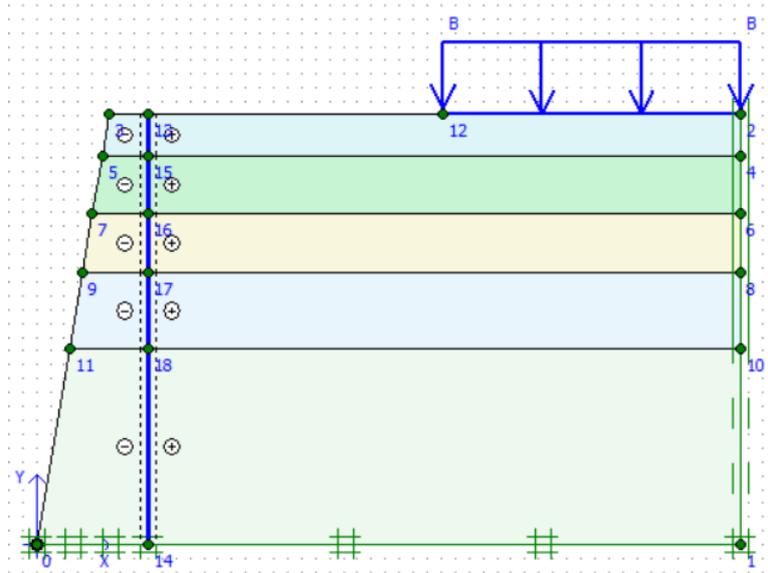
No	$W1 = \gamma \times l \times h$ (kN)	$W2 = \gamma \times l \times h$ (kN)	$W3 = \gamma \times l \times h$ (kN)	$W4 = \gamma \times l \times h$ (kN)	$W5 = \gamma \times l \times h$ (kN)	$W_{tot} = W1 + W2 + W3 + W4 + W5$ (kN)	$\alpha$ (°)	Radian (α)	Sin (Rad)	Cos (Rad)	$Wt \times \sin(\alpha)$ (kN)	$Wt \times \cos(\alpha)$ (kN)
1	108,00	0,00	0,00	0,00	0,00	108,00	52	0,91	0,79	0,71	85,07	76,19
2	67,68	219,60	0,00	0,00	0,00	287,28	48	0,84	0,74	0,74	213,41	211,59
3	0,00	84,60	625,00	0,00	0,00	709,60	43	0,75	0,68	0,78	483,75	551,00
4	0,00	0,00	337,50	720,00	0,00	337,50	37	0,65	0,60	0,82	203,02	278,25
5	0,00	0,00	443,25	405,00	270,00	1118,25	32	0,56	0,53	0,86	592,31	965,02
Total	175,68	304,20	1405,75	1125,00	270,00	2560,63			3,34	3,91	1577,57	2082,05

Perhitungan nilai SF digunakan persamaan (2.16) Sebagai berikut:

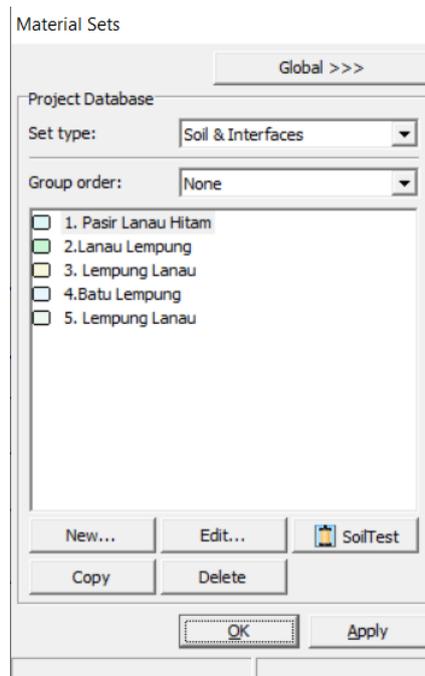
$$\begin{aligned}
 SF &= \frac{(c \times L) + (Wt \cdot \cos \cdot \tan \theta)}{(Wt \sin) + \text{Beban}} \\
 &= \frac{558 + 1982}{1577 + 26,24} \\
 &= 1,5842 \text{ (Aman)}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai SF sebesar 1,5842, Sesuai dengan SNI 8460:2017 geoteknik syarat angka keamanan untuk lereng tanah harus lebih besar dari 1,5. Sehingga dari perhitungan tersebut nilai SF 1,5842 sudah dapat dinyatakan aman

2. Analisis Safety Factor Dengan Bantuan software Plaxis
  - a. Permodelan awal lereng

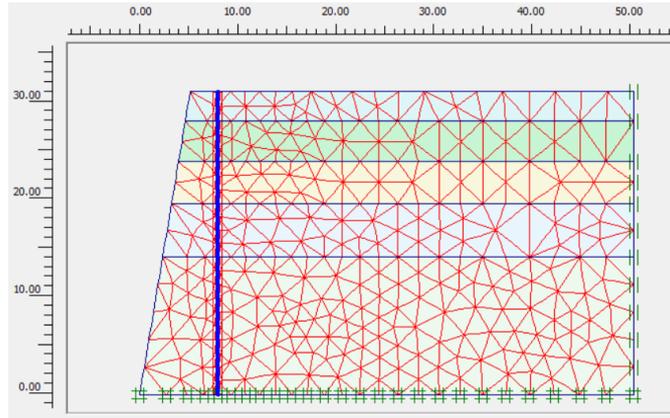


Gambar 9. Permodelan Lereng Input Plaxis



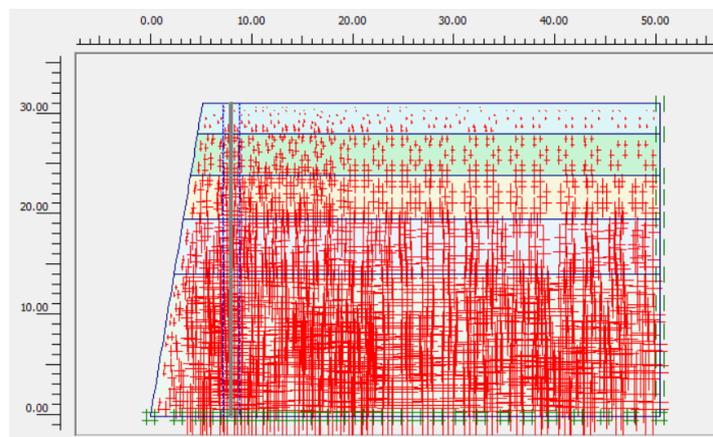
Gambar 10. Input Data Material

b. Pembuatan Jaringan Elemen



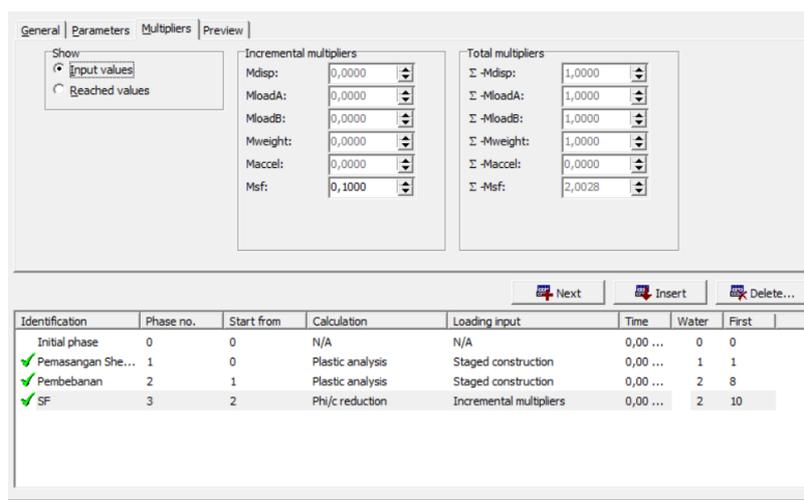
Gambar 11 Jaringan-Jaringan Elemen

c. Perhitungan Tegangan awal



Gambar 12 Perhitungan Tegangan Awal

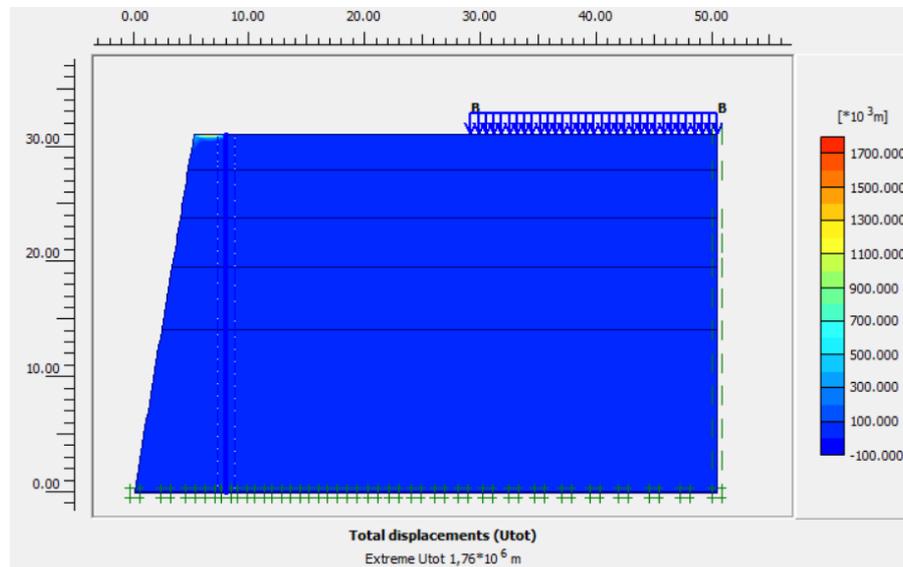
d. Tahap Perhitungan



Gambar 13. Nilai Safety Factor

Pada kondisi setelah diberi perkuatan *sheet pile* faktor keamanan lereng yaitu 2,0028. Sesuai dengan SNI geoteknik nilai keamanan sudah lebih besar dari 1,5 maka tanah dinyatakan aman

keamanannya. Selain itu, Keluaran dari plaxis adalah nilai deformasi. Berikut adalah gambar keluaran plaxis yang juga menunjukkan letak titik dengan nilai deformasi terbesar.



Gambar 14. Perpindahan Total

Pada gambar diatas menunjukkan letak area yang terjadi *displacement* dimana nilai *displacement* pada area tersebut yaitu  $1,76 \cdot 10^6$

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Analisis yang dilakukan dengan perhitungan manual *Fellenius* pada lereng area shuttle yang ditinjau nilai SF sebesar 1,3119. Sesuai dengan SNI 8460:2017 geoteknik syarat angka keamanan untuk lereng tanah harus lebih besar dari 1,5, sehingga dari hasil SF tersebut dapat dinyatakan tidak aman maka diperlukan perkuatan. Hasil analisis faktor keamanan menggunakan *software plaxis V.8.6* pada area shuttle pada kondisi eksisting didapatkan nilai SF sebesar 1,4304.
2. Sesuai dengan SNI 8460:2017 geoteknik syarat angka keamanan untuk lereng tanah harus lebih besar dari 1,5, Sehingga dari hasil perhitungan SF tersebut dapat dinyatakan tidak aman maka diperlukan perkuatan. Setelah diberi perkuatan hasil analisis perkuatan menggunakan metode *fellenius* didapatkan angka keamanan untuk area shuttle sebesar 1,5842 sehingga nilai *safety factor* dinyatakan aman sesuai dengan SNI 8460:2017 geoteknik syarat angka keamanan untuk lereng tanah harus lebih besar dari 1,5. Dan hasil analisis menggunakan *Software plaxis* didapatkan angka keamanan untuk area shuttle sebesar 2,0028 sehingga nilai *safety factor* menurut SNI 8460:2017 geoteknik syarat angka keamanan untuk lereng tanah harus lebih besar dari 1,5 adalah memenuhi atau aman.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. Setiyani, “Hubungan Kemiringan Lereng Dan Intensitas Curah Hujan Terhadap Besarnya Limpasan,” Pp. 1–9, 2020.
- [2] M. Adityawan, “Analisa Daya Dukung Pondasi Dalam Proyek Pembangunan Rs Pendidikan Uho Berdasarkan Simulasi Numeris,” *Skripsi*, 2016.
- [3] V. H. Yumai, Yanuarius; Tilaar, Sonny & Makarau, “Kajian Pemanfaatan Lahan Permukiman Di Kawasan Perbukitan Kota Manado,” *Spasial*, Vol. 6, No. 3, Pp. 862–871, 2019.
- [4] M. S. Setiyani, “Analisis Stabilitas Lereng Pada Villa Torok Aik Beleq Dengan Simulasi Numeris Desa Montong Ajan Kecamatan Praya Barat Daya Kabupaten Lombok Tengah,” Pp. 1–9, 2020.
- [5] Laily Endah Fatmawati. "Perbaikan Alternatif Longsoran Dengan Metode Preloading Di Jalan Lingkar Tuban," 2022