

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Gambaran Umum Analisis

Kondisi lereng timbunan pada proyek jalan tol Terbanggi Besar – Pematang Panggang STA 3+650, Lampung adalah tempat studi kasus yang akan dilakukan penelitian untuk tugas akhir ini. Pada umumnya lapisan tanah pada lokasi penelitian didominasi dengan tanah lempung. Dengan menggunakan 3 lapisan tanah dan ketebalan perlapisan tanah beragam, lapis pertama memiliki tebal sebesar 9 meter untuk jenis tanah pada lapisan pertama yaitu tanah lempung berkelanaun. Pada lapisan kedua memiliki ketebalan sebesar 3 meter dan mempunyai jenis tanah yaitu lanau. Kemudian pada lapisan ketiga mempunyai ketebalan sebesar 3 meter dengan jenis tanah yaitu lempung berkelanaun. Sedangkan untuk tanah timbunan yang digunakan yaitu tanah lempung berpasir, sehingga mempunyai kedalaman total lapisan sebesar 15 meter. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui pada ketinggian berapa timbunan sudah mengalami keruntuhan pada lereng. Keruntuhan terjadi diakibatkan berbagai macam faktor, mulai dari timbunan tidak dapat menahan gaya-gaya yang terjadi akibat beban pada saat pelaksanaan maupun setelah pelaksanaan atau pada saat masa pemakaian.

Adapun analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mulai dari 2m, 4m, 6m, dan 8m. Dengan tinggi yang bervariasi itu dapat digunakan untuk mengetahui tinggi timbunan yang sangat efektif dan memiliki keamanan terhadap beban-beban yang diterjadi. Adapun kondisi timbunan yang akan dianalisis yaitu menggunakan dua tahap, tahap pertama pada masa konstruksi dimana pada masa konstruksi ini beban yang terdapat pada timbunan yaitu beban pada saat pekerjaan yang diambil sebesar 10 kN/m^2 dan tahap kedua pada masa pasca konstruksi

dimana pada masa beban lalu lintas saat pasca konstruksi ini memiliki beban yang terdapat diatas

timbunan yaitu 25 kN/m². Jenis lereng yang dianalisis memiliki dua macam lereng, yaitu menggunakan tanah asli dan tanah asli ditambah dengan diberikan *replacement*.

Kemudian parameter beban yang digunakan adalah beban struktur pada saat kondisi masa konstruksi dan pada masa beban lalu lintas saat pasca konstruksi. Parameter gempa yang digunakan data dari SMC yang berupa grafik percepatan dan waktu yang sesuai kondisi pada peta wilayah gempa daerah Lampung.

Adapun solusi jika lereng masih belum memiliki angka aman (SF) yang sesuai dengan syarat ketetapan angka aman (SF) yang direncanakan pada saat kondisi masa konstruksi maupun pada masa beban lalu lintas saat pasca konstruksi, maka akan dilakukan suatu perkuatan pada lereng dengan menggunakan bahan perkuatan berjenis geotekstil Sehingga nantinya dapat diketahui apakah geotekstil yang digunakan dapat menahan keruntuhan (kelongsoran) yang dapat terjadi di timbunan yang bervariasi dan dapat menaikkan nilai angka aman (SF) dari timbunan lereng.

5.1.1 Data Parameter Analisis

Kondisi timbunan pada lereng dengan proyek tol Terbanggi Besar-Pemantang Panggang pada Sta. 3+650. Adapun parameter tanah yang digunakan berdasarkan hasil uji laboraturim yang sudah dilakukan pada saat proses pelaksanaan pengambilan sampel tanah pada Sta. 3+650. Berikut adalah parameter tanah, dan beban-beban yang bekerja, perkuatan yang digunakan, serta kondisi eksisting pada lereng.

5.2.1 Data parameter tanah

Dari hasil penyelidikan tanah PT. Egis International Indonesia didapatkan parameter tanah yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 parameter tanah asli, dan pada Tabel 5.1 data parameter tanah masa konstruksi dan Tabel 5.2 data parameter tanah pasca konstruksi.

Tabel 5. 1 Data Parameter Tanah Masa Kontruksi

NAMA		Silty Clay Very Stiff	Silt Very Stiff	Silty Clay Stiff	Clay Sand (Timbunan)
Model		MC	MC	MC	MC
Jenis		DRAINED	DRAINED	DRAINED	DRAINED
γ unsat	kN/m_3	18,3	17,8	16,7	20,24
γ sat	kN/m_3	20	19	18	22,13
Kx	m/hari	0,00000001	0,00001	0,00000001	0,00000001
Ky	m/hari	0,00000001	0,00001	0,00000001	0,00000001
Eref	kN/m_2	27200	16800	12000	7200
v	-	0,32	0,33	0,35	0,3
Kohesi ©	kN/m_2	20,2	14,2	18,42	16,87
Sudut geser (Φ)	$^\circ$	9,8	12,5	8,8	18,52
Sudut dilatasi (Ψ)	$^\circ$	0	0	0	0

(Sumber: PT. Egis International Indonesia, 2017)

Tabel 5. 2 Data Parameter Tanah Masa Pasca Kontruksi

NAMA		Silty Clay Very Stiff	Silt Very Stiff	Silty Clay Stiff	Clay Sand (Timbunan)
Model		MC	MC	MC	MC
Jenis		DRAINED	DRAINED	DRAINED	UNDRAINED
γ unsat	kN/m_3	18,3	17,8	16,7	20,24
γ sat	kN/m_3	20	19	18	22,13
Kx	m/hari	0,00000001	0,00001	0,00000001	0,00000001
Ky	m/hari	0,00000001	0,00001	0,00000001	0,00000001
Eref	kN/m_2	27200	16800	12000	7200
v	-	0,32	0,33	0,35	0,3
Kohesi ©	kN/m_2	20,2	14,2	18,42	16,87
Sudut geser (Φ)	$^\circ$	9,8	12,5	8,8	18,52

Sudut dilantasi (Ψ)	°	0	0	0	0
-------------------------------	---	---	---	---	---

(Sumber: PT. Egis International Indonesia, 2017)

5.2.2 Data Beban

Beban - beban yang bekerja adalah beban perkerasan jalan, beban gempa, dan beban lalu lintas. Adapun pada saat masa konstruksi beban yang ditinjau hanya pada beban perkerasan dan beban gempa saja. Sedangkan pada masa pasca konstruksi beban yang tinjau yaitu semua beban mulai dari beban perkerasan jalan, beban gempa, dan beban lalu lintas yang berada diatas timbunan lereng.

1. Beban Perkerasan Jalan dan Lalu Lintas

Pada beban perkerasan jalan sebesar 10 kN/m^2 data yang digunakan data sekunder, sedangkan untuk beban lalu lintas didapatkan beban sebesar 15 kN/m^2 dan dapat dilihat berdasarkan jenis dan fungsi serta sistem jaringan pada perencanaan jalan yang dapat dilihat pada Tabel 5.3. jadi pada saat masa konstruksi digunakan beban sebesar 10 kN/m^2 , sedangkan untuk masa paska konstruksi beban jalan akan dijumlahkan dengan beban lalu lintas, sehingga beban yang diterima pada jalan sebesar 25 kN/m^2 .

Tabel 5. 3 Data Parameter Beban Lalu Lintas

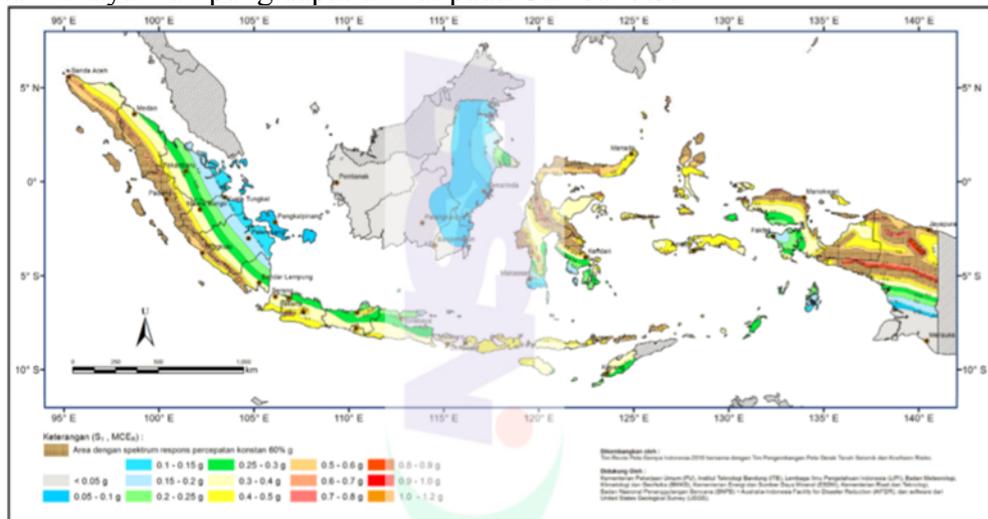
Fungsi	Sistem Jaringan	Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)	Beban Lalu Lintas (kN/m^2)
Primer	Arteri	Semua	15
	Kolektor	>10.000	15
		<10.000	12
Sekunder	Arteri	>20.000	15
		<20.000	12
	Kolektor	>6.000	12
		<6.000	10
	Lokal	>500	10
		<500	10

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

2. Beban Gempa

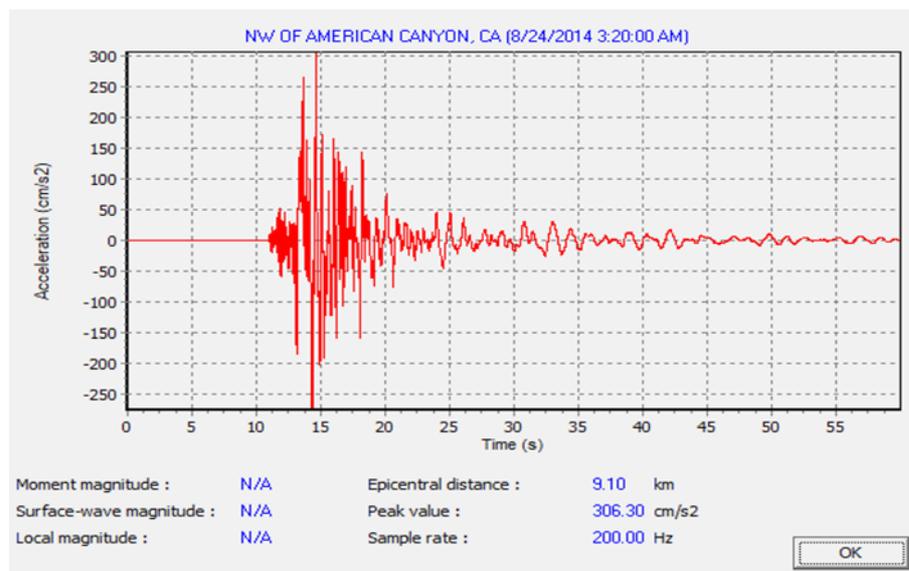
Beban gempa yang digunakan dalam analisis ini adalah beban gempa dinamik. Dari peta pada Gambar 5.2 wilayah tinjauan proyek tol Terbanggi Besar-Pemantang Panggang yang terdapat pada daerah Lampung, yang memiliki

pecepatan puncak gempa (PGA) sebesar 0,25-0,3g. Data yang sesuai yaitu SMC dengan durasi gempa tersebut adalah data pada kawasan *American Canyon, California* pada tahun 2014 akhir yang memiliki percepatan puncak gempa sebesar 0,306g. Kemudian waktu interval akibat beban gempa yang digunakan pada saat data dimasukkan ke dalam PLAXIS V. 8.6 yaitu sebesar 14,8 detik dengan asumsi telah mencapai waktu puncak. Grafik respon spectrum gempa untuk wilayah lampung dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5. 1 Peta Zonasi Gempa Indonesia

(Sumber : Tata cara perencanaan ketahanan gempa struktur bangunan gedung SNI 1726:2012)



Gambar 5. 2 Grafik Hubungan Antara Percepatan dan Waktu

(Sumber : <https://earthquake.usgs.gov/>, 2017)

5.2.3 Data Geotekstil

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

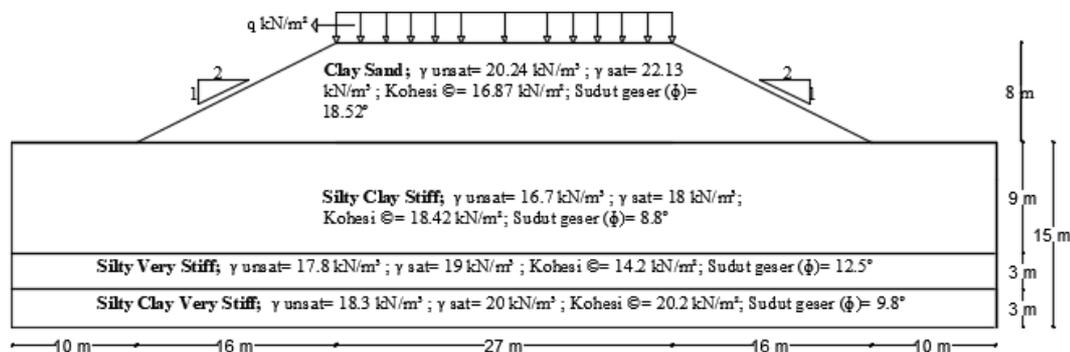
Tabel 5. 4 Data Parameter Geotekstil Woven

Paremeter	Notasi	Nilai	Satuan
Kuat Tarik Ultimit	T_{ult}	55	kN/m
Regangan	ε	0,85	%
Kekakuan Normal	EA	392,86	kN/m
Kuat Tarik Ijin	T_{all}	28	kN/m

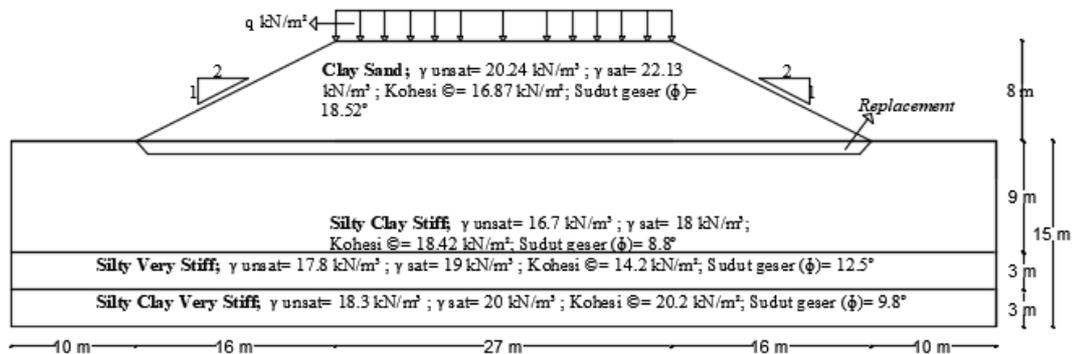
(Sumber : PT. Tetrasa Geosinindo, 2012)

5.2.4 Kondisi Eksisting pada Lereng Timbunan

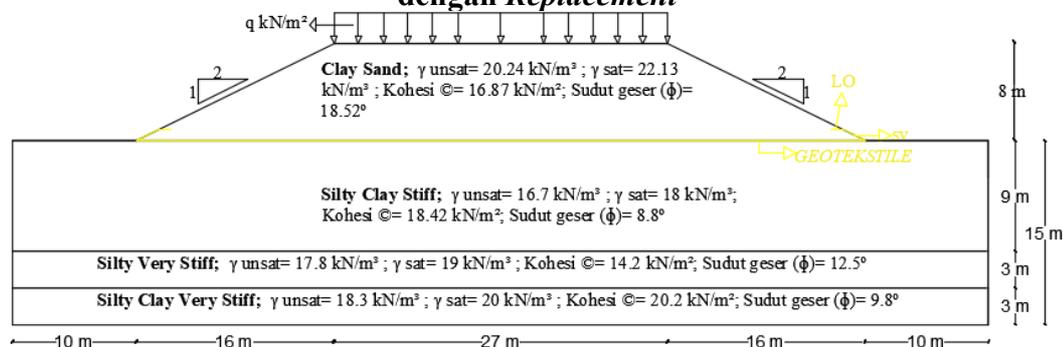
Untuk kondisi eksisting lereng timbunan dan jenis material yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 5.4 Untuk timbunan dengan kondisi timbunan dengan tanah asli, Gambar 5.5 Untuk timbunan dengan kondisi timbunan dengan *replacement* dan Gambar 5.6 Untuk timbunan dengan kondisi timbunan tanah asli dengan perkuatan geotekstil.



Gambar 5. 3 Geometri Kondisi Eksisting Timbunan Lereng Tanah Asli



Gambar 5. 4 Geometri Kondisi Eksisting Timbunan Lereng Tanah Asli dengan Replacement



Gambar 5. 5 Geometri Kondisi Eksisting Timbunan Lereng Tanah Asli dengan Perkuatan Geotekstil

4.2 Lereng Timbunan Tanah Asli

4.2.1 Analisis Menggunakan PLAXIS 8.6

Pada hasil analisis ini menggunakan program *Plaxis 8.6* yang akan ditampilkan adalah pada lereng timbunan dengan tinggi sebesar 8m, untuk penjabaran pada analisis ini meliputi pemodelan awal, kemudian pada kondisi masa konstruksi dan paska konstruksi. Untuk hasil dari pemodelan lereng tanah asli dengan tinggi 2m dapat dilihat pada Lampiran 4, lereng tanah asli dengan tinggi 4m dapat dilihat pada Lampiran 5, dan lereng tanah asli dengan tinggi 6m dapat dilihat pada Lampiran 6.

5.2.2 Timbunan Lereng 8 meter

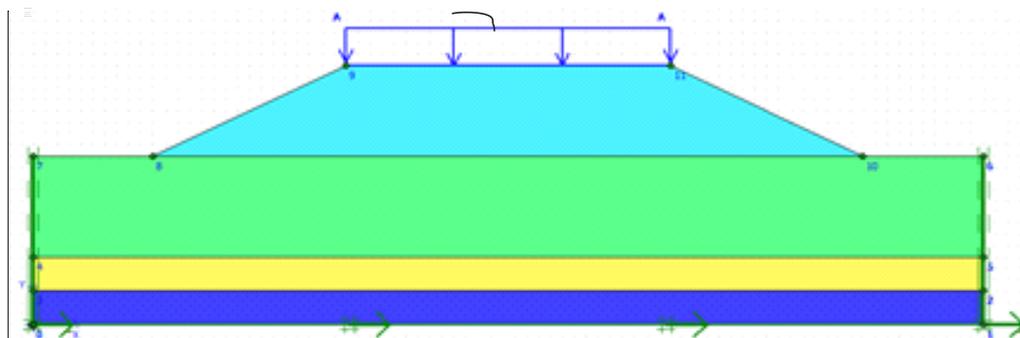
1. Pemodelan awal

Pemodelan Lereng menggunakan tanah asli, serta pemodelan menggunakan beban gempa dinamik dan beban merata. Lebar lereng sepanjang 27 meter yang

akan difungsikan menjadi jalan tol Terbanggi Besar-Pematang Panggang, Lampung Sta. 3+650. Adapun untuk titik koordinat yang akan di *input* pada *Plaxis 8.6* timbunan lereng tanah asli 8 meter dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan untuk pemodelan timbunan lereng tanah asli 8 meter dapat dilihat pada Gambar 5.7 sebagai berikut.

Tabel 5. 5 Titik Koordinat pada Timbunan Lereng 8m

No.	X (m)	Y (m)	No.	X (m)	Y (m)
0	0	0	6	0	15
1	79	0	7	79	15
2	0	3	8	10	15
3	79	3	9	69	19
4	0	6	10	26	23
5	79	6	11	53	23

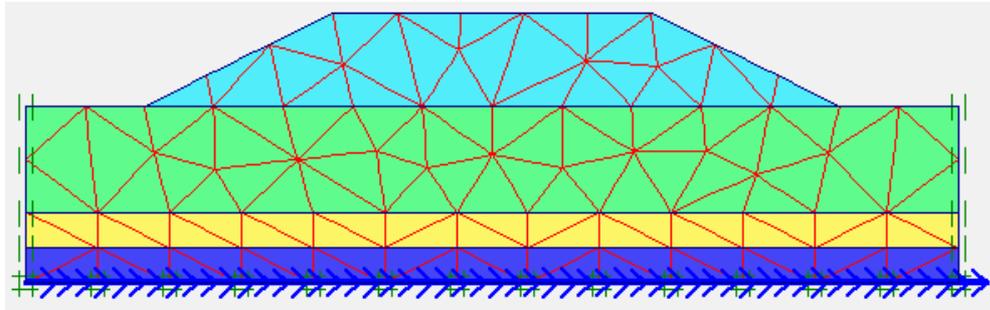


Gambar 5. 6 Pemodelan Timbunan Lereng Tanah Asli 8m

2. Kondisi Masa Konstruksi

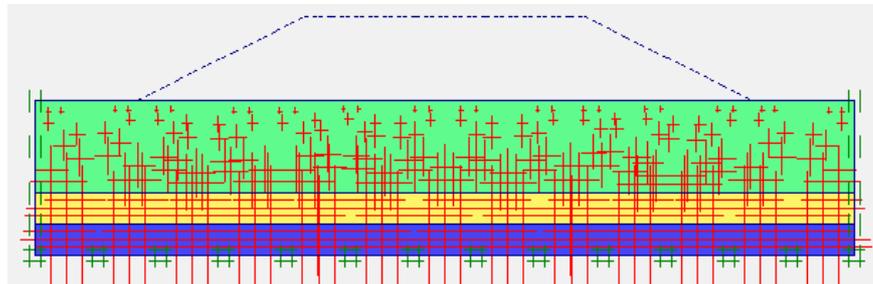
Pada tahapan masa konstruksi terjadi pembuatan timbunan lereng, pada tahap ini timbunan tanah asli bersifat *dreained* karena tanah dianggap masih terdrainase dengan baik. Untuk beban yang bekerja pada masa konstruksi yaitu beban struktur pekerasan jalan yang berada diatas ditimbunan dengan beban sebesar 10 kN/m². Kemudian setelah dilakukan *input* parameter tanah, maka ketahap selanjutnya

yaitu melakukan penyusunan jaringan elemen (*meshing*). Adapun hasil jaringan elemen (*meshing*) dapat dilihat pada Gambar 5.8 sebagai berikut.



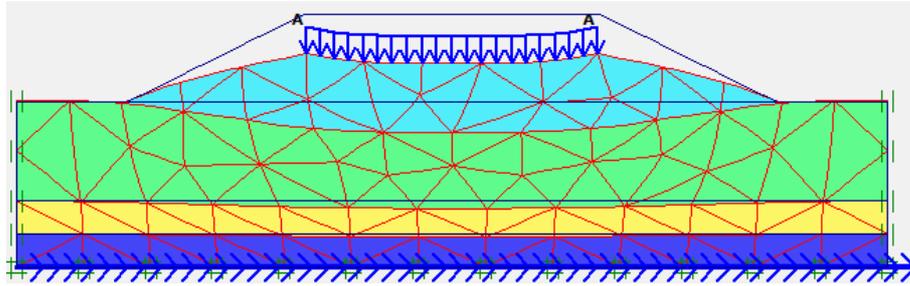
Gambar 5. 7 Jaringan Elemen (*Meshing*) Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Masa Konstruksi akibat Beban Struktur

Setelah dilakukan *meshing* kemudian dilakukan tahap analisis kondisi awal (*intital calculation*). Adapun hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.9 sebagai berikut.

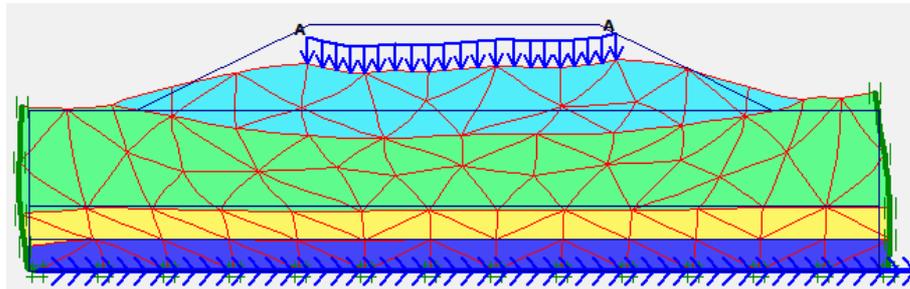


Gambar 5. 8 *Initial Soil Stresses* Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Masa Konstruksi

Kemudian masuk ketahap *calculation* (perhitungan) timbunan lereng tanah asli setinggi 8m mempunyai enam tahap. Tahap pertama yaitu analisis perhitungan akibat beban diberikan timbunan setinggi 8m. tahap kedua yaitu analisis perhitungan akibat beban struktur perkerasan jalan sebesar 10 kN/m^2 . Tahap ketiga yaitu analisis perhitungan akibat beban gempa. Tahap keempat yaitu analisis perhitungan faktor keamanan (*SF*) akibat beban struktur perkerasan jalan dan tahap kelima yaitu perhitungan faktor keamanan (*SF*) akibat beban struktur dan gempa. Tahap keenam yaitu konsolidasi (penurunan) tanah dengan interval waktu selama 1 tahun. Adapun untuk hasil deformed mesh pada timbunan lereng tanah asli 8 meter dapat lihat pada Gambar 5.10 dan Gambar 5.11 sebagai berikut.

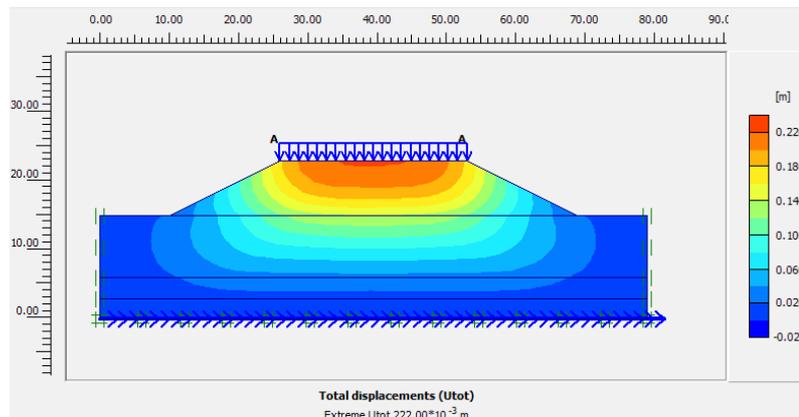


Gambar 5. 9 Deformed Mesh Timbunan Lereng Tanah Asli 8 Masa Konstruksi akibat Beban Struktur

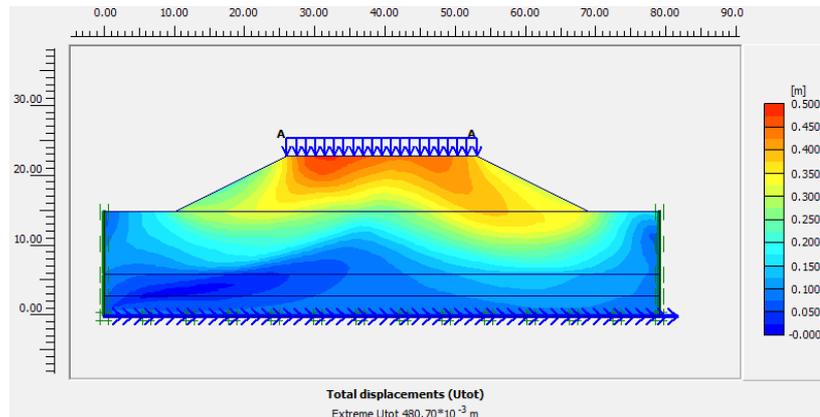


Gambar 5. 10 Deformed Mesh Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Masa Konstruksi akibat Beban Struktur dan Gempa

Kemudian untuk besarnya nilai *total displacement* pada timbunan lereng tanah asli 8 meter mempunyai timbunan dengan beban akibat struktur sebesar 220×10^{-3} m, sedangkan untuk beban struktur dan beban gempa mempunyai beban sebesar $400,70 \times 10^{-3}$ m. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.12 dan Gambar 5.13 sebagai berikut.

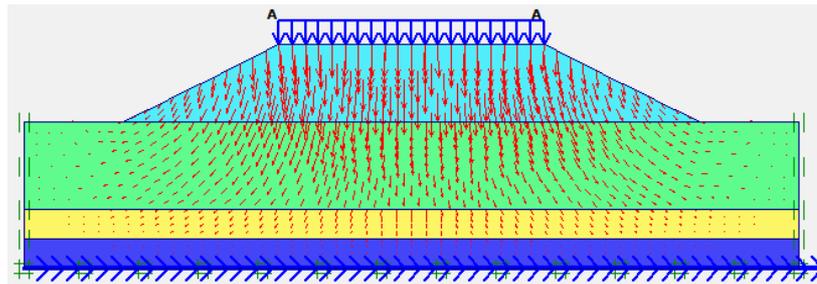


Gambar 5. 11 Total Displacement Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Masa Konstruksi akibat Beban Struktur

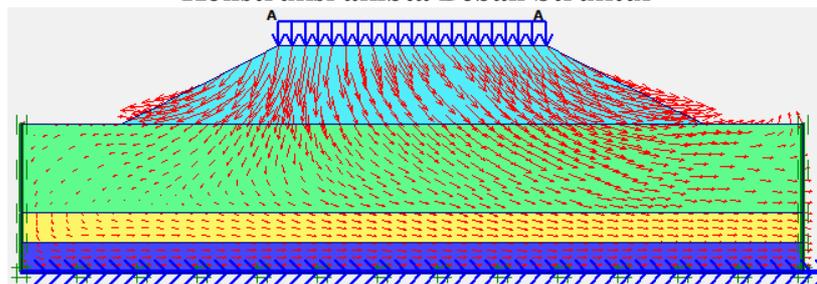


Gambar 5. 12 Total Displacement Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Masa Konstruksi akibat Beban Struktur dan Gempa

Kemudian untuk arah pergerakan pada timbunan lereng tanah asli 8 meter masa konstruksi dapat dilihat pada Gambar 5.14 dan Gambar 5.15 sebagai berikut.

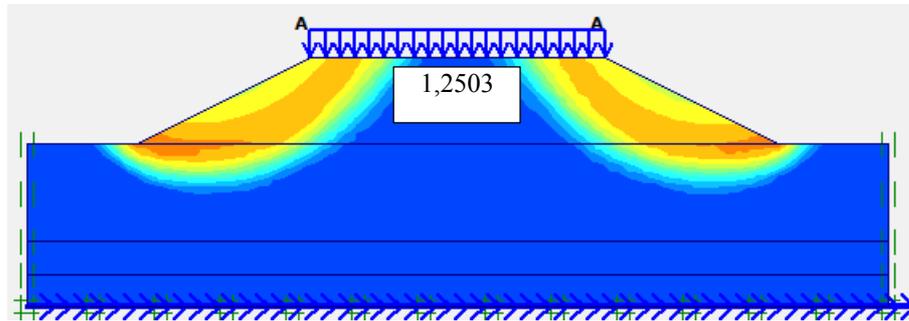


Gambar 5. 13 Arah Pergerakan tanah Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Masa Konstruksi akibat Beban Struktur

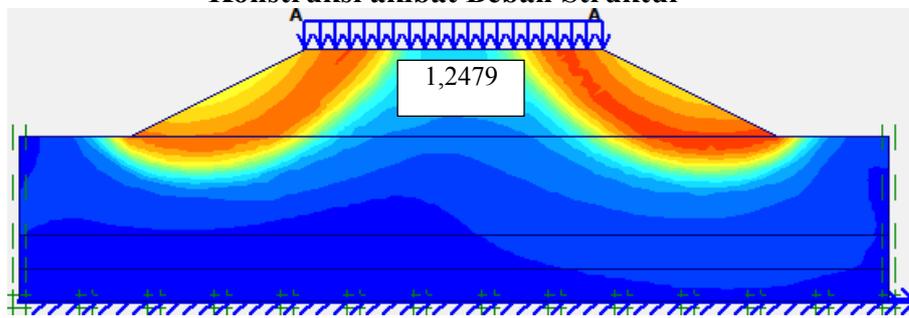


Gambar 5. 14 Arah Pergerakan tanah Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Masa Konstruksi akibat Beban Struktur dan Gempa

Kemudian untuk potensi kelongsoran pada timbunan lereng 8 meter dapat dilihat pada Gambar 5.16 dan Gambar 5.17 sebagai berikut.

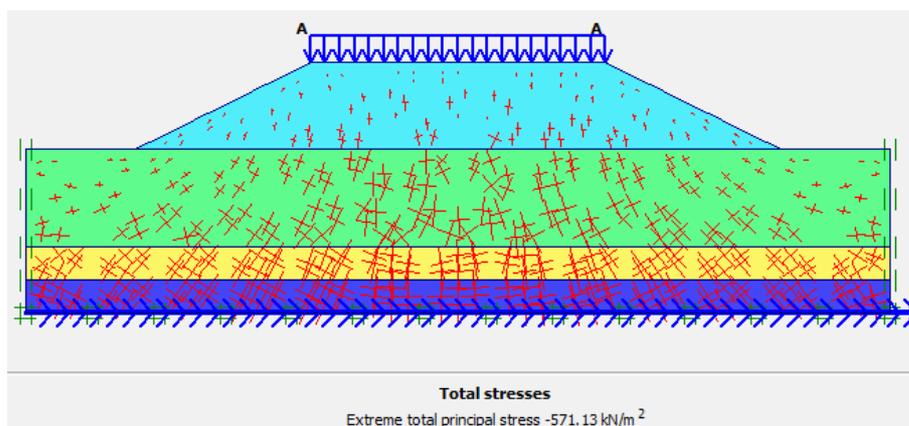


Gambar 5. 15 Potensi Kelongsoran Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Masa Konstruksi akibat Beban Struktur

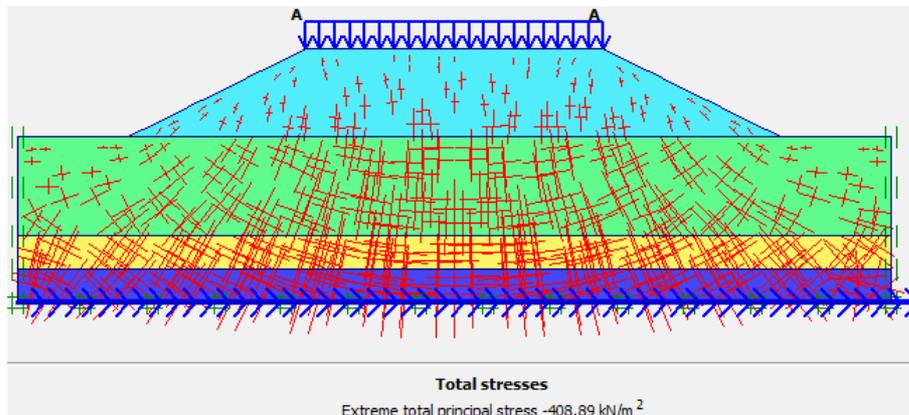


Gambar 5. 16 Potensi Kelongsoran Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Masa Konstruksi akibat Beban Struktur dan Gempa

Kemudian untuk besarnya nilai *effective stresses* pada timbunan lereng tanah asli 8 meter akibat beban struktur sebesar $-571,13 \text{ kN/m}^2$, sedangkan akibat beban struktur dan beban gempa $-409,89 \text{ kN/m}^2$. Untuk hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.18 dan Gambar 5.19 sebagai berikut.

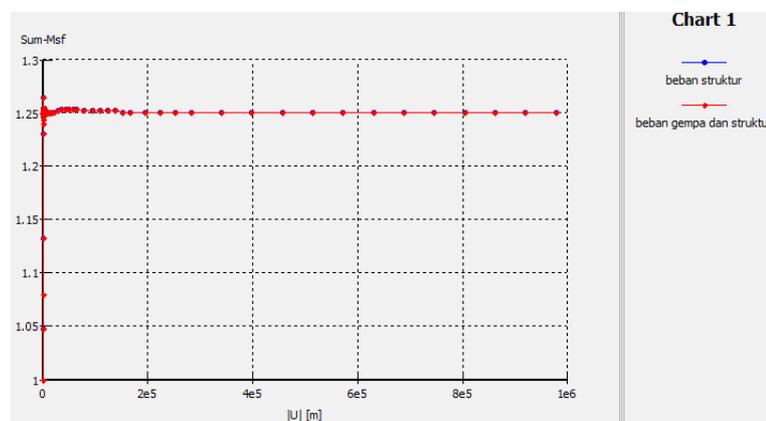


Gambar 5. 17 Nilai *Effective Stresses* Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Masa Perkuatan akibat Beban Struktur

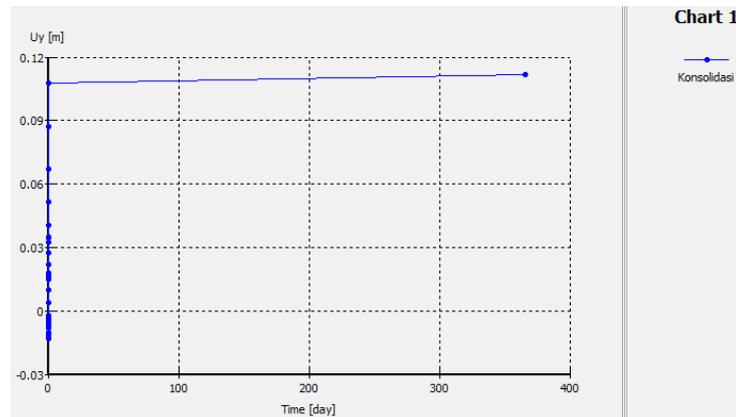


Gambar 5. 18 Nilai *Effective Stresses* Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Masa Perkuatan akibat Beban Struktur dan Gempa

Kemudian untuk nilai angka (SF) pada timbunan lereng tanah asli 8 meter akibat beban struktur mempunyai nilai sebesar 1,2503, sedangkan akibat beban struktur dan beban gempa mempunyai nilai sebesar 1,2479 dan untuk hasil konsolidasi yang dengan waktu selama 1 tahun mempunyai nilai sebesar 0,320 m. Hasil untuk angka aman (SF) dapat dilihat pada Gambar 5.20 dan untuk konsolidasi dapat dilihat pada Gambar 5.21 sebagai berikut.



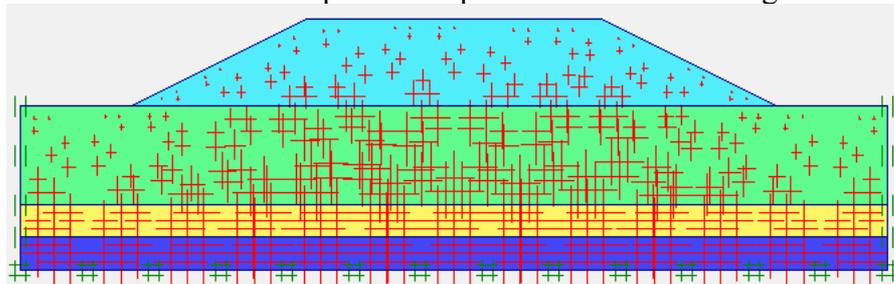
Gambar 5. 19 Kurva Angka Aman (SF) pada Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Masa Konstruksi



Gambar 5. 20 Konsolidasi Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Masa Konstruksi Selama Periode 1 Tahun

3. Kondisi Paska Konstruksi

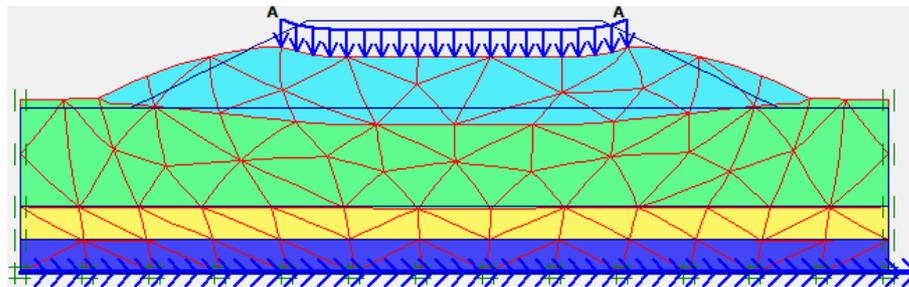
Pada kondisi paska konstruksi semua tahapan pada umumnya sama seperti pada tahap masa konstruksi analisis timbunan 8 meter yang sudah dijelaskan pada penjelasan sebelumnya, hanya saja pada kondisi ini timbunan tanah asli dianggap bersifat *undrained* karena timbunan sudah tertutup oleh struktur perkerasan jalan sehingga dianggap sudah tak terdrainase lagi dan pada kondisi ini beban berubah menjadi 25 kN/m^2 karena adanya beban lalu lintas sebesar 15 kN/m^2 . Adapun untuk hasil *intial soil stresses* dapat dilihat pada Gambar 5.22 sebagai berikut.



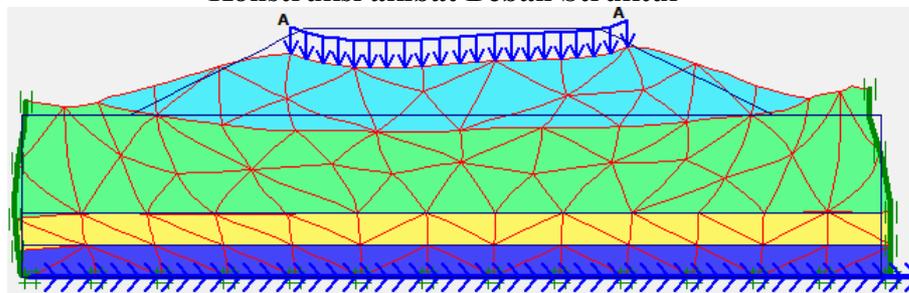
Gambar 5. 21 Initial Soil Stresses Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Paska Konstruksi

Kemudian untuk analisis selanjut yaitu analisis perhitungan (*calculation*) paska konstruksi tanah asli tanpa perkuatan mempunyai lima tahapan. Tahap pertama yaitu analisis berat timbunan setinggi 8m. tahap kedua yaitu analisis akibat beban struktur perkerasan jalan. Tahap ketiga yaitu analisis akibat beban struktur jalan dan gempa. Tahap keempat yaitu analisis faktor keamanan (*SF*) akibat beban struktur perkerasan jalan dan lalu lintas. Tahap kelima yaitu analisis faktor

keamanan (SF) akibat beban struktur dan gempa. Adapun hasilnya dapat dilihat dalam Gambar 5.23 dan Gambar 5.24 sebagai berikut.

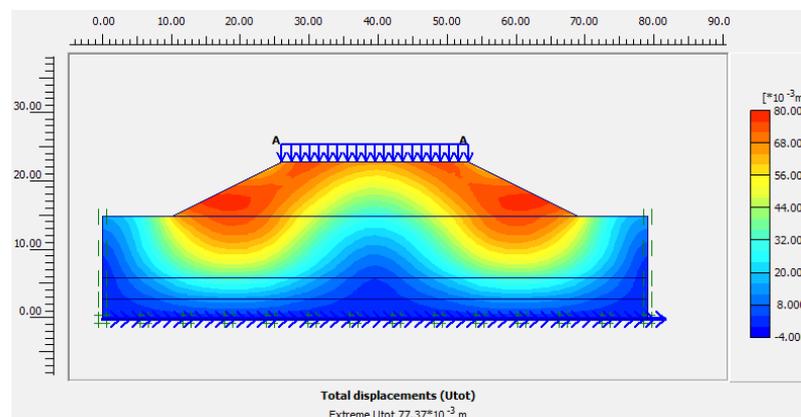


Gambar 5. 22 Deformed Mesh Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Paska Konstruksi akibat Beban Struktur

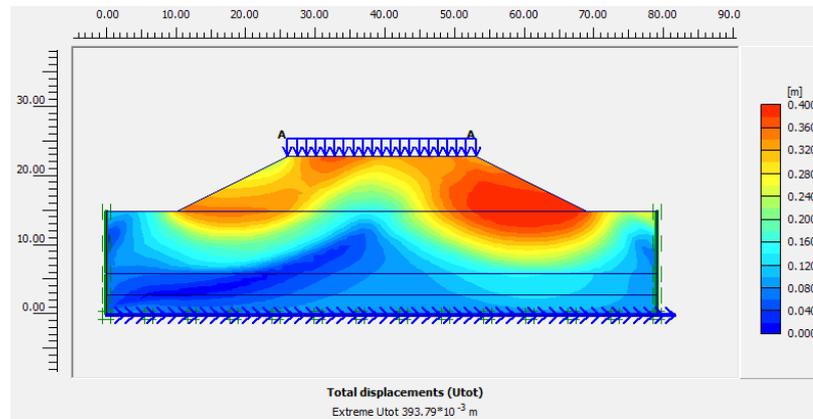


Gambar 5. 23 Deformed Mesh Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Paska Konstruksi akibat Beban Struktur dan Gempa

Kemudian untuk besarnya nilai total displacement pada timbunan lereng tanah asli 8 meter paska konstruksi akibat beban struktur perkerasan lalu lintas mempunyai nilai sebesar $77,37 \times 10^{-3}$ m, sedangkan akibat beban struktur lalu lintas dan beban gempa didapatkan nilai sebesar 393×10^{-3} m. Adapun nilai dari hasil nilai total displacement dapat dilihat pada Gambar 5.25 dan Gambar 5.26 sebagai berikut.

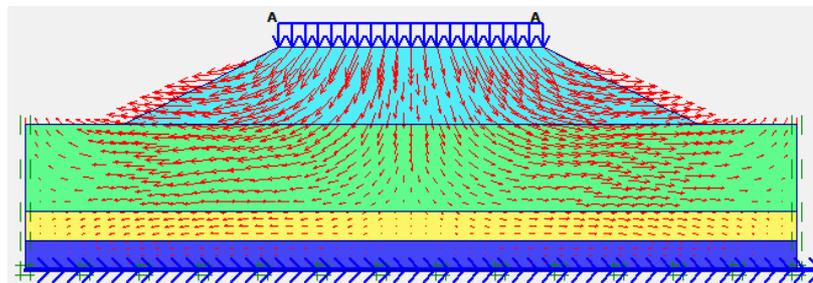


Gambar 5. 24 Nilai *Total Displacement* Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Paska Konstruksi Akibat Beban Lalu Lintas

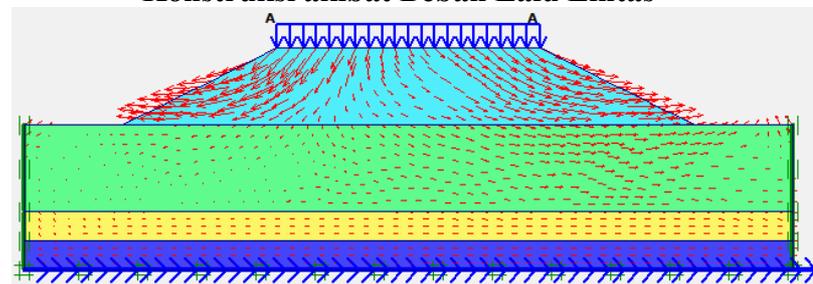


Gambar 5. 25 Nilai *Total Displacement* Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Paska Konstruksi Akibat Beban Lalu Lintas dan Gempa

Untuk arah pergerakan timbunan tanah asli 8 meter paska konstruksi pada saat diberikan beban struktur lalu lintas dan beban gempa Adapun hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.27 dan Gambar 5.28 sebagai berikut.

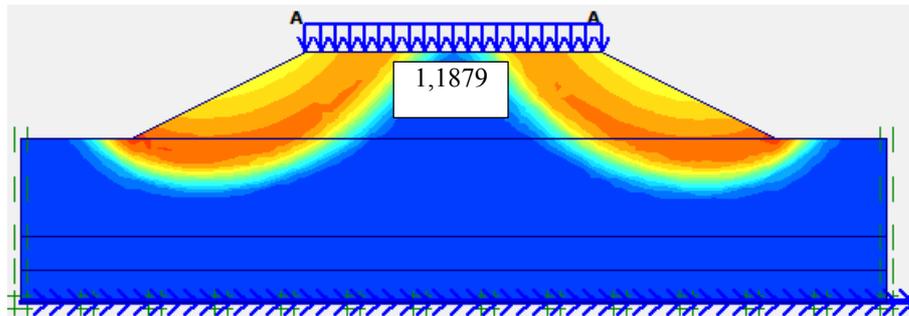


Gambar 5. 26 Arah Pergerakan Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Paska Konstruksi akibat Beban Lalu Lintas

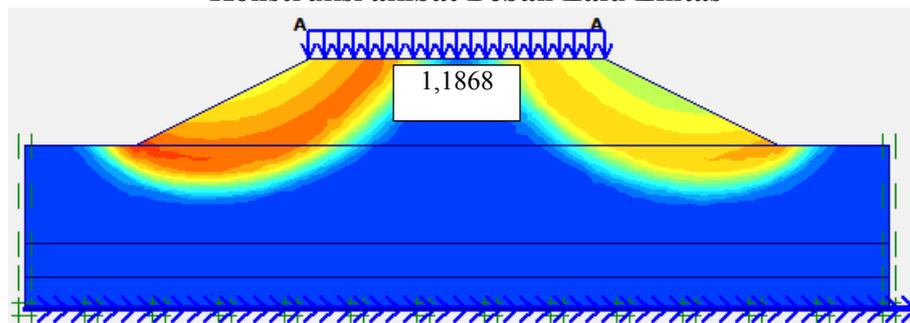


Gambar 5. 27 Arah Pergerakan Timbunan Lereng Tanah Asli 8 m Paska Konstruksi akibat Beban Lalu Lintas dan Gempa

Kemudian untuk potensi kelongsoran pada timbunan lereng tanah asli 8 meter paska konstruksi dapat dilihat pada Gambar 5.29 dan Gambar 5.30 sebagai berikut.

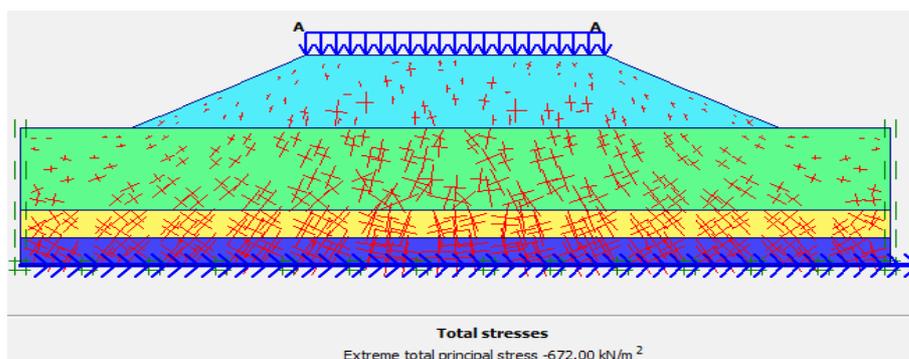


Gambar 5. 28 Potensi Kelongsoran Timbunan Lereng Tanah Asli 6m Paska Konstruksi akibat Beban Lalu Lintas

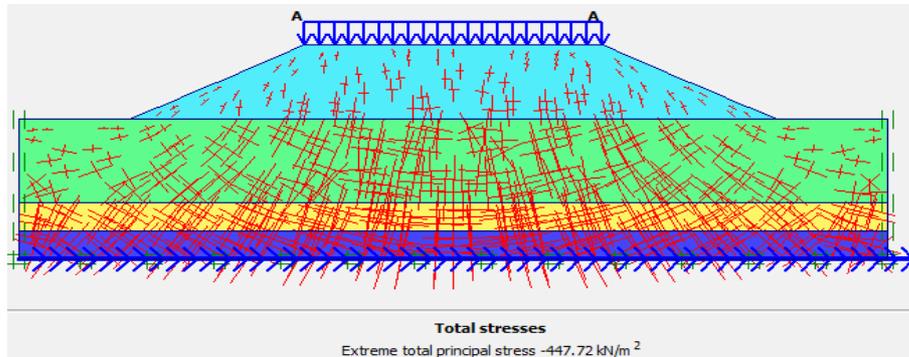


Gambar 5. 29 Potensi Kelongsoran Timbunan Lereng Tanah Asli 6m Paska Konstruksi akibat Beban Lalu Lintas dan Gempa

Kemudian untuk nilai *effective stresses* pada timbunan lereng tanah asli 8 meter paska konstruksi akibat beban struktur lalu lintas mempunyai nilai sebesar -672 kN/m^2 , sedangkan akibat beban struktur lalu lintas dan beban gempa mempunyai nilai sebesar $-447,72 \text{ kN/m}^2$. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.31 dan Gambar 5.32 sebagai berikut.

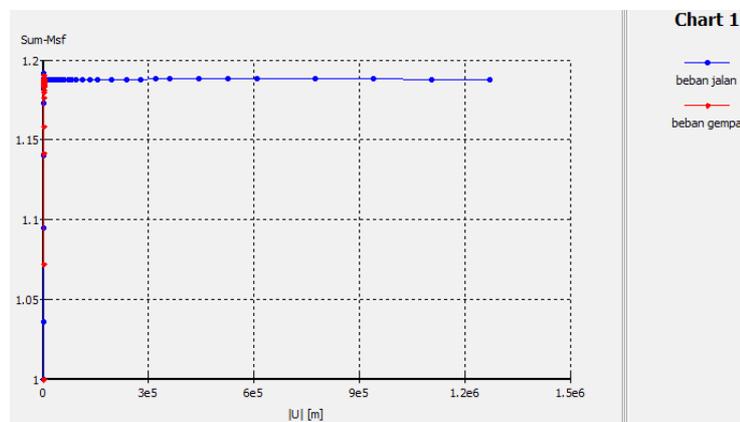


Gambar 5. 30 Nilai Effective Stresses pada Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Paska Konstruksi akibat Beban Struktur Lalu Lintas



Gambar 5. 31 Nilai *Effective Stresses* pada Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Paska Konstruksi akibat Beban Lalu Lintas dan Gempa

Untuk nilai angka aman (SF) pada timbunan lereng tanah asli 8 meter tanpa perkutan akibat beban struktur lalu lintas mempunyai nilai sebesar 1,1879, sedangkan akibat beban struktur lalu lintas dan beban gempa mempunyai nilai sebesar 1,1868. Adapun hasil dari nilai angka aman (SF) dapat dilihat dalam Gambar 5.33 sebagai berikut.



Gambar 5. 32 Nilai Angka Aman (SF) Timbunan Lereng Tanah Asli 8m Paska Konstruksi

4.2.2 Rekapitulasi Hasil Angka Aman (SF) dan konsolidasi

Adapun hasil rekapitulasi angka aman (SF) dan konsolidasi pada timbunan lereng tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 sebagai berikut.

Tabel 5. 6 Rekapitulasi Hasil Angka Aman Pada Kondisi Tanah Asli

ANGKA AMAN (SF)	KONDISI TANAH ASLI			
	MASA KONSTRUKSI		PASKA KONSTRUKSI	
	BEBAN	BEBAN	BEBAN	BEBAN
TIMBUNAN 2m	1,9355	1,841	1,9221	1,7894
TIMBUNAN 4m	1,7338	1,7014	1,5326	1,4882
TIMBUNAN 6m	1,4367	1,4354	1,2486	1,2469
TIMBUNAN 8m	1,2503	1,2479	1,1879	1,1868

Dapat dilihat pada Tabel 5.6 Angka aman (SF) pada timbunan 2m dan timbunan 4m sudah melebihi factor angka aman yang ditentukan sebesar 1,3, akan tetapi pada timbunan 6m dan 8m masih belum memenuhi syarat $SF > 1,3$. Maka dilakukan kembali analisis dengan menambahkan perbaikan tanah pada muka tanah digali sedalam 1m untuk dilakukan perbaikan (*replacement*). Adapun timbunan yang diperbaiki hanya pada timbunan 6m dan 8m saja dikarenakan factor angka aman masih belum mencapai lebih besar dari angka aman ijin sebesar 1,3.

Tabel 5. 7 Hasil Konsolidasi pada Timbunan Lereng Tanah Asli

KONSOLIDASI TANAH ASLI		
TIMBUNAN	PENURUNA N	SATUA N
2m	0,1320	m
4m	0,19437	m
6m	0,30329	m
8m	0,45648	m

5.3 Timbunan Lereng Tanah dengan *Replacement*

Pada hasil analisis ini menggunakan program *Plaxis 8.6* yang akan ditampilkan adalah lereng timbunan tanah asli dengan *replacement* dengan tinggi sebesar 8m, untuk penjabaran pada analisis ini meliputi pemodelan awal, kemudian pada kondisi masa konstruksi dan paska konstruksi. Untuk hasil dari pemodelan lereng tanah asli dengan tinggi 6m dapat dilihat pada Lampiran 7.

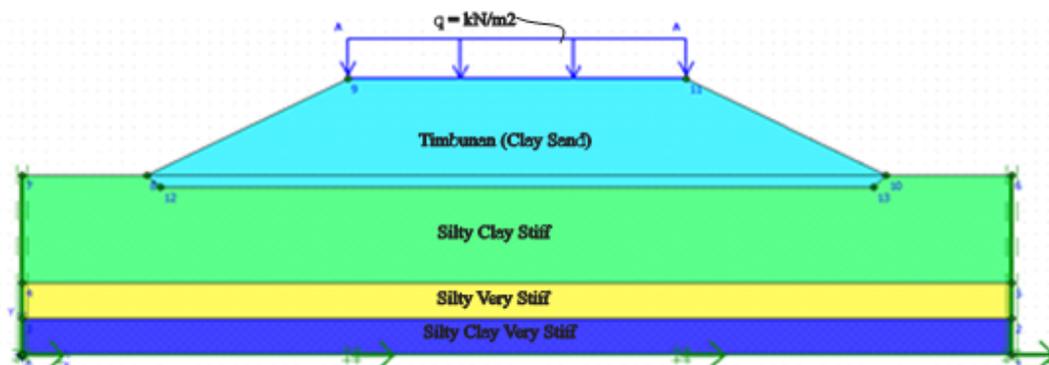
5.6.1 Timbunan Lereng 8 meter dengan *Replacement*

1. Pemodelan awal

Pemodelan Lereng dengan menggunakan *replacement* pada tanah dasar, untuk jenis yang digunakan pada *replacement* menggunakan tanah asli pada timbunan yang sesuai dengan data parameter tanah pada proyek jalan tol Terbanggi Besar-Pemantang Panggang Lampung, kemudian *replacement* yang dibuat sedalam satu meter yang nantinya akan digali dan kemudian akan di timbun dengan timbunan yang sesuai parameter tanah asli pada daerah proyek. Untuk parameter beban yang di *input* kedalam program *Plaxis* adalah beban struktur perkerasan jalan pada masa konstruksi dan beban lalu lintas pada paska konstruksi. Kemudian untuk beban gempa digunakan data dari SMC dengan grafik antara percepatan dan waktu gempa yang sesuai dengan data gempa pada daerah lampung dengan PGA 0,25-0.3g. Lebar lereng sepanjang 27 meter yang akan difungsikan menjadi jalan tol Terbanggi Besar-Pemantang Panggang, Lampung Sta. 3+650. Adapun titik koordinat yang akan di input kedalam *Plaxis* V.8.6 dapat dilihat dalam Tabel 5.8 dan untuk pemodelan lereng timbunan tanah asli setinggi 8m dengan *replacement* dapat dilihat pada Gambar 5.35 sebagai berikut.

Tabel 5. 8 Titik Koordinat Timbunan Lereng 8m dengan *Replacement*

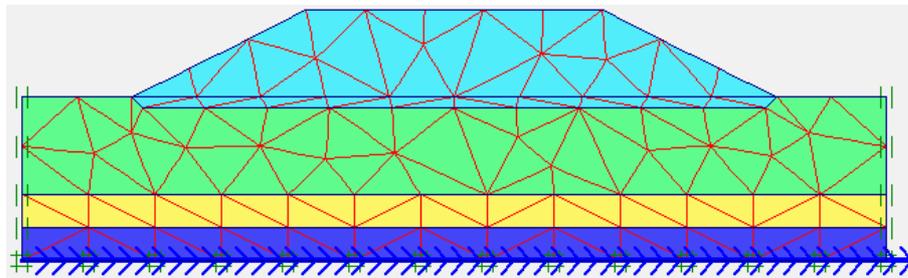
No.	X (m)	Y (m)	No.	X (m)	Y (m)
0	0	0	6	0	15
1	79	0	7	79	15
2	0	3	8	10	15
3	79	3	9	69	19
4	0	6	10	26	23
5	79	6	11	53	23



Gambar 5. 33 Pemodelan Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan *Replacement*

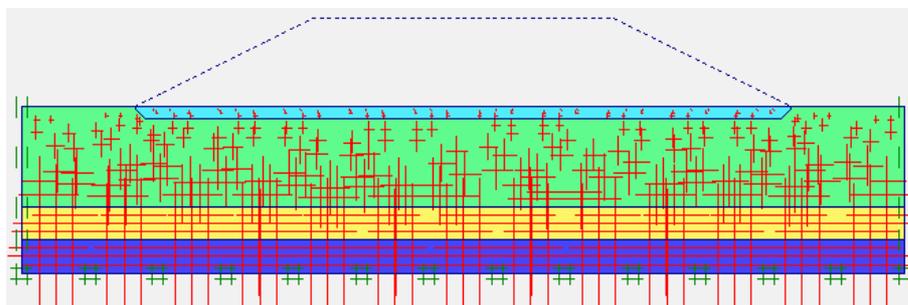
2. Kondisi Masa Konstruksi

Pada tahapan masa konstruksi terjadi pembuatan timbunan lereng, pada tahap ini timbunan tanah asli bersifat *dreained* karena tanah dianggap masih terdrainase dengan baik. Untuk beban yang bekerja pada masa konstruksi yaitu beban struktur pekerasan jalan yang berada diatas ditimbunan dengan beban sebesar 10 kN/m^2 . Kemudian setelah dilakukan *input* parameter tanah, maka ketahap selanjutnya yaitu melakukan penyusunan jaringan elemen (*meshing*). Adapun hasil jaringan elemen (*meshing*) dapat dilihat pada Gambar 5.36 sebagai berikut.



Gambar 5. 34 Jaringan Elemen (*Meshing*) Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan *Replacement* Masa Konstruksi akibat Struktur

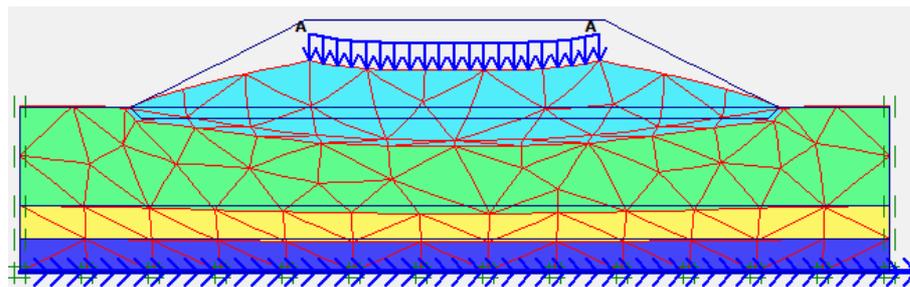
Setelah dilakukan *meshing* kemudian dilakukan tahap analisis kondisi awal (*intital calculation*). Pada analisis ini tidak mengikut sertakan tekanan air tanah. Adapun hasilnya dapat *initial soil stresess* dilihat pada Gambar 5.37 sebagai berikut.



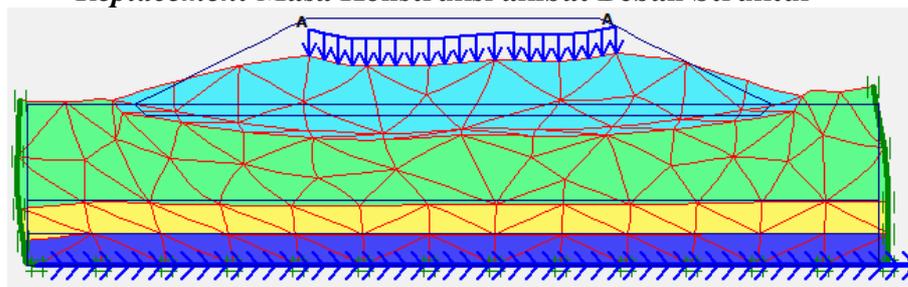
Gambar 5. 35 *Initial Soil Stresses* Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan *Replacement* Masa Konstruksi

Pada tahap selanjutnya yaitu *calculation* (perhitungan) timbunan lereng tanah asli 8m dengan *replacement* mempunyai delapan tahapan. Tahap pertama yaitu

analisis perhitungan akibat galian *base* sedalam satu meter. Tahap kedua yaitu analisis perhitungan akibat timbunan *base* menggunakan tanah timbunan. Tahap ketiga yaitu analisis perhitungan timbunan akibat timbunan tanah asli dengan tinggi 8m. Tahap keempat yaitu analisis perhitungan akibat beban struktur perkerasan jalan. Tahap kelima yaitu analisis timbunan akibat beban struktur perkerasan jalan dan beban gempa. Tahap keenam yaitu analisis faktor keamanan (*SF*) akibat beban struktur perkerasan jalan. Tahap ketujuh analisis faktor keamanan (*SF*) akibat beban struktur jalan dan beban gempa. Tahap kedelapan yaitu menganalisis konsolidasi (penurunan) tanah selama 1 tahun. Adapun untuk hasil *deformed mesh* pada timbunan lereng tanah asli 8 meter dapat dilihat pada Gambar 5.38 dan Gambar 5.39 sebagai berikut.

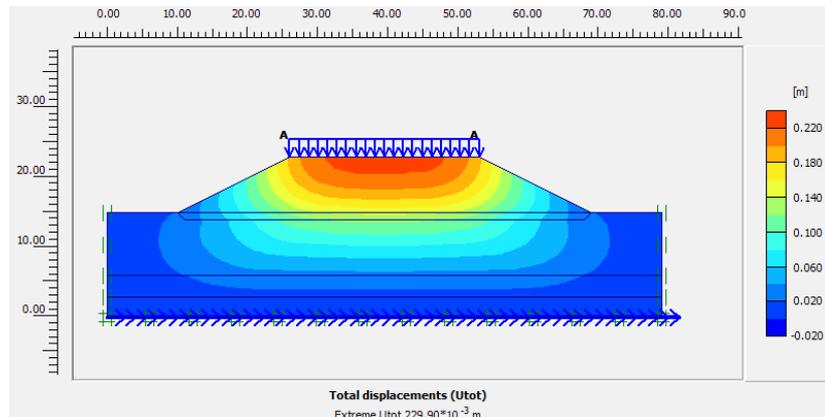


Gambar 5. 36 Deformed Mesh Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Replacement Masa Konstruksi akibat Beban Struktur

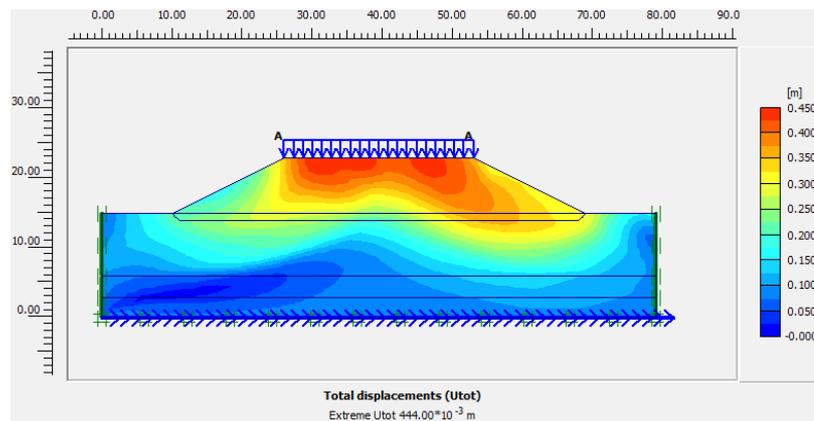


Gambar 5. 37 Deformed Mesh Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Replacement Masa Konstruksi akibat Beban Struktur dan Gempa

Kemudian untuk besarnya nilai *total displacement* pada timbunan lereng tanah asli 8 meter mempunyai timbunan dengan beban akibat struktur sebesar $229,90 \times 10^{-3}$ m, sedangkan untuk beban struktur dan beban gempa mempunyai beban sebesar 444×10^{-3} m. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.40 dan Gambar 5.41 sebagai berikut.

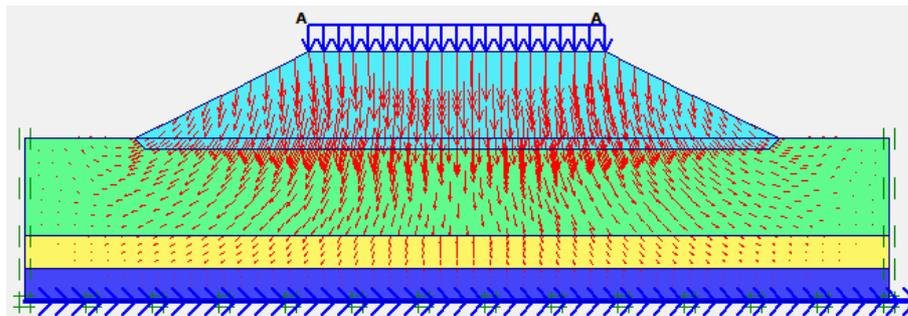


Gambar 5. 38 Total Displacement Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Replacement Masa Konstruksi akibat Beban Struktur

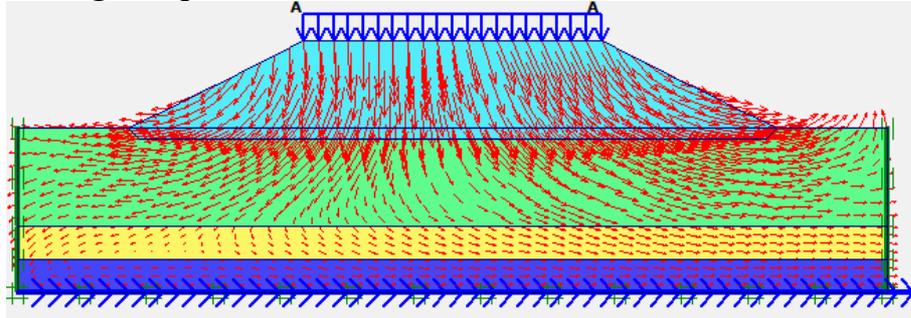


Gambar 5. 39 Total Displacement Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Replacement Masa Konstruksi akibat Beban Struktur dan Gempa

Kemudian untuk arah pergerakan pada timbunan lereng tanah asli 8 meter masa konstruksi dapat dilihat pada Gambar 5.42 dan Gambar 5.43 sebagai berikut.

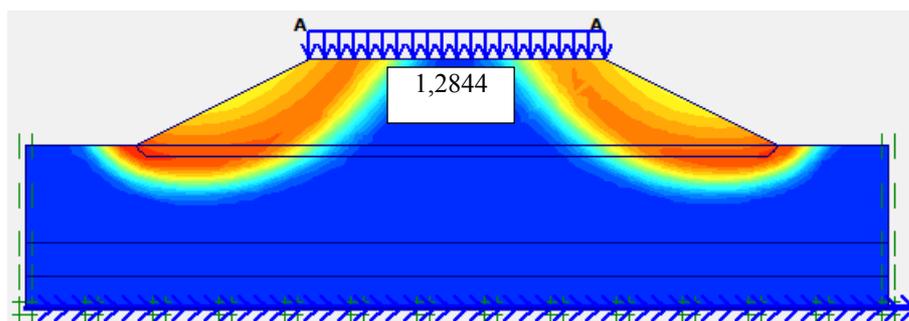


Gambar 5. 40 Arah Pergerakan Tanah Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan *Replacement* Masa Konstruksi akibat Beban Struktur

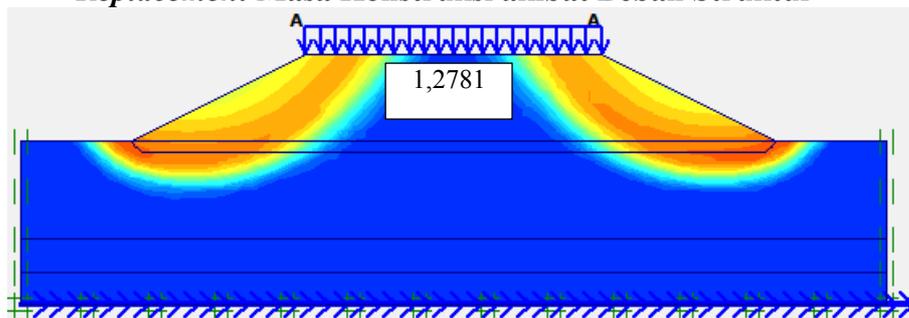


Gambar 5. 41 Arah Pergerakan Tanah Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan *Replacement* Masa Konstruksi akibat Beban Struktur dan Gempa

Kemudian untuk potensi kelongsoran pada timbunan lereng 8 meter dapat dilihat pada Gambar 5.44 dan Gambar 5.45 sebagai berikut.



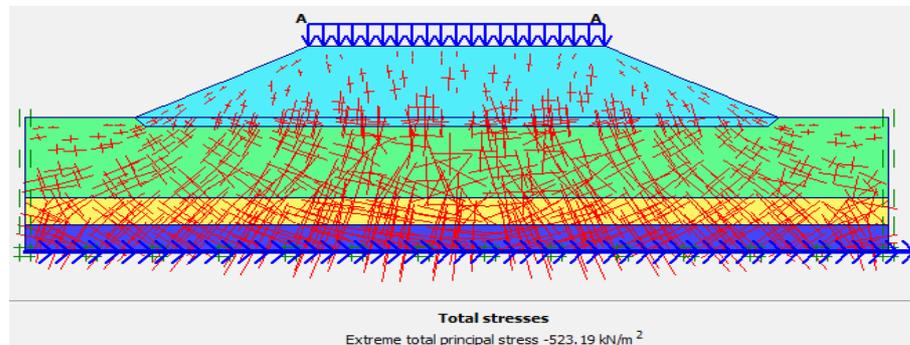
Gambar 5. 42 Potensi Kelongsoran Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan *Replacement* Masa Konstruksi akibat Beban Struktur



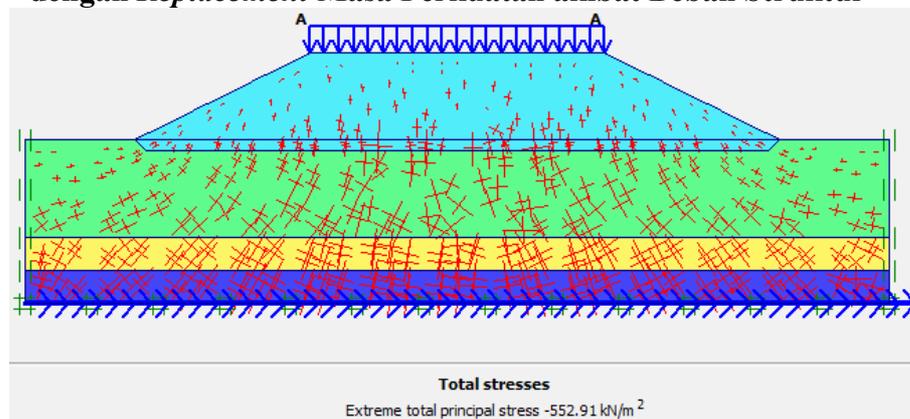
Gambar 5. 43 Potensi Kelongsoran pada Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan *Replacement* Masa Konstruksi akibat Beban Struktur dan Gempa

Kemudian untuk besarnya nilai *effective stresses* pada timbunan lereng tanah asli 8 meter akibat beban struktur sebesar $-523,19 \text{ kN/m}^2$, sedangkan akibat beban

struktur dan beban gempa 552,91 kN/m². Untuk hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.46 dan Gambar 5.47 sebagai berikut.

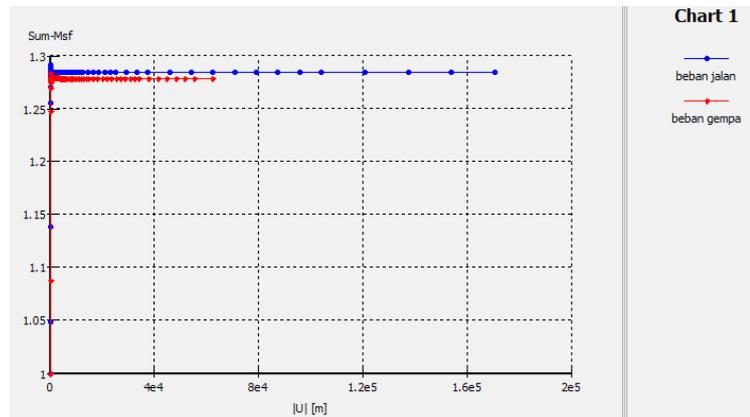


Gambar 5. 44 Nilai *Effective Stresses* pada Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan *Replacement* Masa Perkuatan akibat Beban Struktur

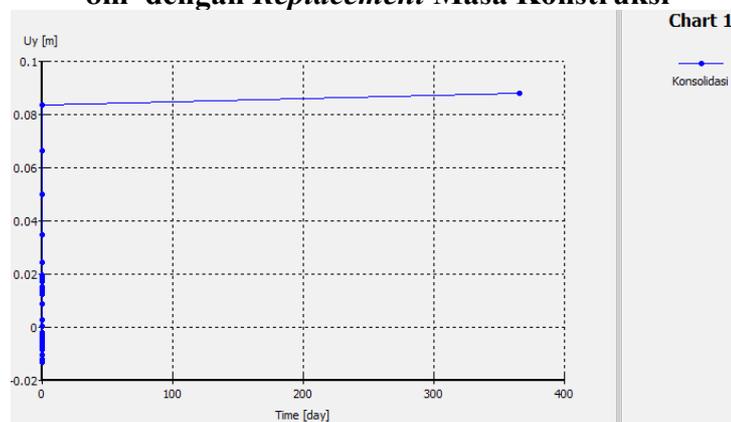


Gambar 5. 45 Nilai *Effective Stresses* pada Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan *Replacement* Masa Perkuatan akibat Beban Struktur dan Gempa

Kemudian untuk nilai angka (*SF*) pada timbunan lereng tanah asli 8 meter akibat beban struktur mempunyai nilai sebesar 1,2844, sedangkan akibat beban struktur dan beban gempa mempunyai nilai sebesar 1,2781 dan untuk hasil konsolidasi selama 1 tahun didapatkan sebesar 0,44943 m. Hasil untuk angka aman (*SF*) dapat dilihat pada Gambar 5.48 dan untuk hasil konsolidasi dapat dilihat pada Gambar 5.49 sebagai berikut.



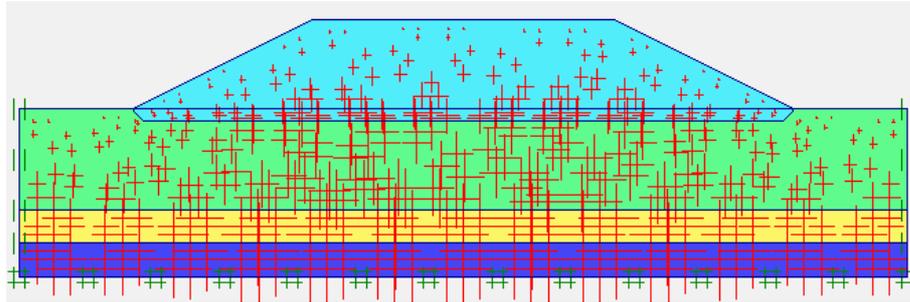
Gambar 5. 46 Kurva Angka Aman (SF) pada Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan *Replacement* Masa Konstruksi



Gambar 5. 47 Konsolidasi Timbunan Lereng Tanah Asli 8mdengan *Replacement* Masa Konstruksi Selama Periode 1 Tahun

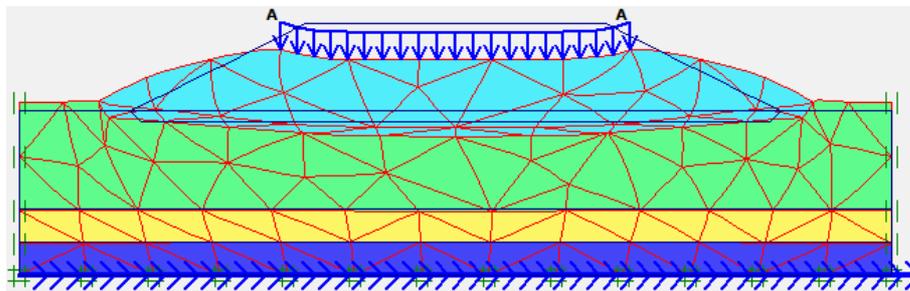
3. Kondisi Paska Konstruksi

Pada kondisi paska konstruksi semua tahapan pada umumnya sama seperti pada tahap masa konstruksi analisis timbunan 8 meter yang sudah dijelaskan pada penjelasan sebelumnya, hanya saja pada kondisi ini timbunan tanah asli dianggap bersifat *undrained* karena timbunan sudah tertutup oleh struktur perkerasan jalan sehingga dianggap sudah tak terdrainase lagi dan pada kondisi ini beban berubah menjadi 25 kN/m^2 karena adanya beban lalu lintas sebesar 15 kN/m^2 . Adapun untuk hasil *intial soil stresses* dapat dilihat pada Gambar 5.50 sebagai berikut.

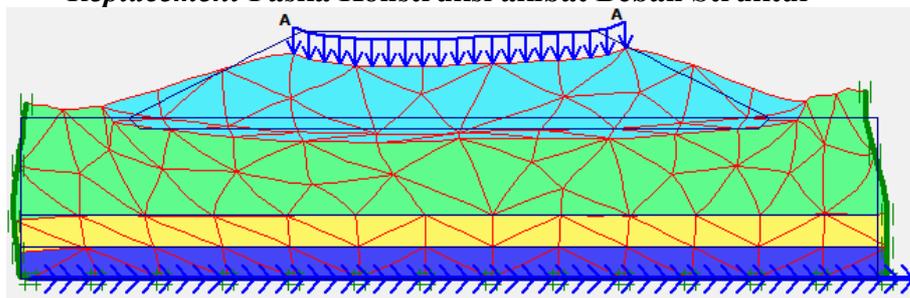


Gambar 5. 48 *Initial Soil Stresses* Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan *Replacement* Paska Konstruksi

Kemudian untuk analisis selanjutnya yaitu analisis perhitungan (*calculation*) paska konstruksi tanah asli dengan *replacement* tanpa percutan. Umumnya sama seperti pada tahapan masa konstruksi, hanya saja tidak ada tahapan memasukan kondisi timbunan 8 meter karena kondisi sudah dianggap sudah ada. Adapun hasilnya dapat dilihat dalam Gambar 5.51 dan Gambar 5.52 sebagai berikut.



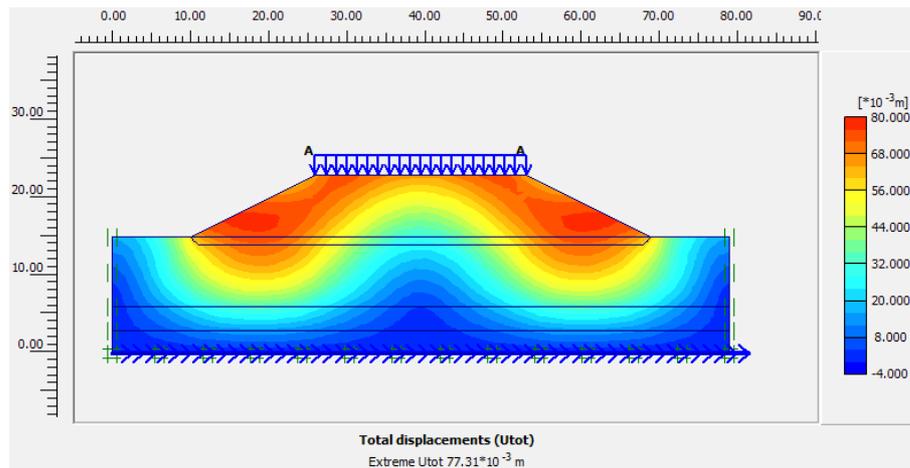
Gambar 5. 49 *Deformed Mesh* Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan *Replacement* Paska Konstruksi akibat *Beban Struktur*



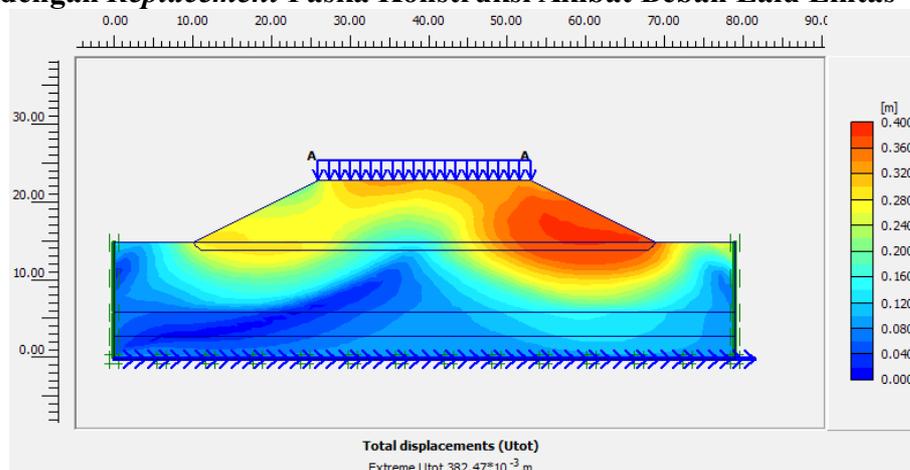
Gambar 5. 50 *Deformed Mesh* Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan *Replacement* Paska Konstruksi akibat *Beban Struktur Perkerasan dan Gempa*

Kemudian untuk besarnya nilai total displacement pada timbunan lereng tanah asli 8 meter paska konstruksi akibat beban struktur perkerasan lalu lintas mempunyai

nilai sebesar $77,31 \times 10^{-3}$ m, sedangkan akibat beban struktur lalu lintas dan beban gempa didapatkan nilai sebesar $382,87 \times 10^{-3}$ m. Adapun nilai dari hasil nilai total displacement dapat dilihat pada Gambar 5.53 dan Gambar 5.54 sebagai berikut.

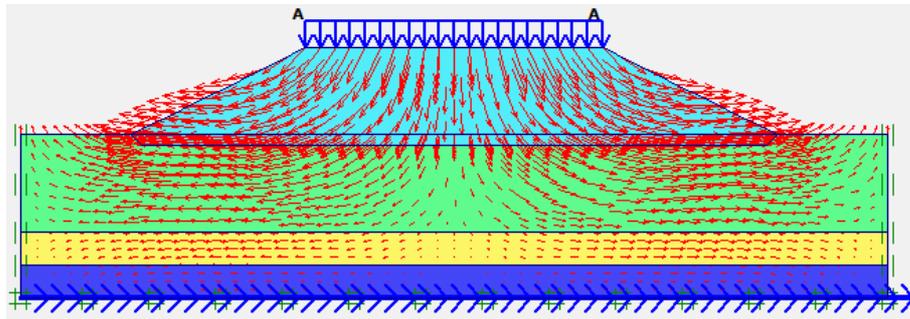


Gambar 5. 51 Nilai *Total Displacement* pada Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan *Replacement* Paska Konstruksi Akibat Beban Lalu Lintas

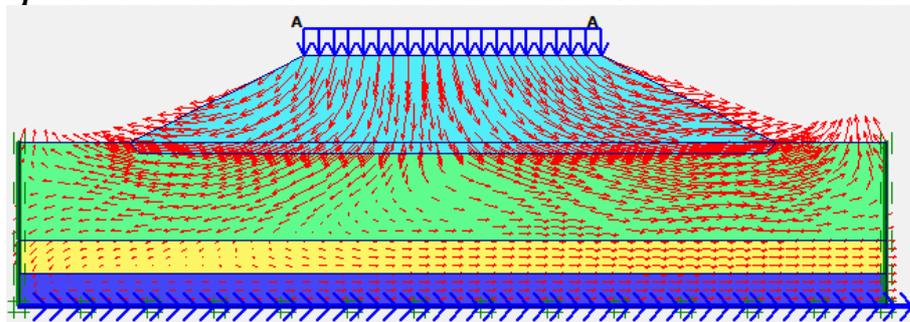


Gambar 5. 52 Nilai *Total Displacement* pada Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan *Replacement* Paska Konstruksi Akibat Beban Lalu Lintas dan Gempa

Untuk arah pergerakan timbunan tanah asli paska konstruksi pada saat diberikan beban struktur lalu lintas dan beban gempa. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.55 dan Gambar 5.56 sebagai berikut.

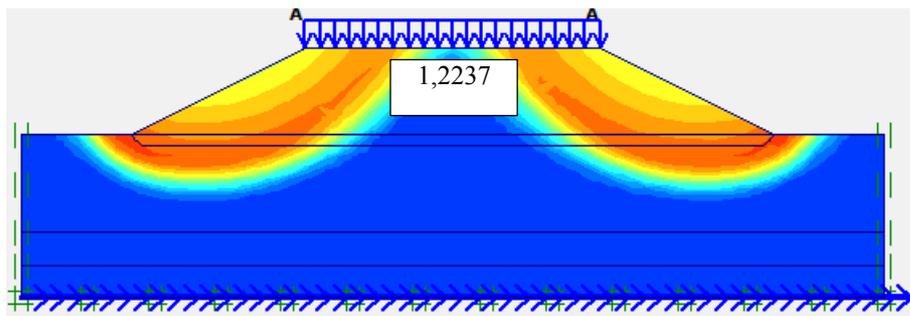


Gambar 5. 53 Arah Pergerakan Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Replacement Paska Konstruksi akibat Beban Struktur Lalu Lintas

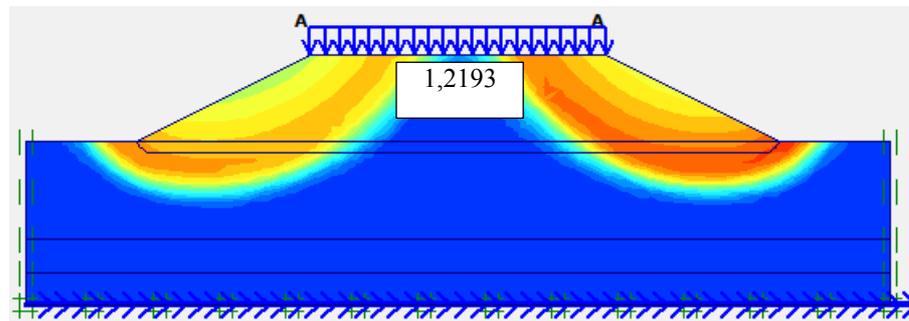


Gambar 5. 54 Arah Pergerakan Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Replacement Paska Konstruksi akibat Beban Lalu Lintas dan Beban Gempa

Kemudian untuk potensi kelongsoran pada timbunan lereng tanah asli 8 meter paska konstruksi dapat dilihat pada Gambar 5.57 dan Gambar 5.58 sebagai berikut.

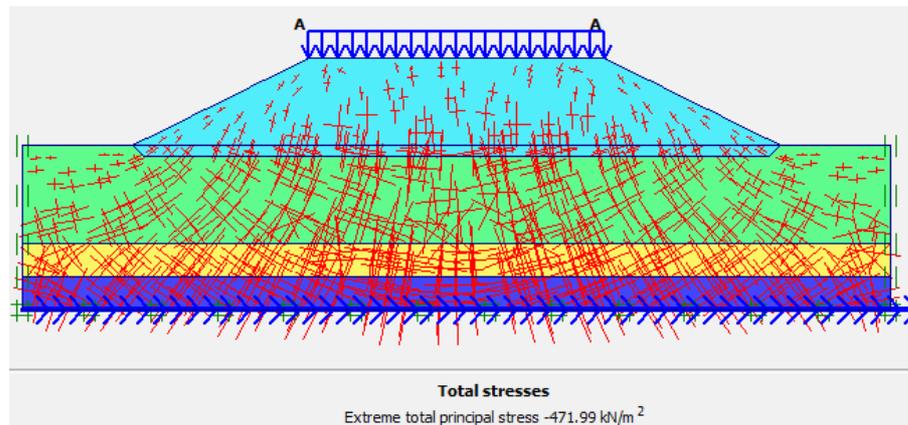


Gambar 5. 55 Potensi Kelongsoran Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Replacement Paska Konstruksi akibat Beban Lalu Lintas

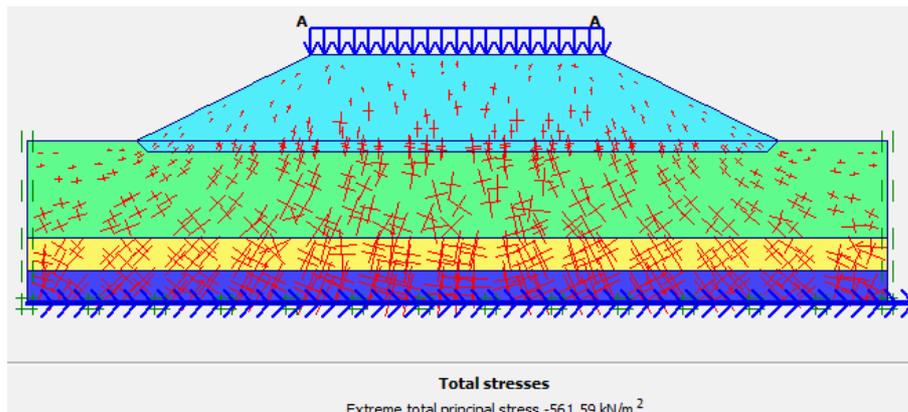


Gambar 5. 56 Potensi Kelongsoran Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Replacement Paska Konstruksi akibat Beban Lalu Lintas dan Gempa

Kemudian untuk nilai *effective stresses* pada timbunan lereng tanah asli 8 meter paska konstruksi akibat beban struktur lalu lintas mempunyai nilai sebesar $-471,99 \text{ kN/m}^2$, sedangkan akibat beban struktur lalu lintas dan beban gempa mempunyai nilai sebesar $-561,59 \text{ kN/m}^2$. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.59 dan Gambar 5.60 sebagai berikut.

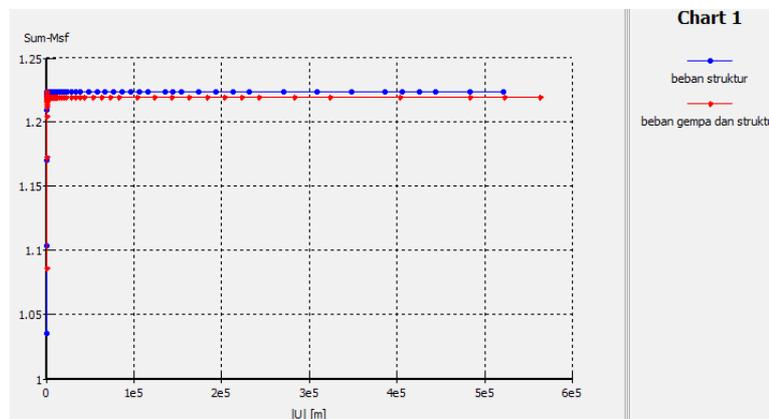


Gambar 5. 57 Nilai Effective Stresses Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Replacement Paska Konstruksi akibat Beban Lalu Lintas



Gambar 5. 58 Nilai *Effective Stresses* Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan *Replacement* Paska Konstruksi akibat Beban Lalu Lintas dan Gempa

Untuk nilai angka aman (SF) pada timbunan lereng tanah asli 6 meter tanpa perkutan akibat beban struktur lalu lintas mempunyai nilai sebesar 1,2237, sedangkan akibat beban struktur lalu lintas dan beban gempa mempunyai nilai sebesar 1,2192. Adapun hasil dari nilai angka aman (SF) dapat dilihat dalam Gambar 5.61 sebagai berikut.



Gambar 5. 59 Nilai Angka Aman (SF) Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan *Replacement* Paska Konstruksi

5.4.1 Hasil Angka Aman (SF) dan Konsolidasi

Untuk hasil angka aman (SF) dan konsolidasi dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.10

Tabel 5. 9 Hasil Nilai Angka Aman pada Timbunan Lereng Tanah Asli dengan *Replacement*

ANGKA AMAN (SF)	KONDISI TANAH ASLI DENGAN <i>REPLACEMENT</i>			
	MASA KONSTRUKSI		PASKA KONSTRUKSI	
	BEBAN	BEBAN	BEBAN	BEBAN
TIMBUNAN 6m	1,4717	1,4696	1,358	1,3565
TIMBUNAN 8m	1,2844	1,2781	1,2237	1,2193

Dilihat pada Tabel 5.9 Mempunyai nilai angka aman pada timbunan 6m sudah mencapai nilai angka aman (SF) yang diijinkan sebesar 1,3 akan tetapi kenaikan masih terlalu kecil, maka akan dilakukan tamabahan dengan perkuatan akan tetapi tidak dengan *replacement* dan pada timbunan 8m pun dilakukan perkuatan.

Tabel 5. 10 Hasil Konsolidasi pada Timbunan Lereng Tanah Asli dengan *Replacement*

KONSOLIDASI TANAH ASLI DENGAN <i>REPLACEMENT</i>		
TIMBUNAN	PENURUNA N	SATUA N
6m	0,3272	m
8m	0,4494	m

5.4 Perhitungan Geotekstil

5.4.1 Data Perhitungan Geotekstil

1. Parameter Tanah Timbunan

Untuk tanah yang akan diperkuat dengan geotekstil pada proyek jalan tol terbanggi besar-pemantang panggang didaerah provinsi lampung pada sta 3+650 yaitu pada timbunan tanah saja dikarenakan terdapat bidang longsor yang besar pada bagian timbunan tanah. Adapun untuk jenis tanah yang digunakan sebagai parameter pada timbunan tanah dalam perhitugan kebutuhan geotekstil yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.11 sebagai berikut.

Tabel 5. 11 Parameter Tanah Timbunan Lereng Clay Sand

<i>PARAMETER TANAH</i>		
Clay Sand Timbunan		
ϕ	18.52	$^{\circ}$
c	16.87	KN/m ²
γ	20.24	KN/m ³

2. Perhitungan Geotekstil

Pada perencanaan perkuatan dengan bahan tambah menggunakan geotekstil pada timbunan setinggi 8m, serta mempunyai beban sebesar 25 kN/m². Untuk jenis geoteksitle yang digunakan pada timbunan lereng pada proyek jalan tol terbanggi besar-pemantang panggang didaerah provinsi lampung berjenis woven dengan kuat tarik maksimum (T_u) pada geotekstil sebesar 55 kN/m². Untuk perhitungan dapat dilihat pada perencanaan geotekstil sebagai berikut ini.

a. Data Geotekstil

Geotekstil yang digunakan pada penilitain ini adalah berjenis woven (*teranyam*) dimana geotekstil ini berupa serat polimer yang berbentuk benang atau elemen-elemen yang dianyam menjadi lembaran. Untuk datanya dapat dilihat pada Tabel 5.12 sebagai berikut ini

Tabel 5. 12 Parameter Data Geotekstil

Paremeter	Notasi	Nilai	Satuan
Kuat Tarik Ultimit	T_{ult}	55	kN/m
Regangan	ϵ	0,85	%
Kekakuan Normal	EA	392,86	kN/m
Kuat Tarik Ijin	T_{all}	28	kN/m

Sumber : PT. Tetra Geosinindo

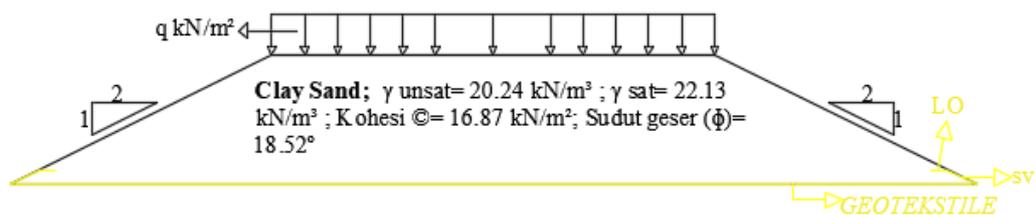
b. Koefisien daya dukung tanah

Pada perhitungna ini dibutuhkan data koefisien daya dukung tanah. Penelitian ini menggunakan data koefisien daya dukung tanah dari' *christiyadi (2002)*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 5.13 sebagai berikut ini dan untuk peomedalan geotekstil dapat dilihat pada Gambar 5.63 dan Gambar 5.64 sebagai berikut.

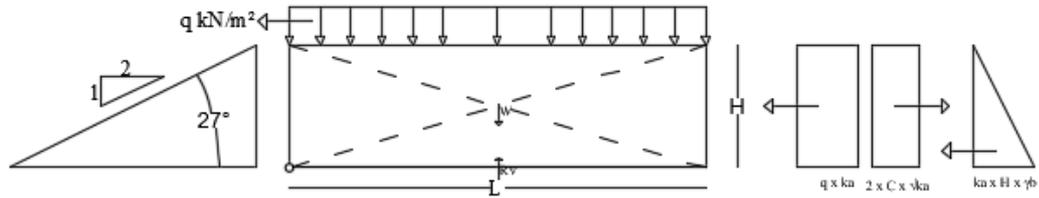
Tabel 5. 13 Data Koefisien Daya Dukung Tanah

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	37,87	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



Gambar 5. 60 Geometri Lereng Timbunan Tanah Asli dengan Perkuatan



Gambar 5. 61 Gaya-gaya yang Bekerja pada Lereng Timbunan Tanah

c. Analisis Geotekstil

1. Menentukan jarak arah vertical antar lapis Geotekstil (SV)

1.1 Analisis zona 1 dengan tinggi 4m

$$\begin{aligned}
 K_a &= \text{tg}^2\left(45^\circ - \left(\frac{\phi^0}{2}\right)\right) \\
 &= \text{tg}^2\left(45^\circ - \left(\frac{18,52^\circ}{2}\right)\right) \\
 &= 0,517870269
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{hc1} &= q \cdot k_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a} + k_a \cdot H \cdot \gamma_b \\
 &= 25 \cdot 0,517870269 - 2 \cdot 10,79 \cdot \sqrt{0,517870269} + \\
 &\quad 0,517870269 \cdot 2 \cdot 16 \\
 &= 72,51992569 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Digunakan SF sebesar 1,5

$$\begin{aligned}
 SV1 &= \frac{T_a}{\sigma_{hc1} \times SF} \\
 &= \frac{28}{72,51992569 \times 1,5} \\
 &= 0,126402042 \text{ m (minimal 0,5m)}
 \end{aligned}$$

1.2 Analisis zona 2 dengan tinggi 8m

$$\begin{aligned}
 Ka &= \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \left(\frac{\varphi^0}{2}\right)\right) \\
 &= \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \left(\frac{18,52^\circ}{2}\right)\right) \\
 &= 0,517870269
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{hc2} &= -2 \cdot c \cdot \sqrt{Ka} + Ka \cdot H \cdot \gamma b \\
 &= -2 \cdot 10,79 \cdot \sqrt{0,517870269} + 0,517870269 \cdot 8 \cdot 16 \\
 &= 66,38061103 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Digunakan SF sebesar 1,5

$$\begin{aligned}
 SV2 &= \frac{Ta}{\sigma_{hc} \cdot 1 \times SF} \\
 &= \frac{28}{49,07191742 \times 1,5} \\
 &= 0,138092532 \text{ m (minimal 0,5m)}
 \end{aligned}$$

2. Stabilitas eksternal

2.1 Stabilitas terhadap geser

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{SF [q \cdot Ka \cdot H + Ka \cdot H^2 \cdot \gamma b - 2 \cdot c \cdot \sqrt{Ka} \cdot H]}{(q + \gamma b) \cdot \operatorname{tg} \varphi} \\
 &= \\
 &= \frac{1,5 [25 \cdot 0,517870269 \cdot 8 + 0,517870269 \cdot 8^2 \cdot 20,24 - 2 \cdot 10,79 \cdot 0,517870269 \cdot 8]}{(25 + 20,24) \operatorname{tg} 18,52} \\
 &= 21,26961565 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Panjang geotekstil untuk menahan stabilitas geser diambil sebesar 21,3 m

2.2 Stabilitas terhadap guling

$$L^2 = \frac{SF \left[\frac{1}{2} \cdot q \cdot Ka \cdot H^2 + \frac{1}{6} \cdot Ka \cdot H^3 \cdot \gamma b - c \cdot \sqrt{Ka} \cdot H^2 \right]}{\left(\frac{1}{2} \cdot q + \frac{1}{6} \cdot \gamma b \cdot H \right)}$$

=

$$\frac{1,5 \left[\frac{1}{2} \cdot 25 \cdot 0,517870269 \cdot 8^2 + \frac{1}{6} \cdot 0,517870269 \cdot 8^3 \cdot 20,24 - 10,79 \cdot 0,517870269 \cdot 8^2 \right]}{\left(\frac{1}{2} \cdot 25 + \frac{1}{6} \cdot 20,24 \cdot 8 \right)}$$

$$L^2 = 8,534589217 \text{ m}$$

$$L = 2,921401927 \text{ m}$$

Panjang geotekstil untuk menahan stabilitas terhadap guling diambil sebesar 3,0 m

2.3 Stabilitas terhadap eksentrisitas

$$e \leq 1/6 L$$

$$e = \frac{MD}{Rv} = \frac{SF \left[\frac{1}{2} \cdot q \cdot Ka \cdot H^2 + 1/6 \cdot Ka \cdot H^3 \cdot \gamma b - c \cdot \sqrt{Ka} \cdot H^2 \right]}{(q \cdot L + \gamma b \cdot H \cdot L)} \leq$$

$$1/6 L$$

$$\frac{531,7618055}{161,92 L + 25 L} \leq 1/6 L$$

$$17,06917843 = L^2$$

$$L = 4,131486226 \text{ m}$$

Panjang geotekstil untuk menahan stabilitas eksentrisitas diambil sebesar 4,2 m

2.4 Stabilitas terhadap kapasitas dukung tanah

$$Nc = 13,53160$$

$$Nq = 5,5408$$

$$Ny = 4,3872$$

$$L \leq \frac{\sigma_{ult}}{(H \times \gamma b) + q}$$

$$\sigma_{ult} = c \cdot Nc + 0,5 \cdot L \cdot \gamma b \cdot Ny$$

$$= 16,87 \cdot 13,5316 + 0,5 \cdot L \cdot 20,24 \cdot 4,3872$$

$$= 228,278092 + 44,398464 \times L$$

$$\sigma_{ult} = q_{ult} \times SF$$

$$= (228,278092 + 44,398464 \times L) \times 1,5$$

$$L \leq \frac{342,417138 + 66,597696 \times L}{(8,20,24) \times 25}$$

$$186,92 L = 342,42 + 5 L$$

$$120,3223 L = 342,42$$

$$L = 2,8458 \text{ m}$$

Panjang geotekstil untuk menahan stabilitas terhadap daya dukung tanah diambil sebesar 2,9 m

3. Stabilitas internal

3.1 Panjang *overlapping* Geotekstil

Diambil pada zona 2 pada lapis geotekstil yang terdapat paling bawah.

$$\sigma_{hc2} = 66,38061103 \text{ kN/m}^2$$

$$SF = 1,50$$

$$SV2 = 0,5 \text{ m}$$

$$L_0 = \frac{\sigma_{hc2} \cdot Sv2 \cdot SF}{2 \cdot H \cdot \gamma_b \cdot tg\phi}$$

$$= \frac{66,38061103 \cdot 0,5 \cdot 1,5}{2 \cdot 8 \cdot 20,24 \cdot tg18,52}$$

$$= 1,337 \text{ m (minimal 1m)}$$

Untuk panjang *overlapping* yang digunakan panjang sebesar 1,337 m

Tabel 5. 14 Panjang Geotekstil Overlapping

<i>Panjang Geotekstil Overlapping</i>				
	Svi (m)	zi (m)	Lo (m)	Lo pakai (m)
Zona 1	0.5	4	1,00275	1.002755
Zona 2	0.5	8	0,50138	1

3.2 Panjang efektif Geotekstil

$$L_{ef} = \frac{SF \cdot Sv2 \cdot ka \cdot \gamma_b \cdot H}{2 \cdot H \cdot \gamma_b \cdot tg\phi}$$

$$= \frac{1,5 \cdot 0,5 \cdot 0,517870269 \cdot 20,24 \cdot 8}{2 \cdot 8 \cdot 20,24 \cdot tg18,52}$$

$$= 0,57973 \text{ m (minimal 1m)}$$

Untuk panjang efektif geotekstil yang digunakan panjang minimal sebesar 1m

Tabel 5. 15 Panjang Efektif Geotekstil

<i>Panjang Efektif Geotekstil</i>		
Jumlah Geotekstil	Le (m)	Le pakai (m)
Geotekstil no. 1	0,57973	1
Geotekstil no. 2	0,57973	1

4. Cek Gaya Tarik Tanah dengan Geotekstil

Untuk mengecek apakah geotekstil mampu menahan gaya tarik yang terjadi dengan nilai SV 0,5 m, maka akan dilakukan perhitungan tegangan geser yang bekerja. Saat geotekstil menerima beban dari atas (*soil embankment*) maka geotekstil akan terjadi perlawanan dengan menegang dan mentransfer tegangan tersebut ke daerah (zona) pasif. Sehingga geotekstil mampu menahan gaya tarik yang bekerja akibat diberikan beban tersebut. Untuk itu keperluan perencanaan jenis geotekstil yang mampu menahan gaya tarik tersebut perlu dilakukan pengecekan terhadap gaya tariknya. Gaya tarik yang bekerja pada geotekstil dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut ini.

$$\begin{aligned}
 T &= \tan \phi \times 2 \times \sigma_n \times b \times L \\
 &= \tan(18,52) \times 2 \times \left(\frac{1}{2} \times 0,5 \times 20,24 \right) \times 1 \times 21,27 \\
 &= 47,1155 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

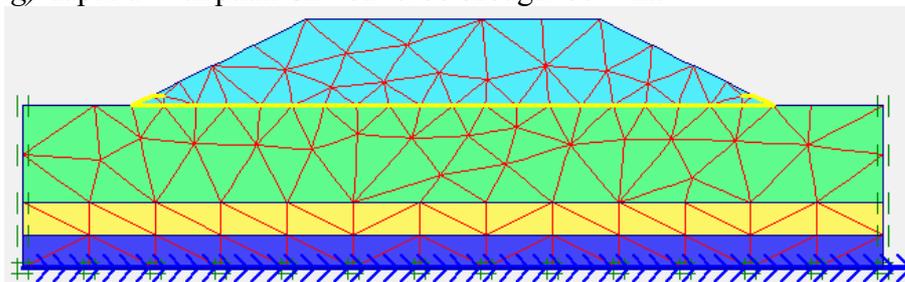
Dari hasil perhitungan diatas didapatkan gaya tarik yang bekerja pada geotekstil sebesar 47,1155 kN, sedangkan jenis geotekstil yang digunakan memiliki kuat tarik sebesar 55 kN/m. jadi kekuatan geotekstil yang digunakan lebih kuat menahan gaya dikarenakan gaya tarik yang bekerja hanya sebesar 47,1155 kN < 55kN/m dan dapat dikatakan aman.

5.5 Timbunan Lereng Tanah Asli dengan Perkuatan Geotekstil

Dari hasil perhitungan pada analisis pada timbunan lereng tanah asli tanpa adanya perkuatan, maka ditemukan timbunan lereng masih belum memenuhi kriteria angka aman yaitu pada timbunan lereng 6m sampai dengan timbunan lereng 8m. Maka dari itu dilakukan kembali analisis timbunan lereng tanah asli dengan bantuan perkuatan geotekstil dengan analisis kondisi geometri yang sama akan tetapi hanya ditambah dengan geotekstil sesuai dengan perhitungan geotekstil yang didapatkan. Untuk timbunan lereng 6m dapat dilihat pada Lampiran 8. Untuk hasil analisis timbunan lereng tanah asli dengan perkuatan geotekstil adalah sebagai berikut ini.

2. Kondisi Masa Konstruksi

Pada tahapan konstruksi timbunan lereng tanah asli 8 meter dengan perkuatan geotekstil. Tahapan ini pada umumnya sama seperti pada tahapan kondisi masa konstruksi pada tanah asli 8m, hanya saja ada penambahan perkuatan berupa geotekstil pada timbunan tanah asli yang berada pada daerah dasar tanah asli sebelum dilakukan penimbunan lereng tanah asli. Adapun hasil jaringan elemen (*meshing*) dapat dilihat pada Gambar 5.66 sebagai berikut.



Gambar 5. 63 Jaringan Elemen (*Meshing*) Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Masa Konstruksi akibat Beban Struktur

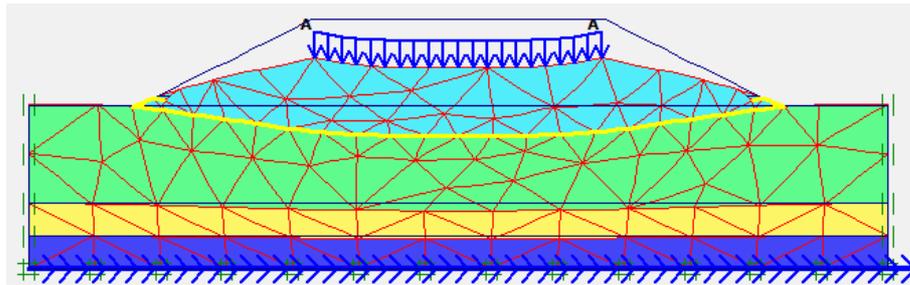
Setelah dilakukan *meshing* kemudian dilakukan tahap analisis kondisi awal (*intital calculation*). Adapun hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.67 sebagai berikut.



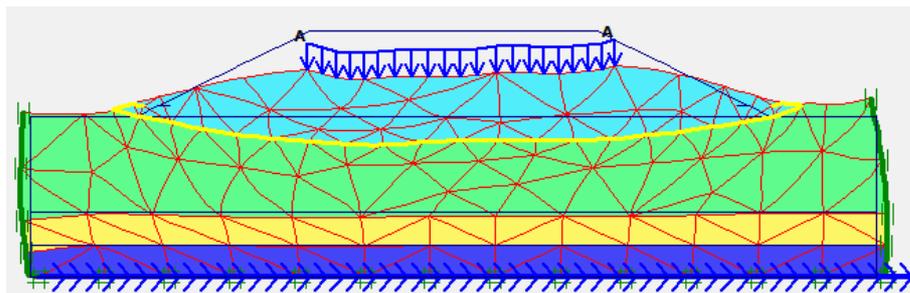
Gambar 5. 64 *Initial Soil Stresses* Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Masa Konstruksi

Untuk *calculation* (perhitungan) tahap ini pada umumnya sama seperti pada tahap masa konstruksi tanah asli 8m mempunyai enam tahapan. Tahap pertama yaitu analisis perhitungan akibat beban diberikan timbunan setinggi 8m. tahap kedua yaitu analisis perhitungan akibat beban struktur perkerasan jalan sebesar 10 kN/m^2 . Tahap ketiga yaitu analisis perhitungan akibat beban gempa. Tahap keempat yaitu analisis perhitungan faktor keamanan (*SF*) akibat beban struktur perkerasan jalan

dan tahap kelima yaitu perhitungan faktor keamanan (SF) akibat beban struktur dan gempa. Tahap keenam yaitu konsolidasi (penurunan) tanah dengan interval waktu selama 1 tahun. Adapun untuk hasil *deformed mesh* pada timbunan lereng tanah asli 8 meter dapat dilihat pada Gambar 5.68 dan Gambar 5.69 sebagai berikut.

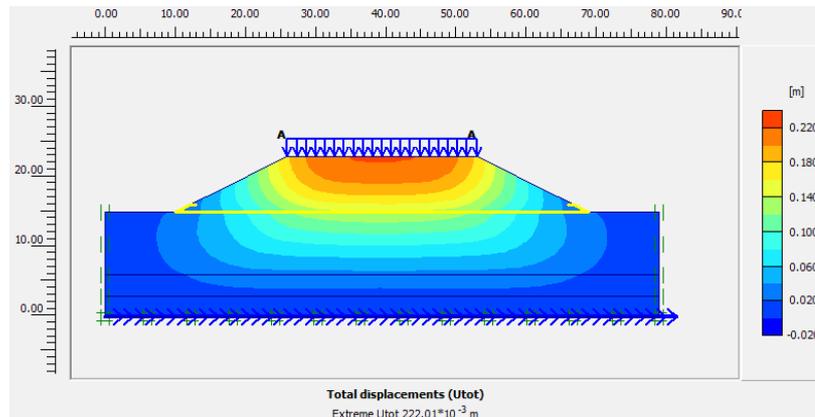


Gambar 5. 65 Deformed Mesh Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Masa Konstruksi akibat Beban Struktur

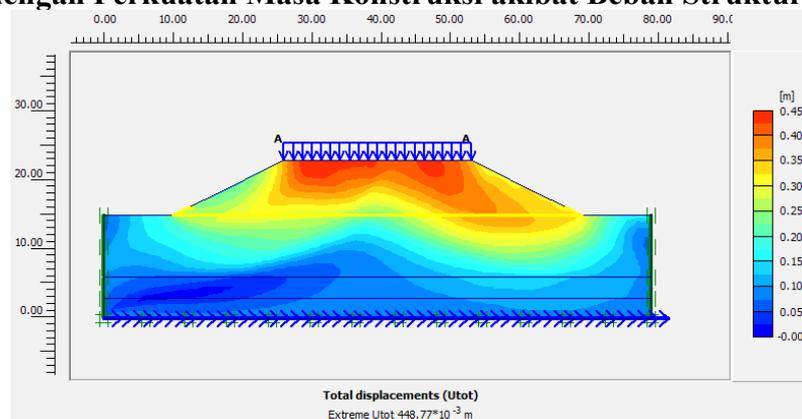


Gambar 5. 66 Deformed Mesh Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Masa Konstruksi akibat Beban Struktur dan Gempa

Kemudian untuk besarnya nilai *total displacement* pada timbunan lereng tanah asli 8 meter mempunyai timbunan dengan beban akibat struktur sebesar $222,01 \times 10^{-3}$ m, sedangkan untuk beban struktur dan beban gempa mempunyai beban sebesar $448,77 \times 10^{-3}$ m. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.70 dan Gambar 5.71 sebagai berikut.

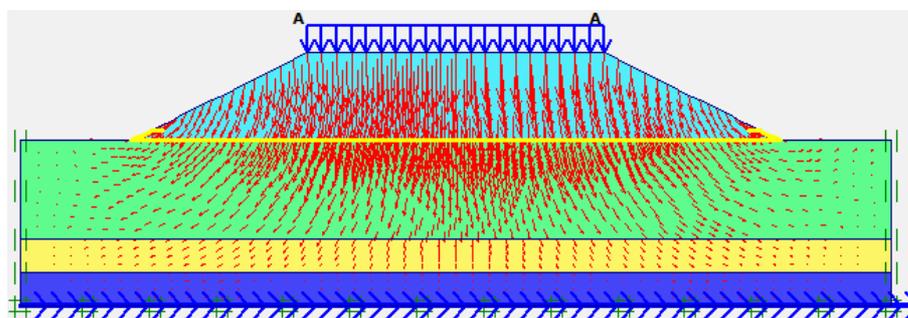


Gambar 5. 67 Total Displacement pada Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Masa Konstruksi akibat Beban Struktur

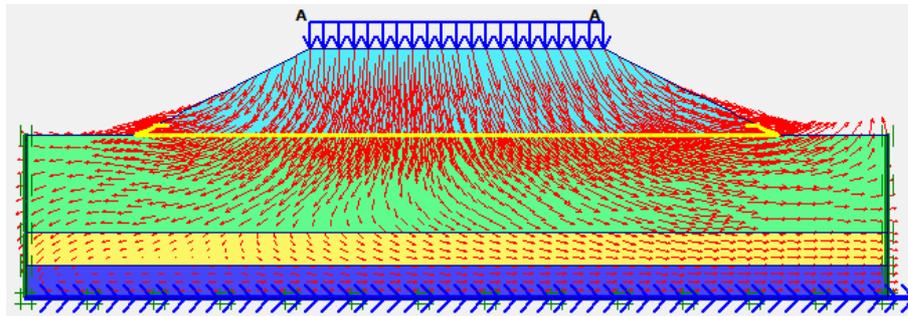


Gambar 5. 68 Total Displacement Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Masa Konstruksi akibat Beban Struktur dan Gempa

Kemudian untuk arah pergerakan pada timbunan lereng tanah asli 8 meter masa konstruksi dapat dilihat pada Gambar 5.72 dan Gambar 5.73 sebagai berikut.

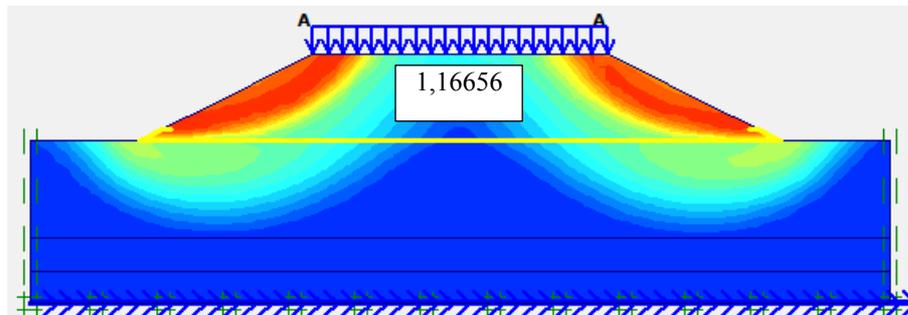


Gambar 5. 69 Arah Pergerakan Tanah Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Masa Konstruksi akibat Beban Struktur

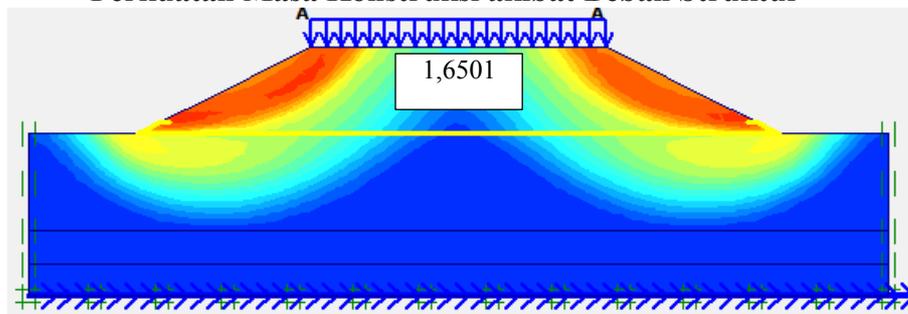


Gambar 5. 70 Arah Pergerakan Tanah Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Penguatan Masa Konstruksi akibat Beban Struktur dan Gempa

Kemudian untuk potensi kelongsoran pada timbunan lereng 8 meter dapat dilihat pada Gambar 5.74 dan Gambar 5.75 sebagai berikut.

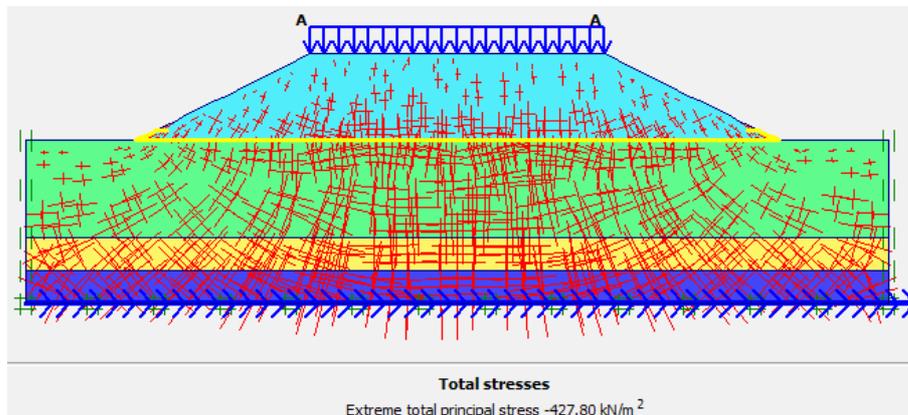


Gambar 5. 71 Potensi Kelongsoran Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Penguatan Masa Konstruksi akibat Beban Struktur

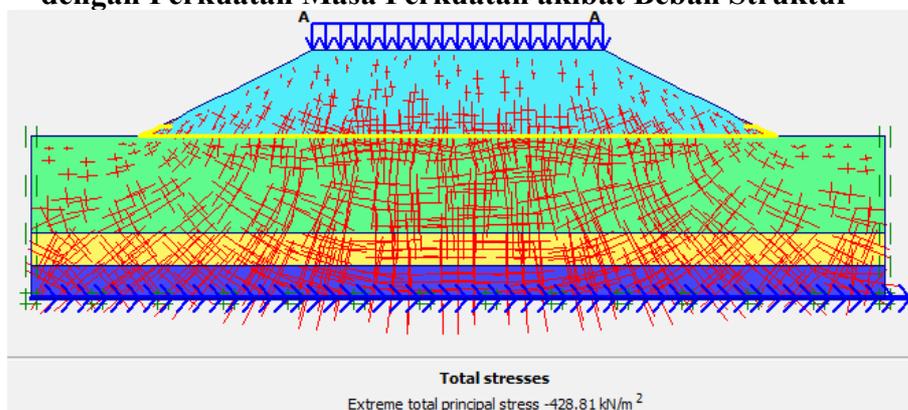


Gambar 5. 72 Potensi Kelongsoran Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Penguatan Masa Konstruksi akibat Beban Struktur dan Gempa

Kemudian untuk besarnya nilai *effective stresses* pada timbunan lereng tanah asli 8 meter akibat beban struktur sebesar $427,80 \text{ kN/m}^2$, sedangkan akibat beban struktur dan beban gempa $-428,81 \text{ kN/m}^2$. Untuk hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.76 dan Gambar 5.77 sebagai berikut.

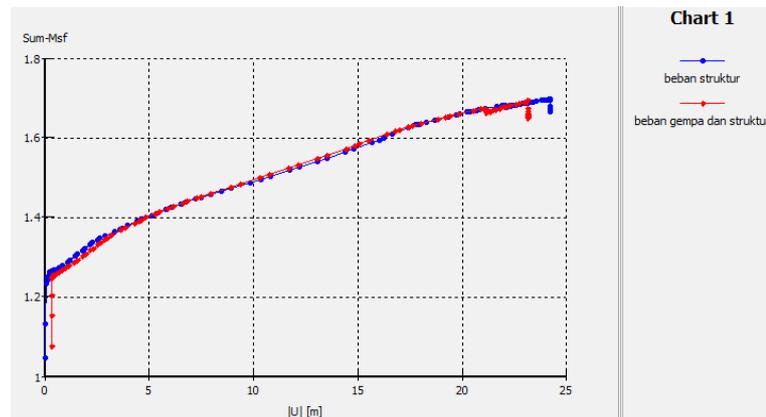


Gambar 5. 73 Nilai *Effective Stresses* Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Masa Perkuatan akibat Beban Struktur

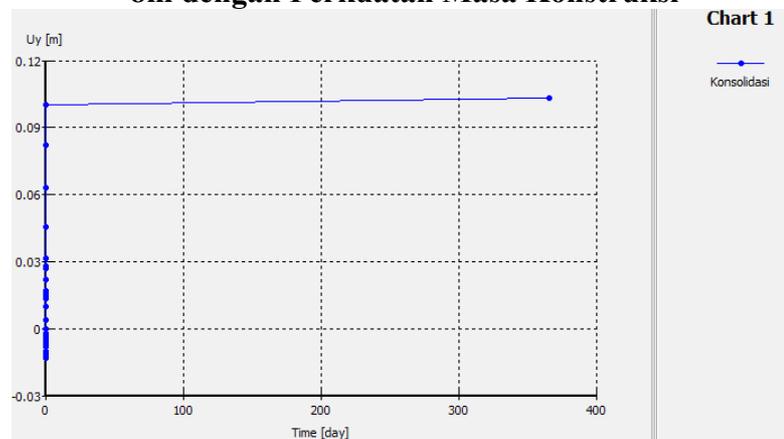


Gambar 5. 74 Nilai *Effective Stresses* Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Masa Konstruksi akibat Beban Struktur dan Gempa

Kemudian untuk nilai angka (SF) pada timbunan lereng tanah asli 8 meter akibat beban struktur mempunyai nilai sebesar 1,6656, sedangkan akibat beban struktur dan beban gempa mempunyai nilai sebesar 1,6501 dan untuk hasil konsolidasi didapatkan penurunan sebesar 0,45635. Hasil untuk angka aman (SF) dapat dilihat pada Gambar 5.78 dan Gambar 5.79 untuk hasil konsolidasi sebagai berikut.



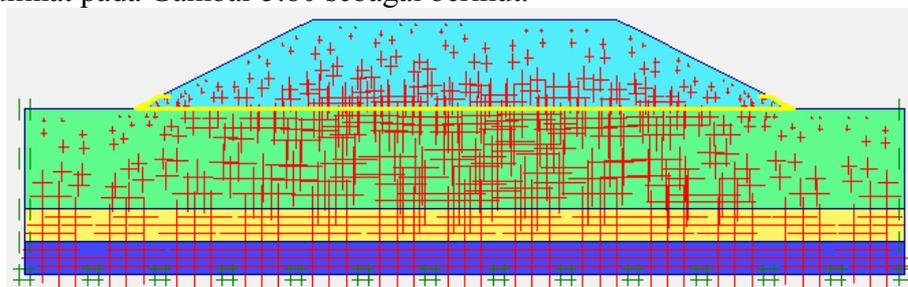
Gambar 5. 75 Kurva Angka Aman (SF) pada Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Masa Konstruksi



Gambar 5. 76 Konsolidasi Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Masa Konstruksi Selama Periode 1 Tahun

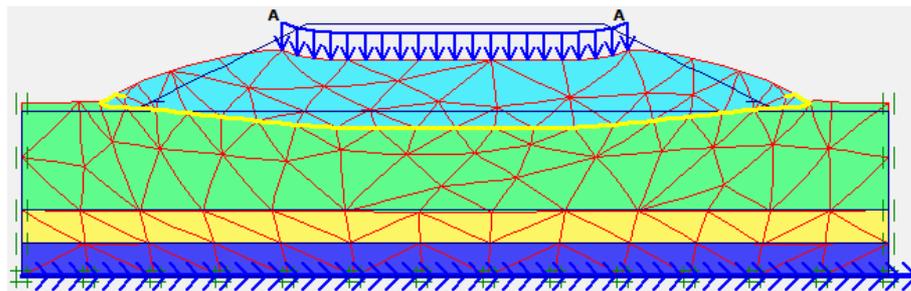
3. Kondisi Paska Konstruksi

Pada kondisi paska konstruksi semua tahapan pada umumnya sama seperti pada tahap analisis timbunan 8 meter yang sudah dijelaskan pada penjelasan sebelumnya, hanya berbeda tinggi saja. Adapun untuk hasil *intial soil stresses* dapat dilihat pada Gambar 5.80 sebagai berikut.

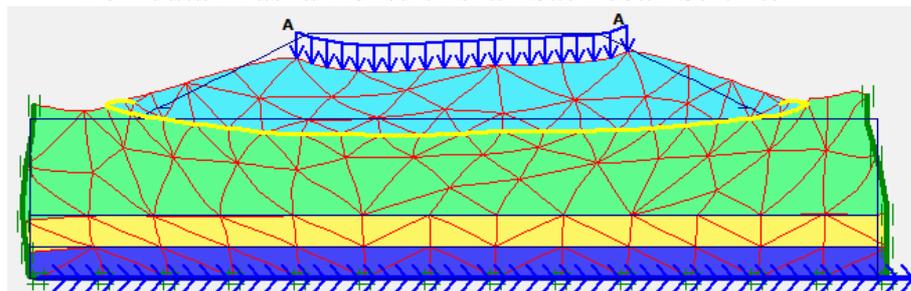


Gambar 5. 77 Initial Soil Stresses Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Paska Konstruksi

Kemudian untuk analisis selanjut yaitu analisis perhitungan (*calculation*) paska konstruksi tanah asli tanpa perkutan. Umumnya sama seperti pada tahapan masa konstruksi, hanya saja yang berbeda tinggi timbunannya saja dan tidak ada tahapan memasukan kondisi timbunan 8 meter karena kondisi sudah dianggap sudah ada. Adapun hasilnya dapat dilihat dalam Gambar 5.81 dan Gambar 5.82 sebagai berikut.

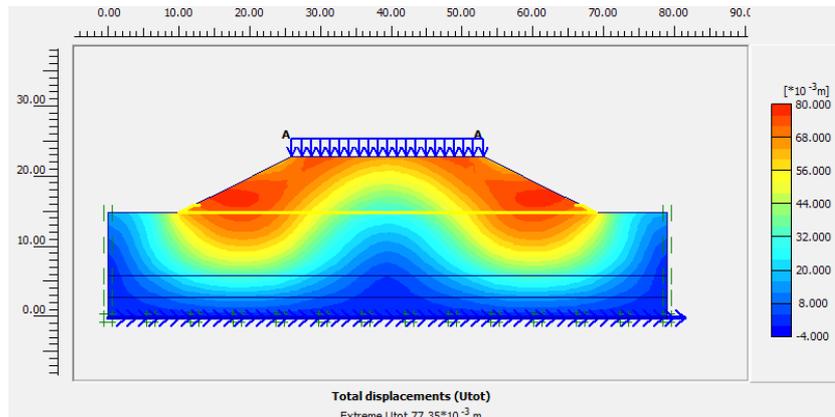


Gambar 5. 78 Deformed Mesh Timbunan Lereng Tanah Asli 8 m dengan Perkuatan Paska Konstruksi akibat Beban Struktur

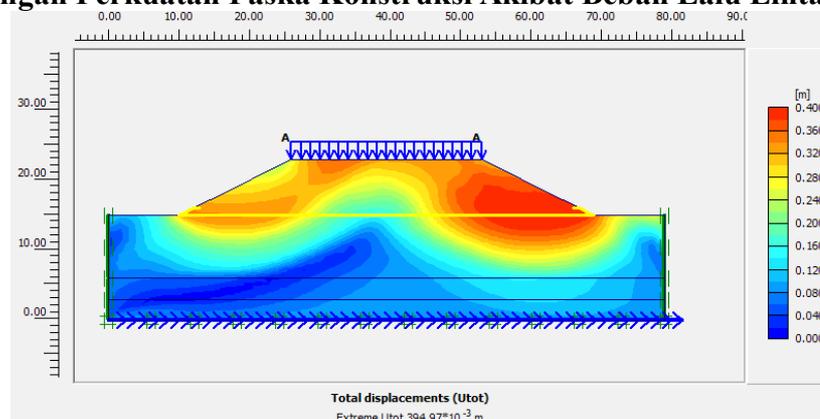


Gambar 5. 79 Deformed Mesh Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Paska Konstruksi akibat Beban Struktur dan Gempa

Kemudian untuk besarnya nilai total displacement pada timbunan lereng tanah asli 8 meter paska konstruksi akibat beban struktur perkerasan lalu lintas mempunyai nilai sebesar $77,35 \times 10^{-3}$ m, sedangkan akibat beban struktur lalu lintas dan beban gempa didapatkan nilai sebesar $394,97 \times 10^{-3}$ m. Adapun nilai dari hasil nilai total displacement dapat dilihat pada Gambar 5.83 dan Gambar 5.84 sebagai berikut.

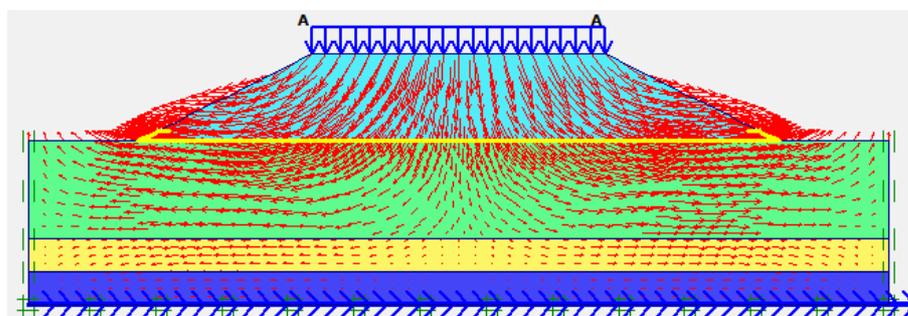


Gambar 5. 80 Nilai *Total Displacement* Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Paska Konstruksi Akibat Beban Lalu Lintas

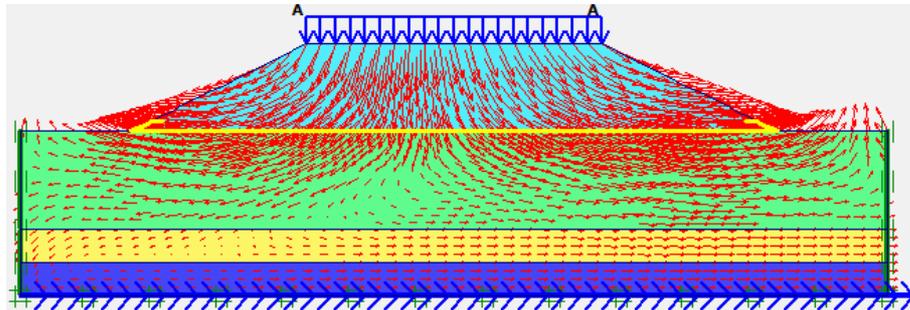


Gambar 5. 81 Nilai *Total Displacement* Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Paska Konstruksi Akibat Beban Lalu Lintas dan Gempa

Untuk arah pergerakan timbunan tanah asli 8 meter paska konstruksi pada saat diberikan beban struktur lalu lintas dan beban gempa. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.85 dan Gambar 5.86 sebagai berikut.

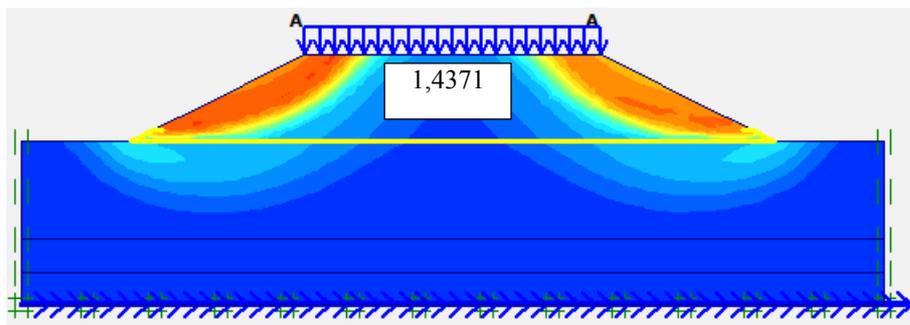


Gambar 5. 82 Arah Pergerakan Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Paska Konstruksi akibat Beban Lalu Lintas

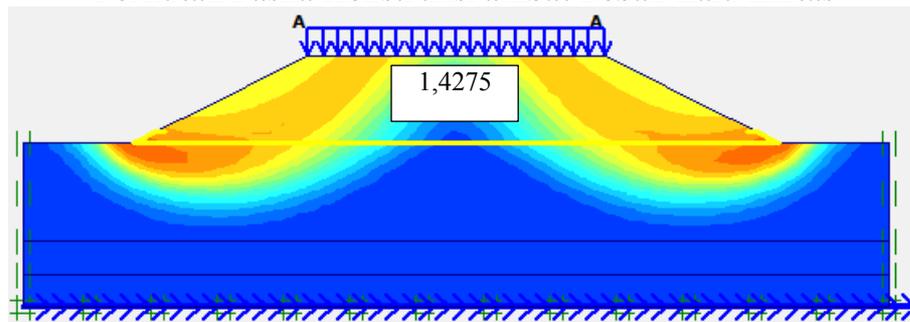


Gambar 5. 83 Arah Pergerakan Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Paska Konstruksi akibat Beban Lalu Lintas dan Gempa

Kemudian untuk potensi kelongsoran pada timbunan lereng tanah asli 8 meter paska konstruksi dapat dilihat pada Gambar 5.87 dan Gambar 5.88 sebagai berikut.

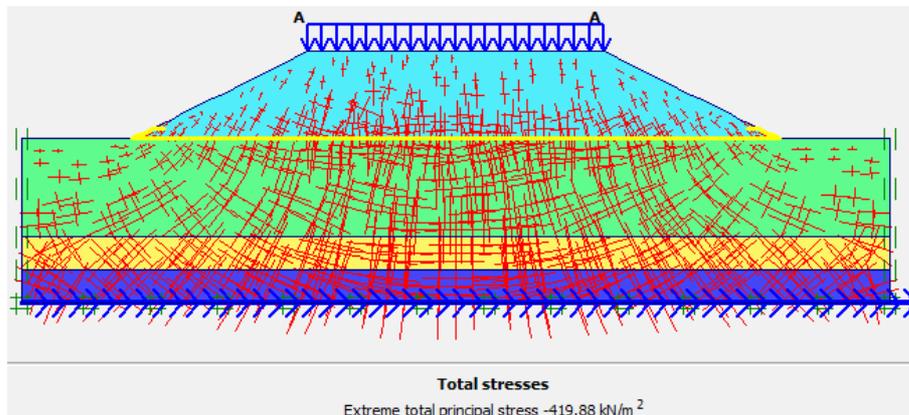


Gambar 5. 84 Potensi Kelongsoran Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Paska Konstruksi akibat Beban Lalu Lintas

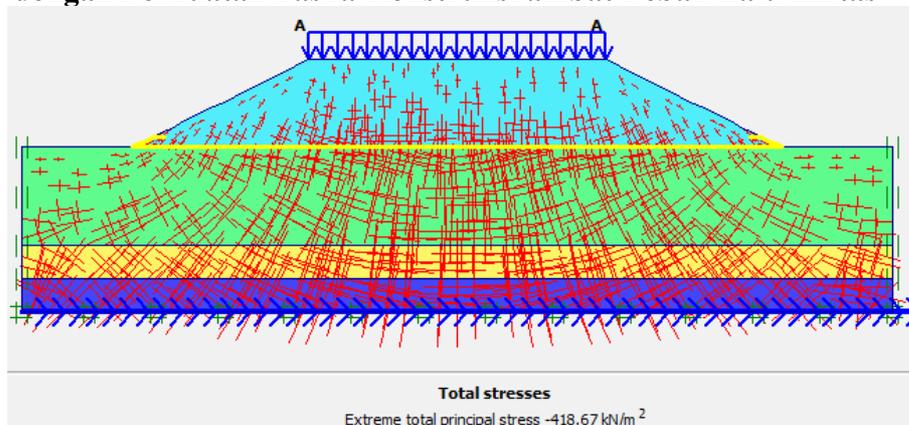


Gambar 5. 85 Potensi Kelongsoran Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Paska Konstruksi akibat Beban Lalu Lintas dan Gempa

Kemudian untuk nilai *effective stresses* pada timbunan lereng tanah asli 8 meter paska konstruksi akibat beban struktur lalu lintas mempunyai nilai sebesar $-419,88 \text{ kN/m}^2$, sedangkan akibat beban struktur lalu lintas dan beban gempa mempunyai nilai sebesar $-418,67 \text{ kN/m}^2$. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.89 dan Gambar 5.90 sebagai berikut.

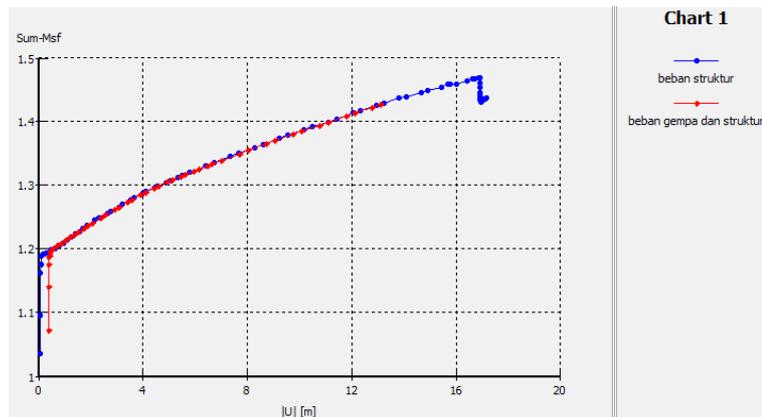


Gambar 5. 86 Nilai *Effective Stresses* Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Paska Konstruksi akibat Beban Lalu Lintas



Gambar 5. 87 Nilai *Effective Stresses* Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Paska Konstruksi akibat Beban Lalu Lintas dan Gempa

Untuk nilai angka aman (SF) pada timbunan lereng tanah asli 6 meter tanpa perkuatan akibat beban struktur lalu lintas mempunyai nilai sebesar 1,4371, sedangkan akibat beban struktur lalu lintas dan beban gempa mempunyai nilai sebesar 1,4275. Adapun hasil dari nilai angka aman (SF) dapat dilihat dalam Gambar 5.91 sebagai berikut.



Gambar 5. 88 Nilai Angka Aman (SF) pada Timbunan Lereng Tanah Asli 8m dengan Perkuatan Paska Konstruksi

5.6.2 Rekapitulasi Hasil Angka Aman (SF) dan Konsolidasi

Hasil rekapitulasi pada timbunan lereng dengan perkuatan geotekstil untuk angka aman (SF) dan konsolidasi dapat dilihat pada Tabel 5.17 dan Tabel 5.18 sebagai berikut ini.

Tabel 5. 17 Rekapitulasi Hasil Angka Aman Kondisi Tanah Asli dengan Perkuatan Geotekstil

ANGKA AMAN (SF)	KONDISI TANAH ASLI DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL			
	MASA KONSTRUKSI		PASKA KONSTRUKSI	
	BEBAN	BEBAN	BEBAN	BEBAN
TIMBUNAN 6m	1,9386	1,8405	1,6033	1,5886
TIMBUNAN 8m	1,6656	1,6501	1,4371	1,4275

Tabel 5. 18 Hasil Konsolidasi pada Timbunan Lereng Tanah Asli dengan Perkuatan

KONSOLIDASI TANAH ASLI DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL		
TIMBUNAN	PENURUNAN	SATUAN
6m	0,3026	m
8m	0,4564	m

5.6 Pembahasan

5.6.1 Hasil Analisis Timbunan Lereng Tanah Asli

Pada analisis timbunan lereng tanah asli pada daerah Lampung yang terdapat pada jalan tol Terbanggi Besar-Pemantang Panggang dilakukan untuk mengetahui nilai angka aman yang terdapat pada lereng. Pada analisis ini dilakukan menggunakan program *Plaxis V.8.6* dengan menggunakan tinggi pada timbunan lereng bervariasi mulai dari timbunan 2m, timbunan 4m, timbunan 6m, timbunan 8m. Analisis timbunan lereng ini memperhitungkan pada kondisi masa konstruksi dan setelah bisa digunakan sebagai jalan (paska konstruksi). Adapun parameter yang digunakan dalam analisis ini yaitu beban merata akibat beban perkerasan pada struktur jalan, kemudian beban lalu lintas, dan beban gempa yang sudah sesuai dengan zona gempa pada daerah Lampung.

Berdasarkan Tabel 5.9 rekapitulasi hasil angka aman (SF) pada kondisi tanah asli mempunyai nilai angka aman yang beragam. Pada masa konstruksi dibagi menjadi dua bagian yaitu pada saat dibebani struktur dan pada saat terkena beban gempa dan struktur, begitu juga pada paska konstruksi dibagi menjadi dua bagian yaitu pada kondisi beban struktur lalu lintas dan beban gempa serta beban struktur lalu lintas. Pada timbunan lereng tanah asli dengan tinggi 2m mempunyai nilai angka aman yang didapat pada masa konstruksi karena beban struktur mempunyai nilai sebesar 1,9355 dimana nilai angka aman yang didapat sudah lebih besar dari angka aman yang diijinkan sebesar 1,3, kemudian untuk nilai angka aman karena beban gempa dan struktur mempunyai nilai sebesar 1,841 dan lebih besar daripada nilai angka aman yang diijinkan sebesar 1,3. Untuk paska konstruksi timbunan 2m mempunyai nilai angka aman pada beban lalu lintas sebesar 1,9221 lebih besar dari angka aman yang diijinkan sebesar 1,3, kemudian untuk beban gempa serta beban lalu lintas mempunyai nilai sebesar 1,7894. Pada timbunan lereng tanah asli dengan tinggi 4m mempunyai nilai angka aman yang didapat pada masa konstruksi karena beban struktur mempunyai nilai sebesar 1,7338 dimana nilai angka aman yang didapat sudah lebih besar dari angka aman yang diijinkan sebesar 1,3, kemudian untuk nilai angka aman karena beban gempa

dan struktur mempunyai nilai sebesar 1,7014 dan lebih besar daripada nilai angka aman yang diijinkan sebesar 1,3. Untuk paska konstruksi timbunan 2m mempunyai nilai angka aman pada beban lalu lintas sebesar 1,5326 lebih besar dari angka aman yang diijinkan sebesar 1,3, kemudian untuk beban gempa serta beban lalu lintas mempunyai nilai sebesar 1,4882.

Pada timbunan lereng tanah asli dengan tinggi 6m mempunyai nilai angka aman yang didapat pada masa konstruksi karena beban struktur mempunyai nilai sebesar 1,4367 dimana nilai angka aman yang didapat sudah lebih besar dari angka aman yang diijinkan sebesar 1,3, kemudian untuk nilai angka aman karena beban gempa dan struktur mempunyai nilai sebesar 1,4354 dan lebih besar daripada nilai angka aman yang diijinkan sebesar 1,3. Untuk paska konstruksi timbunan 6m mempunyai nilai angka aman pada beban lalu lintas sebesar 1,2486 lebih kecil dari angka aman yang diijinkan sebesar 1,3, kemudian untuk beban gempa serta beban lalu lintas mempunyai nilai sebesar 1,2469 lebih kecil daripada angka aman yang diijinkan sebesar 1,3. Pada timbunan lereng tanah asli dengan tinggi 8m mempunyai nilai angka aman yang didapat pada masa konstruksi karena beban struktur mempunyai nilai sebesar 1,2248 dimana nilai angka aman yang didapat sudah lebih kecil dari angka aman yang diijinkan sebesar 1,3, kemudian untuk nilai angka aman karena beban gempa dan struktur mempunyai nilai sebesar 1,4354 dan lebih kecil daripada nilai angka aman yang diijinkan sebesar 1,3. Untuk paska konstruksi timbunan 8m mempunyai nilai angka aman pada beban lalu lintas sebesar 1,1879 lebih kecil dari angka aman yang diijinkan sebesar 1,3, kemudian untuk beban gempa serta beban lalu lintas mempunyai nilai sebesar 1,1868 lebih kecil daripada angka aman yang diijinkan sebesar 1,3. Karena pada timbunan lereng 6m dan timbunan lereng 8m nilai angka aman yang didapatkan masih lebih kecil dari nilai angka aman yang diijinkan sebesar 1,3, maka dilakukan kembali analisis timbunan lereng pada timbunan lereng 6m dan timbunan lereng 8m akan tetapi ditambahkan dengan *replacement* yang nantinya berguna untuk memperbaiki tanah dasar dengan digali sedalam 1m.

5.6.2 Hasil Analisis Timbunan Lereng dengan *Replacement*

Pada analisis timbunan lereng dengan *replacement* pada umumnya sama seperti pada analisis timbunan lereng tanah asli, hanya saja pada analisis ini yang berbeda yaitu adanya tambahan perbaikan tanah asli dengan cara digali atau *replacement* sedalam 1m yang gunanya untuk menaikkan nilai angka aman yang belum memenuhi dimana nilainya harus lebih besar dari nilai angka aman yang diijinkan sebesar 1,3. Adapun pada kondisi tanah asli dengan *replacement* ini mempunyai masa konstruksi dan paska konstruksi yang sama seperti pada tahap analisis nilai angka aman pada timbunan lereng tanah asli. Untuk timbunan 6m pada masa konstruksi beban struktur mempunyai angka aman sebesar 1,4717 dan untuk beban gempa serta struktur mempunyai angka aman sebesar 1,4696. Kemudian pada paska konstruksi mempunyai nilai angka aman akibat beban lalu lintas mempunyai nilai sebesar 1,3580 dan untuk beban gempa serta beban struktur mempunyai angka aman sebesar 1,3565. Pada timbunan lereng tanah asli dengan *replacement* 6m memiliki kenaikan pada angka aman sekitar 0,1, dan sudah lebih besar dari angka aman yang diijinkan sebesar 1,3, akan tetapi nilai angka aman pada paska konstruksi masih sangat dekat dengan angka aman yang diijinkan maka akan dilakukan analisis ulang dengan tanah asli ditambahkan perkuatan geotekstil. Untuk timbunan lereng 8m nilai angka aman pada masa konstruksi dan paska konstruksi masih belum mencapai nilai angka aman yang diijinkan sebesar 1,3. Adapun nilai angka aman pada masa konstruksi akibat beban struktur sebesar 1,2844 dan akibat beban gempa serta struktur sebesar 1,2781. Kemudian pada paska konstruksi akibat beban lalu lintas nilai angka aman sebesar 1,2237 dan akibat beban gempa serta lalu lintas sebesar 1,2192. Maka pada timbunan lereng tanah asli 8m dengan *replacement* setinggi 1m akan dilakukan analisis kembali dengan menggunakan perbaikan tanah dengan perkuatan geotekstil.

5.6.3 Hasil Analisis Timbunan Lereng dengan Perkuatan Geotekstil

Pada analisis timbunan lereng tanah asli dengan perkuatan geotekstil pada umumnya sama seperti pada analisis timbunan lereng tanah asli akan tetapi yang berbeda hanya ada pemasangan geotekstil. Untuk yang dianalisis pada timbunan lereng tanah asli dengan perkuatan geotekstil pada timbunan 6m dan 8m karena

nilai angka aman masih belum memenuhi nilai angka aman ijin (1,3). Pada timbunan lereng 6m dengan perkuatan pada dua kondisi yaitu masa konstruksi dan paska konstruksis untuk nilai angka aman yang didapatkan sudah lebih besar daripada nilai angka aman yang diijinkan sebesar 1,3. Untuk masa konstruksi akibat beban struktur sebesar 1,9386 dan untuk akibat beban gempa serta struktur sebesar 1,8405. Kemudian untuk paska konstruksi akibat beban lalu lintas didapatkan sebesar 1,6033 dan akibat beban gempa serta lalu lintas didapatkan sebesar 1,5886.

Pada timbunan lereng 8m dengan perkuatan pada dua kondisi yaitu masa konstruksi dan paska konstruksi untuk nilai angka aman yang didapatkan sudah lebih besar daripada nilai angka aman yang diijinkan sebesar 1,3. Untuk masa konstruksi akibat beban struktur sebesar 1,6656 dan untuk akibat beban gempa serta struktur sebesar 1,6501. Kemudian untuk paska konstruksi akibat beban lalu lintas didapatkan sebesar 1,4371 dan akibat beban gempa serta lalu lintas didapatkan sebesar 1,4275. Kenaikan pada nilai angka aman pada tanah asli hingga menggunakan perkuatan sebesar 0,3-0,5 untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam grafik Gambar 5.93 sebagai berikut. Untuk hasil rekapitulasi angka aman (SF) dan konsolidasi pada analisis timbunan lereng dengan 3 macam kondisi yaitu tanah asli, dengan *replacement 1m*, dan dengan perkuatan geotekstil dapat dilihat pada Tabel 5.19 dan Tabel 5.20 sebagai berikut ini.

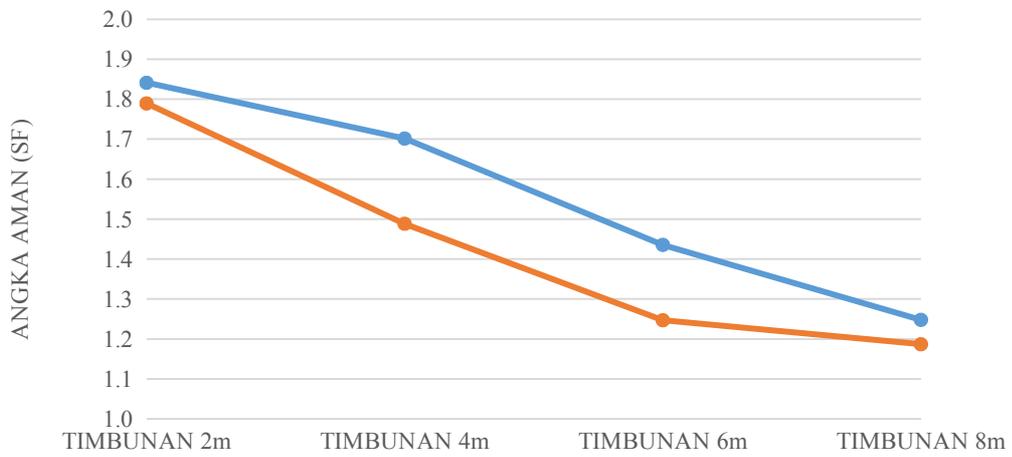
Tabel 5. 19 Rekapitulasi Hasil Angka Aman pada Timbunan Lereng Tanah Asli, Replacement 1m, Perkuatan Geotekstil

ANGKA AMAN (SF)	MASA KONSTRUKSI		PASKA KONSTRUKSI	
	KONDISI TANAH ASLI			
	BEBA	BEBAN	BEBAN	BEBAN
TIMBUNAN 2m	1,9355	1,8410	1,9221	1,7894
TIMBUNAN 4m	1,7338	1,7014	1,5326	1,4882
TIMBUNAN 6m	1,4367	1,4354	1,2486	1,2469
TIMBUNAN 8m	1,2503	1,2479	1,1879	1,1868
KONDISI TANAH ASLI DENGAN REPLACEMENT				
TIMBUNAN 6m	1,4717	1,4696	1,358	1,3565
TIMBUNAN 8m	1,2844	1,2781	1,2237	1,2193
KONDISI TANAH ASLI DENGAN GEOTEKSTILE				
TIMBUNAN 6m	1,9386	,8405	1,6033	1,5886
TIMBUNAN 8m	1,6656	1,6501	1,4371	1,4275

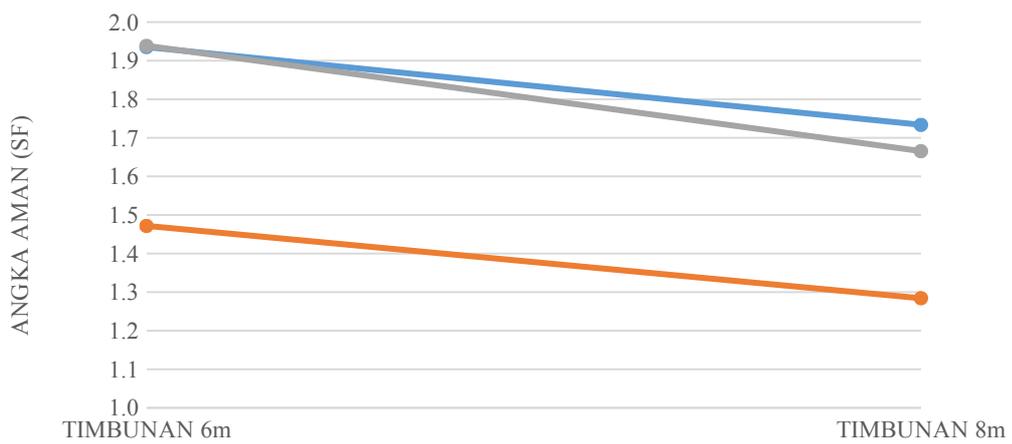
Tabel 5. 20 Rekapitulasi Hasil Konsolidasi pada Timbunan Lereng Lereng Tanah Asli, Replacement 1m, Perkuatan Geotekstil

KONSOLIDASI TANAH ASLI		
TIMBUNAN	PENURUNAN	SATUAN
2m	0.1320	m
4m	0.1944	m
6m	0.3033	m
8m	0.4565	m
KONSOLIDASI TANAH ASLI DENGAN REPLACEMENT		
TIMBUNAN	PENURUNAN	SATUAN
6m	0.3272	m
8m	0.4494	m
KONSOLIDASI TANAH ASLI DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTILE		
TIMBUNAN	PENURUNAN	SATUAN
6m	0.3026	m
8m	0.4564	m

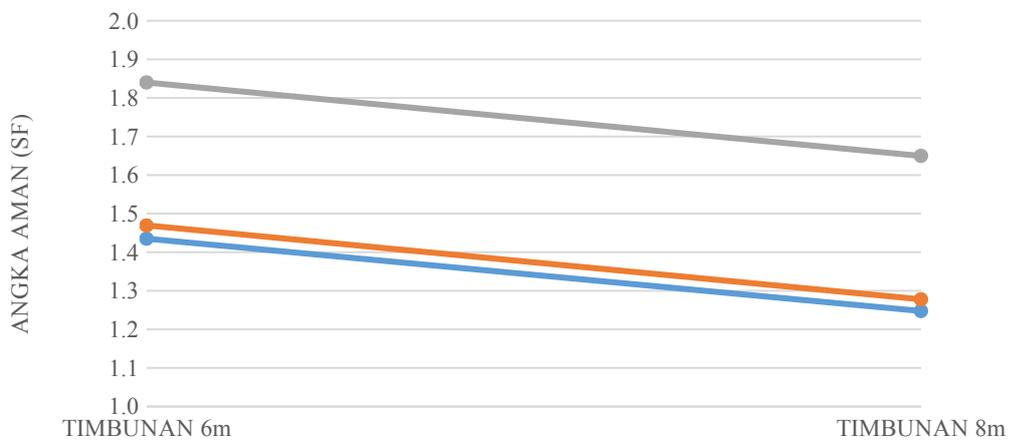
PERBANDINGAN MASA KONSTRUKSI TANAH ASLI UNDRAINED

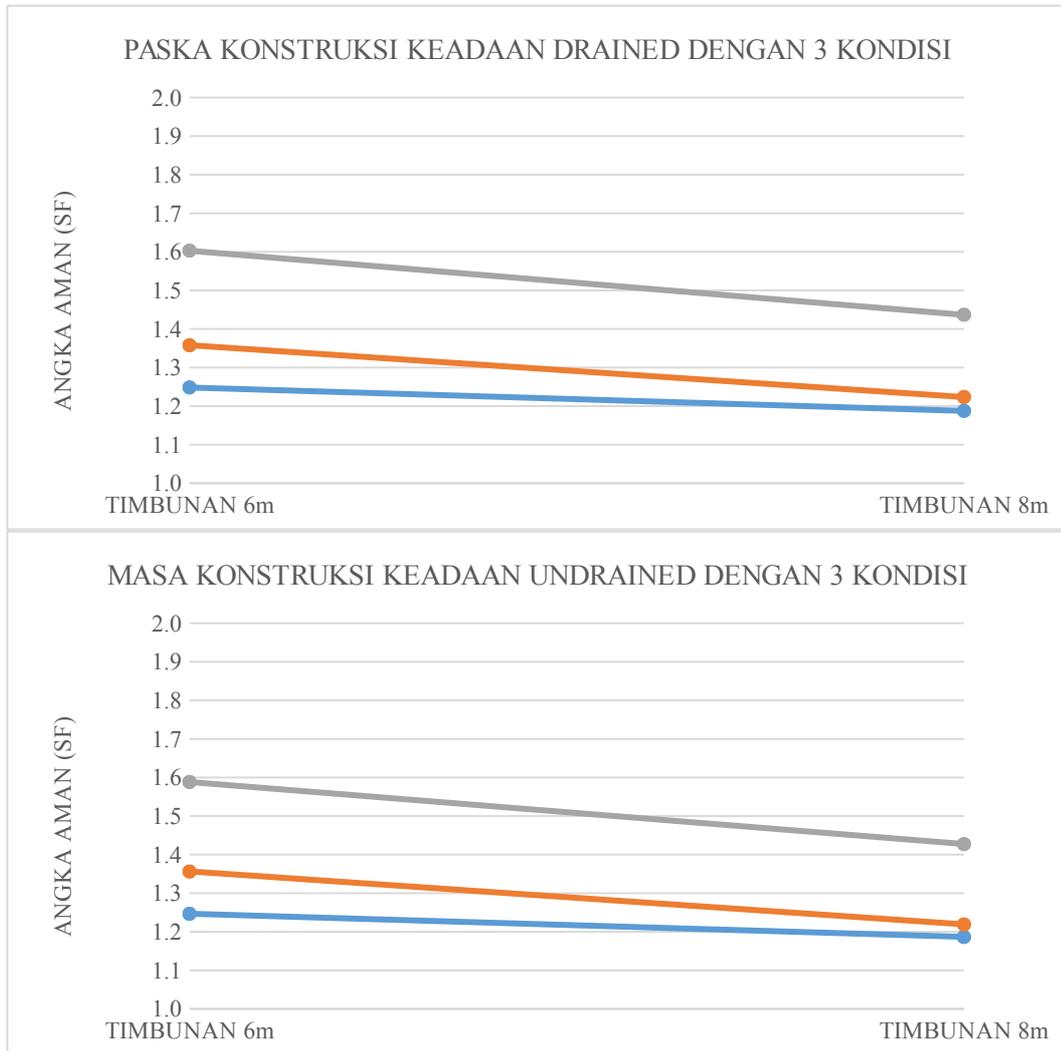


MASA KONSTRUKSI KEADAAN DRAINED DENGAN 3 KONDISI



MASA KONSTRUKSI KEADAAN UNDRAINED DENGAN 3 KONDISI





Gambar 5. 89 Grafik Perbandingan Hasil Nilai Angka Aman pada Timbunan Lereng Tanah Asli, dengan Replacement, dan dengan Perkuatan Geotekstil