

BAB V

DATA, ANALISIS. DAN PEMBAHASAN

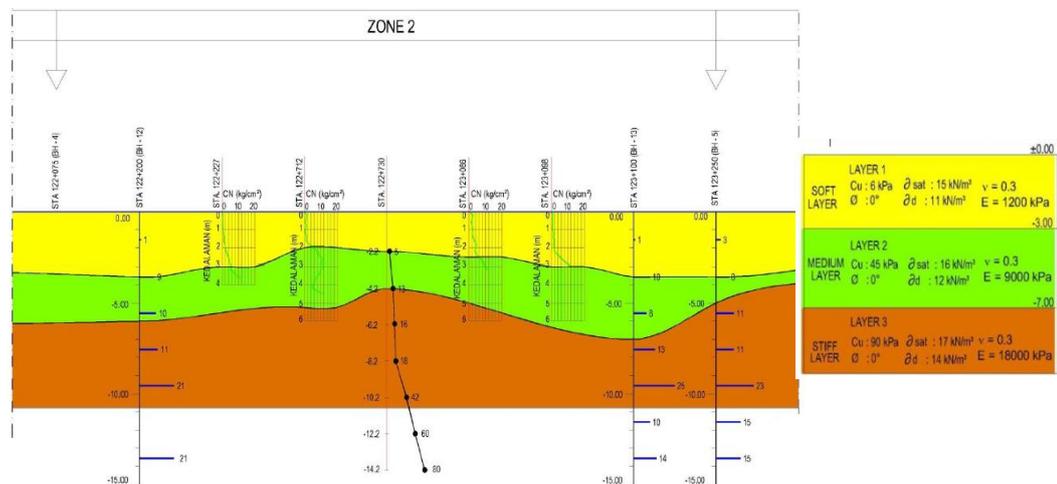
5.1 Data Penelitian

Jalan tol adalah jalan yang dikhususkan untuk kendaraan bersumbu dua atau lebih dan bertujuan untuk mempersingkat jarak dan waktu tempuh dari satu tempat ke tempat lain. Pada jalan tol Solo – Kertosono dibangun diatas tanah lunak sehingga mengharuskan melakukan analisis stabilitas lereng untuk mewujudkan transportasi yang aman, nyaman dan memiliki konstruksi yang awet pada daerah lereng. Adapun solusi yang akan dilakukan untuk mencegah kelongsoran dengan perkuatan lereng yaitu dengan geotekstil.

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.

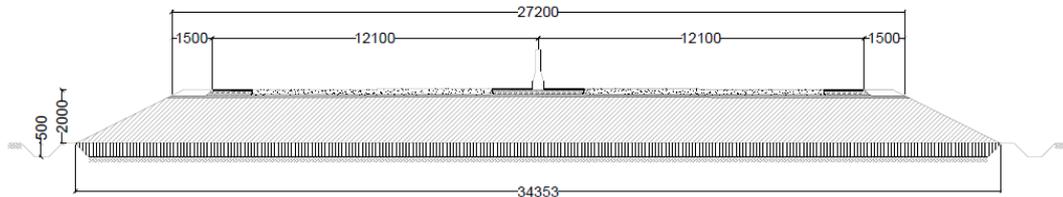
5.1.1 Data Parameter Tanah dan Potongan Melintang Jalan

Dari hasil peyelidikan tanah yang dilakukan PT LAPIITB didapatkan parameter tanah yang dapat dilihat pada Gambar 5.1. Untuk data tanah lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2.



Gambar 5.1 Parameter Tanah Asli
(sumber. PT. LAPIITB, 2016)

Adapun gambar potongan melintang jalan dapat dilihat pada Gambar 5.2 sebagai berikut ini.



Gambar 5.2 Potongan Melintang Jalan

(sumber. PT. LAPITB,2016)

5.1.2 Data Beban

Beban-beban yang bekerja adalah beban perkerasam, beban lalu lintas, dan beban gempa. Namun pada saat konstruksi yang ditinjau hanya beban perkerasan dan beban gempa, sedangkan paska konstruksi yang ditinjau beban perkerasan, beban lalu lintas dan beban gempa.

1. Beban Perkerasan dan Lalu lintas

Beban perkerasan sebesar 10 kN/m^2 dari data sekunder, sedangkan untuk beban lalu lintas yang bekerja sebesar 15 kN/m^2 dapat dilihat berdasarkan fungsi jalan dan sistem jaringan jalan pada Tabel 5.3. Jadi pada saat konstruksi digunakan beban sebesar 10 kN/m^2 dan pada saat paska konstruksi digunakan beban sebesar 25 kN/m^2 .

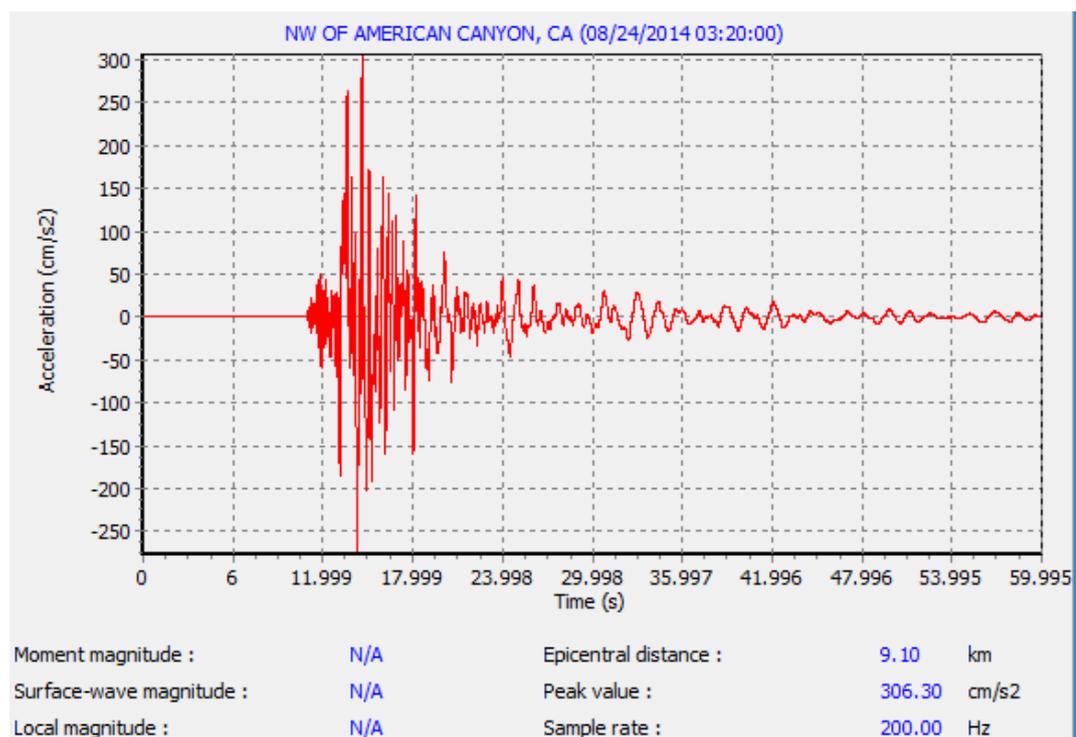
Tabel 5.1 Beban Lalu Lintas

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

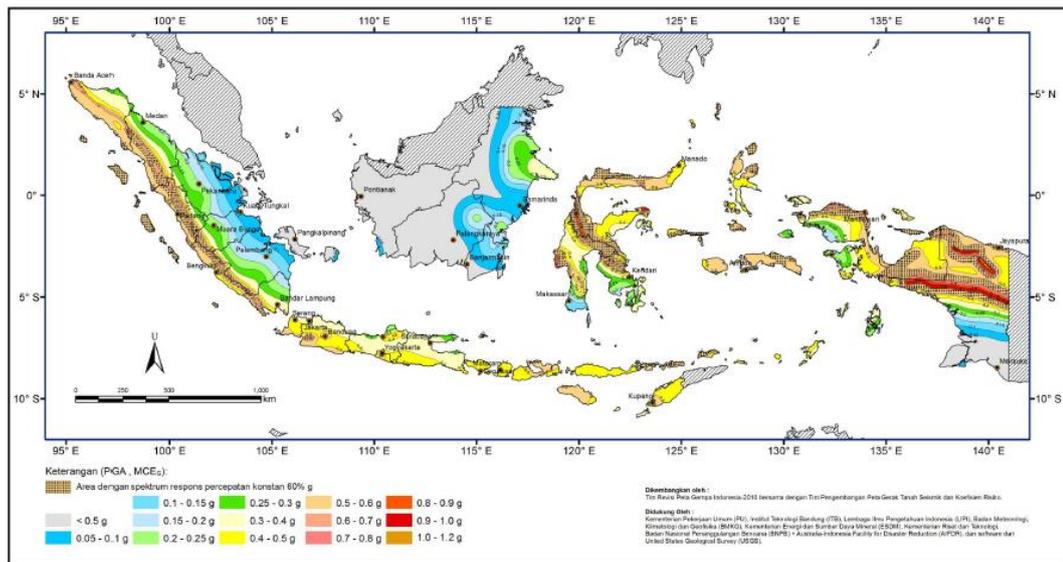
(sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2009)

2. Beban Gempa

Beban gempa yang digunakan dalam analisis merupakan beban gempa dinamik. Waktu durasi gempa sebagai data masukan beban gempa pada *software PLAXIS* diambil dari data yang dikumpulkan USGS (*U.S. Geological Survey*). Dari peta pada Gambar 5.4 wilayah solo memasuki zona gempa dengan percepatan puncak gempa (PGA) sebesar 0,3-0,4g. Data gempa yang sesuai dengan nilai tersebut 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 5.3



Gambar 5.3 Grafik Hubungan Antara Percepatan Dan Waktu



Gambar 5.4 Peta Zonasi Gempa Indonesia

(sumber. SNI 1726:2012)

5.1.3 Data Geotekstil

Geotekstil yang digunakan merupakan geotekstil jenis *woven* atau geotekstil teranyam. Data parameter geotekstil dari PT. Tetrasa Geosinindo. Untuk spesifikasi geotekstil dari PT. Tetrasa Geosinindo dapat dilihat pada Lampiran 3. Adapun data geotekstil dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut ini

Tabel 5.2 Data Parameter Geotekstile Woven

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

(sumber. PT Tetrasa Geosinindo)

1. Perhitungan Geotekstil

Pada perhitungan kebutuhan geotekstil dibutuhkan data-data yang akan digunakan untuk analisis stabilitas eksternal dan stabilitas internal yaitu data parameter tanah dan koefisien daya dukung tanah. Adapun data parameter tanah

dan nilai koefisien daya dukung tanah dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.3 Data Parameter Tanah Untuk Perhitungan Geotekstil

Parameter	Notasi	Timbunan	Satuan
Berat volume tanah	γ_b	14.3	kN/m ³
Kohesi	c	22	kN/m ²
Sudut gesek dalam	Φ	19	°

(sumber. PT. LAPIITB,2016)

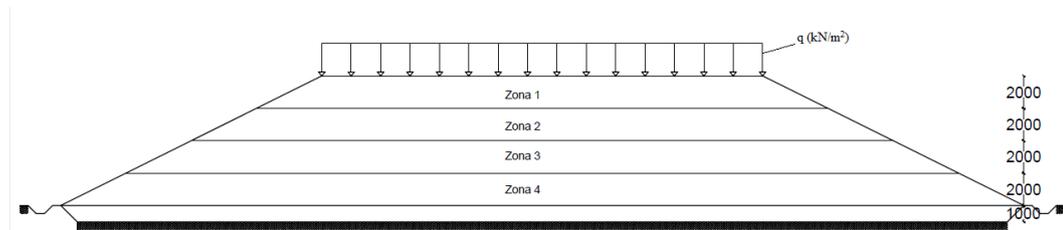
Tabel 5.4 Koefisien Daya Dukung Tanah

ϕ	N_c	N_q	N_γ	ϕ	N_c	N_q	N_γ
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	109,41
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))

Dalam perencanaan perkuatan dengan geotekstil, lereng harus stabil terhadap gaya-gaya yang bekerja pada geotekstil. Berikut contoh perhitungan perencanaan geotekstil pada timbunan 8 m. Beban merata yang digunakan adalah sebesar 25 kN/m. Sedangkan geotekstil yang digunakan memiliki kuat tarik ijin

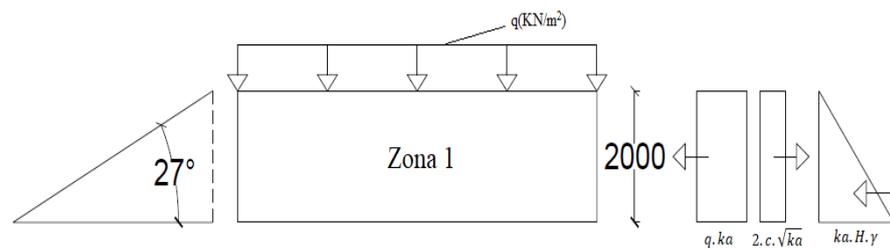
sebesar 55 kN/m. Untuk pembagian zona pada tanah timbunan dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut ini.



Gambar 5.5 Pembagian Zona Pada Tanah Timbunan

a. Menentukan Jarak Arah Vertikal Antar Lapis (S_v)

1. Analisis Untuk Zona 1



Gambar 5.6 Diagram Distribusi Tekanan Tanah Lateral Zona 1

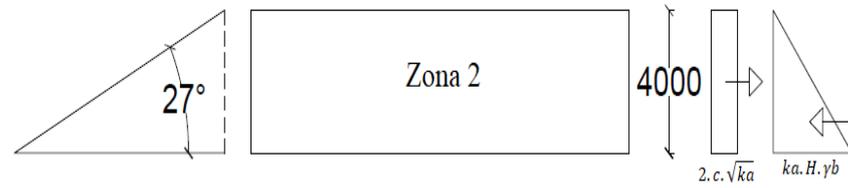
$$\begin{aligned} K_a &= \tan^2\left(45^\circ - \left(\frac{\varphi}{2}\right)\right) \\ &= \tan^2\left(45^\circ - \left(\frac{19}{2}\right)\right) \\ &= 0,509 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{hc1} &= q \cdot k_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a} + k_a \cdot H_1 \cdot \gamma_b \\ &= 25 \cdot 0,509 - 2 \cdot 22 \cdot \sqrt{0,509} + 0,509 \cdot 2 \cdot 14,8 \\ &= -3,605 \end{aligned}$$

$$SF = \text{diambil } 1,5$$

$$\begin{aligned} S_{v1} &= \frac{T_a}{\sigma_{hc1} \cdot SF} \\ &= \frac{55/3}{-3,605 \cdot 1,5} \\ &= -3,390 \text{ m (dipakai minimal } 0,5 \text{ m)} \end{aligned}$$

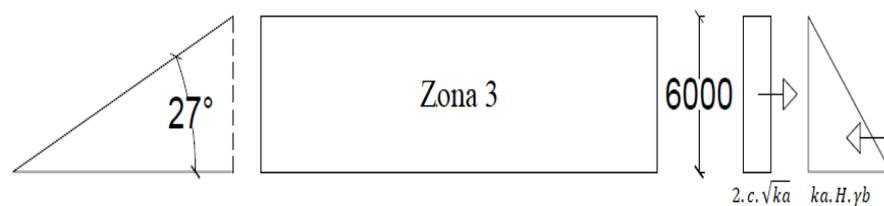
2. Analisis Untuk Zona 2



Gambar 5.7 Diagram Distribusi Tekanan Tanah Lateral Zona 2

$$\begin{aligned}
 \sigma_{hc2} &= -2 \cdot c \cdot \sqrt{ka} + ka \cdot H \cdot \gamma b \\
 &= 2 \cdot 22 \cdot \sqrt{0,509} + 0,509 \cdot 4 \cdot 14,8 \\
 &= -1,265 \\
 SF &= \text{diambil } 1,5 \\
 S_{v2} &= \frac{Ta}{\sigma_{hc1} \cdot SF} \\
 &= \frac{55/3}{-1,265 \cdot 1,5} \\
 &= -9,664 \text{ m (dipakai minimal } 0,5 \text{ m)}
 \end{aligned}$$

3. Analisis Untuk Zona 3

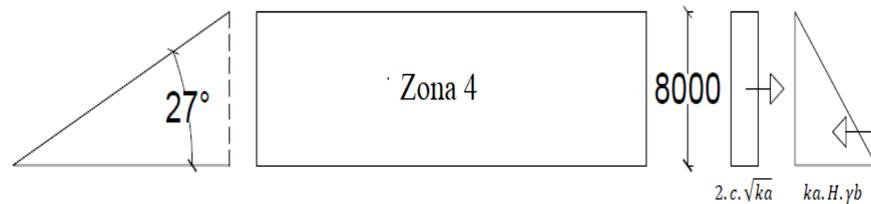


Gambar 5.8 Diagram Distribusi Tekanan Tanah Lateral Zona 3

$$\begin{aligned}
 \sigma_{hc2} &= -2 \cdot c \cdot \sqrt{ka} + ka \cdot H \cdot \gamma b \\
 &= 2 \cdot 22 \cdot \sqrt{0,509} + 0,509 \cdot 6 \cdot 14,8 \\
 &= 13,795 \\
 SF &= \text{diambil } 1,5 \\
 S_{v3} &= \frac{Ta}{\sigma_{hc1} \cdot SF}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{55/3}{13,795.1,5} \\
 &= 0,886 \text{ m (dipakai 1 m)}
 \end{aligned}$$

4. Analisis Untuk Zona 4



Gambar 5.9 Diagram Distribusi Tekanan Tanah Lateral Zona 4

$$\begin{aligned}
 \sigma_{hc2} &= -2. c. \sqrt{ka} + ka. H2. \gamma b \\
 &= 2.22. \sqrt{0,509} + 0,509.8.14,8 \\
 &= 28,855 \\
 SF &= \text{diambil } 1,5 \\
 S_{v4} &= \frac{Ta}{\sigma_{hc1}.SF} \\
 &= \frac{55/3}{38,885.1,5} \\
 &= 0,424 \text{ m (dipakai minimal } 0,5 \text{ m)}
 \end{aligned}$$

b. Stabilitas Eksternal

1. Stabilitas Terhadap Geser

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{SF.(q.ka.H+Ka.H^2.\gamma b-2.c.\sqrt{Ka}.H)}{(q+\gamma b).tan\varphi} \\
 &= \frac{1,5.(25.0,509.8+0,509.8^2.14,8-2.22.\sqrt{0,509}.8)}{(25+14,8).tan19} \\
 &= 15,480 \text{ m} = 16 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2. Stabilitas Terhadap Guling

$$L^2 = \frac{SF.(1/2.q.ka.H^2+1/6.Ka.H^3.\gamma b-c.\sqrt{Ka}.H^2)}{(\frac{1}{2}.q+\frac{1}{2}.\gamma b.H)}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1,5 \cdot (1/2 \cdot 25 \cdot 0,509 \cdot 8^2 + 1/6 \cdot 0,509 \cdot 8^3 \cdot 14,8 - 22 \cdot \sqrt{0,509 \cdot 8^2})}{\left(\frac{1}{2} \cdot 25 + \frac{1}{2} \cdot 14,8 \cdot 8\right)} \\
&= 0,947 \text{ m} \\
L &= 0,973 \text{ m}
\end{aligned}$$

3. Stabilitas Terhadap Eksentrisitas

$$\begin{aligned}
\frac{1}{6}L &\geq \frac{\left(\frac{1}{2} \cdot q \cdot Ka \cdot H^2 + \frac{1}{6} \cdot Ka \cdot H^3 \cdot \gamma b - c \cdot \sqrt{Ka} \cdot H^2\right)}{(q \cdot L + \gamma b \cdot H \cdot L)} \\
&\geq \frac{\left(\frac{1}{2} \cdot 25 \cdot 0,509 \cdot 8^2 + \frac{1}{6} \cdot 0,509 \cdot 8^3 \cdot 14,8 - 22 \cdot \sqrt{0,509} \cdot 8^2\right)}{(25 \cdot L + 14,8 \cdot 8 \cdot L)} \\
&\geq \frac{45,277}{143,4 L} \\
&\geq \frac{0,316}{L} \\
L &= 1,376 \text{ m}
\end{aligned}$$

4. Stabilitas Terhadap Kapasitas Dukung Tanah

$$\begin{aligned}
q_{ult} &= c \cdot Nc + 0,5 \cdot L \cdot \gamma b \cdot N\gamma \\
&= 22 \cdot 13,93 + 0,5 \cdot L \cdot 14,8 \cdot 4,68 \\
&= 306,46 + 34,632 L \\
\sigma_{ult} &= q_{ult} \cdot SF \\
&= (306,46 + 34,632 L) \cdot 1,5 \\
&= 459,69 + 51,948 L \\
L &\leq \frac{\sigma_{ult}}{H \cdot \gamma b + q} \\
&\leq \frac{459,69 + 51,948 L}{8 \cdot 14,8 + 25} \\
&= 5,027 \text{ m}
\end{aligned}$$

Dari analisis diatas didapat panjang geotekstil yang akan digunakan yaitu sebesar 16 m.

c. Stabilitas Internal

Panjang Geotekstil “Overlapping”

$$L_0 = \frac{\sigma_{hc1} \cdot S_{vi} \cdot SF}{2 \cdot z_i \cdot \gamma_b \cdot \tan \phi}$$

$$= \frac{-3,605 \cdot 0,5 \cdot 1,5}{2 \cdot 2,14,8 \cdot \tan 19}$$

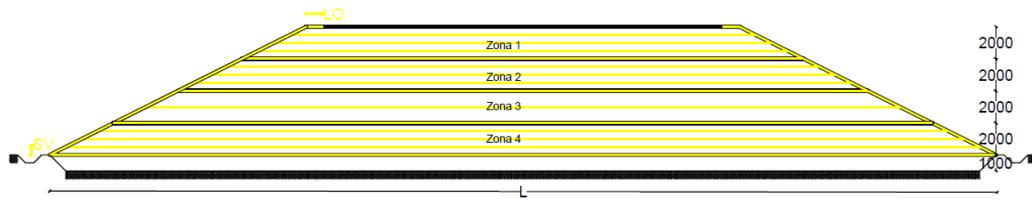
$$= -0,133 \text{ m (dipakai minimal 1 m)}$$

Hasil Perhitungan stabilitas internal selengkapnya untuk geotekstil yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5.5 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Stabilitas Internal

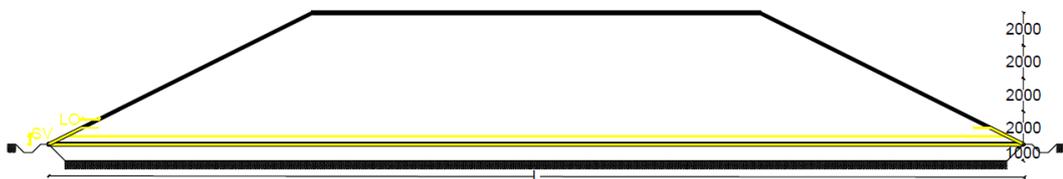
	S _{vi} (m)	z _i (m)	Lo (m)	Lo pakai (m)	
zone A1	0.5	2	-0.1326	1	geotextile no. 1
	0.5	2	-0.1326	1	geotextile no. 2
	0.5	2	-0.1326	1	geotextile no. 3
	0.5	2	-0.1326	1	geotextile no. 4
Zone A2	0.5	4	-0.0233	1	geotextile no. 5
	0.5	4	-0.0233	1	geotextile no. 6
	0.5	4	-0.0233	1	geotextile no. 7
	0.5	4	-0.0233	1	geotextile no. 8
Zone A3	1	6	0.33838	1	geotextile no. 9
	1	6	0.33838	1	geotextile no. 10
Zone A4	0.5	8	0.26542	1	geotextile no. 11
	0.5	8	0.26542	1	geotextile no. 12
	0.5	8	0.26542	1	geotextile no. 13
	0.5	8	0.26542	1	geotextile no. 14

Adapun pemasangan geotekstil pada setiap zona dapat dilihat pada Gambar 5.10 berikut ini.



Gambar 5.10 Pemasangan Geotekstil Pada Setiap Zona Dari Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan didapatkan banyak lapis geotekstil yang digunakan sebanyak 14 lapis dan panjang geotekstil sebesar 16 m. Pada penelitian untuk tinggi timbunan 8 m kondisi timbunan tanah asli replacement 1 m digunakan sebanyak 2 lapis geotekstil dan panjang 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. Adapun pemasangan geotekstil untuk penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.11



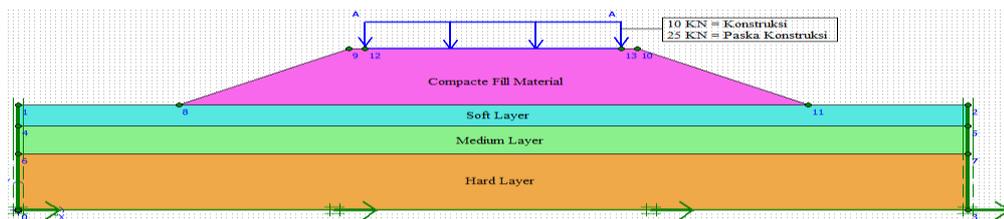
Gambar 5.11 Pemasangan Geotekstil Pada Penelitian Timbunan 8 m Kondisi Timbunan Tanah Asli Replacement 1 m.

5.2 Analisis Stabilitas Timbunan Menggunakan Program Plaxis

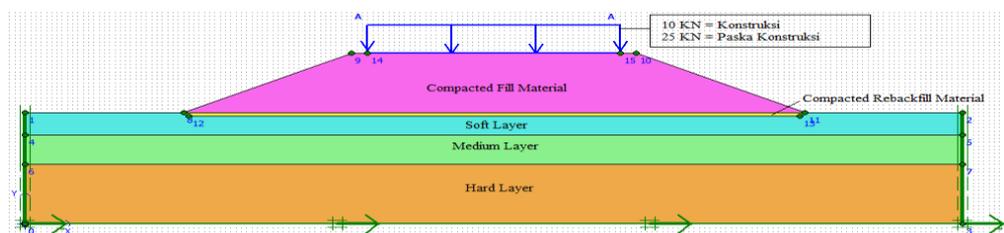
Analisis stabilitas lereng dengan program Plaxis dilakukan dengan variasi tinggi timbunan 2 m, 4 m, 6 m, 8 m dengan kondisi permodelan yang berbeda yaitu , kondisi timbunan tanah asli, kondisi timbunan tanah asli replacement, kondisi timbunan tanah asli dengan geotekstil, kondisi timbunan tanah asli replacement dengan geotekstil, dan kondisi timbunan tanah asli replacement dengan geotekstil dan *counterweight*. Beban yang diperhitungkan dalam analisis stabilitas lereng menggunakan program Plaxis adalah beban merata sebesar 10

KN/m² saat konstruksi, sedangkan saat paska konstruksi sebesar 25 KN/m² dan percepatan gempa sebesar 0,31g dengan waktu interval yang diambil sebesar 18 detik dengan anggapan telah melewati percepatan puncak. Hasil analisis yang ditampilkan yaitu pada timbunan 8 m, untuk hasil analisis pada timbunan 2 m, 4 m, dan 6 m dapat dilihat pada Lampiran.

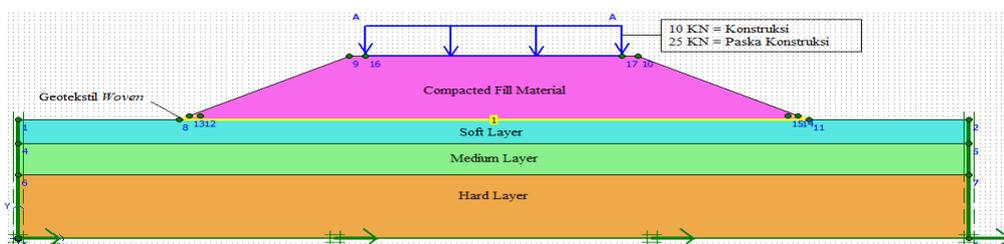
Permodelan timbunan badan jalan disesuaikan dengan kondisi eksisting dilapangan dan dibuat dengan variasi yang telah direncanakan. Adapun permodelan timbunan 8 m pada program Plaxis dapat dilihat pada Gambar berikut ini.



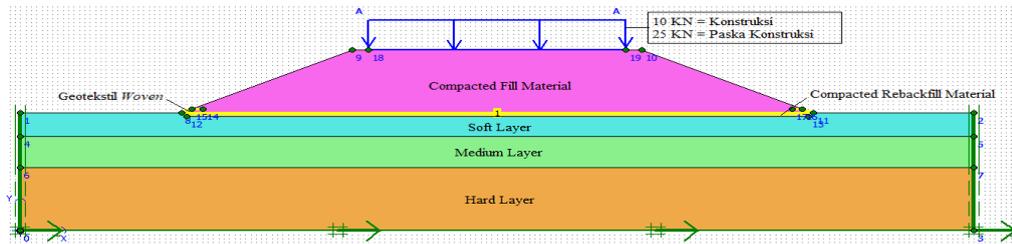
Gambar 5.12 Permodelan Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli



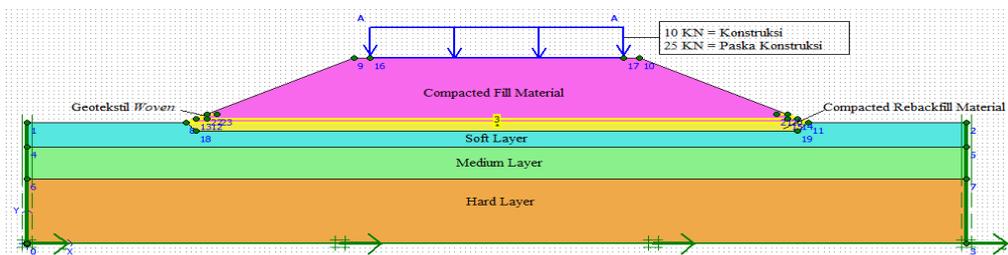
**Gambar 5.13 Permodelan Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 0,5 m**



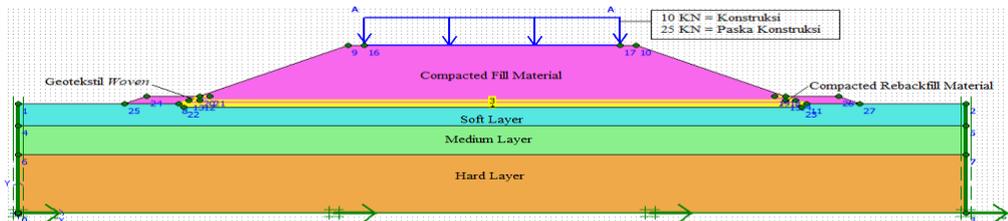
**Gambar 5.14 Permodelan Timbunan 8 m Saat Kondisi Tanah Asli
Dengan Geotekstil**



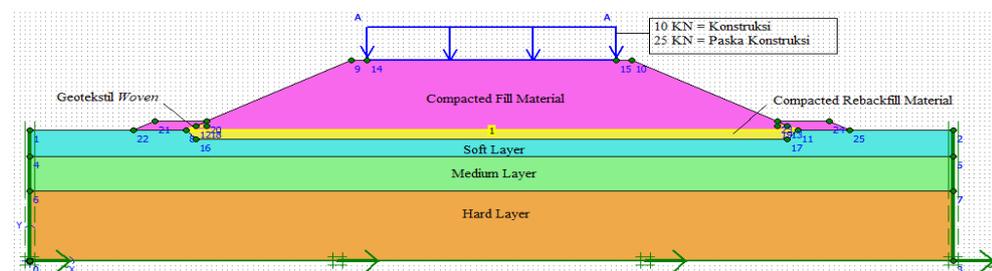
**Gambar 5.15 Permodelan Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil**



**Gambar 5.16 Permodelan Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 1 m Dengan Geotekstil**



**Gambar 5.17 Permodelan Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan Counterweight**



**Gambar 5.18 Permodelan Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan Counterweight**

Setelah permodelan dibuat maka diperlukan input parameter bahan pada permodelan, yang meliputi parameter tanah dan parameter geotekstil. Data parameter geotekstil dapat dilihat pada Tabel 5.3, sedangkan parameter tanah dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 berikut ini.

Tabel 5.6 Data Parameter Tanah Saat Konstruksi

	<i>Compacted fill material</i>	<i>Compacted rebackfill material</i>	<i>Soft Layer</i>	<i>Medium Layer</i>	<i>Hard Layer</i>	Satuan
Model	MC	MC	MC	MC	MC	-
Type	<i>Drained</i>	<i>Drained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	-
γ_{sat}	17,8	17,8	15	16	17	kN/m ³
γ_{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
V	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	-
C	22	20	6	45	90	kN/m ²
Φ	19	5	0	0	0	°
Ψ	0	0	0	0	0	°

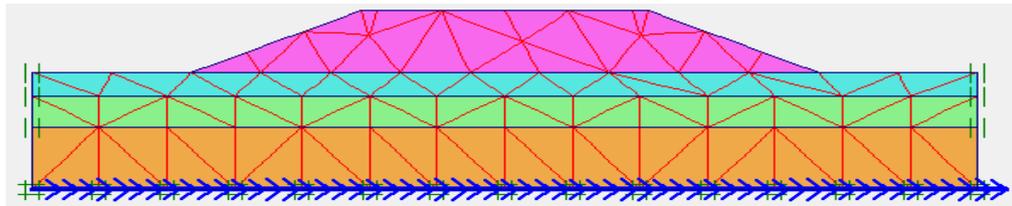
(sumber. PT. LAPIITB, 2016)

Tabel 5.7 Data Parameter Tanah Paska Konstruksi

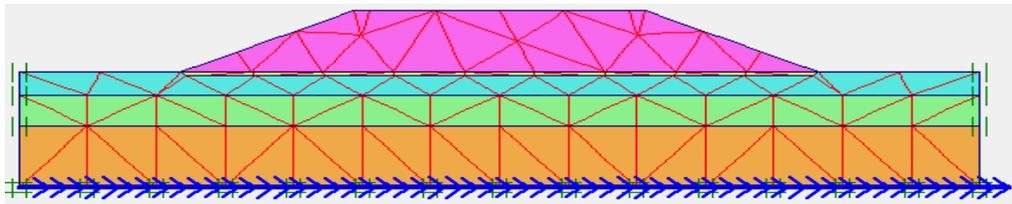
	<i>Compacted fill material</i>	<i>Compacted rebackfill material</i>	<i>Soft Layer</i>	<i>Medium Layer</i>	<i>Hard Layer</i>	Satuan
Model	MC	MC	MC	MC	MC	-
Type	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	-
γ_{sat}	17,8	17,8	15	16	17	kN/m ³
γ_{unsat}	14,8	14,8	11	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
V	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	-
C	22	20	6	45	90	kN/m ²
Φ	19	5	0	0	0	°
Ψ	0	0	0	0	0	°

(sumber. PT. LAPIITB, 2016)

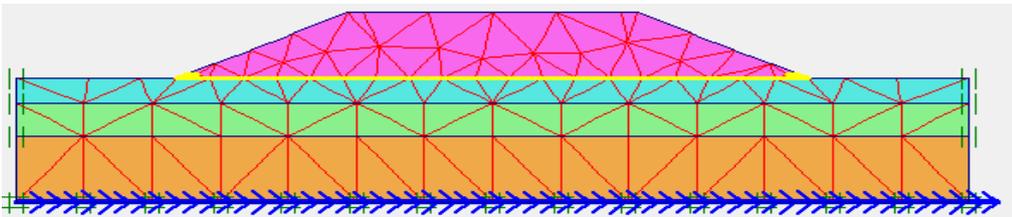
Setelah melakukan input parameter bahan kemudian dilakukan penyusunan jaringan elemen hingga (*meshing*) pada lereng. Hasil jaringan elemen pada timbunan 8 m dapat dilihat pada Gambar berikut ini.



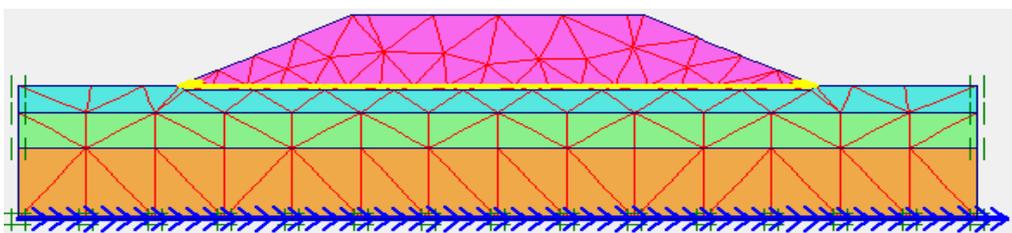
Gambar 5.19 Meshing Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli



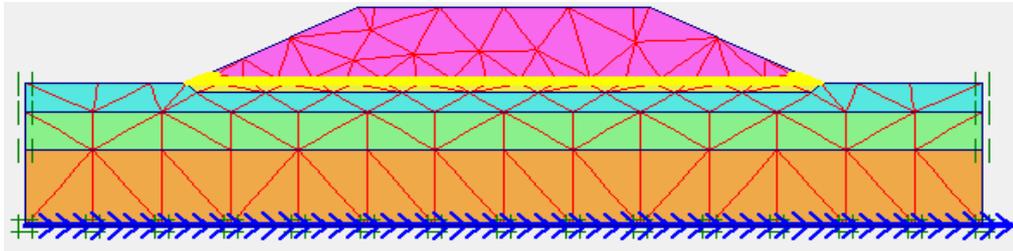
**Gambar 5.20 Meshing Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 0.5 m**



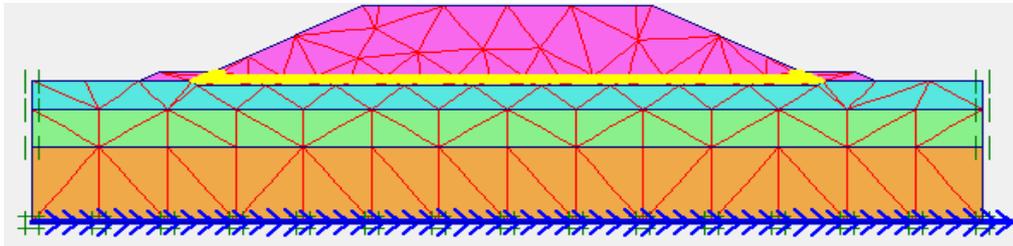
**Gambar 5.21 Meshing Timbunan 8 m Saat Kondisi Tanah Asli
Dengan Geotekstil**



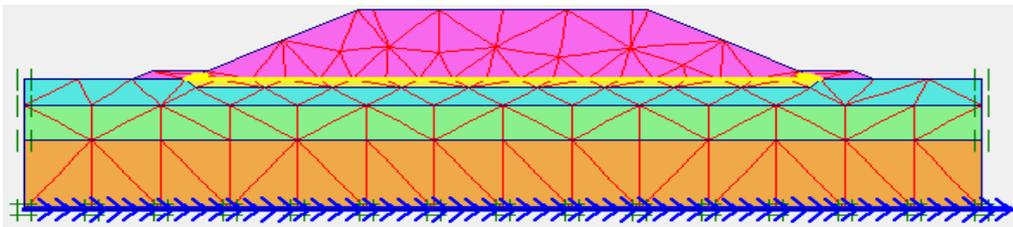
**Gambar 5.22 Meshing Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil**



**Gambar 5.23 Meshing Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 1 m Dengan Geotekstil**



**Gambar 5.24 Meshing Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan Counterweight**



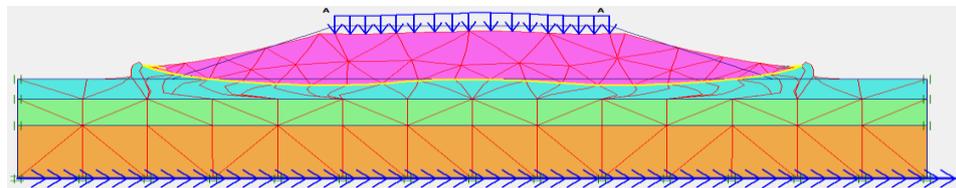
**Gambar 5.25 Meshing Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan Counterweight**

Pada kondisi awal (*initial condition*) ditetapkan nilai berat isi air sebesar 10 KN/m^3 serta ketinggian muka air tanah terletak pada permukaan lapisan tanah asli. Perhitungan tegangan awal (*initial stress*) pada tahap ini masukkan faktor pengali total untuk berat tanah, Mweight sebesar 1.0.

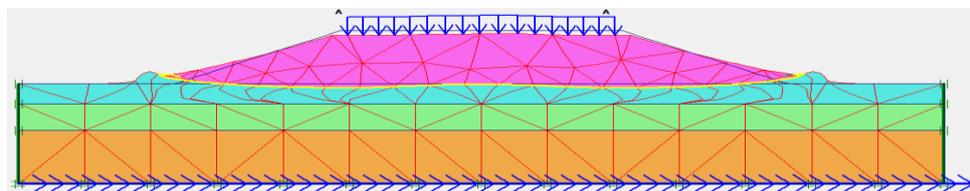
Tahap analisis perhitungan (*calculation*) dilakukan dengan lima tahap. Tahap pertama yaitu analisis konsolidasi yang terjadi. Tahap kedua yaitu analisis akibat beban merata pada badan jalan, yaitu beban sebesar 10 KN/m^2 saat

konstruksi dan beban sebesar 25 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. Adapun hasil *deformed mesh* dapat dilihat pada Gambar berikut. Untuk *deformed mesh* kondisi tanah asli, kondisi tanah asli replacement 0.5 m, dan kondisi tanah asli geotekstil saat paska konstruksi pada timbunan 8 m tidak dapat ditampilkan karena telah mengalami *collapse*.

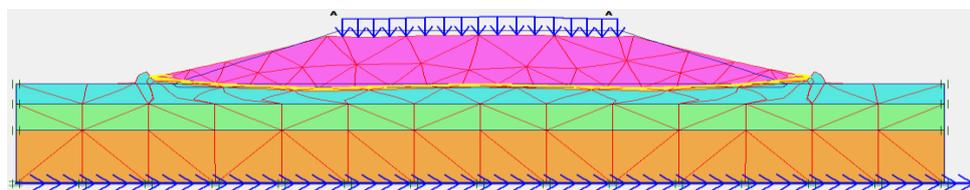
a. Saat Konstruksi



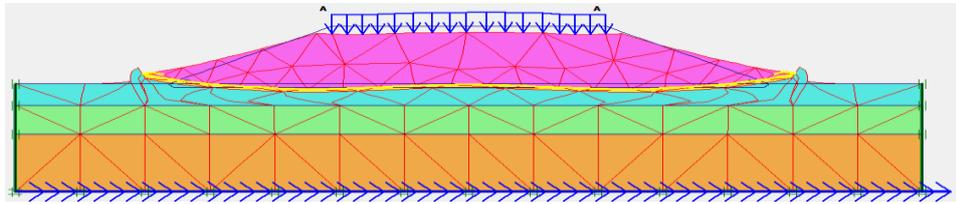
Gambar 5.26 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



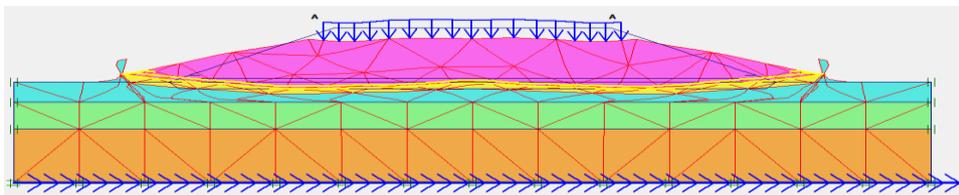
Gambar 5.27 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa



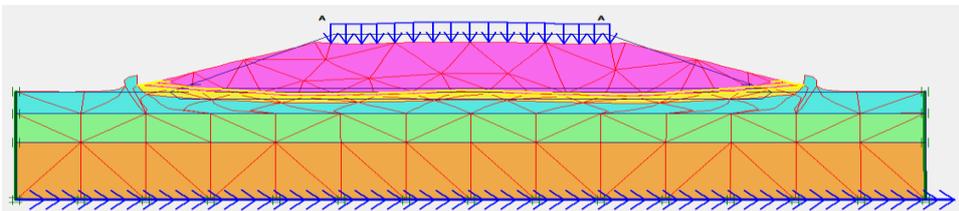
Gambar 5.28 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



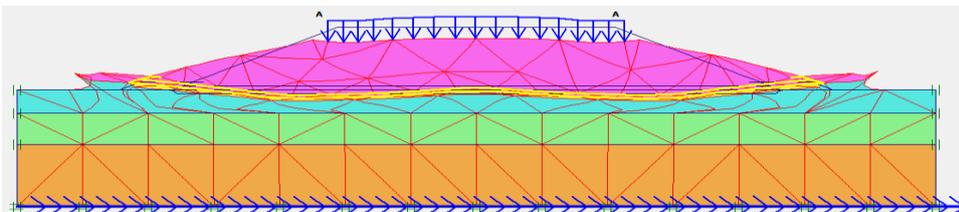
Gambar 5.29 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil Saat Konstruksi
Dengan Beban Gempa



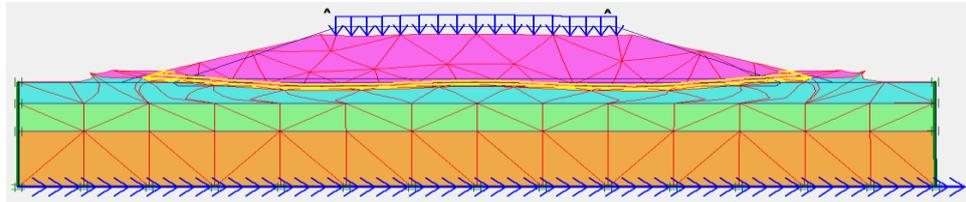
Gambar 5.30 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Konstruksi
Tanpa Beban Gempa



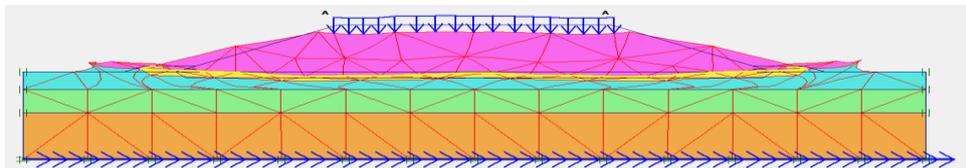
Gambar 5.31 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Konstruksi
Dengan Beban Gempa



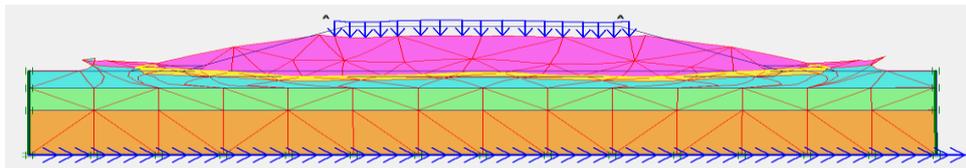
Gambar 5.32 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat
Konstruksi Tanpa Beban Gempa



Gambar 5.33 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Konstruksi Dengan Gempa

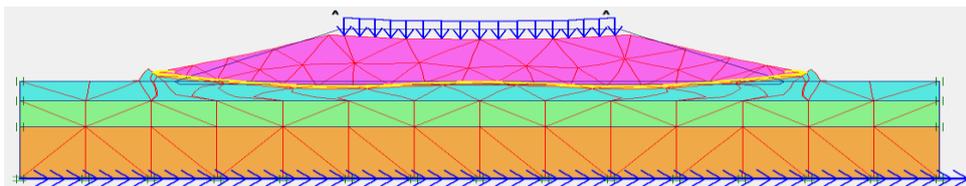


Gambar 5.34 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa

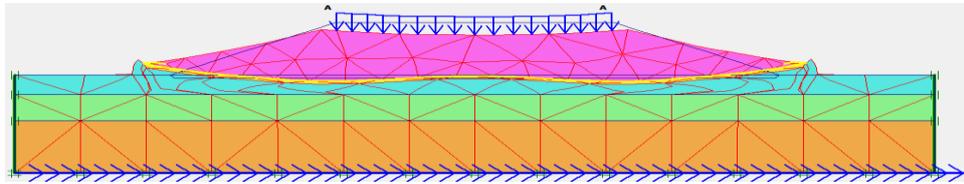


Gambar 5.35 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Konstruksi Dengan Gempa

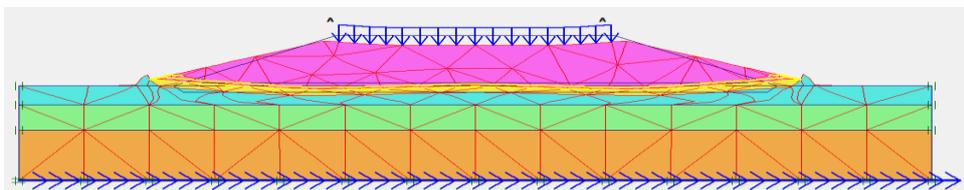
b. Saat Paska Konstruksi



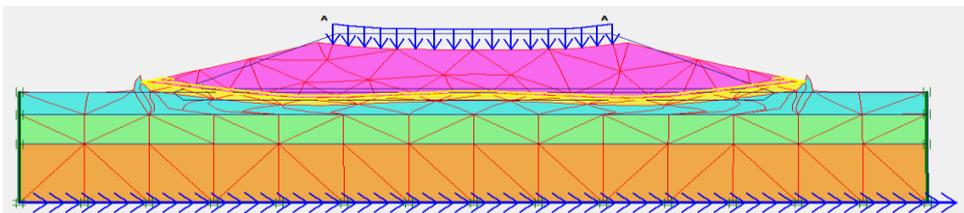
Gambar 5.36 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0.5 m Dengan Geotekstil Saat Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa



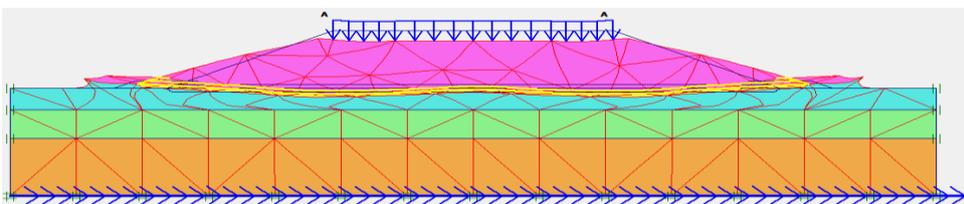
Gambar 5.37 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil Saat Paska Konstruksi
Dengan Beban Gempa



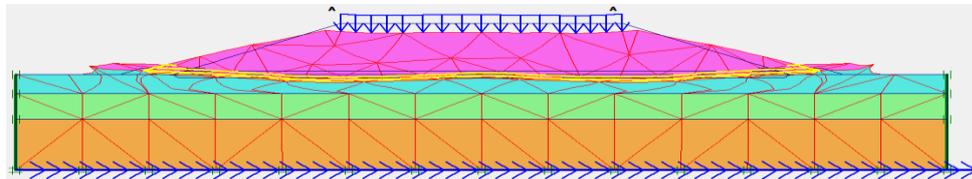
Gambar 5.38 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Paska Konstruksi
Tanpa Beban Gempa



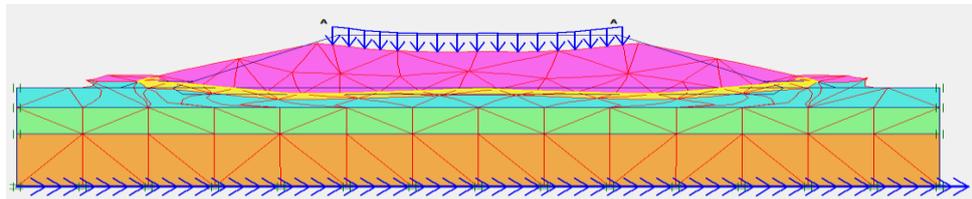
Gambar 5.39 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Paska Konstruksi
Dengan Beban Gempa



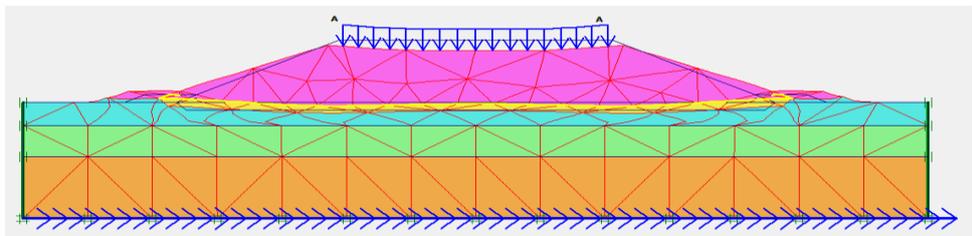
Gambar 5.40 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli
Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Paska
Konstruksi Tanpa Beban Gempa



Gambar 5.41 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Paska Konstruksi Dengan Beban Gempa



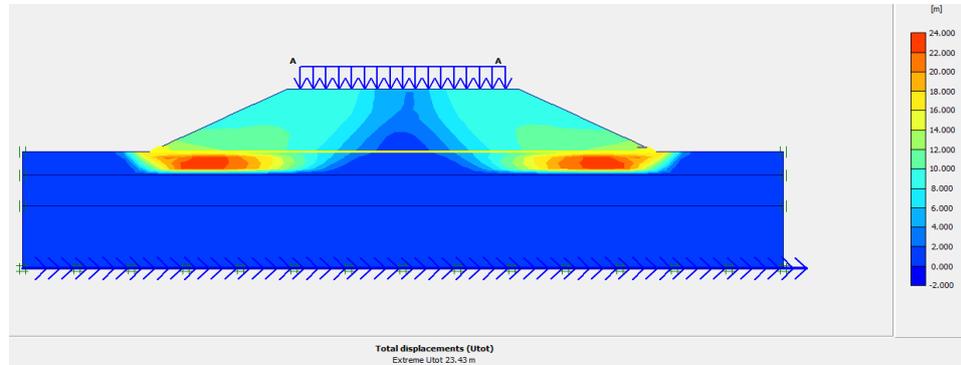
Gambar 5.42 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa



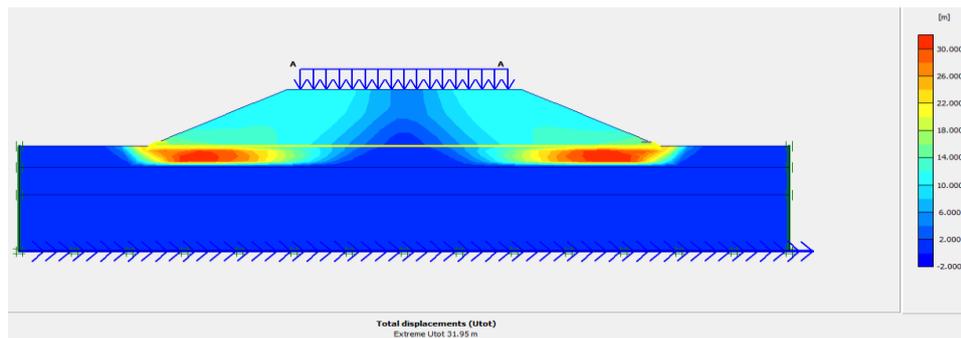
Gambar 5.43 *Deformed mesh* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Paska Konstruksi Dengan Beban Gempa

Besarnya nilai total displacement pada badan jalan dapat dilihat pada Gambar berikut. Untuk *total displacement* kondisi tanah asli, kondisi tanah asli replacement 0.5 m, dan kondisi tanah asli geotekstil saat paska konstruksi pada timbunan 8 m tidak dapat ditampilkan karena telah mengalami *collapse*.

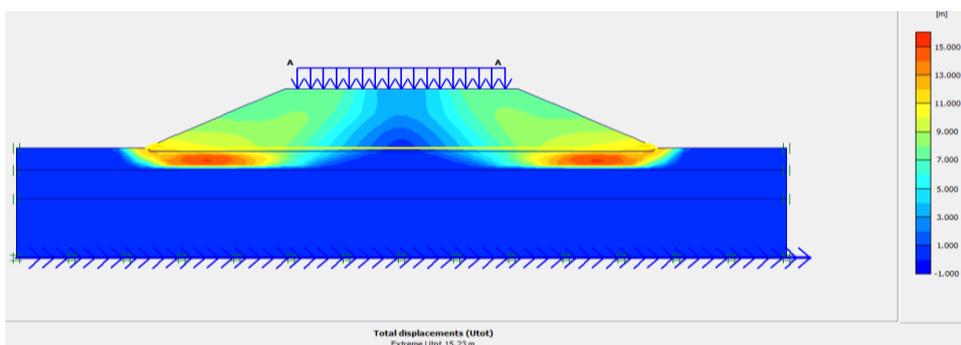
a. Saat Konstruksi



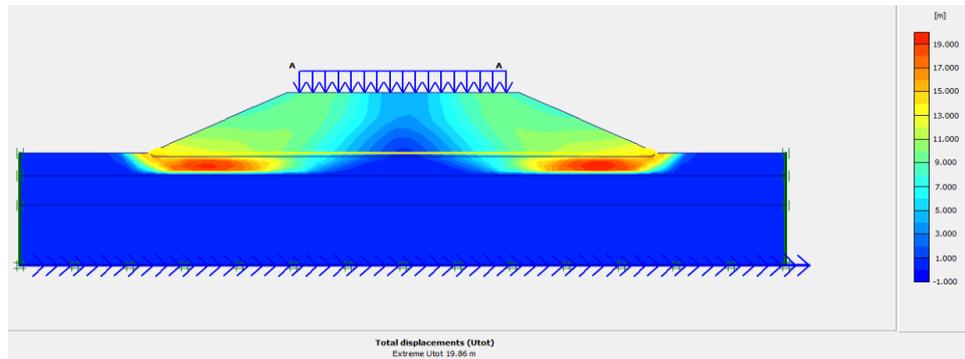
Gambar 5.44 Total Displacement Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



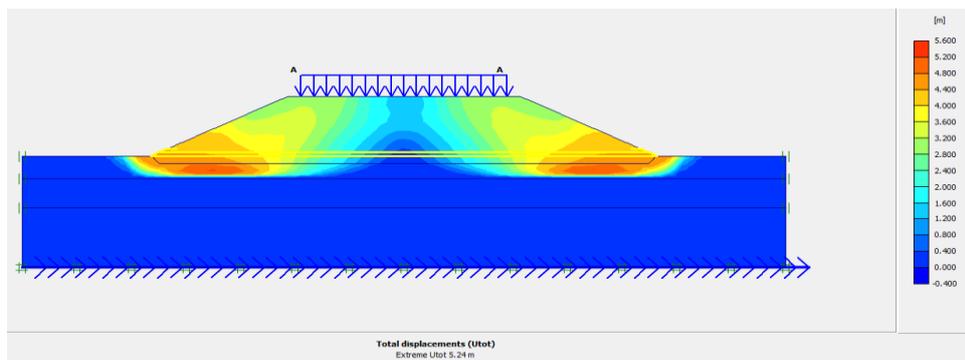
Gambar 5.45 Total Displacement Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa



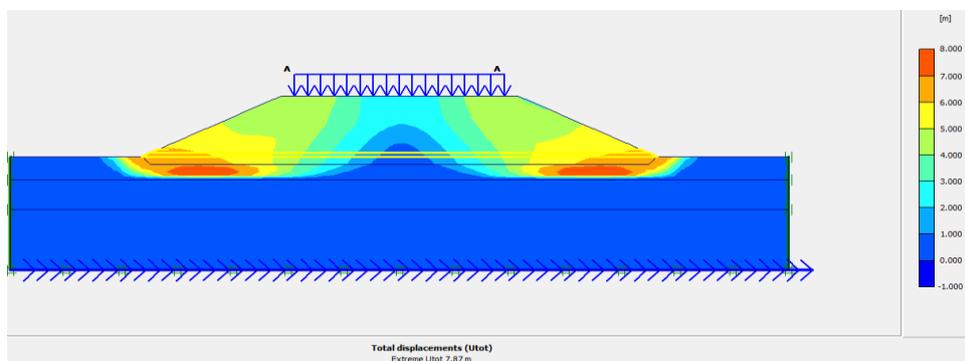
Gambar 5.46 Total Displacement Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



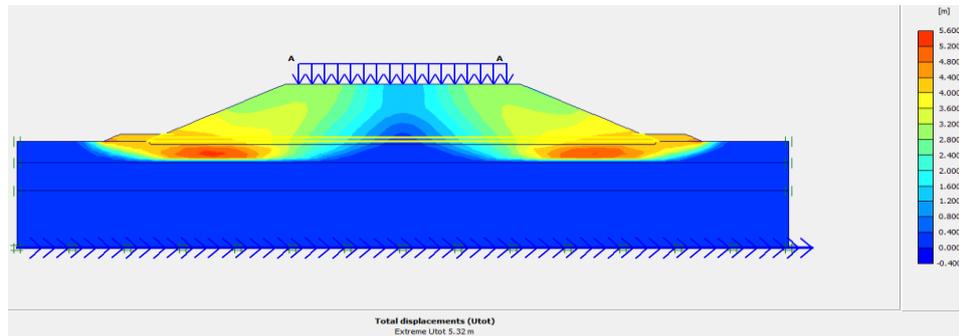
Gambar 5.47 Total Displacement Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa



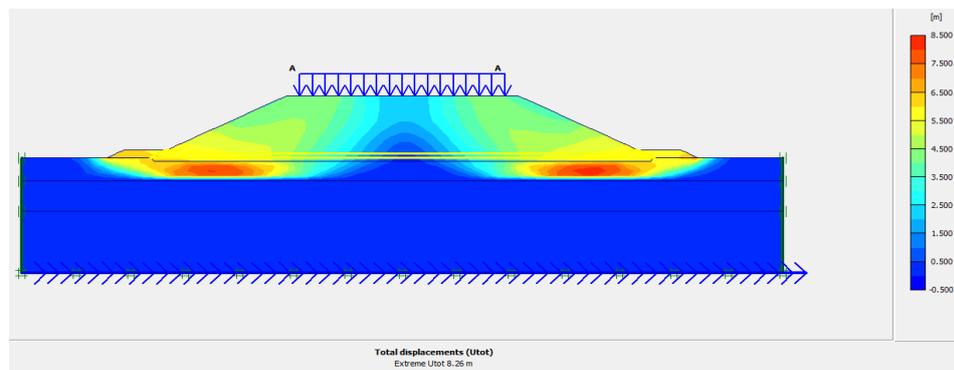
Gambar 5.48 Total Displacement Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



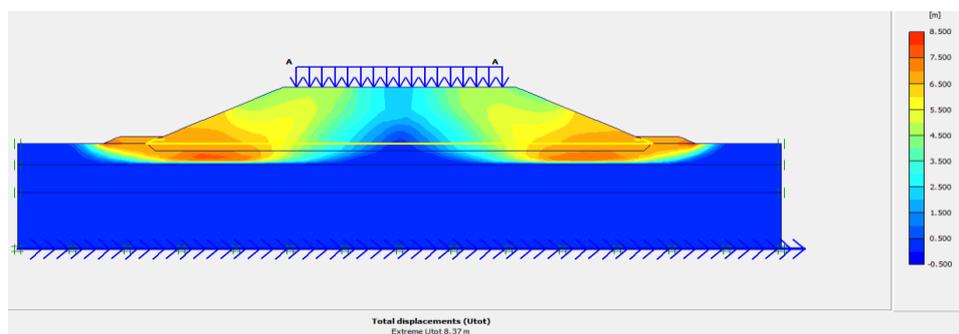
Gambar 5.49 Total Displacement Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa



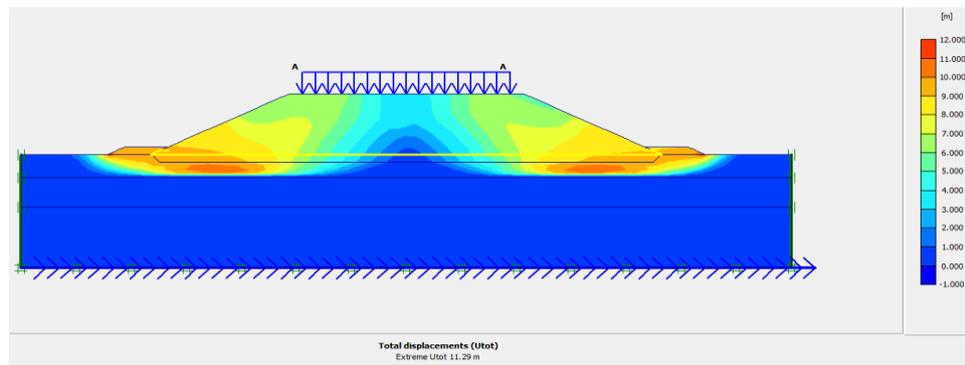
Gambar 5.50 Total Displacement Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan Counterweight Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



Gambar 5.51 Total Displacement Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan Counterweight Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa



Gambar 5.52 Total Displacement Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan Counterweight Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



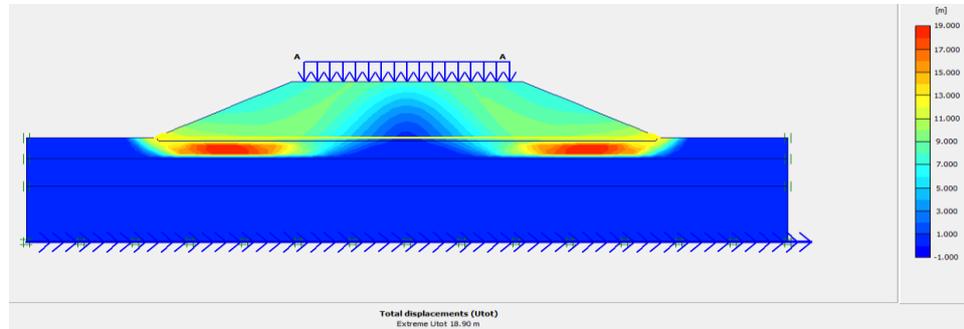
Gambar 5.53 Total Displacement Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan Counterweight Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa

Adapun hasil rekapitulasi *total displacement* timbunan 8 m pada saat konstruksi dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut ini.

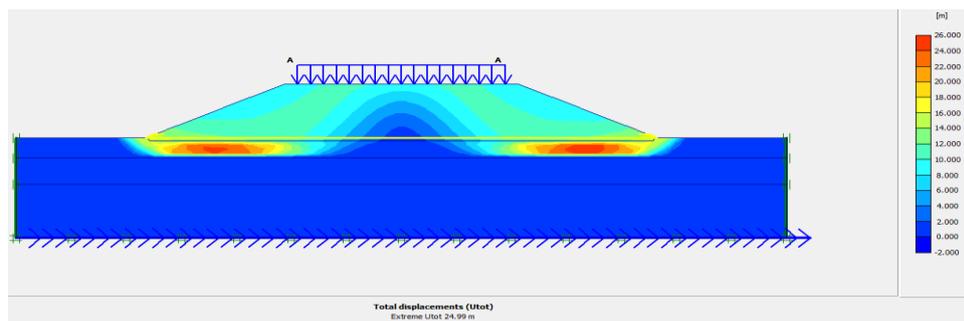
Tabel 5.8 Rekapitulasi Total Displacement Timbunan 8 m Saat Konstruksi

Timbunan 8 m	Displacement (m)	
	Tanpa Gempa	Dengan Gempa
Timbunan Tanah Asli	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
Timbunan Tanah Asli Replacement 0,5 m	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
Timbunan Tanah Asli Dengan Geotekstil	23,43	31,95
Timbunan Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil	15,23	19,86
Timbunan Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil	5,24	7,87
Timbunan Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan Counterweight	5,32	8,26
Timbunan Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan Counterweight	8,37	11,29

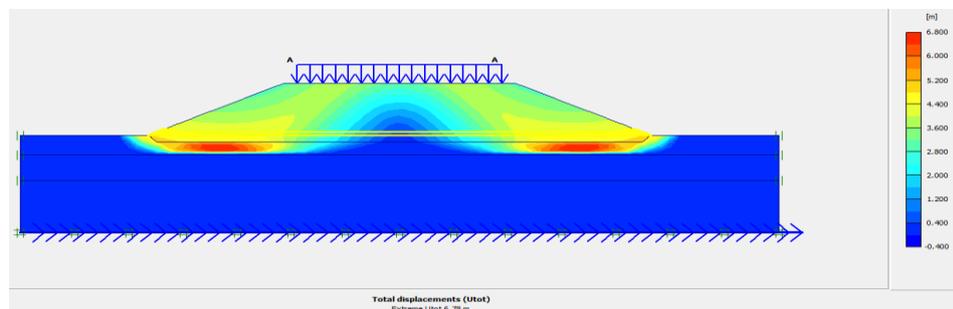
b. Saat Paska Konstruksi



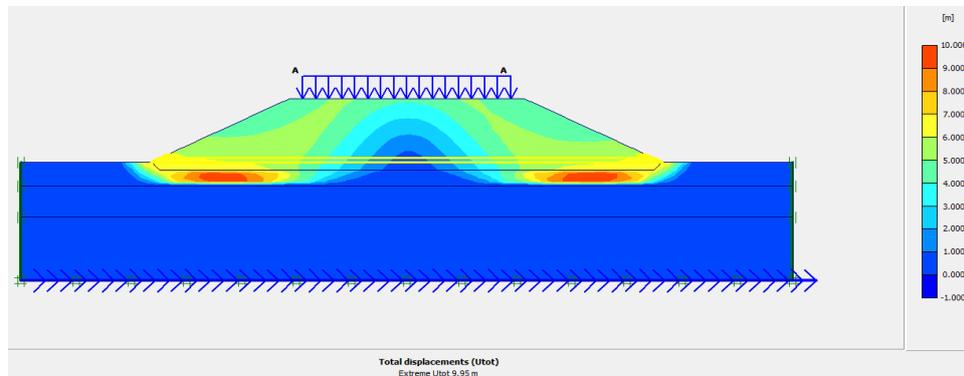
Gambar 5.54 Total Displacement Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil Saat Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa



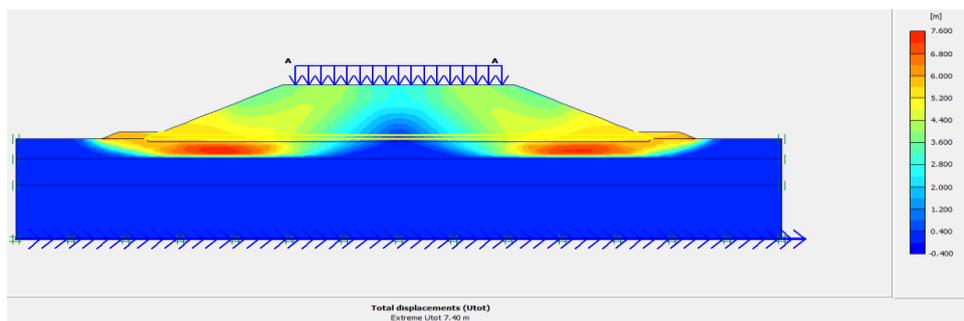
Gambar 5.55 Total Displacement Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil Saat Paska Konstruksi Dengan Beban Gempa



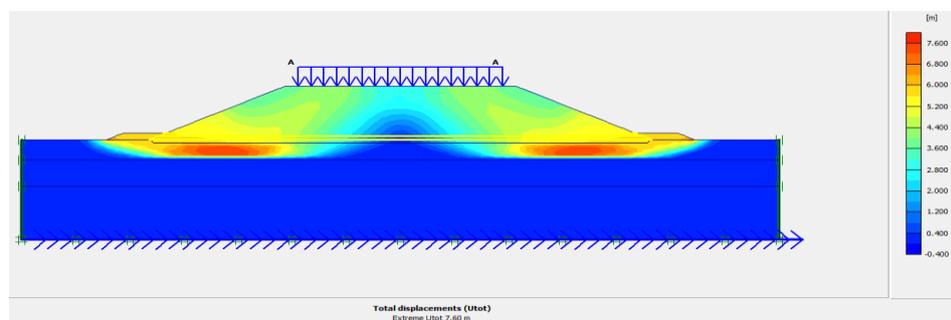
Gambar 5.56 Total Displacement Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa



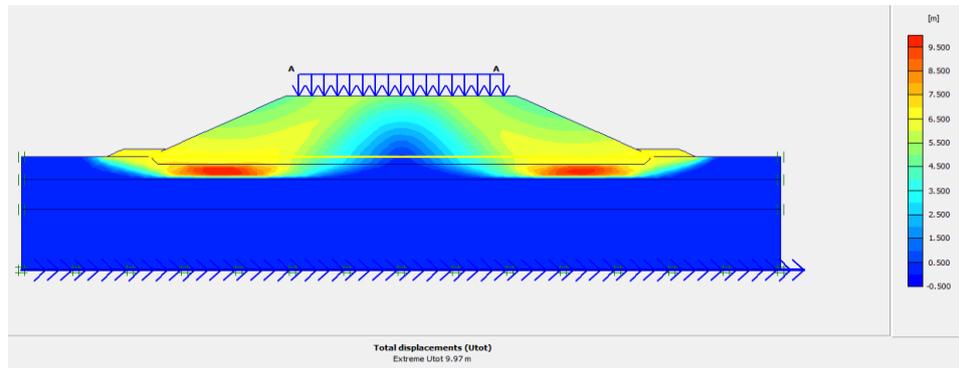
Gambar 5.57 Total Displacement Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Paska Konstruksi Dengan Beban Gempa



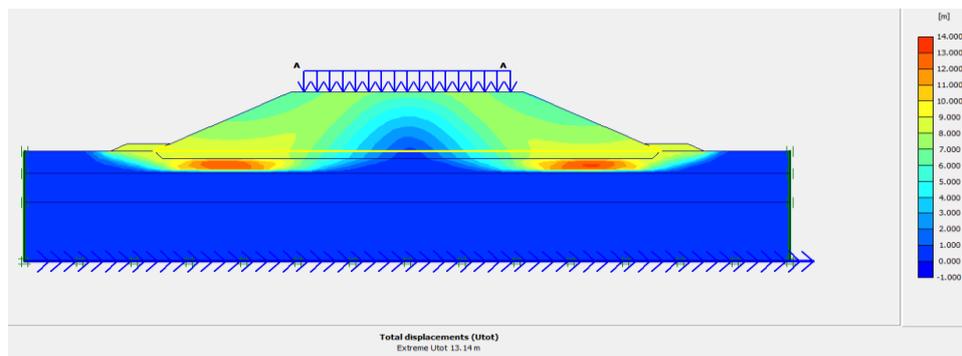
Gambar 5.58 Total Displacement Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan Counterweight Saat Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa



Gambar 5.59 Total Displacement Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan Counterweight Saat Paska Konstruksi Dengan Beban Gempa



Gambar 5.60 *Total Displacement* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa



Gambar 5.61 *Total Displacement* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Paska Konstruksi Dengan Beban Gempa

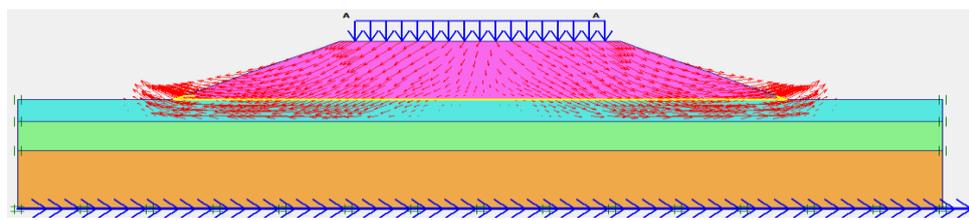
Adapun hasil rekapitulasi *total displacement* timbunan 8 m pada saat paska konstruksi dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut ini.

Tabel 5.9 Rekapitulasi *Total Displacement* Timbunan 8 m Saat Paska Konstruksi

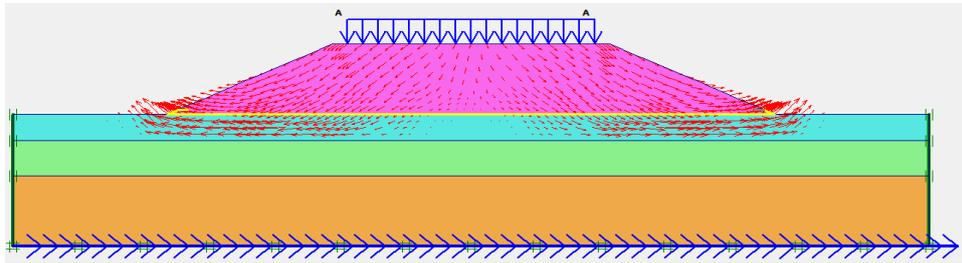
Timbunan 8 m	<i>Displacement (m)</i>	
	Tanpa Gempa	Dengan Gempa
Timbunan Tanah Asli	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
Timbunan Tanah Asli Replacement 0,5 m	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
Timbunan Tanah Asli Dengan Geotekstil	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
Timbunan Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil	18,9	24,99
Timbunan Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil	6,78	9,95
Timbunan Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan <i>Counterweight</i>	7,4	7,6
Timbunan Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan <i>Counterweight</i>	9,97	13,14

Arah pergerakan tanah akibat beban struktur dengan atau tanpa beban gempa pada timbunan 8 m dapat dilihat pada Gambar berikut ini.

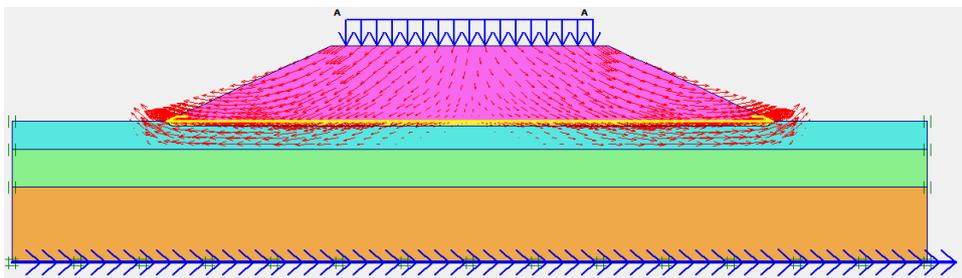
a. Saat Konstruksi



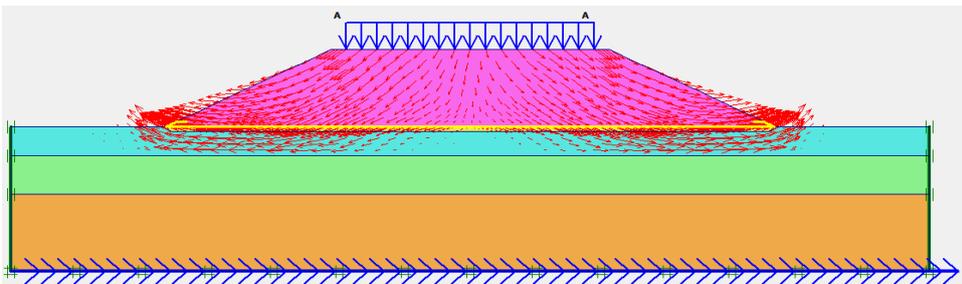
Gambar 5.62 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



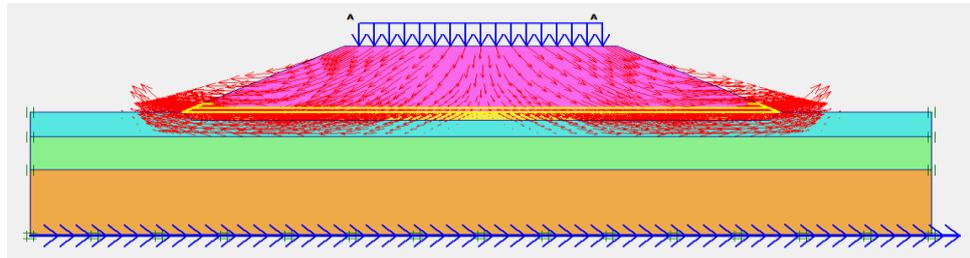
Gambar 5.63 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa



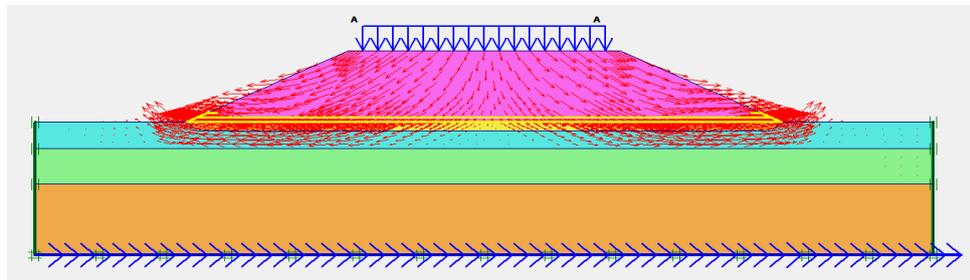
Gambar 5.64 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



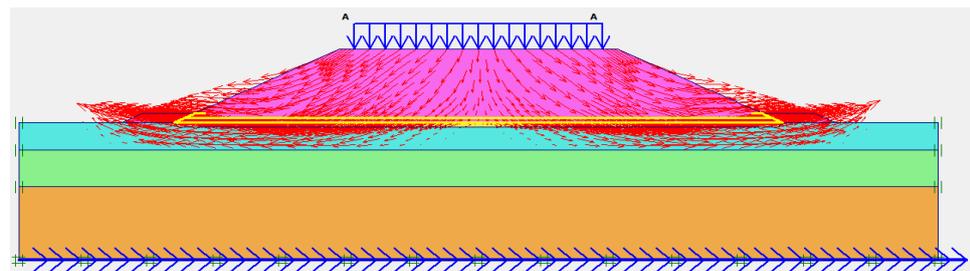
Gambar 5.65 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa



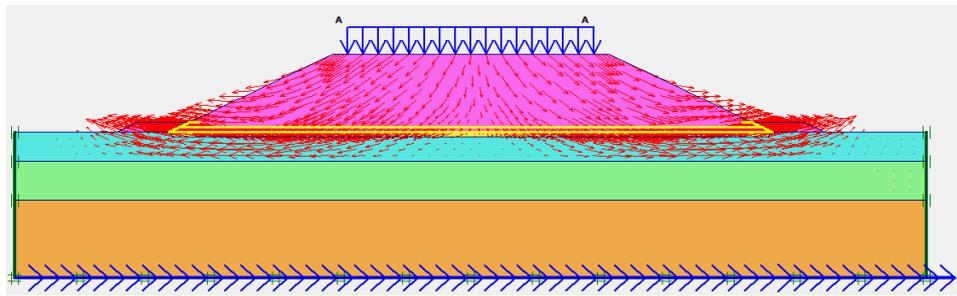
Gambar 5.66 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



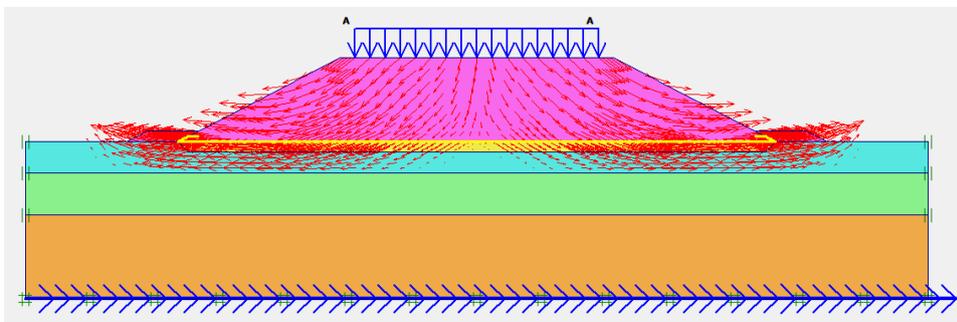
Gambar 5.67 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa



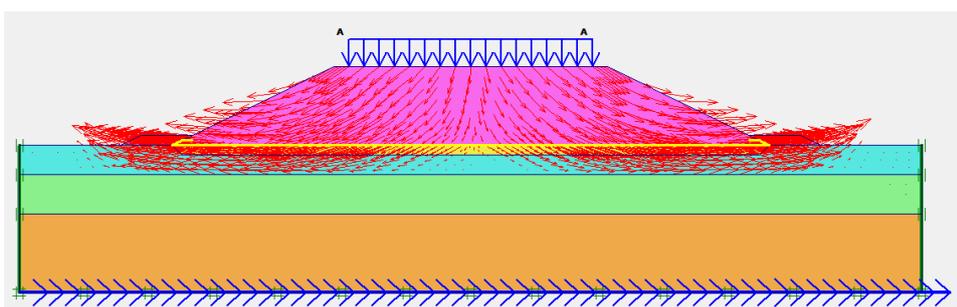
Gambar 5.68 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



Gambar 5.69 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa

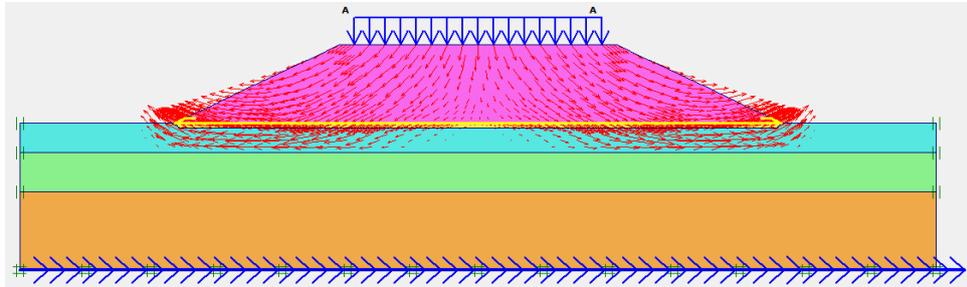


Gambar 5.70 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa

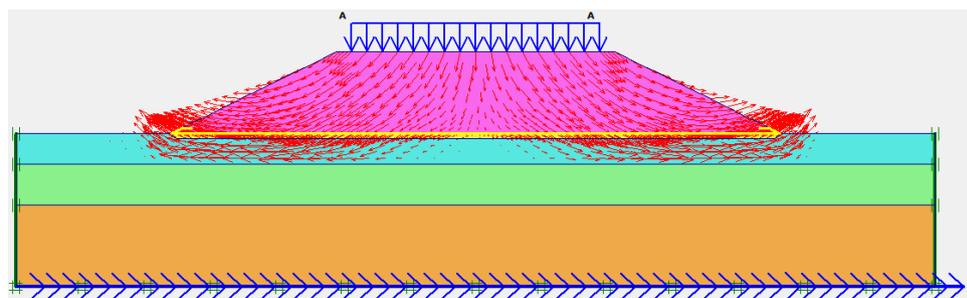


Gambar 5.71 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa

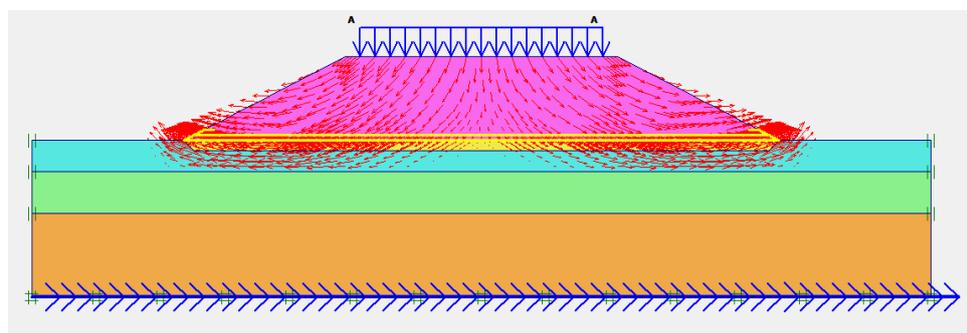
b. Saat Paska Konstruksi



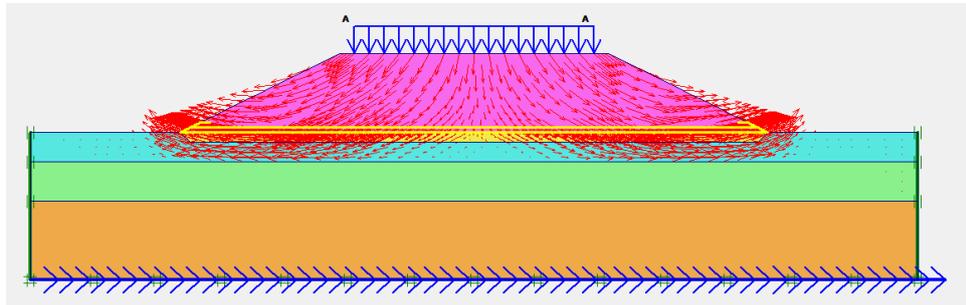
Gambar 5.72 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil Saat Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa



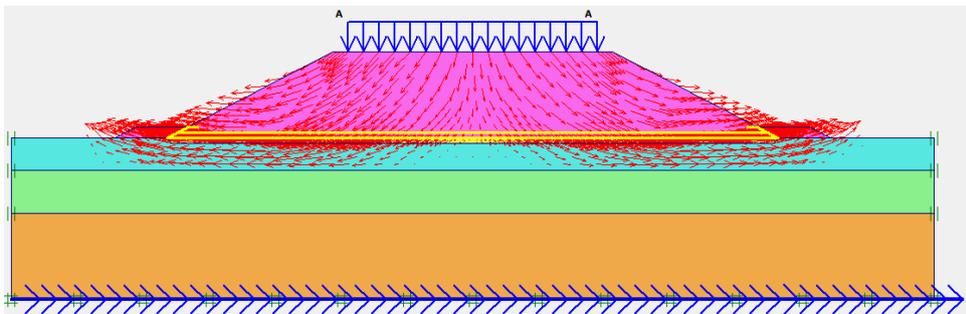
Gambar 5.73 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil Saat Paska Konstruksi Dengan Beban Gempa



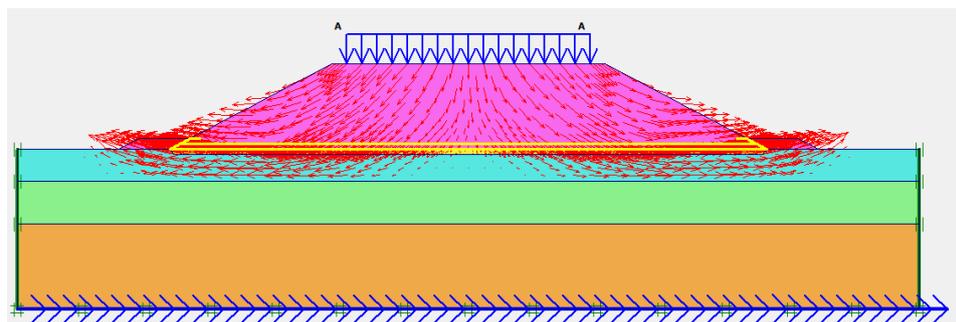
Gambar 5.74 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa



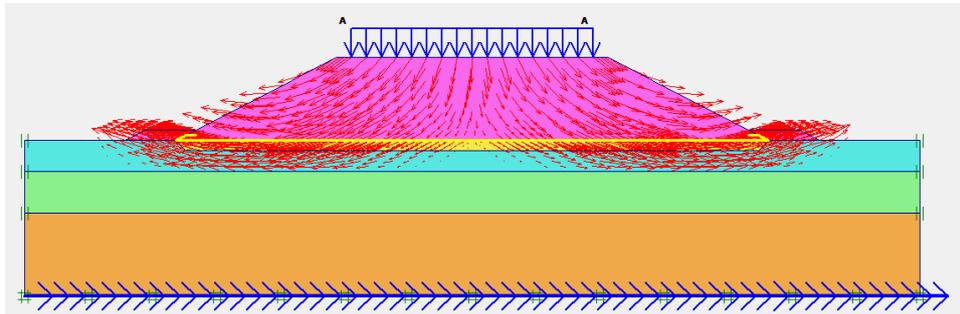
Gambar 5.75 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Paska Konstruksi Dengan Beban Gempa



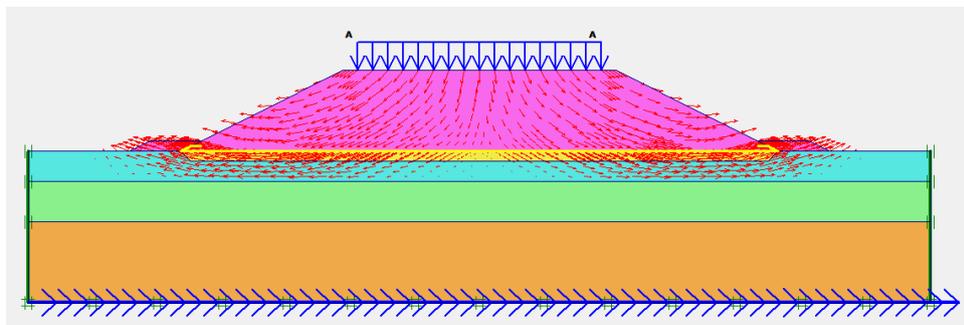
Gambar 5.76 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



Gambar 5.77 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa



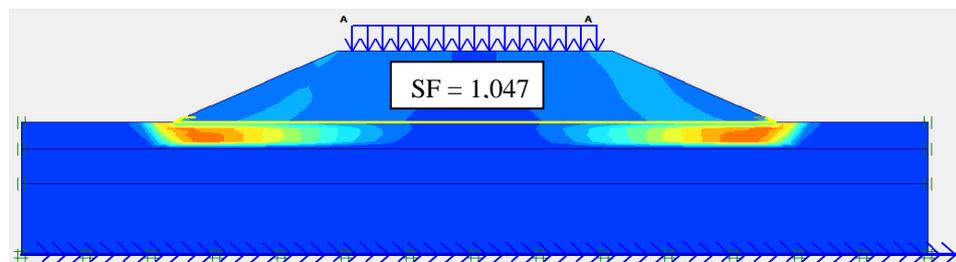
Gambar 5.78 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



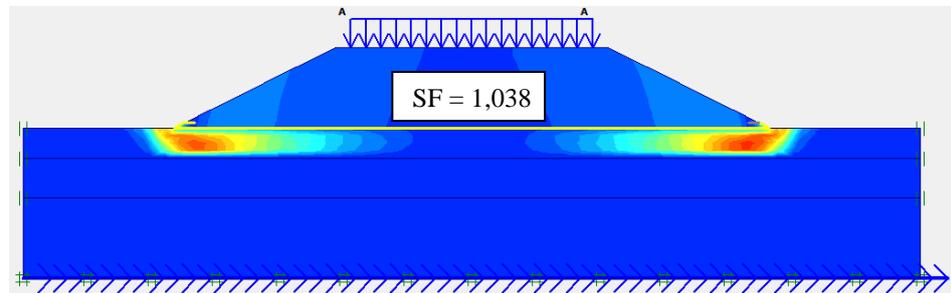
Gambar 5.79 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa

Potensi kelongsoran tanah akibat beban struktur dengan atau tanpa beban gempa pada timbunan 8 m dapat dilihat pada Gambar berikut ini.

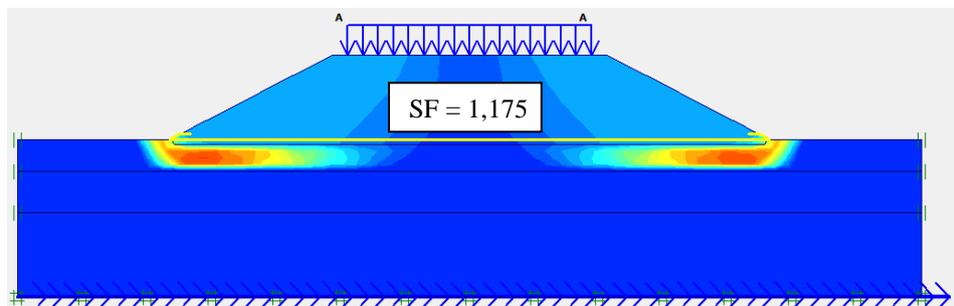
- a. Saat Konstruksi



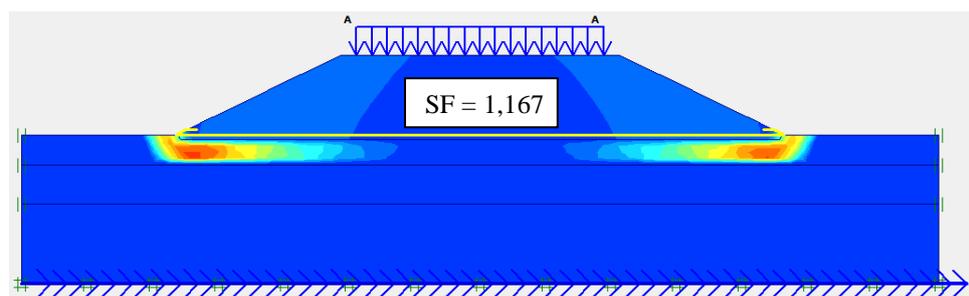
Gambar 5.80 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



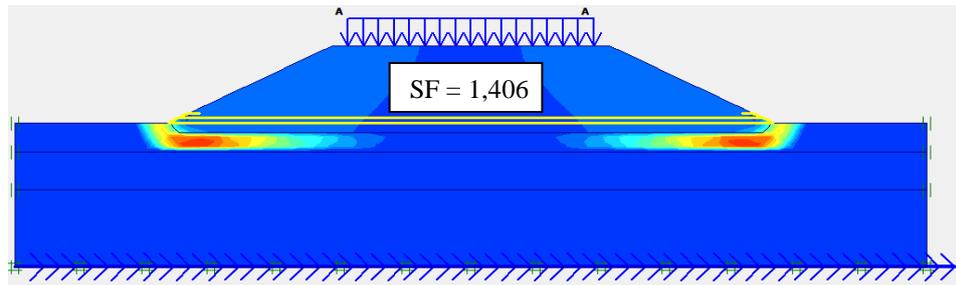
Gambar 5.81 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa



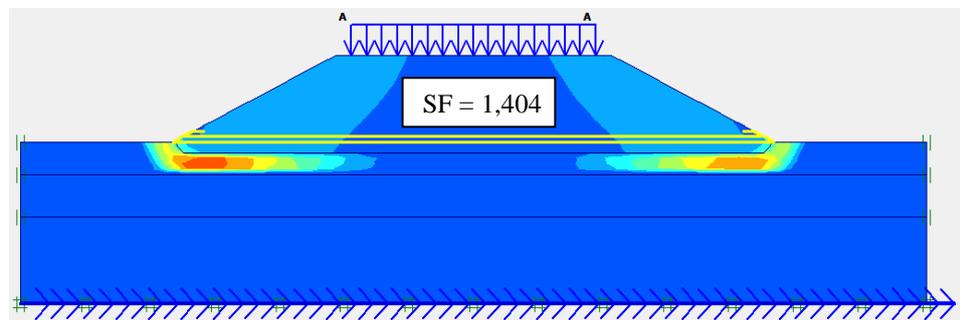
Gambar 5.82 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



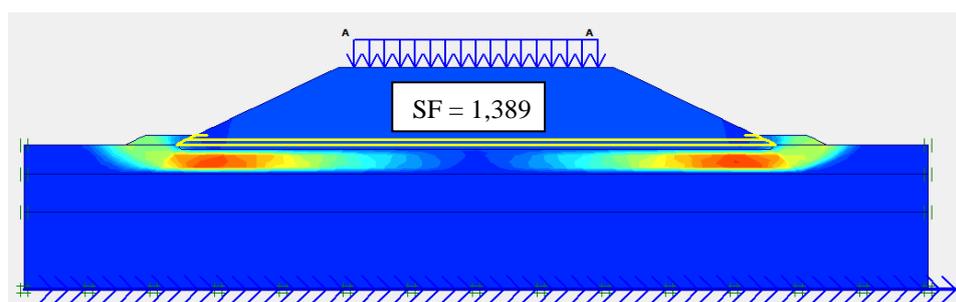
Gambar 5.83 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa



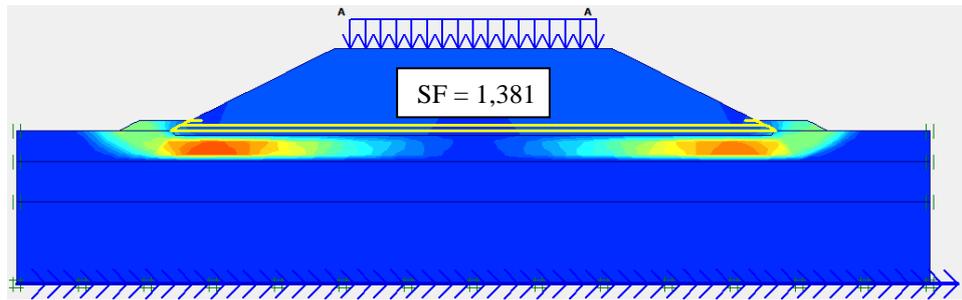
Gambar 5.84 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



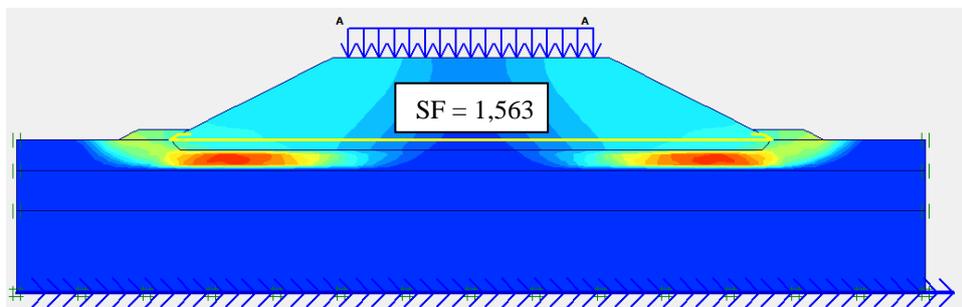
Gambar 5.85 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa



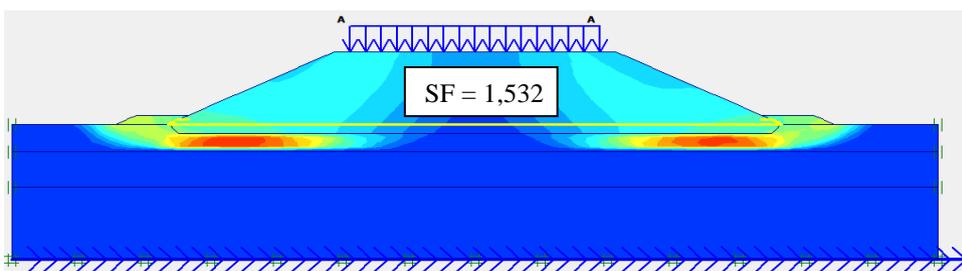
Gambar 5.86 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa



Gambar 5.87 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa

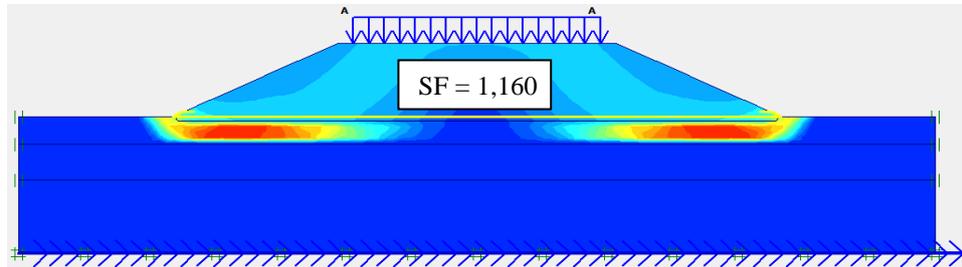


Gambar 5.88 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa

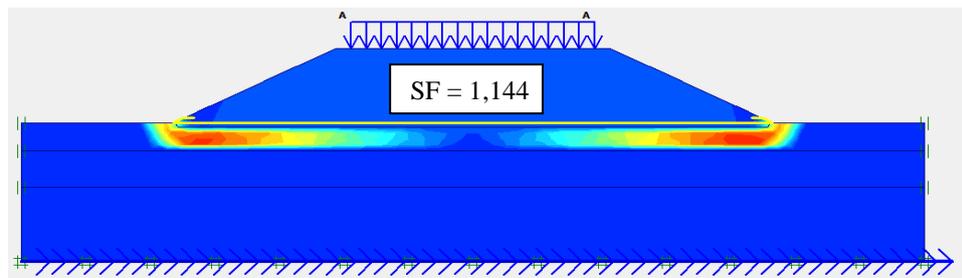


Gambar 5.89 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Konstruksi Dengan Beban Gempa

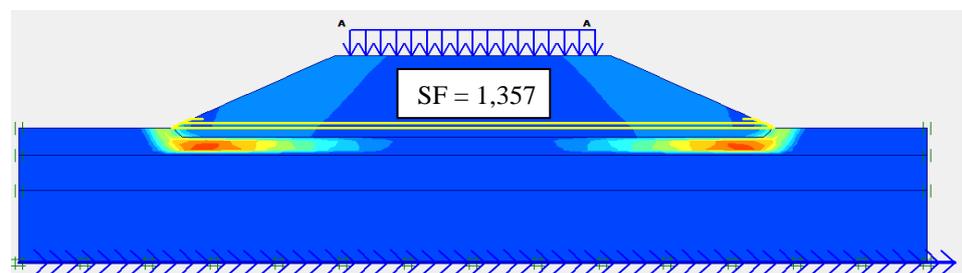
b. Saat Paska Konstruksi



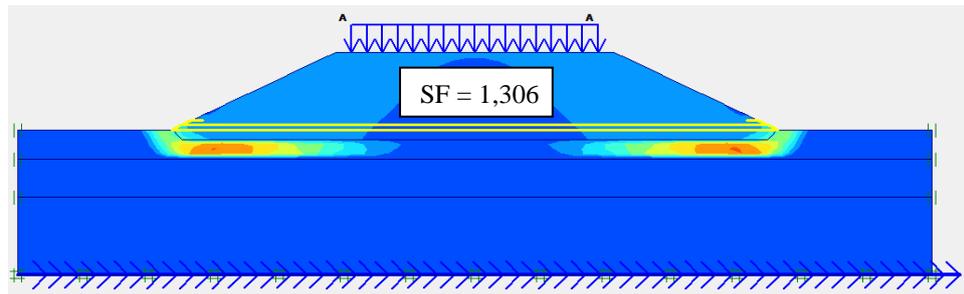
Gambar 5.90 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil Saat Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa



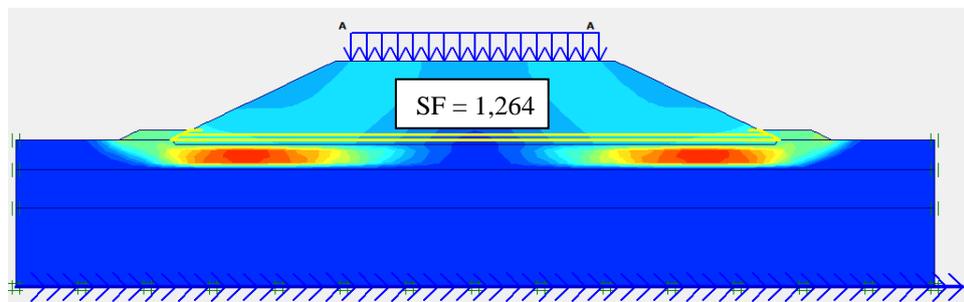
Gambar 5.91 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil Saat Paska Konstruksi Dengan Beban Gempa



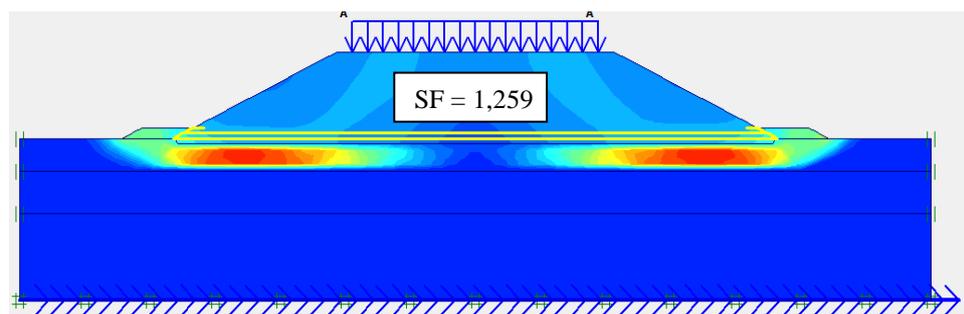
Gambar 5.92 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa



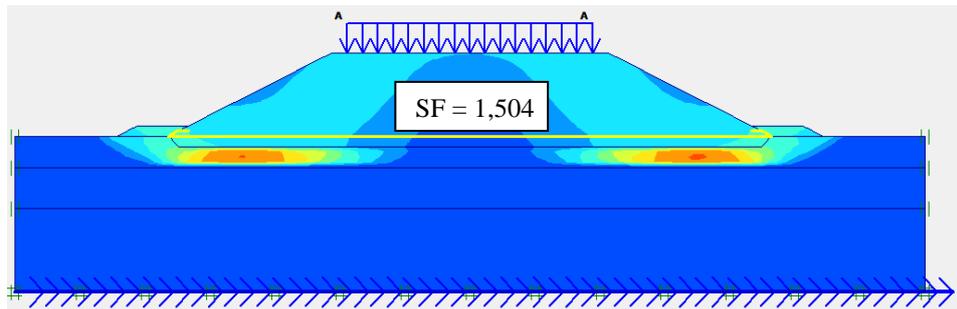
Gambar 5.93 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Paska Konstruksi Dengan Beban Gempa



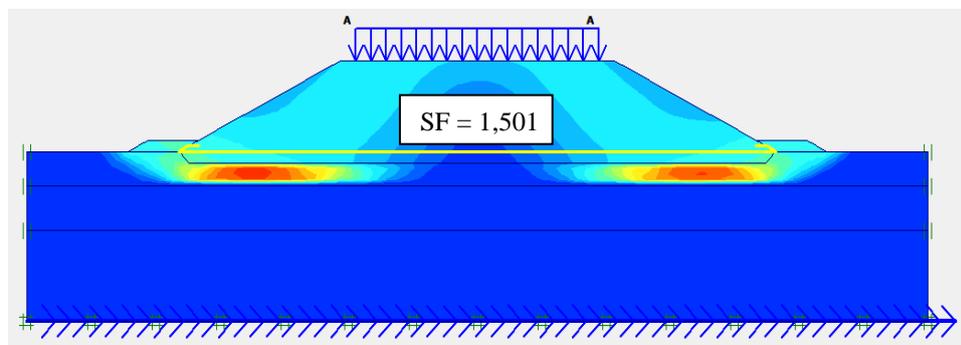
Gambar 5.94 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa



Gambar 5.95 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Paska Konstruksi Dengan Beban Gempa



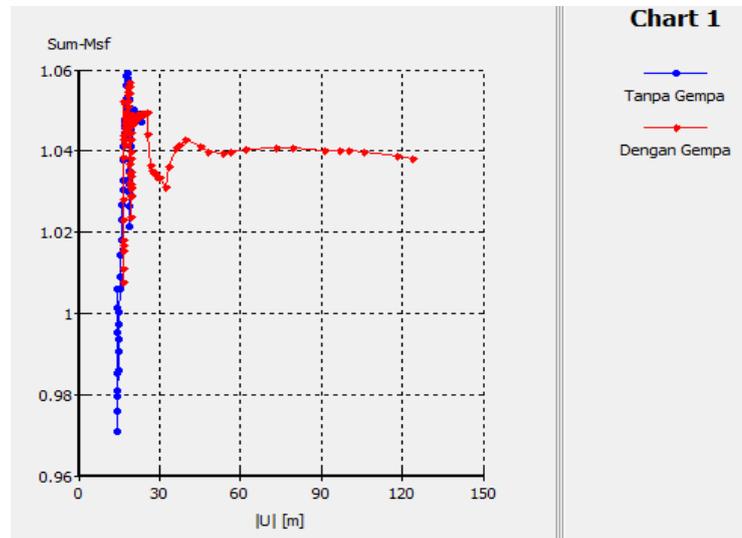
Gambar 5.96 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa



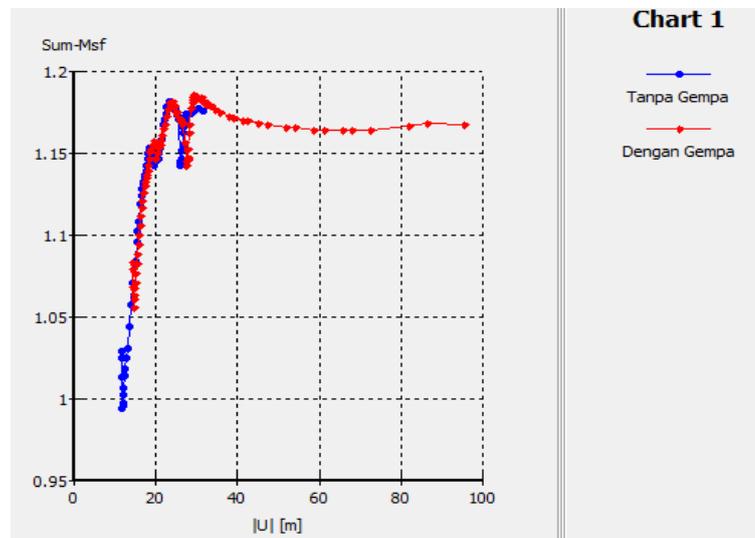
Gambar 5.97 Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Paska Konstruksi Dengan Beban Gempa

Nilai angka aman akibat beban struktur dengan atau tanpa beban gempa pada timbunan 8 m dapat dilihat pada Gambar berikut ini.

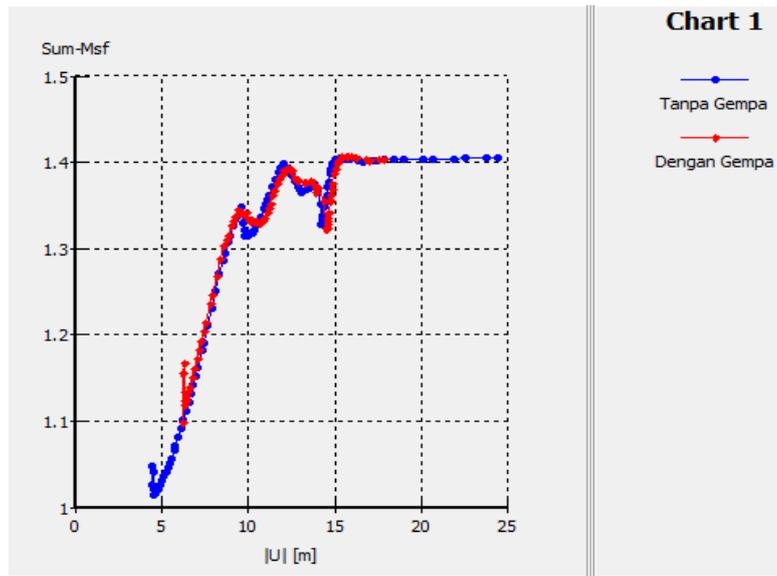
a. Saat Konstruksi



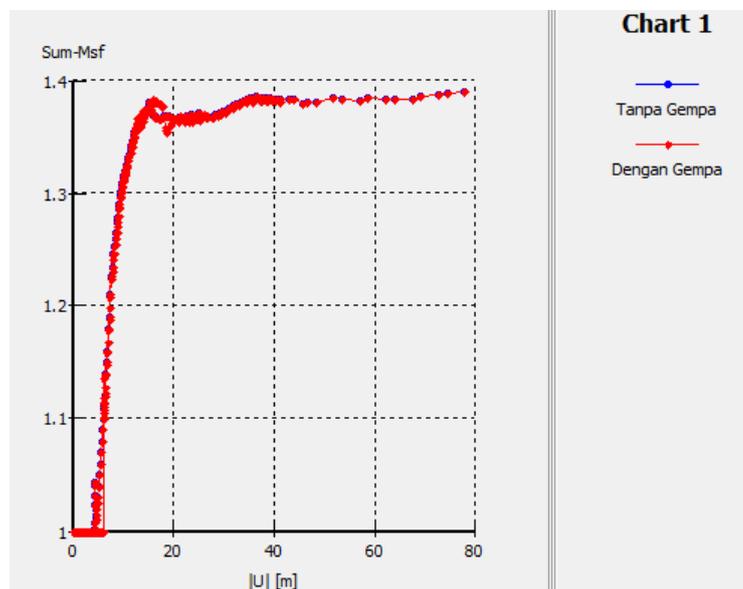
**Gambar 5.98 Kurva *Total Displacement vs Safety Factor* Timbunan
8 m Kondisi Tanah Asli Dengan Geotekstil Saat Konstruksi**



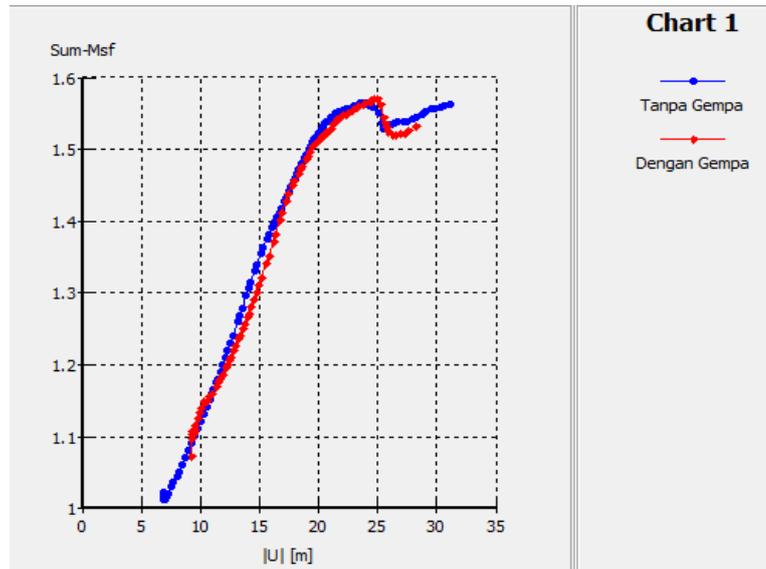
**Gambar 5.99 Kurva *Total Displacement vs Safety Factor* Timbunan
8 m Kondisi Tanah Aslib Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil
Saat Konstruksi**



Gambar 5.100 Kurva *Total Displacement vs Safety Factor* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Konstruksi

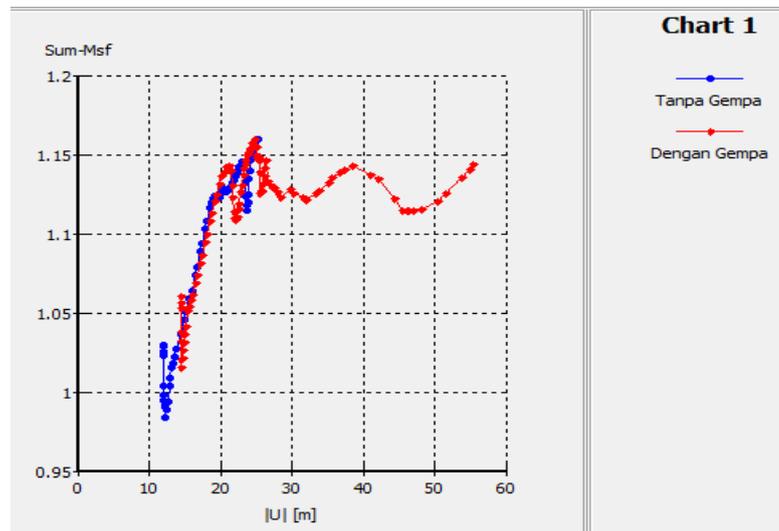


Gambar 5.101 Kurva *Total Displacement vs Safety Factor* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan Counterweight Saat Konstruksi

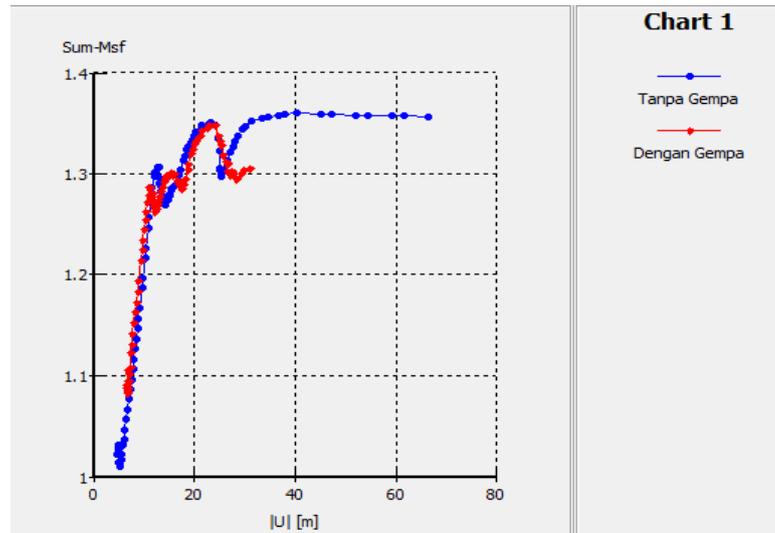


Gambar 5.102 Kurva *Total Displacement vs Safety Factor* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Konstruksi

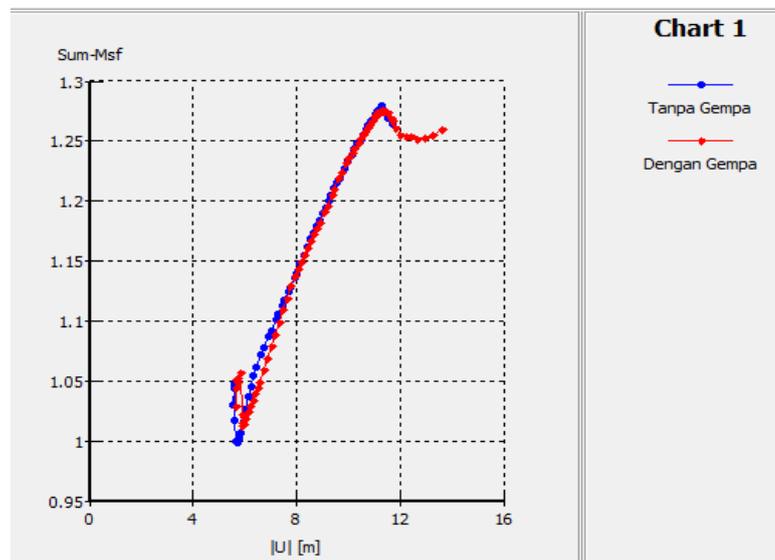
b. Saat Paska Konstruksi



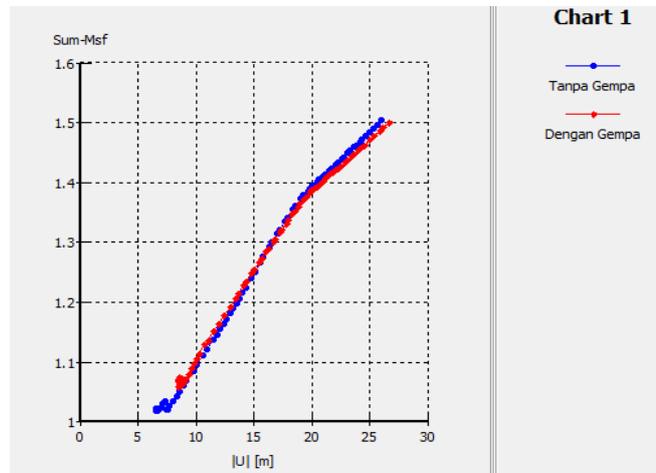
Gambar 5.103 Kurva *Total Displacement vs Safety Factor* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil Saat Paska Konstruksi



Gambar 5.104 Kurva *Total Displacement vs Safety Factor* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil SaatPaska Konstruksi



Gambar 5.105 Kurva *Total Displacement vs Safety Factor* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan *Counterweight* Saat Paska Konstruksi



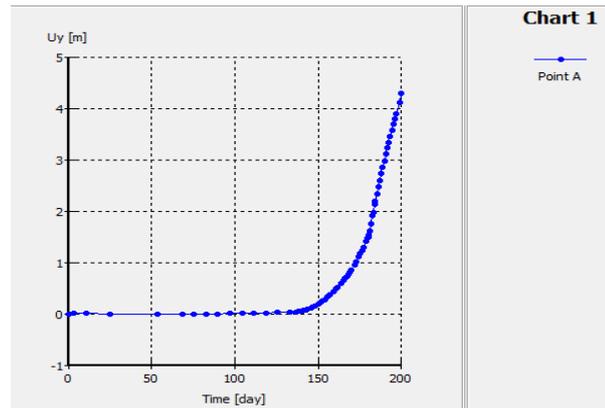
Gambar 5.106 Kurva Total Displacement vs Safety Factor Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan Counterweight Saat Paska Konstruksi

Adapun hasil rekapitulasi angka aman pada timbunan 8 dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut ini.

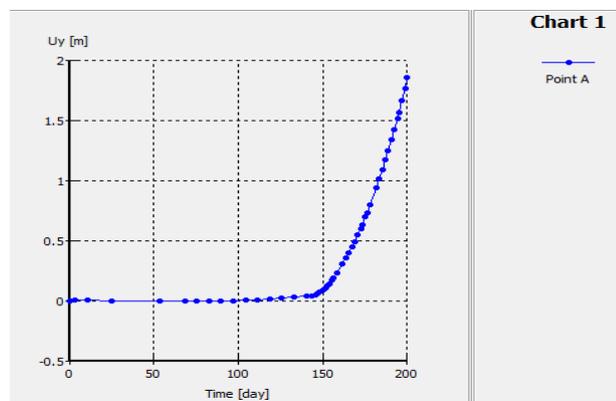
Tabel 5.10 Rekapitulasi Hasil Angka Aman Timbunan 8 m

	Permodelan	Konstruksi		Paska Konstruksi	
		Tanpa Gempa	Dengan Gempa	Tanpa Gempa	Dengan Gempa
Timbunan 8	Tanah Asli	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	Tanah Asli Replacement 0,5 m	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	Tanah Asli Dengan Geotekstil	1,047	1,038	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	Tanah Asli Replacement 0,5 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	1,390	1,381	1,264	1,260
	Tanah Asli Replacement 1m Dengan Geotekstil dan Counterweight	1,563	1,532	1,504	1,501

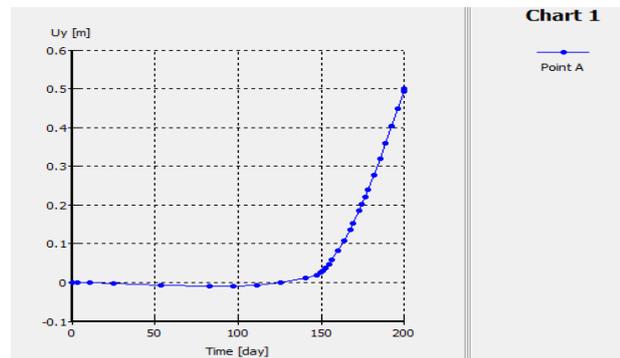
Besarnya penurunan hanya diperhitungkan saat masa konstruksi. Adapun nilai angka besar penurunan tanah yang terjadi selama waktu 200 hari pada timbunan 8 m dapat dilihat pada Gambar berikut ini.



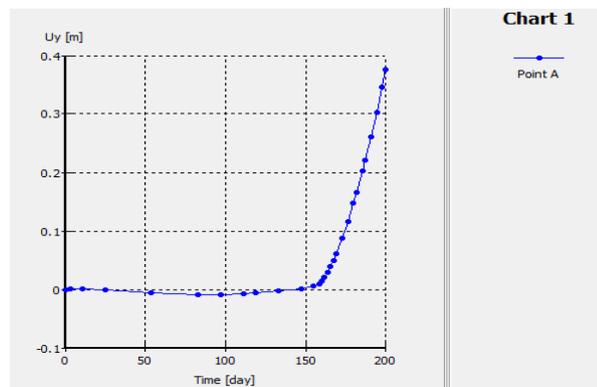
Gambar 5.107 Kurva *Timet vs Vertical Displacement* Timbunan 9 m Saat Kondisi Tanah Asli Dengan Geotekstil



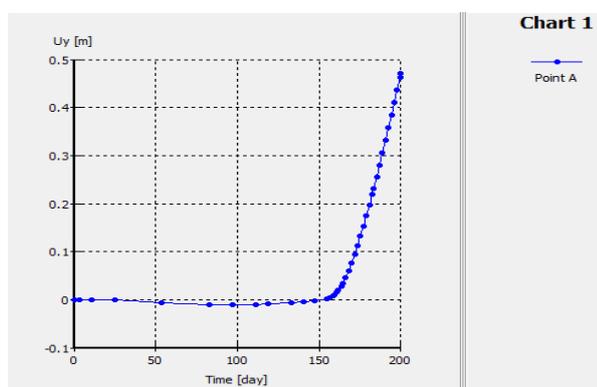
Gambar 5.108 Kurva *Timet vs Vertical Displacement* Timbunan 8 m Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil



**Gambar 5.109 Kurva *Timet vs Vertical Displacement* Timbunan 8 m
Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil**



**Gambar 5.110 Kurva *Timet vs Vertical Displacement* Timbunan 8 m
Kondisi Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan
*Counterweight***



**Gambar 5.111 Kurva *Timet vs Vertical Displacement* Timbunan 8 m
Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil dan
*Counterweight***

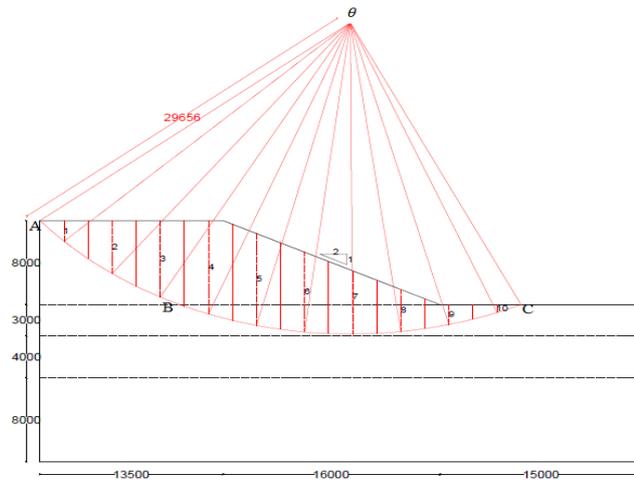
Adapun rekapitulasi hasil besarnya penurunan yang terjadi selama waktu 200 hari pada timbunan 8 m dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut ini.

Tabel 5.11 Rekapitulasi Hasil Penurunan Timbunan 8 m

	Permodelan	Penurunan (m)	waktu (hari)
Timbunan 8 m	Tanah Asli	<i>Collapse</i>	200
	Tanah Asli Replacement 0,5 m	<i>Collapse</i>	200
	Tanah Asli Dengan Geotekstil	4,285	200
	Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil	1,856	200
	Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil	0,500	200
	Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan <i>Counterweight</i>	0,375	200
	Tanah Asli Replacement 1m Dengan Geotekstil dan <i>Counterweight</i>	0,471	200

5.3 Metode Irisan (*Fellenius*)

Karena dalam program Plaxis tidak dapat menunjukkan nilai angka aman pada kondisi timbunan tanah asli dan timbunan tanah asli replacement untuk tinggi timbunan 4 m, 6 m, dan 8 m. Untuk contoh perhitungan dilakukan pada tinggi timbunan 8 m kondisi timbunan tanah asli. Dari program plaxis didapat garis potensi kelongsoran sehingga terbentuk kaki lereng dengan R (jari-jari) = 29,656 m dan dibagi menjadi 10 pias. Gambar gaya-gaya yang bekerja pada lereng bisa dilihat pada Gambar 5.112.



Gambar 5.112 Gaya-gaya Yang Bekerja Pada Irisan

Bidang longsor dibagi menjadi 10 irisan. Panjang total dari bidang longsor (arah horizontal) = 35,5 m, maka tap irisan akan mempunyai lebar $35,5/10 = 3,55$ m. Cara menghitung gaya berat pias dilihat pada Tabel 5.12 adalah sebagai berikut.

Tabel 5.12 Hitungan Metode Irisan

Irisan no	b (m)	Berat (KN)	θ (°)	$W_i \cdot \cos\theta_i \cdot \tan\phi$ (KN)	$W_i \cdot \sin\theta_i$ (KN)
1	3,55	103,5038	45	25,2007	73,1882
2	3,55	264,9592	36	73,8089	155,7391
3	3,55	284,5183	28	86,5002	133,5733
4	3,55	455,4650	21	146,4126	163,2241
5	3,55	433,0240	14	144,6732	104,7580
6	3,55	364,2499	7	124,4864	44,3909
7	3,55	278,5415	0	95,9095	0,0000
8	3,55	172,5336	-7	58,9652	-21,0266
9	3,55	74,3512	-14	0,0000	-17,9872
10	3,55	29,8342	-21	0,0000	-10,6916
Jumlah				755,9568	625,1682

Dengan memperhatikan jari-jari dan sudut yang diapit, panjang garis dari $AB = 13,147$ m, $BC = 26,031$ m. Luas wilayah potensi kelongsoran = $184,826 \text{ m}^2$. Gaya akibat beban merata = $(10 \times 184,826) = 1848,26 \text{ KN}$

Tahanan terhadap longsor yang dikerahkan oleh komponen kohesi :

$$\sum C_i a_i = (22 \times 13,147) + (6 \times 26,031) = 445,420 \text{ KN}$$

$$\text{Faktor aman} = \frac{445,420 + 755,9568}{625,1682 + 1848,26} = 0,49$$

Nilai angka aman yang didapat pada analisis menggunakan metode irisan pada timbunan 8 m dengan kondisi timbunan tanah asli sebesar 0,49, sehingga terjadi keruntuhan.

5.4 Pembahasan

Analisis stabilitas lereng dilakukan untuk mengetahui nilai angka aman pada lereng. Analisis dilakukan dengan program Plaxis dengan variasi tinggi timbunan 2 m, 4 m, 6 m, 8 m dengan kondisi permodelan yang berbeda yaitu , kondisi timbunan tanah asli, kondisi timbunan tanah asli replacement, kondisi timbunan tanah asli dengan geotekstil, kondisi timbunan tanah asli replacement dengan geotekstil, dan kondisi timbunan tanah asli replacement dengan geotekstil dan counterweight. Nilai angka aman yang digunakan sebagai syarat kestabilan sebesar 1.4. Adapun rekomendasi nilai angka aman untuk lereng dapat dilihat pada Tabel 5.24 berikut ini.

Tabel 5.13 Rekomendasi Nilai Faktor Keamanan Untuk Lereng

		Resiko terhadap nyawa manusia	Rekomendasi nilai faktor keamanan terhadap resiko kehilangan nyawa manusia		
			Tak diperhatikan	Rendah	Tinggi
Resiko Ekonomis					
Rekomendasi nilai faktor keamanan terhadap resiko kehilangan secara ekonomis	Diabaikan		1.1	1.2	1.5
	Rendah		1.2	1.2	1.5
	Tinggi		1.4	1.4	1.5
Catatan :					
<ol style="list-style-type: none"> Meskipun nilai faktor keamanan lerengnya 1,4, jika beresiko tinggi terhadap keselamatan orang-orang disekitarnya maka harus diubah menjadi 1.1 berdasarkan hasil prediksi kondisi air tanah terburuk. Faktor keamanan yang tercantum di dalam tabel ini adalah nilai-nilai yang direkomendasikan. Faktor keamanan yang lebih tinggi atau lebih rendah mungkin saja terjamin keamanannya pada situasi-situasi khusus dalam hubungannya dengan resiko kehilangan secara ekonomis. 					

Lanjutan Tabel 5.13 Rekomendasi Nilai Faktor Keamanan Untuk Lereng

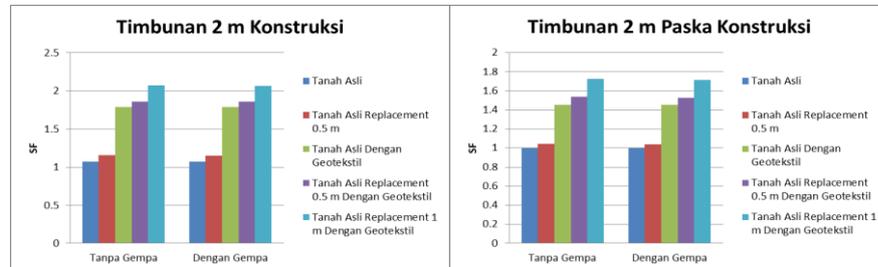
Contoh-contoh kondisi	Resiko terhadap nyawa manusia		
	Tak diperhatikan	Rendah	Tinggi
(1) Keruntuhan berpengaruh pada suatu taman-taman rekreasi udara terbuka dengan intensitas pemakaian yang jarang	√		
(2) Keruntuhan berpengaruh pada jalan raya dengan kepadatan lalu lintas rendah.	√		
(3) Keruntuhan berpengaruh pada gudang penyimpanan (bahan-bahan tidak berbahaya)	√		
(4) Keruntuhan berpengaruh pada area terbuka yang sering digunakan, fasilitas-fasilitas rekreasi (misalnya area untuk berkumpulnya massa, area bermain anak-anak, area parkir kendaraan)		√	
(5) Keruntuhan berpengaruh pada jalanan dengan intensitas penggunaan tinggi atau dengan kepadatan lalu lintas yang tinggi.		√	
(6) Keruntuhan berpengaruh pada area publik sebagai tempat menunggu (semacam stasiun kecil untuk mengganggu kereta api, pemberhentian bis, stasiun pengisian bahan bakar).		√	
(7) Keruntuhan berpengaruh pada bangunan-bangunan yang sedang digunakan (misalnya area permukiman, area pendidikan, area komersial, area perindustrian).			√
(8) Keruntuhan berpengaruh pada bangunan-bangunan yang menyimpan bahan-bahan berbahaya.			√

Contoh-contoh kondisi	Resiko Ekonomi		
	Diabaikan	Rendah	Tinggi
(1) Keruntuhan berpengaruh pada suatu taman-taman rekreasi yang besar.	√		
(2) Keruntuhan berpengaruh pada jalan penghubung antar kota (B), jalan untuk distribusi distrik dan distribusi lokal dan bukan merupakan akses satu-satunya.	√		
(3) Keruntuhan berpengaruh pada area terbuka tempat parkir kendaraan.	√		
(4) Keruntuhan berpengaruh jalan penghubung antar kota (A) atau jalan distribusi utama yang bukan merupakan akses satu-satunya.		√	
(5) Keruntuhan berpengaruh pada pusat-pusat servis utama yang dapat menyebabkan untuk sementara waktu kehilangan fungsi layannya.		√	
(6) Keruntuhan berpengaruh pada jalan-jalan penghubung antara kota atau dalam kota dengan kepentingan yang strategis.			√
(7) Keruntuhan berpengaruh pada pusat-pusat servis utama yang menyebabkan hilangnya fungsi layanan untuk waktu yang panjang.			√
(8) Keruntuhan berpengaruh pada bangunan-bangunan yang dapat mengakibatkan kerusakan struktural yang parah.			√

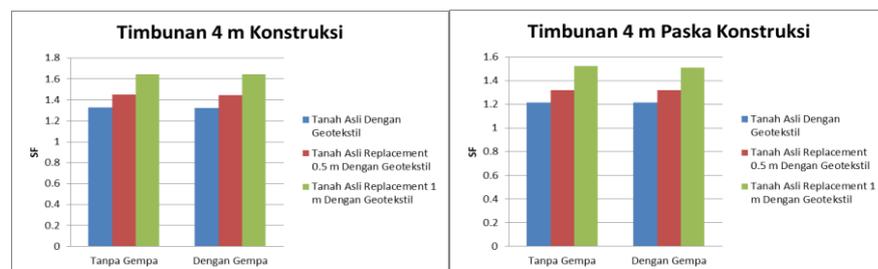
(sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2005)

Berdasarkan hasil analisis menggunakan program Plaxis diperoleh hasil angka aman pada timbunan 2 m, 4 m, 6 m, dan 8 m dengan kondisi permodelan yang berbeda yaitu , kondisi timbunan tanah asli, kondisi timbunan tanah asli replacement, kondisi timbunan tanah asli dengan geotekstil, kondisi timbunan tanah asli replacement dengan geotekstil, dan kondisi timbunan tanah asli replacement dengan geotekstil dan *counterweight*. Dari hasil tersebut diperoleh kurva hubungan nilai angka aman dan kondisi yang ditinjau, yaitu kondisi dengan

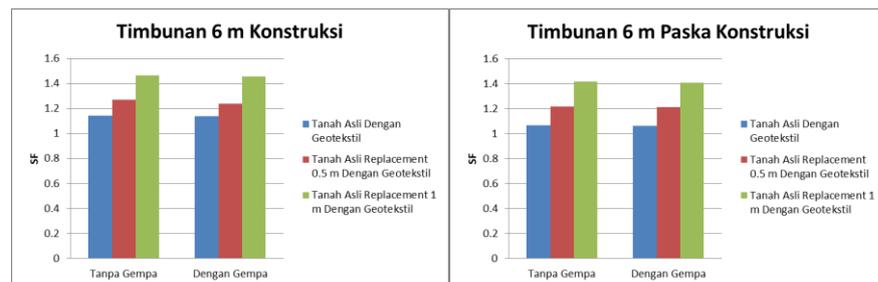
atau tanpa beban gempa dan kurva hubungan penurunan dan waktu penurunan. Kurva nilai angka aman tersebut dapat dilihat pada Gambar berikut ini.



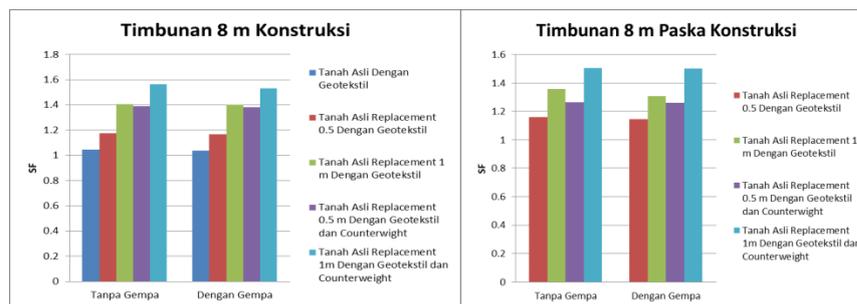
Gambar 5.113 Kurva Nilai SF Pada Timbunan 2 m



Gambar 5.114 Kurva Nilai SF Pada Timbunan 4 m



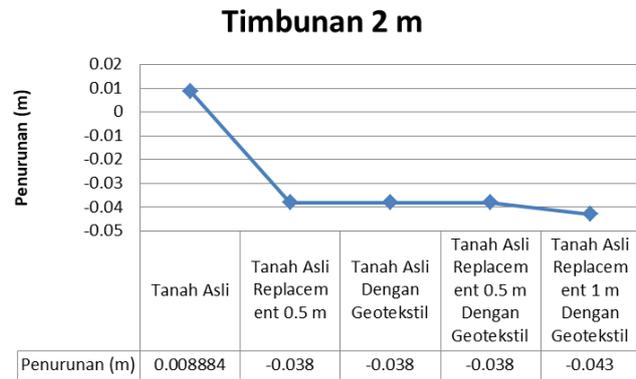
Gambar 5.115 Kurva Nilai SF Pada Timbunan 6 m



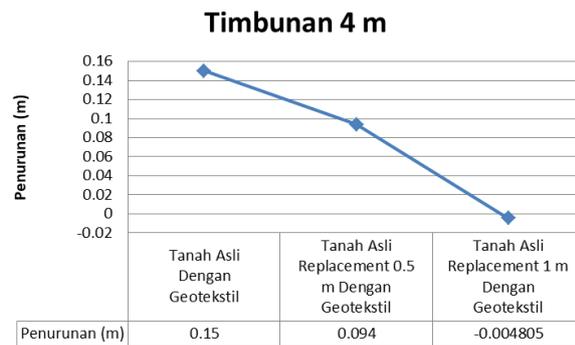
Gambar 5.116 Kurva Nilai SF Pada Timbunan 8 m

Pada Gambar 5.113 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 dengan geotekstil, kondisi timbunan tanah asli replacement 0.5 m dengan geotekstil, dan kondisi timbunan tanah asli replacement 1 m dengan geotekstil. Pada Gambar 5.114 dapat dilihat bahwa angka aman yang memenuhi syarat kestabilan pada timbunan 4 m saat masa konstruksi dan paska konstruksi yaitu saat kondisi timbunan tanah asli replacement 1 m dengan geotekstil. Pada Gambar 5.115 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 replacement 1 m dengan geotekstil. Pada Gambar 5.116 dapat dilihat bahwa angka aman yang memenuhi syarat kestabilan pada timbunan 8 m saat masa konstruksi dan paska konstruksi yaitu saat kondisi timbunan tanah asli replacement 1 m dengan geotekstil dan counterweight.

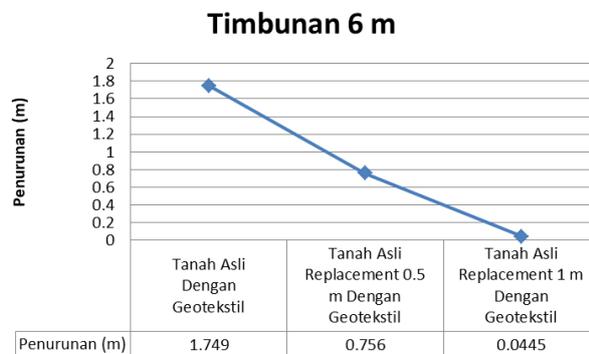
Adapun hasil penurunan pada timbunan 2 m, 4 m, 6 m, dan 8 m dengan kondisi permodelan yang berbeda yaitu , kondisi timbunan tanah asli, kondisi timbunan tanah asli replacement, kondisi timbunan tanah asli dengan geotekstil, kondisi timbunan tanah asli replacement dengan geotekstil, dan kondisi timbunan tanah asli replacement dengan geotekstil dan *counterweight*. Dari hasil tersebut diperoleh grafik penurunan dengan waktu tinjau selama 200 hari yang dapat dilihat pada Gambar berikut ini.



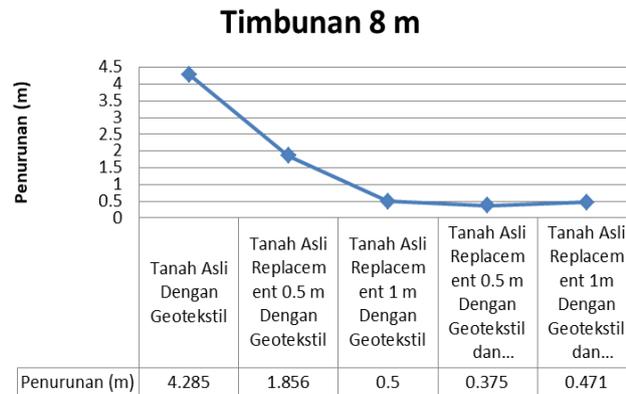
Gambar 5.117 Grafik Penurunan Timbunan 2 m



Gambar 5.118 Grafik Penurunan Timbunan 4 m



Gambar 5.119 Grafik Penurunan Timbunan 6 m



Gambar 5.120 Grafik Penurunan Timbunan 8 m

Pada Gambar 5.117, Gambar 5.118, Gambar 5.119, Gambar 5.120 dapat dilihat bahwa semakin baik variasi permodelan maka penurunan yang terjadi selama 200 hari semakin kecil dan juga semakin tinggi timbunan maka penurunan yang terjadi akan semakin besar.

Adapun hasil rekapitulasi angka aman dan penurunan secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.14 dan Tabel 5.15 berikut ini.

Tabel 5.14 Rekapitulasi Hasil Angka Aman Secara Keseluruhan

	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	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	Tanah Asli Replacement 0,5 m	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	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	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	Tanah Asli Replacement 0,5 m	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	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	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	Tanah Asli Replacement 0,5 m	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	Tanah Asli Dengan Geotekstil	1,047	1,038	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	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 <i>Counterweight</i>	1,389	1,381	1,264	1,259
	Tanah Asli Replacement 1m Dengan Geotekstil dan <i>Counterweight</i>	1,563	1,532	1,504	1,501

Tabel 5.15 Rekapitulasi Hasil Penurunan Secara Keseluruhan

	Permodelan	Penurunan (m)	waktu (hari)
Timbunan 2 m	Tanah Asli	0,009	200
	Tanah Asli Replacement 0,5 m	-0,038	200
	Tanah Asli Dengan Geotekstil	-0,038	200
	Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil	-0,038	200
	Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil	-0,043	200
Timbunan 4 m	Tanah Asli	<i>Collapse</i>	200
	Tanah Asli Replacement 0,5 m	<i>Collapse</i>	200
	Tanah Asli Dengan Geotekstil	0,150	200
	Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil	0,094	200
	Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil	-0,005	200
Timbunan 6 m	Tanah Asli	<i>Collapse</i>	200
	Tanah Asli Replacement 0,5 m	<i>Collapse</i>	200
	Tanah Asli Dengan Geotekstil	1,749	200
	Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil	0,756	200
	Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil	0,045	200
Timbunan 8 m	Tanah Asli	<i>Collapse</i>	200
	Tanah Asli Replacement 0,5 m	<i>Collapse</i>	200
	Tanah Asli Dengan Geotekstil	4,285	200
	Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil	1,856	200
	Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil	0,500	200
	Tanah Asli Replacement 0,5 m Dengan Geotekstil dan <i>Counterweight</i>	0,375	200
	Tanah Asli Replacement 1m Dengan Geotekstil dan <i>Counterweight</i>	0,471	200