

# ANALISA PERKUATAN TIMBUNAN DENGAN GEOTEKSTIL PADA ABUTMENT JEMBATAN

Nandro Pangestu

Dosen Pembimbing:

Arief Alihudien, ST., MT. ; Ir. Suhartinah, MT.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Jl. Karimata 49, Jember 68121, Indonesia

Email: [nandropangestu97@gmail.com](mailto:nandropangestu97@gmail.com)

## RINGKASAN

Perkuatan timbunan dengan geotekstil merupakan suatu opsi untuk memperkuat tanah timbunan yang difungsikan sebagai abutment jembatan dengan bentang 5 meter, 10 meter, dan 15 meter dengan timbunan tinggi 5 meter, 7 meter, dan 9 meter. Dengan kondisi tanah pondasi dibawah timbunan telah kuat, perlakuan pada timbunan perlu merencanakan panjang yang dibutuhkan pada tiap panjang jembatan dengan tinggi timbunan.

Dengan beban yang diterima oleh timbunan, didapat panjang geotekstil yang dibutuhkan sebagai perkuatan sepanjang 4.60 meter, 5.74 meter, dan 8.47 meter dengan jarak vertikal antara geotekstil sebesar 0.18 meter pada bentang jembatan 5 meter dengan tinggi timbunan 5 meter. Kemampuan timbunan secara global dianalisa menggunakan *software Geo5* dan mendapatkan nilai angka aman berturut – turut sebesar 1.90, 1.70, dan 1.55.

Hasil pada setiap bentang jembatan dengan tinggi timbunan menunjukkan semakin tinggi timbunan dengan beban maka angka aman semakin kecil, dan jarak vertikal antara geotekstil semakin kecil dapat meningkatkan nilai angka aman global.

**Kata Kunci :** Angka aman, *Geo5*, Geotekstil, Perkuatan Timbunan

### 1. Pendahuluan.

#### 1.1 Latar Belakang.

Memperhatikan kondisi tanah yang akan dibangun infrastruktur dalam skala besar (gedung bertingkat, jalan Tol, Bendungan) merupakan suatu langkah untuk dapat menganalisa infrastruktur yang dibangun aman dan memenuhi persyaratan atau tidak. Untuk menunjang pelaksanaan pengerjaan tersebut, perkembangan metode mekanika tanah dalam sebuah pembangunan infrastruktur sangat diperlukan, bertujuan untuk mempercepat pembangunan dengan aman dan efektif.

Timbunan sebagai kontruksi pada jembatan merupakan bangunan penting sebagai penunjang struktur jembatan. Kontruksi tanah pada jembatan tersebut memiliki fungsi sebagai penahan atau stabilitas dari jembatan, yang antara fungsi lain dapat membantu sebagai mobilitas kendaraan naik ke kontruksi jembatan. Stabilitas kontruksi tanah ini sendiri memiliki peran besar dikarenakan beban yang diterima jembatan juga disalurkan pada tanah yang ada pada abutment jembatan tersebut.

Untuk bangunan tanah seperti embankment dan urugan, sering kali perencana dipaksa untuk menggunakan tanah yang ada di sekitar lokasi proyek, padahal tanah tersebut kurang memenuhi syarat. Hal ini karena tanah urug yang baik sudah menipis, mahal, atau sulit didapatkan secara ekonomis di sekitar lokasi tersebut. Jadi tanah yang ada atau yang kurang baik tersebut harus distabilisasi dahulu, baru kemudian dapat dipakai sebagai bahan urugan atau timbunan yang memenuhi syarat (Indrasurya B. Mochtar).

Salah satu metode untuk menstabilkan tanah yang digunakan sebagai kontruksi merupakan metode perkuatan tanah. Penggunaan geotekstil sebagai bahan perkuatan tanah untuk timbunan merupakan suatu langkah dalam mempermudah mestabilkan tanah dengan cepat dan efisien. Untuk kasus kontruksi jembatan, bangunan tanah yang didesain dengan penggunaan geotekstil direncanakan dapat menerima beban besar dari jembatan ataupun beban tanah itu sendiri, sehingga dari kemampuan menerima beban yang besar tersebut

timbunan dapat difungsikan sebagai abutment jembatan.

### 1.2 Identifikasi Masalah

Pengidentifikasi untuk pembahasan tugas akhir ini memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- Memperhatikan tanah dasar keras, dengan variasi desain tinggi timbunan 5 m, 7 m, dan 9 m dan parameter tanah timbunan tetap.
- Memperhatikan beban bentang jembatan yang berpengaruh pada beban diterima oleh tanah timbunan.

### 1.3 Rumusan Masalah

Meliputi kajian untuk pembahasan, permasalahan dirumuskan sebagai berikut:

- Bagaimana perencanaan tinggi timbunan dan stabilitas abutment dengan perkuatan geotekstil untuk jembatan?
- Bagaimana pengaruh jembatan dengan bentang berbeda terhadap stabilitas timbunan dengan perkuatan geotekstil?

### 1.4 Batasan Masalah

Pembahasan tugas akhir ini dibatasi sebagai berikut:

- Tidak menghitung beban gempa.
- Hanya meninjau satu jenis abutment yang direncanakan.
- Tidak menghitung rancangan anggaran biaya (RAB).

### 1.5 Tujuan

Berdasarkan rumusan yang direncanakan, tujuan pembahasan meliputi sebagai berikut:

- Dapat merancang penerapan geotekstil sebagai perkuatan pada timbunan.
- Dapat menganalisa kemampuan timbunan akibat beban yang diterima sebagai abutment jembatan.

## 2. Metodologi.

### 2.1 Tanah Timbunan.

Parameter timbunan menggunakan pedoman kontruksi dan jembatan dengan nilai parameter sebagai berikut.

**Tabel 2.1. Parameter tanah timbunan**

Parameter	Areal Geografis	
	A	B
Berat Isi $\gamma$	$\text{kN/m}^3$	18      20
Kuat geser tak terdrainase $C_u$	$\text{kN/m}^2$	100      100
Parameter tegangan efektif		
Kohesi $C'$		10      5
Friksi $\phi$		35      30

### 2.2 Sifat-sifat Kekuatan Geoteksti

Kuat tarik jangka panjang geosintetik harus ditentukan berdasarkan pendekatan faktor keamanan parsial. Faktor reduksi digunakan untuk menghitung kekuatan geosintetik meliputi faktor kerusakan pada saat instalasi, faktor rangkai serta kondisi biologi dan kimia.

GEOTEXTILE NON WOVEN POLYESTER						
TYPE	TEBAL	BERAT ASLI	UKURAN	DIAMETER	TENSILE STRENGTH	INFO PENGGUNAAN
150 GR	± 1,88 mm	± 60 kg	4 x 100 m	± 55 cm	4,20 - 5,50 kN	rolling block, paving strip
200 GR	± 2,05 mm	± 80 kg	4 x 100 m	± 58 cm	5,77 - 8,59 kN	separasi tanah, alas bronjong, paving block, proteksi geomengedra, fondasi dasar rel kereta, perkuatan lereng
250 GR	± 2,30 mm	± 100 kg	4 x 100 m	± 60 cm	8,87 - 11,76 kN	
300 GR	± 2,88 mm	± 120 kg	4 x 100 m	± 65 cm	8,38 - 12,00 kN	
350 GR	± 2,99 mm	± 140 kg	4 x 100 m	± 68 cm	10,60 - 14,20 kN	
400 GR	± 3,10 mm	± 160 kg	4 x 100 m	± 72 cm	12,80 - 17,10 kN	
450 GR	± 3,64 mm	± 180 kg	4 x 100 m	± 75 cm	13,50 - 19,30 kN	gebag reklamasi pantai, pelapis struktur dasar pembuangan sampah, stople batu bara, terowongan, dll.
500 GR	± 4,10 mm	± 200 kg	4 x 100 m	± 79 cm	13,80 - 19,30 kN	
550 GR	± 4,34 mm	± 220 kg	4 x 100 m	± 82 cm	16,10 - 20,60 kN	
600 GR	± 5,00 mm	± 240 kg	4 x 100 m	± 85 cm	18,20 - 28,60 kN	

GEOTEXTILE WOVEN POLYPROPYLENE						
TYPE	TEBAL	BERAT ASLI	UKURAN	DIAMETER	TENSILE STRENGTH	INFO PENGGUNAAN
150 GR	± 1,05 mm	± 120 kg	4 x 200 m	± 50 cm	32 - 36 kN	stabilisasi struktur tanah di lahan gambut, untuk tanah urugan, perkuatan tanah lereng gunung.
200 GR	± 1,29 mm	± 160 kg	4 x 200 m	± 55 cm	41 - 45 kN	
250 GR	± 1,96 mm	± 150 kg	4 x 150 m	± 55 cm	51 - 55 kN	

**Gambar 2.1. Karakteristik geotekstil Woven dan Non-Woven. (Sumber Indotex)**

### 2.3 Panjang Geotekstil

Perhitungan panjang geotekstil untuk timbunan untuk merencanakan kekuatan timbunan dengan beban berada di atasnya meliputi beban mati dan beban hidup.

$$Lr = \frac{H-Z}{\tan\left(45 + \frac{\phi_{it}}{2}\right)} \quad (2.1)$$

$$Le = \frac{Sv \sigma' a [FS_{(P)}]}{2 \sigma' o \tan \phi'_{F}} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$Lr$  = Panjang terhadap bidang longsor.

$Le$  = Panjang efektif.

$H$  = Tinggi Timbunan

$Z$  = Kedalaman yang ditinjau.

$Sv$  = Jarak vertikal geotekstil.

$FS_{(p)}$  = Faktor Aman Stabilitas Cabut.

$\sigma' o$  = Tegangan awal.

$\sigma' a$  = Tegangan pada kedalaman  $z$ .

#### 2.4 Jarak Pemasangan Geotekstil.

Jarak tiap lapis ini menyesuaikan dari beban dan panjang geotekstil yang diaplikasikan agar dapat mengetahui efektifitas jarak

$$Sv = \frac{Tall}{\sigma' a FS_{(B)}} = \frac{Tall}{(\gamma_l Z Ka) [FS_{(B)}]} \quad (2.3)$$

Keterangan:

- Sv = Jarak vertikal geotekstil.
- Tall = Kuat tarik geotekstil.
- $\sigma' a$  = Tegangan pada kedalaman z.
- $\gamma$  = Berat jenis tanah timbunan ( $\text{Kn/m}^3$ )
- $FS_{(B)}$  = Faktor Aman Breaking
- Z = Kedalaman yang ditinjau.
- Ka = Koefisien tekanan aktif.

#### 2.5 Tekanan Lateral Tanah.

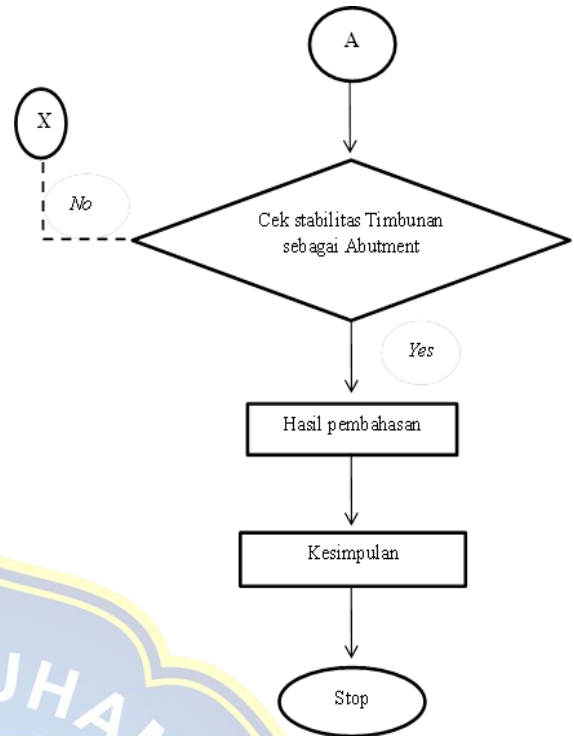
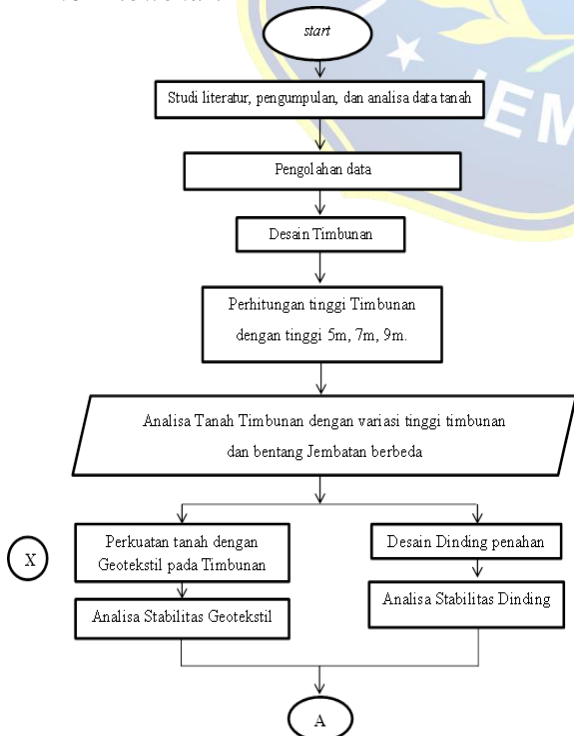
Geotekstil harus mampu menahan gaya tekanan lateral tanah Timbunan (Pa) yang besarnya menurut persamaan berikut:

$$Pa = \frac{1}{2} K \gamma t H^2 \quad (2.4)$$

Keterangan:

- Pa = gaya tekanan lateral tanah Timbunan ( $\text{Kn/m}$ ).
- K = Koefisien tekanan tanah aktif.
- $\gamma t$  = Berat jenis tanah timbunan ( $\text{Kn/m}^3$ ).
- H = tinggi talud tanah (m).

#### 2.6 Flowchart



Gambar 2.2. Flowchart

#### 3. Hasil dan Pembahasan.

##### 3.1 Beban Jembatan.

Jembatan dengan bentang berbeda memiliki beban yang berbeda dengan dua jenis perletakan. Rekapitulasi beban bentang jembatan dan beban perletakan:

Tabel 3.1. Rekapitulasi Beban Jembatan dan Perletakan

Notasi	Beban (Kn)
Beban perletakan H = 1.3 m	373.75
Beban perletakan H = 1.5 m	406.25
Balok bentang 5 m	1302.56
Balok bentang 10 m	3020.96
Balok bentang 15 m	4092.26

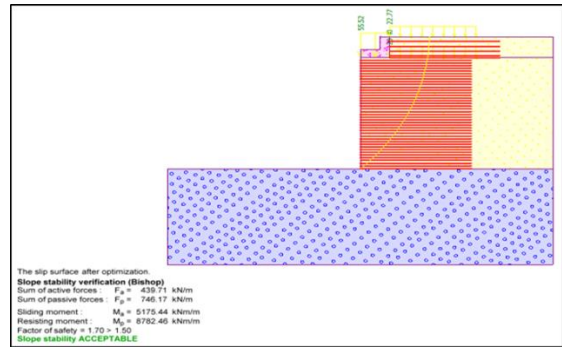
##### 3.2 Perkuatan Tanah di belakang Perletakan

Setelah analisa pada tanah di belakang perletakan, diperlukan perkuatan pada tanah tersebut agar tekanan tanah tidak mendorong dan menggulingkan perletakan.

Dengan perkuatan tersebut tanah dibelakang perletakan menjadi beban yang menumpu langsung pada tanah timbunan.

**Tabel 3.2. Rekapitulasi panjang perkuatan tanah di belakang perletakan H = 1.3 m.**

REKAPITULASI PERHITUNGAN PANJANG GEOTEKSTIL DI BELAKANG PERLETAKAN H = 1.3 M								
Z (m)	Sv (m)	L (m)	Ll (m)		L total (m)	Lapisan tiap Z	Total Lapisan	L Diperlukan (m)
			Perhitungan (m)	Dipakai (m)				
0.5	0.303	4.246	1.465	1.465	5.712	0.990	4.288	24.492
1	0.229	2.082	0.733	1	3.082	1.312	5.685	17.521
1.3	0.199	1.506	0.563	1	2.506	1.507	6.530	16.362



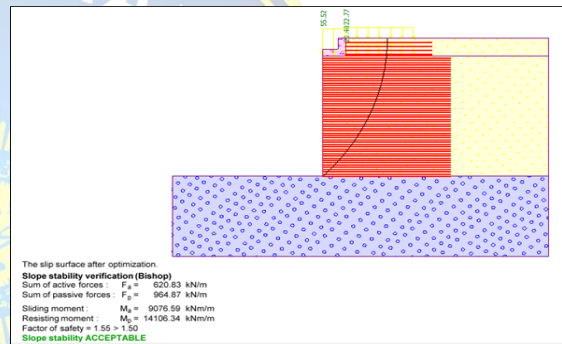
**Gambar 3.2. Hasil Analisa Geo 5**

**Tabel 3.3. Rekapitulasi panjang perkuatan tanah di belakang perletakan H = 1.5 m.**

REKAPITULASI PERHITUNGAN PANJANG GEOTEKSTIL DI BELAKANG PERLETAKAN H = 1.5 M								
Z (m)	Sv (m)	L (m)	Ll (m)		L total (m)	Lapisan tiap Z	Total Lapisan	L Diperlukan (m)
			Perhitungan (m)	Dipakai (m)				
0.5	0.303	4.329	1.465	1.465	5.794	0.990	4.948	28.671
1	0.229	2.165	0.733	1	3.165	1.312	6.560	20.760
1.5	0.183	1.305	0.488	1	2.305	1.637	8.187	18.871

3.5 Panjang perkuatan tanah timbunan pada tinggi 9 meter dengan bentang 5 meter.

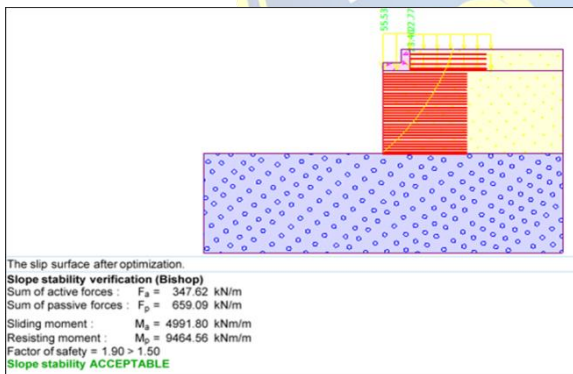
Panjang perkuatan untuk tinggi timbunan 9 meter dengan beban jembatan bentang 5 meter sepanjang 8.47 meter. Hasil analisa setelah diperkuat secara global menggunakan *software* Geo5 senilai 1.55



**Gambar 3.3. Hasil Analisa Geo 5**

3.3 Panjang perkuatan tanah timbunan pada tinggi 5 meter dengan bentang 5 meter.

Panjang perkuatan untuk tinggi timbunan 5 meter dengan beban jembatan bentang 5 meter sepanjang 4.61 meter. Hasil analisa setelah diperkuat secara global menggunakan *software* Geo5 senilai 1.90.



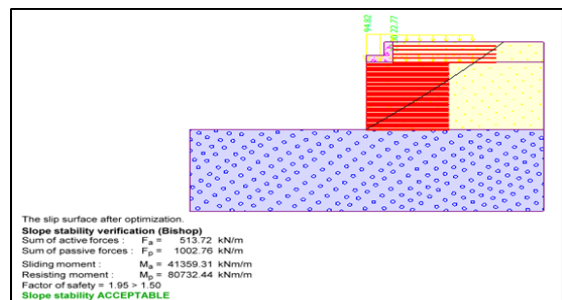
**Gambar 3.1. Hasil Analisa Geo 5**

3.4 Panjang perkuatan tanah timbunan pada tinggi 7 meter dengan bentang 5 meter.

Panjang perkuatan untuk tinggi timbunan 7 meter dengan beban jembatan bentang 5 meter sepanjang 5.45 meter. Hasil analisa setelah diperkuat secara global menggunakan *software* Geo5 senilai 1.70

3.6 Panjang perkuatan tanah timbunan pada tinggi 5 meter dengan bentang 10 meter.

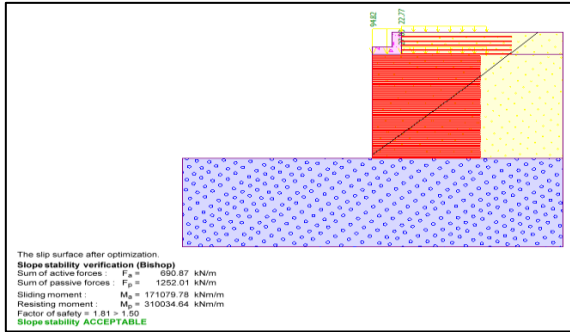
Panjang perkuatan untuk tinggi timbunan 5 meter dengan beban jembatan bentang 10 meter sepanjang 4.62 meter. Hasil analisa setelah diperkuat secara global menggunakan *software* Geo5 senilai 1.95



**Gambar 3.4. Hasil Analisa Geo 5**

3.7 Panjang perkuatan tanah timbunan pada tinggi 7 meter dengan bentang 10 meter.

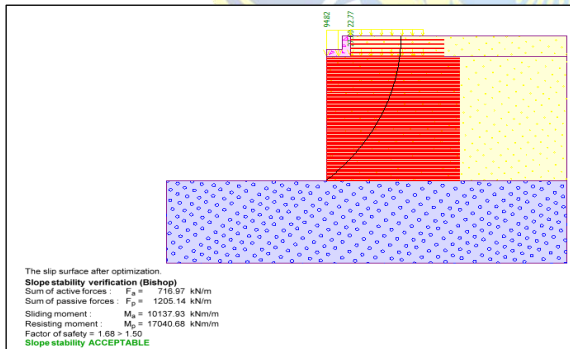
Panjang perkuatan untuk tinggi timbunan 7 meter dengan beban jembatan bentang 10 meter sepanjang 5.64 meter. Hasil analisa setelah diperkuat secara global menggunakan *software* Geo5 senilai 1.81



Gambar 3.5. Hasil Analisa Geo 5

3.8 Panjang perkuatan tanah timbunan pada tinggi 9 meter dengan bentang 10 meter.

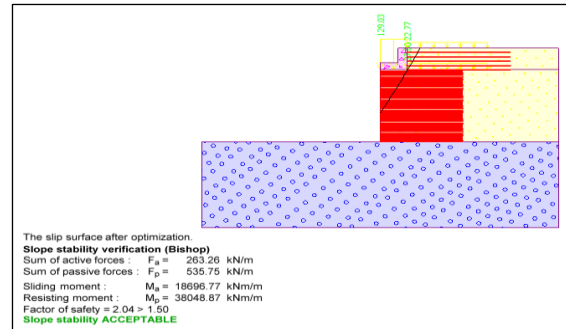
Panjang perkuatan untuk tinggi timbunan 9 meter dengan beban jembatan bentang 10 meter sepanjang 8.27 meter. Hasil analisa setelah diperkuat secara global menggunakan *software* Geo5 senilai 1.68



Gambar 3.6. Hasil Analisa Geo 5

3.9 Panjang perkuatan tanah timbunan pada tinggi 5 meter dengan bentang 15 meter.

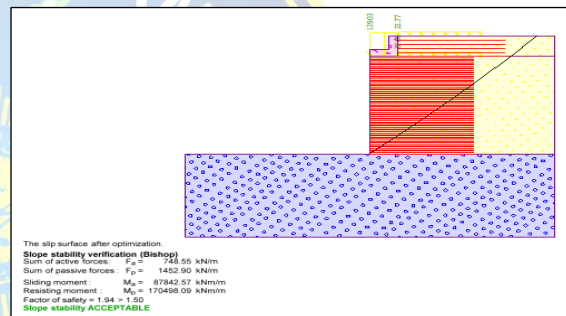
Panjang perkuatan untuk tinggi timbunan 5 meter dengan beban jembatan bentang 15 meter sepanjang 4.62 meter. Hasil analisa setelah diperkuat secara global menggunakan *software* Geo5 senilai 2.04



Gambar 3.7. Hasil Analisa Geo 5

3.10 Panjang perkuatan tanah timbunan pada tinggi 7 meter dengan bentang 15 meter.

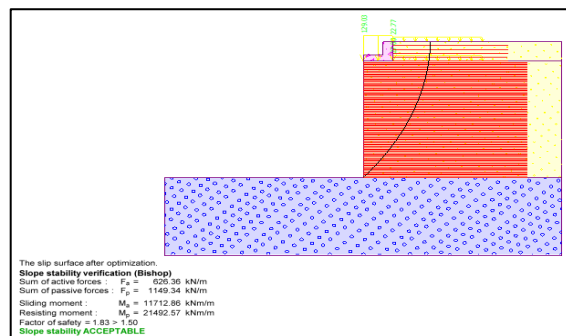
Panjang perkuatan untuk tinggi timbunan 7 meter dengan beban jembatan bentang 15 meter sepanjang 5.64 meter. Hasil analisa setelah diperkuat secara global menggunakan *software* Geo5 senilai 1.94



Gambar 3.8. Hasil Analisa Geo 5

3.11 Panjang perkuatan tanah timbunan pada tinggi 9 meter dengan bentang 15 meter.

Panjang perkuatan untuk tinggi timbunan 9 meter dengan beban jembatan bentang 15 meter sepanjang 8.27 meter. Hasil analisa setelah diperkuat secara global menggunakan *software* Geo5 senilai 1.83



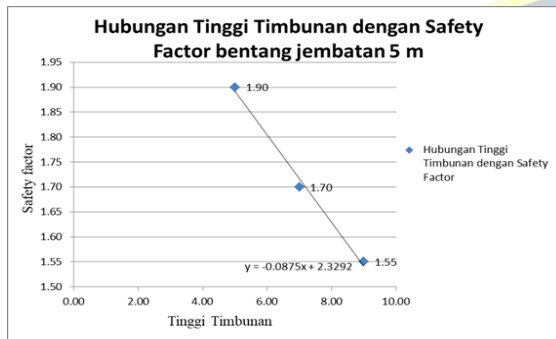
Gambar 3.9. Hasil Analisa Geo 5

3.12 Hasil Safety Factor Timbunan untuk bentang jembatan 5 meter.

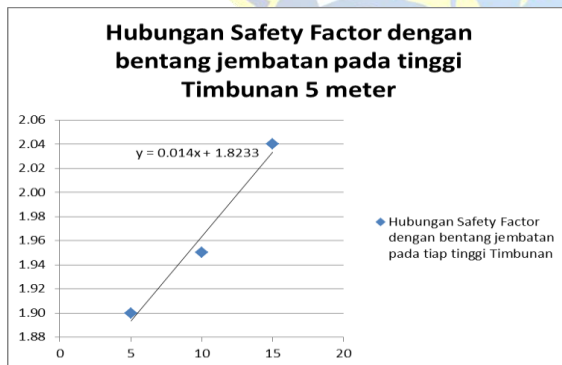
Pada beban dengan bentang jembatan 5 meter diperoleh angka aman untuk tinggi timbunan 5 m adalah 1.90, untuk tinggi timbunan 7 m adalah 1.70, dan untuk tinggi timbunan 9 m adalah 1.55.

**Tabel 3.4 Nilai Safety Factor dengan beban bentang jembatan 5 m**

H (m)	Sf	Sv (m)	Panjang Geotekstil (m)
5.00	1.90	0.18	4.62
7.00	1.70	0.18	5.74
9.00	1.55	0.18	8.47



**Grafik 3.1 Hubungan tinggi timbunan dengan safety factor dengan bentang jembatan 5 meter**



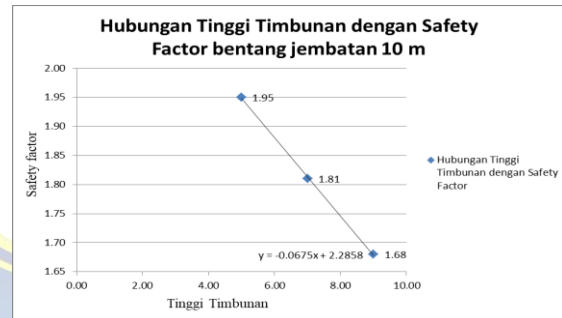
**Grafik 3.2 Hubungan safety factor dengan bentang jembatan pada tinggi 5 meter**

3.13 Hasil Safety Factor Timbunan untuk bentang jembatan 10 meter.

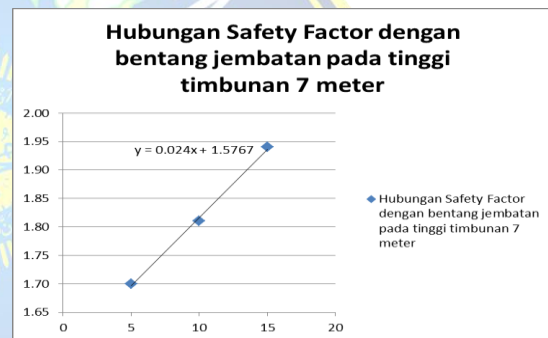
Pada beban dengan bentang jembatan 10 meter diperoleh angka aman untuk tinggi timbunan 5 m adalah 1.95, untuk tinggi timbunan 7 m adalah 1.81, dan untuk tinggi timbunan 9 m adalah 1.68.

**Tabel 3.5 Nilai Safety Factor dengan beban bentang jembatan 10 m**

H (m)	Sf	Sv (m)	Panjang Geotekstil (m)
5.00	1.95	0.13	4.62
7.00	1.81	0.13	5.64
9.00	1.68	0.13	8.27



**Grafik 3.3 Hubungan tinggi timbunan dengan safety factor dengan bentang jembatan 10 meter**



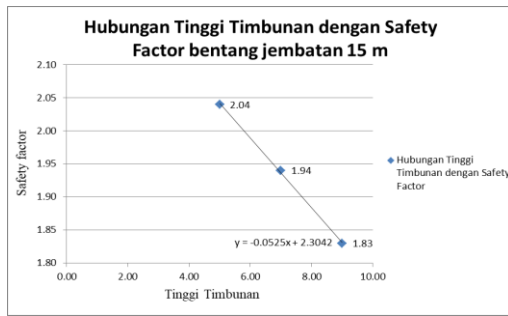
**Grafik 3.4 Hubungan safety factor dengan bentang jembatan pada tinggi 7 meter**

3.14 Hasil Safety Factor Timbunan untuk bentang jembatan 15 meter.

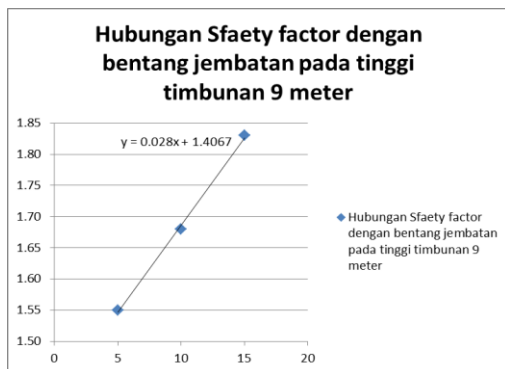
Pada beban dengan bentang jembatan 15 meter diperoleh angka aman untuk tinggi timbunan 5 m adalah 2.04, untuk tinggi timbunan 7 m adalah 1.94, dan untuk tinggi timbunan 9 m adalah 1.83.

**Tabel 3.6 Nilai Safety Factor dengan beban bentang jembatan 15 m**

H (m)	Sf	Sv (m)	Panjang Geotekstil (m)
5.00	2.04	0.10	4.62
7.00	1.94	0.10	5.64
9.00	1.83	0.10	8.27



**Grafik 3.5 Hubungan tinggi timbunan dengan safety factor dengan bentang jembatan 15 meter**



**Grafik 3.6 Hubungan safety factor dengan bentang jembatan pada tinggi 7 meter**

#### 4. Penutup

##### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa pada pengerjaan tugas akhir, penjelasan sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada tiap tinggi timbunan 5 meter, 7 meter, dan 9 meter dengan menerima beban dari atas timbunan, semakin tinggi timbunan yang direncanakan maka *safety factor* stabilitas timbunan sebagai abutment jembatan semakin kecil.
2. Dengan bentang jembatan semakin meningkat, maka beban yang diterima oleh timbunan semakin besar:
  - 2.1 Stabilitas untuk timbunan menunjukkan bahwa semakin panjang bentang jembatan, jarak antara geotekstil ( $S_v$ ) semakin kecil akibat beban bentang jembatan yang semakin besar.
  - 2.2 Dengan jarak antara geotekstil ( $S_v$ ) semakin kecil, angka *safety factor* global semakin besar.

##### 4.2 Saran

1. Dengan jarak vertikal geotekstil yang kecil, perlu merencanakan jarak yang efektif agar dapat dikerjakan pemasangan dengan lebih efektif
2. Perlu membandingkan dengan jenis geosintetik lain, untuk mendapatkan nilai jarak vertikal dan panjang perkuatan lebih efektif.

##### Daftar Pustaka

- Annisa, N. (2018). *Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah Dan Perencanaan Perkuatan Lereng Menggunakan Geotekstil Pada Bantaran Sungai Gajah Putih*. Sleman: Universitas Islam Indonesia.
- Bina Marga, D. (2009). *Perencanaan Dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah Dengan Geosintetik*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Daz, B. M. (2011). *Principles Of Foundation Engineering Seventh Edition*. Stamford: Cengage Learning.
- Fahrani, F. (2016). *Analisis Pengaruh Ketinggian Timbunan Terhadap Kestabilan Lereng*. Bangka: Universitas Bangka Belitung.
- Hidayat, G. (2011). *Studi Kasus Analisis Kerusakan Abutment Jembatan Sungai Bahalang Kalimantan Tengah*. Banjarmasin: Universitas Lambung Mangkurat.
- Puslitbang. (2002). *Panduan Geoteknik 4 Desain Dan Kontruksi*. Bandung: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Suryadi, M. L. (2015). *Analisis Stabilitas Pada Tanah Timbunan Dengan Perkuatan Geotekstil Dikombinasikan Dengan Dinding Penahan Tanah Di Ruas Jalan Tol Cisumdawu*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Tay, P. A., & Adi, F. S. (2014). *Analisa Perkuatan Geotekstil Pada Timbunan Konstruksi Jalan Dengan Plaxis 2D*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.