

# PENGARUH KUAT TARIK GEOTEKSTIL TERHADAP ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN VARIASI BEBAN VERTIKAL DAN JARAK VERTIKAL GEOTEKSTIL

Reza Fadela, Bambang Setiawan, Siti Nurlita Fitri

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami 36A, Kentingan Surakarta 57126; Telp 0271-634524.  
E-mail: [sitinurlitafitri@staff.uns.ac.id](mailto:sitinurlitafitri@staff.uns.ac.id)

## Abstract

The demands for construction are increasing and must continue with the times, causing bad soil use. One of them is the use of land above the slope which is used for residential buildings. Therefore, a solution to this problem is needed, namely the geosynthetic reinforcement of woven geotextiles. This study aims to determine the effect of the tensile strength of the geotextile on the value of the safety factor slope. The tensile strength of the geotextiles used for the woven type were 32, 44, and 54 kN/m, and for the non-woven were 7.1, 8.4, and 10.5 kN/m. The variation of the vertical load used in this study is 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, and 45 kN/m<sup>3</sup>. The variation of vertical geotextile distances used in this study were 0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.25, and 1.5 m. The required geotextile length is set at 15 m. Secondary data used are soil and data geotextile specification woven and non-woven. The analysis safety factor in this study used the software Geoslope 2018. The results of the analysis of slope stability with reinforcement of geotextiles with a tensile strength of geotextiles woven 32, 44, and 54 kN/m and non-woven 7.1, 8.4, and 10.5 kN/m geotextiles with a vertical spacing of 0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.25, and 1.5 m. The vertical geotextiles with loads vertical 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, and 45 kN/m<sup>3</sup> show that the greater the tensile strength of the geotextile, the greater the value of the slope safety factor and that the smaller the vertical distance of the geotextile, the greater the value of the slope safety factor. The greater the vertical load induces the smaller value of the safety factor.

**Keywords:** Geoslope, geotextile tensile strength, safety factor, slope stability

## Abstrak

Peningkatan jumlah infrastruktur pembangunan menyebabkan penggunaan pemilihan lahan tanah yang kurang baik. Salah satunya adalah penggunaan lahan di atas lereng yang digunakan untuk bangunan tempat tinggal. Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk permasalahan tersebut yaitu dengan perkuatan geosintetik jenis geotekstil *woven*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat tarik geotekstil terhadap nilai *safety factor* lereng. Kuat tarik geotekstil yang digunakan yaitu *woven* 32 kN/m, 44 kN/m dan 54 kN/m dan *non-woven* 7,1 kN/m, 8,4 kN/m dan 10,5 kN/m. Variasi beban vertikal yang digunakan pada penelitian ini adalah 10 kN/m<sup>3</sup>, 15 kN/m<sup>3</sup>, 20 kN/m<sup>3</sup>, 25 kN/m<sup>3</sup>, 30 kN/m<sup>3</sup>, 35 kN/m<sup>3</sup>, 40 kN/m<sup>3</sup> dan 45 kN/m<sup>3</sup> dan variasi jarak vertikal geotekstil yang digunakan pada penelitian ini adalah 0,25 m, 0,5 m, 0,75 m, 1 m, 1,25 m dan 1,5 m. Panjang geotekstil yang diperlukan ditetapkan sebesar 15 m. Data sekunder yang digunakan yaitu data tanah dan data spesifikasi geotekstile *woven* dan *non-woven*. Analisis *safety factor* pada penelitian ini menggunakan bantuan perangkat lunak (*software*) Geoslope 2018. Hasil analisis stabilitas lereng dengan perkuatan geotekstil dengan kuat tarik geotekstil *woven* 32 kN/m, 44 kN/m dan 54 kN/m dan *non-woven* 7,1 kN/m, 8,4 kN/m dan 10,5 kN/m geotekstil dengan jarak geotekstil 0,25 m, 0,5 m, 0,75 m, 1 m, 1,25 m dan 1,5 m dengan beban 10 kN/m<sup>3</sup>, 15 kN/m<sup>3</sup>, 20 kN/m<sup>3</sup>, 25 kN/m<sup>3</sup>, 30 kN/m<sup>3</sup>, 35 kN/m<sup>3</sup>, 40 kN/m<sup>3</sup> dan 45 kN/m<sup>3</sup> menunjukkan bahwa semakin besar kuat tarik geotekstil maka semakin besar pula nilai keamanan lereng dan bahwa semakin kecil jarak geotekstil maka semakin besar pula nilai keamanan lereng. Beban yang semakin besar menunjukkan nilai *safety factor* yang semakin kecil.

**Kata Kunci :** faktor keamanan, Geoslope, kestabilan lereng, kuat tarik geotekstil

## PENDAHULUAN

Penduduk merupakan faktor yang terus bertambah menyebabkan tuntutan pembangunan yang semakin bertambah dan harus terus berjalan seiring dengan perkembangan zaman, menyebabkan penggunaan tanah yang kurang baik pun dilakukan. Salah satunya adalah penggunaan tanah lereng yang digunakan untuk bangunan tempat tinggal.

Analisis stabilitas lereng mempunyai peran yang sangat penting pada perencanaan konstruksi sipil, seperti untuk bangunan tempat tinggal yang berada di lereng gunung atau pada jalan raya yang pembangunannya banyak dilakukan pada area lereng. Lereng yang tidak stabil sangat berbahaya terhadap lingkungan disekitarnya. Dibutuhkan analisis untuk menghitung kestabilan lereng dengan parameter-parameter tanahnya.

Geotekstil telah banyak digunakan sebagai material stabilisasi lereng (Niroumand dkk., 2012; Shao dkk., 2014; Zhu dkk., 2014; Kumar dan Roy, 2022). Keunggulan yang dimiliki geotekstil antara lain mudah dalam penggunaan, murah, dan dapat meningkatkan stabilitas lereng. Pemasangan geotekstil dapat dilakukan pada bagian lereng dengan jarak dan faktor tertentu sehingga pemanfaatan geotekstil untuk perkuatannya dapat menjaga stabilitasnya dengan baik.

Lereng yang tidak stabil sangat berbahaya terhadap lingkungan di sekitarnya. Oleh karena itu, analisis stabilitas lereng sangat perlu dilakukan. Terdapat *software* yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah di bidang perancangan lereng, seperti dengan metode *limit equilibrium* yaitu *software* Geostudio. Penggunaan *software* dapat menghemat waktu dan keefektifan pekerjaan sehingga waktu yang diperlukan dalam perancangan semakin singkat dengan kualitas yang memuaskan.

Lereng adalah permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horizontal. Lereng dapat terbentuk secara alami maupun buatan manusia. Lereng yang terbentuk secara alami seperti lereng bukit dan tebing sungai, sedangkan lereng buatan manusia antara lain galian dan timbunan untuk membuat bendungan, tanggul dan kanal sungai serta dinding tambang terbuka.

Menurut Bowles (1989) keruntuhan lereng dibagi menjadi 3 kelompok rentang faktor keamanan (SF) yang ditinjau dari intensitas kelongsoran, seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan nilai faktor keamanan lereng dan intensitas longsor (Bowles, 1989)

Nilai Faktor Keamanan (SF)	Kejadian/Intensitas Longsor
SF kurang dari 1,07	Longsor terjadi biasa/sering (Lereng labil)
SF antara 1,07 sampai 1,25	Longsor pernah terjadi (Kritis)
SF diatas 1,25	Longsor jarang terjadi

Analisis stabilitas terhadap kelongsoran lereng dengan kekuatan menggunakan metode kesetimbangan batas terdiri dari analisis stabilitas internal, stabilitas eksternal, dan stabilitas terhadap kelongsoran lereng (Suryolelono, 1993).

a. Stabilitas internal

- 1) Angka keamanan (SF) terhadap putus tulangan ditentukan pada Persamaan 1 berikut ini.

$$SF_r = \frac{T_a}{\sigma_h S_v} \geq 1,5 \quad [1]$$

Keterangan :

- SF<sub>r</sub> = angka keamanan terhadap putus tulangan
- S<sub>v</sub> = jarak tulaangan arah vertikal (m)
- T<sub>a</sub> = kuat tarik ijin tulangan (kN/m),
- σ<sub>h</sub> = tekanan horizontal tanah pada kedalaman yang ditinjau (kN/m<sup>2</sup>)

- 2) Angka keamanan (SF) terhadap cabut tulangan ditentukan pada Persamaan 2 berikut ini.

$$SF_p = \frac{2\mu\sigma_v L_e}{\sigma_h S_v} \quad [2]$$

Keterangan :

- SF<sub>p</sub> = angka keamanan terhadap cabut tulanagan
- μ = koefisien gesek antara tanah dan tulangan, dapat diambil (tan (2φ/3))
- σ<sub>v</sub> = tekanan vertikal tanah pada kedalaman yang ditinjau (kN/m<sup>2</sup>)
- L<sub>e</sub> = panjang perkuatan yang berada di belakang garis longsor (m)
- σ<sub>h</sub> = tekanan horizontal tanah pada kedalaman yang ditinjau (kN/m<sup>2</sup>)
- S<sub>v</sub> = jarak tulaangan arah vertikal (m)

b. Stabilitas eksternal

- 1) Angka keamanan terhadap geser ditentukan pada Persamaan 3 berikut ini.

$$SF = \frac{F}{\sum E} \geq 1,5 \quad [3]$$

Keterangan :

F = gaya yang melawan (kN)  
 ΣE = jumlah gaya geser (kN)

- 2) Angka keamanan terhadap guling ditentukan pada Persamaan 4 berikut ini.

$$SF = \frac{\sum M_p}{\sum M_A} \geq 1,5 \quad [4]$$

Keterangan :

ΣM<sub>p</sub> = jumlah momen pasif (kNm)  
 ΣM<sub>A</sub> = jumlah momen aktif (kNm)

- 3) Angka keamanan terhadap kuat dukung tanah ditentukan pada Persamaan 5 berikut ini.

$$SF_r = \frac{\sigma_{ult}}{\sigma_{terjadi}} \geq 1,5 \quad [5]$$

Keterangan :

SF<sub>r</sub> = angka keamanan terhadap kuat dukung tanah  
 σ<sub>ult</sub> = kuat dukung tanah (kN/m<sup>2</sup>)  
 σ<sub>terjadi</sub> = tegangan yang terjadi (kN/m<sup>2</sup>)

Berdasarkan rumus Terzaghi untuk tegangan ultimate ditentukan pada persamaan[6] berikut.

$$\sigma_{ult} = cNc + qNq + 0,5\gamma BN\gamma \quad [6]$$

Keterangan :

σ<sub>ult</sub> = kuat dukung tanah (kN/m<sup>2</sup>)  
 c = kohesi tanah pondasi (kN/m<sup>2</sup>)  
 γ = berat volume tanah pondasi (kN/m<sup>3</sup>)  
 q = tekanan *overburden* pada dasar pondasi (kN/m<sup>2</sup>)  
 B = panjang perkuatan pada dasar konstruksi (m)  
 Nc, Nq, Nγ = koefisien-koefisien kuat dukung yang merupakan fungsi dari sudut geser dalam tanah.

- c. Stabilitas terhadap kelongsoran lereng

Tinjauan yang digunakan untuk teori stabilitas lereng dengan perkuatan, apabila kuat tarik bahan geotekstil satu lapis sebesar T (kN/m), maka besarnya angka keamanan lereng dengan perkuatan geotekstil ditentukan dengan menambahkan faktor aman lereng tanpa perkuatan dengan pengaruh tahanan momen oleh geotekstil seperti pada persamaan 7 sebagai berikut.

$$SF = SF_u + \frac{\sum_{i=1}^{i=n} T_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^{i=n} (W_i \sin \theta) R} \geq 1,3 \quad [7]$$

Keterangan :

SF = angka keamanan,  
 SF<sub>u</sub> = angka keamanan lereng tanpa perkuatan  
 R = jari-jari lingkaran longsor (m)

- $W_i$  = berat irisan tanah ke-i  
 (kN/m)  
 $\theta_i$  = sudut tengah pias ke-I  
 (°)  
 $T_i$  = jumlah gaya tarik per meter lebar geotekstil yang tersedia untuk setiap lapisan tulangan (kN/m)  
 $Y_i$  =  $R \cos \theta_i$  = lengan momen geotekstil terhadap O (m)

## METODE

Penelitian ini menggunakan perangkat lunak (*software*) pendukung untuk proses olah data perhitungan, analisis, dan penulisan laporan. Perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam penelitian ini ditentukan sesuai dengan kebutuhan penelitian. Program bantu yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. *Operating system* : Microsoft Windows 10 64-bit
2. Analisis struktur : Geostudio 2020
3. Pengolahan data : Microsoft Excel 2013
4. Penulisan laporan : Microsoft Word 2013
5. Pembuatan model : AutoCAD 2010

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini sebagai berikut ini.

a. Kondisi Eksisting Lereng

Pemodelan geometri lereng dalam penelitian ini dimanfaatkan sebagai lahan bangunan tempat tinggal. Lahan pada lereng mempunyai area 15 m. Data kondisi eksisting lereng yang digunakan yaitu dengan ketinggian 30 m, sudut kemiringan lereng 45°.

b. Data Tanah

Data tanah yang digunakan diperoleh dari penelitian Effendi (2016) di Desa Cisarua, Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Tanah yang digunakan merupakan jenis tanah homogen dengan 3 jenis tanah seperti yang terdapat pada Tabel 2. berikut ini,

Tabel 2. Data parameter tanah hasil uji laboratorium (Effendi,2016)

Parameter Tanah	Satuan	Tanah bagian atas	Tanah bagian tengah	Tanah bagian bawah
$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	17,062	17,922	16,991
C	kN/m <sup>2</sup>	17,387	17,700	10,777
$\phi$	°	26,738	27,802	26,303

c. Geotekstil

Geotekstil yang digunakan yaitu geotekstil teranyam (*woven*) dan geotekstil tidak teranyam (*non woven*). Data material geotekstil yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dari PT. Prima Geotex Indo. Spesifikasi yang ada pada geotekstil antara lain:

- Jenis Geosintetik *Woven* : 150 gram, 200 gram dan 250 gram  
 Kuat Tarik Geotekstil : 32 kN/m, 44 kN/m dan 54 kN/m  
 Jenis Geosintetik *Non-Woven* : 150 gr, 200 gr dan 250 gr  
 Kuat Tarik Geotekstil : 7,1 kN/m, 8,4 kN/m dan 10,5 kN/m

d. Panjang Geotekstil

Penelitian ini ditetapkan untuk penggunaan panjang geotekstil sepanjang 15 meter sesuai dengan area lereng paling atas. Panjang geotekstil tersebut digunakan untuk semua perbedaan tingkat jenis tanah.

a. *Entry and Exit*

*Entry and exit* digunakan untuk menentukan daerah bidang longsor yang terjadi pada lereng pada program Geoslope. Penelitian ini menggunakan 3 jenis *entry and exit* agar dapat melihat nilai SF yang paling minimum dari setiap variasi. *Entry and exit* 1, dari titik koordinat 0 sampai titik koordinat 15 (lereng atas) dan titik koordinat 40 sampai 53 (lereng bawah), *entry and exit* 2 dari titik koordinat 0 sampai 7,5 (lereng atas) dan titik koordinat 40 sampai 46,5 (lereng bawah) dan *entry and exit* 3 dari titik koordinat 7,5 sampai 15 (lereng atas) dan titik koordinat 46,5 sampai 53 (lereng bawah).

b. Beban Vertikal

Beban vertikal yang digunakan pada penelitian ini diasumsikan menggunakan beban bangunan tempat tinggal. Data beban vertikal pada penelitian ini masing- masing 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, and 45 kN/m<sup>3</sup>. Beban vertikal diletakkan pada lereng bagian atas 2 m dari tepi lereng.

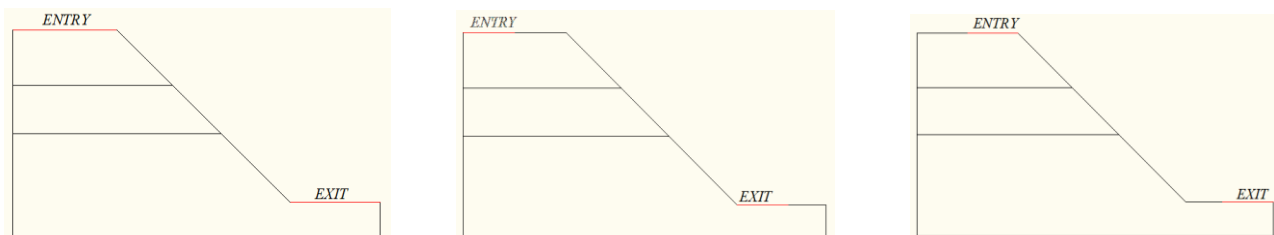
c. Jarak Vertikal Geotekstil

Telah banyak penelitian yang dilakukan sebelumnya, beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait penggunaan geotekstile dan perangkat lunak Geoslope yang sama adalah penelitian Fitri dkk (2021) dan Fitri. S.N (2022).

Pada penelitian ini penggunaan jarak vertikal yang semakin dekat pada perkuatan geotekstil akan menambah nilai SF pada tanah dengan kondisi lereng. Sehingga pada penelitian ini menggunakan jarak vertikal yang cukup dekat diharapkan dapat memberikan hasil SF yang lebih besar dan dapat menjaga kestabilan lereng dengan perkuatan geotekstil. Penelitian ini menggunakan jarak vertikal masing- masing 0,25 m, 0,5 m, 0,75 m, 1 m, 1,25 m dan 1,5 m.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan nilai *critical safety factor* pada setiap variasi yang ditentukan. *Critical safety factor* adalah nilai keamanan yang paling kritis yang didapat pada analisis nilai keamanan sesuai pengaturan *entry and exit* yang telah diberikan. Geoslope yang akan menentukan secara otomatis letak *critical safety factor* dari setiap hasil *run* yang dilakukan. Sesuai hasil terkecil dari hasil analisis (*run*) dari program Geoslope. Berikut ini adalah gambaran *entry and exit* dapat dilihat pada Gambar 1. sampai dengan Gambar 3. berikut ini,



Gambar 1. Gambaran *entry and exit* 1    Gambar 1. Gambaran *entry and exit* 2    Gambar 2. Gambaran *entry and exit* 3

Hasil dari analisis stabilitas lereng yang dibantu dengan *software* Geoslope 2020 *trial lisence* pada lereng tanpa perkuatan dan dengan perkuatan pada beban 10 kN/m<sup>3</sup> dengan masing masing *entry and exit* dapat dilihat pada Tabel 3 sampai Tabel 5 berikut ini.

Tabel 3. Hasil analisis beban 10 kN/m<sup>3</sup>  
*entry and exit 1*

N o	Beban Vertikal	Kuat Tarik	Jarak Vertikal	SF
1	10	-	-	0,931
2	10	32	0,25	1,22
3	10	32	0,5	1,211
4	10	32	0,75	1,196
5	10	32	1	1,194
6	10	32	1,25	1,181
7	10	32	1,5	1,161
8	10	44	0,25	1,223
9	10	44	0,5	1,213
10	10	44	0,75	1,201
11	10	44	1	1,204
12	10	44	1,25	1,2
13	10	44	1,5	1,175
14	10	54	0,25	1,224
15	10	54	0,5	1,214
16	10	54	0,75	1,203
17	10	54	1	1,208
18	10	54	1,25	1,204

19	10	54	1,5	1,176
20	10	7,1	0,25	1,186
21	10	7,1	0,5	1,142
22	10	7,1	0,75	1,108
23	10	7,1	1	1,075
24	10	7,1	1,25	1,05
25	10	7,1	1,5	1,028
26	10	8,4	0,25	1,196
27	10	8,4	0,5	1,154
28	10	8,4	0,75	1,124
29	10	8,4	1	1,095
30	10	8,4	1,25	1,069
31	10	8,4	1,5	1,044
32	10	10,5	0,25	1,203
33	10	10,5	0,5	1,167
34	10	10,5	0,75	1,139
35	10	10,5	1	1,124
36	10	10,5	1,25	1,097
37	10	10,5	1,5	1,068

Tabel 4. Hasil analisis beban 10 kN/m<sup>3</sup>  
*entry and exit 2*

N o	Beban Vertikal	Kuat Tarik	Jarak Vertikal	SF
1	10	-	-	0,952
2	10	32	0,25	1,215
3	10	32	0,5	1,209
4	10	32	0,75	1,197
5	10	32	1	1,193
6	10	32	1,25	1,181
7	10	32	1,5	1,155
8	10	44	0,25	1,215
9	10	44	0,5	1,211
10	10	44	0,75	1,206
11	10	44	1	1,203
12	10	44	1,25	1,195
13	10	44	1,5	1,172
14	10	54	0,25	1,215
15	10	54	0,5	1,212
16	10	54	0,75	1,207
17	10	54	1	1,206
18	10	54	1,25	1,205
19	10	54	1,5	1,175

20	10	7,1	0,25	1,186
21	10	7,1	0,5	1,142
22	10	7,1	0,75	1,113
23	10	7,1	1	1,077
24	10	7,1	1,25	1,053
25	10	7,1	1,5	1,033
26	10	8,4	0,25	1,194
27	10	8,4	0,5	1,153
28	10	8,4	0,75	1,124
29	10	8,4	1	1,099
30	10	8,4	1,25	1,071
31	10	8,4	1,5	1,048
32	10	10,5	0,25	1,202
33	10	10,5	0,5	1,167
34	10	10,5	0,75	1,139
35	10	10,5	1	1,123
36	10	10,5	1,25	1,1
37	10	10,5	1,5	1,071

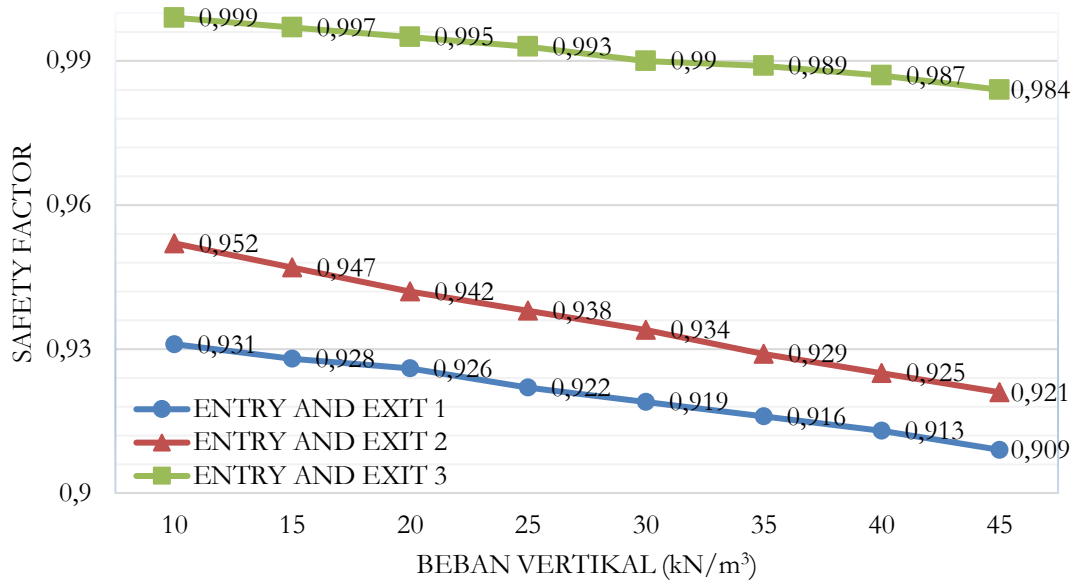
Tabel 5. Hasil analisis beban 10 kN/m<sup>3</sup> entry and exit 3

N o	Beban Vertikal	Kuat Tarik	Jarak Vertikal	SF
1	10	-	-	0,999
2	10	32	0,25	1,33
3	10	32	0,5	1,253
4	10	32	0,75	1,219
5	10	32	1	1,213
6	10	32	1,25	1,205
7	10	32	1,5	1,183
8	10	44	0,25	1,384
9	10	44	0,5	1,281
10	10	44	0,75	1,239
11	10	44	1	1,229
12	10	44	1,25	1,217
13	10	44	1,5	1,194
14	10	54	0,25	1,428
15	10	54	0,5	1,304
16	10	54	0,75	1,255
17	10	54	1	1,241
18	10	54	1,25	1,226
19	10	54	1,5	1,204

N o	Beban Vertikal	Kuat Tarik	Jarak Vertikal	SF
20	10	7,1	0,25	1,207
21	10	7,1	0,5	1,179
22	10	7,1	0,75	1,144
23	10	7,1	1	1,114
24	10	7,1	1,25	1,094
25	10	7,1	1,5	1,075
26	10	8,4	0,25	1,214
27	10	8,4	0,5	1,187
28	10	8,4	0,75	1,168
29	10	8,4	1	1,132
30	10	8,4	1,25	1,109
31	10	8,4	1,5	1,088
32	10	10,5	0,25	1,227
33	10	10,5	0,5	1,198
34	10	10,5	0,75	1,178
35	10	10,5	1	1,162
36	10	10,5	1,25	1,134
37	10	10,5	1,5	1,108

### Analisis Stabilitas Lereng Tanpa Perkuatan

Lereng tanpa perkuatan dilakukan analisis stabilitas lerengnya dengan menggunakan program Geoslope. Analisis yang ditampilkan dari masing-masing beban vertikal pada *entry and exit* 1, *entry and exit* 2 dan *entry and exit* 3. Analisis yang didapat dari program Geoslope pada stabilitas lereng tanpa perkuatan diperoleh dari angka keamanan lereng. Berikut adalah hasil beberapa output analisis dapat dilihat pada Gambar 4. berikut dibawah ini,



Gambar **Error! No text of specified style in document.**. Hubungan antara beban vertikal dengan faktor keamanan pada kondisi lereng tanpa perkuatan

Berdasarkan hasil analisis sesuai Gambar **Error! No text of specified style in document.** nilai *safety factor* mengalami penurunan pada setiap beban vertikal yang semakin bertambah. Penurunan yang terjadi pada *entry and exit* 1 menurun dengan rata rata sebesar 0,3%, saat *entry and exit* 2 menurun dengan rata rata sebesar 0,5% dan sedangkan *entry and exit* 3 menurun dengan rata rata sebesar 0,2%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar beban vertikal yang digunakan maka semakin kecil nilai *safety factor* yang didapat. Berdasarkan Gambar 4 semua hasil analisis tanpa perkuatan pada *entry and exit* 1, *entry and exit* 2 dan *entry and exit* 3 menunjukkan nilai *safety factor* kurang dari 1,25 dan nilai *safety factor* berkisar dibawah 1,07 yang berarti lereng labil.

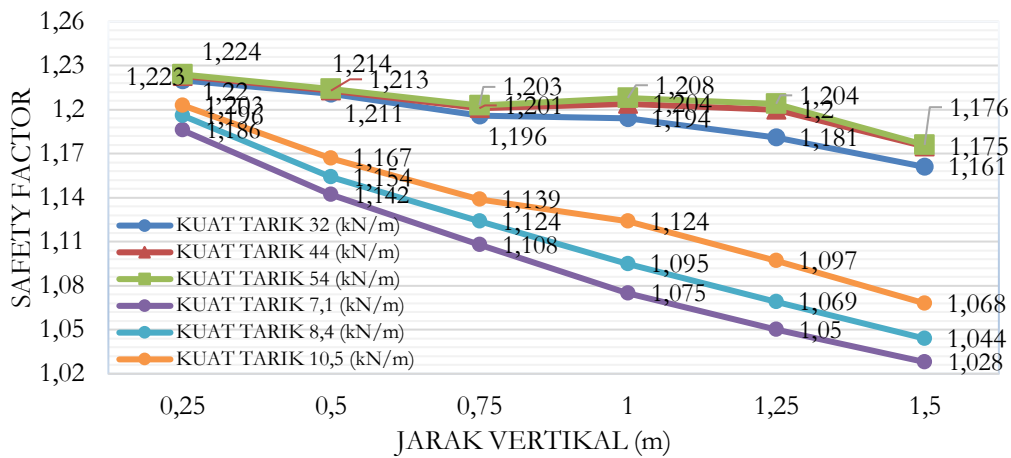
### Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan

Penelitian ini menggunakan nilai *critical safety factor* pada setiap variasi yang ditentukan. *Critical safety factor* adalah nilai keamanan yang paling kritis yang didapat pada analisis nilai keamanan sesuai pengaturan *entry and exit* yang telah diberikan. Geoslope yang akan menentukan secara otomatis letak *critical safety factor* dari setiap hasil *run* yang dilakukan. Sesuai hasil terkecil dari hasil analisis (*run*) dari program Geoslope.

### Hubungan Kuat Tarik Geotekstil, Beban Verikal, Dan Jarak Vertikal Geotekstil Dengan Nilai *Safety Factor* Pada *Entry And Exit* 1

Hubungan kuat tarik geotekstil dan jarak vertikal geotekstil dengan nilai *safety factor* untuk mengetahui pengaruh variasi terhadap nilai *safety factor* pada analisis stabilitas lereng yang ingin diketahui. Hasil analisis yang dilakukan dapat dilihat pada garfik hubungan analisis lereng dengan perkuatan pada masing-masing beban vertikal. Pada analisis ini digunakan jenis *entry and exit* 1 dengan penggambaran koordinat 0 sampai koordinat 15 (lereng bagian atas) dan koordinat 40 sampai koordinat 53 (lereng bagian bawah). Berikut adalah hasil beberapa output analisis pada setiap beban vertikal dapat dilihat berikut dibawah ini,

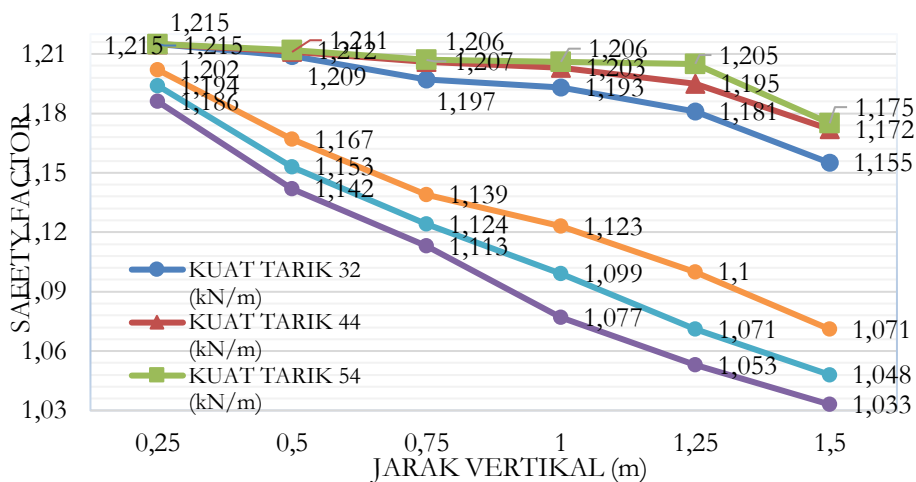




Gambar 3. Hubungan antara jarak vertikal geotekstil dengan faktor keamanan pada variasi kuat tarik geotekstil beban vertikal  $10 \text{ kN/m}^3$  entry and exit 1

Berdasarkan hasil analisis sesuai Gambar 5. hasil analisis dengan metode *Bishop* pada kuat tarik geotekstil jenis *woven* 32 kN/m, 44 kN/m dan 54 kN/m saat jarak vertikal 0,25 m menjadi 0,5 m, nilai *SF* menurun rata-rata 0,79%. Pada jarak vertikal 0,5 m menjadi 0,75 m, nilai *SF* turun sebesar 1,04%. Saat jarak vertikal 0,75 m menjadi 1 m, nilai *SF* naik sebesar 0,28%. Untuk jarak vertikal 1 m menjadi 1,25 m, nilai *SF* turun dengan rata-rata 0,58%. Sedangkan, Saat jarak vertikal 1,25 m menjadi 1,5 m, nilai *SF* naik sebesar 2,03%.

Untuk kuat tarik geotekstil jenis *non woven* 7,1 kN/m, 8,4 kN/m dan 10,5 kN/m saat jarak vertikal 0,25 m menjadi 0,5 m, nilai *SF* menurun rata-rata 3,40%. Pada jarak vertikal 0,5 m menjadi 0,75 m, nilai *SF* turun sebesar 2,66%. Saat jarak vertikal 0,75 m menjadi 1 m, nilai *SF* turun sebesar 2,29%. Untuk jarak vertikal 1 m menjadi 1,25 m, nilai *SF* turun sebesar 2,37%. Sedangkan, Saat jarak vertikal 1,25 m menjadi 1,5 m, nilai *SF* naik sebesar 2,36%.



Gambar 6. Hubungan antara jarak vertikal geotekstil dengan faktor keamanan pada variasi kuat tarik geotekstil beban vertikal  $10 \text{ kN/m}^3$  entry and exit 2

### Hubungan Kuat Tarik Geotekstil, Beban Verikal, Dan Jarak Vertikal Geotekstil Dengan Nilai *Safety Factor* Pada *Entry And Exit* Tipe 2

Hubungan kuat tarik geotekstil dan jarak vertikal geotekstil dengan nilai *safety factor* untuk mengetahui pengaruh variasi terhadap nilai *safety factor* pada analisis stabilitas lereng yang ingin diketahui. Hasil

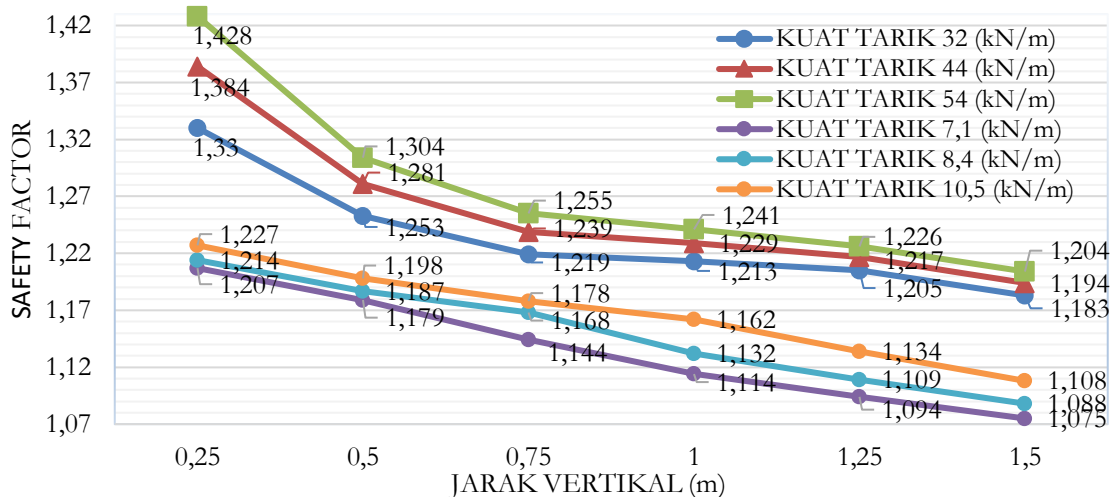
analisis yang dilakukan dapat dilihat pada garfik hubungan analisis lereng dengan perkuatan pada masing-masing beban vertikal. Pada analisis ini digunakan jenis *entry and exit* 1 dengan penggambaran koordinat 0 sampai koordinat 7,5 (lereng bagian atas) dan koordinat 40 sampai koordinat 46,5 (lereng bagian bawah). Hasil bebarapa output analisis pada setiap beban vertikal dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan hasil analisis sesuai Gambar 6. hasil analisis dengan metode Bishop pada kuat tarik geotekstil jenis *woven* 32 kN/m, 44 kN/m dan 54 kN/m saat jarak vertikal 0,25 m menjadi 0,5 m, nilai SF menurun rata-rata sebesar 0,35%. Pada jarak vertikal 0,5 m menjadi 0,75 m, nilai SF mengalami penurunan rata-rata sebesar 0,61%. Saat jarak vertikal 0,75 m menjadi 1 m, nilai SF turun sebesar 0,22%. Untuk jarak vertikal 1 m menjadi 1,25 m, nilai SF mengalami penurunan rata-rata sebesar 0,58%. Sedangkan, Saat jarak vertikal 1,25 m menjadi 1,5 m, nilai SF mengalami kenaikan rata-rata sebesar 2,21%.

Untuk kuat tarik geotekstil jenis *non woven* 7,1 kN/m, 8,4 kN/m dan 10,5 kN/m saat jarak vertikal 0,25 m menjadi 0,5 m, nilai SF mengalami penurunan rata-rata sebesar 3,35%. Pada jarak vertikal 0,5 m menjadi 0,75 m, nilai SF mengalami penurunan rata-rata sebesar 2,48%. Saat jarak vertikal 0,75 m menjadi 1 m, nilai SF mengalami penurunan rata-rata sebesar 2,29%. Untuk jarak vertikal 1 m menjadi 1,25 m, nilai SF mengalami penurunan rata-rata sebesar 2,27%. Sedangkan, Saat jarak vertikal 1,25 m menjadi 1,5 m, nilai SF mengalami kenaikan rata-rata sebesar 2,23%.

### Hubungan Kuat Tarik Geotekstil, Beban Verikal, Dan Jarak Vertikal Geotekstil Dengan Nilai *Safety Factor* Pada *Entry And Exit* Tipe 3

Hubungan kuat tarik geotekstil dan jarak vertikal geotekstil dengan nilai *safety factor* untuk mengetahui pengaruh variasi terhadap nilai *safety factor* pada analisis stabilitas lereng yang ingin diketahui. Hasil analisis yang dilakukan dapat dilihat pada garfik hubungan analisis lereng dengan perkuatan pada masing-masing beban vertikal. Pada analisis ini digunakan jenis *entry and exit* 3 dengan penggambaran koordinat 7,5 sampai koordinat 15 (lereng bagian atas) dan koordinat 46,5 sampai koordinat 53 (lereng bagian bawah). Berikut adalah hasil bebarapa output analisis pada setiap beban vertikal dapat dilihat berikut dibawah ini,



Gambar 7. Hubungan antara jarak vertikal geotekstil dengan faktor keamanan pada variasi kuat tarik geotekstil beban vertikal 10 kN/m<sup>3</sup> *entry and exit* 3

Berdasarkan hasil analisis sesuai Gambar 7. hasil analisis dengan metode Bishop pada kuat tarik geotekstil jenis *woven* 32 kN/m, 44 kN/m dan 54 kN/m saat jarak vertikal 0,25 m menjadi 0,5 m, nilai SF menurun sebesar 7,31%. Pada jarak vertikal 0,5 m menjadi 0,75 m, nilai SF turun sebesar 3,25%. Saat jarak vertikal 0,75 m menjadi 1 m, nilai SF menurun sebesar 0,80%. Untuk jarak vertikal 1 m menjadi 1,25 m, nilai SF menurun sebesar 0,95%. Sedangkan, Saat jarak vertikal 1,25 m menjadi 1,5 m, nilai SF naik sebesar 1,84%.

Untuk kuat tarik geotekstil jenis *non woven* 7,1 kN/m, 8,4 kN/m dan 10,5 kN/m saat jarak vertikal 0,25 m menjadi 0,5 m, nilai SF turun 2,30%. Pada jarak vertikal 0,5 m menjadi 0,75 m, nilai SF turun sebesar 2,08%. Saat jarak vertikal 0,75 m menjadi 1 m, nilai SF turun sebesar 2,35%. Untuk jarak vertikal 1 m menjadi 1,25 m, nilai SF menurun sebesar 2,08%. Sedangkan, Saat jarak vertikal 1,25 m menjadi 1,5 m, nilai SF naik sebesar 1,97%.

## SIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan, kesimpulan yang diperoleh yaitu

1. *Safety factor* (SF) pada analisis stabilitas lereng tanpa perkuatan dengan variasi kuat tarik geotekstil, beban vertikal, *entry and exit* dan jarak vertikal geotekstil mengalami rata-rata penurunan pada *entry and exit* 1 menurun dengan rata-rata sebesar 0,3%, saat *entry and exit* 2 menurun dengan rata-rata sebesar 0,5% dan sedangkan *entry and exit* 3 menurun dengan rata-rata sebesar 0,2%.
2. Peningkatan *safety factor* pada lereng sebagai berikut :
  - a. Nilai *safety factor* pada *entry and exit* 1 pada masing-masing beban vertikal mengalami peningkatan rata-rata berkisar 1,76% sampai dengan 1,82%.
  - b. Nilai *safety factor* pada *entry and exit* 2 pada masing-masing beban vertikal mengalami peningkatan rata-rata berkisar 1,69% sampai dengan 1,70%.
  - c. Nilai *safety factor* pada *entry and exit* 3 pada masing-masing beban vertikal mengalami peningkatan rata-rata berkisar 2,54% sampai dengan 2,59%.
3. Hasil analisis stabilitas lereng untuk lereng dengan perkuatan geotekstil dengan kuat tarik geotekstil *woven* 32 kN/m, 44 kN/m dan 54 kN/m dan *non-woven* 7,1 kN/m, 8,4 kN/m dan 10,5 kN/m dengan beban vertikal 10 kN/m<sup>2</sup>, 15 kN/m<sup>2</sup>, 20 kN/m<sup>2</sup>, 25 kN/m<sup>2</sup>, 30 kN/m<sup>2</sup>, 35 kN/m<sup>2</sup>, 40 kN/m<sup>2</sup> dan 45 kN/m<sup>2</sup> menunjukkan nilai rata-rata nilai *safety factor* lereng dengan kekuatan geotekstil sebesar 1,1. Nilai *safety factor* meningkat dengan rata-rata sebesar 0,8% pada geotekstil *woven* dan meningkat 1,5% pada geotekstil *non-woven*.
4. Hasil analisis stabilitas lereng dengan perkuatan geotekstil dengan jarak vertikal geotekstil 0,25 m, 0,5 m, 0,75 m, 1 m, 1,25 m dan 1,5 m dengan beban vertikal 10 kN/m<sup>2</sup>, 15 kN/m<sup>2</sup>, 20 kN/m<sup>2</sup>, 25 kN/m<sup>2</sup>, 30 kN/m<sup>2</sup>, 35 kN/m<sup>2</sup>, 40 kN/m<sup>2</sup> dan 45 kN/m<sup>2</sup> menunjukkan bahwa nilai *safety factor* mengalami kenaikan setiap jarak vertikal sebesar 2%.

## REFERENSI

- Effendi, M., 2016, "Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Software Geostudio Slope/W 2012 Berdasarkan Metode Bishop Di Desa Cisarua Kabupaten Bogor", Institut Pertanian Bogor.
- Fitri, S. N., 2021, "Perkuatan Oprit Jembatan Kali Jubang Jalan Tol Pejangan - Brebes Timur menggunakan Geotekstil", *Bentang : Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*. Vol. 9 No. 1.
- Fitri S N and Surjandari N S, 2022, "The Combined Effects of Terraces Slope Model and Geotextile Reinforcement Design in Sendangmulyo, Wonogiri". *Proceedings of the Second International Conference of Construction, Infrastructure, and Materials*, pp. 13–21.
- Geoslope, 2020, "Trial Lisence". <http://www.geoslope.com/learning/download>
- Hardiyatmo, H. C., 2014, "Mekanika Tanah 2", Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Kumalasari, V., 2012, "Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Program Geoslope", Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Kumar, S. and Roy, L.B., 2022. Rainfall Induced Geotextile Reinforced Model Slope Embankment Subjected to Surcharge Loading: A Review Study. *Archives of Computational Methods in Engineering*, pp.1-19.
- Niroumand, H., Kassim, K.A., Ghafooripour, A. and Nazir, R., 2012. The role of geosynthetics in slope stability. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 17(HR), pp.2739-48.
- Prasetyo, I., 2017, "Analisis Stabilitas Lereng Bertingkat Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Metode Elemen Hingga", Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Shao, Q., Gu, W., Dai, Q.Y., Makoto, S. and Liu, Y., 2014. Effectiveness of geotextile mulches for slope restoration in semi-arid northern China. *Catena*, 116, pp.1-9.
- Surjandari N S, Setiawan B, dan Nindyantika E, 2012, "Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil", Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Uswatun, C., 2012, "Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program Geoslope", Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Zhu, M., Viswanath, M., Ebrahimi, A. and Beech, J.F., 2014. Slope-stability charts for stacked geotextile tubes. In *Geo-Congress 2014: Geo-characterization and Modeling for Sustainability* (pp. 3082-3091).