

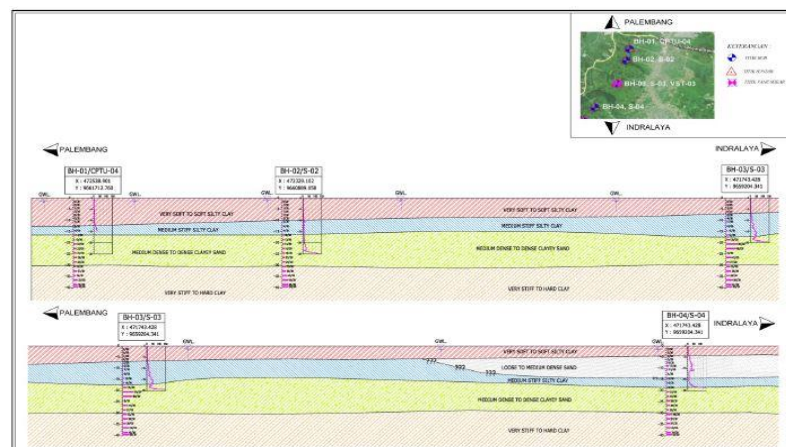
## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 1.1 Gambaran Umum Penelitian

Pada proyek jalan tol Palembang – Indralaya sta. 1+675 adalah tempat studi kasus yang dilakukan pada penelitian ini. Kondisi tanah di lapangan adalah rawa yang mana akan di bangun sepanjang 22 KM menghubungkan antara kota Palembang dan kota Indralaya. Profil tanah tersebut diharuskan melakukan analisi stabilitas lereng untuk mewujudkan transportasi yang layak dan aman. Lapisan tanah pada lokasi tersebut adalah tanah lunak yang digunakan pada penelitian ini hingga lapisan ketiga dengan kedalaman 25 meter dan untuk tanah timbunan menggunakan parameter tanah lempung berasal dari daerah KM 18 Kecamatan Alang-alang Palembang yang dihasilkan melalui pengujian laboratorium dan pendekatan ilmiah yang akan diinput data pada program *Plaxis*. Solusi yang dilakukan untuk mencegah kelongsoran dengan perkuatan lereng yaitu dengan pemasangan geotekstil.

Dari data skunder didapatkan parameter tanah yang dilakukan oleh PT. Promisco Sinergi Indonesia dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan untuk lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2.



**Gambar 5.1 Profil Lapisan Tanah Asli**  
(sumber: PT. Promisco Sinergi Indonesia, 2015)

## 5.2 Data Analisis

Pada bab data analisis ini digunakan data sekunder yang sudah didapatkan sesuai dengan kondisi sta 1+675. Data-data yang dimuat berupa data beban struktur jalan, data beban gempa, data geotekstil. Adapun data-data yang digunakan sebagai berikut.

### 1.1.1 Data Beban Struktur

Penelitian ini menggunakan beban yang bekerja pada struktur jalan saja pada saat konstruksi dengan nilai sebesar  $10 \text{ kN/m}^2$  yang didapatkan dari data sekunder dan untuk beban lalu lintas nya diambil dari Panduan Geoteknik 4 No.4 Pt T-10-2002 tahun 2002 yang mana menyatakan untuk beban lalu lintas berfungsi primer sebesar 15 dalam satuan  $\text{kN/m}^2$  yang mana sebagai *input* program *Plaxis* saat kondisi paska konstruksi data parameter dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut.

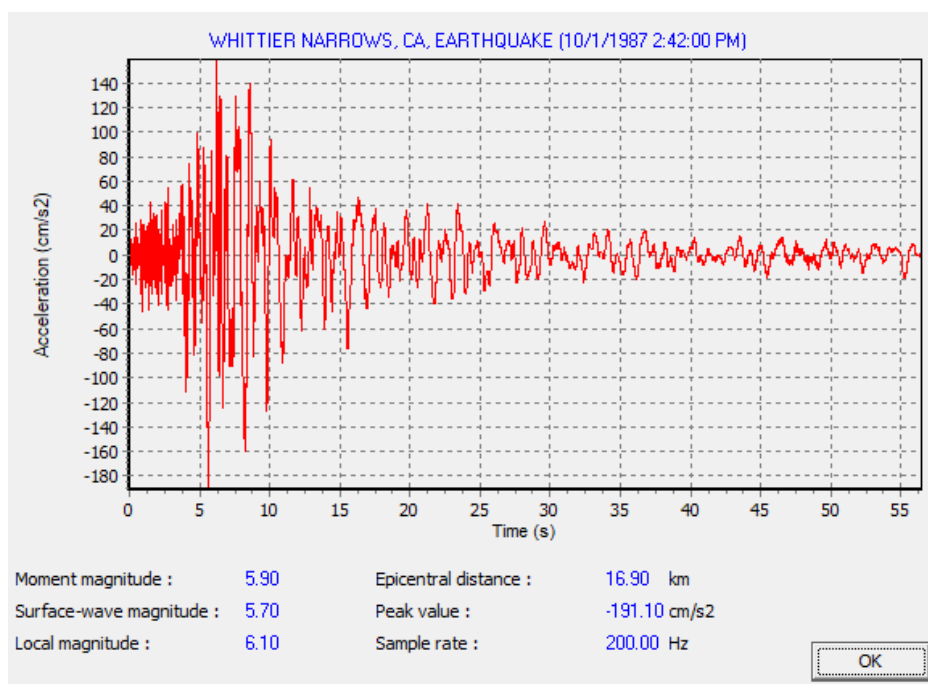
**Tabel 5.1 Data Parameter Beban Lalu Lintas**

<b>Fungsi</b>	<b>Sistem Jaringan</b>	<b>Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)</b>	<b>Beban Lalu Lintas (<math>\text{kN/m}^2</math>)</b>
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

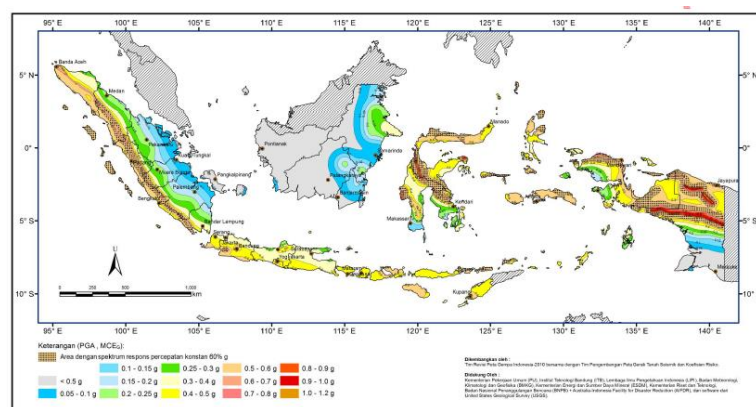
Sumber: Panduan Geoteknik 4 No. Pt T-10-2002-B (2002)

### 5.1.2 Data Beban Gempa

Beban gempa digunakan dalam analisis ini merupakan beban gempa dinamik. Untuk wilayah Palembang memiliki percepatan puncak gempa (PGA) sebesar 0.15-0.2g, data gempa yang sesuai dengan kawan tersebut ialah kawasan *Whittier Narrows, California* pada tahun 1987 yang memiliki percepatan puncak 0.191g seperti pada gambar 5.2 dan waktu interval gempa yang digunakan kedalam *Plaxis* adalah sebesar 13 detik dengan anggapan telah melewati puncak.



**Gambar 5.2 Grafik Hubungan Antara Percepatan dan Waktu**  
(sumber: www.usgs.gov, 2017)

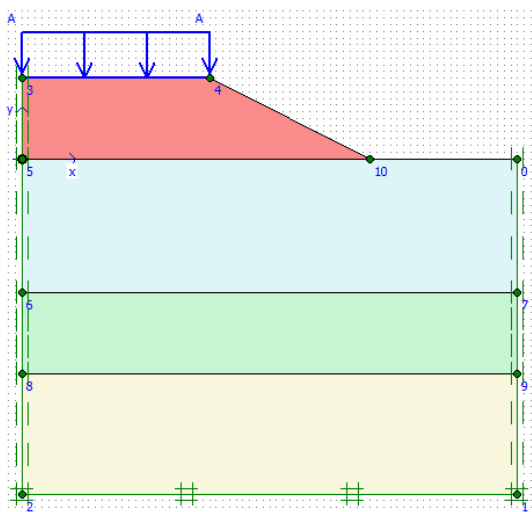


**Gambar 5.3 Peta Zona Gempa Indonesia Tahun 2011**  
(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2011)

### 5.3 Perhitungan Lereng Dengan Menggunakan Program *Plaxis*

#### 5.3.1 Perhitungan Lereng Tanpa Replacment dan Geotekstil

Permodelan untuk stabilitas lereng menggunakan jenis tanah yang sesuai dengan data parameter tanah proyek jalan tol Sumatera-Indralaya pada lampiran 3. Permodelan dilakukan dengan kondisi kemiringan asli yaitu 2/1 untuk mencari stabilitas pada lereng ini pula digunakan *cross section* asli pada sta. 1+675 dengan panjang 89 m yang memiliki kemiringan simetris antara kiri dan kanan maka pada penelitian ini hanya menganalisis sebagian demi mempercepat penelitian dan efisiensi waktu. Analisis meliputi kondisi masa konstruksi dan paska konstruksi dengan tinggi timbunan 2m sampai 6m yang masing-masing dapat dilihat pada lampiran 8 dan 9. Permodelan tanah asli tanpa tanah replacment dan perkuatan dengan geotekstil dapat dilihat pada gambar 5.4 sebagai berikut ini.



**Gambar 5.4 Permodelan Lereng Dengan Timbunan 6m Tanpa Perkuatan**

Setelah melakukan permodelan maka *input* parameter tanah pada program *Plaxis* yang dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini.

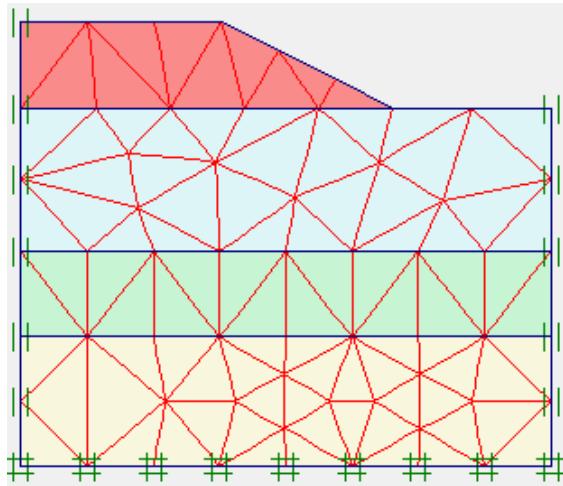
**Tabel 5.2 Data Parameter Tanah Input Plaxis**

Masa Konstruksi					
	Compacted fill material	Silty Clay	Clayey Silt	Clayey Sand	Satuan
Model	MC	MC	MC	MC	-
Type	<i>Drained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	-
$\gamma_{sat}$	19.75	16.470	17.347	19.457	kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{unsat}$	16.75	14.470	15.347	16.457	kN/m <sup>3</sup>
$K_x$	0.0000264	0.0000432	0.00000864	0.00000864	m/day
$K_y$	0.0000264	0.0000432	0.00000864	0.00000864	m/day
$E$	2500	3000	2000	5000	kN/m <sup>2</sup>
$V$	0.35	0.35	0.3	0.3	-
$C$	25	6.1	20	13	kN/m <sup>2</sup>
$\Phi$	8.42	8.503	23	27	°
$\Psi$	0	0	0	0	°
Masa Paska Konstruksi					
	Compacted fill material	Silty Clay	Clayey Silt	Clayey Sand	Satuan
Model	MC	MC	MC	MC	-
Type	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	-
$\gamma_{sat}$	19.75	16.470	17.347	19.457	kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{unsat}$	16.75	14.470	15.347	16.457	kN/m <sup>3</sup>
$K_x$	0.0000264	0.0000432	0.00000864	0.00000864	m/day
$K_y$	0.0000264	0.0000432	0.00000864	0.00000864	m/day
$E$	2500	3000	2000	5000	kN/m <sup>2</sup>
$V$	0.35	0.35	0.3	0.3	-
$C$	25	6.1	20	13	kN/m <sup>2</sup>
$\Phi$	8.42	8.503	23	27	°
$\Psi$	0	0	0	0	°

(sumber: PT. Promisco Sinergi Indoensia, 2015)

Pada kondisi konstruksi dan paska konstruksi beban merata di *input* sebesar 10 kN/m<sup>2</sup> untuk kondisi konstruksi dan paska konstruksi sebesar 25 kN/m<sup>2</sup>

kemudian dilakukan penyusunan jaringan elemen (*meshing*). Hasil dari jaringan elemen hingga pada timbunan dapat dilihat pada gambar 5.5 sebagai berikut ini.

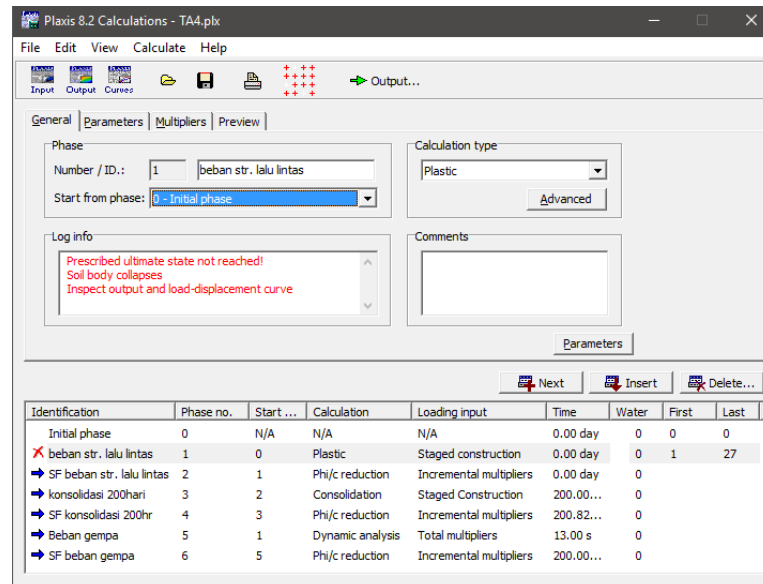


**Gambar 5.5 Jaringan Elemen Hingga (*Meshing*) pada Lereng Timbunan 6m Tanpa Perkuatan**

Saat kondisi awal (*initial condition*) nilai berat isi air ditetapkan sebesar  $10 \text{ KN/m}^3$  dan untuk ketinggian muka air tanah terletak pada 1m di bawah permukaan lapisan tanah asli lalu dimodelkan -1 m dari tanah asli. Perhitungan tegangan awal (*initial stress*) pada tahap ini memasukkan faktor pengali total untuk berat tanah, *Mweight* sebesar 1.0.

Tahap analisis perhitungan (*calculation*) dilakukan dengan lima tahap. Tahap pertama yaitu analisis konsolidasi yang terjadi. Tahap kedua yaitu analisis akibat beban struktur merata pada badan jalan, yaitu beban sebesar  $10 \text{ KN/m}^2$  saat konstruksi di beri beban lalu lintas sehingga lereng terbebani sebesar  $25 \text{ KN/m}^2$  saat paska konstruksi. Tahap ketiga yaitu analisis angka aman (SF) akibat beban merata. Tahap keempat yaitu analisis akibat beban gempa. Tahap kelima yaitu analisis angka aman (SF) akibat beban gempa. Pembebanan saat paska konstruksi terbebani kondisi tanah asli tanpa perkuatan tanah timbunan 6 m mengalami *collapse* sehingga untuk tahap ketiga yaitu analisis angka aman dan tahap keempat analisis akibat beban gempa tidak bisa ditampilkan. Pada tahap pertama dengan memasukkan beban lalu lintas lereng timbunan 6 m mengalami *collapse*, maka

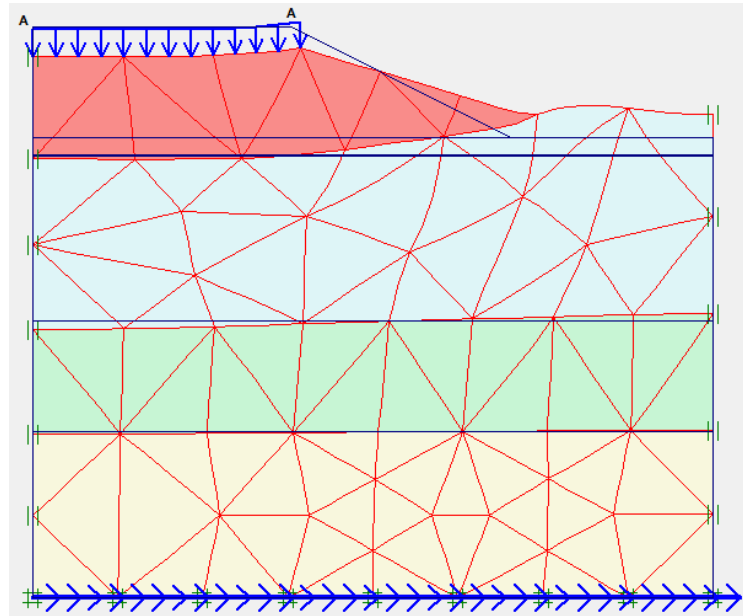
untuk perhitungan selanjutnya tidak dapat dilakukan. Kondisi ini terjadi apabila  $SF < 1$ , pada analisis menggunakan program *Plaxis* ditandai dengan tulisan merah *log info* dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut.



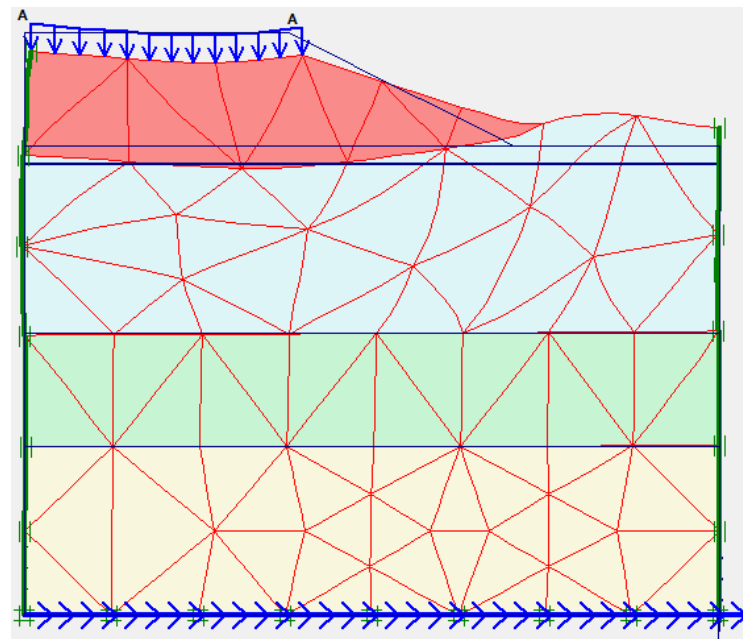
**Gambar 5.6** Jendela *Calculation Lereng Tanpa Replacement dan Perkuatan Geotekstil Pada Saat Masa Konstruksi*

### 1. Masa Konstruksi

Pada saat tahap *calculation* yaitu pada *masa* konstruksi lereng dibebani dengan beban 10 kN/m akibat beban struktur jalan. Pada masa konstruksi ini akan menampilkan hasil Jendela berupa *Deformed Mesh*, potensi kelongsoran (angka aman), arah pergerakan tanah dan jendela kurva angka aman. Adapun gambar menampilkan *deformed mesh* sebagai berikut menampilkan gambar kondisi tanah asli masa konstruksi pada timbunan 6 m dapat dilihat pada gambar sebagai berikut ini.



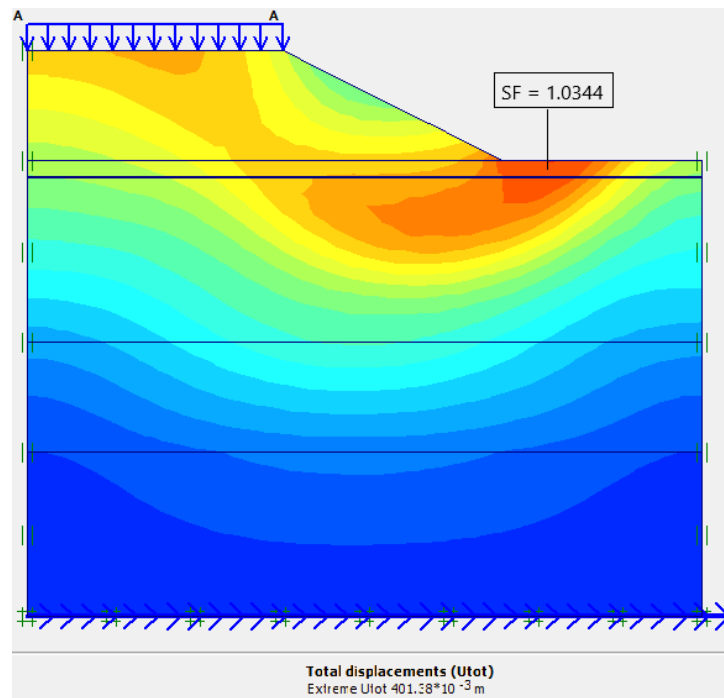
**Gambar 5.7 Deformed Mesh Lereng Timbunan 6 m Tanah Asli Tanpa Beban Gempa**



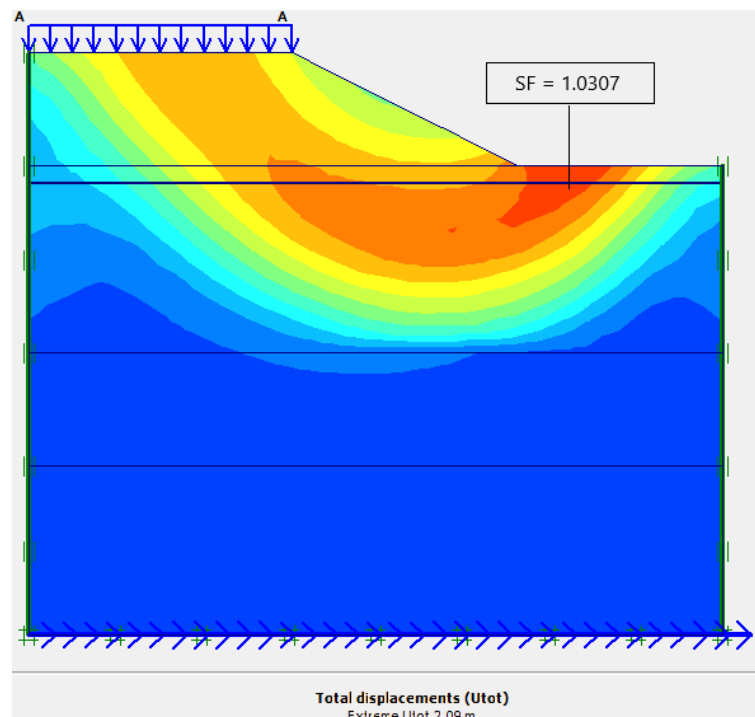
**Gambar 5.8 Deformed Mesh Lereng Timbunan 6 m Tanah Asli Dengan Beban Gempa**

Berikut ini menampilkan gambar potensi kelongsoran akibat beban struktur dan beban gempa dapat dilihat pada Gambar 5.9 dan Gambar 5.10 sebagai berikut ini.

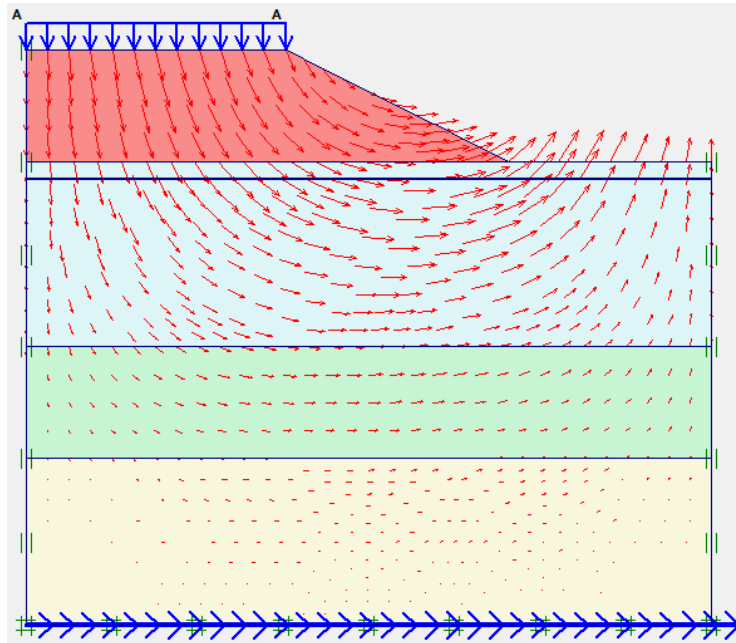




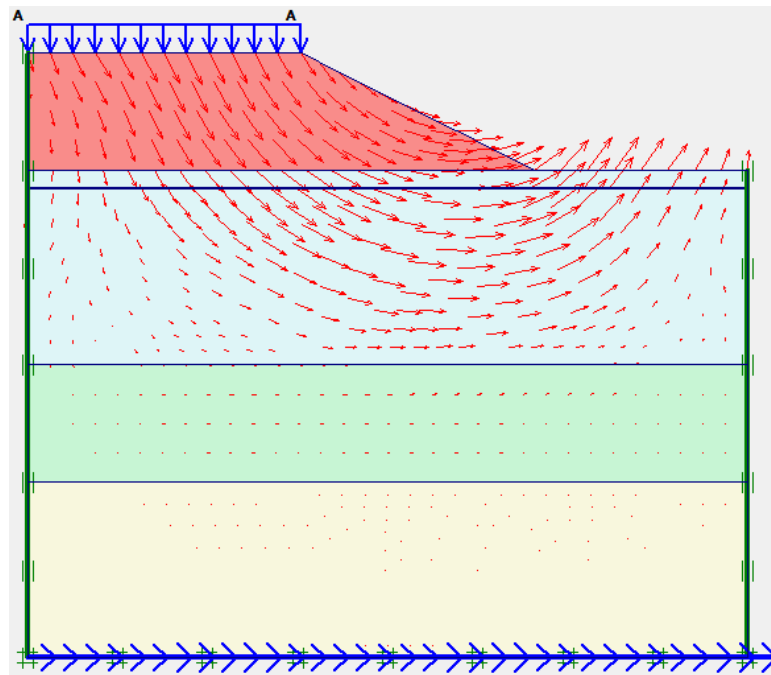
**Gambar 5.9 Potensi Kelongsoran Lereng Timbunan 6 m Tanah Asli Masa Konstruksi Akibat Beban Struktur Jalan**



**Gambar 5.10 Potensi Kelongsoran Lereng Timbunan 6 m Tanah Asli Masa Konstruksi Akibat Beban Gempa**



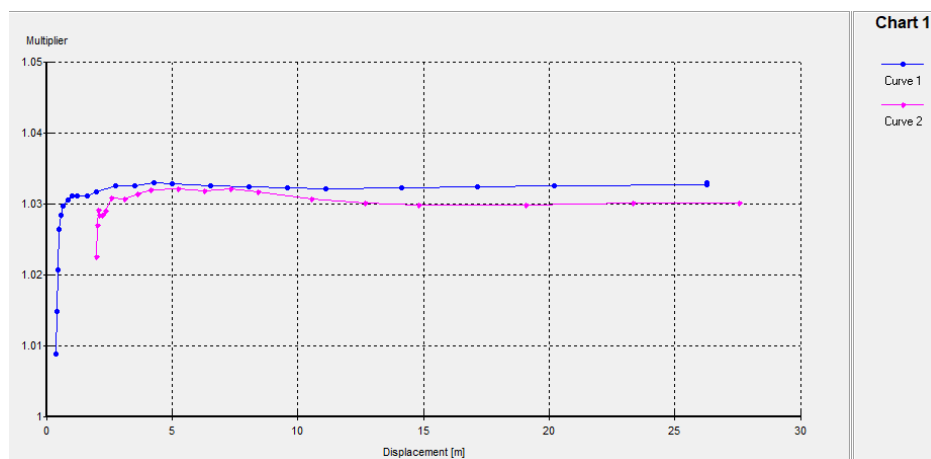
**Gambar 5.11 Arah Pergerakan Tanah Tanah Asli Timbunan 6 m Pada Masa Konstruksi Akibat Beban Lalu Lintas**



**Gambar 5.12 Arah Pergerakan Tanah Tanah Asli Timbunan 6 m Pada Masa Konstruksi Akibat Beban Gempa**

Pada timbunan 6 m besarnya nilai total *displacement* sebesar terjadi pada kondisi pembebanan struktur jalan dan gempa sebesar  $401.38 \times 10^{-3}$  m pada saat di bebanni struktu jalan dan 2.09 m total *displacement* yang terjadi akibat beban gempa.

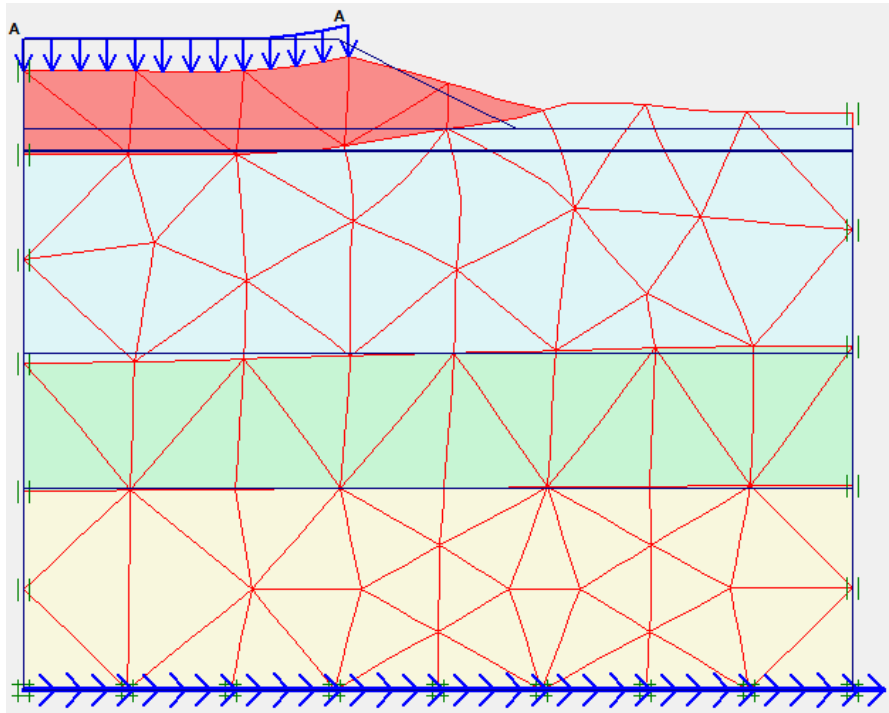
Nilai *safety factor* pada timbunan lereng 4m pada pembebanan struktur jalan sebesar 1.0344 sedangkan nilai *safety factor* saat di bebani oleh beban gempa adalah 1.0316. Adapun hasil nilai angka aman berbentuk kurva dapat dilihat pada gambar 5.11 berikut ini.



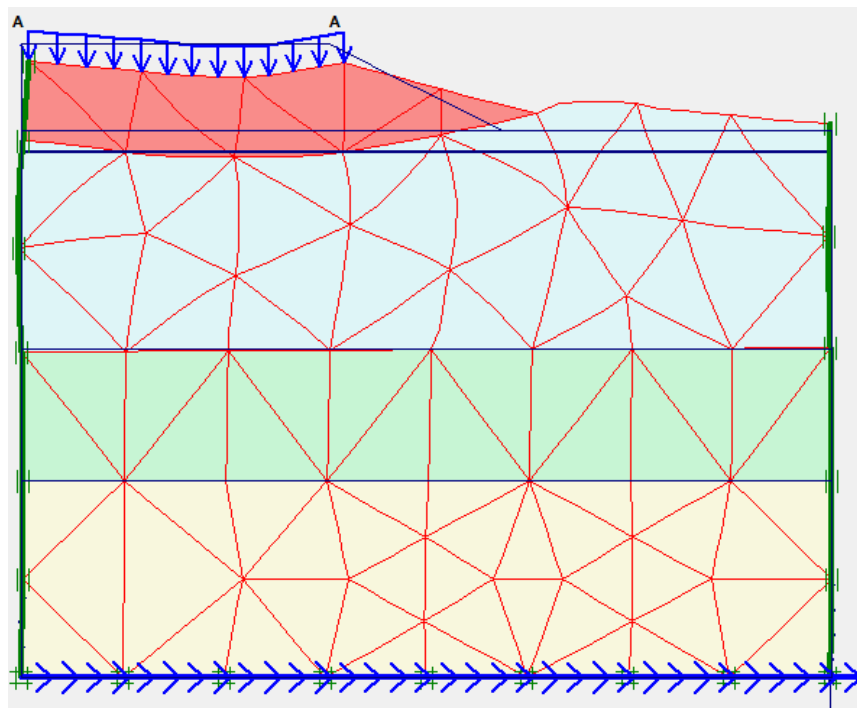
**Gambar 5.13** Jendela Kurva *Safety Factor* Tanah Asli Timbunan 4m Masa Konstruksi

## 2. Masa Paska Konstruksi

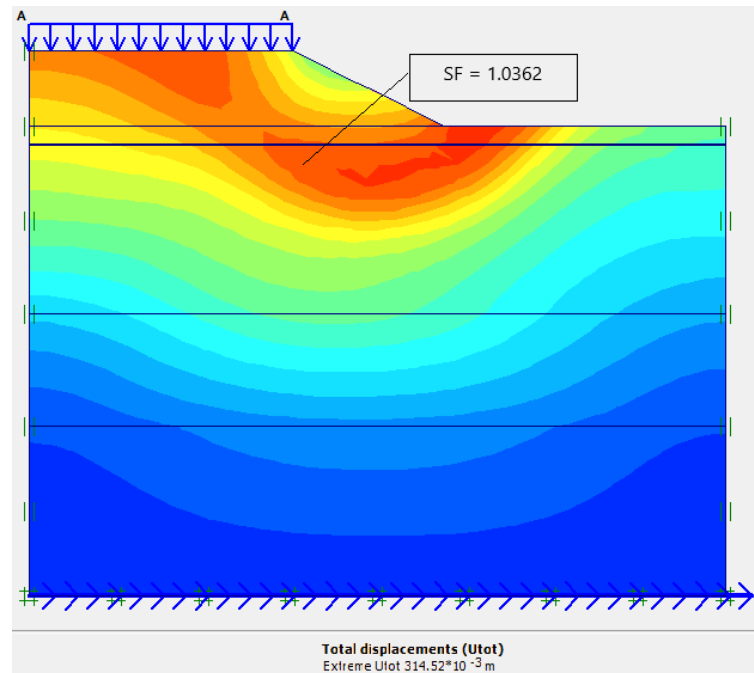
Pada masa paska konstruksi ini artinya timbunan lereng sudah dapat difungsikan untuk dibebani oleh beban struktur jalan dan lalu lintas . pada kondisi ini pula terjadi kondisi dimana  $SF < 1$  sehingga mengalami *collapse* pada ketinggian timbunan 6 m dengan beban paska konstruksi  $25 \text{ kN/m}^2$  maka untuk perhitungan selanjutnya tidak bisa dilakukan. Dikarenakan pada kondisi beban konstruksi dan paska konstruksi mengalami *collapse* sehingga kita tidak dapat menentukan angka aman (SF) serta juga tidak dapat mengetahui analisis dengan menggunakan beban gempa sehingga diperlukan mencari nilai angka aman (SF) secara manual yaitu dengan cara menggunakan metode irisan yang akan dibahas bab selanjutnya.



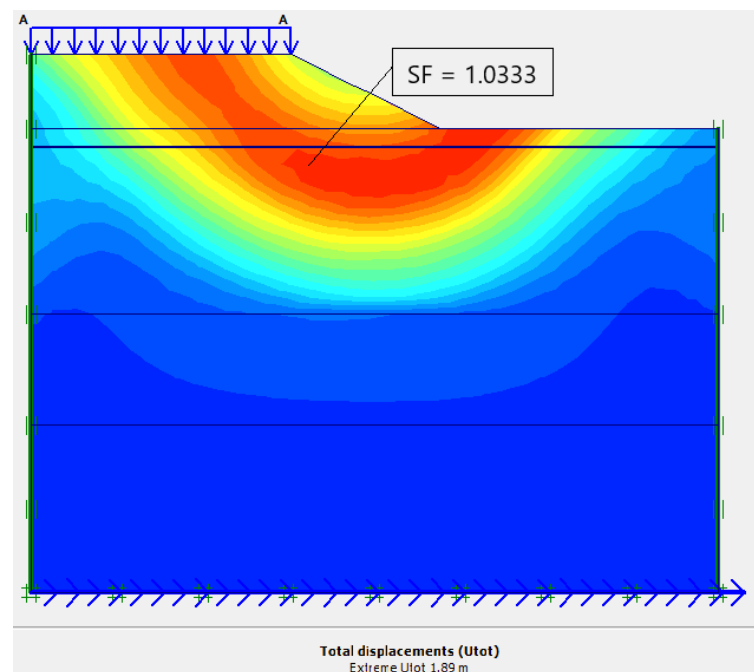
**Gambar 5.14** *Deformed Mesh* Lereng Timbunan 4m Tanah Asli Akibat Beban Struktur Jalan Masa Paska Konstruksi



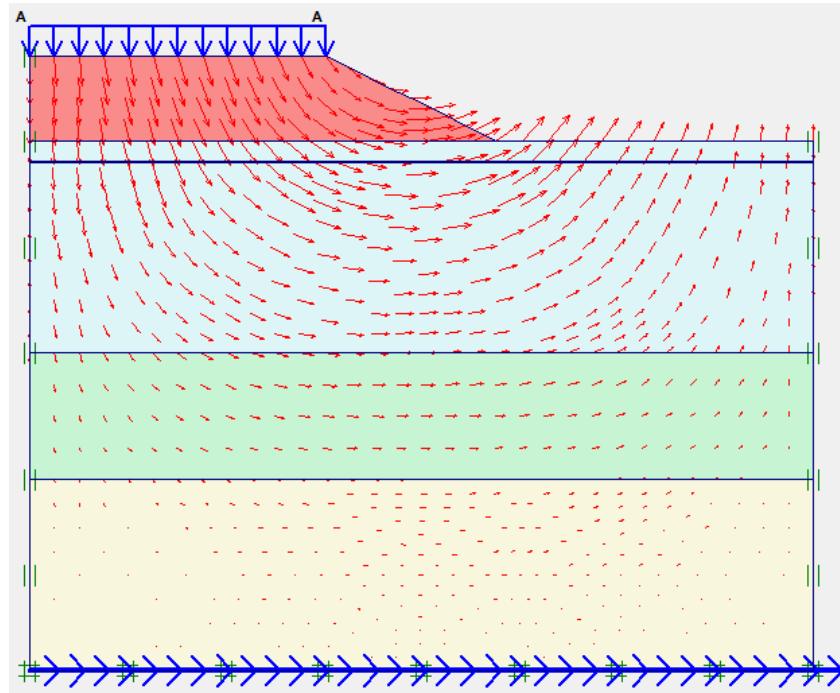
**Gambar 5.15** *Deformed Mesh* Lereng Timbunan 4m Tanah Asli Akibat Beban Struktur Jalan Masa Paska Konstruksi



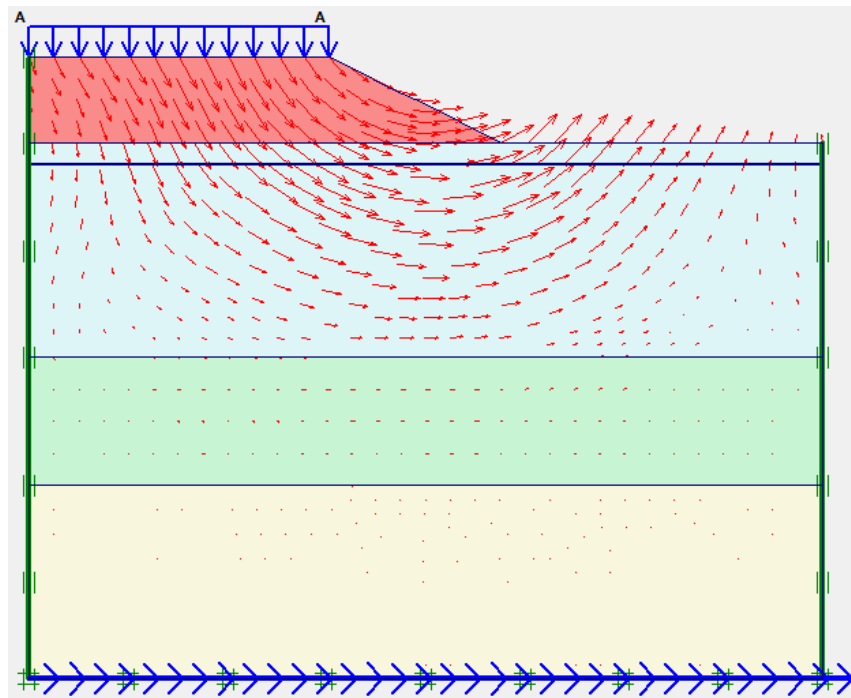
**Gambar 5.16 Potensi Kelongsoran Lereng Tanah Asli Timbunan 4m Pada Masa Paska Konstruksi Akibat Beban Struktur Lalu Lintas**



**Gambar 5.17 Potensi Kelongsoran Lereng Tanah Asli Timbunan 4m Pada Masa Paska Konstruksi Akibat Beban Gempa**



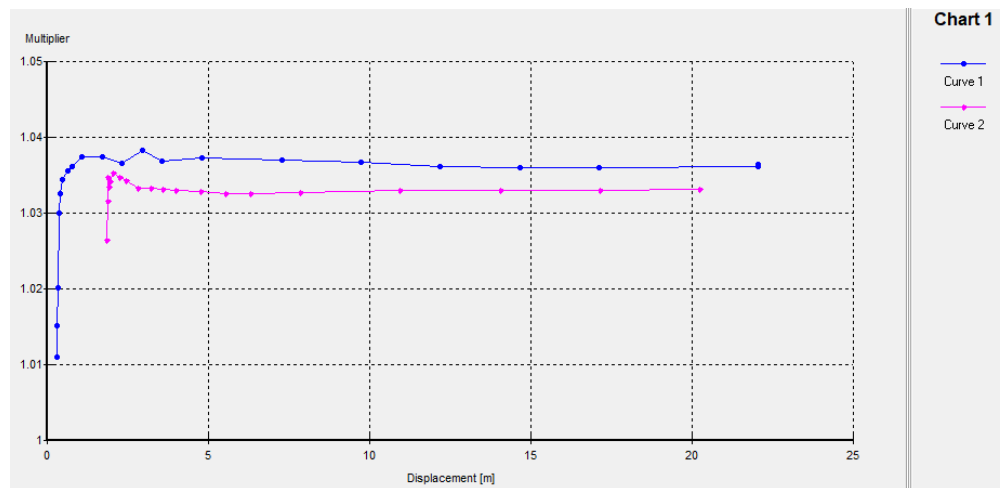
**Gambar 5.18 Arah Pergerakan Tanah Tanah Asli Timbunan 4m Pada Masa Paska Konstruksi Akibat Beban Lalu Lintas**



**Gambar 5.19 Arah Pergerakan Tanah Tanah Asli Timbunan 4m Pada Masa Paska Konstruksi Akibat Beban Gempa**

Pada masa paska konstruksi untuk timbunan 4m besarnya nilai total *displacement* sebesar terjadi pada kondisi pembebanan struktur jalan dan gempa sebesar  $314.052 \times 10^{-3}$  m pada saat di bebanni struktu jalan dan 1.89 m total *displacement* yang terjadi akibat beban gempa.

Adapun nilai *safety factor* pada timbunan lereng 4m masa paska konstruksi pada pembebanan struktur jalan sebesar 1.0362 sedangkan nilai *safety factor* saat di bebanni oleh beban gempa adalah 1.0333. Adapun hasil nilai angka aman berbentuk kurva dapat dilihat pada gambar 5.20 berikut ini.



**Gambar 5.20 Jendela Kurva *Safety Factor* Tanah Asli Timbunan 4m Saat Masa Paska Konstruksi**

Pada timbunan 4m nilai *safety factor* (SF) dimana lebih dari 1 yang artinya sudah *allowable* secara teknis *running* pada program *Plaxis* akan tetapi syarat pada angka keamanan pada lapangan 1.3. Yang akan di bahas lebih lanjut pada BAB VI.

Dari data yang sudah disajikan diatas, berikut ini akan menampilkan hasil penulisan rekapitulasi *total displacement*, *safety factor*, dan besar penurunan konsolidasi masing-masing dapat dilihat pada Tabel 4.2, 4.3, dan 4.4 sebagai berikut ini.

**Tabel 5.3 Rekapitulasi Data *Total Displacement* Timbunan Lereng Tanah Asli**

<i>Total Displacement</i>	Masa Konstruksi $q = 10\text{kN/M}$		Masa Paska Konstruksi $q = 25\text{kN/M}$		Satuan
	Tanpa Beban Gempa	Beban Gempa	Tanpa Beban Gempa	Beban Gempa	
Timbunan 2m	0.0818	0.2887	0.1407	0.6633	m
Timbunan 4m	0.1660	0.6616	0.3145	1.89	m
Timbunan 6m	0.4013	2.09	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>	m

**Tabel 5.4 Rekapitulasi Data *Safety Factor* Timbunan Lereng Tanah Asli**

<i>Safety Factor</i>	Masa Konstruksi $q = 10\text{kN/M}$		Masa Paska Konstruksi $q = 25\text{kN/M}$	
	Tanpa Beban Gempa	Beban Gempa	Tanpa Beban Gempa	Beban Gempa
Timbunan 2m	1.7254	1.7235	1.2674	1.2651
Timbunan 4m	1.2489	1.2452	1.0362	1.0329
Timbunan 6m	1.0362	1.0333	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>

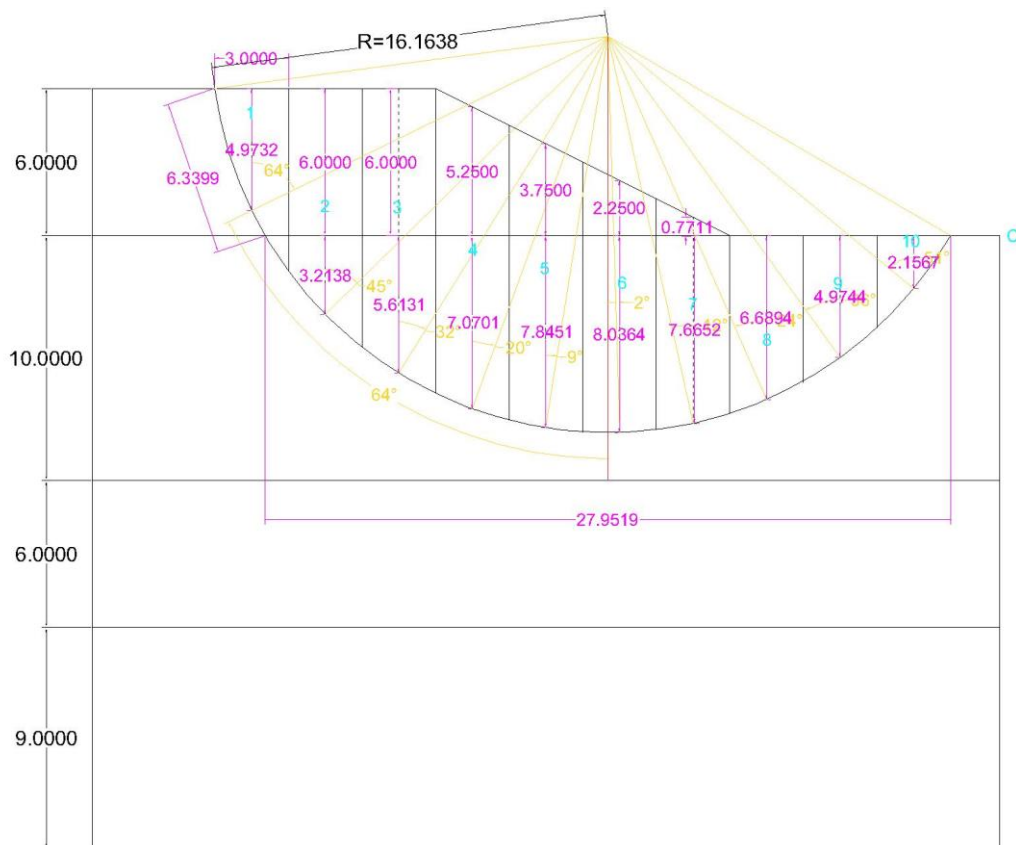
**Tabel 5.5 Rekapitulasi Data Konsolidasi yang Terjadi Pada Lereng Timbunan Tanah Asli**

Timbunan	Konsolidasi Kondisi Tanah Asli	Waktu
2m	-0.02 m	200 hari
4m	-0.097 m	200 hari
6m	-0.107 m	200 hari



### 5.3.2 Perhitungan Manual Dengan Metode Irisan

Pada perhitungan sebelumnya yang mana untuk mencari nilai *safety factor* (SF) pada timbunan 6 m paska konstruksi tidak bisa di runing seperti pada gambar 5.6. Maka dibutuhkanlah perhitungan manual pada variasi timbunan 6 m kondisi tanah asli tanpa perkuatan. Penelitian ini menggunakan metode irisan guna mencari nilai angka aman, pada gambar 5.21 ditunjukkan garis potensi kelongsoran terbentuk hingga kaki lereng dengan R (jari-jari) 16.63 m dan pada perhitungan ini pias dibagi menjadi 10 bagian pias sebagai berikut ini.



**Gambar 5.21 Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Irisan**

Dapat dilihat pada gambar 5.21 dimana bidang longsor sudah dibagi menjadi 10 irisan. Maka tiap irisan akan mempunyai bidang longsor 3 m karena total bidang longsonya arah horizontal adalah 30 m. Adapun berikut ini adalah analisis gaya berat pada tiap irisan seperti pada Tabel 5.6 berikut ini.

**Tabel 5.6 Hitungan Gaya Berat Metode Irisan**

irisan no	b (m)	Berat (kN)	$\theta(^{\circ})$	$W_i \cdot \cos\theta_i \cdot \tan\phi$ (KN)	$W_i \cdot \sin\theta_i$ (kN)
1	3	249.903	64	16.216	224.612
2	3	441.011	45	46.160	311.842
3	3	545.165	32	68.435	288.893
4	3	570.726	20	80.180	195.200
5	3	537.298	9	79.339	84.052
6	3	461.923	-2	69.017	-16.121
7	3	371.494	-12	54.326	-77.238
8	3	290.387	-24	39.661	-118.111
9	3	215.939	-36	26.118	-126.926
10	3	93.622	-51	8.809	-72.758
Total				488.262	693.445

Dari hasil pengukuran panjang garis kurva AB = 6.339 m, dan panjang kurva BC = 27.951 m. Luas wilayah potensi kelongsoran = 244.5741 m<sup>2</sup>. Gaya akibat beban merata = (10 x 244.5741) = 2445.741 KN. Maka dapat dihitung tahanan terhadap keongsoran yang dikerahkan oleh komponen kohesi sebesar :

$$\sum c_i a_i = (6.339 \times 25) + (27.951 \times 6,1) = 329.004 \text{ kN}$$

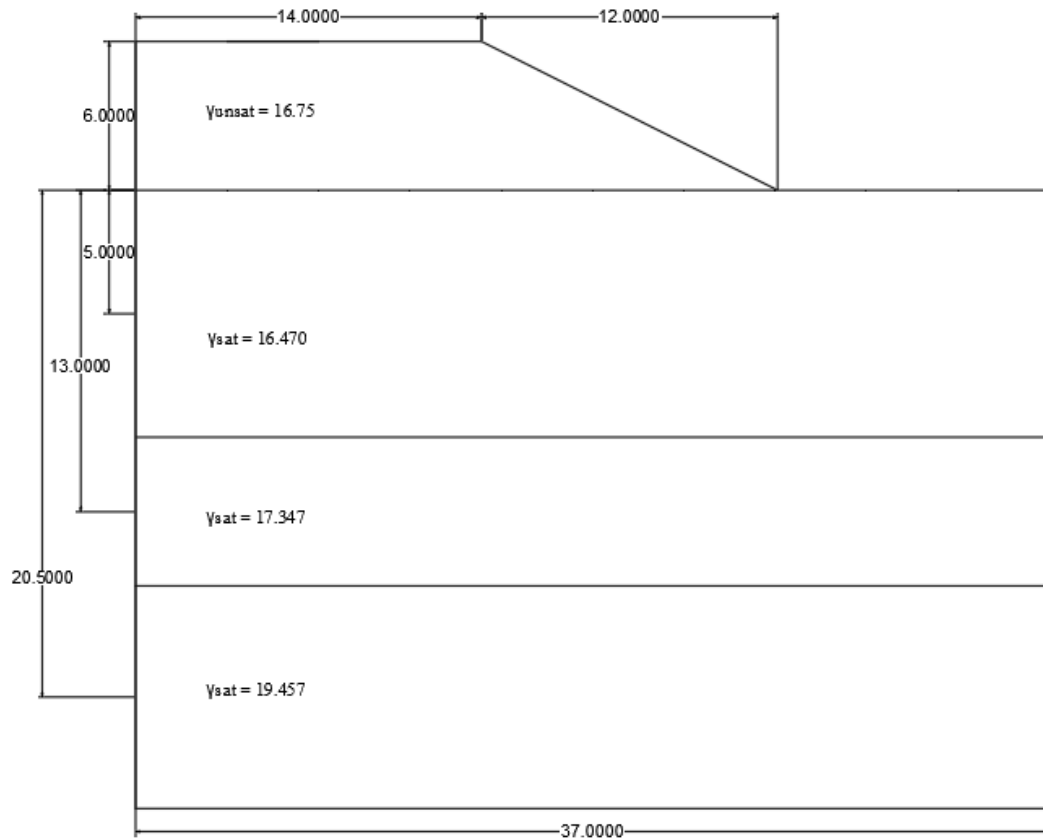
Maka faktor aman menggunakan metode irisan dapat dicari menggunakan perbandingan gaya yang menahan dibagi dengan gaya yang mendorong sebagai berikut.

$$\text{Faktor aman (SF)} = \frac{329,004 + 488,262}{2445,741 + 693,445} = 0.260$$

Nilai angka aman yang didapat pada analisis menggunakan metode irisan didapat nilai angka aman lereng asli sebesar  $0.260 < 1,0$  sehingga lereng tanah asli timbunan dengan tinggi 6m terjadi keruntuhan.

### 5.3.3 Pehitungan Manual Penurunan

Pada perhitungan ini akan dilakukan analisis penurunan untuk geometri tanah timbunan 6m dengan kedalaman lapisan 25 m. Gambat potongan melintang tanah dapat dilihat pada gambar sebagai berikut ini.



**Gambar 5.22 Potongan Melintang Tanah**

$$LL = 81,42$$

$$e_1 = 0,96$$

$$e_2 = 0,92$$

$$\Delta e = 0,04$$

$$e_0 = 0,967$$

$$P1 = 0,5$$

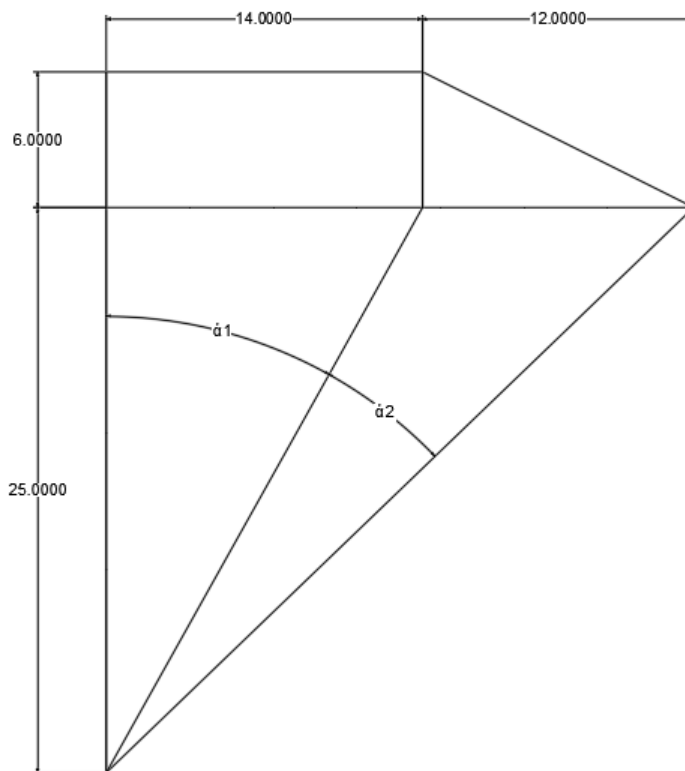
$$P2 = 2$$

maka didapatkan nilai  $C_c$  yaitu :

$$Cc = \frac{0,05}{\log\left(\frac{2}{0,5}\right)}$$

$$= 0.0664$$

$\Delta p$  untuk masing-masing lapisan tanah akibat timbunan dihitung menggunakan teori *Boussinesq* menggunakan persamaan pada Persamaan 3.22. Permodelan untuk tambahan tegangan akibat timbunan ditunjukkan pada Gambar 5.2 dan 5.3.



**Gambar 5.23 Permodelan Tegangan Vertikal Timbunan 6m Kedalam Tanah Asli 25 m**

Pembuktian rumus  $\Delta\sigma_z$  pada grafik :

Tahap 1

$$q = 100.5$$

$$a/z = 2.4$$

$$b/z = 2.8$$

$$I = 0,5 \text{ (grafik)}$$

$$q \cdot I = 100.5 \times 0.5$$

$$= 50.25$$

- a. Perhitungan timbunan 6m tahap 1 dengan  $z = 5\text{m}$

$$\Delta\sigma_{z1} = \left( \frac{100.5}{180} \left( \left\{ \frac{12+14}{12} \right\} (8.768 + 70.346) - \frac{14}{12} \times 70.346 \right) \right)$$

$$\Delta\sigma_{z1} = 49.883 \text{ kN/m}^2$$

- b. Perhitungan timbunan 6m tahap 2 dengan  $z = 13\text{m}$

$$\Delta\sigma_{z1} = \left( \frac{100.5}{180} \left( \left\{ \frac{12+14}{12} \right\} (16.313 + 47.121) - \frac{14}{12} \times 47.121 \right) \right)$$

$$\Delta\sigma_{z1} = 46.044 \text{ kN/m}^2$$

- c. Perhitungan timbunan 6m tahap 3 dengan  $z = 20.5\text{m}$

$$\Delta\sigma_{z1} = \left( \frac{100.5}{180} \left( \left\{ \frac{12+14}{12} \right\} (17.415 + 34.254) - \frac{14}{12} \times 34.254 \right) \right)$$

$$\Delta\sigma_{z1} = 40.235 \text{ kN/m}^2$$

Sehingga didapat hasil rekapitulasi data perhitungan tegangan vertikal yang dapat dilihat pada table berikut ini

**Tabel 5.7 Rekapitulasi Data Perhitungan Penambahan Tegangan Vertikal Pada Tinggi Timbunan 6m Kedalaman Tanah Asli 25 m**

Zona Timbunan	Z (m)	$\Delta\sigma_z$ (kN/m <sup>2</sup> )
1	5	49.883
	13	46.044
	20.5	40.235

Berikut ini adalah perhitungan nilai tekanan *overburden* efektif dan penurunan yang terjadi pada timbunan 6m sebagai berikut ini.

- a. Timbunan 6m, lapis tanah 1

$$P_{0_1} = (\gamma_{sat} - \gamma_w) \times H_{dr}$$

dimana :

$$H_{dr} = 5 \text{ m}$$

$$\gamma_w = 9.81 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{sat} = 16.470 \text{ kN/m}^3$$

sehingga :

$$P_{0_1} = (16.470 - 9.81) \times 5$$

$$P_{0_1} = 33.3 \text{ kN/m}^2$$

Besar penurunan pada timbunan 6m pada lapis tanah 1 adalah :

$$S_1 = \frac{0,066 \times 5}{1+0,9668} \times \log\left(\frac{33.3+49.883}{33.3}\right)$$

$$S_1 = 0.067 \text{ m}$$

b. Timbunan 6m, lapis tanah 2

$$P_{0_1} = (\gamma_{sat} - \gamma_w) \times H_{dr}$$

dimana :

$$H_{dr} = 13 \text{ m}$$

$$\gamma_w = 9.81 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{sat} = 17.347 \text{ kN/m}^3$$

sehingga :

$$P_{0_1} = (17.347 - 9.81) \times 13$$

$$P_{0_1} = 86.58 \text{ kN/m}^2$$

Besar penurunan pada timbunan 6m pada lapis tanah 1 adalah :

$$S_1 = \frac{0,066 \times 5}{1+0,9668} \times \log\left(\frac{86.58+46.044}{86.58}\right)$$

$$S_1 = 0.031 \text{ m}$$

c. Timbunan 6m, lapis tanah 3

$$P_{0_1} = (\gamma_{sat} - \gamma_w) \times H_{dr}$$

dimana :

$$H_{dr} = 13 \text{ m}$$

$$\gamma_w = 9.81 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{sat} = 19.457 \text{ kN/m}^3$$

sehingga :

$$P_{0_1} = (19.457 - 9.81) \times 13$$

$$P_{0_1} = 136.53 \text{ kN/m}^2$$

Besar penurunan pada timbunan 6m pada lapis tanah 1 adalah :

$$S_1 = \frac{0,066 \times 5}{1+0,9668} \times \log\left(\frac{136.53+40.235}{136.53}\right)$$

$$S_1 = 0.018 \text{ m}$$

Total penurunan yang terjadi pada timbunan 6m adalah sebagai berikut ini.

$$\begin{aligned}
 S &= S_1 + S_2 + S_3 \\
 S &= 0.067 + 0.310 + 0.018 \\
 &= 0.116 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Lama waktu untuk mencapai konsolidasi 80% dengan notasi  $C_{v1}$  di dapat nilai sebagai berikut:

$$C_{v1} = 0.000023 \text{ (lapis tanah 1)}$$

$$C_{v2} = 0.0000441 \text{ (lapis tanah 2)}$$

$$C_{v3} = 0.0000155 \text{ (lapis tanah 3)}$$

Pada penelitian ini terdapat 3 lapis tanah yang berbeda sehingga memiliki koefisien konsolidasi yang berbeda pada tiap lapisannya. Adapun lama waktu yang terjadi pada timbunan 6m sebagai berikut ini.

a. Pada lapis tanah 1

$$t_1 = \frac{0,848 \times (5)^2}{0,000023}$$

$$t_1 = 919752.56 \text{ detik}$$

$$t_1 = 10.64 \text{ hari}$$

b. Pada lapis tanah 2

$$t_2 = \frac{0,848 \times (5)^2}{0,0000441}$$

$$t_2 = 6217527.31 \text{ detik}$$

$$t_2 = 71.96 \text{ hari}$$

c. Pada lapis tanah 3

$$t_3 = \frac{0,848 \times (5)^2}{0,0000155}$$

$$t_3 = 15461040.55 \text{ detik}$$

$$t_3 = 178.94 \text{ hari}$$

Total waktu yang dibutuhkan untuk mencapai konsolidasi 80% berdasarkan tebal lapisan tanah adalah sebagai berikut ini.

$$t = t_1 + t_2 + t_3$$

$$t = 10.64 + 71.96 + 178.94$$

$$t = 261.55 \text{ hari}$$

Dari hasil data diatas maka didapatkan lama besar konsolidasi dari tipa lapisan tanah adalah 261.55 hari.

#### 5.3.4 Perhitungan Kebutuhan Geotekstil

Pengambilan data geotekstil dilakukan dengan cara pengambilan data skunder pada proyek jalan tol trans Sumatera-Indralaya dilaksanakan oleh PT. Utama Karya dan untuk data geotekstilnya sendiri dimabil dari PT.Terasa Geosinindo yang mana geotekstil digunakan berjenis *woven* atau geotekstil teranyam dengan parameter kuat tarik ijin sebesar 55 kN/m, kuat regang sebesar 0.85 dan kekakuan normal kebutuh untuk *input Plaxis* yang dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} EA &= \frac{F_s}{\Delta l / l} \\ &= \frac{55}{0,85} \\ &= 392.86 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Dalam perhitungan kuat tarik ijin geotekstil menggunakan SF sebagai pembainya sebesar 2. Angka 2 sudah dianggap aman karena sudah lebih besar dari standar atau sama dengan 1,5. Maka nilai kuat tarik didapat 27.5 kN/m<sup>2</sup>. Masing-masing nilai dapat dilihat pada lampiran 3. Adapun data geotekstil dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini.

**Tabel 5.8 Data Parameter Geotekstile Woven HRX-300**

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Kuat Tarik Ijin	Ta	55	KN/m
Regangan	E	0.85	-
Kekakuan Normal	EA	392.86	KN/m
Kuat tarik <i>allowable</i>	T <sub>all</sub>	27.5	kN/m <sup>2</sup>

(sumber. PT Tetrasa Geosinindo)

Setelah mendapatkan data geotekstil berupa data sekunder maka pada perhitungan geotekstil ini digunakan untuk keperluan anlisi stabilitas eksternal dan



stabilitas internal berupa data parameter tanahnya dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut ini.

**Tabel 5.9 Data Parameter Tanah Untuk Perhitungan Geotekstil**

Parameter	Notasi	Timbunan	Satuan
Berat volume tanah	$\gamma_b$	19.75	kN/m <sup>3</sup>
Kohesi	$c$	25	kN/m <sup>2</sup>
Sudut gesek dalam	$\Phi$	8.42	°

(sumber. PT. Promisco Sinergi Indonesia, 2015)

Perhitungan kebutuhan geotekstil dibutuhkan data koefisien daya dukung tanah. Untuk mencari stabilitas internal dan eksternal maka dibutuhkan pula data koefisien daya dukung tanah yang didapatkan dari departemen pekerjaan umum (2009) dapat dilihat pada Tabel 5.4 sebagai berikut ini.

**Tabel 5.10 Koefisien Daya Dukung Tanah**

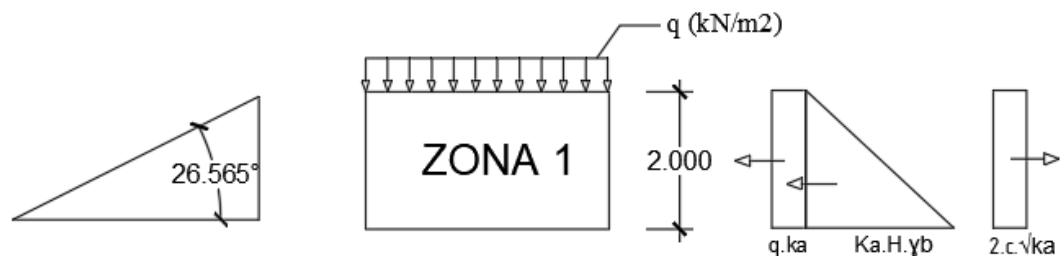
$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
7	7.16	1.88	0.71	26	22.25	11.85	12.54
8	7.53	2.06	0.86	27	23.94	13.20	14.47
9	7.92	2.25	1.03	28	25.80	14.72	16.72
10	8.85	2.47	1.22	29	27.86	16.44	19.34
11	8.80	2.71	1.44	30	30.14	18.40	22.40
12	9.28	2.97	1.69	31	32.67	20.63	25.90
13	9.81	3.26	1.97	32	35.49	23.18	30.22
14	10.37	3.59	2.29	33	38.64	26.09	35.19
15	10.98	3.94	2.65	34	42.16	29.44	41.06
16	11.63	4.34	3.06	35	46.12	33.30	48.03
17	12.34	4.77	3.53	36	50.59	37.75	56.31
18	13.10	5.26	4.07	37	55.63	42.92	66.19
19	13.93	5.80	4.68	38	61.35	48.93	78.03
20	14.83	6.40	5.39	39	67.87	55.96	92.25
21	15.82	7.07	6.20	40	75.31	64.20	108.41
22	16.88	7.82	7.13	41	83.86	73.90	130.22
23	18.05	8.66	8.20	42	93.71	85.38	155.55
24	19.32	9.60	9.44	43	105.11	99.02	186.54
25	20.72	10.66	10.8	44	118.37	115.31	224.64

(sumber: Departemen Pekerjaan Umum (2009))

Geotekstil haruslah stabil terhadap gaya yang bekerja pada geotekstil. Berikut ini adalah perhitungan perencanaan geotekstil dengan variasi timbunan 2m sampai dengan 6m dibebani beban merata akibat beban lalu lintas dan struktur jalan sebesar 25 kN/m dan untuk spesifikasi geotekstil digunakan geotekstil *woven* HRX300 dengan kuat tarik ijin 55kN/m berikut ini adalah analisa perhitungan perencanaan geotekstil terbagi menjadi 3 zona yang masing tiap zona memiliki tinggi timbunan 2m. adapun analisis sebagai berikut ini.

1. Arah Jarak Vertikal Antar Lapisan ( $S_v$ )

a. Analisis Untuk Zona 1



**Gambar 5.24 Distribusi Tekanan Tanah Lateral Pada Zona 1**

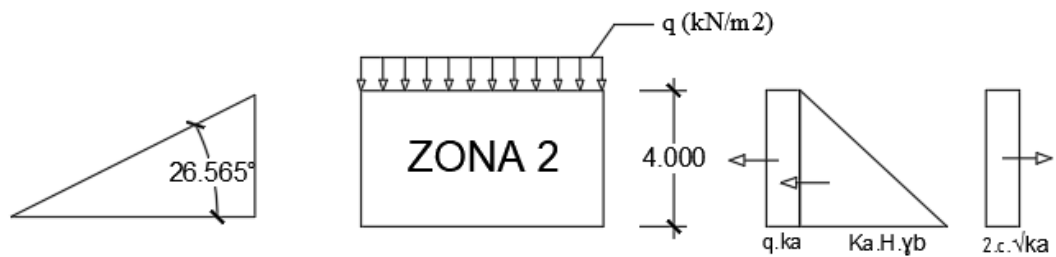
$$\begin{aligned} K_a &= \tan^2\left(45^\circ - \left(\frac{\varphi}{2}\right)\right) \\ &= \tan^2\left(45^\circ - \left(\frac{8}{2}\right)\right) \\ &= 0.744 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{hc1} &= q \cdot k_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a} + k_a \cdot H \cdot \gamma_b \\ &= 25.0,744 - 2.25 \cdot \sqrt{0,744} + 0,744 \cdot 2.19,75 \\ &= 4.879 \end{aligned}$$

$$SF = \text{diambil } 1.5$$

$$\begin{aligned} S_{v1} &= \frac{T_a}{\sigma_{hc1} \cdot SF} \\ &= \frac{55/3}{4.879 \cdot 1,5} \\ &= 1.229 \text{ m (dipakai minimal 1 m)} \end{aligned}$$

## b. Analisis Untuk Zona 2



Gambar 5.25 Distribusi Tekanan Tanah Lateral Pada Zona 2

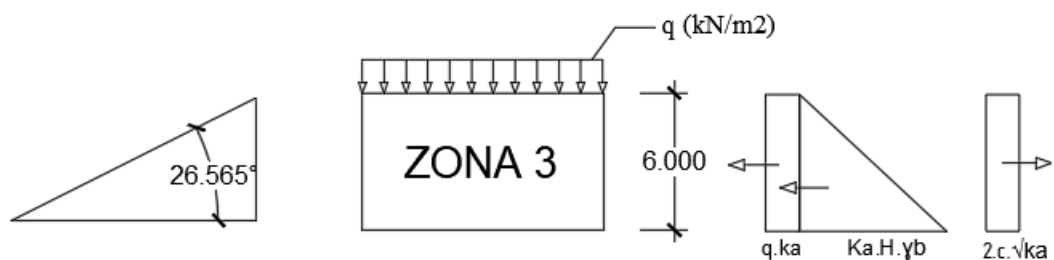
$$\begin{aligned} K_a &= \tan^2\left(45^\circ - \left(\frac{\varphi}{2}\right)\right) \\ &= \tan^2\left(45^\circ - \left(\frac{8}{2}\right)\right) \\ &= 0.744 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{hc2} &= q \cdot k_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a} + k_a \cdot H_1 \cdot \gamma_b \\ &= 25.0,744 - 2 \cdot 25 \cdot \sqrt{0,744} + 0,744 \cdot 4 \cdot 19,75 \\ &= 15.675 \end{aligned}$$

$$SF = \text{diambil } 1.5$$

$$\begin{aligned} S_{v2} &= \frac{T_a}{\sigma_{hc1} \cdot SF} \\ &= \frac{55/3}{15.675 \cdot 1,5} \\ &= 0.779 \text{ m (dipakai minimal 1 m)} \end{aligned}$$

## c. Analisis Untuk Zona 3



Gambar 5.26 Distribusi Tekanan Tanah Lateral Pada Zona 3

$$\begin{aligned} K_a &= \tan^2\left(45^\circ - \left(\frac{\varphi}{2}\right)\right) \\ &= \tan^2\left(45^\circ - \left(\frac{8}{2}\right)\right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 0,744 \\
\sigma_{hc3} &= q \cdot ka - 2 \cdot c \cdot \sqrt{ka} + ka \cdot H \cdot \gamma b \\
&= 25 \cdot 0,744 - 2 \cdot 25 \cdot \sqrt{0,744} + 0,744 \cdot 6 \cdot 19,75 \\
&= 45.085 \\
SF &= \text{diambil } 1.5 \\
Sv_3 &= \frac{Ta}{\sigma_{hc1} \cdot SF} \\
&= \frac{55/3}{45.085 \cdot 1,5} \\
&= 0.271 \text{ m (dipakai minimal } 0.5 \text{ m)}
\end{aligned}$$

## 2. Stabilitas Eksternal

### a. Stabilitas Terhadap Geser

$$\begin{aligned}
L &= \frac{SF \cdot (q \cdot ka \cdot H + Ka \cdot H^2 \cdot \gamma b - 2 \cdot c \cdot \sqrt{Ka} \cdot H)}{(q + \gamma b) \cdot \tan \varphi} \\
&= \frac{1,5 \cdot (25 \cdot 0,744 \cdot 6 + 0,744 \cdot 6^2 \cdot 19,75 - 2 \cdot 25 \cdot \sqrt{0,744} \cdot 6)}{(25 + 19,75) \cdot \tan 8,42} \\
&= 40.647 \text{ m} = 41 \text{ m}
\end{aligned}$$

### b. Stabilitas Terhadap Guling

$$\begin{aligned}
L^2 &= \frac{SF \cdot (1/2 \cdot q \cdot ka \cdot H^2 + 1/6 \cdot Ka \cdot H^3 \cdot \gamma b - c \cdot \sqrt{Ka} \cdot H^2)}{\left(\frac{1}{2} \cdot q + \frac{1}{2} \cdot \gamma b \cdot H\right)} \\
&= \frac{1,5 \cdot (1/2 \cdot 25 \cdot 0,744 \cdot 6^2 + 1/6 \cdot 0,744 \cdot 6^3 \cdot 19,75 - 25 \cdot \sqrt{0,744} \cdot 6^2)}{\left(\frac{1}{2} \cdot 25 + \frac{1}{2} \cdot 19,75 \cdot 6\right)}
\end{aligned}$$

$$L^2 = 1.836 \text{ m}$$

$$L = 1.355 \text{ m}$$

### c. Stabilitas Terhadap Eksentrisitas

$$\begin{aligned}
\frac{1}{6}L &\geq \frac{\left(\frac{1}{2} \cdot q \cdot Ka \cdot H^2 + \frac{1}{6} \cdot Ka \cdot H^3 \cdot \gamma b - c \cdot \sqrt{Ka} \cdot H^2\right)}{(q \cdot L + \gamma b \cdot H \cdot L)} \\
&\geq \frac{\left(\frac{1}{2} \cdot 25 \cdot 0,744 \cdot 6^2 + \frac{1}{6} \cdot 0,744 \cdot 6^3 \cdot 19,75 - 25 \cdot \sqrt{0,744} \cdot 6^2\right)}{(25 \cdot L + 19,75 \cdot 6 \cdot L)}
\end{aligned}$$

$$\geq \frac{87.835}{143,5 L}$$

$$\geq \frac{0,612}{L} = 3.672 \text{ m}$$

$$L = 1,916 \text{ m}$$

d. Stabilitas Terhadap Kapasitas Dukung Tanah

$$qult = c.Nc + 0,5.L.\gamma b.N\gamma$$

$$= 25.7.53 + 0,5.L.19,75.0,68$$

$$= 188.25 + 8.492 L$$

$$\sigma_{ult} = qult.SF$$

$$= (188,25 + 8,492 L). 1,5$$

$$= 282,38 + 12,739 L$$

$$L \leq \frac{\sigma_{ult}}{H.\gamma b + q}$$

$$\leq \frac{292,38 + 12,739 L}{6.19,75 + 25}$$

$$= 2.16 \text{ m}$$

Pada analisis stabilitas diatas maka didapat total panjang kebutuhan geotekstil yang digunakan adalah sebesar 41 m diambil yang terbesar yang mana terdapat pada analisis stabilitas terhadap geser.

3. Stabilitas Internal

$$L_0 = \frac{\sigma_{hc1}.Svi.SF}{2.Zi.\gamma b.tan\varphi}$$

$$= \frac{4.879.2,5.1,5}{2.2.19,75.tan 8,42}$$

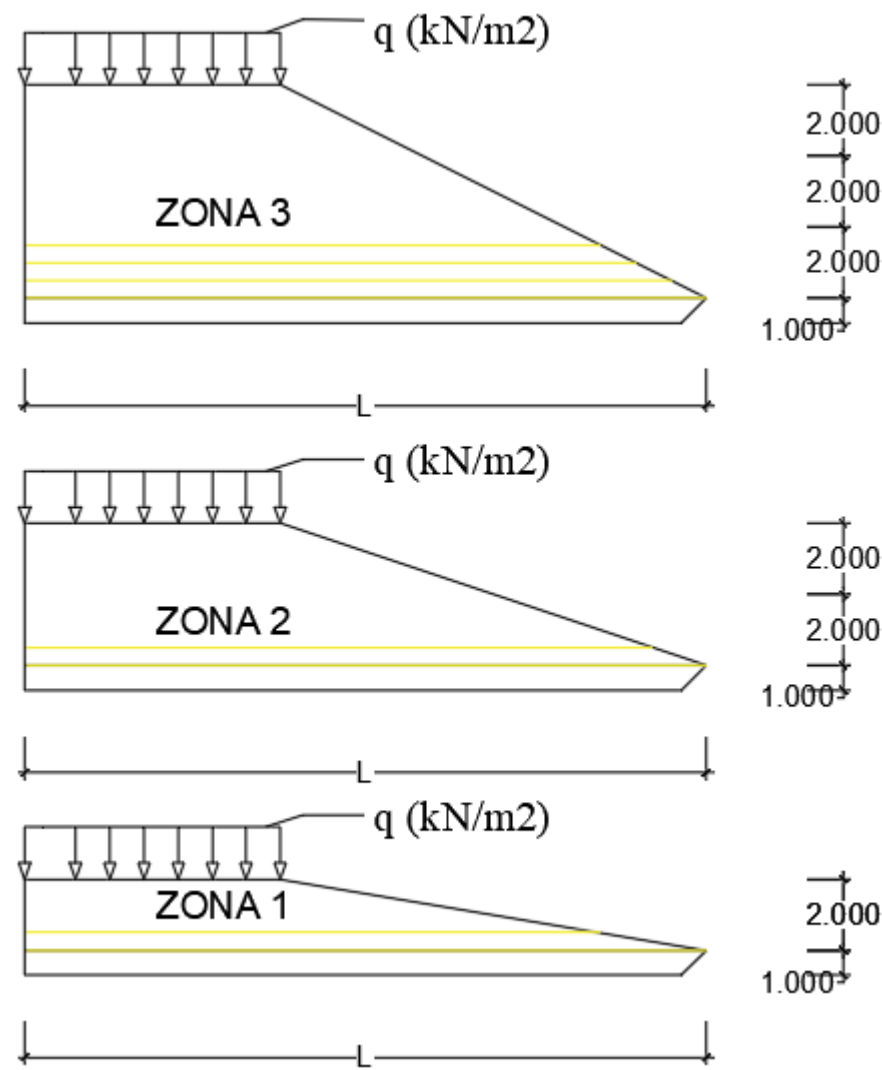
$$= 1.568 \text{ m (dipakai minimal 1 m)}$$

Berikut ini adalah hasil perhitungan stabilitas internal panjang geotekstil (*overlapping*) yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.2 sebagai berikut ini.

**Tabel 5.8 Rekapitulasi Data Perhitungan Stabilitas Internal**

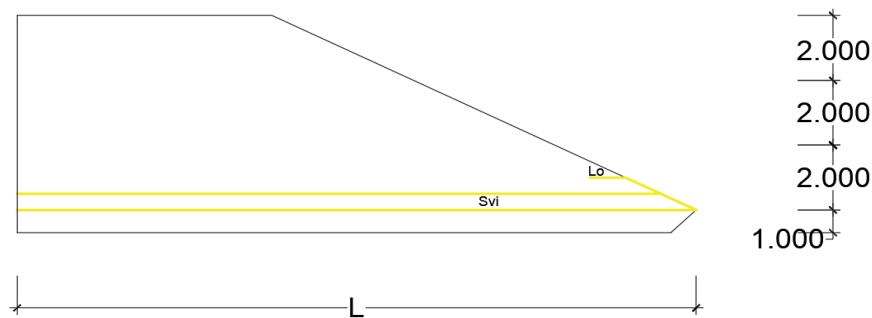
Zona	Svi (m)	Zi (m)	Lo (m)	Lo Pakai (m)	Keterangan
Zona 1	1	2	0.625	1	Geotekstil no.1
	1	2	0.625	1	Geotekstil no.2
Zona 2	1	4	1.005	1	Geotekstil no.3
	1	4	1.005	1	Geotekstil no.4
Zona 3	0.5	6	0.963	1	Geotekstil no.5
	0.5	6	0.963	1	Geotekstil no.6
	0.5	6	0.963	1	Geotekstil no.7
	0.5	6	0.963	1	Geotekstil no.8

Berikut ini adalah gambar kebutuhan pemasangan geotekstil pada tiap zona dapat dilihat pada gambar 5.7 berikut ini.



**Gambar 5.27** Kebutuhan Pemasangan Geotekstil Pada Setiap Zona

Dari hasil analisis perhitungan didapatkan lapis geotekstil yang digunakan sebanyak 7 lapis sedangkan panjang geotekstil sepanjang 41 m diambil dari analisis stabilitas eksternal terhadap geser yang mana akan digunakan pada timbunan 6m kondisi tanah asli *Replacement* 1m digunakan sebanyak 2 lapis dan untuk panjang kebutuhan geotekstil sepanjang lereng bagian bawah dengan asumsi panjang tersebut mencapai panjang minimum dari hasil perhitungan kebutuhan geotekstil. Untuk SV digunakan 0,5 m dan panjang *overlapping* 1 m. Berikut ini adalah pemasangan geotekstil pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5.8 berikut ini.



**Gambar 5.28 Pemasangan Geotekstil pada Timbunan 6 m dengan Kondisi Tanah Asli *Replacement* 1 m**

### 5.3.5 Perhitungan Lereng Menggunakan Perkuatan dan *Replacement*

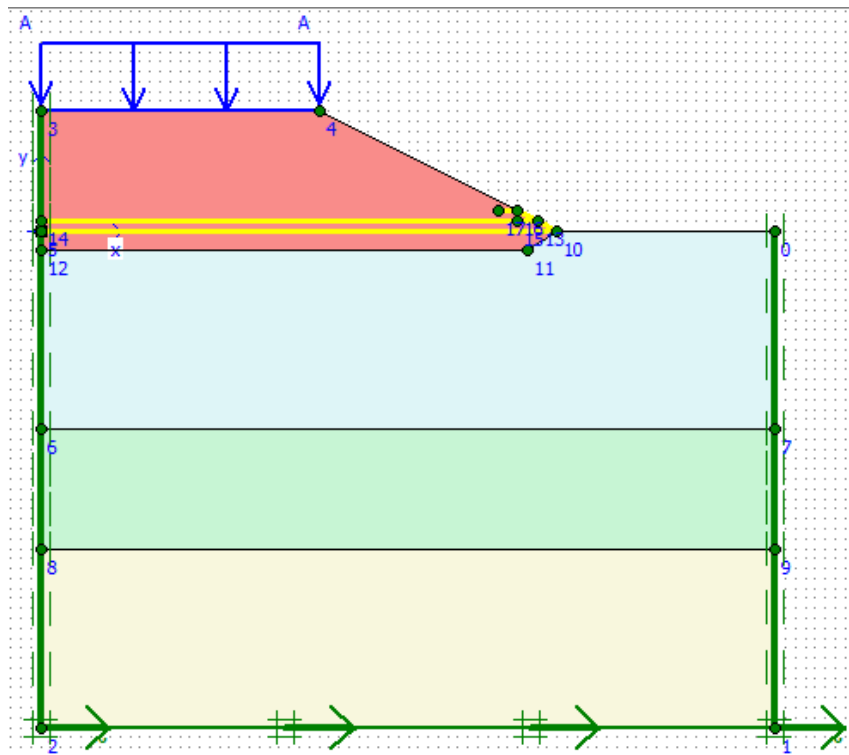
Setelah kita menganalisis kondisi tanah asli kita mendapatkan kesimpulan bahwasannya tanah mengalami keruntuhan dan perlu adanya perkuatan dan replacment tanah untuk mendapatkan stabilisasi tanah yang kuat dan layak digunakan hingga berumur panjang pada proyek jalan tol Palembang-Indralaya ini. Setelah menganalisis lereng timbunan tanah asli tanpa perkuatan, lereng yang perlu diberi perkuatan geotekstil adalah pada timbunan 2m sampai 6m atau dengan kata pada tiap timbunana harus perlu di perkuat.

Pada analisis lereng timbunan tanah asli dengan perkuatan dan *Replacement* akan dilakukan analisis dengan kondisi geometri yang sama pada perhitungan tanah asli hanya saja pada kondisi ini perlu adanya perkuatan geotekstil sesuai dengan perhitungan kebutuhan geotekstil dan variasi replacment yaitu 0.5 m dan 1 m. Hasil analisis yang didapatkan nantinya akan ditampilkan pada analisis ini adalah lereng tanah asli tinggi timbunan 6m dengan perkuatan geotekstil dan replacement. Untuk melihat hasil analisis lereng tanah asli dengan perkuatan geotekstil dan *Replacement* tinggi timbunan 2m dapat dilihat pada Lampiran 8, dan lereng tanah asli tinggi timbunan 4m dapat dilihat pada Lampiran 9.

Mula-mula untuk memulai perhitungan pada program *Plaxis* yaitu membuat permodelan seperti pada gambar 5.22 dimana geotekstil di letakkan pada elveasi permukaan tanah dasar. Dan pada penelitian ini menggunakan 2 lapis geotekstil *woven* HRX 300 yang memiliki kuat tarik ijin sebesar 55 kN/m. *Replacement* digunakan hanya 2 variasi yaitu kedalamn 0.5m dan 1m. Pada gambar 5.22



menampilkan *Replacement* sedalam 1m dan untuk variasi 0.5. Adapun gambar 5.27 permodelan lereng timbunan 6m sebagai berikut ini.

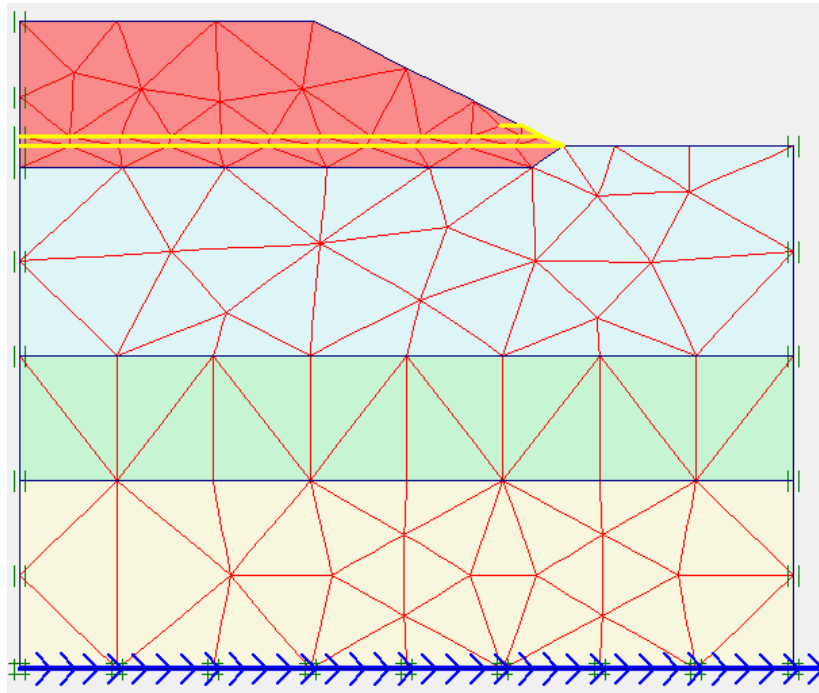


**Gambar 5.29 Permodelan Lereng Timbunan 6m dengan Perkuatan Geotekstil dan *Replacement***

Pada perhitungan menggunakan perkuatan dan *Replacement* dibagi menjadi 2 kondisi yaitu kondisi konstruksi dan paska konstruksi beban merata di *input* sebesar  $10 \text{ kN/m}^2$  untuk kondisi konstruksi dan paska konstruksi sebesar  $25 \text{ kN/m}^2$  kemudian dilakukan penyusunan jaringan elemen (*meshing*). Hasil dari jaringan elemen hingga pada timbunan dapat dilihat pada gambar 5.27.

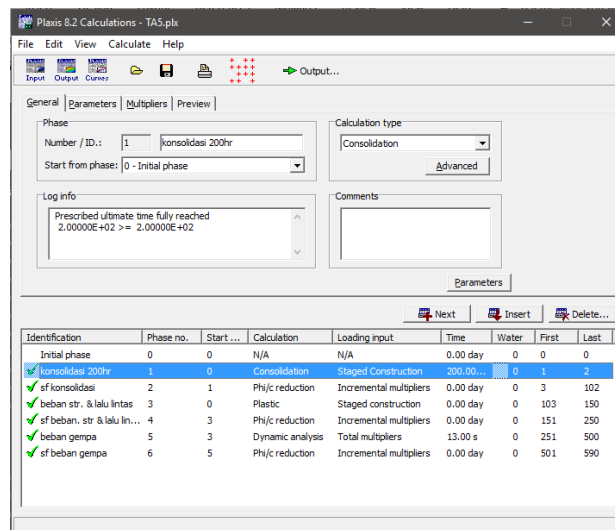
Tahap analisis perhitungan (*calculation*) dilakukan dengan lima tahap. Tahap pertama yaitu analisis konsolidasi yang terjadi. Tahap kedua yaitu analisis akibat beban struktur merata pada badan jalan, yaitu beban sebesar  $10 \text{ kN/m}^2$  saat konstruksi di beri beban lalu lintas sehingga lereng terbebani sebesar  $25 \text{ kN/m}^2$  saat paska konstruksi. Tahap ketiga yaitu analisis angka aman (SF) akibat beban merata. Tahap keempat yaitu analisis akibat beban gempa. Tahap kelima yaitu analisis angka aman (SF) akibat beban gempa. Saat kondisi awal (*initial condition*)

nilai berat isi air ditetapkan sebesar  $10 \text{ KN/m}^3$  dan untuk ketinggian muka air tanah terletak pada 1m di bawah permukaan lapisan tanah asli lalu di model kan -1 m dari tanah asli. Perhitungan tegangan awal (*initial stress*) pada tahap ini masukkan faktor pengali total untuk berat tanah, *Mweight* sebesar 1.0.



**Gambar 5.30 Jaringan Elemen Hingga (*Meshing*) pada Lereng Timbunan 6m dengan Perkuatan Geotekstil dan *Replacement***

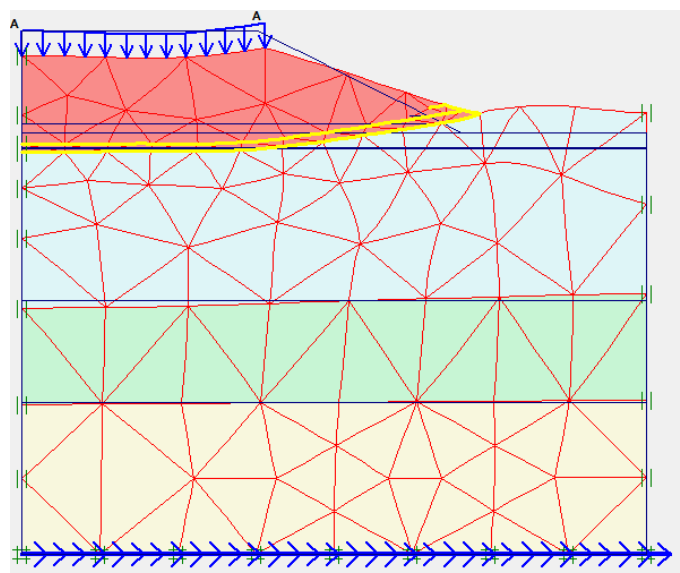
Adapun berikut ini adalah jendela tahapan *running* pada program *Plaxis* pada gambar 5.29 berikut ini.



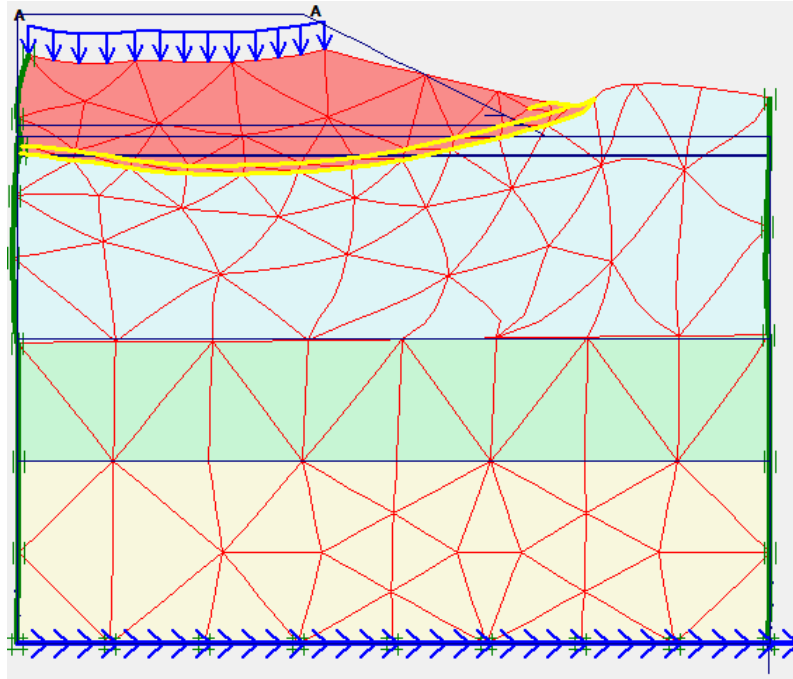
**Gambar 5.31** *Jendela Calculation Lereng Replacement dan Perkuatan Geotekstil Pada Saat Masa Konstruksi*

### 1. Masa Konstruksi

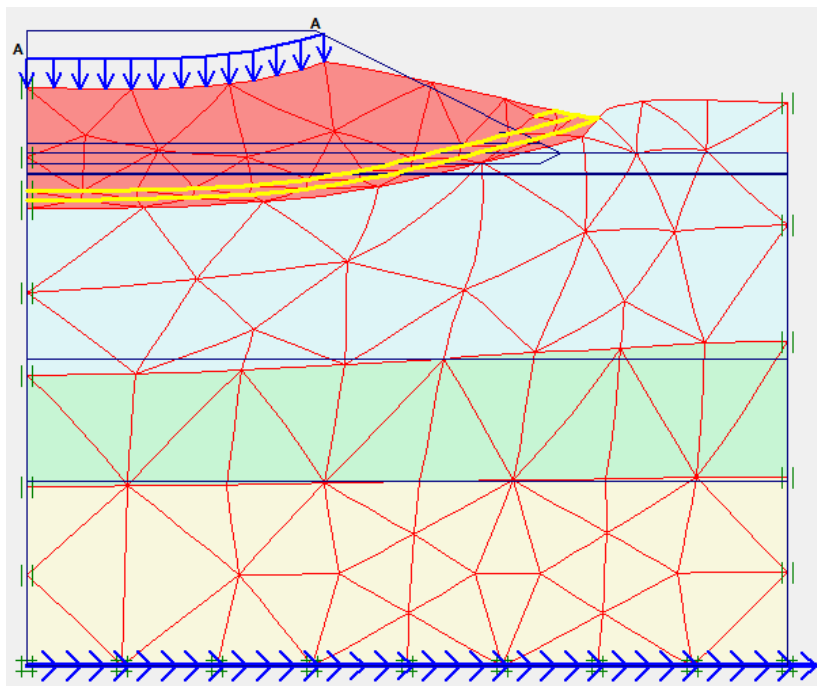
Pada saat tahap *calculation* yaitu pada *masa* konstruksi lereng dibebani dengan beban  $10 \text{ kN/m}^2$ . Adapun gambar menampilkan *deformed mesh* sebagai berikut menampilkan gambar kondisi tanah asli masa konstruksi pada timbunan 6m dapat dilihat pada gambar sebagai berikut ini.



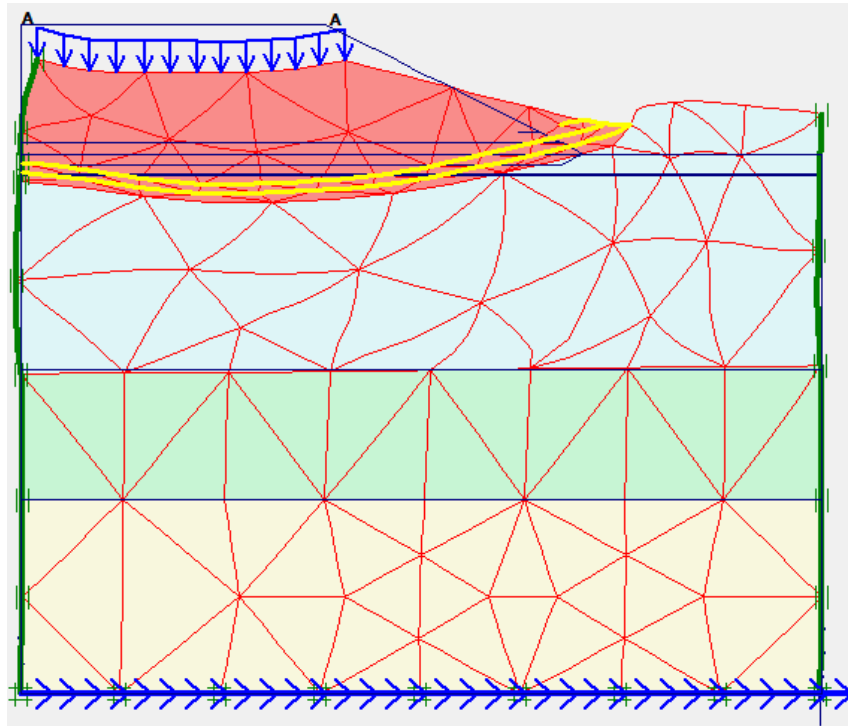
**Gambar 5.32** *Deformed Mesh Lereng Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli Geotekstil Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa*



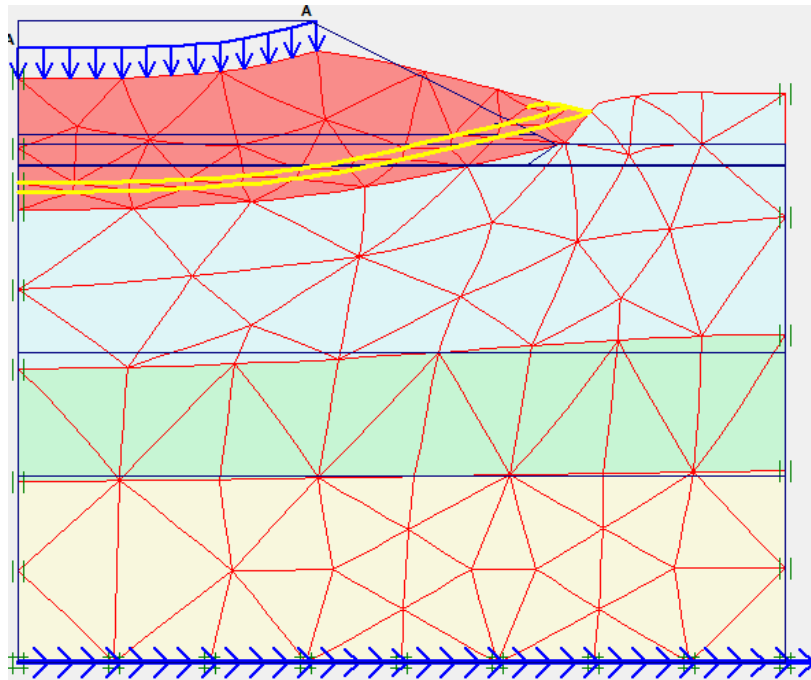
**Gambar 5.33** *Deformed Mesh* Lereng Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil Saat Konstruksi dengan Beban Gempa



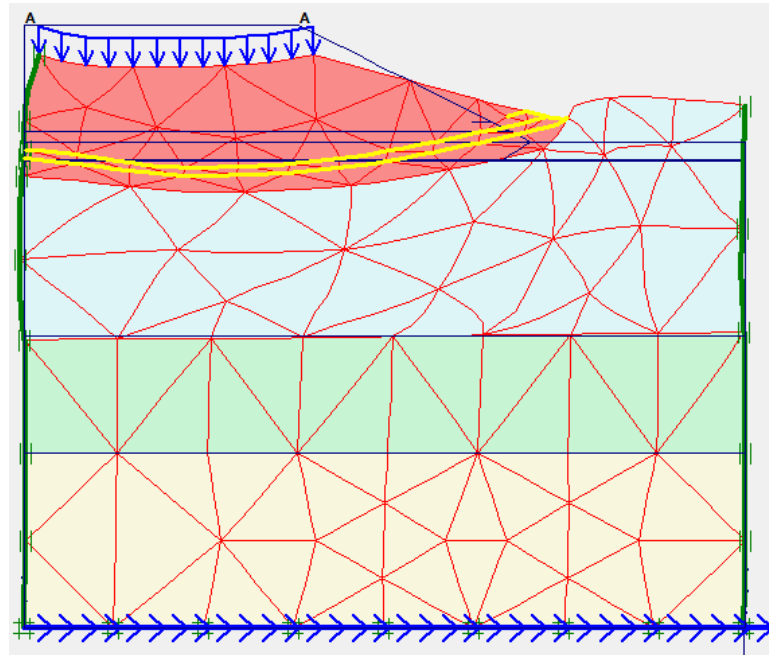
**Gambar 5.34** *Deformed Mesh* Lereng Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli Replacement 0.5 m dengan Geotekstil Saat Konstruksi dengan Beban Gempa



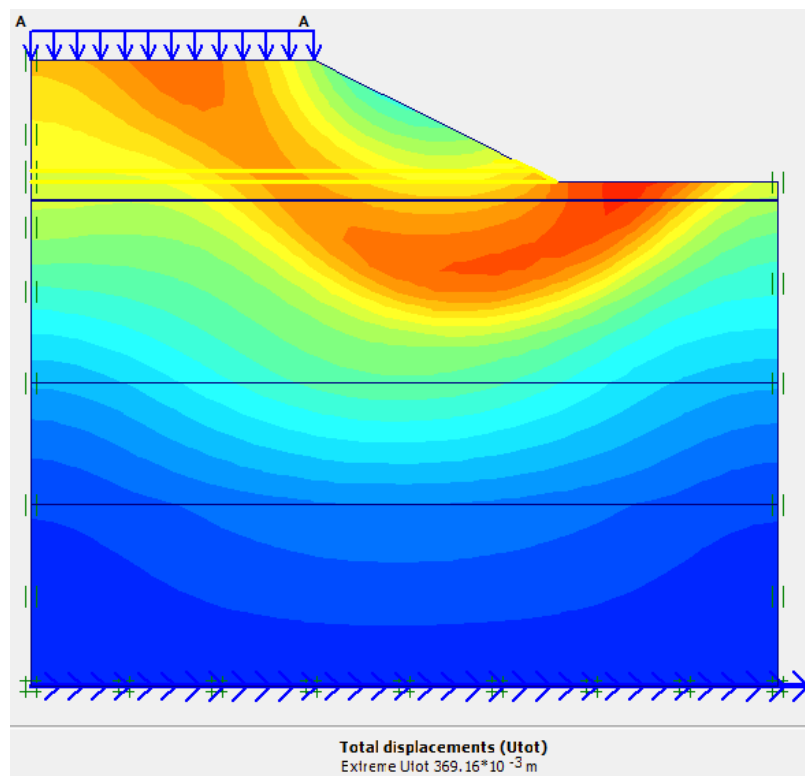
**Gambar 5.35** *Deformed Mesh* Lereng Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli Replacement 0.5 m dengan Geotekstil Saat Konstruksi dengan Beban Gempa



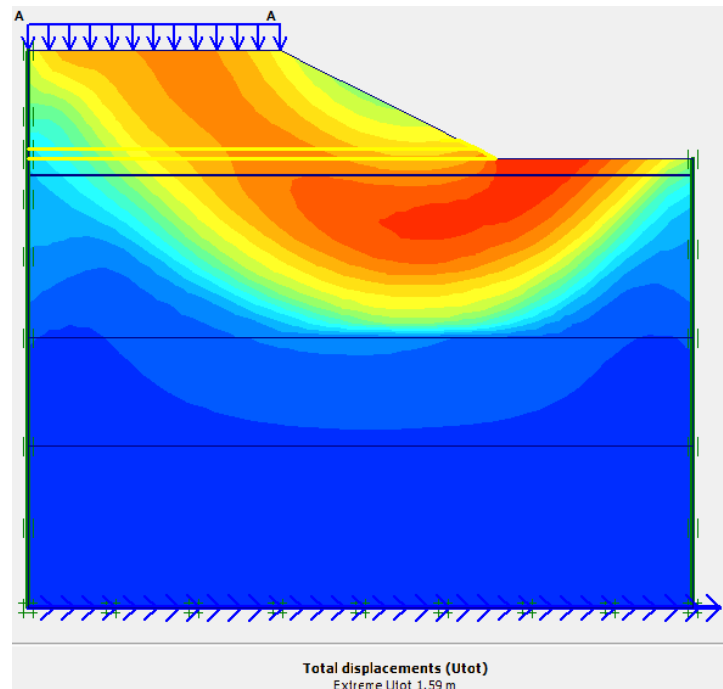
**Gambar 5.36** *Deformed Mesh* Lereng Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli Replacement 1m dengan Geotekstil Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



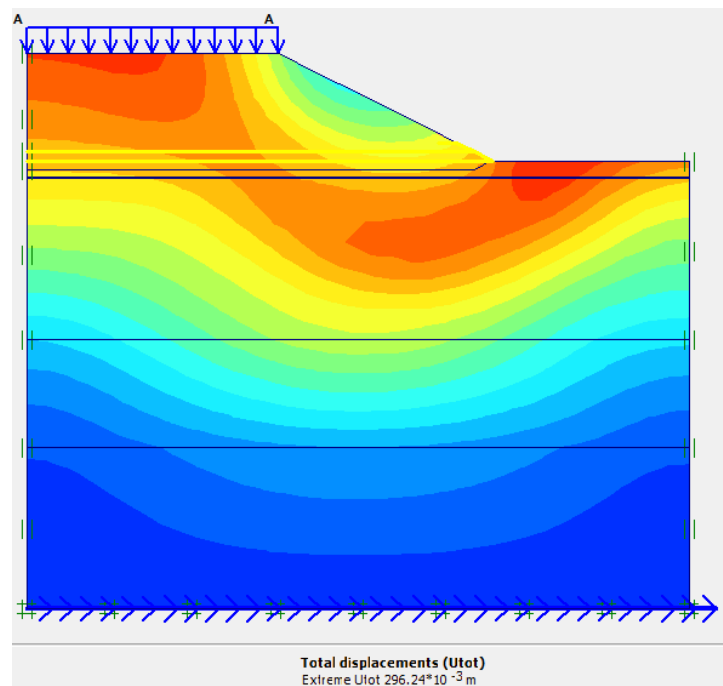
**Gambar 5.37** *Deformed Mesh* Lereng Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli Replacement 1m dengan Geotekstil Saat Konstruksi dengan Beban Gempa



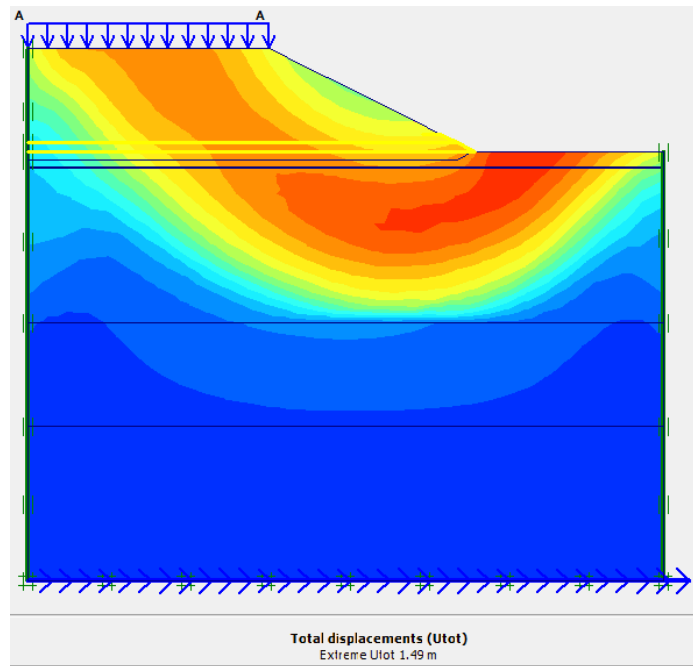
**Gambar 5.38** *Total Displacement* Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil Saat Masa Konstruksi Tanpa Beban Gempa



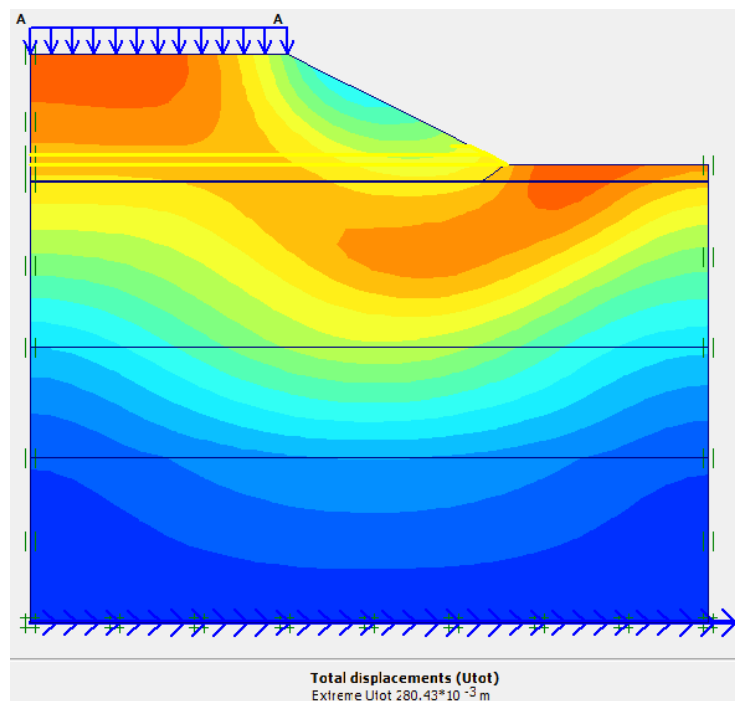
**Gambar 5.39** *Total Displacement* Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil Saat Masa Konstuksi dengan Beban Gempa



**Gambar 5.40** *Total Displacement* Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0.5 m dengan Geotekstil Saat Masa Konstuksi Tanpa Beban Gempa

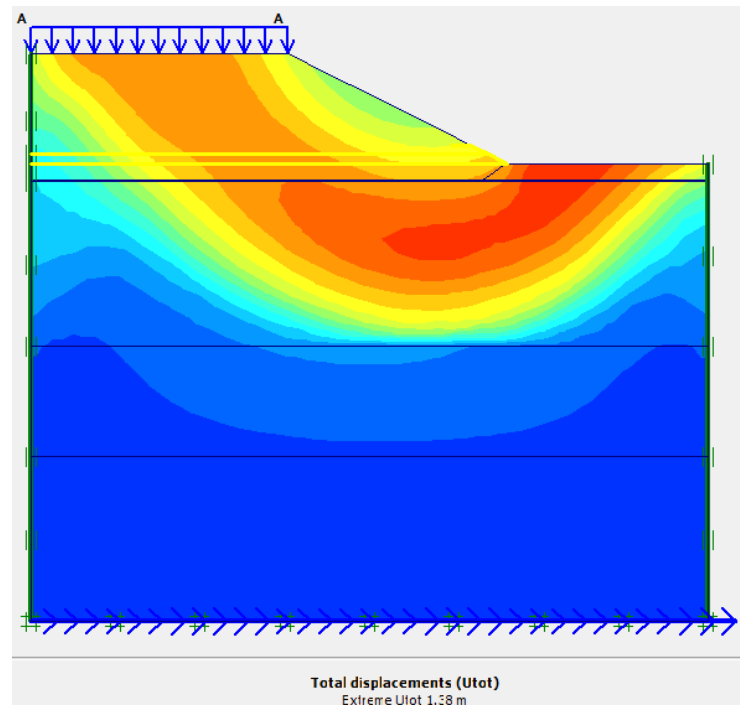


**Gambar 5.41** *Total Displacement* Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0.5 m dengan Geotekstil Saat Masa Konstuksi dengan Beban Gempa

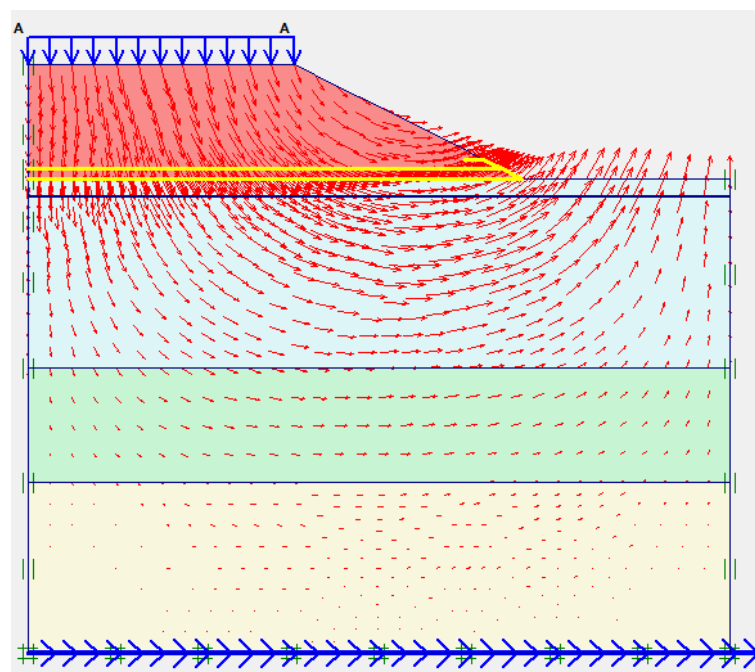


**Gambar 5.42** *Total Displacement* Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m dengan Geotekstil Saat Masa Konstuksi Tanpa Beban Gempa

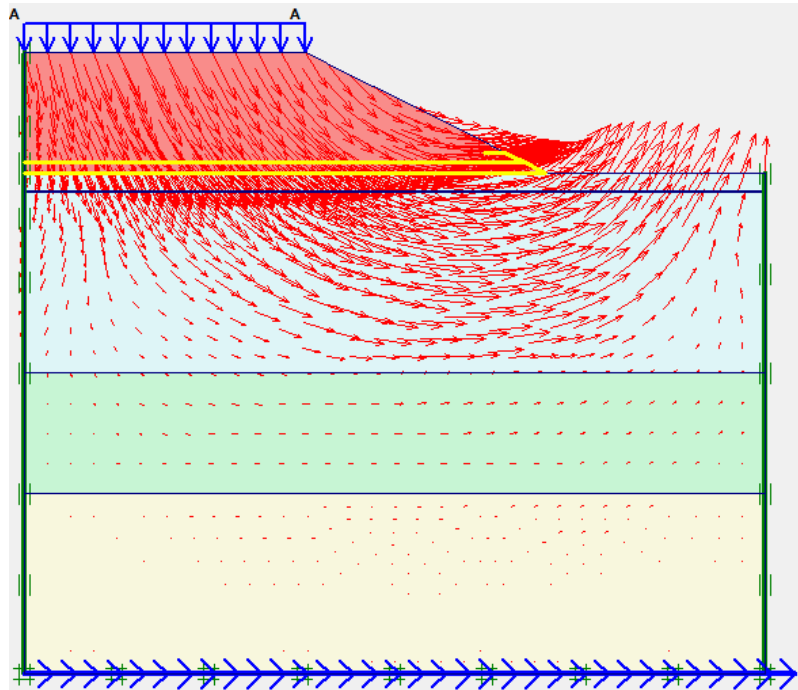




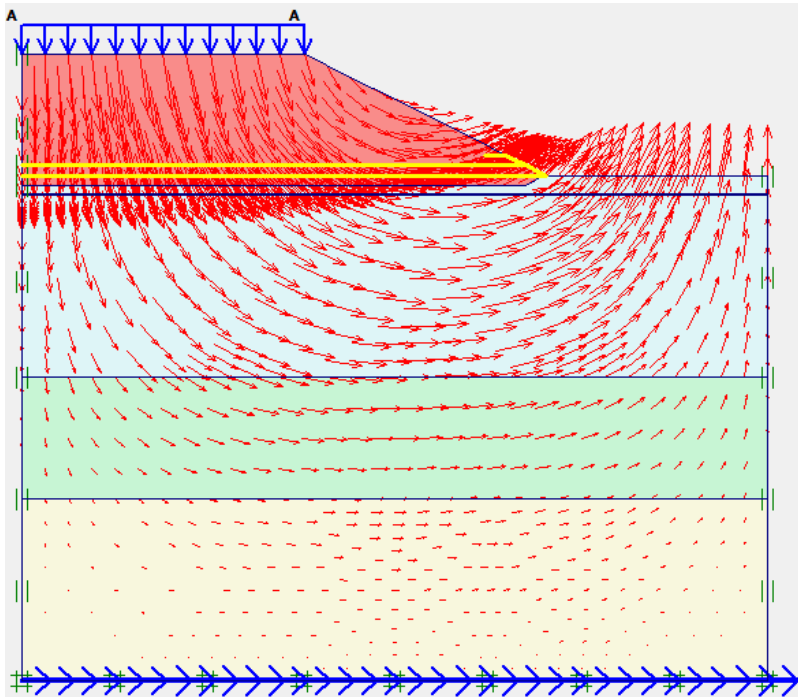
**Gambar 5.43 *Total Displacement* Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m dengan Geotekstil Saat Masa Konstuksi dengan Beban Gempa**



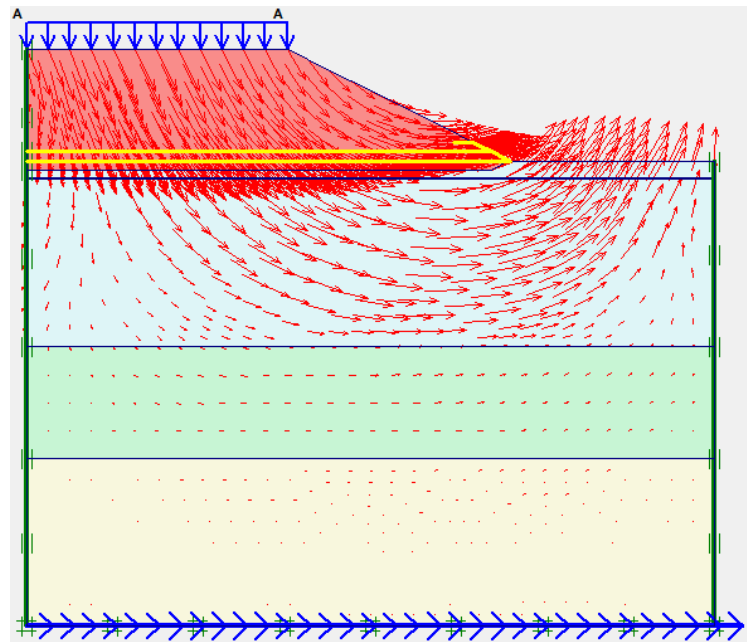
**Gambar 5.44 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil Saat Masa Konstuksi Tanpa Beban Gempa**



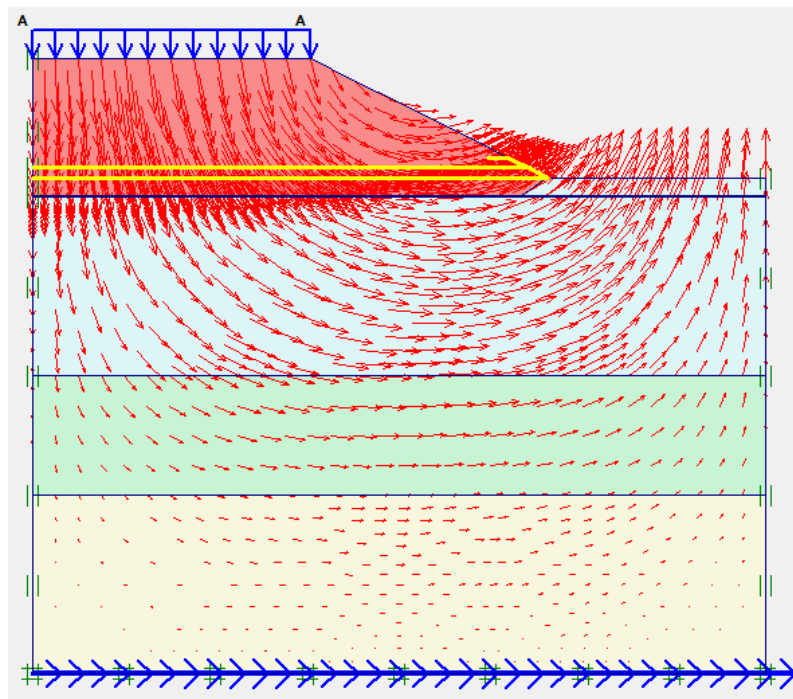
**Gambar 5.45 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil Saat Masa Konstuksi dengan Beban Gempa**



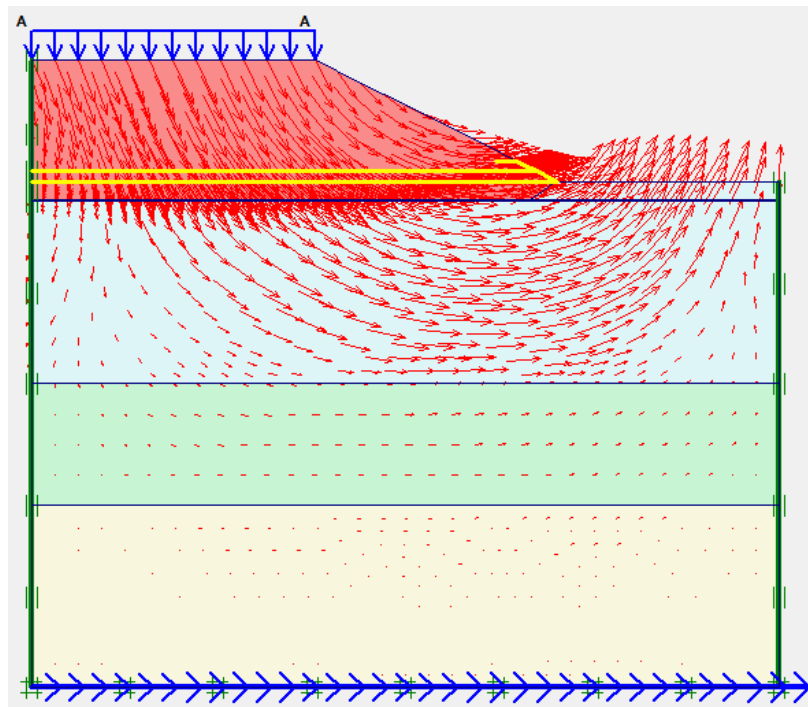
**Gambar 5.46 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0.5 m dengan Geotekstil Saat Masa Konstuksi Tanpa Beban Gempa**



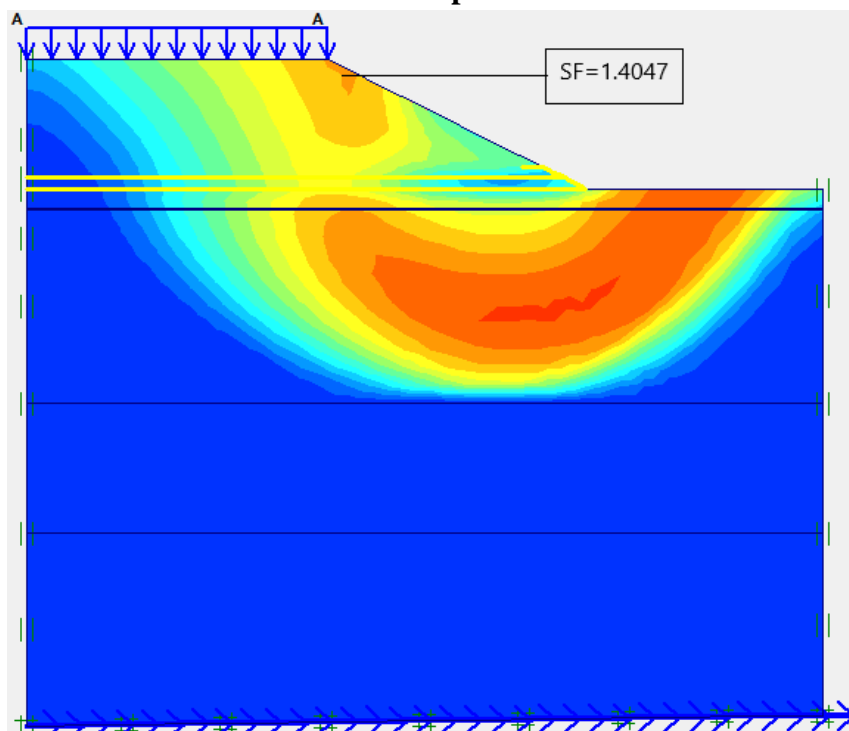
**Gambar 5.47** Arah Pergerakan Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 0.5 m dengan Geotekstil Saat Masa Konstuksi dengan Beban Gempa



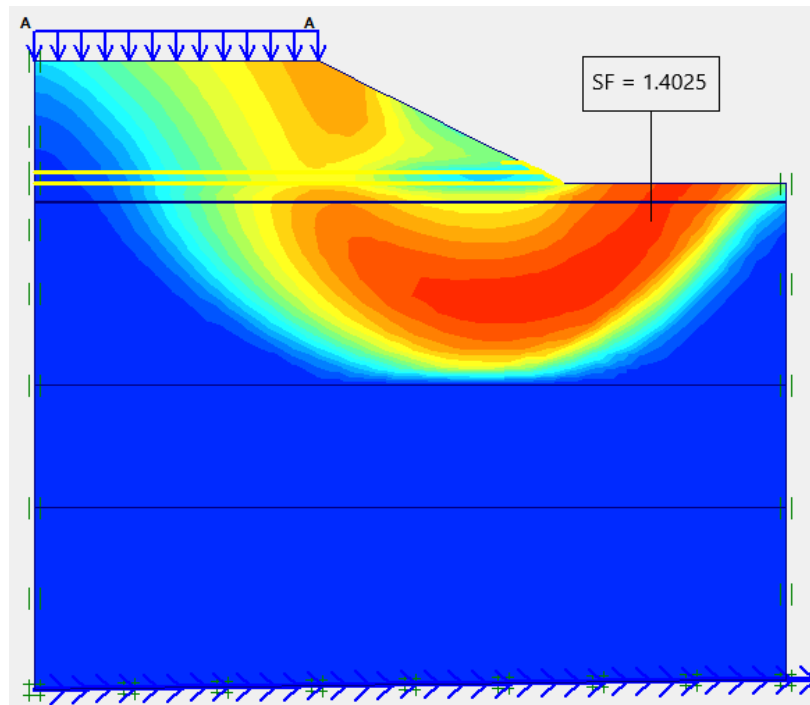
**Gambar 5.48** Arah Pergerakan Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 1 m dengan Geotekstil Saat Masa Konstuksi Tanpa Beban Gempa



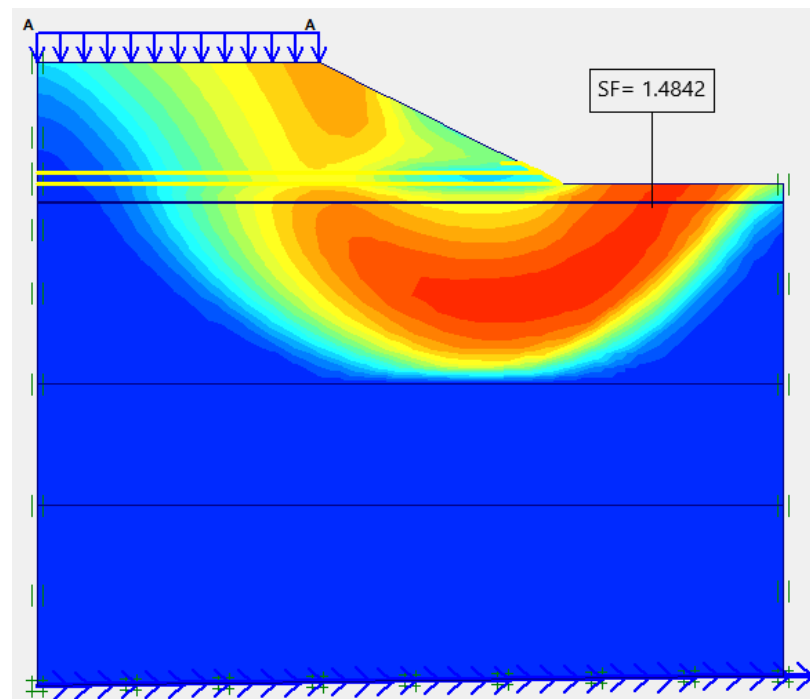
**Gambar 5.49** Arah Pergerakan Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli  
*Replacement* 1 m dengan Geotekstil Saat Masa Konstuksi dengan Beban  
 Gempa



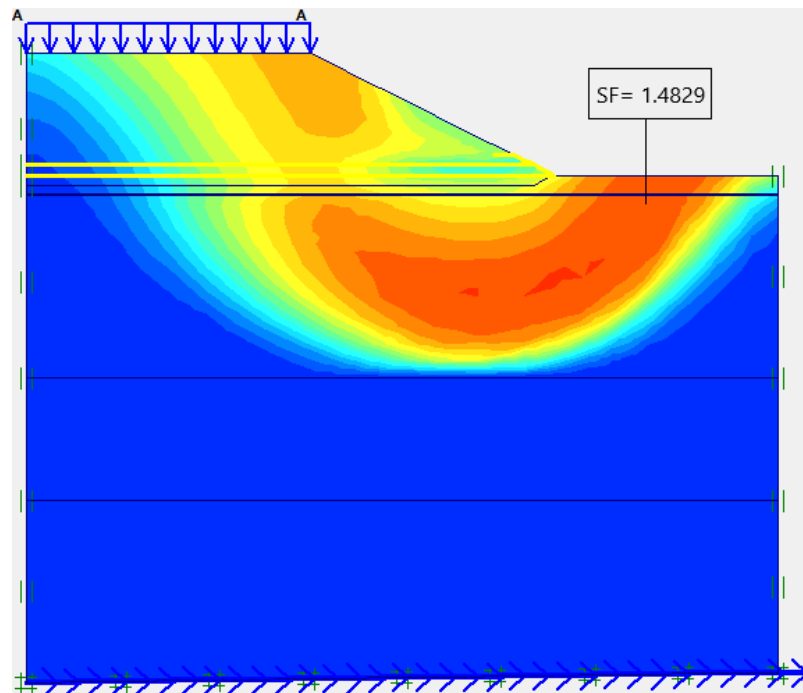
**Gambar 5.50** Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli  
 dengan Geotekstil Saat Masa Konstruksi Tanpa Beban Gempa



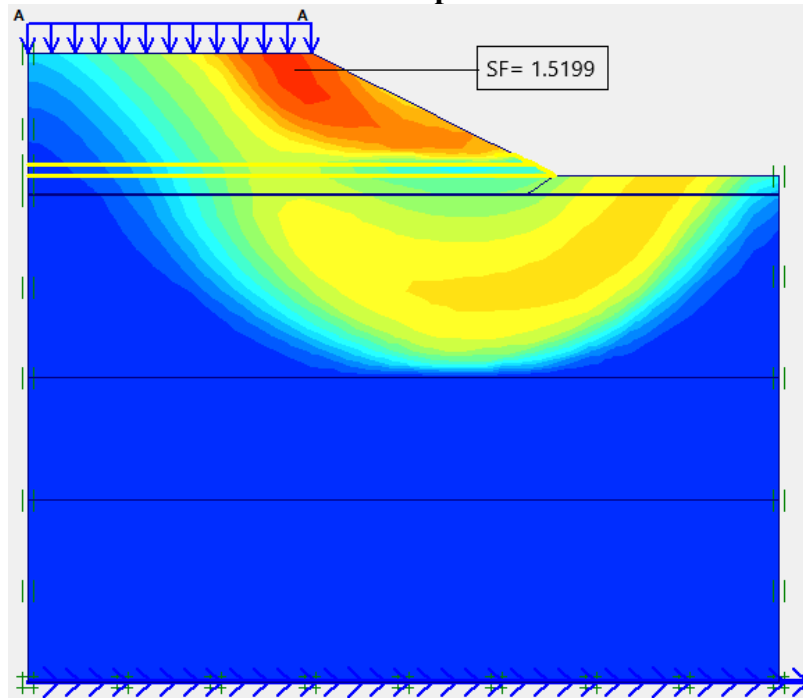
**Gambar 5.51 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil Saat Masa Konstruksi dengan Beban Gempa**



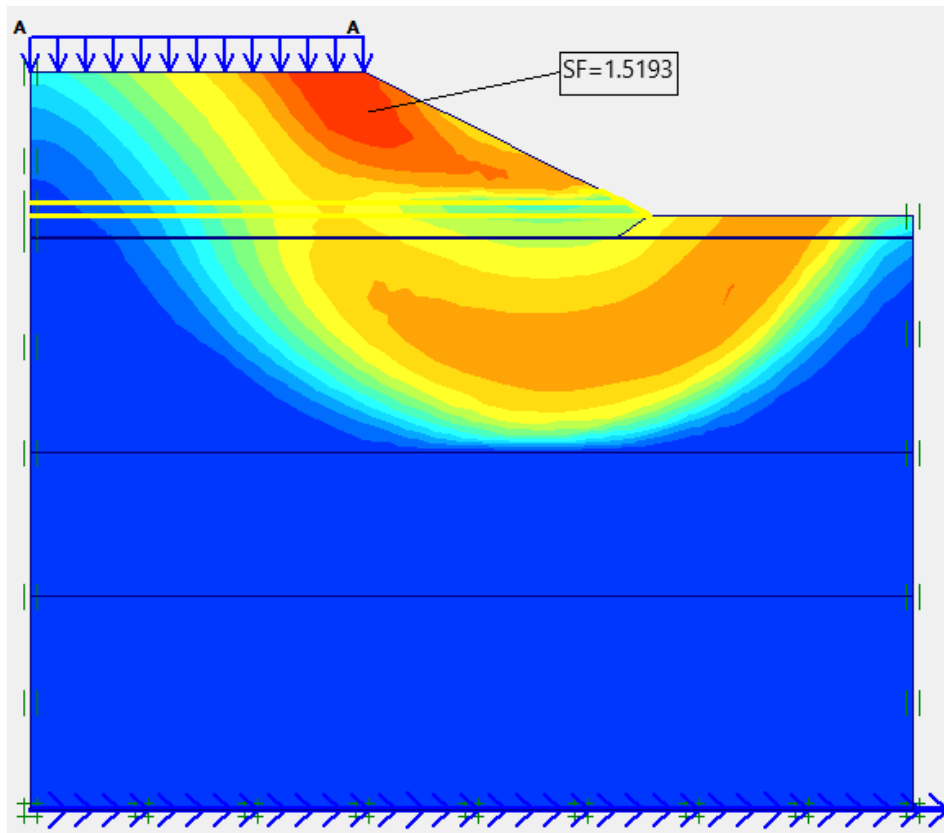
**Gambar 5.52 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0.5 m dengan Geotekstil Saat Masa Konstruksi Tanpa Beban Gempa**



**Gambar 5.53** Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 0.5 m dengan Geotekstil Saat Masa Konstruksi dengan Beban Gempa



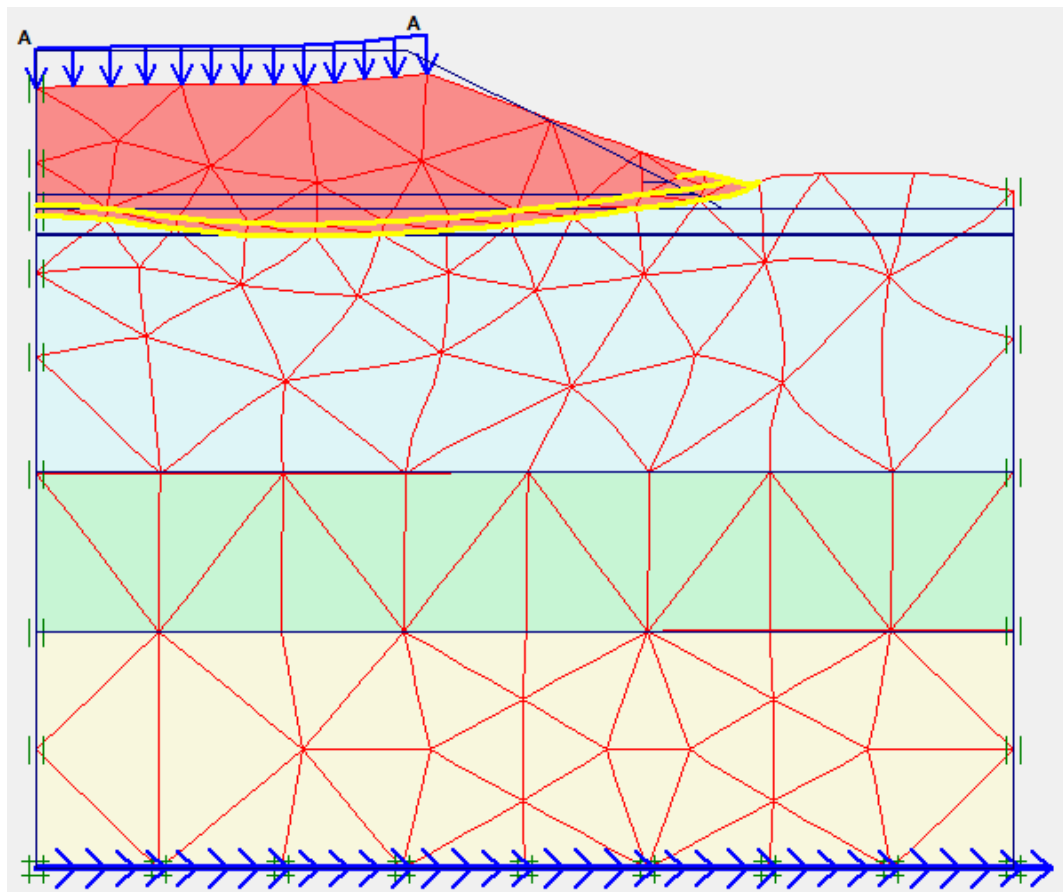
**Gambar 5.54** Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 1 m dengan Geotekstil Saat Masa Konstruksi Tanpa Beban Gempa



**Gambar 5.55 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m dengan Geotekstil Saat Masa Konstruksi dengan Beban Gempa**

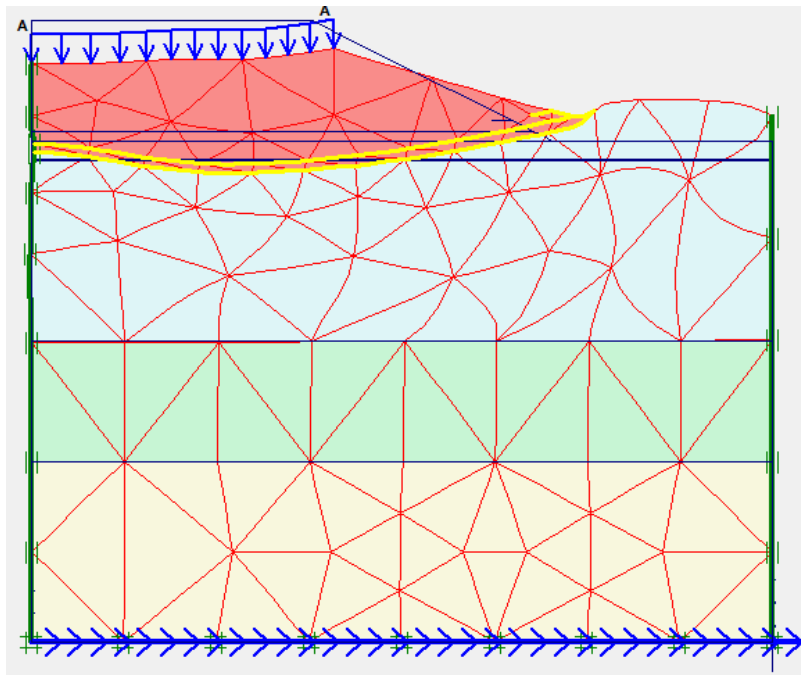
## 2. Masa Paska Konstruksi

Pada saat tahap *calculation* yaitu pada *masa* konstruksi lereng dibebani dengan beban  $10 \text{ kN/m}^2$ . Adapun gambar menampilkan *deformed mesh* sebagai berikut menampilkan gambar kondisi tanah asli masa konstruksi pada timbunan 6m dapat dilihat pada gambar sebagai berikut ini.

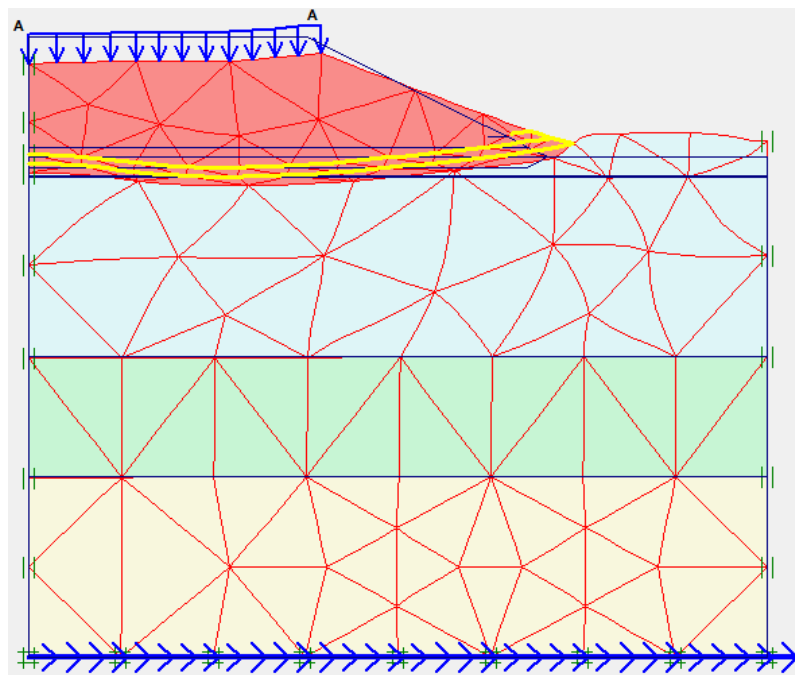


**Gambar 5.56** *Deformed Mesh* Lereng Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa

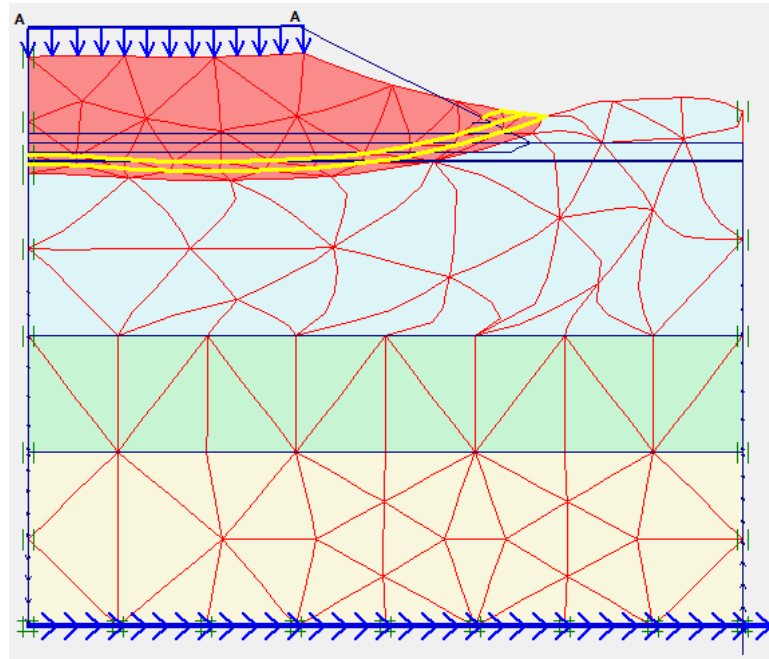




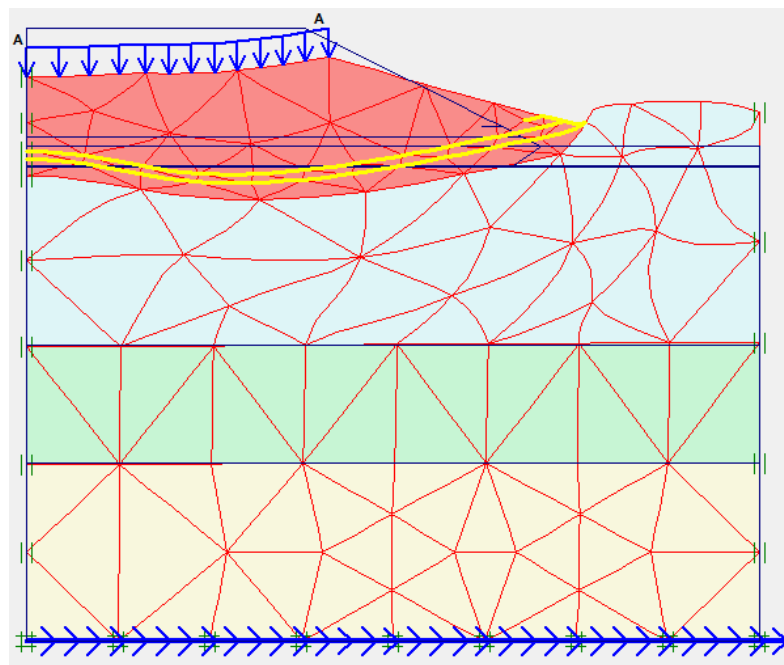
**Gambar 5.57** *Deformed Mesh* Lereng Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi dengan Beban Gempa



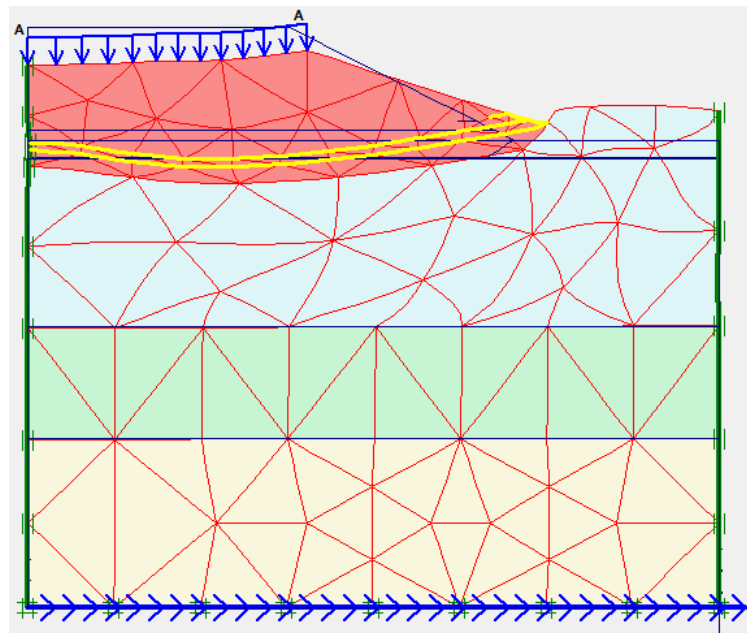
**Gambar 5.58** *Deformed Mesh* Lereng Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli Replacement 0.5 m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa



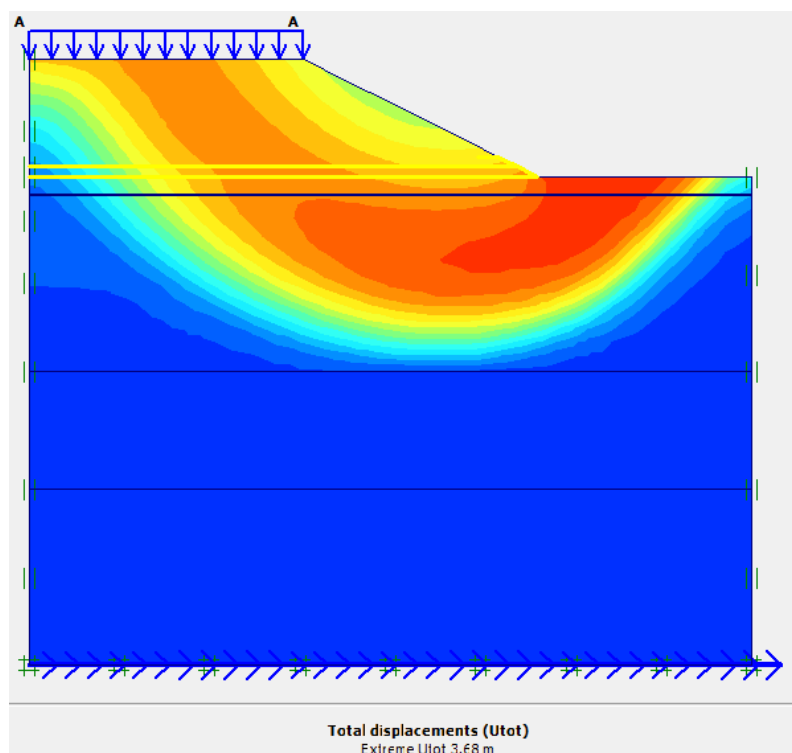
**Gambar 5.59** *Deformed Mesh* Lereng Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 0.5 m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi dengan Beban Gempa



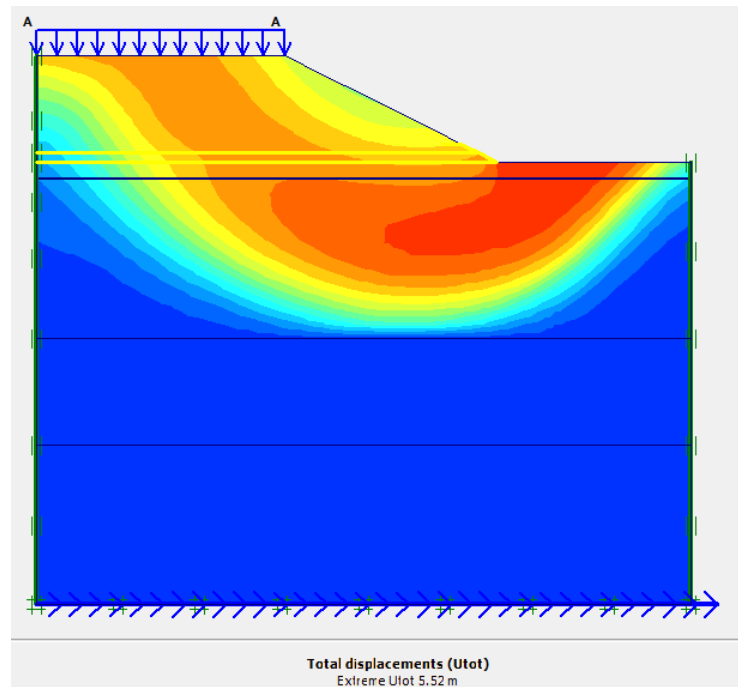
**Gambar 5.60** *Deformed Mesh* Lereng Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 1m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa



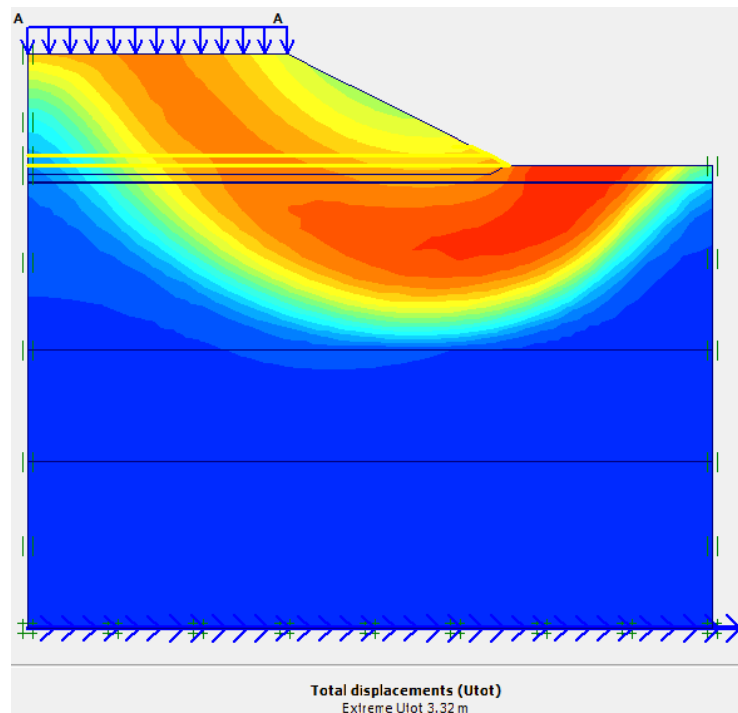
**Gambar 5.61** *Deformed Mesh* Lereng Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli Replacement 1m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi dengan Beban Gempa



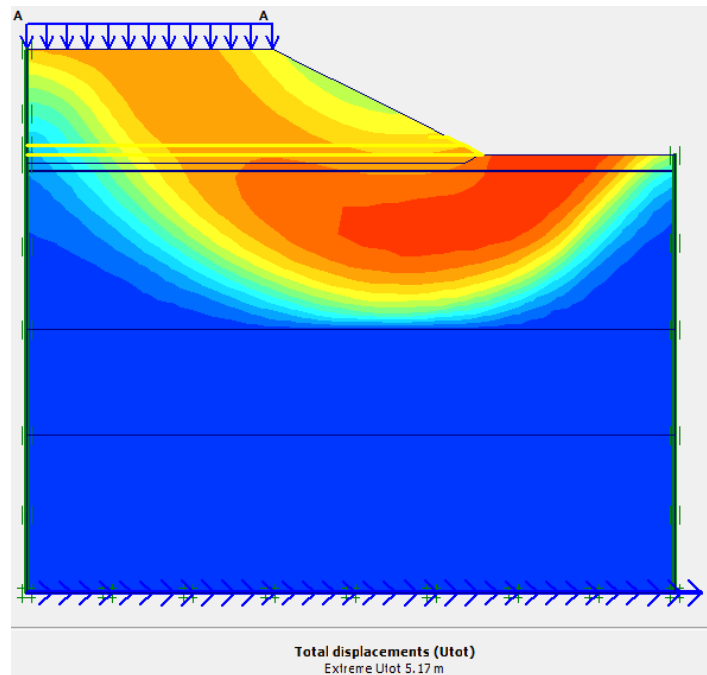
**Gambar 5.62** *Total Displacement* Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa



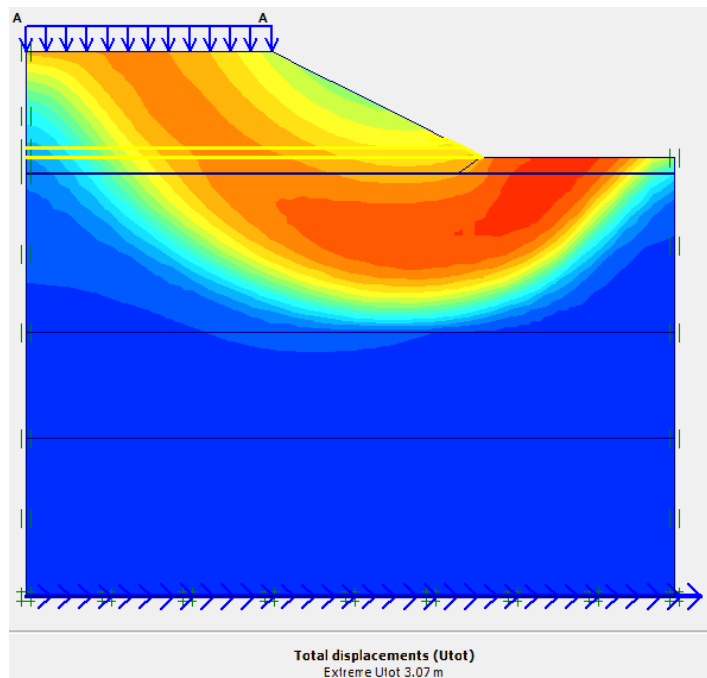
**Gambar 5.63** *Total Displacement* Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstuksi dengan Beban Gempa



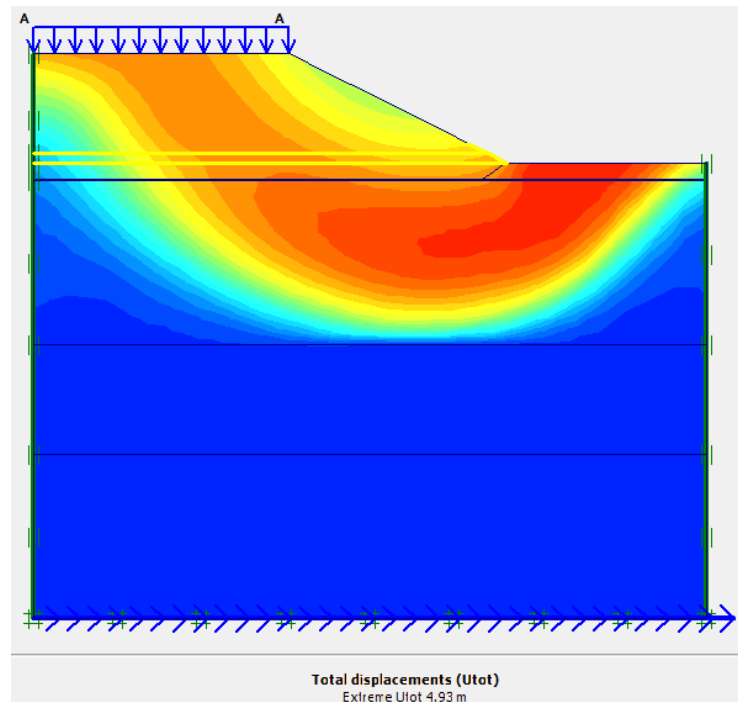
**Gambar 5.64** *Total Displacement* Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0.5 m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstuksi Tanpa Beban Gempa



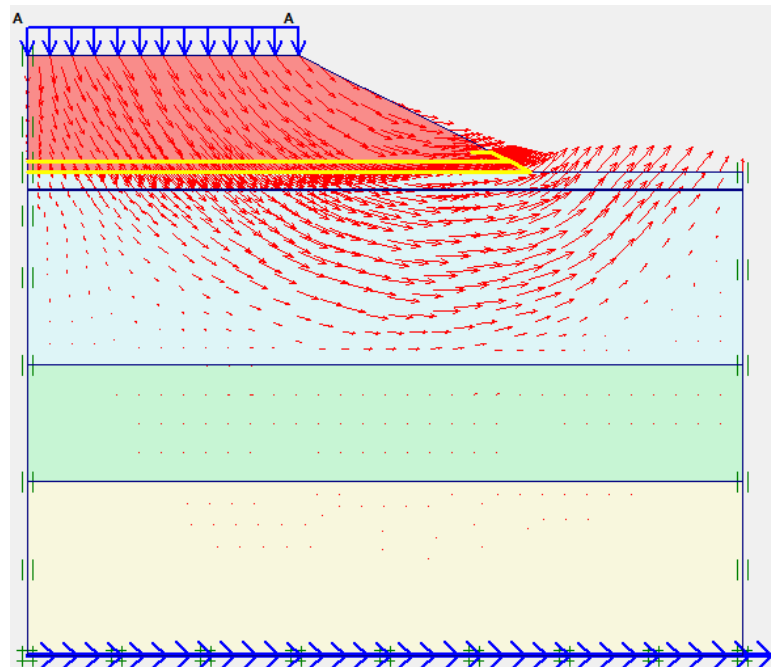
**Gambar 5.65 Total Displacement** Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli  
*Replacement* 0.5 m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstuksi dengan  
Beban Gempa



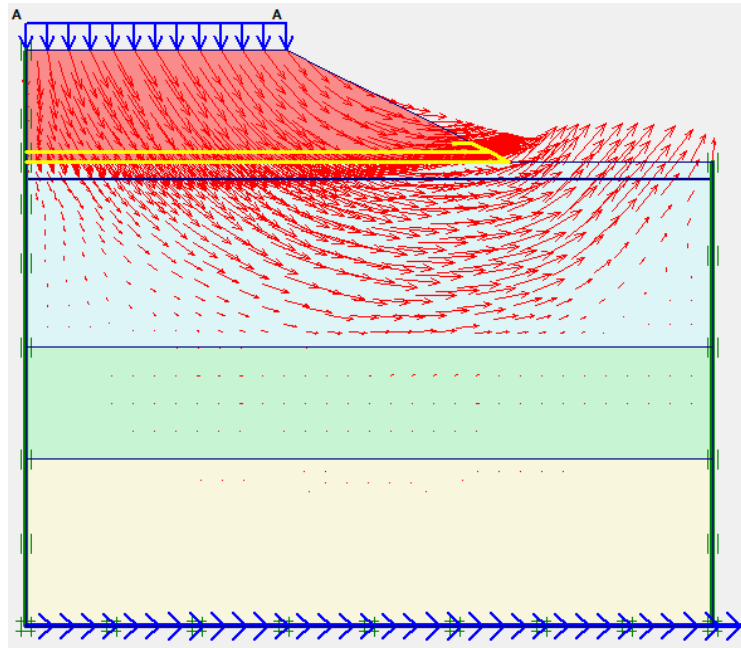
**Gambar 5.66 Total Displacement** Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli  
*Replacement* 1 m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstuksi Tanpa  
Beban Gempa



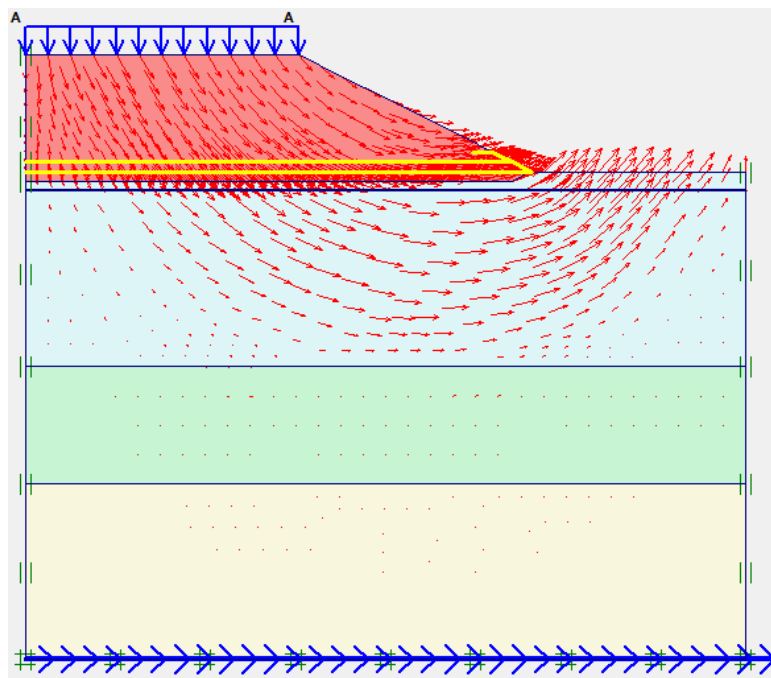
**Gambar 5.67 Total Displacement** Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstuksi dengan Beban Gempa



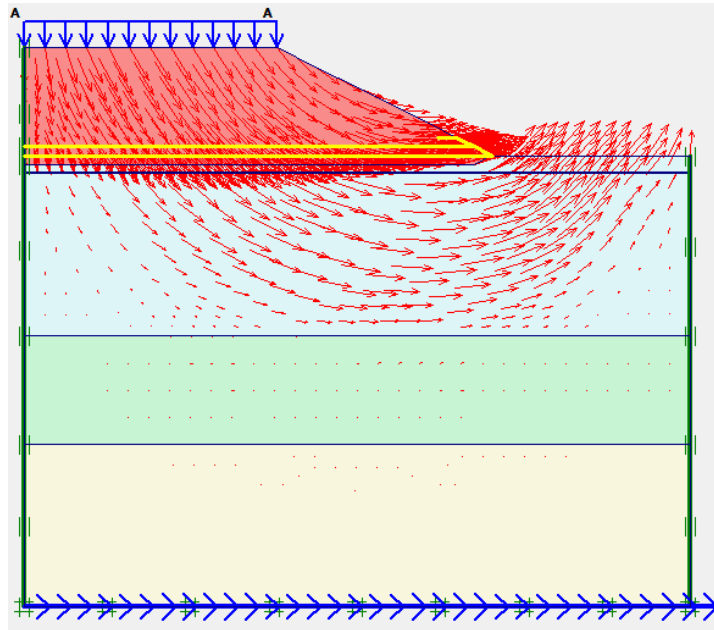
**Gambar 5.68 Arah Pergerakan Tanah** Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstuksi Tanpa Beban Gempa



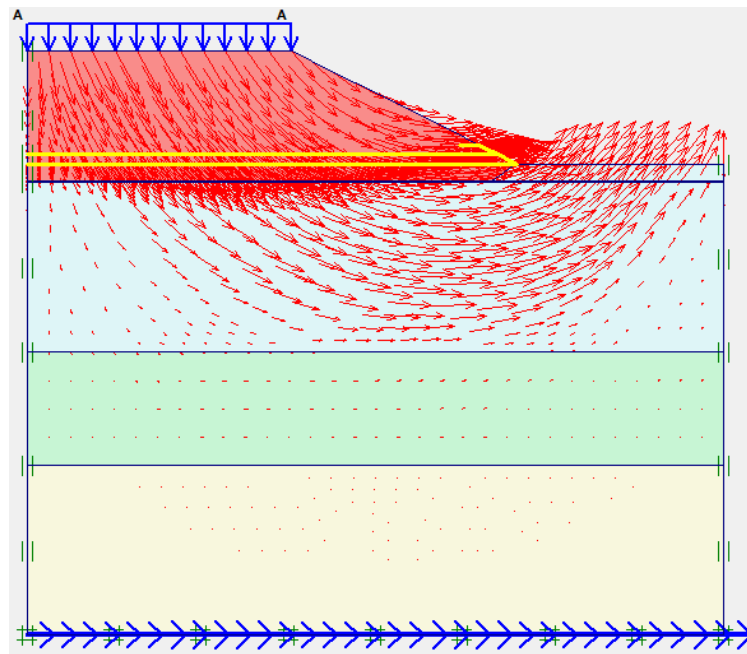
**Gambar 5.69** Arah Pergerakan Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstuksi dengan Beban Gempa



**Gambar 5.70** Arah Pergerakan Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 0.5 m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstuksi Tanpa Beban Gempa

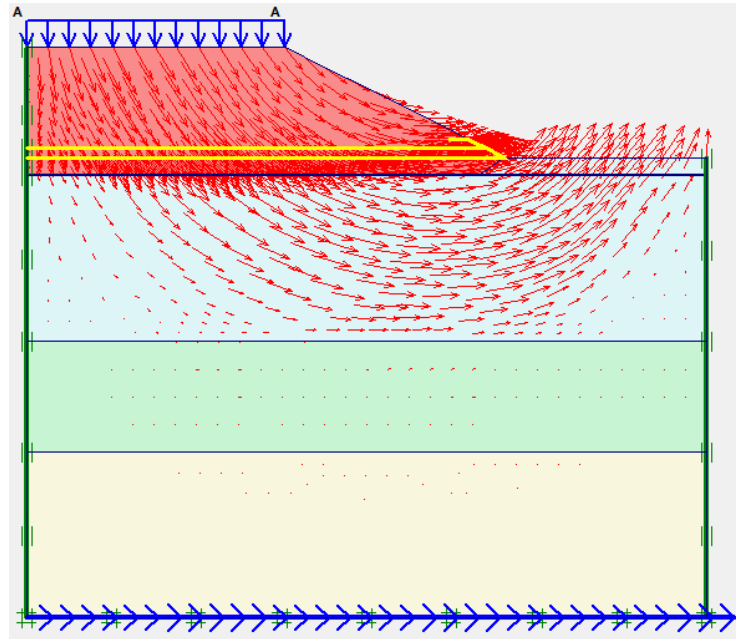


**Gambar 5.71** Arah Pergerakan Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 0.5 m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstuksi dengan Beban Gempa

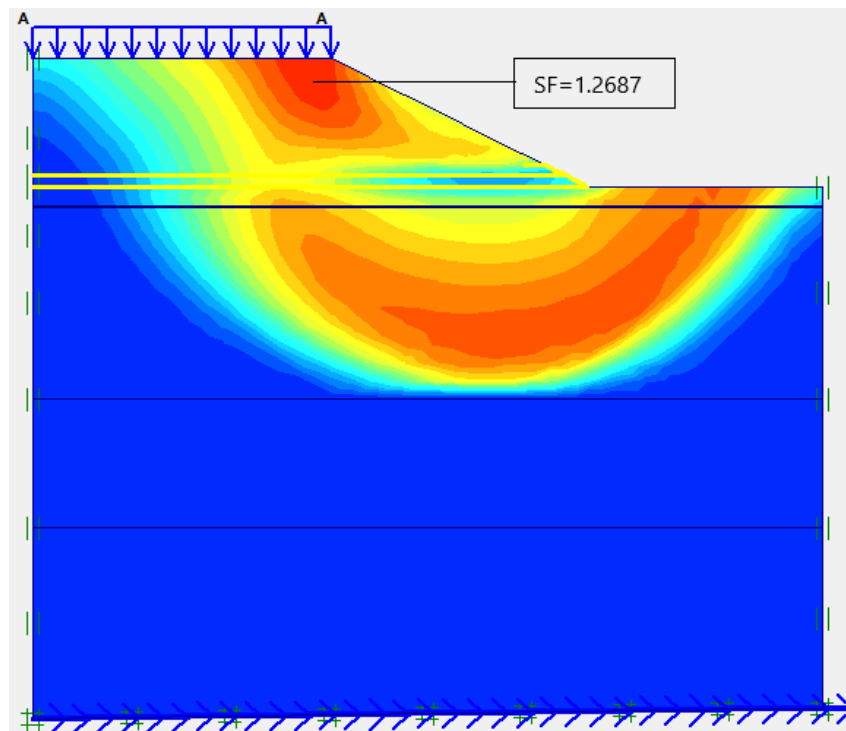


**Gambar 5.72** Arah Pergerakan Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 1 m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstuksi Tanpa Beban Gempa

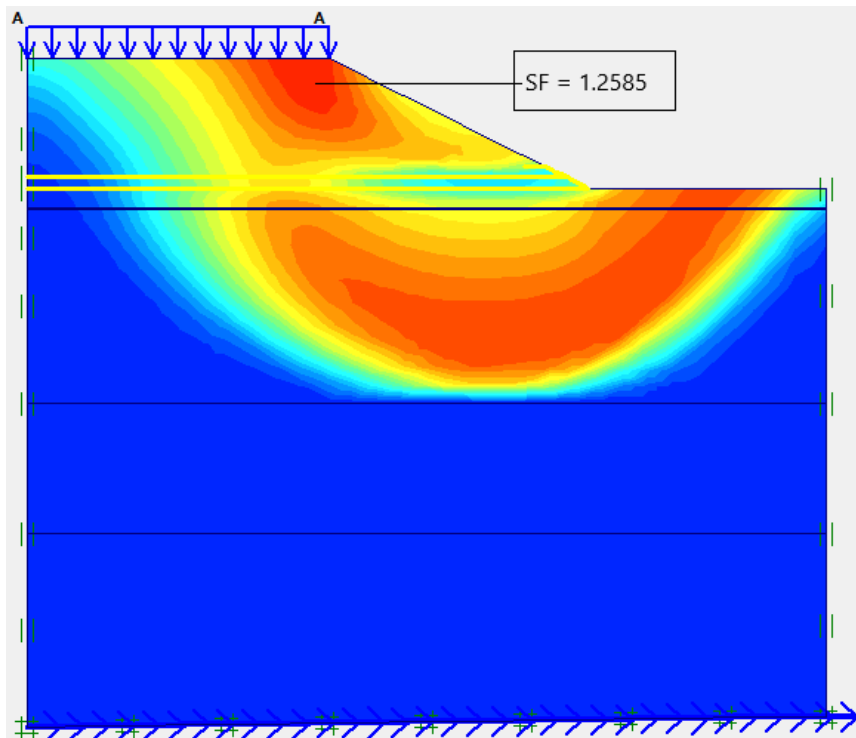




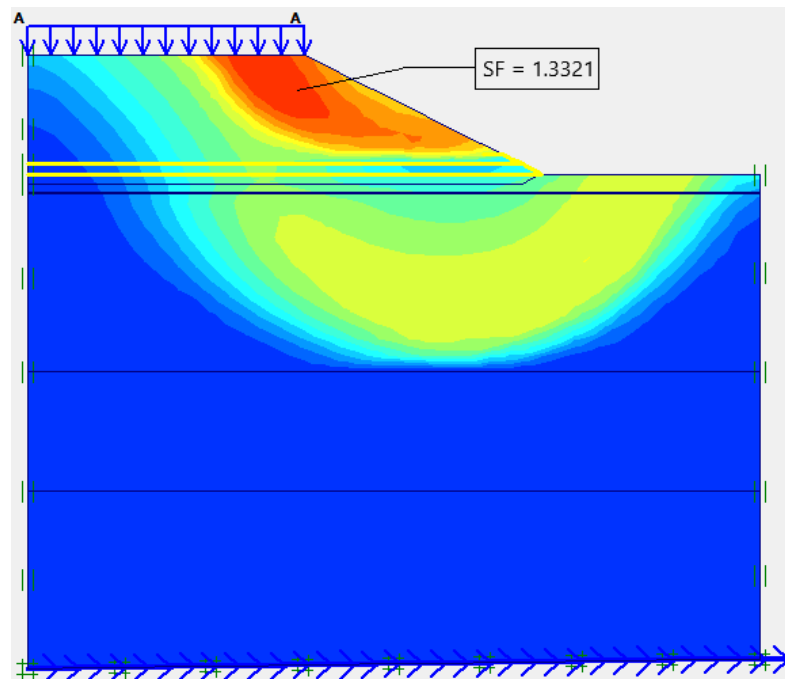
**Gambar 5.73** Arah Pergerakan Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 1 m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstuksi dengan Beban Gempa



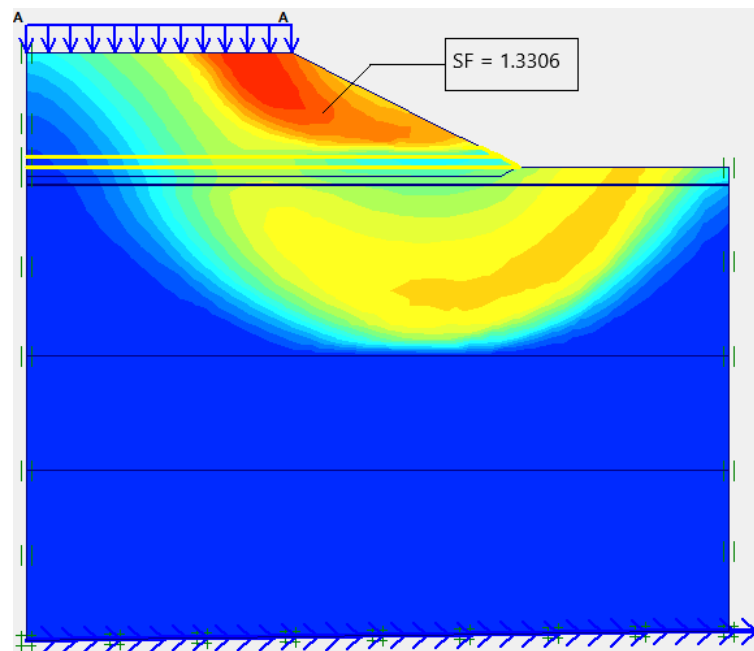
**Gambar 5.74** Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa



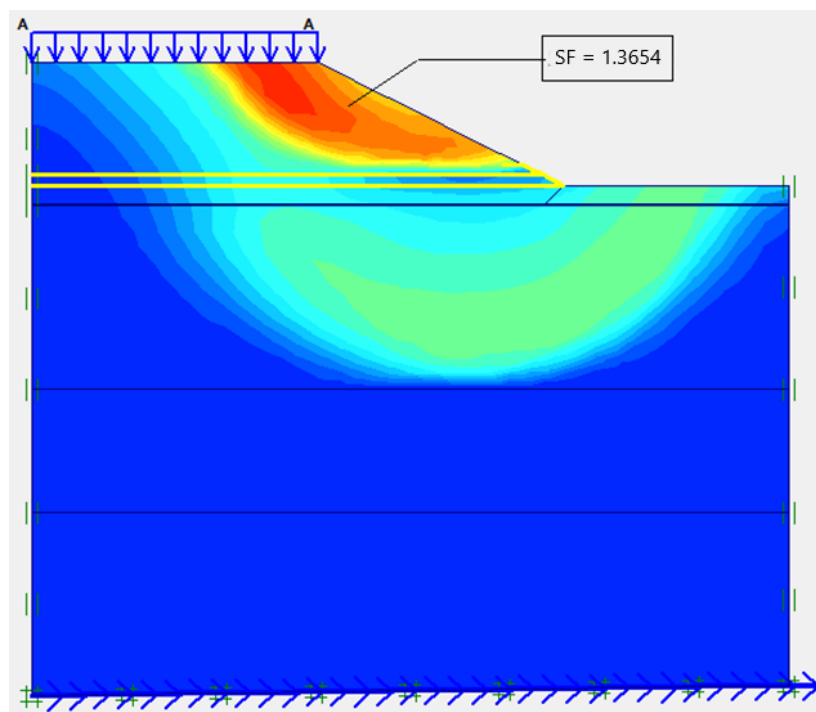
**Gambar 5.75 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi dengan Beban Gempa**



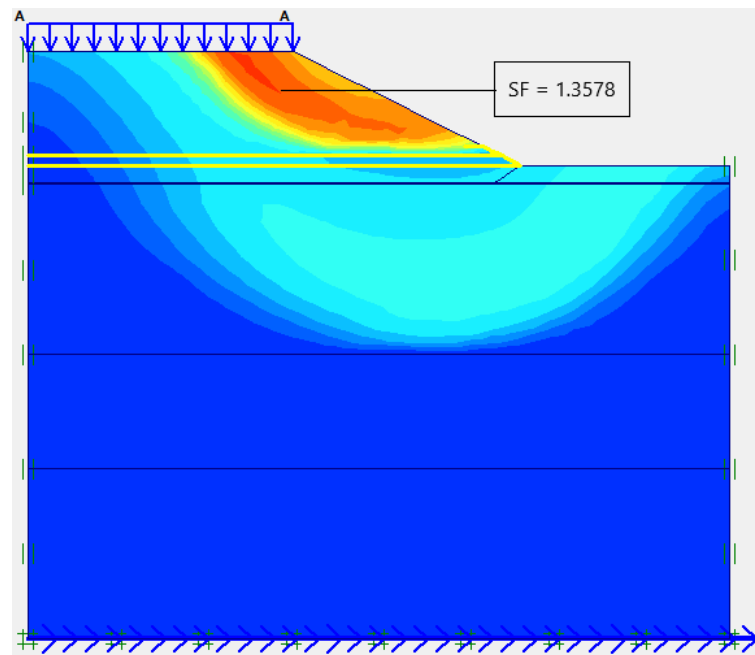
**Gambar 5.76 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0.5 m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa**



**Gambar 5.77** Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 0.5 m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi dengan Beban Gempa

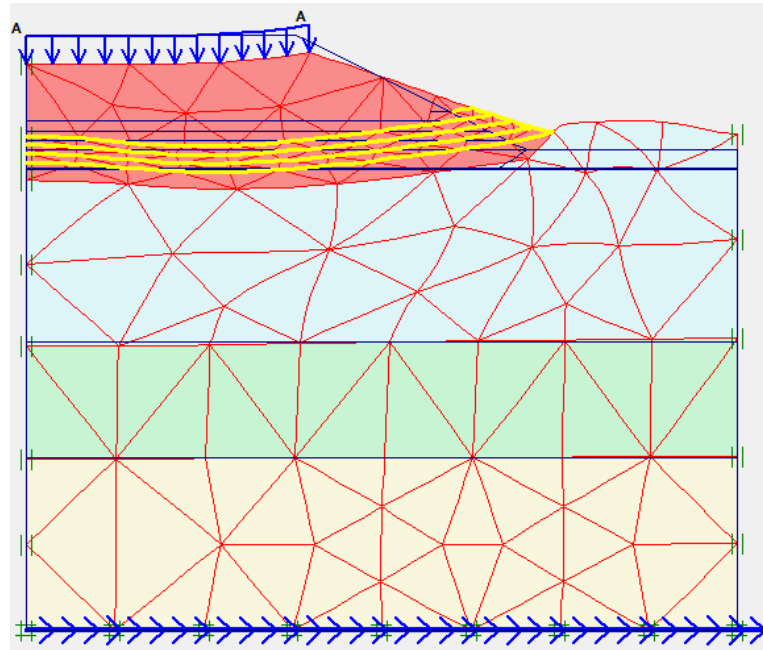


**Gambar 5.78** Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 1 m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa

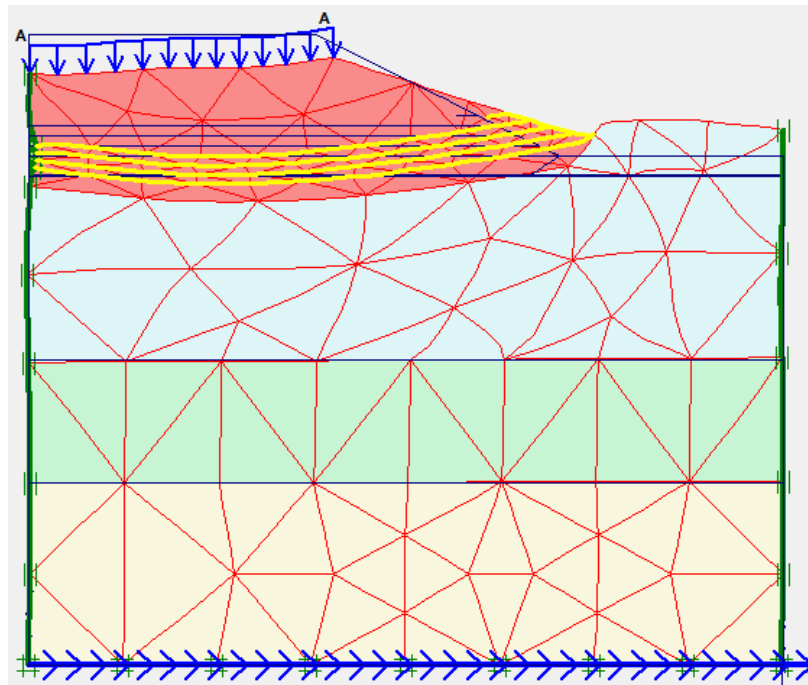


**Gambar 5.79 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi dengan Beban Gempa**

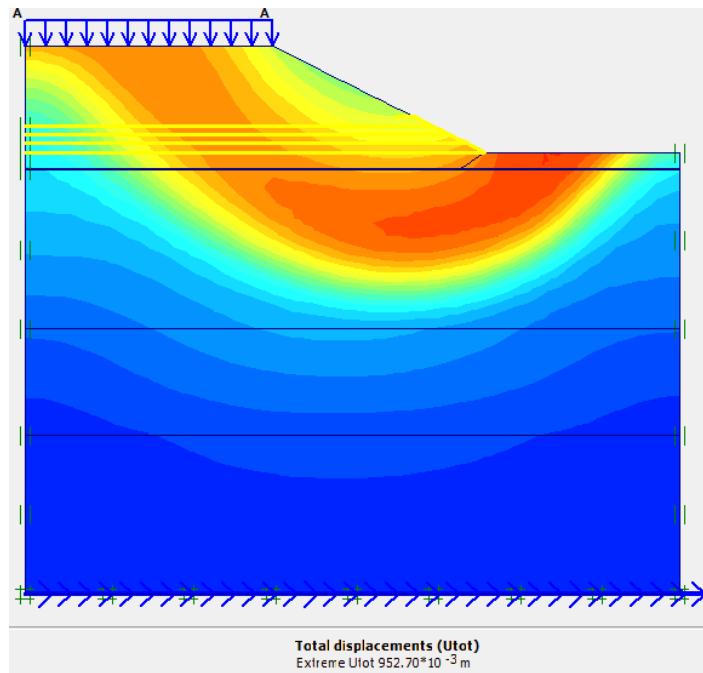
Pada perkuatan geotekstil 4 lapis hanya di tampilkan pada masa paska konstruksi untuk melihat perbandingan perkuatan yang bekerja pada 2 lapis geotekstil dan 4 lapis geotekstil. Tabel 5.8 menunjukkan angka kemandan yang terjadi. Adapun *output* yang di dihasilkan berupa gambar potensi kelongsoran, *total displacement*, arah pergerakan tanah dan *deformed mesh* sebagai berikut ini.



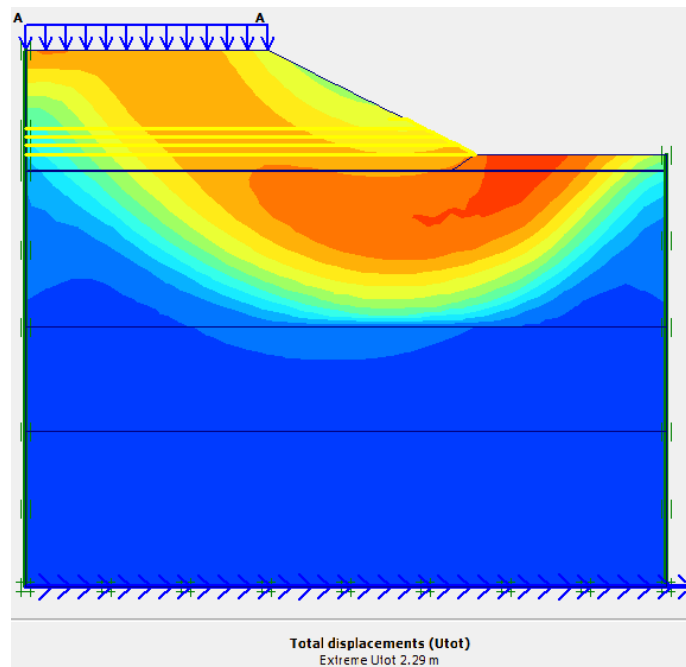
**Gambar 5.80 Deformed Mesh Lereng Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli Replacement 1m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa**



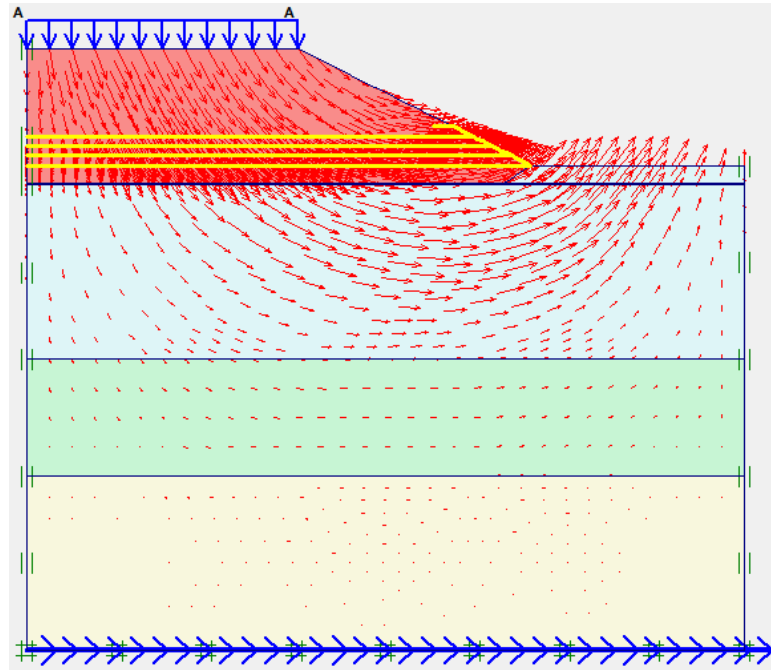
**Gambar 5.81 Deformed Mesh Lereng Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli Replacement 1m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa**



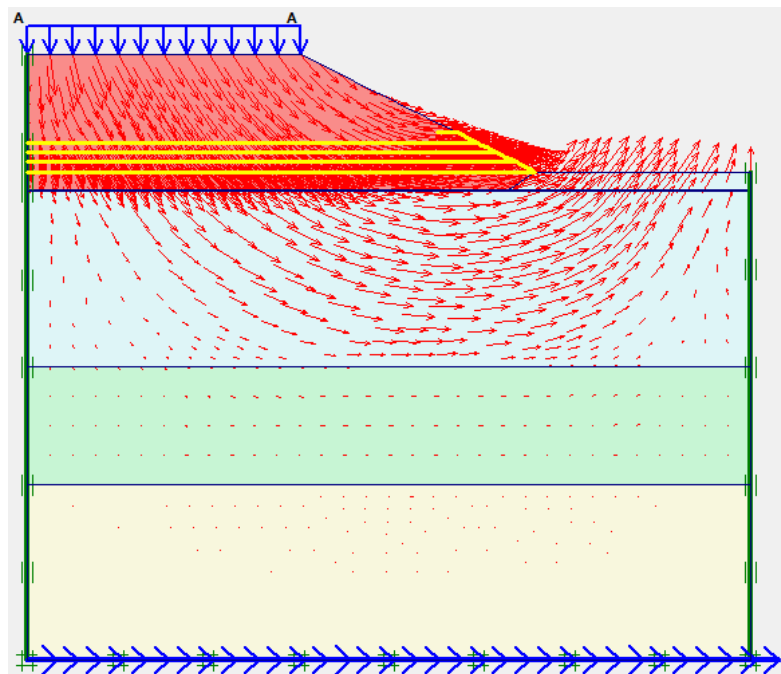
**Gambar 5.82 Total Displacement Lereng Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli  
Replacement 1m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi Tanpa  
Beban Gempa**



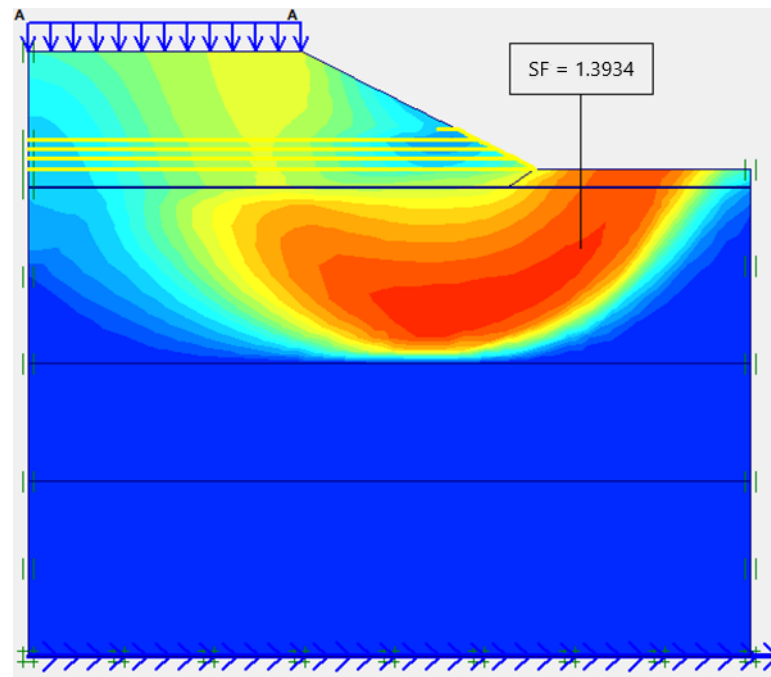
**Gambar 5.83 Total Displacement Lereng Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli  
Replacement 1m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi Tanpa  
Beban Gempa**



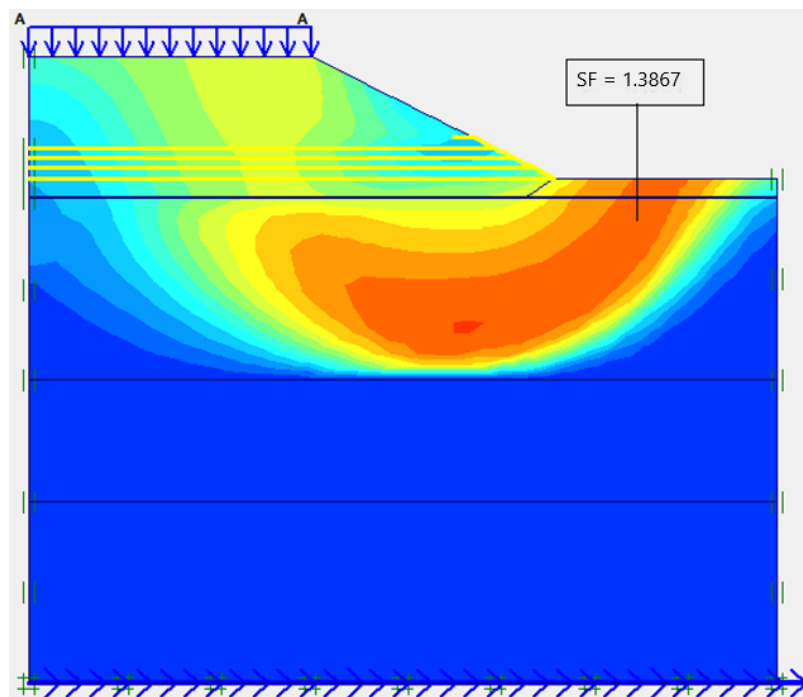
**Gambar 5.84 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli Replacement 1m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa**



**Gambar 5.85 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli Replacement 1m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa**



**Gambar 5.86 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli  
Replacement 1m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi Tanpa  
Beban Gempa**

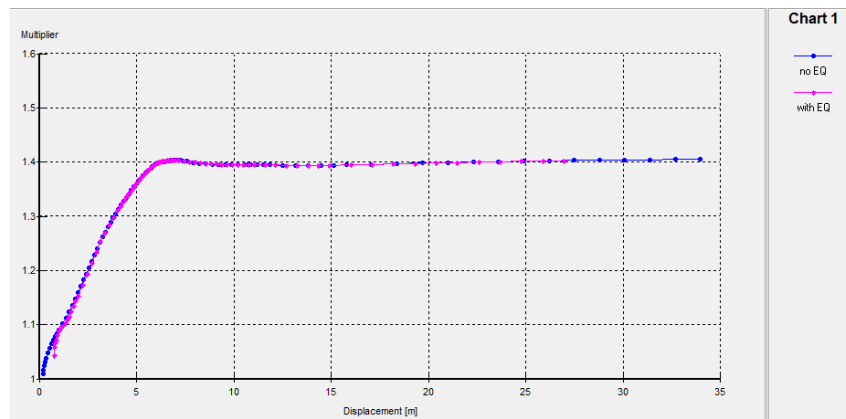


**Gambar 5.87 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli  
Replacement 1m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi Tanpa  
Beban Gempa**

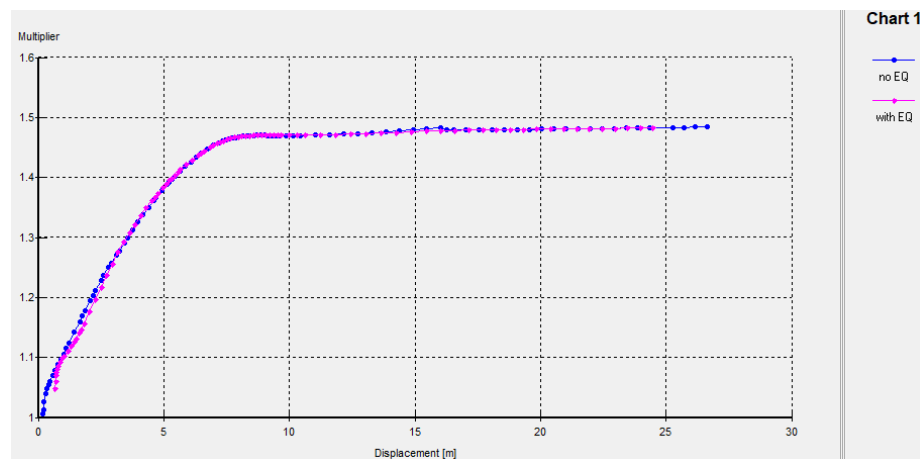


Berikut ini adalah penggambaran dalam bentuk kurva *safety factor* (SF) agar pembacaan lebih mudah dan detail, dibagi menjadi 2 kondisi bagian yaitu kondisi konstruksi dan paska konstruksi. Adapun pembagian gambar kurva yang ditampilkan pada timbunan 6 m sebagai berikut ini

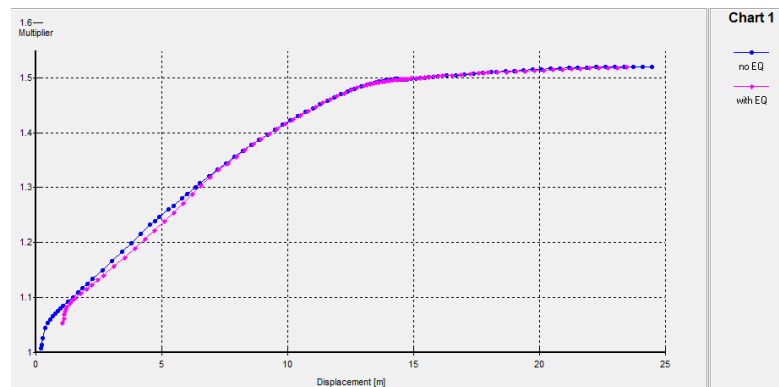
### 1. Masa Konstruksi



**Gambar 5.88** Jendela Kurva *Safety Factor* Tanah Asli Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil Saat Masa Konstruksi

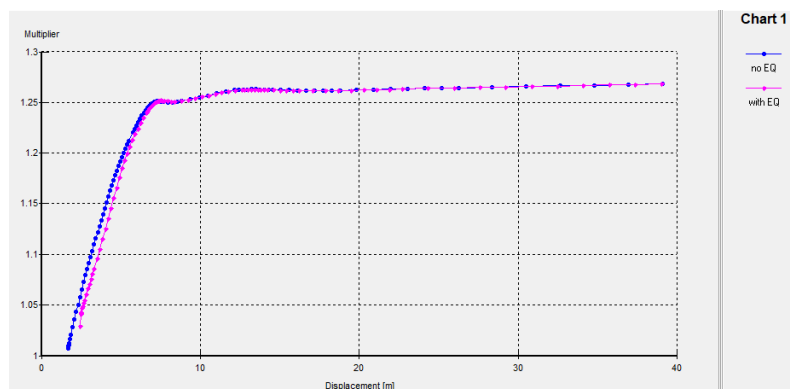


**Gambar 5.89** Jendela Kurva *Safety Factor* Tanah Asli Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0.5 m dengan Geotekstil Saat Masa Konstruksi

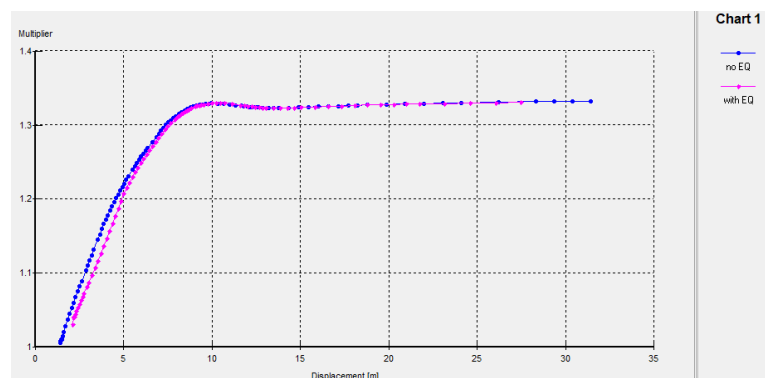


**Gambar 5.90** Jendela Kurva *Safety Factor* Tanah Asli Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1m dengan Geotekstil Saat Masa Konstruksi

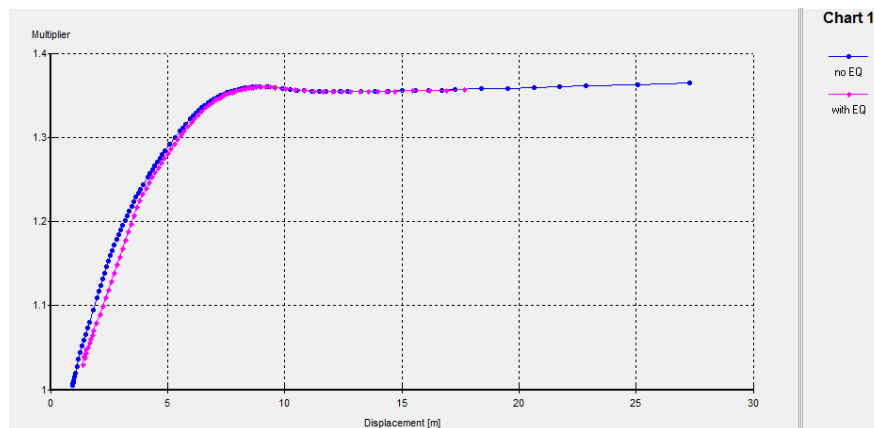
## 2. Paska Konstruksi



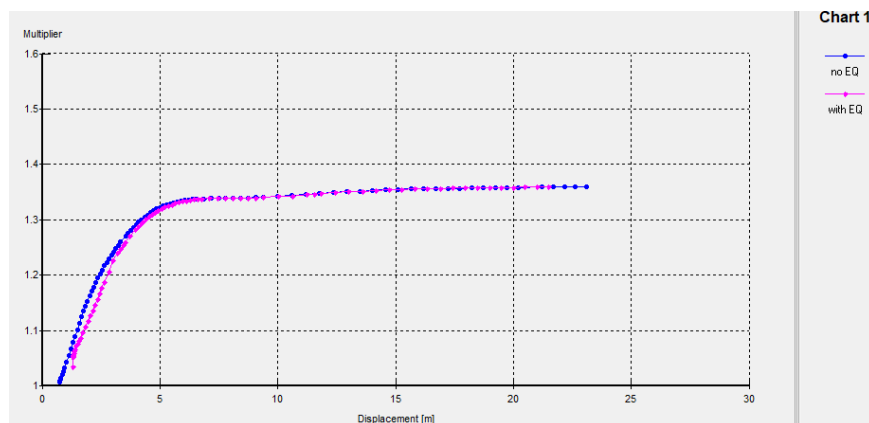
**Gambar 5.91** Jendela Kurva *Safety Factor* Tanah Asli Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi



**Gambar 5.92** Jendela Kurva *Safety Factor* Tanah Asli Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0.5 m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi

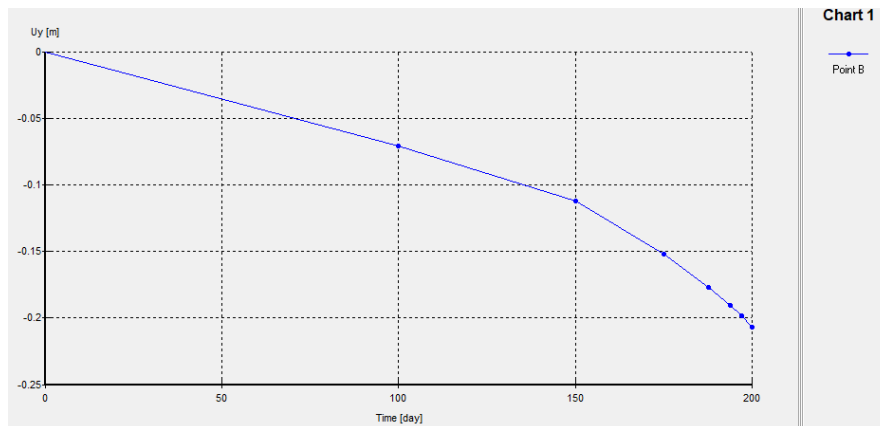


**Gambar 5.93 Jendela Kurva *Safety Factor* Tanah Asli Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 1m dengan Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi**

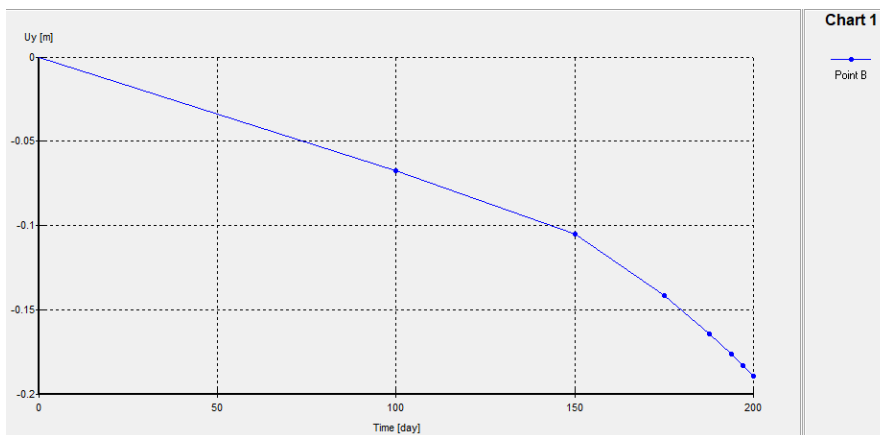


**Gambar 5.94 Jendela Kurva *Safety Factor* Tanah Asli Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 1m dengan 4 Lapis Geotekstil Saat Masa Paska Konstruksi**

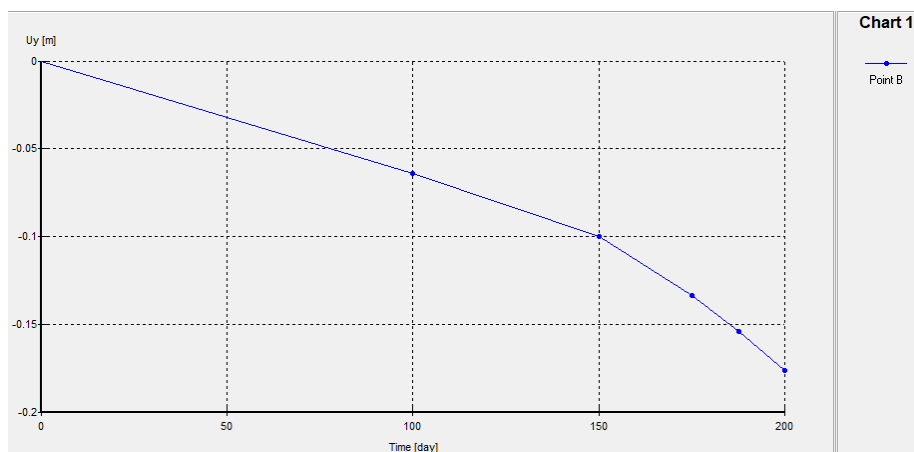
Berikut ini adalah penggambaran penurunan dalam bentuk kurva agar pembacaan lebih mudah dan detail. Angka penurunan dibaca selma 1tahun atau 200 hari yang mana sudah di input pada program *Plaxis* Adapun pembagian gambar hanya pada saat kondisi konstruksi saja, kurva yang ditampilkan adalah timbunan 6 m sebagai berikut ini



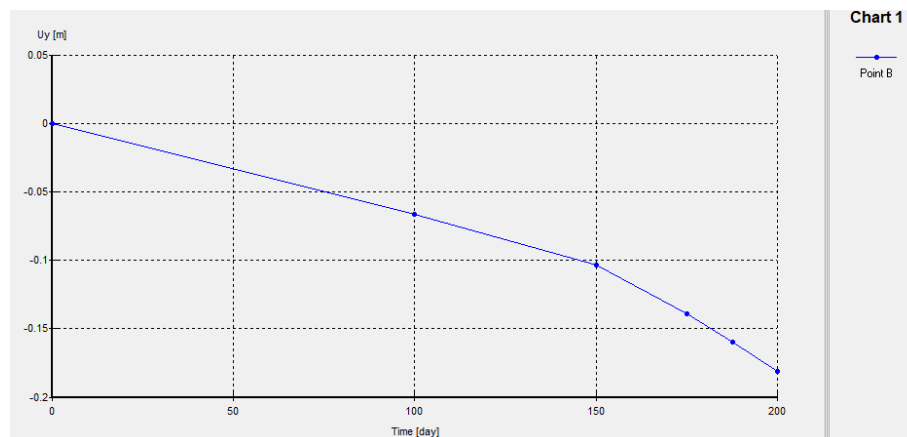
**Gambar 5.95** Jendela Kurva Penurunan Tanah Asli Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil



**Gambar 5.96** Jendela Kurva Penurunan Tanah Asli Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 0.5 m dengan Geotekstil



**Gambar 5.97** Jendela Kurva Penurunan Tanah Asli Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 1 m dengan Geotekstil



**Gambar 5.98** Jendela Kurva Penurunan Tanah Asli Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 1 m dengan 4 lapis Geotekstil

Pada timbunan 6 m nilai *safety factor* (SF) dimana lebih dari 1 yang artinya sudah *allowable* secara teknis *running* pada program *Plaxis* akan tetapi syarat pada angka keamanan pada lapangan 1,3. Yang akan di bahas lebih lanjut.

Dari data yang sudah disajikan diatas, berikut ini akan menampilkan hasil penulisan rekapitulasi *total displacement*, *safety factor*, dan besar penuruna konsolidasi masing-masing pada Tabel ini hanya ditampilkan untuk timbunan 6m saja. Adapun Tabel 5.3, 5.4, dan 5.5 sebagai berikut ini.

**Tabel 5.9** Rekapitulasi Data *Total Displacement* Timbunan 6 m

Total Total Displacemnet Pada Timbunan 6 m					
	Masa Konstruksi q = 10kN/m		Masa Paska Konstruksi q = 25kN/m		Satuan
	Tanpa Beban Gempa	Beban Gempa	Tanpa Beban Gempa	Beban Gempa	
Geotekstil	0.00369	1.56	3.68	5.52	m
Tanah <i>Replacemnet</i> 0.5 dengan Geotekstil	0.00296	1.49	3.32	5.17	m
Tanah <i>Replacemnet</i> 1 dengan Geotekstil	0.00280	1.38	3.07	4.93	m
Tanah <i>Replacemnet</i> 1 dengan 4 Lapis Geotekstil	0.00268	1.14	1.61	3.11	m

**Tabel 5.10 Rekapitulasi Data *Safety Factor* Timbunan 6 m**

Total <i>Safety Factor</i> Pada Timbunan 6 m				
	Masa Konstruksi q = 10kN/m		Masa Paska Konstruksi q = 25kN/m	
	Tanpa Beban Gempa	Beban Gempa	Tanpa Beban Gempa	Beban Gempa
Geotekstil	1.4047	1.4025	1.2687	1.2685
Tanah <i>Replacemnet</i> 0.5 dengan Geotekstil	1.4842	1.4829	1.3321	1.3306
Tanah <i>Replacemnet</i> 1 dengan Geotekstil	1.5199	1.5193	1.3654	1.3578
Tanah <i>Replacemnet</i> 1 dengan 4 Lapis Geotekstil	1.5391	1.5390	1.3934	1.3867

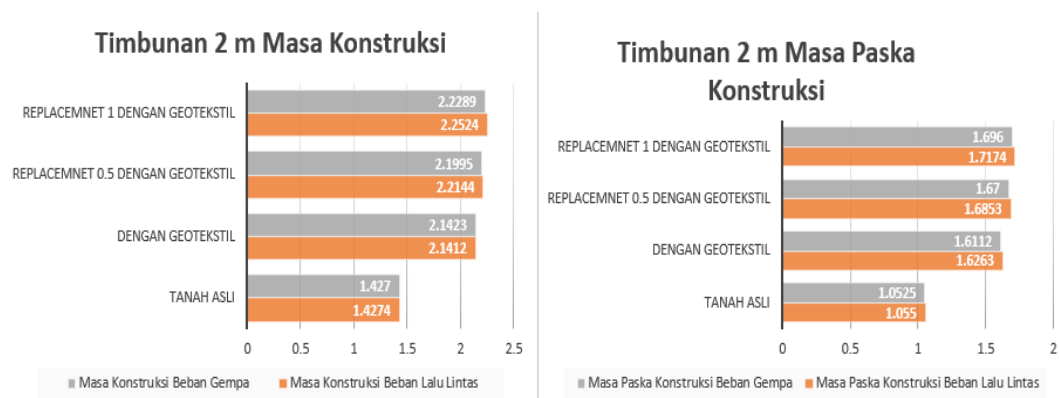
**Tabel 5.11 Rekapitulasi Data Penurunan Timbunan 6 m**

Total Penurunan Pada Timbunan 6 m		
	Masa Konstruksi Kondisi Tanah Asli	
	Beban Struktur Jalan	Waktu
Geotekstil	-0.207 m	200 hari
Tanah <i>Replacemnet</i> 0.5 dengan Geotekstil	-0.19 m	200 hari
Tanah <i>Replacemnet</i> 1 dengan Geotekstil	-0.176 m	200 hari
Tanah <i>Replacemnet</i> 1 dengan 4 Lapis Geotekstil	-0.181	200 hari

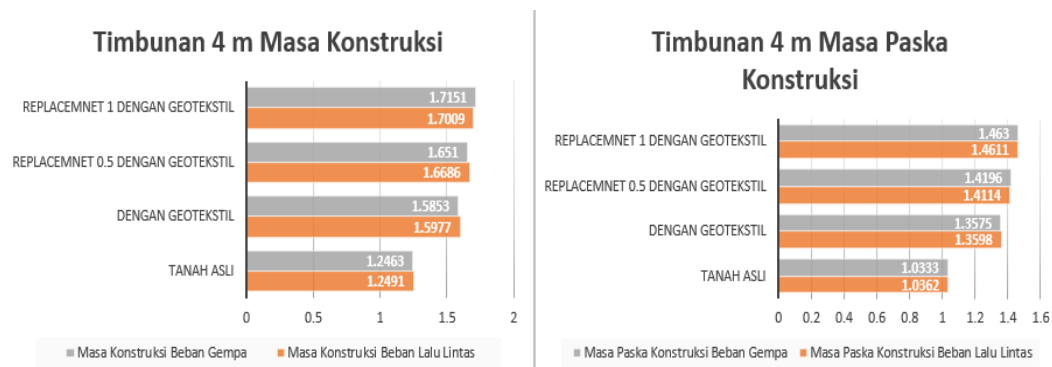
## 5.4 Pembahasan

Pada penelitian ini memiliki tujuan utama yaitu mencari nilai angka aman dan penurunan pada tiap variasi timbunan lereng 2 m, 4 m, dan 6 m. Dengan permodelan bervariasi yaitu pada kondisi tanah asli tanpa perkuatan, menggunakan perkuatan geotekstil, dan menggunakan *Replacement*. Saat permodelan *Plaxis* penelitian ini memiliki dua macam pembebanan yaitu beban konstruksi yang mana menggunakan 10 kN/m dan paska konstruksi menggunakan beban 25 kN/m menurut Panduan Geoteknik 4 No. Pt T-10-2002-B (2002) dimana proyek jalan tol Palembang - Indralaya ini masuk dalam fungsi jalan arteri.

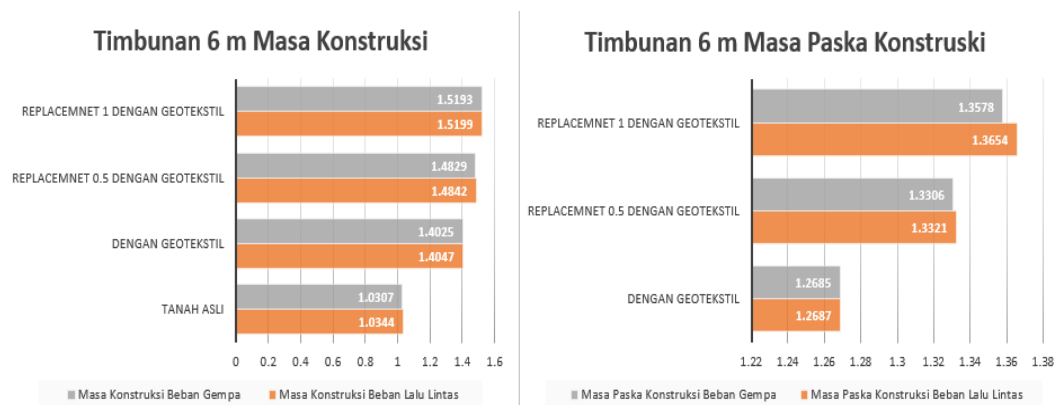
Setelah menganalisis dengan menggunakan program *Plaxis* diperoleh hasil angka aman pada timbunan 2 m, 4 m, dan 6 m. Dari variasi timbunan, permodelan, dan timbunan diperoleh kurva hubungan nilai angka aman dan kondisi yang ditinjau, yaitu kondisi dengan atau tanpa beban gempa dan kurva hubungan penurunan dan waktu penurunan. Kurva nilai angka aman tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini.



**Gambar 5.99 Kurva Nilai Angka Aman Timbunan 2 m**



**Gambar 5.100 Kurva Nilai Angka Aman Timbunan 4 m**



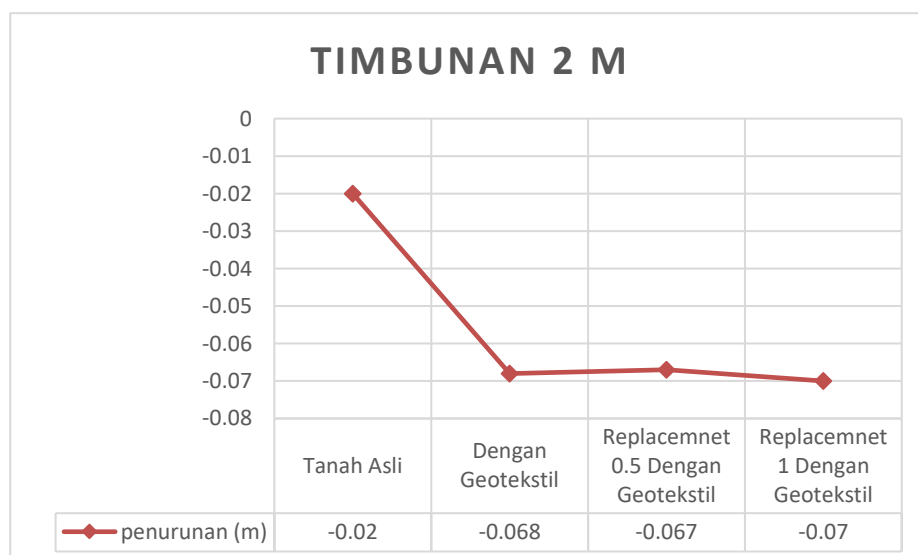
**Gambar 5.101 Kurva Nilai Angka Aman Timbunan 6 m**

Dalam penelitian ini kita meninjau hasil angka aman (*Safety Factor*) yang mana dibandingkan untuk keperluan di perkuat atau tidak. Pada Gambar 5.82 dapat dilihat bahwa angka aman yang memenuhi syarat kestabilan pada timbunan 2 m saat masa konstruksi dan paska konstruksi yaitu saat kondisi timbunan tanah asli, kondisi timbunan tanah asli dengan geotekstil, kondisi timbunan tanah asli *Replacement* 0.5 m dengan geotekstil, dan kondisi timbunan tanah asli *Replacement* 1 m dengan geotekstil artinya pada semua kondisi sudah memenuhi syarat  $SF > 1.3$ . Pada Gambar 5.83 dapat dilihat bahwa angka aman yang memenuhi syarat kestabilan pada timbunan 4 m saat yaitu saat kondisi timbunan tanah asli dengan geotekstil, kondisi timbunan tanah asli *Replacement* 0.5 m dengan geotekstil, dan kondisi timbunan tanah asli *Replacement* 1 m dengan geotekstil artinya pada semua kondisi sudah memenuhi syarat  $SF > 1.3$  tetapi dalam kondisi timbunan tanah asli SF yang di dapat

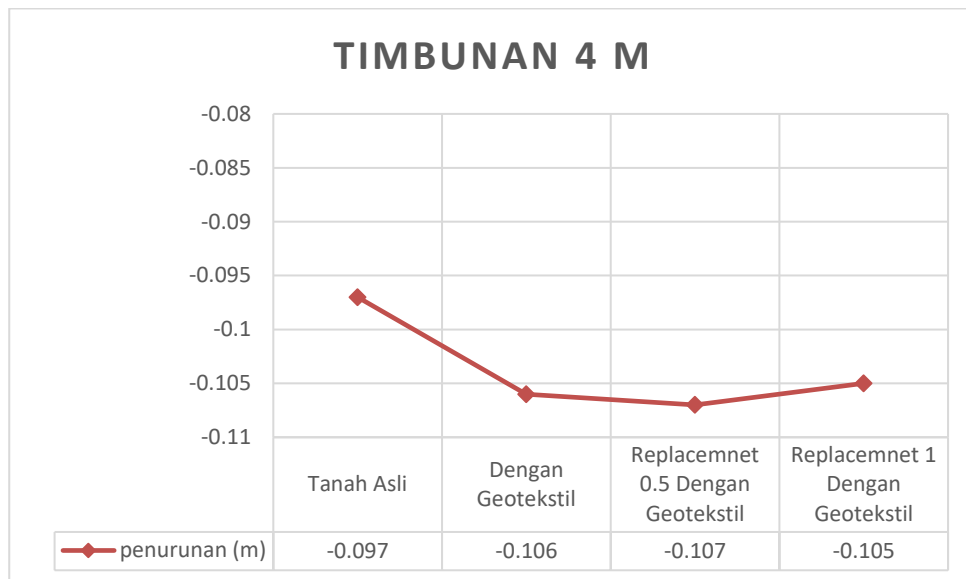


dibawah 1.3 belum memnuhi syarat. Pada Gambar 5.84 dapat dilihat bahwa angka aman yang memenuhi syarat kestabilan pada timbunan 6 m saat masa konstruksi dan paska konstruksi yaitu saat kondisi timbunan tanah asli dengan geotekstil, kondisi timbunan tanah asli *Replacement* 0.5 m dengan geotekstil, dan kondisi timbunan tanah asli *Replacement* 1 m dengan geotekstil artinya pada semua kondisi sudah memnuhi syarat  $SF > 1.3$  dalam timbunan 6 m kondisi tanah asli masa konstruksi tidak memnuhi syarat  $SF > 1.3$  dan untuk konidisi paska konstruksi tidak ditampilkan karena sudah mengalami keruntuhan akibat beban lalu lintas sehingga SF tidak mencapai  $SF > 1$  dalam program *Plaxis*.

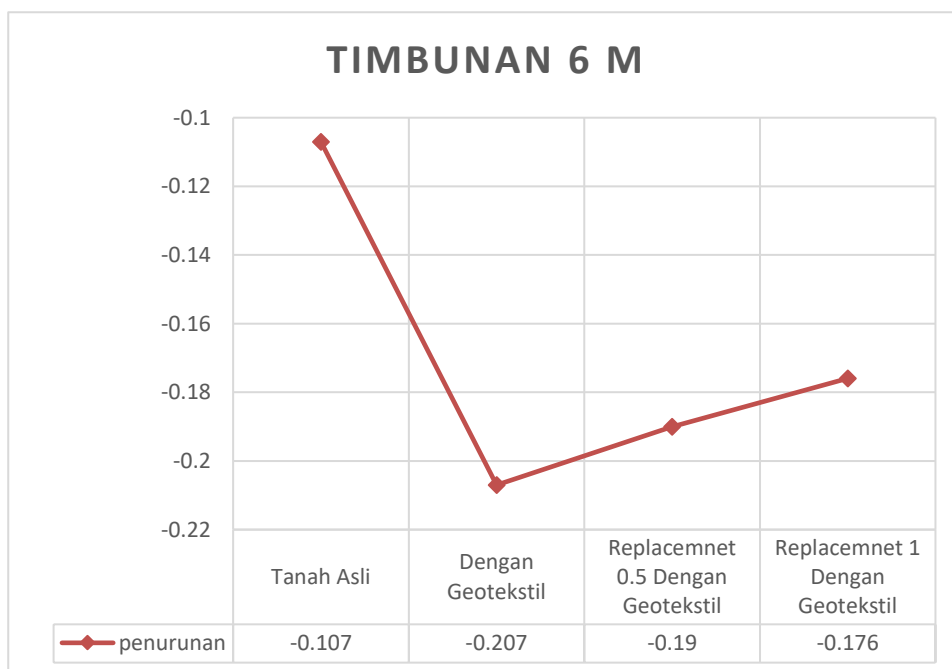
Setelah menganalisis angka aman dalam penelitian ini juga melihat penurunan yang terjadi pada tiap variasi timbunan. Hasil penurunan pada timbunan 2 m, 4 m, dan 6 m dengan kondisi permodelan yang berbeda yaitu, kondisi timbunan tanah asli tiap timbunan, kondisi timbunan tanah asli *Replacement* tiap timbunan, kondisi timbunan tanah asli dengan geotekstil tiap timbunan, dan kondisi timbunan tanah asli *Replacement* dengan geotekstil. Adapun hasil penurunan tersebut dimuat dalam grafik penurunan dengan waktu tinjau selama 200 hari yang dapat dilihat pada gambar berikut ini.



**Gambar 5.102 Rekapitulasi Grafik Penurunan Pada Timbunan 2 m**



**Gambar 5.103 Rekapitulasi Grafik Penurunan Pada Timbunan 4 m**



**Gambar 5.104 Rekapitulasi Grafik Penurunan Pada Timbunan 6 m**

Dalam penelitian ini kita meninjau hasil penurunan yang terjadi pada tiap variasi timbunannya hanya pada kondisi konstruksi. Seperti pada gambar grafik kita ketahui dimana nilai pada tiap variasi timbunan yang diberi perkuatan cenderung menurun maka bisa dikatakan semakin baik variasi pada timbunan maka angka penurunan yang terjadi pada tiap timbunan pula akan berkurang.

Pada Gambar 5.102 dapat dilihat bahwa angka penurunan yang terjadi pada timbunan 2 m saat masa konstruksi yaitu saat kondisi timbunan tanah asli penurunan terjadi sebesar 0.02 m, kondisi timbunan tanah asli dengan geotekstil penurunan terjadi sebesar 0.0185 m, kondisi timbunan tanah asli *Replacement* 0.5 m dengan geotekstil penurunan terjadi sebesar 0.018 m, dan kondisi timbunan tanah asli *Replacement* 1 m penurunan terjadi sebesar 0.018 m.

Pada Gambar 5.103 dapat dilihat bahwa angka penurunan yang terjadi pada timbunan 4 m saat masa konstruksi yaitu saat kondisi timbunan tanah asli penurunan terjadi sebesar 0.128 m, kondisi timbunan tanah asli dengan geotekstil penurunan terjadi sebesar 0.062 m, kondisi timbunan tanah asli *Replacement* 0.5 m dengan geotekstil penurunan terjadi sebesar 0.039 m, dan kondisi timbunan tanah asli *Replacement* 1 m penurunan terjadi sebesar 0.063 m.

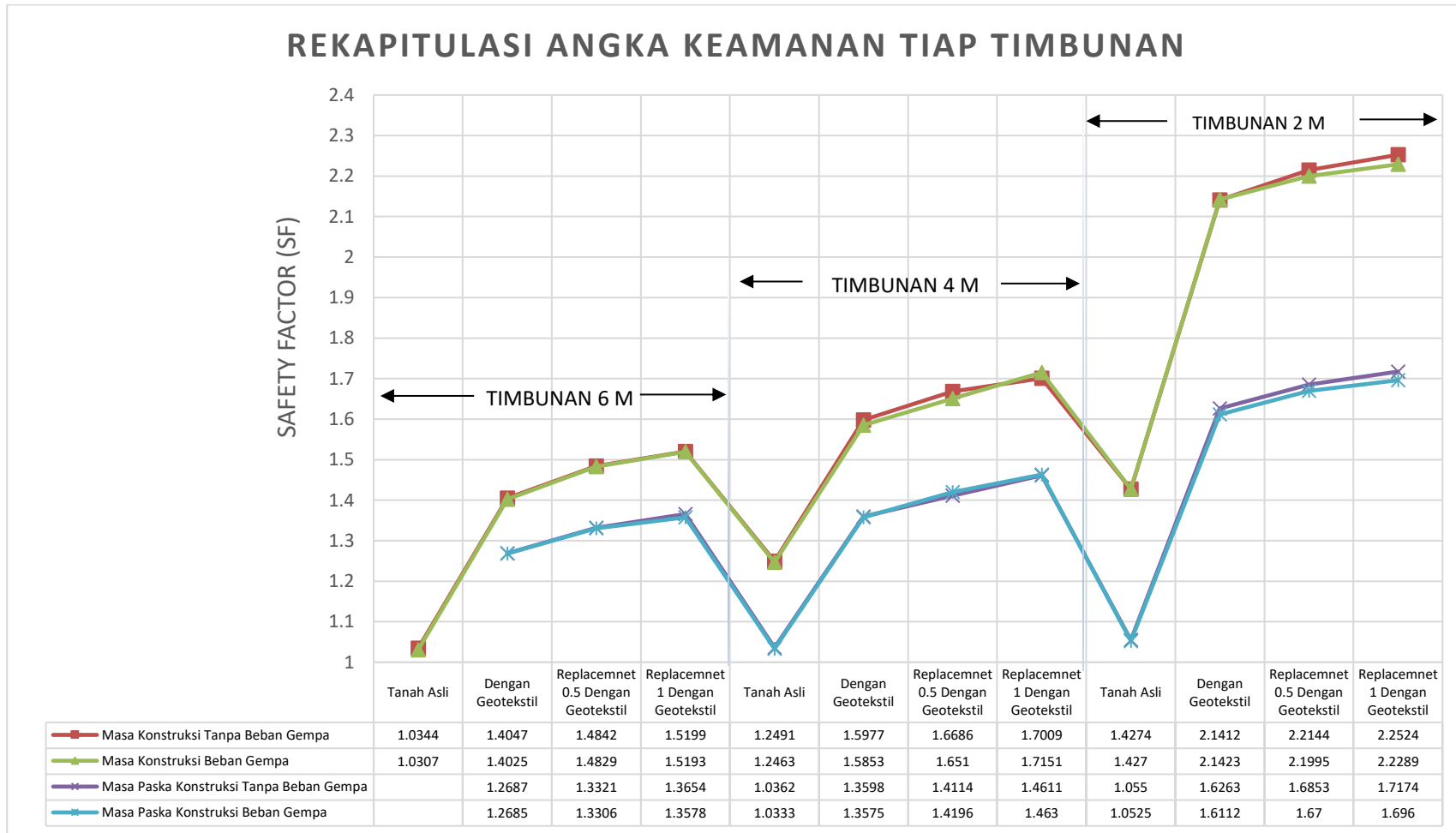
Pada Gambar 5.104 dapat dilihat bahwa angka penurunan yang terjadi pada timbunan 6 m saat masa konstruksi yaitu saat kondisi tanah asli penurunan terjadi 0.228, kondisi timbunan tanah asli dengan geotekstil penurunan terjadi sebesar 0.0197 m, kondisi timbunan tanah asli *Replacement* 0.5 m dengan geotekstil penurunan terjadi sebesar 0.0173 m, dan kondisi timbunan tanah asli *Replacement* 1 m penurunan terjadi sebesar 0.162 m.

Adapun berikut ini adalah hasil rekapitulasi keseluruhan pada tiap variasi timbunan yang masing-masing dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13 berikut ini.

**Tabel 5.12 Hasil Data Rekapitulasi *Safety Factor* Keseluruhan**

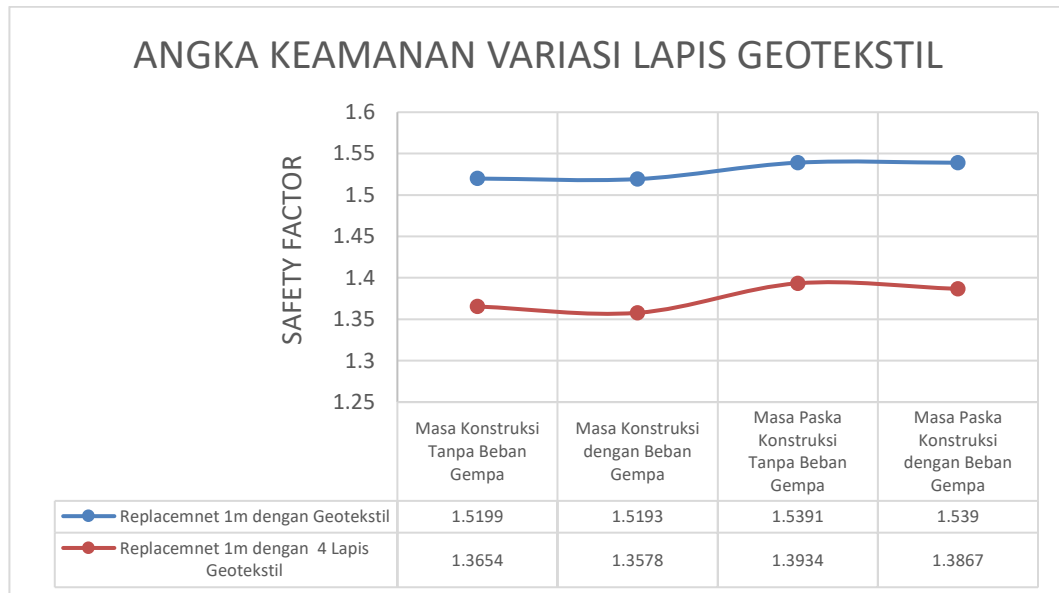
	<i>Safety Factor</i>	Masa Konstruksi		Masa Paska Konstruksi	
		Beban Badan Jalan	Beban Gempa	Beban Badan Jalan	Beban Gempa
Timbunan 2 m	Tanah Asli	1.7251	1.7223	1.267	1.2664
	dengan Geotekstil	1.7412	1.728	1.3146	1.3021
	Tanah <i>Replacemnet</i> 0.5m dengan Geotekstil	1.7779	1.7688	1.3534	1.3473
	Tanah <i>Replacemnet</i> 1m dengan Geotekstil	1.8063	1.8251	1.3911	1.3738
Timbunan 4 m	Tanah Asli	1.2491	1.2463	1.0362	1.0333
	dengan Geotekstil	1.5977	1.5853	1.3598	1.3575
	Tanah <i>Replacemnet</i> 0.5m dengan Geotekstil	1.6686	1.651	1.4114	1.4196
	Tanah <i>Replacemnet</i> 1m dengan Geotekstil	1.7009	1.7151	1.4611	1.463
Timbunan 6 m	Tanah Asli	1.0344	1.0307	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	dengan Geotekstil	1.4047	1.4025	1.2687	1.2685
	Tanah <i>Replacemnet</i> 0.5m dengan Geotekstil	1.4842	1.4829	1.3321	1.3306
	Tanah <i>Replacemnet</i> 1m dengan Geotekstil	1.5199	1.5193	1.3654	1.3578
	Tanah <i>Replacemnet</i> 1m dengan 4 lapis Geotekstil	1.5391	1.5390	1.3934	1.3867

Adapun gambar berikut ini adalah hasil rekapitulasi angka keamanan (SF) yang terjadi pada tiap variasi timbunan yaitu 2m, 4m, dan 6m di sajikan pada gambar berikut ini.



Gambar 5.105 Rekapitulasi Kurva Angka Keamanan Pada Tiap Timbunan

Adapun gambar perbandingan kurva angka keamanan (SF) yang terjadi pada 2 lapisan geotekstil dan 4 lapis geotekstil masa konstruksi dan paska konstruksi di muat dalam gambar berikut ini.



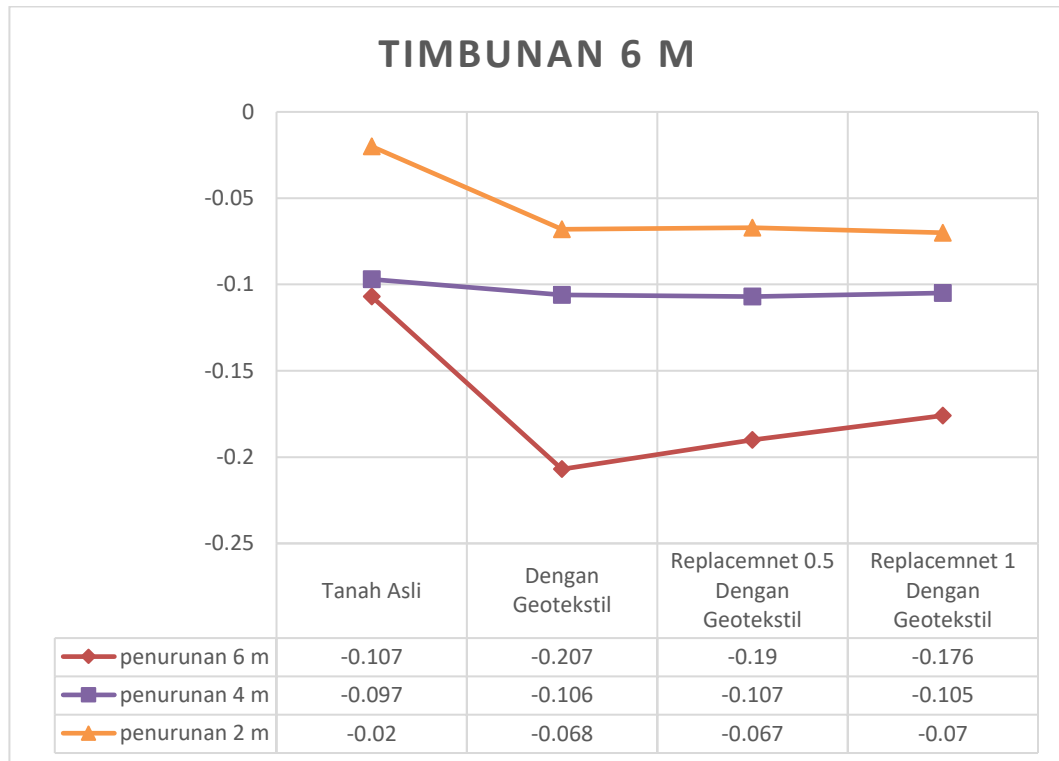
**Gambar 5.106 Angka Keamanan Pada Variasi Lapisan Perkuatan Geotekstil**

Berikut ini adalah hasil rekapitulasi data penurunan yang terjadi selama 1 tahun atau 200 hari pada timbunan 2m, 4m, dan 6m dimuat dalam bentuk tabel 5.12 sebagai berikut ini.

**Tabel 5.13 Hasil Data Rekapitulasi Penurunan Keseluruhan**

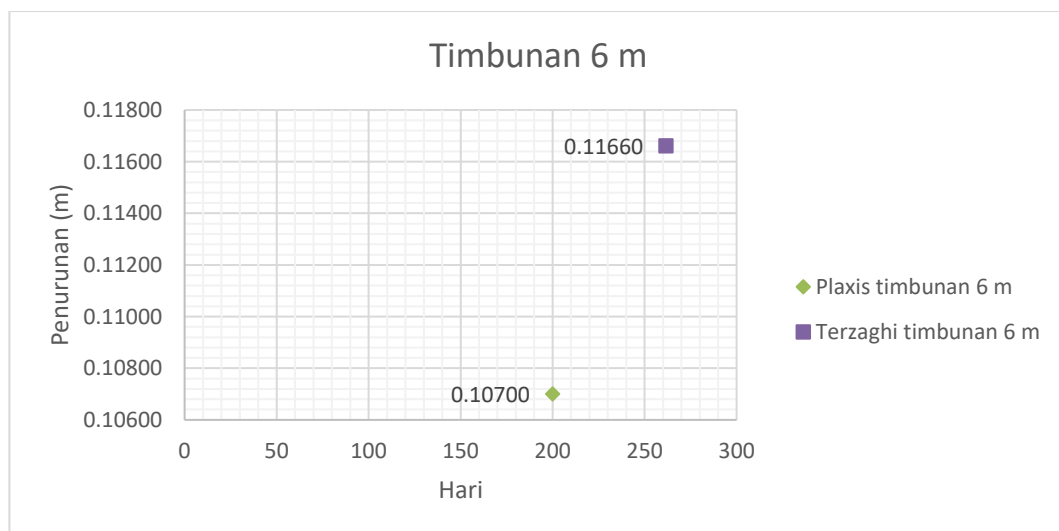
	Kondisi Penurunan	Penurunan (m)	Waktu (hari)
Timbunan 6 m	Tanah Asli	-0.107	200
	Dengan Geotekstil	-0.207	200
	<i>Replacemnet 0.5</i> Dengan Geotekstil	-0.19	200
	<i>Replacemnet 1</i> Dengan Geotekstil	-0.176	200
Timbunan 4 m	Tanah Asli	-0.097	200
	Dengan Geotekstil	-0.106	200
	<i>Replacemnet 0.5</i> Dengan Geotekstil	-0.107	200
	<i>Replacemnet 1</i> Dengan Geotekstil	-0.105	200
Timbunan 2 m	Tanah Asli	-0.02	200
	Dengan Geotekstil	-0.068	200
	<i>Replacemnet 0.5</i> Dengan Geotekstil	-0.067	200
	<i>Replacemnet 1</i> Dengan Geotekstil	-0.07	200

Adapun berikut ini adalah grafik rekapitulasi penurunan yang terjadi ppada tiap timbunan dapat dilihat pada gambar 5.107 beriktu ini.



**Gambar 5.107 Rekapitulasi Penurunan yang Terjadi Tiap Timbunan**

Adapun berikut ini adalah kurva penurunan dengan metode terzaghi dan metode elemen hingga menggunakan program *Plaxis* sebagai berikut ini.



**Gambar 5.108 Perbandingan Perhitungan Penurunan dengan Metode Terzaghi dan *Plaxis v8.2***



Perbedaan dari grafik diatas dapat disebabkan karena beberapa hal, diantaranya

- a. Pada pehitungan program *Plaxis* cenderung lebih kecil dikarenakan banyaknya parameter input data yang di jalankan program tersebut sehingga hasil penurunannya akan lebih mendetail.
- b. Perhitungan menggunakan program *Plaxis* di dapatkan merupakan tekanan air pori mencapai  $1 \text{ kN/m}^2$  atau air di dalam tanah sudah mendekati 0, sedangkan untuk analisis *terzaghi* waktu yang didapatkan merupakan waktu saat konsolidasi mencapai 80%,
- c. Ketebalan timbunan, dimana semakin Tebal Lapis Timbunan maka penurunan yang terjadi juga semakin besar. Ini disebabkan karena semakin Tebal Lapis Timbunan maka semakin besar pula penambahan beban yang terjadi di atas tanah tersebut, sehingga dihasilkan penurunan yang lebih besar untuk ketebalan timbunan yang lebih besar.