

## Analisis stabilitas timbunan tanah menggunakan perkuatan geotekstil dengan software Geostudio

Farrel Muhammad Nadhif\* dan Muhammad Rifqi Abdurrozak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

### Article Info

Available online

### Keywords:

FoS  
Settlement  
Geotextile  
SLOPE/W

### Corresponding Author:

Farrel Muhammad Nadhif  
[18511005@alumni.uii.ac.id](mailto:18511005@alumni.uii.ac.id)

### Abstract

*Pemalang – Batang Toll Road project is located in Central Java Province. The soil conditions at the project site are highly diverse. Previously the existing soil was a rice fields area which has a high potential for landslides and soil settlement due to the presence of embankment slopes. Therefore, a slope stability analysis is required for the embankment on the existing soil of the toll road.*

*The stability analysis of the embankment slope is calculated using the limit equilibrium method using SLOPE/W Geostudio 2018 with variations in embankment height at 6 meters, 8 meters, and 10 meters. Additionally, a manual calculation is conducted using the fellenius method for the 10 meter embankment. The embankment slope is considered safe if it meet the minimum requirements of the factor of safety ( $FoS \geq 1,5$ ) without the seismic load, if affected with seismic load the minimum requirements of the factor of safety ( $FoS \geq 1,1$ ). Embankment that did not meet the minimum requirements will be reinforced using geotextile with an ultimate tensile strength of 55 kN/m.*

*The analysis result for all of the variations without the seismic load have met the required factor of safety ( $FoS \geq 1,5$ ). However the 8 meters and 10 meters variations with the seismic load have not met the minimum requirements of the factor of safety ( $FoS \geq 1,1$ ), so it require reinforcement using geotextile. After reinforcement with geotextile, the factor of safety (FoS) values for the embankments with heights of 8 meters, and 10 meters are 1,267, and 1,638 respectively. These values meet the required factor of safety ( $FoS \geq 1,1$ ). The total settlement that occurs directly on the 10 meter embankment slope is 2,201 cm, which is well within the allowable settlement limit of 131,667 cm.*

Copyright © 2024 Universitas Islam Indonesia  
All rights reserved

### Pendahuluan

#### Latar Belakang

Salah satu aspek penting dalam pertumbuhan perekonomian suatu negara merupakan pembangunan infrastruktur. Dengan pembangunan infrastruktur yang baik dan merata di seluruh negeri akan memberikan dampak yang baik kepada negara sehingga mendorong perekonomian di negara. Hal ini dikarenakan infrastruktur yang baik dan merata tersebut memberikan kemudahan pada arus perekonomian suatu negara. Salah satu infrastruktur yang dapat membantu perpindahan barang dan sangat membantu

dalam distribusi logistik ke setiap daerah adalah jalan. Pembangunan infrastruktur jalan yang saat ini sedang gencar dilakukan di Indonesia adalah pembangunan Jalan Tol. Jalan Tol merupakan jalan bebas hambatan yang termasuk kedalam Sistem Jaringan Jalan dan sebagai Jalan Nasional. Dengan adanya Jalan tol ini diharapkan distribusi logistik dapat dilakukan lebih cepat yang kemudian dapat memicu pertumbuhan ekonomi yang lebih cepat.

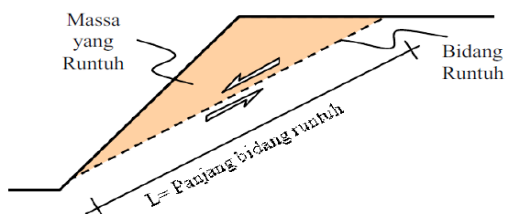
Jalan Tol Trans Jawa merupakan penghubung antar daerah di Pulau Jawa. Salah satu proyek jalan tol yang ada pada Jaringan Tol Trans

Jawa ini adalah Jalan Tol Pemalang – Batang yang berada di Provinsi Jawa Tengah. Pada proyek Jalan Tol Pemalang – Batang ini memiliki kondisi tanah yang beragam, tanah eksisting yang merupakan tanah sawah dan rawa ini memberikan kesulitan pada pelaksanaan proyek ini. Dikarenakan tanah sawah dan rawa ini dapat mengakibatkan penurunan pada tanah serta dapat menimbulkan longsor. Sehingga analisis timbunan di atas tanah yang akan akan dibangun jalan tol diperlukan.

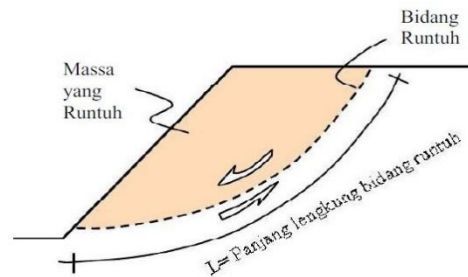
**Tinjauan Pustaka**

**Stabilitas Lereng**

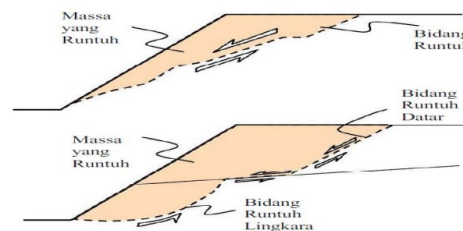
Lereng merupakan permukaan tanah yang memiliki sudut kemiringan terhadap bidang horizontal. Proses terbentuknya lereng dapat terbentuk dari buatan manusia atau proses geologi. Faktor utama yang dapat mempengaruhi stabilitas lereng adalah kekuatan geser tanah yang menunjukkan kemampuan tanah untuk menahan tekanan tanah yang terjadi terhadap keruntuhan. Secara umum, lereng tanah dibagi menjadi dua yaitu lereng alami dan lereng buatan. Lereng alami terbentuk dengan proses alamiah tanpa adanya campur tangan manusia, biasanya ditemukan di daerah perbukitan. Sedangkan lereng buatan adalah lereng yang dibentuk oleh manusia. Terdapat beberapa tipe keruntuhan lereng dilihat dari bentuknya seperti Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3 berikut ini.



Gambar 1. Keruntuhan bidang datar



Gambar 2. Keruntuhan bidang lingkaran



Gambar 3. Keruntuhan tak teratur

Stabilitas lereng merupakan hal yang penting dalam pekerjaan galian dan timbunan tanah dikarenakan hal ini berkaitan dengan keselamatan dan keamanan pekerja serta kelancaran pekerjaan konstruksi. Adapun tujuan dari analisis stabilitas lereng adalah untuk menentukan faktor aman terhadap bidang longsor potensial. Selain faktor kekuatan geser tanah ada beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhi yaitu kuat geser tanah, kondisi tanah, aliran rembesan air, dan lain-lain

**Faktor Keamanan**

Hardiyatmo (2010) menjelaskan bahwa tujuan dari analisis stabilitas yaitu untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial. Analisis stabilitas lereng umumnya berdasarkan pada konsep keseimbangan plastis batas. Dalam analisis stabilitas suatu lereng, faktor keamanan (safety factor) menjadi parameter dari bidang longsor yang berpotensi terjadi kelongsoran. Mengacu pada SNI 8640-2017, nilai angka aman yang disyaratkan pada penelitian ini adalah 1,5 ( $SF \geq 1,5$ ) dikarenakan pada penelitian ini kondisi tanah yang bervariasi dan kondisi geologi dapat dipahami serta logis terhadap kondisi di lapangan.

### Perkuatan Geotekstil

Pada penelitian ini, jenis perkuatan untuk stabilitas tanah bahan geosintetik yaitu geotekstil woven atau geotekstil yang pembuatannya dengan cara menganyam filamen atau pita hingga terbentuk lembaran. Spesifikasi kuat tarik geotekstil yang digunakan sebesar 55 kN yang diproduksi oleh PT. Geotek Indo.

Timbunan yang dikerjakan pada tanah lunak memiliki kecenderungan untuk bergerak ke arah lateral, hal tersebut dapat terjadi karena tekanan tanah horizontal yang bekerja pada timbunan tersebut. Tekanan ini menimbulkan tegangan geser pada dasar timbunan yang harus ditahan oleh tanah fondasi yang lunak tersebut agar tidak terjadi longsoran atau keruntuhan. Sebab itu, dasar timbunan dapat dipasang geotekstil yang memiliki kuat tarik tinggi dengan harapan dapat meningkatkan nilai stabilitas timbunan. Dalam merencanakan perkuatan menggunakan geotekstil, terdapat gaya-gaya stabilitas yang perlu diperhitungkan. Analisis stabilitas lereng dengan perkuatan mempunyai beberapa jenis analisis, yaitu analisis stabilitas eksternal dan analisis stabilitas internal. Stabilitas eksternal terdiri dari stabilitas terhadap geser, stabilitas terhadap guling, stabilitas terhadap eksentrisitas, dan kapasitas dukung tanah. Stabilitas internal terdiri dari stabilitas terhadap gaya-gaya panjang geotekstil overlapping dan panjang efektif geotekstil. Adapun persamaan yang digunakan dalam menentukan kebutuhan geotekstil pada lereng timbunan sebagai berikut.

Koefisien tanah aktif:

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \quad (1)$$

Jarak arah vertical antar lapis geotekstil ( $S_v$ ):

$$\sigma_{hc} = (q \times K_a) + (K_a \times H \times \gamma_b) - (2 \times c \times \sqrt{K_a}) \quad (2)$$

Jumlah lapis geotekstil:

$$\text{Total lapis} = \frac{H}{S_v} \quad (3)$$

Stabilitas terhadap guling:

$$SF = \frac{\sum MR}{\sum MD} \quad (4)$$

Stabilitas terhadap geser:

$$SF = \frac{(q \times \tan \delta \times L) + (H \times \gamma_b \times \tan \delta \times L)}{(q \times K_a \times H) + \left(\frac{1}{2} \times K_a \times \gamma_b \times H^2\right) - (2 \times c \times \sqrt{K_a} \times H)} \quad (5)$$

Stabilitas terhadap eksentrisitas:

$$\frac{1}{6} \times L \geq e \quad (6)$$

Stabilitas terhadap daya dukung:

$$L \leq \frac{\sigma_{ult}}{(H \times \gamma_b) \times q} \quad (7)$$

Panjang *overlapping* geotekstil:

$$L_o = \frac{\sigma_{hc} \times S_v \times SF}{2 \times \gamma_b \times H \times \tan \phi} \quad (8)$$

Panjang efektif geotekstil

$$L_e = \frac{SF \times S_v \times K_a \times \gamma_b \times H}{2 \times \gamma_b \times H \times \tan \phi} \quad (9)$$

### Penurunan Tanah

Jika suatu lapisan tanah diberikan beban di atasnya, maka partikel tanah akan mengalami penambahan tegangan yang diakibatkan oleh beban yang bekerja di atasnya, sehingga tanah akan mengalami penurunan (*settlement*). Immediate settlement atau penurunan langsung ini terjadi dalam kondisi undrained atau tidak adanya perubahan volume. Penurunan langsung terjadi dalam waktu yang singkat selama pelaksanaan konstruksi. Besarnya penurunan elastis ini bergantung pada besarnya modulus elastisitas kekakuan tanah dan beban timbunan di atas tanah asli. Pada penurunan tanah, parameter yang dibutuhkan untuk perhitungannya adalah undrained modulus dengan uji tanah yang diperlukan seperti SPT, sondir (*dutch cone penetration test*), dan *pressuremeter test*. Untuk Perhitungan mencari penurunan tanah langsung dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 10 berikut ini.

$$S_i = \Delta \sigma \times B \times \frac{1 - \mu_s^2}{E} \times I_p \quad (10)$$

$S_i$  adalah Penurunan langsung (m),  $\Delta \sigma$  adalah beban timbunan (kN/m<sup>2</sup>),  $B$  adalah lebar dasar timbunan (m),  $E_s$  adalah modulus elastisitas tanah,  $\mu_s$  adalah poisson's ratio, dan  $I_p$  adalah nondimensional influence factor.

Tegangan tanah yang terjadi merupakan tegangan tanah terbagi merata berbentuk trapesium yang berasal dari timbunan. Dapat dirumuskan dengan Persamaan 11 berikut.

$$\Delta\sigma = q \times I_p \quad (11)$$

$\Delta\sigma$  adalah Penambahan Tegangan ( $\text{kN/m}^2$ ),  $q$  adalah beban timbunan ( $\text{kN/m}^2$ ),  $I_p$  adalah non-dimensional influence factor.

Nilai penurunan memiliki batasan tertentu dalam kriteria penurunannya. Mengacu pada SNI 8640-2017, penurunan izin untuk semua jenis struktur bawah adalah sebesar  $< 15 \text{ cm} + b/600$  ( $b$  dalam satuan cm)

### **Geostudio 2018**

Geostudio 2018 adalah sebuah paket aplikasi untuk melakukan pemodelan geoteknik dan geolingkungan. Program aplikasi ini melingkupi SLOPE/W, SEEP/W, SIGMA/W, QUAKE/W, TEMP/W dan CTRAN/W yang saling terintegrasi sehingga memungkinkan untuk menggunakan hasil dari satu produk ke dalam produk lainnya. Aplikasi Geostudio 2018 yang akan digunakan yaitu SLOPE/W. SLOPE / W memiliki fungsi untuk menghitung faktor keamanan tanah dan kemiringan batuan serta dapat digunakan untuk menganalisis masalah baik secara sederhana maupun kompleks dengan menggunakan salah satu dari delapan metode kesetimbangan batas untuk berbagai kondisi, seperti permukaan yang miring, tekanan pori-air, sifat tanah dan beban terkonsentrasi.

### **Metode Penelitian**

#### **Data Penelitian**

Penelitian yang dilakukan memerlukan data parameter tanah lapangan. Data yang digunakan merupakan data sekunder dari Laporan Evaluasi Hasil Analisis Stabilitas Timbunan Jalan Tol Pejagan-Batang. Berikut merupakan data parameter tanah pada Tabel 1. Selain data tanah, didapatkan juga data gambar potongan melintang jalan dan parameter jalan yang dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan gambar diketahui tinggi timbunan adalah 8 m dengan kemiringan lereng 2H:1V.

Penelitian yang dilakukan menggunakan beban lalu lintas, beban perkerasan, dan beban gempa. Beban lalu lintas yang digunakan sebesar  $15 \text{ kN/m}^2$ , beban perkerasan yang digunakan sebesar  $10 \text{ kN/m}^2$  yang kemudian dijadikan satu menjadi beban struktur dan lalu lintas sebesar  $25 \text{ kN/m}^2$ . Beban gempa yang digunakan ialah beban gempa beban dinamik dengan percepatan puncak  $0,281 \text{ g}$ . Pada penelitian ini dilakukan dengan tiga kondisi. Kondisi pertama kondisi tanpa beban lalu lintas dan tanpa beban gempa, kondisi kedua dengan beban lalu lintas dan tanpa beban gempa, serta kondisi ketiga dengan beban gempa.

#### **Prosedur Penelitian**

Penelitian ini dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan yang disusun secara berurutan. Tahapan ini meliputi tahap studi literatur, tahap pengumpulan data, tahap analisis data, tahap pembahasan dan tahap kesimpulan.

Tahap studi literatur merupakan tahapan untuk mencari dan mempelajari literatur yang terkait dengan topik penelitian. Tahapan pengumpulan data merupakan tahap yang dilakukan untuk mengumpulkan data baik data primer maupun data sekunder yang berkaitan dengan Jalan Tol Pemalang-Batang STA 1+600.

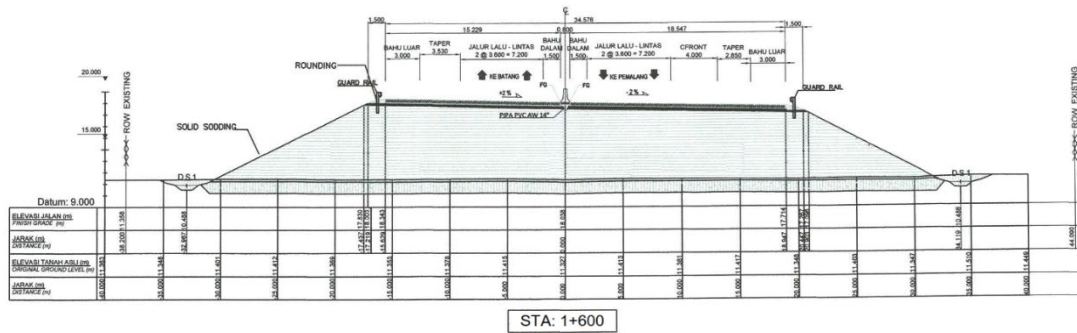
Tahap analisis merupakan tahap yang terpenting dalam penelitian ini, dimulai dari menggunakan SLOPE/W Geostudio 2018 serta memasukkan material tanahnya pada tiap lapisan tanah pada permodelan. Permodelan dibuat dengan dua tahap yaitu permodelan lereng timbunan tanpa beban lalu lintas dan tanpa perkuatan serta tanpa beban gempa, kemudian permodelan lereng timbunan dengan beban lalu lintas dan tanpa perkuatan serta tanpa beban gempa, lalu permodelan lereng timbunan dengan beban lalu lintas dan tanpa perkuatan serta dengan pengaruh beban gempa. Dengan Nilai angka aman  $SF \geq 1,5$  untuk permodelan tanpa pengaruh beban gempa, dan  $SF \geq 1,1$  untuk permodelan dengan pengaruh beban gempa. Kemudian akan dilakukan perkuatan dengan menggunakan geotekstil. Geotekstil dihitung

terlebih dahulu sesuai dengan kebutuhannya. Setelah didapatkan kebutuhan perkuatan geotekstil, selanjutnya dilakukan permodelan dengan penambahan perkuatan geotekstil dan

dianalisis. Apabila sudah didapatkan nilai angka aman yang disyaratkan, maka dapat dilanjutkan dengan hasil dan pembahasan, hingga kesimpulan dan saran.

Tabel 1. Data parameter tanah

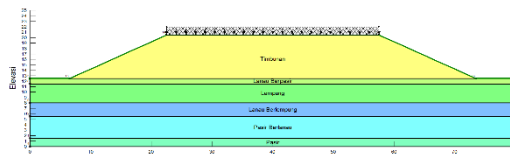
Nama	Satuan	Lanau Berpasir	Lempung	Lanau Berlempung	Pasir Berlanau	Pasir	Timbunan
$\gamma_{unsat}$	kN/m <sup>3</sup>	16	15	16	15	17	17
$\gamma_{sat}$	kN/m <sup>3</sup>	17	16	17	16	18	18
$E$	kN/m <sup>2</sup>	25000	5370	8160	35000	56000	2500
$\nu$	-	0,31	0,33	0,32	0,32	0,3	0,33
$c$	kN/m <sup>2</sup>	5	26,84	63,13	5	5	35
$\phi$	°	23	24	28	36,4	28,23	10
Kedalaman	m	0-1	1-4,5	4,5-7	7-11	11-12,5	



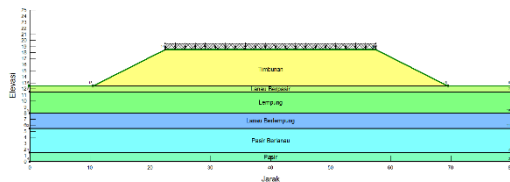
Gambar 4. Potongan melintang jalan

**Hasil Penelitian**  
**Stabilitas Lereng Timbunan Tanpa Perkuatan**

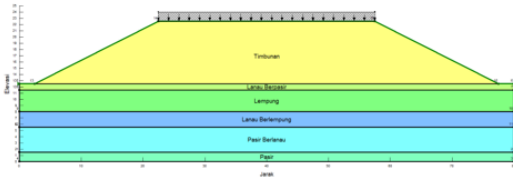
Analisis yang dilakukan pada lereng timbunan proyek Pembangunan Jalan Tol Pemalang - Batang ini dilakukan pada Sta 1+600 dengan variasi ketinggian lereng 6 m, 8 m, dan 10 m. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui nilai angka aman pada lereng dengan menggunakan program Geostudio 2018 dan perhitungan dengan metode *Felinius*. Pemodelan lereng asli menggunakan beban yang bekerja di atasnya dan parameter tanah yang didapatkan. Pemodelan lereng timbunan dilakukan secara dua dimensi dapat dilihat pada Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 5 Pemodelan Lereng Timbunan 8 m Tanpa Perkuatan

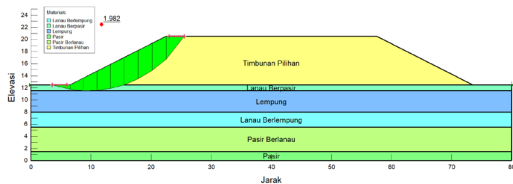


Gambar 6 Pemodelan Lereng Timbunan 6 m Tanpa Perkuatan

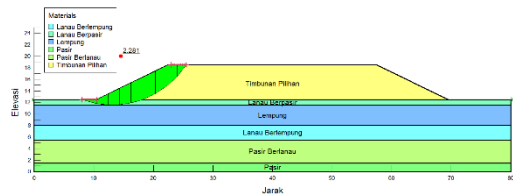


Gambar 7 Pemodelan Lereng Timbunan 10 m Tanpa Perkuatan

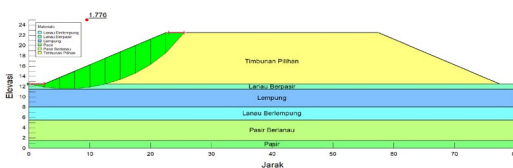
Hasil analisis tanah lereng timbunan didapatkan nilai angka keamanan (*Safety Factor*) 6 m, 8 m, dan 10 m untuk kondisi tanpa beban lalu lintas persyaratan SF yang digunakan pada penelitian ini ada  $SF > 1,5$ . Nilai SF yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 8, Gambar 9, dan Gambar 10 berikut ini



Gambar 8 Nilai SF Lereng Timbunan 8 m Tanpa Beban Lalu Lintas



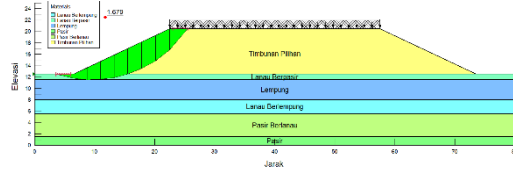
Gambar 9 Nilai SF Lereng Timbunan 6 m Tanpa Beban Lalu Lintas



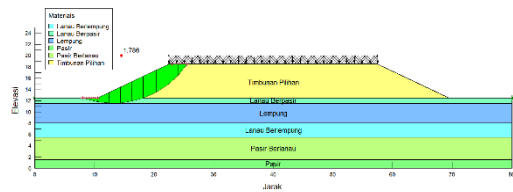
Gambar 10 Nilai SF Lereng Timbunan 10 m Tanpa Beban Lalu Lintas

Hasil analisis tanah lereng timbunan didapatkan nilai angka keamanan (*Safety Factor*) 6 m, 8 m, dan 10 m untuk kondisi dengan beban lalu lintas menggunakan persyaratan  $SF > 1,5$  sehingga telah memenuhi. Nilai SF yang diperoleh dapat

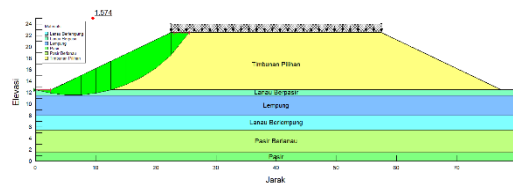
dilihat pada Gambar 11, Gambar 12, dan Gambar 13 berikut ini



Gambar 11 Nilai SF Lereng Timbunan 8 m dengan Beban Lalu Lintas

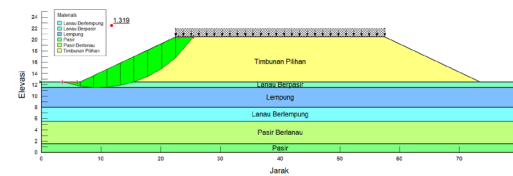


Gambar 12 Nilai SF Lereng Timbunan 6 m dengan Beban Lalu Lintas

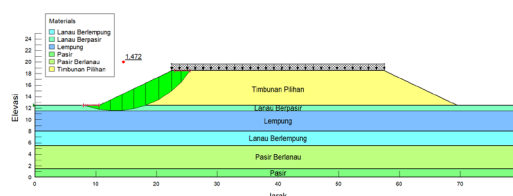


Gambar 13 Nilai SF Lereng Timbunan 10 m dengan Beban Lalu Lintas

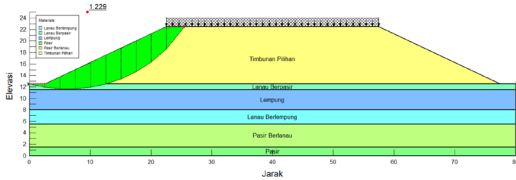
Hasil analisis tanah lereng timbunan didapatkan nilai angka keamanan (*Safety Factor*) 6 m, 8 m, dan 10 m untuk kondisi dengan beban gempa menggunakan persyaratan  $SF > 1,1$ . Nilai SF yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 14, Gambar 15, dan Gambar 16 berikut ini.



Gambar 14 Nilai SF Lereng Timbunan 8 m dengan Beban Gempa



Gambar 15 Nilai SF Lereng Timbunan 6 m dengan Beban Gempa



Gambar 16 Nilai SF Lereng Timbunan 10 m dengan Beban Gempa

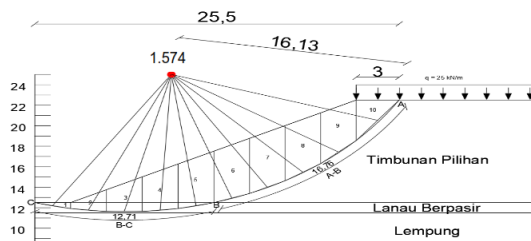
Hasil rekapitulasi angka aman dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Nilai Angka Aman Lereng Timbunan Tanpa Perkuatan

Tinggi Timbunan	Safety Factor		
	Tanpa Beban Lalu Lintas	Beban Lalu Lintas	Beban Gempa
6m	2,281	1,786	1,171
8m	1,982	1,679	1,080
10m	1,776	1,574	1,002

Nilai SF yang masih belum memenuhi persyaratan ada pada ketinggian 8m dan 10m dengan kondisi terpengaruhi beban gempa sehingga diperlukan perkuatan geotekstil.

Selanjutnya dilakukan perhitungan secara manual dengan metode *Fellenius*. Analisis lereng dengan menggunakan metode *Fellenius* bertujuan untuk mendapatkan nilai angka aman pada lereng asli. Lereng dibagi menjadi 10 irisan yang tiap irisan dengan jari-jari 16,13 meter, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2 Irisan Pada Lereng Timbunan

Berdasarkan gambar di atas, didapatkan hasil dari seluruh perhitungan pada tiap piasnya yang terdapat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Metode *Fellenius*

Irisan	Luas m <sup>2</sup>	Berat (W) kN	W sinθ kN	W cosθ kN	(W cos θ) . (tan φ) kN
1	0.7194	3.5970	-0.8073	3.5052	-11.8495
2	1.8014	9.0070	-1.0128	8.9498	-30.2552
3	1.5756	55.1460	-6.201	54.796	25.9633
4	2.1586	10.7930	-0.00253	10.793	-36.4859
5	4.7269	165.4415	-0.0387	165.441	78.3886
6	1.8044	9.0220	1.2135	8.9462	-30.2429
7	7.8782	275.7370	37.0885	273.421	129.5513
8	0.7247	3.6235	1.1772	3.4269	-11.5848
9	11.0295	386.0325	125.416	365.091	172.9858
10	12.9442	453.0470	197.432	407.764	193.2050
11	13.3888	468.6080	275.298	379.215	179.6778
12	12.8511	449.7885	317.938	318.158	150.7484
13	11.0634	387.2190	308.485	234.0409	110.8920
14	5.9130	330.7975	257.088	115.788	54.8624
Total	88.5792		1513.067	2349.144	975.7870

Nilai tahanan kelongsoran oleh kohesi yang di hitung dari panjang lengkung tanah. Panjang garis lengkung tanah timbunan A-B 12,71 m dan B-C 16,76, dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\Sigma c_i a_i = (12,71 \times 5) + (16,76 \times 5) = 650,150 \text{ kN/m}$$

Beban merata yang ada diatas lereng sebesar 25 kN/m<sup>2</sup>. Gaya yang dihasilkan dari beban merata tersebut diperhitungkan sebagai berikut.

$$P_q = (q \times A) = 25 \times 3 \times 1 = 75 \text{ kN}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, dapat di hitung nilai angka keamanan lereng dengan metode *Fellenius* sebagai berikut ini.

$$\begin{aligned} SF &= \frac{\text{Jumlah Momen Tahanan}}{\text{Jumlah Momen Longsor}} \\ &= \frac{(cxL) + (\tan \phi \times W \times \cos)}{(W \times \sin) + (\text{Beban} \times \text{Luas})} \\ &= \frac{(650,15) + (1111,41)}{(1095,41) + (75)} \\ &= 1,505 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

### Stabilitas Lereng Timbunan Dengan Perkuatan

Untuk jenis tanah timbunan yang digunakan sebagai parameter tanah dalam perhitungan kebutuhan geotekstil adalah sebagai berikut.

- a. Berat volume tanah ( $\gamma_b$ ) = 18 kN/m<sup>3</sup>
- b. Kohesi (c) = 35 kN/m<sup>2</sup>
- c. Sudut gesek dalam ( $\phi$ ) = 10°

Untuk data parameter geotekstil yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Data Geotekstil Woven 250 Gr

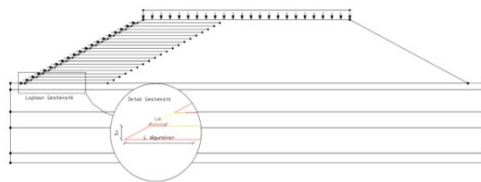
Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Kuat tarik ultimit	T	55	kN/m
Regangan	$\epsilon$	30	%
Kekakuan normal	EA	184	kN/m

Hasil perhitungan analisis kebutuhan geotekstil dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Rekapitulasi Kebutuhan Geotekstil

H Lereng	L	Sv	Total
6 m	4 m	1 m	6 lapis
8 m	6 m	0,5 m	16 lapis
10 m	14 m	0,5 m	20 lapis

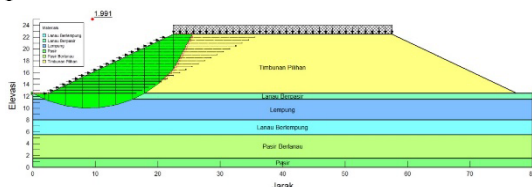
penggunaan perkuatan geotekstil pada lereng timbunan dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Detail Pemasangan Geotekstil Lereng Timbunan 10 m

### Stabilitas Lereng Timbunan Dengan Perkuatan

Analisis dilakukan pada lereng timbunan dengan perkuatan pada proyek Pembangunan Jalan Tol Pematang-Batang pada Sta 1+600. Tujuan dilakukan analisis dengan perkuatan ialah diharapkan dapat meningkatkan nilai angka aman dan mengetahui seberapa besar kenaikan nilai angka aman setelah diberi perkuatan. Besar kenaikan nilai angka aman dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Pemodelan Lereng Timbunan 10 m Dengan Perkuatan

Setelah dilakukan analisis pada timbunan yang diberikan perkuatan geotekstil jenis woven 250 Gr dengan memakai Geostudio 2018

diperoleh nilai SF sebesar 1,991. Nilai tersebut sudah memenuhi nilai angka aman SF yang disyaratkan yaitu  $SF > 1,5$ . Setelah diberi perkuatan geotekstil. Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Rekapitulasi Hasil Safety Factor Lereng Timbunan Dengan Perkuatan

Tinggi Lereng	Nilai SF		
	Tanpa Beban Lalu Lintas	Tanpa Beban Gempa	Dengan Beban Gempa
6 m	2,530	1,996	1,590
8 m	2,310	1,953	1,540
10 m	2,818	2,526	1,991

Setelah itu dilakukan analisis penurunan tanah pada lereng timbunan dengan ketinggian 10 m yang dapat dilihat pada tabel 8 berikut ini.

Tabel 8 Rekapitulasi Hasil Penurunan Tanah Lereng Timbunan 10 m

Jenis Tanah	H m	$\Delta H$ m	$\Delta \sigma$ kN/m <sup>2</sup>	Si M
Lanau Berpasir	0-1	1	8	0,00253
Lempung Lanau	1-4,5	3,5	7,2	0,01004
Berlempung Pasir	4,5-7	2,5	7,23	0,00671
Berlanau	7-11	4	7,14	0,00155
Pasir	11-12,5	1,5	8,5	0,00118
Total Penurunan segera pada lereng 10 m				0,02201

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

- Hasil analisis lereng timbunan tanah tanpa perkuatan geotekstil. Tinggi timbunan 6 meter tanpa pengaruh beban lalu lintas dan beban gempa didapat angka aman sebesar 2,281 dan yang terpengaruhi beban lalu lintas 1,786 serta dengan pengaruh beban gempa sebesar 1,472. Tinggi timbunan 8 meter tanpa pengaruh beban lalu lintas dan beban gempa didapat angka aman sebesar 1,982 dan yang terpengaruhi beban lalu lintas 1,679 serta dengan pengaruh beban gempa sebesar 1,319. Tinggi timbunan 10 meter tanpa pengaruh beban lalu lintas dan beban gempa didapat angka aman sebesar 1,776 dan yang terpengaruhi beban lalu lintas 1,574 serta dengan pengaruh beban gempa sebesar 1,229.
- Hasil analisis lereng timbunan dengan ketinggian 10 meter menggunakan SLOPE/W Geostudio

- 2018 didapatkan nilai angka aman (SF) sebesar 1,574. Perhitungan manual dengan metode *Fellenius* didapatkan nilai angka aman (SF) sebesar 1,505.
- Hasil analisis lereng timbunan tanah yang sudah diberi perkuatan geotekstil. Tinggi timbunan 6 meter tanpa pengaruh beban lalu lintas dan beban gempa didapat angka aman sebesar 2,530 dan yang terpengaruhi beban lalu lintas 1,996 serta dengan pengaruh beban gempa sebesar 1,590. Tinggi timbunan 8 meter tanpa pengaruh beban lalu lintas dan beban gempa didapat angka aman sebesar 2,310 dan yang terpengaruhi beban lalu lintas 1,953 serta dengan pengaruh beban gempa sebesar 1,540. Tinggi timbunan 10 meter tanpa pengaruh beban lalu lintas dan beban gempa didapat angka aman sebesar 2,818 dan yang terpengaruhi beban lalu lintas 2,526 serta dengan pengaruh beban gempa sebesar 1,991.
  - Hasil analisis penurunan tanah timbunan pada lereng dengan ketinggian 10 meter didapatkan angka penurunan sebesar 0,002201 m atau 2,201 cm.

#### Daftar Pustaka

- Badan Standar Nasional (2005). Penyusunan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah. SNI 7124:2005. Jakarta.
- Bina Marga. (2009). Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Bowles, J.E (1989). Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Terjemahan. Erlangga. Jakarta.
- Bowles, J.E (1993). Analisis dan Desain Pondasi Edisi Keempat Jilid 2. Erlangga. Jakarta.
- Das, B.M (1988). Mekanika Tanah ( Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Edisi Peretama. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- PUPR (2017). Peta Sumber Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017. KemenPUPR. Bandung.
- Sekarti, D.N.A (2018). Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Surachmat, D., Wijaya, H., Kawanda, A (2019). Analisis Penurunan Tanah Dengan Menggunakan Geotekstil Pada Timbunan. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, Vol. 2, No. 4, November 2019: Hal 197-202. Jakarta.
- Das, B.M (1995). Mekanika Tanah : Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 1. Erlangga. Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum. (2009). Modul Pelatihan Geosintetik Volume 3: Perencanaan Geosintetik Untuk Perkuatan Lereng. Jakarta
- GeoStudio* (2022). *Stability Modelling*, GEO-SLOPE International Ltd, [www.geo-slope.com](http://www.geo-slope.com)
- GeoStudio* (2021). *Slope Modelling*, GEO-SLOPE International Ltd, [www.geo-slope.com](http://www.geo-slope.com)
- GeoStudio* (2013). *Stress-Deformation Modelling with SIGMA/W*, GEO-SLOPE International Ltd, [www.geo-slope.com](http://www.geo-slope.com)
- Ghosh, P., Biswas, A (2012). Pengaruh Perkuatan Pada Stabilitas Lereng Menggunakan GeoSlope. *International Journal of Computer Applications*. Jadavpur University. India.
- Hakam, A. 2010. Stabilitas Lereng dan Dinding Penahan Tanah, Universitas Andalas Press. Padang
- Hardiyatmo, H.C (2002). Mekanika Tanah I. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Hardiyatmo, H.C (2013). Geosintetik Untuk Rekayasa Jalan Raya (Perancangan Dan Aplikasi), 2<sup>nd</sup> ed. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C (2014). Mekanika Tanah 2, 5<sup>th</sup> Ed. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Pamungkas, F., Suyadi, W., dan Zaika, Y (2015). Analisis Stabilitas Lereng Memakai Perkuatan Geotekstil Dengan Bantuan Perangkat Lunak (Studi Kasus Pada Sungai Parit Raya). *Penelitian*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Prasetyo, I (2017). Analisis Stabilitas Lereng Bertingkat Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Tugas Akhir*. Universitas Sebelas Maret.
- Purwanto, Edy (2012). Hand Out Mata Kuliah Perkuatan Tanah. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.