

# ANALISIS STABILITAS TIMBUNAN BADAN JALAN DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS

Adi Budiasto<sup>1</sup>, Edy Purwanto<sup>2</sup>

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

Email: adibudiasto@gmail.com

<sup>2</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: edypurwanto@uii.ac.id

**Abstract:** *The construction of the Solo-Kertosono toll road is part of the Trans Java toll road network which has an important role in running the economy wheel, as well as connecting Central Java and East Java Provinces. In its implementation, stockpiling is carried out on the road to get a safe and comfortable road alignment for the driver. To realize that there are many alternative reinforcement slope that is with geotextile. This final project aims to find out the safe number and decrease for 200 days of road embankment at 2m, 4m, 6m, and 8m embankment height with a variations in modeling. Analysis of the stability of road embankment using the Plaxis V.8.5 program at 2 m, 4 m, 6 m, 8 m embankment with variations in modeling, original embankment conditions, original replacement embankment, original embankment with geotextile, original replacement embankment with geotextile and original replacement embankment with geotextile and counterweight.. From the analysis of the Plaxis program, a safe number greater than the safe number required by 1,4 and a decrease of 2 m of original embankment conditions with geotextile 1,785 during construction, 1,452 after construction and a decrease of -0,038 m, a , original embankment replacement 0,5 m with geotextile 1,859 during construction, 1,529 after construction and a decrease of -0,038 m, original embankment replacement 1 m with geotextile 2,065 during construction, 1,716 after construction and a decrease of -0,043 m. On 4 m embankment of original embankment replacement 1 m condition with geotextile 1,645 during construction, 1,512 after construction and a decrease of -0,005 m. On 6 m embankment of original embankment replacement 1 m condition with geotextile 1,457 during construction, 1,410 after construction and a decrease of 0,045 m. On 8 m embankment of original embankment replacement 1 m condition with geotextile and counterweight 1,504 during construction, 1,501 after construction and a decrease of 0.471 m.*

**Keyword:** Road Embankment, Geotextile, Plaxis version 8.5

## 1. PENDAHULUAN

Pembangunan jalan tol Solo-Kertosono merupakan bagian dari jaringan jalan tol Trans Jawa yang mempunyai peranan penting dalam menjalankan roda perekonomian, sekaligus menghubungkan Provinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur. Pada pelaksanaannya dilakukan penimbunan pada badan jalan untuk mendapatkan trase jalan yang aman dan nyaman bagi pengendara. Tingkat keamanan suatu lereng dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah faktor parameter, tinggi, kemiringan dan beban yang bekerja di atasnya. Kondisi lereng dengan beban yang besar dan tinggi

serta kemiringan yang curam dapat menyebabkan terjadinya kelongsoran. Untuk mengatasi kasus tersebut banyak dijumpai alternatif perkuatan lereng yaitu dengan geotekstil.

Famungkas, dkk (2014) dalam penelitiannya berjudul Analisis Stabilitas Lereng Memakai Perkuatan Geotekstil Dengan Bantuan Perangkat Lunak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab longsor lereng sebelum perkuatan dan kerusakan penahan tanah eksisting. Menentukan stabilitas lereng dan merencanakan perkuatan tanah dengan geotekstil, serta menghitung biaya, dan merencanakan

metode pelaksanaan untuk pekerjaan di lokasi tersebut. Setelah dianalisis dengan bantuan perangkat lunak Slope/W pada lereng tersebut didapatkan angka keamanan hanya 0,660 sehingga terjadilah longsor. Dilakukan desain ulang lereng tersebut menggunakan perkuatan Geotekstil dengan jumlah 5 lapis, kapasitas tarik  $400 \text{ kN/m}^2$ , kohesi  $0 \text{ kN/m}^2$  dan sudut geser terhadap tanah  $38^\circ$ , jarak vertikal 1 m. Dengan analisa menggunakan Slope/W diperoleh angka keamanan baru sebesar 1,893. Anggaran yang dibutuhkan dalam perbaikan tersebut adalah Rp1.287.439.000,00.

Chasanah (2012) dalam penelitiannya yang berjudul Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program *Geoslope*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kemiringan lereng, panjang geotekstil, dan jarak vertikal antar geotekstil ( $S_v$ ) terhadap angka keamanan lereng. Metode penelitian dilakukan dengan cara perhitungan manual, yaitu stabilitas internal dan eksternal dan juga menggunakan program *Geoslope*. Dari hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, kesimpulan dari penelitian ini bahwa besarnya penurunan rata-rata nilai SF akibat kemiringan lereng sebesar 19,401%, 43,431%, 15,558%, 26,081%, dan 15,18% terhadap pergeseran, penggulingan lereng atas, penggulingan lereng bawah, kelongsoran lereng atas, dan kelongsoran lereng bawah. Besarnya peningkatan rata-rata nilai SF pada panjang geotekstil 8 m sebesar 60,014%, 59,978%, 45,612%, 69,339%, 116,522%, 74,931%, 41,81%, 15,18% dan 9,915% terhadap cabut tulangan lereng atas, cabut tulangan lereng bawah pergeseran, penggulingan atas, penggulingan bawah, kelongsoran lereng atas, kelongsoran lereng bawah, dan kelongsoran lereng secara keseluruhan.

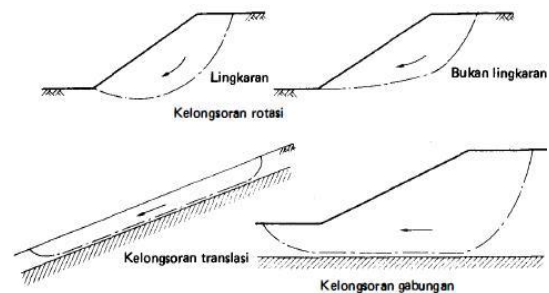
## 2. STABILITAS LERENG

Menurut Craig (1989), gaya-gaya gravitasi dan rembesan (*seepage*) cenderung mengakibatkan ketidakstabilan (*instability*) pada lereng alami (*natural*

*slope*), pada lereng yang dibentuk dengan cara penggalian, dan pada lereng tanggul serta bendungan tanah (*earth dams*).

Ada 3 tipe utama dari kelongsoran tanah seperti pada Gambar 1, yaitu sebagai berikut :

- Kelongsoran rotasi (*rotational slips*), kelongsoran yang bentuk permukaannya runtuh pada potongannya dapat berupa busur lingkaran atau kurva bukan lingkaran.
- Kelongsoran translasi (*translational slips*), cenderung terjadi bila lapisan tanah yang berbatasan berada pada kedalaman yang relatif dangkal di bawah permukaan lereng.
- Kelongsoran gabungan (*compound slips*), terjadi bila lapisan tanah yang berbatasan berada pada kedalaman yang lebih dalam. Hal ini umumnya terjadi karena runtuhnya terdiri dari potongan kurva dan bidang.



**Gambar 1. Tipe-tipe Keruntuhan Lereng**

Hardiyatmo (2002) menjelaskan bahwa dalam praktek, analisis stabilitas lereng didasarkan pada konsep keseimbangan plastis batas (*limit plastic equilibrium*). Adapun maksud dari analisis stabilitas adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial. Dengan diketahuinya faktor keamanan dapat memudahkan pekerjaan pembentukan atau perkuatan lereng untuk memastikan apakah lereng tersebut mempunyai resiko longsor atau cukup stabil. Dalam analisis stabilitas lereng, beberapa anggapan dibuat, yaitu :

- Kelongsoran lereng terjadi di sepanjang permukaan bidang longsor tertentu dan

- dapat dianggap sebagai masalah bidang 2 dimensi.
2. Massa tanah yang longsor dianggap sebagai benda masif.
  3. Tahanan geser dari massa tanah pada setiap titik sepanjang bidang longsor tidak tergantung dari orientasi permukaan longsor, atau dengan kata lain kuat geser tanah dianggap isotropis.
  4. Faktor aman didefinisikan dengan memperhatikan tegangan geser rata-rata sepanjang bidang longsor potensial, dan kuat geser tanah rata-rata sepanjang permukaan longsor. Jadi, kuat geser tanah mungkin terlampaui di titik-titik tertentu pada bidang longsornya, padahal faktor aman hasil hitungan lebih dari 1.

### 3. Konsolidasi

Bila lapisan tanah jenuh berpermeabilitas rendah diberi beban, maka tekanan air pori dalam tanah tersebut segera bertambah. Perbedaan tekanan pori pada lapisan tanah, menyebabkan air mengalir ke lapisan tanah dengan tekanan air pori yang lebih rendah, yang diikuti penurunan tanahnya. Karena permeabilitas pada tanah yang rendah, proses ini membutuhkan waktu. Konsolidasi merupakan proses berkurangnya rongga pori dari tanah jenuh berpermeabilitas rendah akibat dari pembebanan, dimana prosesnya dipengaruhi oleh kecepatan terperasnya air pori keluar dari rongga tanah. Proses konsolidasi dapat diamati dengan pemasangan *piezometer*, untuk dapat mencatat perubahan tekanan air pori dengan waktunya. Besarnya penurunan dapat diukur dengan berpedoman pada titik referensi ketinggian pada tempat tertentu (Hardiyatmo, 2002).

### 4. Geotekstil

Geotekstil adalah salah satu jenis geosintetik atau produk buatan dari polimer yang berfungsi untuk memperbaiki kinerja pada tanah. Dalam proses pembuatan geotekstil, elemen tekstil seperti serat-serat atau beberapa untaian serat dikombinasikan menjadi struktur tekstil lembaran. Geotekstil

teranyam adalah salah satu jenis geotekstil yang berbentuk anyaman, biasanya dua arah atas dan bawah. Geotekstil teranyam terbuat dari *silt film tape polypropy*. Geotekstil teranyam tidak akan mudah koyak atau robek pada saat dipasang di lapangan. Struktur anyaman yang kekar (*double twist*) dari *Geotextile Woven* menjamin kekuatan tekanan hingga mencapai 40 kN/m saat digunakan sebagai separator atau lapisan pemisah. Geotekstil teranyam bersifat permeable dan memiliki kuat tarik yang tinggi. Geotekstil teranyam, mempunyai kuat tarik lebih tinggi dibandingkan dengan geotekstil tak teranyam. Geotekstil teranyam dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Geotekstil Teranyam (*Woven Geotextile*)

### 5. PLAXIS

Plaxis merupakan suatu program aplikasi komputer berdasarkan metode elemen hingga dua dimensi yang digunakan secara khusus untuk dapat menganalisis deformasi dan stabilitas untuk berbagai aplikasi dalam bidang geoteknik, seperti daya dukung tanah. Kondisi sesungguhnya dapat dimodelkan dalam regangan bidang (*plane-strain*) maupun secara *axisymmetric*. Plaxis menerapkan model antarmuka grafis yang mudah digunakan sehingga pengguna dapat membuat model geometri dan jaring elemen dengan cepat berdasarkan penampang melintang dari kondisi yang ingin dianalisis. Plaxis terdiri dari empat buah sub-program yaitu masukan, perhitungan, keluaran, dan kurva.

### 5.1 Perhitungan Dengan Program Plaxis

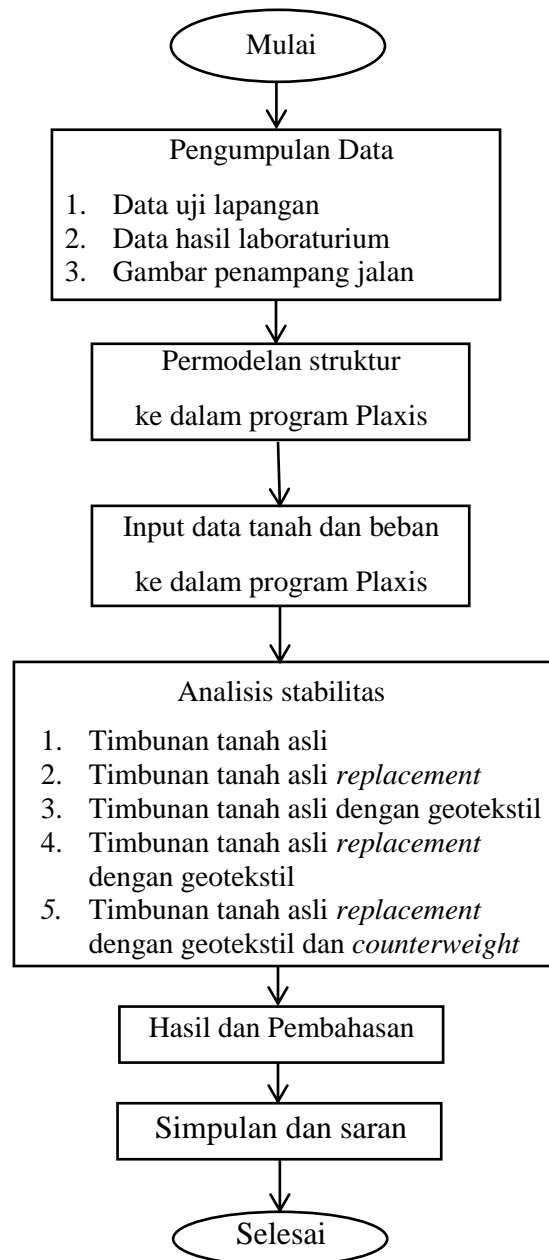
Pemodelan *finite element* dengan aplikasi program Plaxis dipergunakan untuk melakukan perhitungan deformasi selama konstruksi pada timbunan di atas tanah lunak. Langkah-langkah perhitungan sebagai berikut.

1. Memodelkan geometri tanah
2. Memberikan kondisi batas (*boundary condition*) terhadap lapisan tanah gunakan *standard fixities*. Maksud dari *standard fixities* adalah sebagai berikut.
  - a. Batas kiri dan kanan bersifat *horizontally fixed*, artinya pada bagian ini lapisan tanah tidak mengalami *displacement* arah horizontal tetapi untuk arah vertikal saja.
  - b. Batas bawah bersifat *horizontally fixed* dan *vertically fixed*, artinya pada bagian ini tanah tidak mengalami deformasi vertikal maupun horizontal.
  - c. Batas atas bersifat *free*, artinya pada bagian ini dapat mengalami deformasi vertikal maupun horizontal.
3. Membentuk mesh lapisan tanah dan timbunan (*mesh generation*). *Mesh generated* merupakan pembagian struktur menjadi elemen-elemen *cluster* dan titik-titik nodal elemen (*nodes*). Kegunaan *mesh* ini adalah untuk melakukan perhitungan dalam metode elemen hingga.
4. Menentukan kondisi air tanah (*groundwater condition*).
5. Menentukan konfigurasi awal dari mesh (*initial mesh generation*), karena konstruksi timbunan merupakan beban yang dilakukan bertahap maka konfigurasi awal dari mesh perlu dispesifikasikan dahulu atau mesh untuk timbunan tidak diaktifkan dahulu.
6. Menghitung tegangan-tegangan awal (*initial stress*). Tegangan efektif dan tekanan air pori pada kondisi awal dihitung dahulu.

7. Menspesifikasikan titik yang ditinjau. Hal ini dilakukan untuk mengetahui besarnya deformasi dan tekanan air pori yang terjadi.
8. Melakukan perhitungan.

### 6. METODE PENELITIAN

Adapun tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3 Bagan Alir Penelitian

## 7. DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 7.1 Data Penelitian

Dalam penelitian ini diperlukan data yang digunakan untuk melakukan analisis stabilitas lereng pada badan jalan yang menggunakan program Plaxis. Adapun data yang digunakan adalah data sekunder pada zona 2 dari Laporan proyek jalan Tol Solo – Kertosono Tahap III STA 118+700 – 139+76 PT LAPIITB. Adapun data-data yang digunakan sebagai berikut.

#### 1. Data Parameter Tanah

**Tabel 1 Data Parameter Tanah**

	Compacted fill material	Compacted Reback Fill	Soft Layer	Medium Layer	Hard Layer	Satuan
Model	MC	MC	MC	MC	MC	-
Type	Drained	Drained	Undrained	Undrained	Undrained	-
$\gamma_{sat}$	17.8	17.8	15	16	17	$kN/m^3$
$\gamma'_{unsat}$	14.8	14.8	11	12	14	$kN/m^3$
$K_x$	0.01	0.01	0.000864	0.000864	0.000864	m/day
$K_y$	0.01	0.01	0.000864	0.000864	0.000864	m/day
$E$	3500	3400	1200	9000	18000	$kN/m^2$
$\nu$	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	-
$c$	22	20	6	45	90	$kN/m^2$
$\phi$	19	5	0	0	0	°
$\psi$	0	0	0	0	0	°

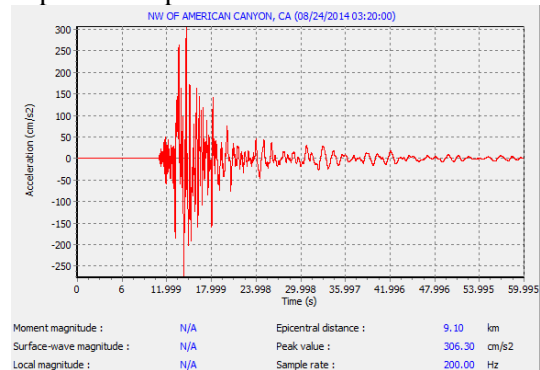
2. Data Beban Perkerasan dan Lalu Lintas  
Beban perkerasan sebesar  $10 \text{ KN/m}^2$  dari data sekunder, sedangkan untuk beban lalu lintas yang bekerja sebesar  $15 \text{ KN/m}^2$  dapat dilihat berdasarkan fungsi jalan dan sistem jaringan jalan pada Tabel 2 berikut ini.

**Tabel 2 Data Beban Lalu Lintas**

Fungsi	Sistem Jaringan	Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)	Beban Lalu Lintas ( $kN/m^2$ )
Primer	Arteri	Semua	15
	Kolektor	$> 10.000$	15
		$< 10.000$	12
Sekunder	Arteri	$> 20.000$	15
		$< 20.000$	12
	Kolektor	$> 6.000$	12
		$< 6.000$	10
	Lokal	$> 500$	10
		$< 500$	10

#### 3. Data Beban Gempa

Data gempa yang sesuai dengan wilayah solo-kertosono adalah data kawasan *American Canyon, California* pada tahun 2014 yang memiliki percepatan puncak gempa sebesar 0.31g. Waktu interval yang dimasukkan dalam Plaxis diambil sebesar 18 detik dengan anggapan telah melewati percepatan puncak. Grafik respon spectrum dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



**Gambar 4 Grafik Hubungan Antara Percepatan dan Waktu**

#### 4. Data Geotekstil

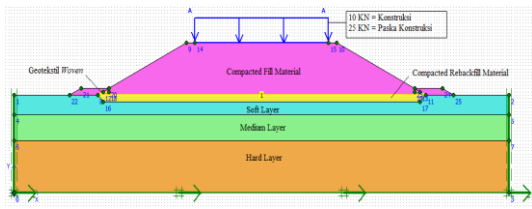
Geotekstil yang digunakan merupakan geotekstil jenis *woven* atau geotekstil teranyam. Data parameter geotekstil dari PT. Tetrasa Geosinindo. Adapun data geotekstil dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

**Tabel 3 Data Parameter Geotekstil**

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Kuat Tarik Ijin	$T_a$	55	$KN/m$
Regangan	$E$	0.85	-
Kekakuan Normal	$EA$	392,86	$KN/m$

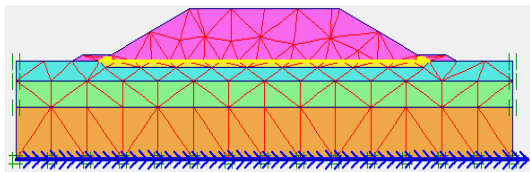
#### 7.2 Analisis Dengan Program Plaxis

Analisis stabilitas lereng dengan program Plaxis yang ditampilkan pada tinggi timbunan 8 m dengan kondisi timbunan tanah asli *replacement* 1 m dengan geotekstil dan *counterweight* saat konstruksi. Adapun permodelan dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



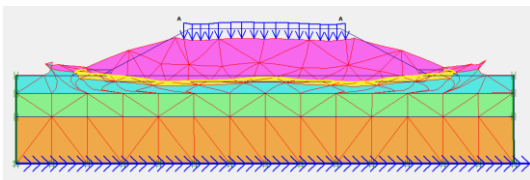
**Gambar 5 Permodelan Timbunan 8 m Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan Counterweight**

Penyusunan jaringan elemen hingga (*meshing*) pada lereng. Hasil jaringan elemen dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.



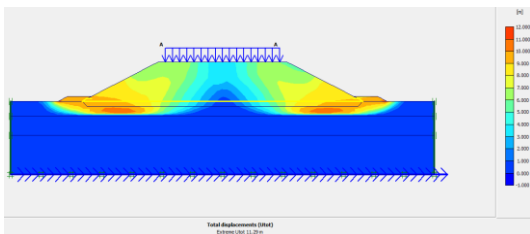
**Gambar 6 Meshing Timbunan 8 m Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan Counterweight**

Hasil *deformed mesh* dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



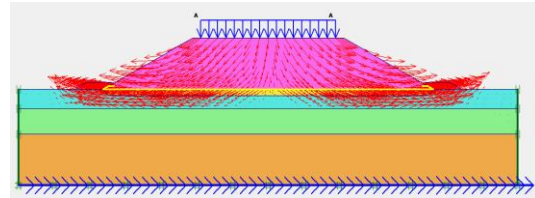
**Gambar 7 Deformen mesh Timbunan 8 m Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan Counterweight**

Besarnya nilai *total displacement* didapatkan sebesar 11,29 m. Adapun hasil dapat dilihat pada Gambar 8 berikut ini.



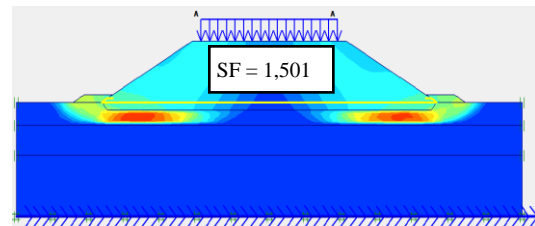
**Gambar 8 Total Displacement Timbunan 8 m Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan Counterweight**

Arah pergerakan tanah akibat beban struktur dengan beban gempa dapat dilihat pada Gambar berikut ini.



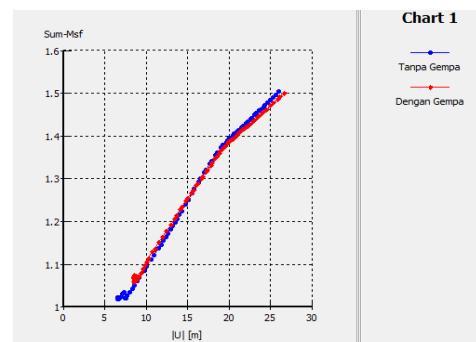
**Gambar 9 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan Counterweight**

Potensi kelongsoran tanah akibat beban struktur dengan beban dapat dilihat pada Gambar 10 berikut ini.



**Gambar 10 Potensi Kelongsoran Timbunan 8 m Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan Counterweight**

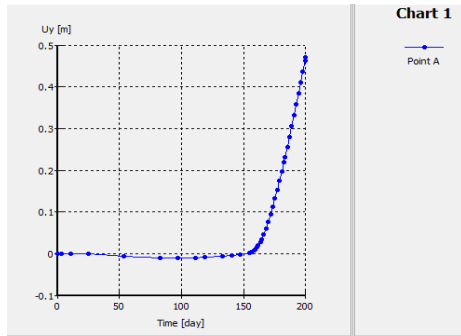
Nilai angka aman akibat beban struktur dengan atau tanpa beban gempa dapat dilihat pada Gambar 10 berikut ini.



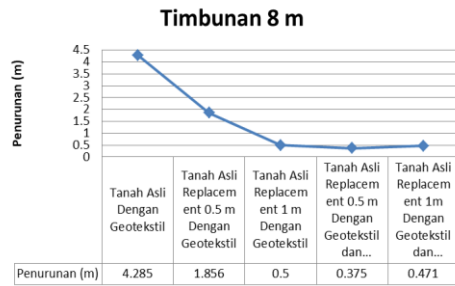
**Gambar 10 Kurva Total Displacement vs Safety Factor Timbunan 8 m Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan Counterweight**



Nilai angka besar penurunan tanah yang terjadi selama waktu 200 hari dapat dilihat pada Gambar 11 berikut ini.



**Gambar 11 Kurva Time vs Vertical Displacement Timbunan 8 m Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan Counterweight**



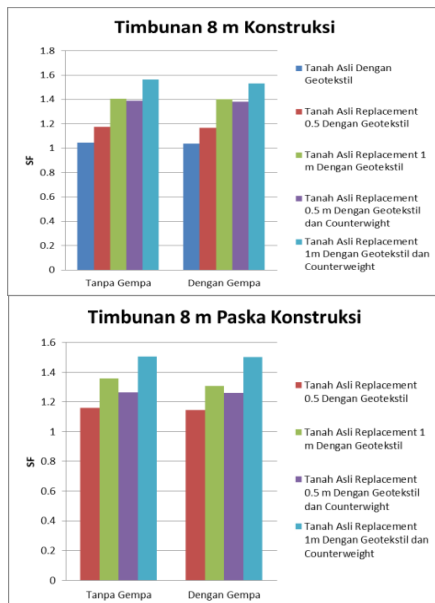
**Gambar 11 Grafik Penurunan Timbunan 8 m**

Adapun hasil rekapitulasi angka aman dan penurunan secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

**Tabel 4 Rekapitulasi Angka Aman**

### 7.3 Pembahasan

Dari hasil analisis diperoleh kurva hubungan nilai angka aman dan kondisi yang ditinjau, yaitu kondisi dengan atau tanpa beban gempa dan kurva hubungan penurunan dan waktu penurunan. Kurva nilai angka aman dan penurunan tersebut dapat dilihat pada Gambar berikut ini.



**Gambar 7 Kurva Nilai SF Timbunan 8 m**

Permodelan	Konstruksi		Paska Konstruksi		
	Tanpa Gempa	Dengan Gempa	Tanpa Gempa	Dengan Gempa	
Timbunan 2 m	Tanah Asli	1.074	1.074	1.002	1.001
	Tanah Asli Replacement 0.5 m	1.154	1.153	1.042	1.042
	Tanah Asli Dengan Geotekstil	1.789	1.785	1.454	1.452
	Tanah Asli Replacement 0.5 m Dengan Geotekstil	1.860	1.859	1.540	1.529
	Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil	2.068	2.065	1.725	1.716
Timbunan 4 m	Tanah Asli	Collapse	Collapse	Collapse	Collapse
	Tanah Asli Replacement 0.5 m	Collapse	Collapse	Collapse	Collapse
	Tanah Asli Dengan Geotekstil	1.327	1.323	1.219	1.218
	Tanah Asli Replacement 0.5 m Dengan Geotekstil	1.449	1.448	1.323	1.323
	Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil	1.646	1.645	1.524	1.512
Timbunan 6 m	Tanah Asli	Collapse	Collapse	Collapse	Collapse
	Tanah Asli Replacement 0.5 m	Collapse	Collapse	Collapse	Collapse
	Tanah Asli Dengan Geotekstil	1.142	1.141	1.066	1.065
	Tanah Asli Replacement 0.5 m Dengan Geotekstil	1.271	1.241	1.215	1.213
	Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil	1.467	1.457	1.417	1.410
Timbunan 8 m	Tanah Asli	Collapse	Collapse	Collapse	Collapse
	Tanah Asli Replacement 0.5 m	Collapse	Collapse	Collapse	Collapse
	Tanah Asli Dengan Geotekstil	1.047	1.038	Collapse	Collapse
	Tanah Asli Replacement 0.5 m Dengan Geotekstil	1.175	1.167	1.160	1.144
	Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil	1.406	1.404	1.357	1.306
	Tanah Asli Replacement 0.5 m Dengan Geotekstil dan Counterweight	1.389	1.381	1.264	1.259
	Tanah Asli Replacement 1m Dengan Geotekstil dan Counterweight	1.563	1.532	1.504	1.501

**Tabel 5 Rekapitulasi Hasil Penurunan**

Permodelan		Penurunan (m)	waktu (hari)
Timbunan 2 m	Tanah Asli	0.009	200
	Tanah Asli <i>Replacement</i> 0.5	-0.038	200
	Tanah Asli Dengan Geotekstil	-0.038	200
	Tanah Asli <i>Replacement</i> 0.5 m Dengan Geotekstil	-0.038	200
	Tanah Asli <i>Replacement</i> 1 m Dengan Geotekstil	-0.043	200
Timbunan 4 m	Tanah Asli	<i>Collapse</i>	200
	Tanah Asli <i>Replacement</i> 0.5	<i>Collapse</i>	200
	Tanah Asli Dengan Geotekstil	0.150	200
	Tanah Asli <i>Replacement</i> 0.5 m Dengan Geotekstil	0.094	200
	Tanah Asli <i>Replacement</i> 1 m Dengan Geotekstil	-0.005	200
Timbunan 6 m	Tanah Asli	<i>Collapse</i>	200
	Tanah Asli <i>Replacement</i> 0.5	<i>Collapse</i>	200
	Tanah Asli Dengan Geotekstil	1.749	200
	Tanah Asli <i>Replacement</i> 0.5 m Dengan Geotekstil	0.756	200
	Tanah Asli <i>Replacement</i> 1 m Dengan Geotekstil	0.045	200
Timbunan 8 m	Tanah Asli	<i>Collapse</i>	200
	Tanah Asli <i>Replacement</i> 0.5	<i>Collapse</i>	200
	Tanah Asli Dengan Geotekstil	4.285	200
	Tanah Asli <i>Replacement</i> 0.5 Dengan Geotekstil	1.856	200
	Tanah Asli <i>Replacement</i> 1 m Dengan Geotekstil	0.500	200
	Tanah Asli <i>Replacement</i> 0.5 m Dengan Geotekstil dan <i>Counterweight</i>	0.375	200
	Tanah Asli <i>Replacement</i> 1m Dengan Geotekstil dan <i>Counterweight</i>	0.471	200

## 8. KESIMPULAN

Hasil analisis stabilitas lereng dengan program Plaxis didapatkan nilai angka aman yang lebih besar dari angka aman yang disyaratkan 1,4 yaitu pada timbunan 2 m kondisi tanah asli dengan geotekstil 1,785 saat konstruksi dan 1,452 saat paska konstruksi, tanah asli replacement 0,5 m dengan geotekstil 1,859 saat konstruksi dan 1,529 saat paska konstruksi, tanah asli replacement 1 m dengan geotekstil 2,065 saat konstruksi dan 1,716 saat paska konstruksi. Pada timbunan 4 m kondisi tanah

asli replacement 1 m dengan geotekstil 1,645 saat konstruksi dan 1,512 saat paska konstruksi. Pada timbunan 6 m kondisi tanah asli replacement 1 m dengan geotekstil 1,457 saat konstruksi dan 1,410 saat paska konstruksi. Pada timbunan 8 m kondisi tanah asli replacement 1 m dengan geotekstil dan *counterweight* 1,504 saat konstruksi dan 1,501 saat paska konstruksi. Hasil penurunan dalam waktu 200 hari pada timbunan 2 m kondisi tanah asli 0,009 m, tanah asli replacement -0,038 m, tanah asli dengan geotekstil -0,038, tanah asli replacement 0,5 m dengan geotekstil -0,038 m, tanah asli replacement 1 m dengan geotekstil -0,043 m. Pada timbunan 4 m kondisi tanah asli dengan geotekstil 0,150 m, tanah asli replacement 0,5 m dengan geotekstil 0,094 m, tanah asli replacement 1 m dengan geotekstil -0,005 m. Pada timbunan 6 m kondisi tanah asli dengan geotekstil 1,749 m, tanah asli replacement 0,5 m dengan geotekstil 0,756 m, tanah asli replacement 1 m dengan geotekstil 0,045 m. Pada timbunan 8 m kondisi tanah asli dengan geotekstil 4,285 m, tanah asli replacement 0,5 m dengan geotekstil 1,856 m, tanah asli replacement 1 m dengan geotekstil 0,500 m. tanah asli replacement 0,5 m dengan geotekstil dan *counterweight* 0,375 m, tanah asli replacement 1 m dengan geotekstil dan *counterweight* 0,471 m.

## 9. DAFTAR PUSTAKA

- Chasanah, U. 2012. Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program *Geoslope*. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Craig, R.F. 1989. *Mekanika Tanah*. Erlangga. Jakarta
- Famungkas, F., Suyadi, W., Zaika, Y. 2014. Analisis Stabilitas Lereng Memakai Perkuatan Geotekstil Dengan Bantuan Perangkat Lunak. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*. Vol 1. No.3:1065-1073.



Hardiyatmo, H. C. 2002. *Mekanika Tanah II. Edisi Ke II* Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

Plaxis. 2012. *Tutorial Manual*. A.A. Balkema. Rotterdam.