

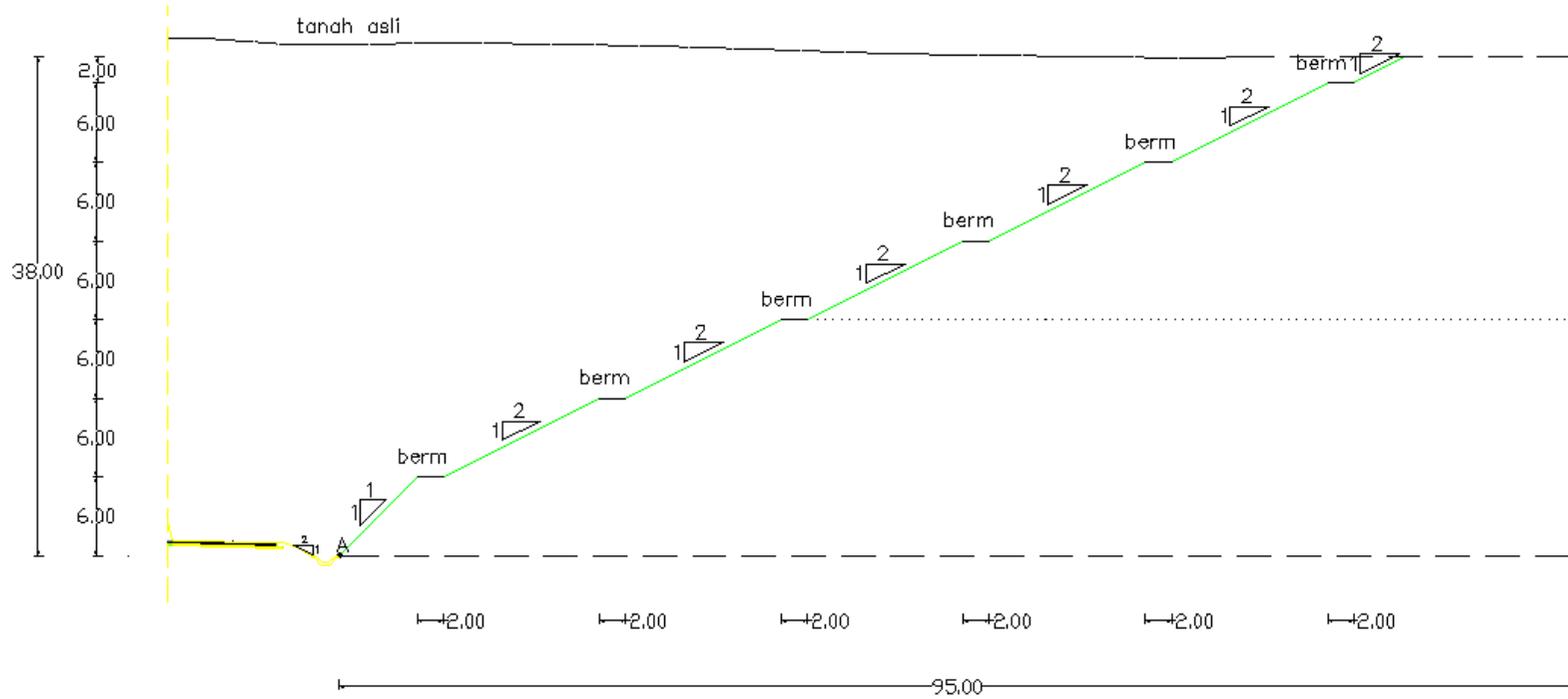
## **BAB V**

### **ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Lereng Asli**

Galian lereng pada proyek jalan tol Semarang-Solo, pada sta 2+200 mencapai kedalaman  $\pm 40$  meter. Pada lereng sebelah kanan mempunyai kedalaman kurang lebih 38 meter dan panjang kurang lebih 95 meter. Lapisan tanah pada lokasi ini terdiri dari 2 lapisan yaitu dibagian atas lereng berupa tanah tufa, pada umumnya tanah ini mudah meresap air, tetapi daya menahan air sangat kurang sehingga mudah tererosi. Sedangkan pada bagian bawahnya pada kedalaman kurang lebih 18 meter dari muka tanah berupa tanah *clayshale*, yang karekteristiknya dapat bersifat rapuh dengan tingkat durabilitas rendah. Hal ini memunculkan banyak problem geoteknik seperti pemilihan material timbunan, daya dukung fondasi, kestabilan lereng dan penurunan muka tanah. Deen (1981) dan Heryono (2010) mengemukakan bahwa *clayshale* umumnya berada pada zona tidak jenuh air, karena efek kapilaritas lebih berperan pada daerah tersebut dan tergantung atas letak muka air tanah serta perilaku *clayshale* ini termasuk sebagai material transisi tanah dan batuan. Akibat degradasi *clayshale* dapat mengalami penurunan durabilitas dan berat isi yang disebut *slaking*, apabila material ini berada pada kondisi terbuka berdesintegrasi setelah adanya kontak dengan udara dan air.

Untuk mempermudah pelaksanaan di lapangan serta mencegah kelongsoran yang akan terjadi, maka desain dilakukan dengan membuat lereng menjadi beberapa jenjang, dalam tugas akhir ini dibuat 7 jenjang dengan masing-masing jenjang mempunyai ketinggian kurang lebih 6 meter dengan variasi kemiringan lereng dibuat skala 1V:2H dan 1V:1H serta dibuat *berm* selebar 2 meter. Untuk lebih jelasnya desain galian sta 2+200 dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Desain Galian Lereng Sta 2+200

### 5.1.1 Data Parameter Tanah, Beban Dan Perkuatan Tanah

Beban-beban yang bekerja pada lereng tersebut adalah beban kendaraan dan beban gempa. Berikut data parameter tanah, beban-beban yang bekerja dan perkuatan lereng yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.1, Tabel 5.2, Gambar 5.3 dan Tabel 5.4.

#### 1. Data Parameter Tanah

**Tabel 5.1 Data Parameter Tanah**

Parameter	Notasi	Tufa	<i>Clayshale</i>	Satuan
Model material	Model	MC	MC	-
Jenis perilaku material	Jenis	<i>drained</i>	<i>drained</i>	-
Berat isi tanah tak jenuh	$\gamma_{unsat}$	17,50	16,00	kN/m <sup>3</sup>
Berat isi tanah jenuh	$\gamma_{sat}$	18,50	18,50	kN/m <sup>3</sup>
Moduus elastis	E	9200	9200	kN/m <sup>2</sup>
Angka poisson	V	0,33	0,33	-
Kohesi	C	80	50	kN/m <sup>2</sup>
Sudut gesek dalam	$\Phi$	27	20	°
Sudut dilatasi	$\psi$	0	0	°

Sumber: PT. Global Profex Synergi (2012)

#### 2. Data Beban Kendaraan

Pada analisis stabilitas lereng ini terdapat jalan arteri selebar 9 m pada bagian atasnya. Lalu lintas harian rata-rata pada jalan tol Semarang – Solo ruas Ungaran Bawen diasumsikan >10.000 kendaraan, data beban lalu lintas yang digunakan analisis stabilitas lereng pada jalan tol Semarang – Solo ruas Ungaran – Bawen adalah sebesar 15 kN/m<sup>2</sup>, seperti tabel 5.2.

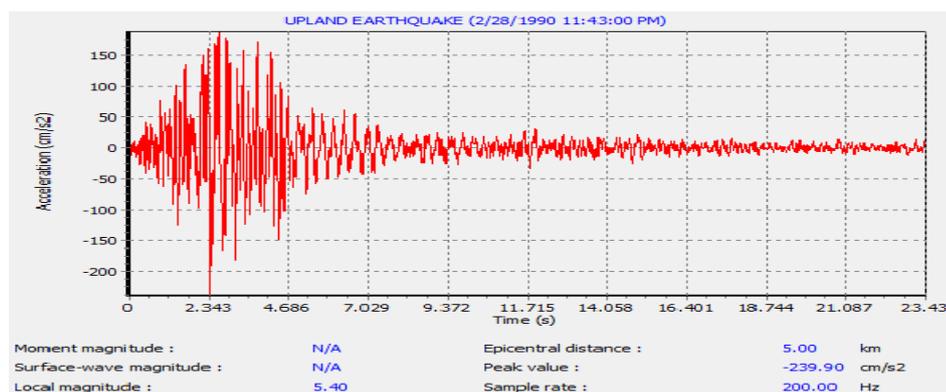
**Tabel 5.2 Data Beban Lalu Lintas untuk Stabilitas**

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

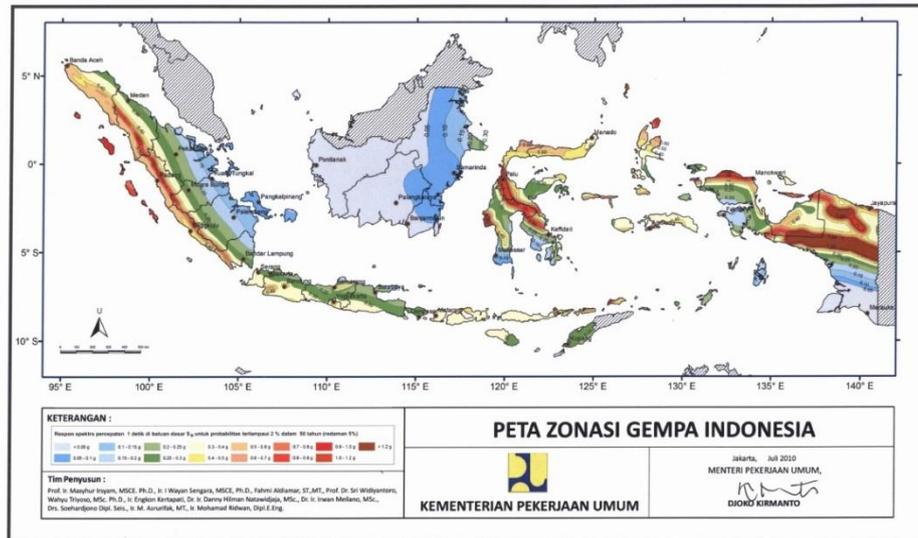
Sumber : Panduan Geoteknik 4 No. Pt T-10-2002-B (2002)

### 3. Data Beban Gempa

Waktu interval gempa yang digunakan sebesar 8 detik, nilai tersebut diambil dari referensi tesis Ismanti (2012) dengan wilayah gempa yang sama yaitu Semarang. Sedangkan untuk beban gempa, wilayah Semarang memasuki zona gempa ke-5 dengan percepatan puncak gempa (PGA) sebesar 0,2-0,25g. data gempa yang sesuai dengan nilai tersebut adalah data gempa kawasan *upland, California* pada tahun 1990 yang memiliki percepatan puncak gempa sebesar 0,24g. Dari respon spectrum yang diambil dari Plaxis versi 8.2, grafik respon spektrum diperoleh seperti pada Gambar 5.3



**Gambar 5.2 Grafik Hubungan Antara Percepatan Gempa dan Waktu**  
(Sumber : Hasil Analisis, 2015)



**Gambar 5.3 Peta Zonasi Gempa Indonesia Tahun 2010**  
(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2010)

#### 4. Geotekstil

Geotekstil yang digunakan adalah Woven UW – 250 PT. Teknindo Geosistem Unggul, yang dinilai kuat tarik ijin geotekstil dan regangannya sebesar 52 kN/m dan 0,2. Data perkuatan geotekstil woven yang di input ke dalam program Plaxis 8.2 dapat dilihat pada tabel 5.3 dibawah ini.

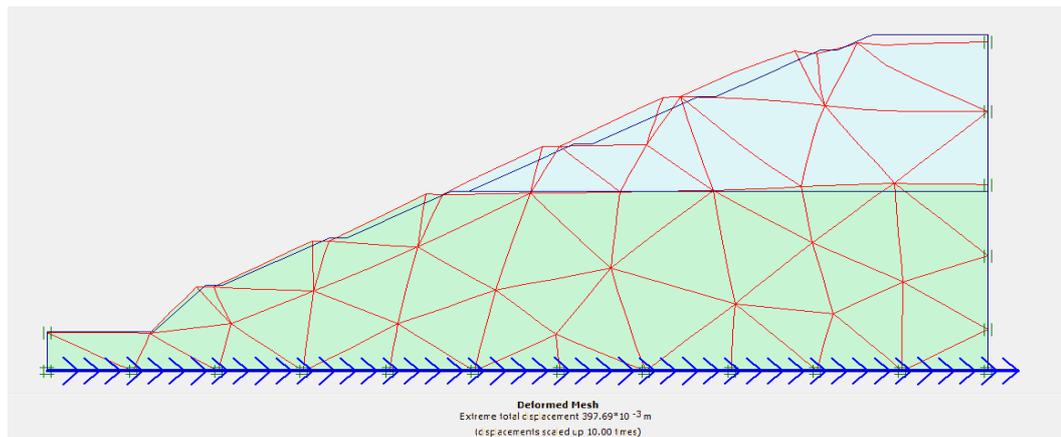
**Tabel 5.3 Data Geotekstil Woven**

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Kekakuan Normal	$EA$	260	kN/m
Kuat Tarik Ultimet	$T_u$	52	kN/m
Kuat Tarik Ijin	$T_a$	26	kN/m

Sumber: PT. Teknindo Geosistem Unggul

#### 5.2 Analisis Stabilitas Lereng tanpa Perkuatan Geotekstil

Pada tugas akhir ini analisis stabilitas lereng bagian kanan Sta. 2+200 tanpa perkuatan tanah dihitung dengan menggunakan program Plaxis 8.2. Untuk hasil jaringan elemen hingga ( *meshing* ) pada lereng dapat dilihat pada Gambar 5.4

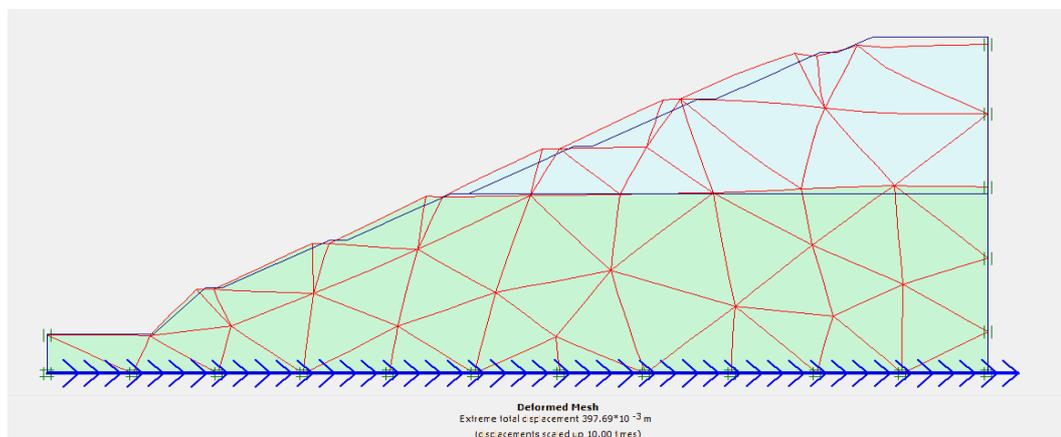


**Gambar 5.4 Meshing Lereng**

### 5.2.1 Akibat Beban Timbunan (Akibat Beban Sendiri)

#### 1. *Deformed Mesh*

*Deformed Mesh* diisyaratkan dengan segitiga jaringan elemen yang berubah dengan tidak beraturan dan penurunan pada bagian bentuk permukaan yang diakibatkan oleh beban gravitasi dan beban timbunan. *Deformed Mesh* timbunan geometri asli akibat beban timbunan (beban sendiri) dapat dilihat pada Gambar 5.5.

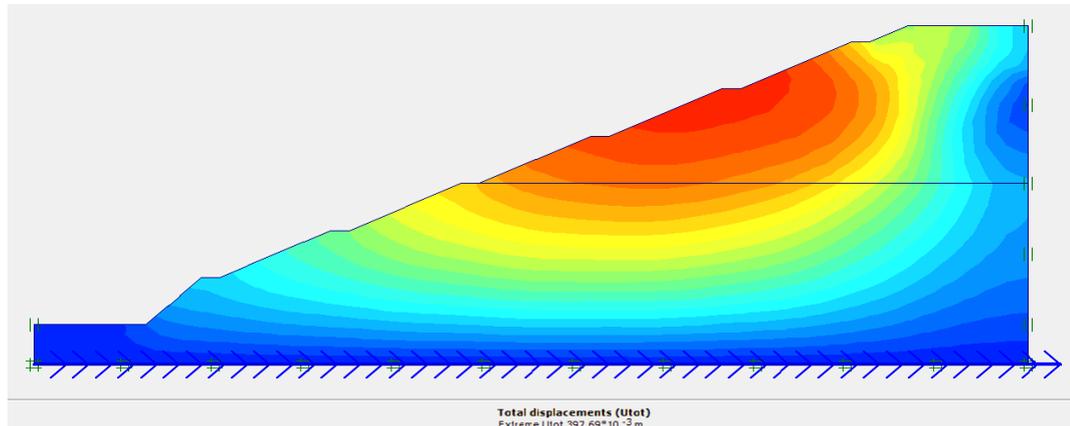


**Gambar 5.5 *Deformed Mesh* pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri)**

#### 2. *Total Displacement*

Pada lereng geometri timbunan asli akibat beban timbunan terjadi *displacement* secara vertikal. *Displacement* terbesar terjadi pada kanan tengah yang di tandai dengan warna orange tua. Saat ke bawah lapisan pada tanah asli, warna orange tua memudar hingga berubah menjadi biru tua berarti semakin ke

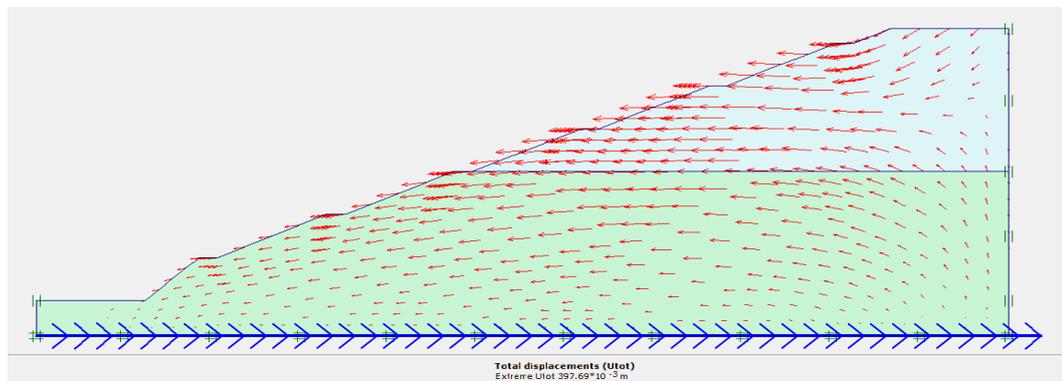
bawah lapisan *displacemanet* akan semakin kecil. Besar nilai *displacement* terbesar pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan adalah sebesar  $397,69 \times 10^{-3}$  m yang dapat dilihat pada Gambar 5.6.



**Gambar 5.6 Total Displacement pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri)**

### 3. Arah Pergerakan Tanah

Analisis pergerakan tanah yang terjadi pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan menunjukkan bahwa terjadi pergerakan tanah yang dominan bergerak ke arah sebelah kanan. Arah pergerakan tanah dapat dilihat pada Gambar 5.7.

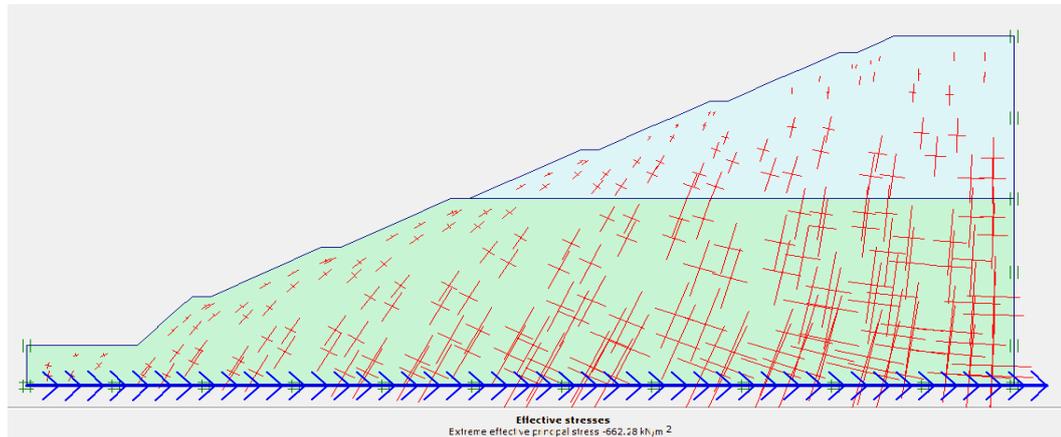


**Gambar 5.7 Arah Pergerakan Tanah pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri)**

### 4. *Effective Stresses*

Dari analisis *Effective Stress* menunjukkan hasil bahwa garis – garis yang mengisyaratkan arah dan besarnya tegangan efektif, tegangan efektif semakin ke bawah semakin banyak khususnya di bagian kanan bawah sampai tengah

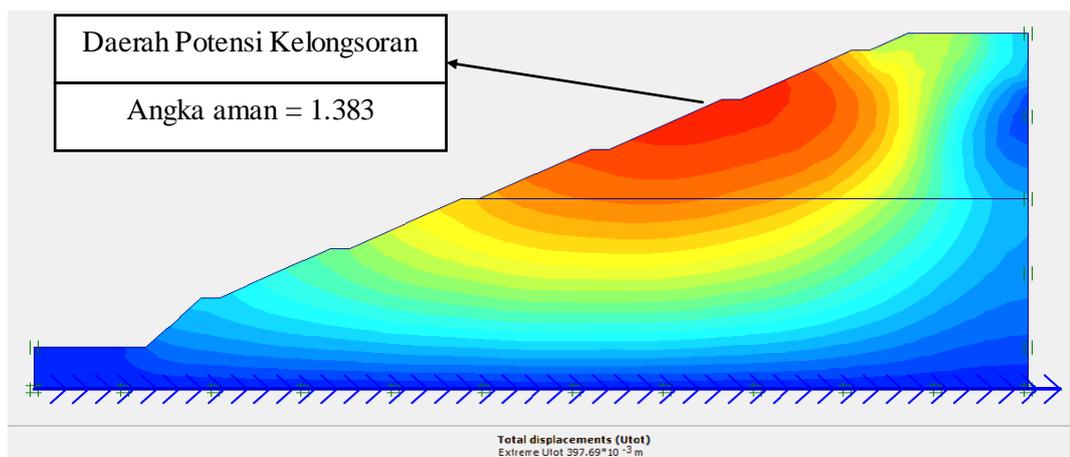
timbunan. Besar nilai *effective stresses* pada timbunan adalah  $-662,28 \text{ kN/m}^2$ . *Effective Stresses* dapat dilihat pada Gambar 5.8.



**Gambar 5.8 Effective Stress pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri)**

#### 5. Daerah Potensi Kelongsoran

Hasil analisis program Plaxis menunjukkan bahwa bentuk kelongsoran yang terjadi adalah *rotational slides*. Dari hasil ini dapat juga dilihat zona pasif dan zona aktif yang terbentuk. Zona pasif digambarkan secara grafis dengan warna biru sedangkan zona aktif dengan warna oranye. Dari gambar potensi kelongsoran dapat dilihat arah pergerakan tanahnya yang disimbolkan berupa panah berwarna merah. Potensi kelongsoran dan arah pergerakan tanah pada lereng tanpa beban gempa dapat dilihat pada Gambar 5.9.

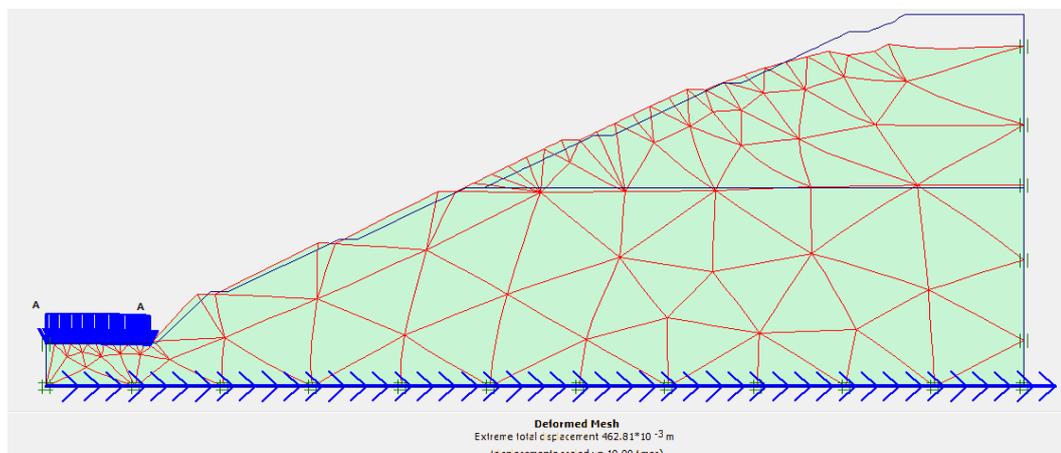


**Gambar 5.9 Daerah Potensi Kelongsoran pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri)**

## 5.2.2 Akibat Beban Timbunan (Akibat Beban Sendiri) Dan Beban Kendaraan

### 1. *Deformed Mesh*

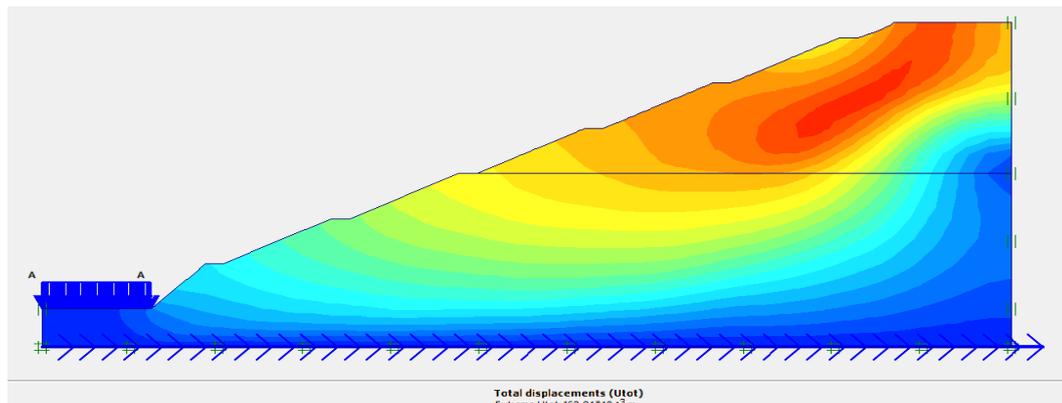
*Deformed mesh* diisyaratkan dengan segitiga jaringan elemen yang berubah dengan tidak beraturan dan penurunan pada bagian bentuk permukaannya yang disebabkan oleh beban gravitasi dan beban kendaraan. *Deformed mesh* timbunan geometri asli akibat beban timbunan dan beban kendaraan dapat dilihat pada Gambar 5.10.



**Gambar 5.10 *Deformed Mesh* pada Timbunan dengan Beban Timbunan dan Beban Kendaraan**

### 2. *Total Displacement*

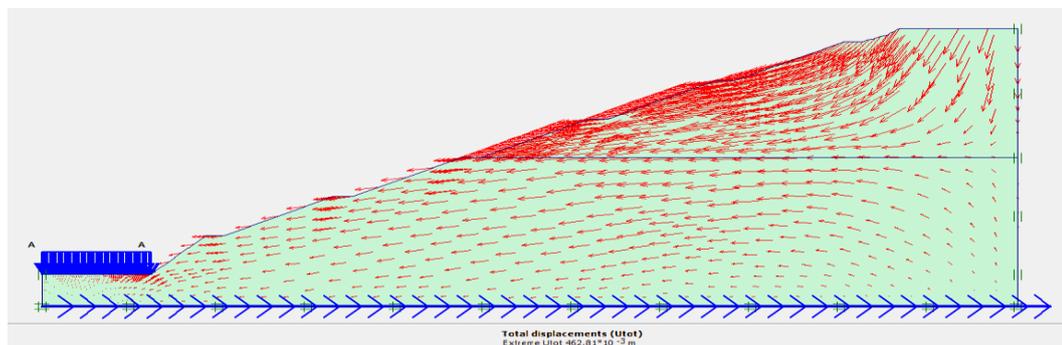
Pada lereng geometri timbunan asli akibat beban timbunan dan beban kendaraan terjadi *displacement* secara vertikal. *Displacement* terbesar terjadi pada kanan tengah yang di tandai dengan warna oranye tua. Saat ke bawah lapisan pada tanah asli, warna oranye tua memudar hingga berubah menjadi biru tua berarti semakin ke bawah lapisan *displacement* akan semakin kecil. Besar nilai *displacement* terbesar pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan dan beban kendaraan adalah  $462,81 \times 10^{-3}$  m yang dapat dilihat pada Gambar 5.11.



**Gambar 5.11 Total Displacement pada Timbunan dengan Beban Timbunan dan Beban kendaraan**

### 3. Arah Pergerakan Tanah

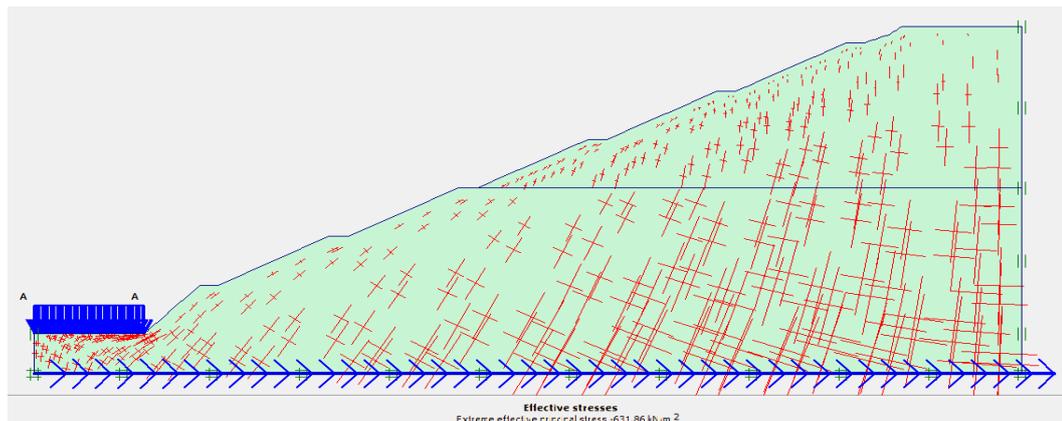
Analisis pergerakan tanah yang terjadi pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan dan beban kendaraan menunjukkan pergerakan tanah dominan bergerak ke arah sebelah kiri. Arah pergerakan tanah dapat dilihat pada Gambar 5.12.



**Gambar 5.12 Arah Pergerakan Tanah pada Timbunan dengan Beban Timbunan dan Beban Kendaraan**

### 4. *Effective Stress*

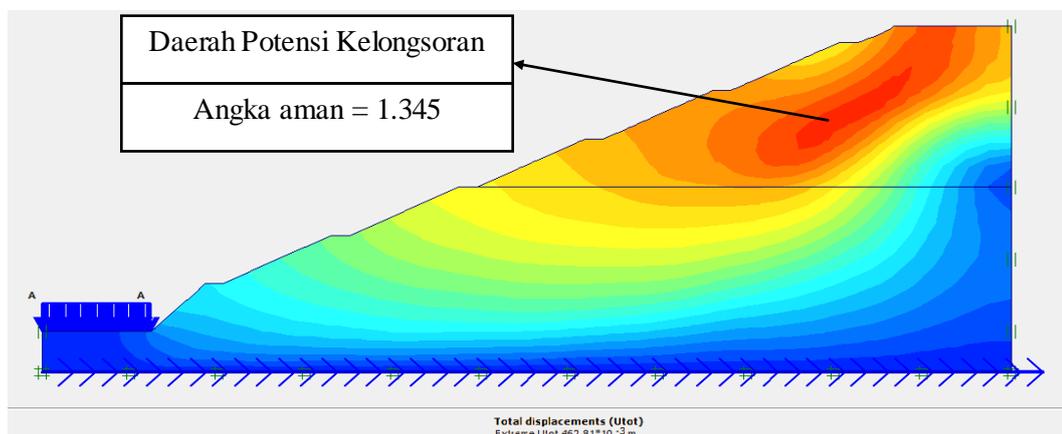
Dari analisis *Effective Stress* menunjukkan hasil bahwa garis – garis yang mengisyaratkan arah dan besarnya tegangan efektif, tegangan efektif semakin ke bawah semakin banyak khususnya di bagian bawah tengah timbunan. Besar nilai *effective stresses* pada timbunan dengan beban timbunan dan beban kendaraan adalah  $-631,86 \text{ kN/m}^2$ . *Effective Stresses* dapat dilihat pada Gambar 5.13.



**Gambar 5.13 Effective Stress pada Timbunan dengan Beban Timbunan dan Beban Kendaraan**

#### 5. Daerah Potensi Kelongsoran

Dari analisis program plaxis ditunjukkan pada Gambar 5.14 bahwa kelongsoran yang akan terjadi adalah nendatan ( *rotational slide* ). Dari hasil ini dapat dilihat zona aktif ditandai dengan warna orange sedangkan zona pasif yang ditandai dengan warna biru tua.

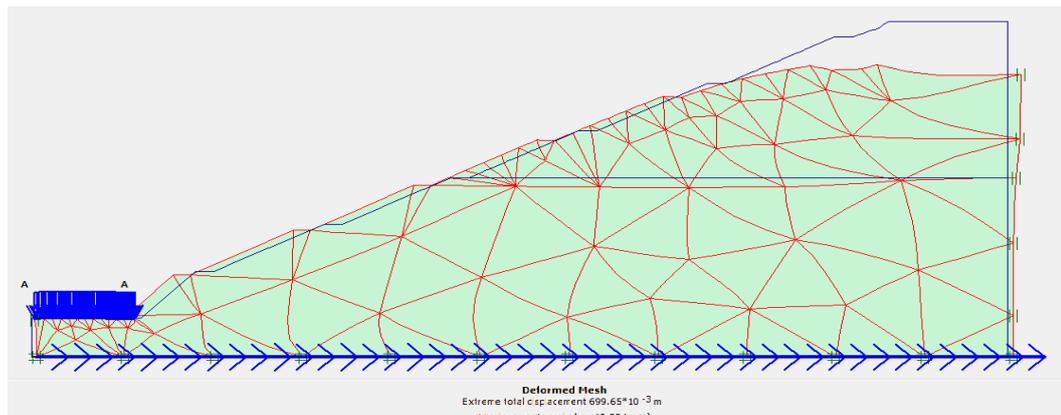


**Gambar 5.14 Daerah Potensi Kelongsoran pada Timbunan dengan Beban Timbunan dan Beban Kendaraan**

### 5.2.3 Akibat Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa

#### 1. Deformed Mesh

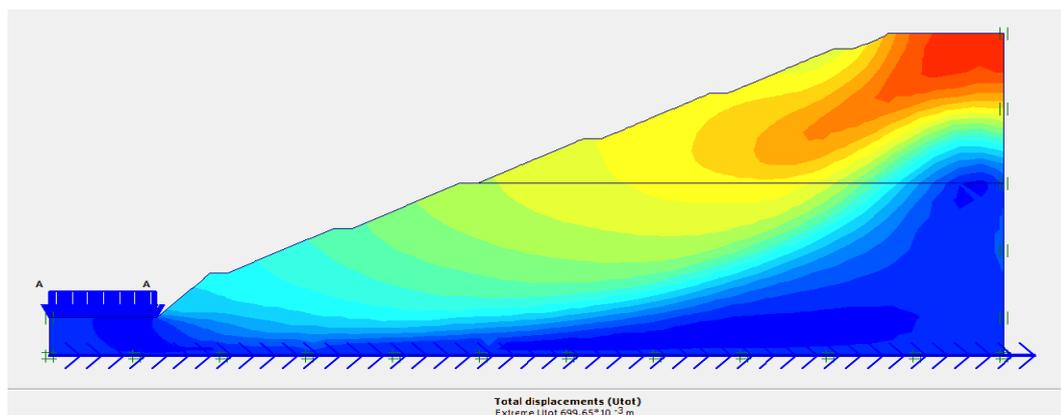
*Deformed mesh* diisyaratkan dengan segitiga jaringan elemen yang berubah dengan tidak beraturan dan penurunan pada bagian bentuk permukaannya yang disebabkan oleh beban gravitasi, beban kendaraan, dan beban gempa. *Deformed mesh* timbunan geometri asli akibat beban timbunan, beban kendaraan dan beban gempa dapat dilihat pada Gambar 5.15.



**Gambar 5.15 Deformed Mesh pada Timbunan dengan Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa**

## 2. Total Displacement

Pada lereng geometri timbunan asli akibat beban timbunan beban kendaraan, dan beban gempa terjadi *displacement* secara vertikal. *Displacement* terbesar terjadi pada atas tengah yang di tandai dengan warna oranye tua. Saat ke bawah lapisan pada tanah asli, warna oranye tua memudar hingga berubah menjadi biru tua berarti semakin ke bawah lapisan *displacement* akan semakin kecil. Besar nilai *displacement* terbesar pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan, beban kendaraan dan beban gempa adalah  $699,65 \times 10^{-3}$  m yang dapat dilihat pada Gambar 5.16.

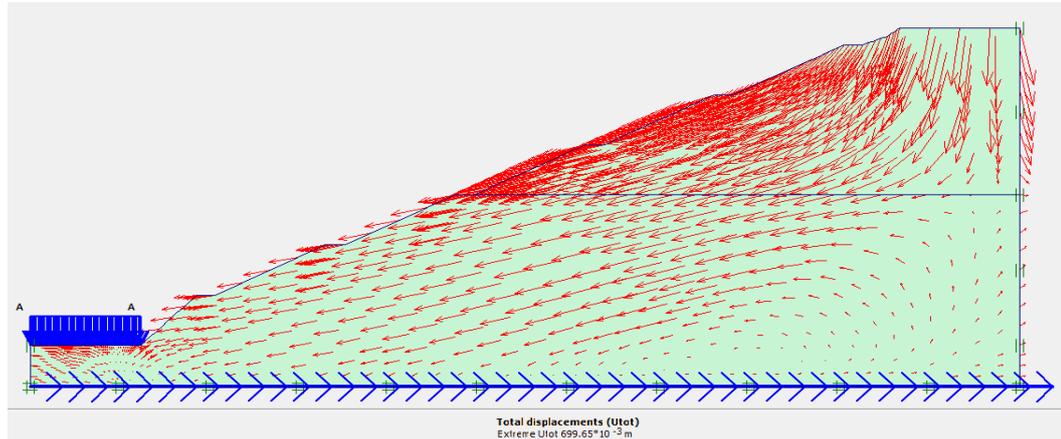


**Gambar 5.16 Total Displacement pada Timbunan dengan Beban Timbunan, Beban kendaraan dan Beban Gempa**

## 3. Arah Pergerakan Tanah

Analisis pergerakan tanah yang terjadi pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan dan beban kendaraan menunjukkan pergerakan tanah

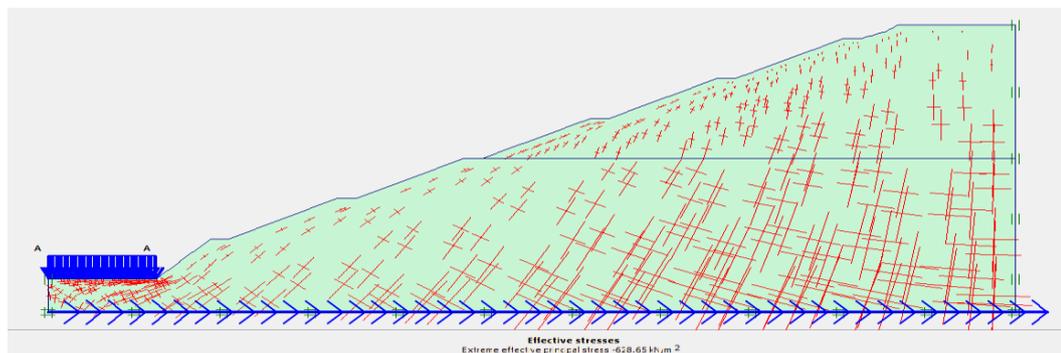
dominan bergerak ke arah sebelah kiri. Arah pergerakan tanah dapat dilihat pada Gambar 5.17.



**Gambar 5.17 Arah Pergerakan Tanah pada Timbunan dengan Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa**

#### 4. *Effective Stress*

Dari analisis *Effective Stress* menunjukkan hasil bahwa garis – garis yang mengisyaratkan arah dan besarnya tegangan efektif, tegangan efektif semakin ke bawah semakin banyak khususnya di bagian bawah tengah timbunan. Besar nilai *effective stresses* pada timbunan dengan beban timbunan dan beban kendaraan adalah  $-628,65 \text{ kN/m}^2$ . *Effective Stresses* dapat dilihat pada Gambar 5.18.

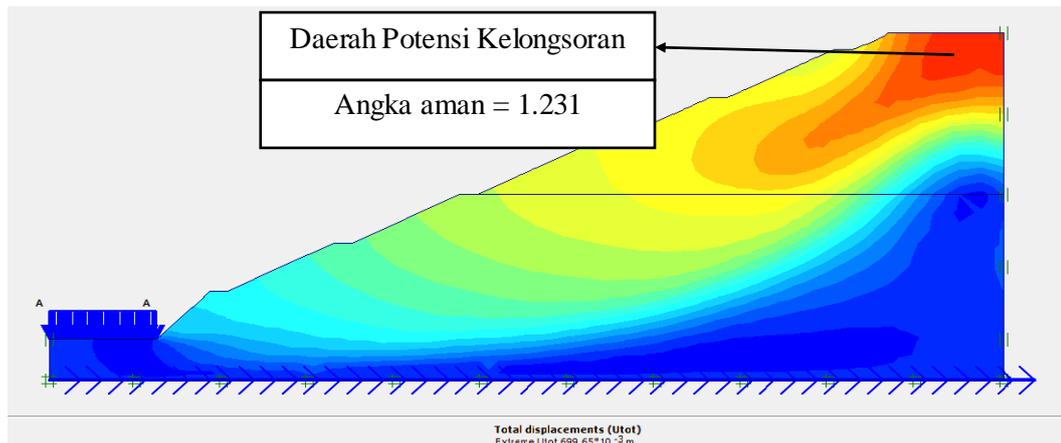


**Gambar 5.18 *Effective Stress* pada Timbunan dengan Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa**

#### 5. Daerah Potensi Kelongsoran

Dari analisis program plaxis ditunjukkan pada Gambar 5.19 bahwa kelongsoran yang akan terjadi adalah nendatan ( *rotational slide* ). Dari hasil ini

dapat dilihat zona aktif ditandai dengan warna orange sedangkan zona pasif yang ditandai dengan warna biru tua.



**Gambar 5.19 Daerah Potensi Kelongsoran pada Timbunan dengan Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa**

Besarnya nilai aman dari analisis program Plaxis versi 8.2 yang terdapat pada lereng tanah asli sta. 2+200 dengan beban timbunan, beban gempa dan beban kendaraan sebesar  $1,231 < 1,5$ . Hal ini menunjukkan lereng tidak aman sehingga akan terjadi kelongsoran pada lereng.

### 5.3 Analisis Stabilitas Lereng Timbunan Geometri Asli dengan Perkuatan Geotekstil

Berdasarkan Hardiyatmo (2008), geotekstil adalah material lembaran yang dibuat dari bahan tekstil *polymeric*, bersifat lolos air, yang dapat berbentuk bahan nir-anyam (*non woven*), rajutan atau anyam (*woven*) yang digunakan dalam kontak dengan tanah/batu dan/atau material geoteknik yang lain di dalam aplikasi teknik sipil.

Geotekstil umumnya dibuat dari *polymer polypropylene* (beberapa dibuat dari *polyester* atau *polyethylene*), yang dibuat dalam bentuk fiber-fiber atau benang-benang, dan akhirnya dipakai untuk membuat lembaran kain anyam (*woven*) atau nir-anyam (*non woven*). Ketika kain tekstil ini diletakkan di dalam tanah, maka disebut geotekstil. Jenis geotekstil yang digunakan adalah geotekstil *woven* UW-250 produksi PT. Teknindo Geosistem Unggul.

Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah metode *zone per zone*, dimana lereng tanah timbunan dibagi menjadi empat bagian yaitu *zone* 1,

zone 2, zone 3 dan zone 4. Nilai faktor keamanan ( $SF$ )  $> 1,25$  menurut Bowles (1989) ditafsirkan sebagai lereng dengan longsor jarang terjadi atau di sebut relatif stabil. Untuk menyebutkan lereng stabil perlu dibuat nilai batas aman selain dari  $F=1,25$ .

Karena bidang longsor terdapat pada tanah timbunan maka geotekstil ditempatkan pada tanah timbunan (lihat Gambar 5.15 dan Gambar 5.19). untuk merencanakan perkuatan lereng dengan geotekstil stabil terhadap gaya-gaya yang bekerja maka diperlukan analisis stabilitas eksternal dan stabilitas internal. Berikut data-data yang diperlukan untuk analisis stabilitas eksternal dan stabilitas internal:

1. Tanah Timbunan

- a. Berat Volume Tanah ( $\gamma_b$ ) = 17 kN/m<sup>3</sup>
- b. Kohesi ( $c$ ) = 1 kN/m<sup>3</sup>
- c. Sudut Gesek Dalam ( $\phi$ ) = 27°
- d. Kemiringan lereng = 27°

2. Geotekstil

- a. Jenis geotekstil = Geotekstil *woven* UW-250
- b. Kuat Tarik Ultimet ( $T_u$ ) = 52 kN/m
- c. Kuat Tarik ijin ( $T_a$ ) = 26 kN/m

3. Koefisien Daya dukung tanah

Untuk koefisien daya dukung tanah bisa dilihat pada Tabel 5.4

**Tabel 5.4 Koefisien Daya Dukung Tanah**

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
15	11,63	4,34	3,06	24	19,32	9,60	9,44
16	11,63	4,34	3,06	25	20,72	10,66	10,88
17	12,34	4,77	3,53	26	22,25	11,85	12,54
18	13,10	5,26	4,07	27	23,94	13,20	14,47
19	13,93	5,80	4,68	28	25,80	14,72	16,72
20	14,83	6,40	5,39	29	27,86	16,44	19,34
21	15,82	7,07	6,20	30	30,14	18,40	22,40
22	16,88	7,82	7,13	31	32,67	20,63	25,90
23	18,05	8,66	8,20	32	35,49	23,18	30,22

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum (2009)

Perhitungan tugas akhir ini menggunakan program *Microsoft Office Excel*, sehingga angka-angka yang tertulis bila dihitung dengan cara manual akan menghasilkan angka yang tidak 100% sama. Untuk dapat menghitung panjang geotekstil nilai kohesi di asumsikan menjadi  $1 \text{ kN/m}^2$ , namun pada program *Plaxis* kohesi yang digunakan tetap  $80 \text{ kN/m}^2$ .

### 5.3.1 Stabilitas Eksternal

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

Beban merata kendaraan =  $15 \text{ kN/m}^2$  digunakan safety factor (SF) = 1,5 dan kohesi (c) =  $1 \text{ kN/m}^2$ .

$$Ka = \cos \beta \left( \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \theta}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \theta}} \right)$$

$$Ka = \cos 27 \left( \frac{\cos 27 - \sqrt{\cos^2 27 - \cos^2 \theta}}{\cos 27 + \sqrt{\cos^2 27 - \cos^2 \theta}} \right) = 0,891$$

- a. Zone 1

$$\begin{aligned} \sigma_{hc1} &= (q \times ka) + (ka \times H1 \times \gamma b) - (2 \times c \times \sqrt{ka}) \\ &= (15 \times 0,891) + (0,891 \times 2 \times 17) - (2 \times 1 \times \sqrt{0,891}) \\ &= 40,168 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$Sv1 = \frac{Ta}{\sigma_{hc1} \times SF} = \frac{26}{40,168 \times 1,5} = 0,432 \text{ m}$$

Dilapangan dipasang  $Sv1 = 0,5 \text{ m}$

Banyaknya lapis geotekstil =  $2/0,5 = 4$  lembar

Diambil = 4 lembar

- b. Zone 2

$$\begin{aligned} \sigma_{hc1} &= (ka \times H1 \times \gamma b) + (2 \times c \times \sqrt{ka}) \\ &= (0,891 \times 4 \times 17) + (2 \times 1 \times \sqrt{0,891}) \\ &= 58,701 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$Sv1 = \frac{Ta}{\sigma_{hc1} \times SF} = \frac{26}{58,701 \times 1,5} = 0,295 \text{ m}$$

Dilapangan dipasang  $Sv1 = 0,5 \text{ m}$

Banyaknya lapis geotekstil =  $2/0,5 = 3$  lembar

Diambil = 3 lembar

c. Zone 3

$$\begin{aligned}\sigma_{hc 1} &= (k_a \times H_1 \times \gamma b) + (2 \times c \times \sqrt{k_a}) \\ &= (0,891 \times 6 \times 17) + (2 \times 1 \times \sqrt{0,891}) \\ &= 88,995 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$S_v I = \frac{T_a}{\sigma_{hc 1} \times SF} = \frac{26}{88,995 \times 1,5} = 0,195 \text{ m}$$

Dilapangan dipasang  $S_v I = 0,5 \text{ m}$

Banyaknya lapis geotekstil =  $2/0,5 = 3$  lembar

Diambil = 3 lembar

d. Zone 4

$$\begin{aligned}\sigma_{hc 1} &= (k_a \times H_1 \times \gamma b) + (2 \times c \times \sqrt{k_a}) \\ &= (0,891 \times 6 \times 17) + (2 \times 1 \times \sqrt{0,891}) \\ &= 119,289 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

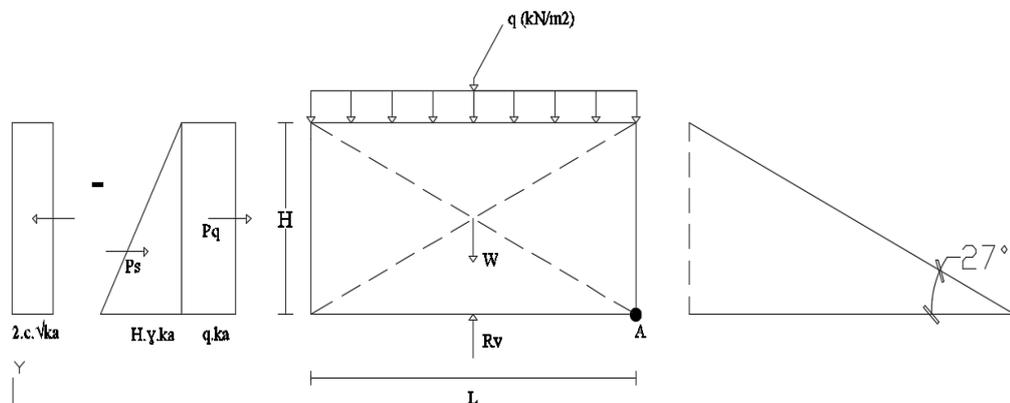
$$S_v I = \frac{T_a}{\sigma_{hc 1} \times SF} = \frac{26}{119,289 \times 1,5} = 0,145 \text{ m}$$

Dilapangan dipasang  $S_v I = 0,4 \text{ m}$

Banyaknya lapis geotekstil =  $2/0,4 = 3,75$  lembar

Diambil = 5 lembar

2. Menentukan panjang geotekstil



Gambar 5.20 Gaya-gaya Yang Bekerja Pada Tanah Miring

a. Eksentrisitas

$$e = \frac{\Sigma MD}{Rv} = \frac{(Pq \times \frac{1}{2}H) + (Ps \times \frac{1}{3}H) - (Pk \times \frac{1}{2}H)}{(H \times \gamma b \times L) + (q \times L)}$$

Resultan gaya yang bekerja pada teras

$$\frac{1}{6}L \geq \frac{(q \times ka \times \frac{1}{2} \times H^2) + (\frac{1}{2} \times ka \times \gamma b \times H^2 \times \frac{1}{3} \times H) - (2 \times c \times \sqrt{ka} \times \frac{1}{2} \times H^2)}{(H \times \gamma b \times L) + (q \times L)}$$

$$\frac{1}{6}L \geq \frac{(15 \times 0,891 \times \frac{1}{2} \times 6^2) + (\frac{1}{2} \times 0,891 \times 17 \times 6^2 \times \frac{1}{3} \times 6) - (2 \times 1 \times \sqrt{0,891} \times \frac{1}{2} \times 6^2)}{(6 \times 17 \times L) + (15 \times L)}$$

$$\frac{1}{6}L \geq \frac{785,862}{117L}$$

$$117L^2 \geq 4715,172$$

$$L^2 = 40,3 \text{ m}$$

$$L = 6,34 \text{ m}$$

Diambil panjang geotekstil = 7 m

b. Stabilitas terhadap guling

$$SF = \frac{\Sigma MR}{\Sigma MD} = \frac{\text{Momen melawan}}{\text{Momen penggulingan}} \geq 1.5$$

$$\Sigma MD = (q \times ka \times \frac{1}{2} \times H^2) + (\frac{1}{2} \times ka \times \gamma b \times H^2 \times \frac{1}{3} \times H) - (2 \times c \times \sqrt{ka} \times \frac{1}{2} \times H^2)$$

$$\Sigma MR = 0,5 \times \gamma b \times H \times L^2$$

$$SF = \frac{(15 \times 0,891 \times \frac{1}{2} \times 6^2) + (\frac{1}{2} \times 0,891 \times 17 \times 6^2 \times \frac{1}{3} \times 6) - (2 \times 1 \times \sqrt{0,891} \times \frac{1}{2} \times 6^2)}{0,5 \times 17 \times 6 \times L^2}$$

$$SF = \frac{51L^2}{722,4723}$$

$$L^2 = \frac{(722,4723 \times 1,5)}{51} = 21,249 \text{ m}$$

$$L = 4,610 \text{ m}$$

Diambil panjang geotekstil = 5 m

c. Stabilitas terhadap geser

$$SF = \frac{L \times H \times \gamma b \times \text{tg } \delta b}{(0,5 \times H^2 \times ka) + (q \times ka \times H) + (2 \times c \times \sqrt{ka} \times H)}$$

Tahanan geser pada dasar perkuatan ( $\delta b = 2/3 \times 27^\circ = 18^\circ$ )

$$SF = \frac{L \times 6 \times 17 \times \operatorname{tg} 22^\circ}{(0,5 \times 6^2 \times 0,891) + (15 \times 0,891 \times 6) + (2 \times 1 \times \sqrt{0,891} \times 6)}$$

$$SF = \frac{41,211 L}{341,511}$$

$$L = \frac{341,511 \times 1,5}{41,211} = 12,430 \text{ m}$$

Diambil panjang geotekstil = 13 m

d. Tinjauan terhadap kapasitas dukung fondasi

Digunakan  $SF = 2$

$$N_c = 23,94$$

$$N_\gamma = 14,47$$

$$L \leq \frac{\sigma_{ult}}{H \times \gamma_b \operatorname{timb.} + q}$$

$$\begin{aligned} q_{ult} &= c \times N_c + 0,5 \times L \times \gamma_b \times N_\gamma \\ &= 1 \times 23,94 + 0,5 \times L \times 17 \times 14,47 \\ &= 23,94 + 122,995 L \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \sigma_{ult} &= q_{ult} \times SF \\ &= (23,94 + 122,995 L) \times 2 \\ &= 47,88 + 245,99 L \end{aligned}$$

$$L \leq \frac{47,88 + 245,99 L}{6 \times 17 + 15}$$

$$1530 L \leq 47,88 + 245,99 L$$

$$L = \frac{47,88}{(1530 - 245,99)} = 0,037289 \text{ m}$$

Dari empat jenis parameter di atas, diambil panjang geotekstil (L) yang maksimum yaitu  $L = 13 \text{ m}$ .

### 5.3.2 Stabilitas Internal

1. Panjang geotekstil *overlapping*

$$L_o = \frac{\sigma_{hc} \times S_{vi} \times SF}{2 \times \gamma_b \times z_i \times \tan \phi}$$

Zone A1 pada geotekstil no. 1

$$\sigma_{hc} \quad = 41,771 \text{ kN/m}^2$$

$$SF \quad = 1,5$$

$$S_{v1} \quad = 0,5 \text{ m}$$

$$Z_1 \quad = 2 \text{ m}$$

$$L_o = \frac{41,771 \times 0,5 \times 1,5}{2 \times 17 \times 2 \times \tan 27} = 0,904 \text{ m}$$

Karena panjang *overlapping* minimum 1 meter, maka panjang *overlapping* diambil 1 m. Hasil rekapitulasi perhitungan  $L_o$  dapat dilihat pada Tabel 5.5

**Tabel 5.5 Panjang Geotekstil *Overlapping***

Zona	Geotekstil	S <sub>vi</sub> (m)	Z <sub>i</sub> (m)	L <sub>o</sub> (m)	L <sub>o</sub> pakai
Zona 1	Geotekstil no 1	0.5	2	0.904203309	1
	Geotekstil no 2	0.5	2	0.904203309	1
	Geotekstil no 3	0.5	2	0.904203309	1
	Geotekstil no 4	0.5	2	0.904203309	1
Zona 2	Geotekstil no 5	0.5	4	0.635329283	1
	Geotekstil no 6	0.5	4	0.635329283	1
	Geotekstil no 7	0.5	4	0.635329283	1
Zona 3	Geotekstil no 8	0.5	6	0.642140201	1
	Geotekstil no 9	0.5	6	0.642140201	1
	Geotekstil no 10	0.5	6	0.642140201	1
Zona 4	Geotekstil no 11	0.4	8	0.516436528	1
	Geotekstil no 12	0.4	8	0.516436528	1
	Geotekstil no 13	0.4	8	0.516436528	1
	Geotekstil no 14	0.4	8	0.516436528	1

## 2. Panjang Efektif Geotekstil

$$L_e = \frac{SF \times S_{vi} \times k_a \times \gamma_b \times z_i}{2 \times \gamma_b \times z_i \times \tan \phi}$$

Zone 1 pada geotekstil no.1

$$L_e = \frac{1,5 \times 0,5 \times 0,891 \times 17 \times 2}{2 \times 17 \times 2 \times \text{tg } 27} = 0,6558 \text{ m}$$

Karena panjang  $L_e$  minimum 1 meter, maka panjang  $L_e$  diambil 1 m. Hasil rekapitulasi perhitungan  $L_e$  dapat dilihat pada Tabel 5.9.

**Tabel 5.6 Panjang Efektif Geotekstil**

Geotekstil	$L_e$ (m)	Le Pakai
Geotekstil no 1	0,6558	1
Geotekstil no 2	0,6558	1
Geotekstil no 3	0,6558	1
Geotekstil no 4	0,6558	1
Geotekstil no 5	0,6558	1
Geotekstil no 6	0,6558	1
Geotekstil no 7	0,6558	1
Geotekstil no 8	0,6558	1
Geotekstil no 9	0,6558	1
Geotekstil no 10	0,6558	1
Geotekstil no 11	0,5246	1
Geotekstil no 12	0,5246	1
Geotekstil no 13	0,5246	1
Geotekstil no 14	0,5246	1

Untuk cek apakah geotekstil mampu menahan gaya Tarik yang terjadi maka diambil nilai  $S_{vi}$  yang paling besar maka diambil zone 1 pada geotekstil no 1.

1. Tegangan geser yang bekerja di permukaan bidang kontak.

$$\begin{aligned} \text{a. } \tau_1 &= C_1 + \sigma_1 \times \text{tg } \varphi_1 \\ &= 1 + \frac{1}{2} \times 0,5 \times 17 \times \text{tg } 27 \\ &= 3,165 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } \tau_2 &= C_2 + \sigma_2 \times \text{tg } \varphi_2 \\ &= 1 + \frac{1}{2} \times 0,5 \times 17 \times \text{tg } 27 \\ &= 3,165 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

2. Gaya tarik yang bekerja pada geotekstil

$$\text{a. } T = (\tau_1 + \tau_2) \times 1 \times 6 \times \text{tg } \varphi$$

$$= (3,165 + 3,165) \times 1 \times 6 \times \text{tg } 27$$

$$= 19,3547 \text{ kN}$$

Dari hasil perhitungan diatas gaya tarik yang bekerja pada geotekstil 19,3547 kN, sedangkan jenis geotekstil yang digunakan memiliki kuat tarik = 52 kN/m > 19,3547 kN (Aman).

Pada analisis menggunakan plaxis 8.2 data yang diperlukan untuk input pada program plaxis dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan 5.11

**Tabel 5.7 Parameter Tanah Lereng Geometri Baru dengan Perkuatan Geotekstil**

Parameter	Notasi	Tufa	<i>Clayshale</i>	Satuan
Model material	Model	MC	MC	-
Jenis perilaku material	Jenis	<i>drained</i>	<i>drained</i>	-
Berat isi tanah tak jenuh	$\gamma_{unsat}$	17,50	16,00	kN/m <sup>3</sup>
Berat isi tanah jenuh	$\gamma_{sat}$	18,50	18,50	kN/m <sup>3</sup>
Moduus elastis	E	9200	9200	kN/m <sup>2</sup>
Angka poisson	V	0,33	0,33	-
Kohesi	C	80	50	kN/m <sup>2</sup>
Sudut gesek dalam	$\Phi$	27	20	°
Sudut dilatansi	$\psi$	0	0	°

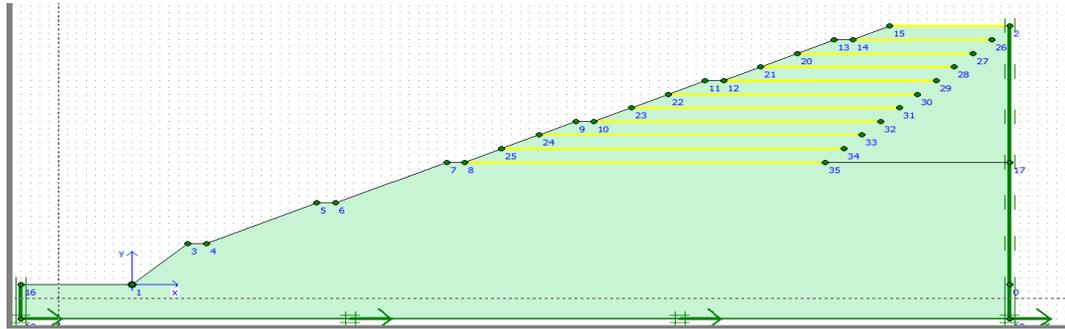
**Tabel 5.8 Data Geotekstil**

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Kekakuan Normal	<i>EA</i>	260	kN/m
Kuat Tarik Ultimet	Tu	52	kN/m
Kuat Tarik Ijin	Ta	26	kN/m

Sumber: PT. Teknindo Geosistem Unggul (2016)

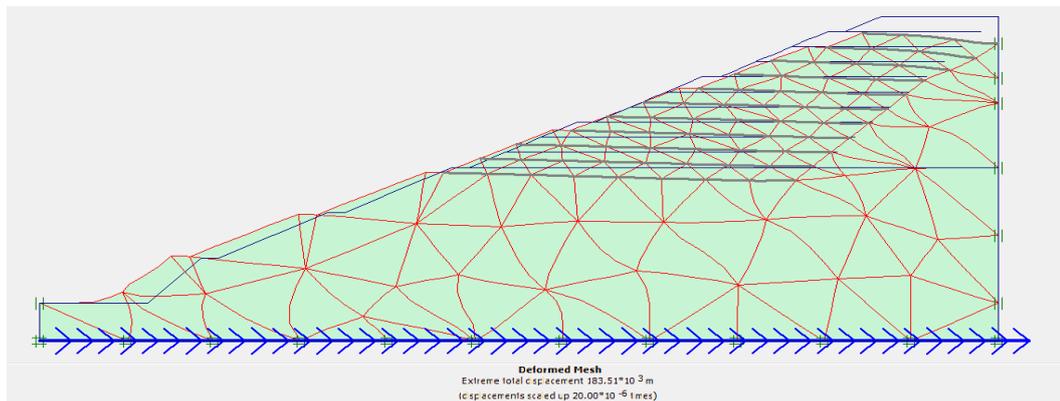
Pada tugas akhir ini, stabilitas lereng timbunan geometri asli pada Sta. 2+200 dengan perkuatan tanah geotekstil dengan beban timbunan, beban kendaraan, dan beban gempa dihitung dengan menggunakan program Plaxis 8.2.

Karena pemodelan geotekstil pada Plaxis harus melewati daerah potensi kelongsoran, maka panjang geotekstil di asumsikan sesuai dengan daerah potensi kelongsoran. Pemodelan lereng timbunan dapat dilihat pada Gambar 5.21.



**Gambar 5.21 Pemodelan Lereng dengan Perkuatan Geotekstil.**

Dan untuk hasil jaringan elemen hingga ( *meshing* ) pada lereng timbunan tanah asli dengan perkuatan geotekstile dilihat pada Gambar 5.22.

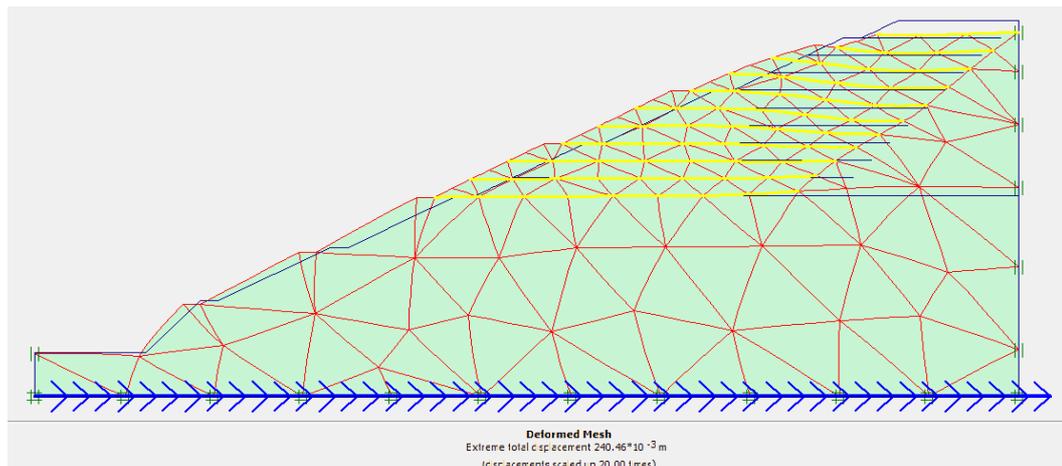


**Gambar 5.22 Meshing pada lereng dengan Perkuatan Geotekstil**

### 5.3.3 Akibat Beban Timbunan dengan Perkuatan Geotekstil

#### 1. *Deformed Mesh*

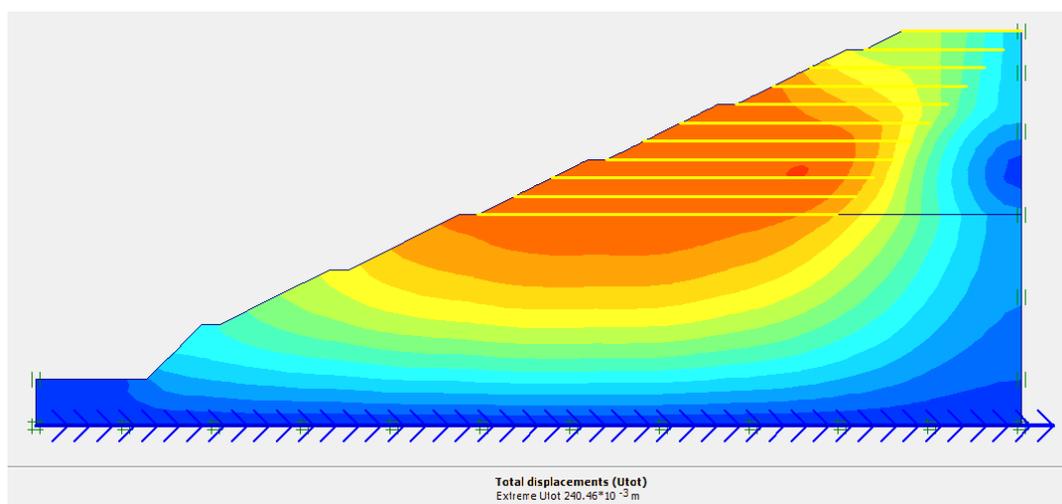
*Deformed Mesh* diisyaratkan dengan segitiga jaringan elemen yang berubah dengan tidak beraturan dan penurunan pada bagian bentuk permukaan yang akibatkan oelh beban gravitasi, beban kendaraan dan beban gempa. *Deformed Mesh* timbunan geometri asli akibat beban timbunan (beban sendiri) dengan perkuatan geotekstil dapat dilihat pada Gambar 5.23.



**Gambar 5.23 Deformed Mesh pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dengan Perkuatan Geotekstil**

## 2. Total Displacement

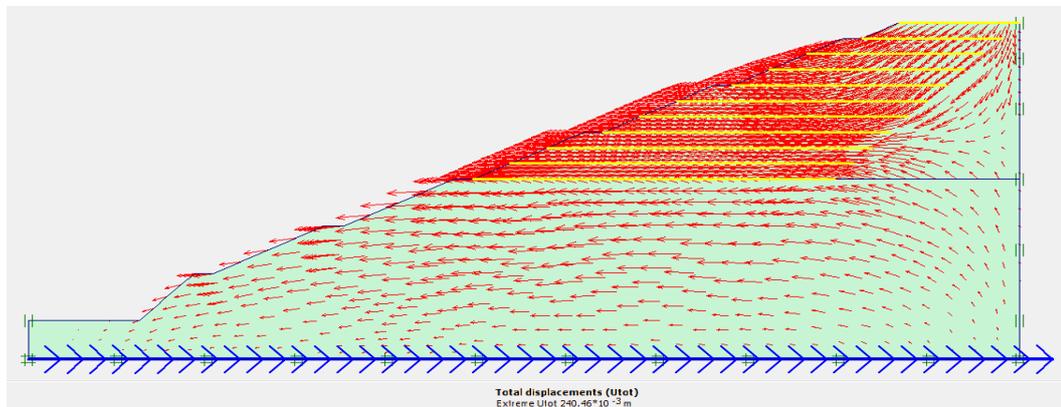
Pada lereng geometri timbunan asli akibat beban timbunan dengan perkuatan geotekstil terjadi *displacement* secara vertikal. *Displacement* terbesar terjadi pada pojok kiri bawah dari timbunan yang di tandai dengan warna orange tua. Saat ke bawah lapisan pada tanah asli, warna orange tua memudar hingga berubah menjadi biru tua berarti semakin ke bawah lapisan *displacement* akan semakin kecil. Besar nilai *displacement* terbesar pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan adalah sebesar  $240,46 \times 10^{-3}$  m yang dapat dilihat pada Gambar 5.24.



**Gambar 5.24 Total Displacement pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dengan Perkuatan Geotekstil**

### 3. Arah Pegerakan Tanah

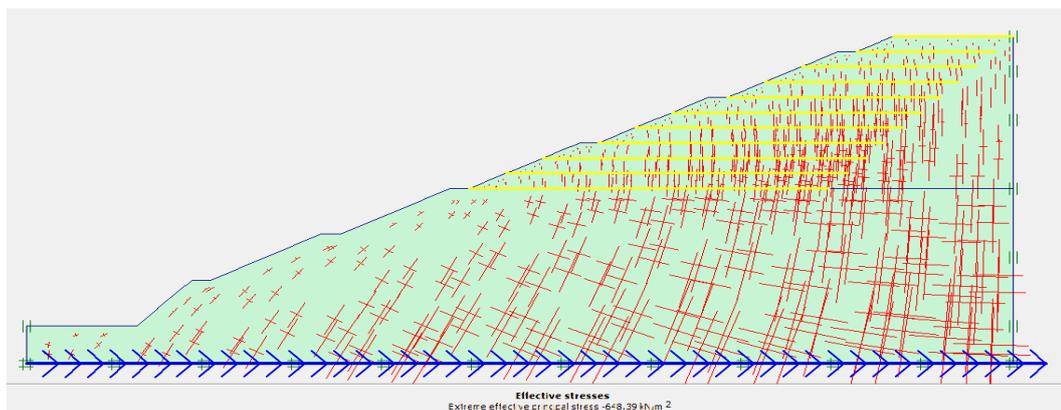
Analisis pergerakan tanah yang terjadi pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan dengan perkuatan geotekstil menunjukkan bahwa terjadi pergerakan tanah yang dominan bergerak ke arah sebelah kiri tetapi ada juga pergerakan tanah dari tanah asli ke sebelah kanan. Arah pergerakan tanah dapat dilihat pada Gambar 5.25.



**Gambar 5.25 Arah Pergerakan Tanah pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dengan Perkuatan Geotekstil**

### 4. *Effective Stresses*

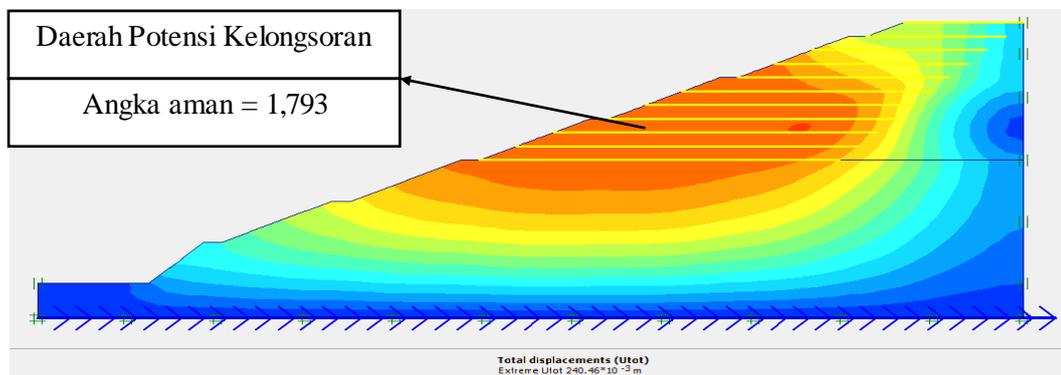
Dari analisis *Effective Stress* menunjukkan hasil bahwa garis – garis yang mengisyaratkan arah dan besarnya tegangan efektif, tegangan efektif semakin ke bawah semakin banyak khususnya di bagian bawah tengah timbunan. Besar nilai *effective stresses* pada timbunan akibat beban sendiri dengan perkuatan geotekstil adalah  $-648,39 \text{ kN/m}^2$ . *Effective Stresses* dapat dilihat pada Gambar 5.26.



**Gambar 5.26 *Effective Stresses* pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dengan Perkuatan Geotekstil**

## 5. Daerah Potensi Kelongsoran

Dari analisis program plaxis ditunjukkan pada Gambar 5.26 bahwa kelongsoran yang akan terjadi adalah nendatan ( *rotational slide* ). Dari hasil ini dapat dilihat zona aktif ditandai dengan warna orange sedangkan zona pasif yang ditandai dengan warna biru tua. Potensi kelongsoran dapat dilihat pada Gambar 5.27.

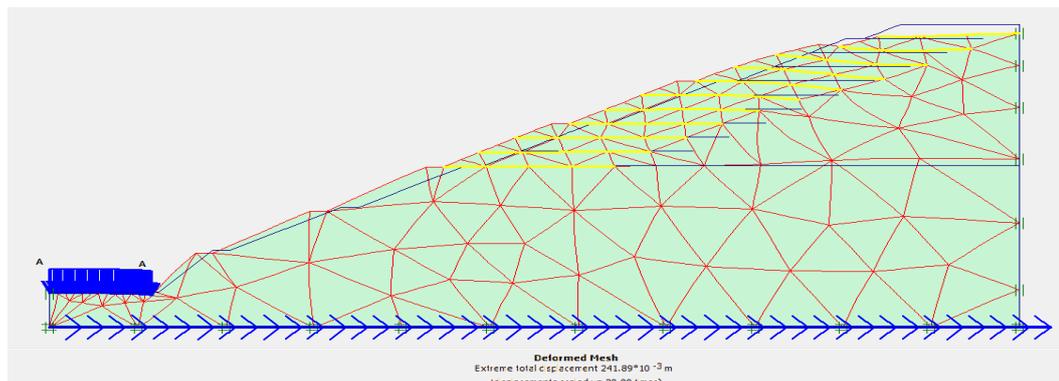


**Gambar 5.27 Daerah Potensi Kelongsoran pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dengan Perkuatan Geotekstil**

### 5.3.4 Akibat Beban Timbunan dan Beban Kendaraan dengan Perkuatan Geotekstil

#### 1. *Deformed Mesh*

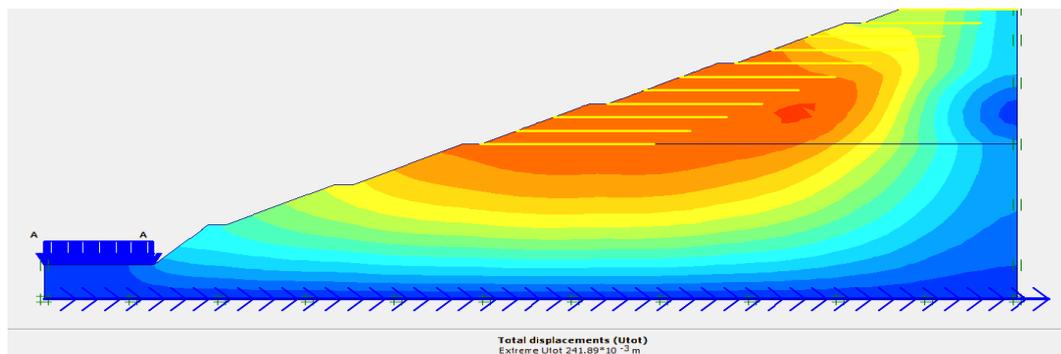
*Deformed Mesh* diisyaratkan dengan segitiga jaringan elemen yang berubah dengan tidak beraturan dan penurunan pada bagian bentuk permukaan yang akibatkan oelh beban gravitasi, beban kendaraan dan beban gempa. *Deformed Mesh* timbunan geometri asli akibat beban timbunan (beban sendiri) dengan perkuatan geotekstil dapat dilihat pada Gambar 5.28.



**Gambar 5.28 *Deformed Mesh* pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dan Beban Kendaraan dengan Perkuatan Geotekstil**

## 2. Total Displacement

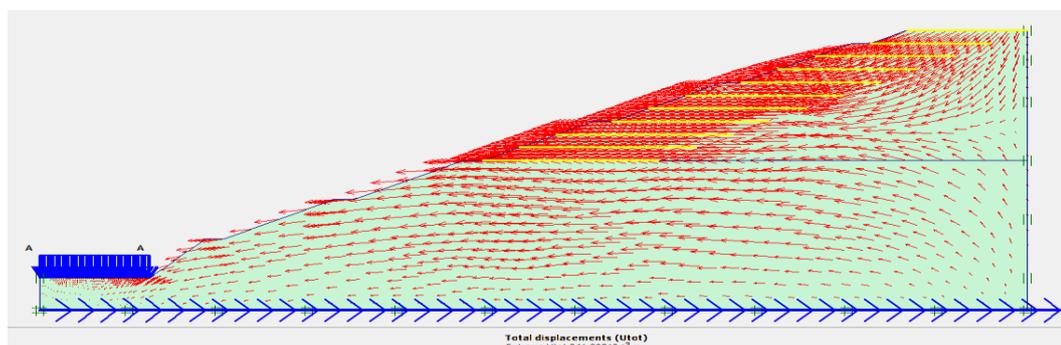
Pada lereng geometri timbunan asli akibat beban timbunan dengan perkuatan geotekstil terjadi *displacement* secara vertikal. *Displacement* terbesar terjadi pada pojok kiri bawah dari timbunan yang di tandai dengan warna orange tua. Saat ke bawah lapisan pada tanah asli, warna orange tua memudar hingga berubah menjadi biru tua berarti semakin ke bawah lapisan *displacement* akan semakin kecil. Besar nilai *displacement* terbesar pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan adalah sebesar  $241,89 \times 10^{-3}$  m yang dapat dilihat pada Gambar 5.29.



**Gambar 5.29 Total Displacement pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dan Beban Kendaraan dengan Perkuatan Geotekstil**

## 3. Arah Pegerakan Tanah

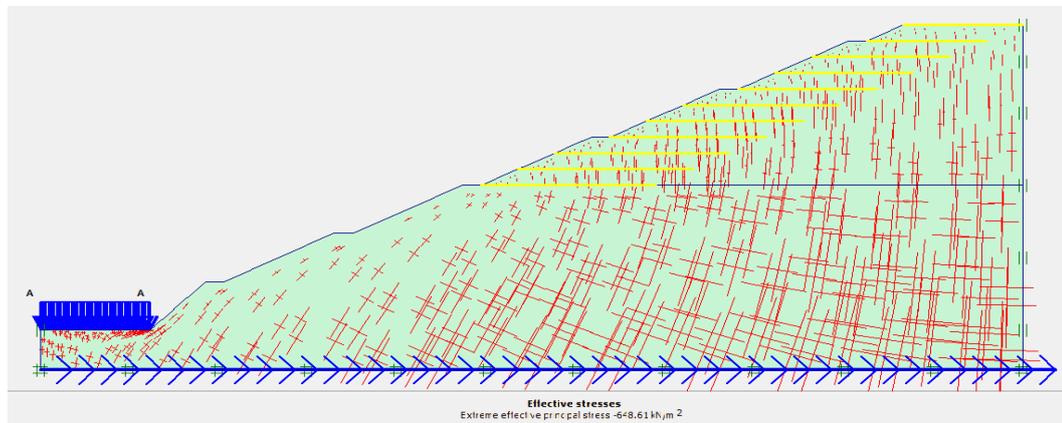
Analisis pergerakan tanah yang terjadi pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan dengan perkuatan geotekstil menunjukkan bahwa terjadi pergerakan tanah yang dominan bergerak ke arah sebelah kiri tetapi ada juga pergerakan tanah dari tanah asli ke sebelah kanan. Arah pergerakan tanah dapat dilihat pada Gambar 5.30.



**Gambar 5.30 Arah Pegerakan Tanah pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dan Beban Kendaraan dengan Perkuatan Geotekstil**

#### 4. *Effective Stresses*

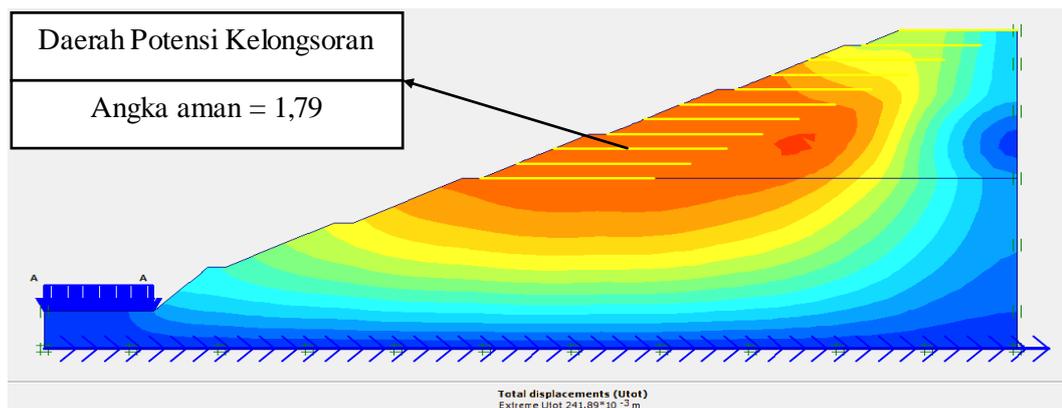
Dari analisis *Effective Stress* menunjukkan hasil bahwa garis – garis yang mengisyaratkan arah dan besarnya tegangan efektif, tegangan efektif semakin ke bawah semakin banyak khususnya di bagian bawah tengah timbunan. Besar nilai *effective stresses* pada timbunan akibat beban sendiri dengan perkuatan geotekstil adalah  $-648,61 \text{ kN/m}^2$ . *Effective Stresses* dapat dilihat pada Gambar 5.31.



**Gambar 5.31 *Effective Stresses* pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dan Beban Kendaraan dengan Perkuatan Geotekstil**

#### 5. Daerah Potensi Kelongsoran

Dari analisis program plaxis ditunjukkan pada Gambar 5.31 bahwa kelongsoran yang akan terjadi adalah nendatan ( *rotational slide* ). Dari hasil ini dapat dilihat zona aktif ditandai dengan warna orange sedangkan zona pasif yang ditandai dengan warna biru tua. Potensi kelongsoran dapat dilihat pada Gambar 5.32.

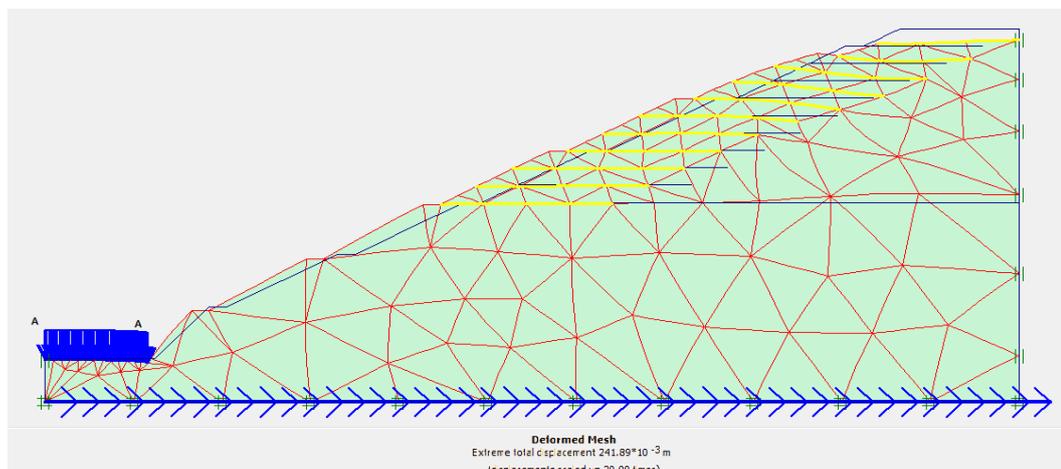


**Gambar 5.32 Daerah Potensi Kelongsoran pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dan Beban Kendaraan dengan Perkuatan Geotekstil**

### 5.3.5 Akibat Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa dengan Perkuatan Geotekstil

#### 1. *Deformed Mesh*

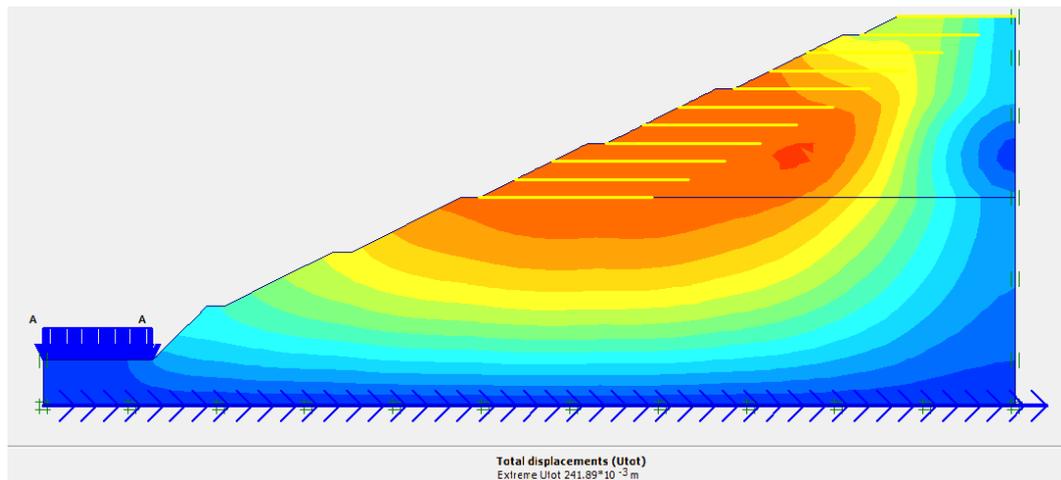
*Deformed Mesh* diisyaratkan dengan segitiga jaringan elemen yang berubah dengan tidak beraturan dan penurunan pada bagian bentuk permukaan yang akibatkan oelh beban gravitasi, beban kendaraan dan beban gempa. *Deformed Mesh* timbunan geometri asli akibat beban timbunan (beban sendiri) dengan perkuatan geotekstil dapat dilihat pada Gambar 5.33.



**Gambar 5.33 *Deformed Mesh* pada Timbunan dengan Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa dengan Perkuatan Geotekstil**

#### 2. *Total Displacement*

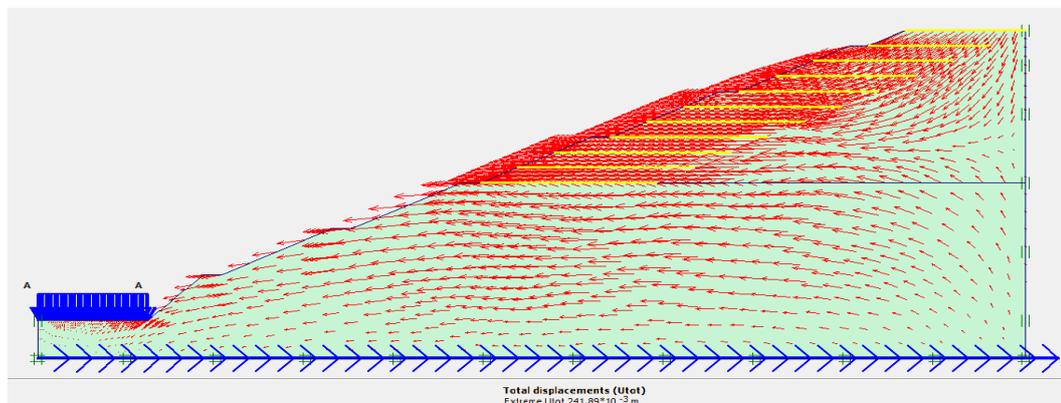
Pada lereng geometri timbunan asli akibat beban timbunan dengan perkuatan geotekstil terjadi *displacement* secara vertikal. *Displacement* terbesar terjadi pada pojok kiri bawah dari timbunan yang di tandai dengan warna orange tua. Saat ke bawah lapisan pada tanah asli, warna orange tua memudar hingga berubah menjadi biru tua berarti semakin ke bawah lapisan *displacemanet* akan semakin kecil. Besar nilai *displacement* terbesar pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan adalah sebesar  $241,89 \times 10^{-3}$  m yang dapat dilihat pada Gambar 5.34.



**Gambar 5.34 Total Displacement pada Timbunan dengan Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa dengan Perkuatan Geotekstil**

### 3. Arah Pegerakan Tanah

Analisis pergerakan tanah yang terjadi pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan dengan perkuatan geotekstil menunjukkan bahwa terjadi pergerakan tanah yang dominan bergerak ke arah sebelah kiri tetapi ada juga pergerakan tanah dari tanah asli ke sebelah kanan. Arah pergerakan tanah dapat dilihat pada Gambar 5.35.

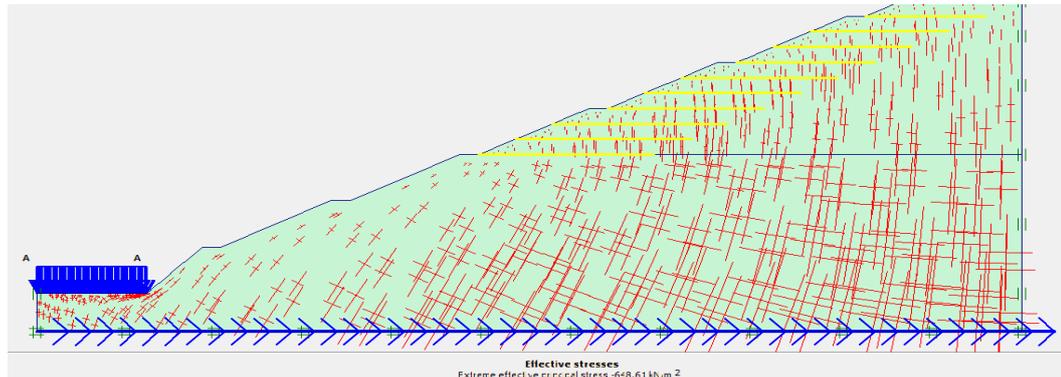


**Gambar 5.35 Arah Pergerakan Tanah pada Timbunan dengan Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa dengan Perkuatan Geotekstil**

### 4. *Effective Stresses*

Dari analisis *Effective Stress* menunjukkan hasil bahwa garis – garis yang mengisyaratkan arah dan besarnya tegangan efektif, tegangan efektif semakin ke bawah semakin banyak khususnya di bagian bawah tengah timbunan. Besar nilai

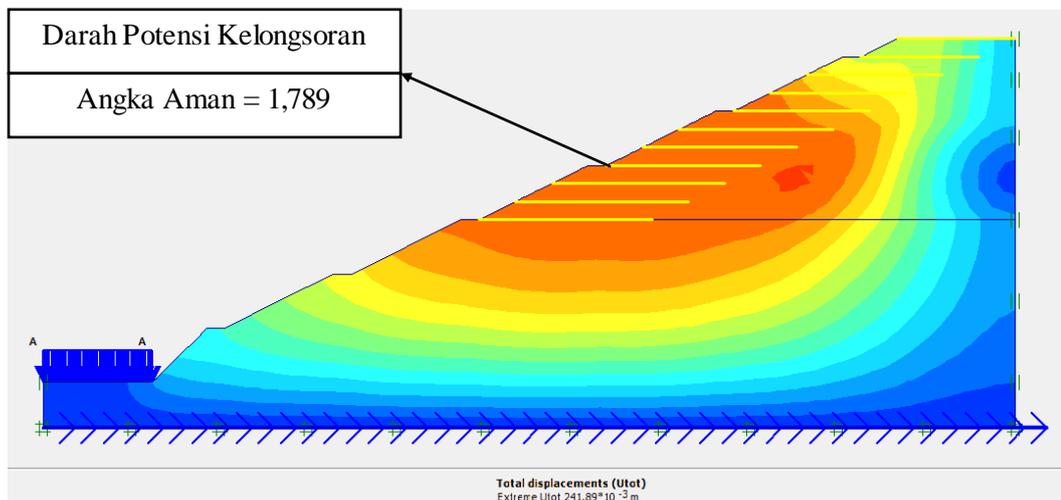
*effective stresses* pada timbunan akibat beban sendiri dengan perkuatan geotekstil adalah  $-648,61 \text{ kN/m}^2$ . *Effective Stresses* dapat dilihat pada Gambar 5.36.



**Gambar 5.36 *Effective Stresses* pada Timbunan dengan Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa dengan Perkuatan Geotekstil**

#### 5. Daerah Potensi Kelongsoran

Dari analisis program plaxis ditunjukkan pada Gambar 5.36 bahwa kelongsoran yang akan terjadi adalah nendatan (*rotational slide*). Dari hasil ini dapat dilihat zona aktif ditandai dengan warna orange sedangkan zona pasif yang ditandai dengan warna biru tua. Besaran nilai angka aman dari analisis program Plaxis 8.2 yang terdapat pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan, beban kendaraan dan beban gempa dengan perkuatan geotekstil sebesar 1,789. Potensi kelongsoran dapat dilihat pada Gambar 5.37.

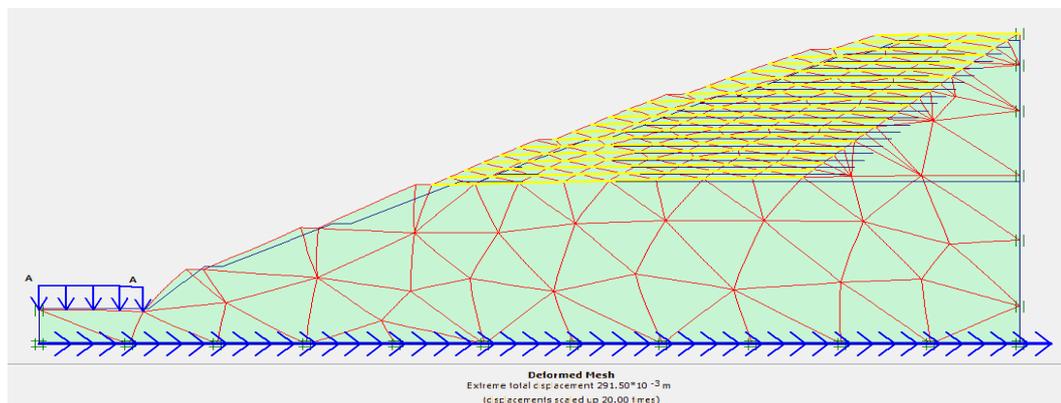


**Gambar 5.37 Daerah Potensi Kelongsoran pada Timbunan dengan Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa dengan Perkuatan Geotekstil**

Besarnya nilai aman dari analisis program Plaxis versi 8.2 yang terdapat pada lereng geometri baru dengan perkuatan geotekstil akibat beban sendiri, beban gempa dan beban kendaraan sebesar 1,789. Hal ini menunjukkan bahwa geotekstil sangat berpengaruh naiknya angka aman lereng, karena nilai angka aman yang didapat lebih besar dari angka aman yang ditentukan penulis yaitu 1,5 lereng sangat aman.

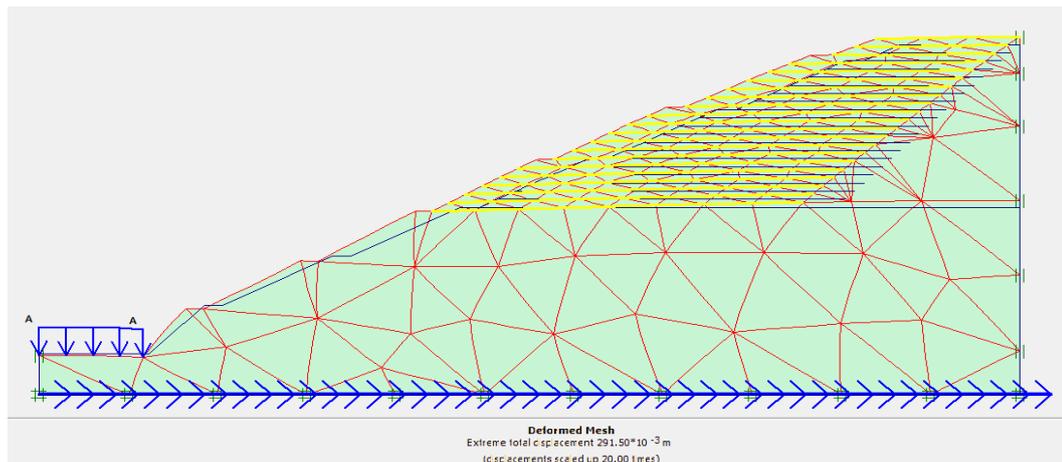
#### 5.4 Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Jarak Dengan 1 m

Pada tugas akhir ini, stabilitas lereng pada Sta. 2+200 dengan perkuatan tanah geotekstil dengan beban timbunan, beban kendaraan, dan beban gempa dihitung dengan menggunakan program Plaxis 8.2. Karena pemodelan geotekstil pada Plaxis harus melewati daerah potensi kelongsoran, maka panjang geotekstil di asumsikan sesuai dengan daerah potensi kelongsoran dan dengan jarak geotekstil 1 m. Pemodelan lereng timbunan dapat dilihat pada Gambar 5.38.



**Gambar 5.38 Pemodelan Lereng dengan Perkuatan Geotekstil Jarak 1 m**

Dan untuk hasil jaringan elemen hingga ( *meshing* ) pada lereng timbunan tanah asli dengan perkuatan geotekstile dilihat pada Gambar 5.39.

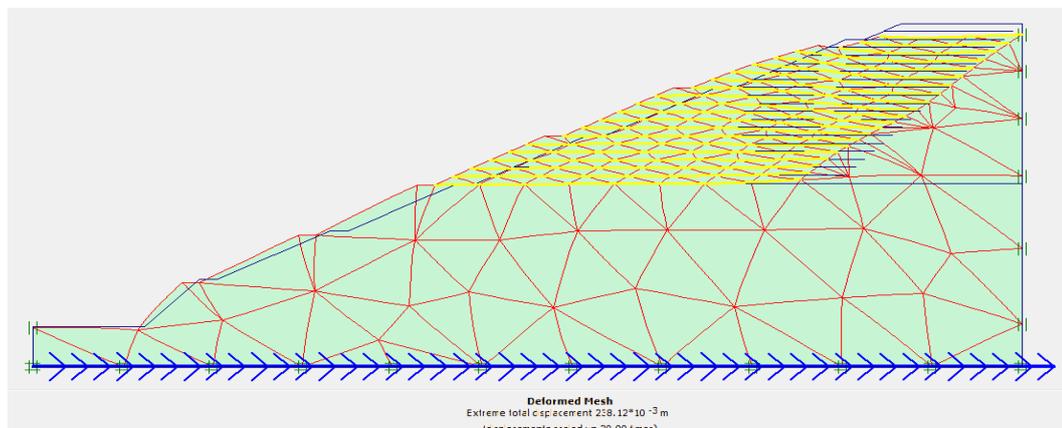


**Gambar 5.39 Meshing pada lereng dengan Perkuatan Geotekstil Jarak 1 m**

#### 5.4.1 Akibat Beban Timbunan dengan Perkuatan Geotekstil

##### 1. *Deformed Mesh*

*Deformed Mesh* diisyaratkan dengan segitiga jaringan elemen yang berubah dengan tidak beraturan dan penurunan pada bagian bentuk permukaan yang diakibatkan oleh beban gravitasi. *Deformed Mesh* timbunan geometri asli akibat beban timbunan (beban sendiri) dengan perkuatan geotekstil dapat dilihat pada Gambar 5.40.

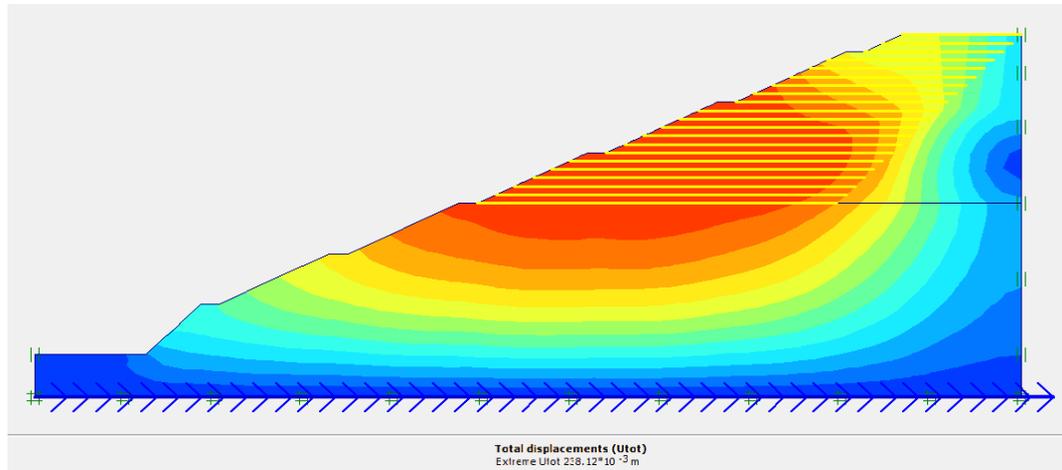


**Gambar 5.40 *Deformed Mesh* pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dengan Perkuatan Geotekstil Jarak 1 m**

##### 2. *Total Displacement*

Pada lereng geometri timbunan asli akibat beban timbunan dengan perkuatan geotekstil terjadi *displacement* secara vertikal. *Displacement* terbesar terjadi pada pojok kiri bawah dari timbunan yang di tandai dengan warna orange

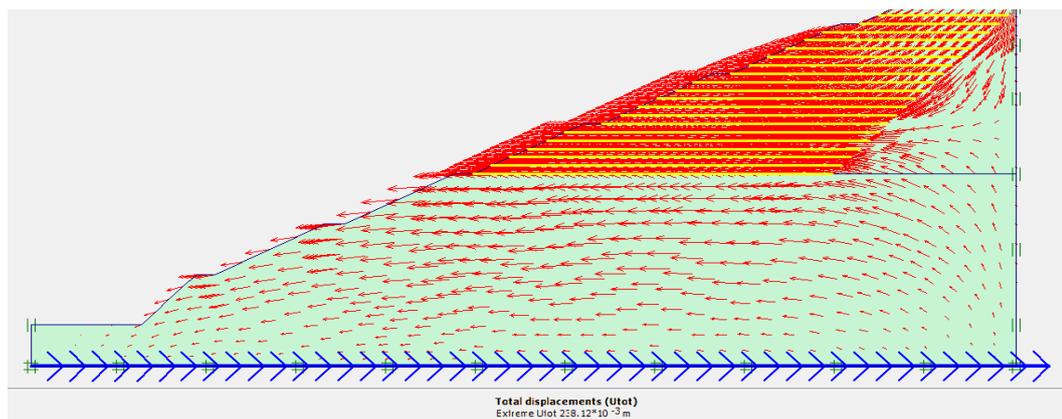
tua. Saat ke bawah lapisan pada tanah asli, warna orange tua memudar hingga berubah menjadi biru tua berarti semakin ke bawah lapisan *displacement* akan semakin kecil. Besar nilai *displacement* terbesar pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan adalah sebesar  $238,12 \times 10^{-3}$  m yang dapat dilihat pada Gambar 5.41.



**Gambar 5.41 Total Displacement pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dengan Perkuatan Geotekstil Jarak 1 m**

### 3. Arah Pegerakan Tanah

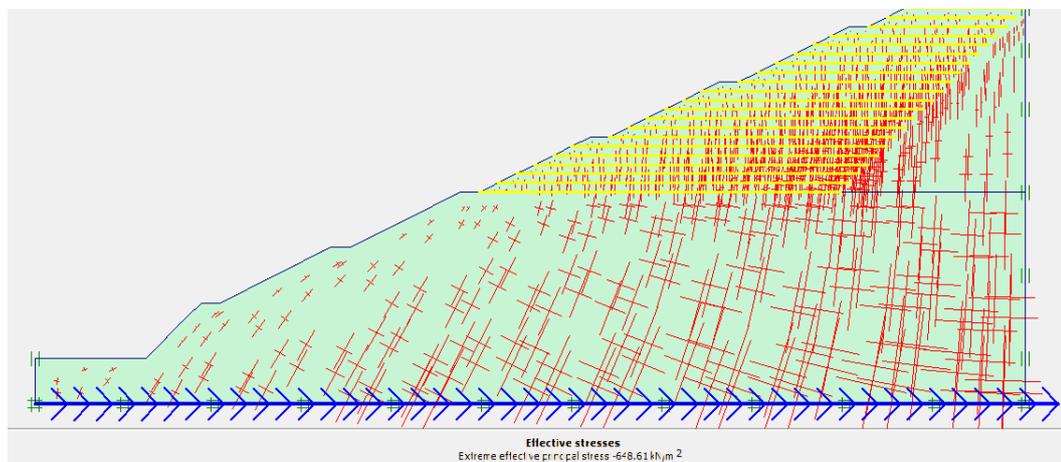
Analisis pergerakan tanah yang terjadi pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan dengan perkuatan geotekstil menunjukkan bahwa terjadi pergerakan tanah yang dominan bergerak ke arah sebelah kiri tetapi ada juga pergerakan tanah dari tanah asli ke sebelah kanan. Arah pergerakan tanah dapat dilihat pada Gambar 5.42.



**Gambar 5.42 Arah Pergerakan Tanah pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dengan Perkuatan Geotekstil Jarak 1 m**

#### 4. *Effective Stresses*

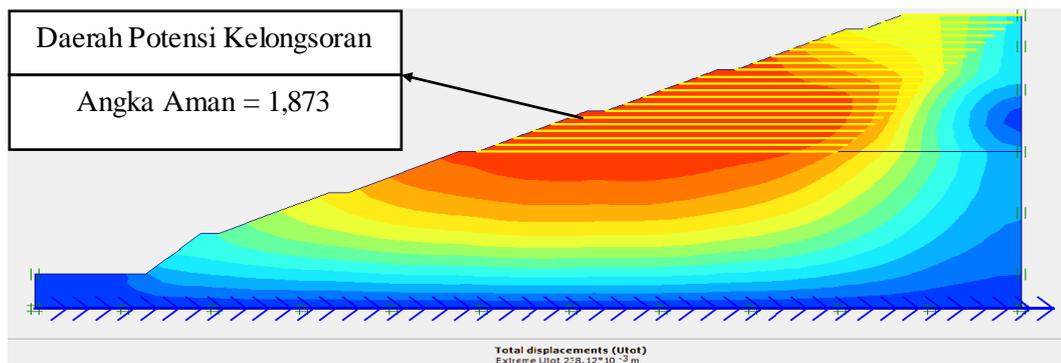
Dari analisis *Effective Stress* menunjukkan hasil bahwa garis – garis yang mengisyaratkan arah dan besarnya tegangan efektif, tegangan efektif semakin ke bawah semakin banyak khususnya di bagian bawah tengah timbunan. Besar nilai *effective stresses* pada timbunan akibat beban sendiri dengan perkuatan geotekstil adalah  $-648,61 \text{ kN/m}^2$ . *Effective Stresses* dapat dilihat pada Gambar 5.43.



**Gambar 5.43 *Effective Stresses* pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dengan Perkuatan Geotekstil Jarak 1 m**

#### 5. Daerah Potensi Kelongsoran

Dari analisis program plaxis ditunjukkan pada Gambar 5.43 bahwa kelongsoran yang akan terjadi adalah nendatan ( *rotational slide* ). Dari hasil ini dapat dilihat zona aktif ditandai dengan warna orange sedangkan zona pasif yang ditandai dengan warna biru tua. Potensi kelongsoran dapat dilihat pada Gambar 5.44.

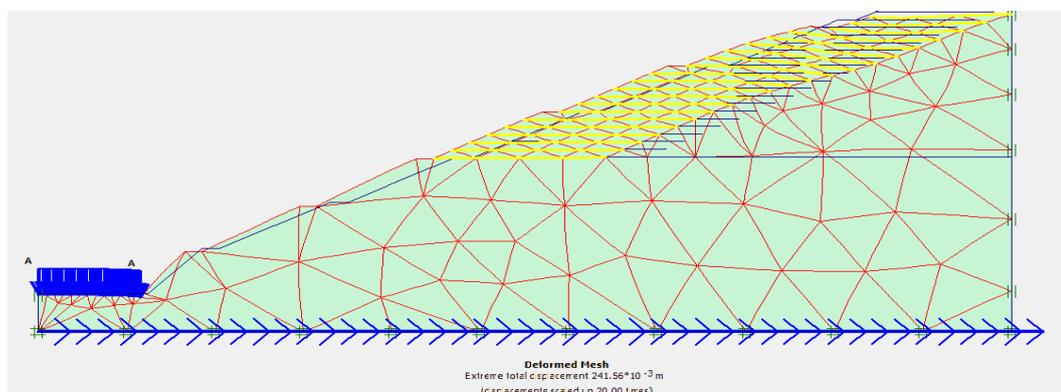


**Gambar 5.44 Daerah Potensi Kelongsoran pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dengan Perkuatan Geotekstil Jarak 1 m**

## 5.4.2 Akibat Beban Timbunan dan Beban Kendaraan dengan Perkuatan Geotekstil

### 1. *Deformed Mesh*

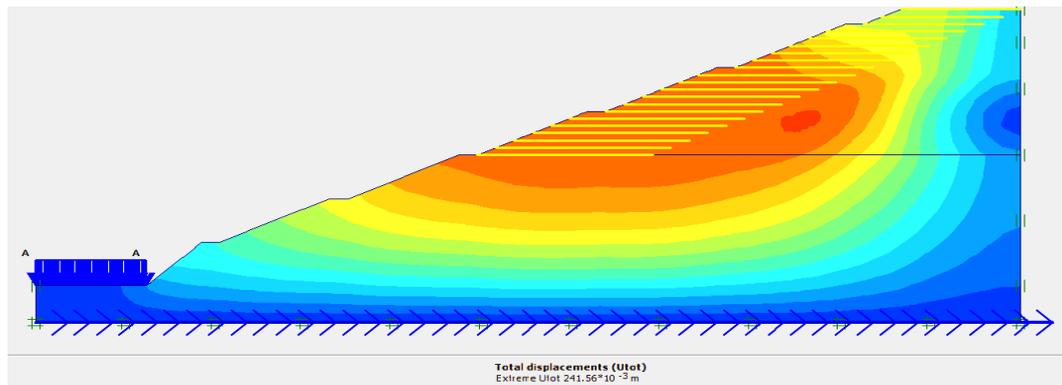
*Deformed Mesh* diisyaratkan dengan segitiga jaringan elemen yang berubah dengan tidak beraturan dan penurunan pada bagian bentuk permukaan yang akibatkan oleh beban gravitasi, beban kendaraan dan beban gempa. *Deformed Mesh* timbunan geometri asli akibat beban timbunan (beban sendiri) dengan perkuatan geotekstil dapat dilihat pada Gambar 5.45.



**Gambar 5.45 *Deformed Mesh* pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dan Beban Kendaraan dengan Perkuatan Geotekstil Jarak 1 m**

### 2. *Total Displacement*

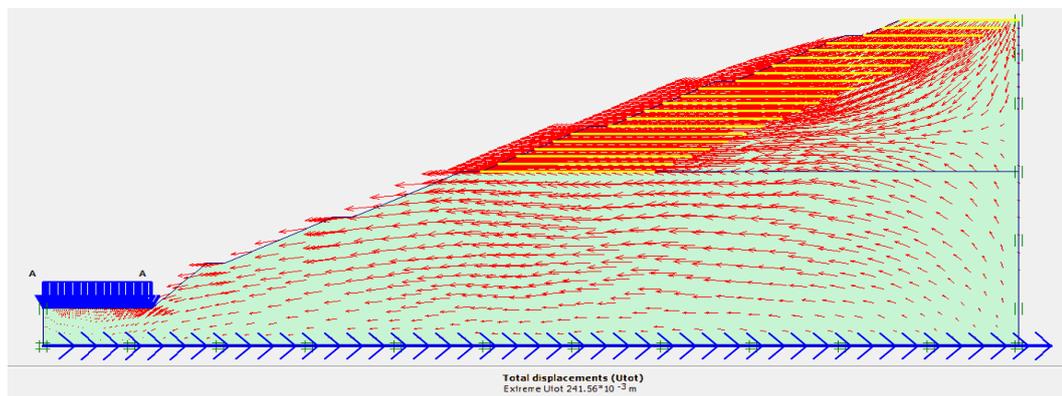
Pada lereng geometri timbunan asli akibat beban timbunan dengan perkuatan geotekstil terjadi *displacement* secara vertikal. *Displacement* terbesar terjadi pada pojok kiri bawah dari timbunan yang di tandai dengan warna orange tua. Saat ke bawah lapisan pada tanah asli, warna orange tua memudar hingga berubah menjadi biru tua berarti semakin ke bawah lapisan *displacement* akan semakin kecil. Besar nilai *displacement* terbesar pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan adalah sebesar 241,56 m yang dapat dilihat pada Gambar 5.46.



**Gambar 5.46 Total Displacement pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dan Beban Kendaraan dengan Perkuatan Geotekstil Jarak 1 m**

### 3. Arah Pegerakan Tanah

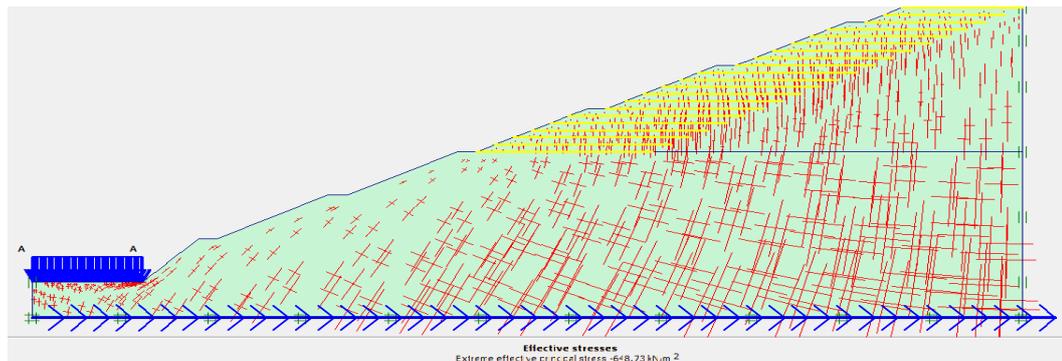
Analisis pergerakan tanah yang terjadi pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan dengan perkuatan geotekstil menunjukkan bahwa terjadi pergerakan tanah yang dominan bergerak ke arah sebelah kiri tetapi ada juga pergerakan tanah dari tanah asli ke sebelah kanan. Arah pergerakan tanah dapat dilihat pada Gambar 5.47.



**Gambar 5.47 Arah Pergerakan Tanah pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dan Beban Kendaraan dengan Perkuatan Geotekstil Jarak 1 m**

### 4. *Effective Stresses*

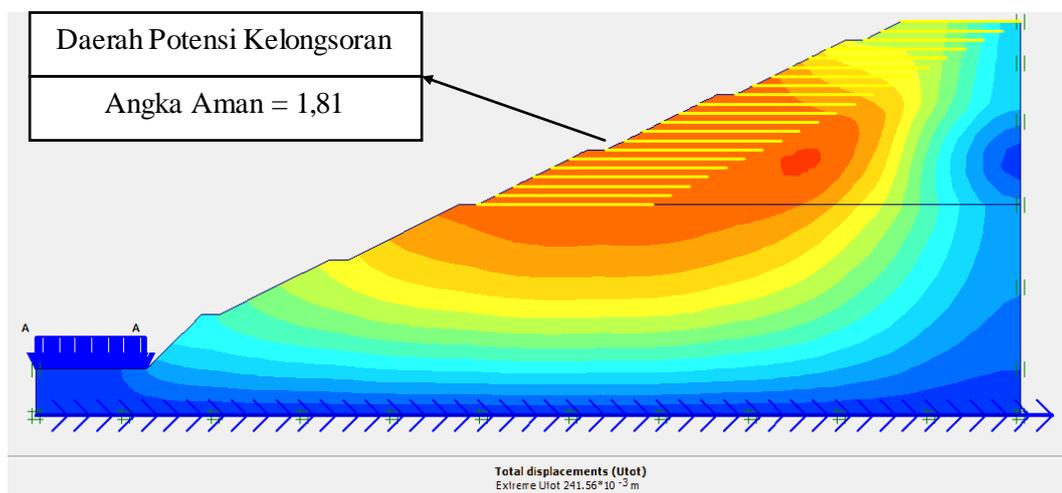
Dari analisis *Effective Stress* menunjukkan hasil bahwa garis – garis yang mengisyaratkan arah dan besarnya tegangan efektif, tegangan efektif semakin ke bawah semakin banyak khususnya di bagian bawah tengah timbunan. Besar nilai *effective stresses* pada timbunan akibat beban sendiri dengan perkuatan geotekstil adalah  $-648,73 \text{ kN/m}^2$ . *Effective Stresses* dapat dilihat pada Gambar 5.48.



**Gambar 5.48 Effective Stresses pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dan Beban Kendaraan dengan Perkuatan Geotekstil Jarak 1 m**

#### 5. Daerah Potensi Kelongsoran

Dari analisis program plaxis ditunjukkan pada Gambar 5.48 bahwa kelongsoran yang akan terjadi adalah nendatan ( *rotational slide* ). Dari hasil ini dapat dilihat zona aktif ditandai dengan warna orange sedangkan zona pasif yang ditandai dengan warna biru tua. Besaran nilai angka aman dari analisis program Plaxis 8.2. Potensi kelongsoran dapat dilihat pada Gambar 5.49.



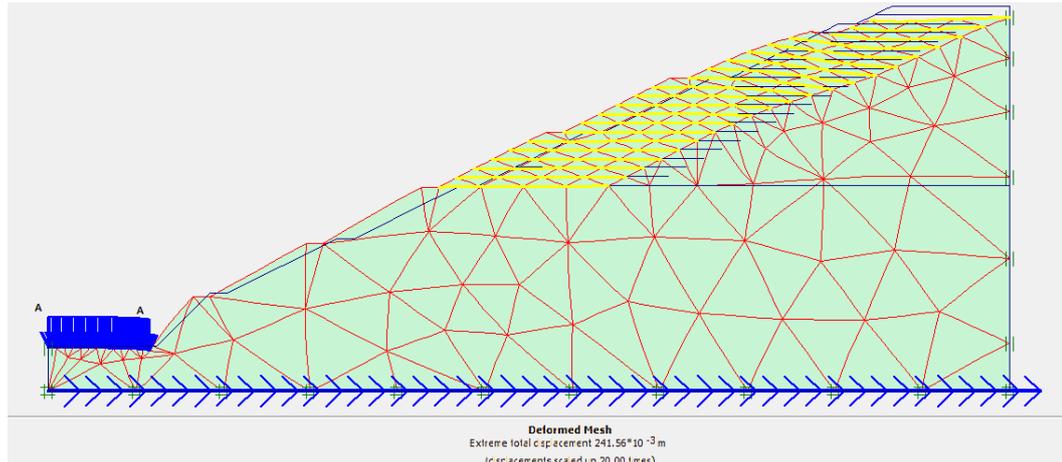
**Gambar 5.49 Daerah Potensi Kelongsoran pada Timbunan (Akibat Beban Sendiri) dan Beban Kendaraan dengan Perkuatan Geotekstil Jarak 1 m**

### 5.4.3 Akibat Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa dengan Perkuatan Geotekstil

#### 1. Deformed Mesh

*Deformed Mesh* diisyaratkan dengan segitiga jaringan elemen yang berubah dengan tidak beraturan dan penurunan pada bagian bentuk permukaan yang diakibatkan oleh beban gravitasi, beban kendaraan dan beban gempa.

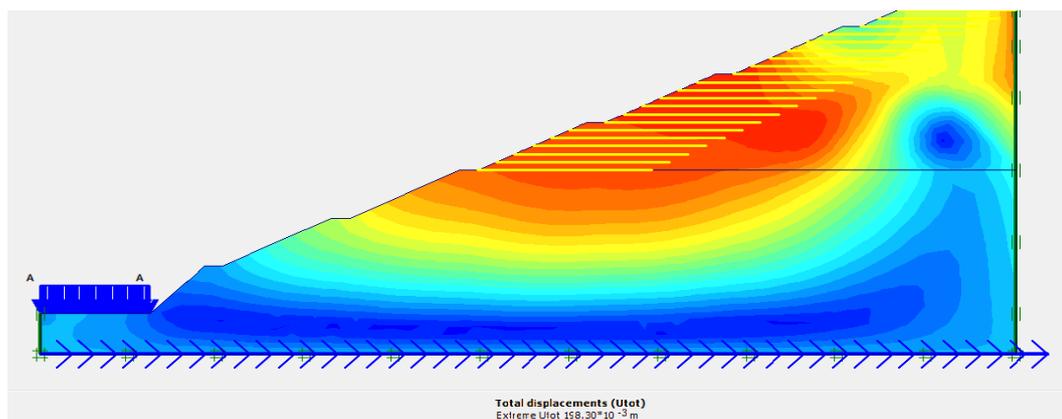
*Deformed Mesh* timbunan geometri asli akibat beban timbunan (beban sendiri) dengan perkuatan geotekstil dapat dilihat pada Gambar 5.50.



**Gambar 5.50 *Deformed Mesh* pada Timbunan dengan Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa dengan Perkuatan Geotekstil Jarak 1 m**

## 2. *Total Displacement*

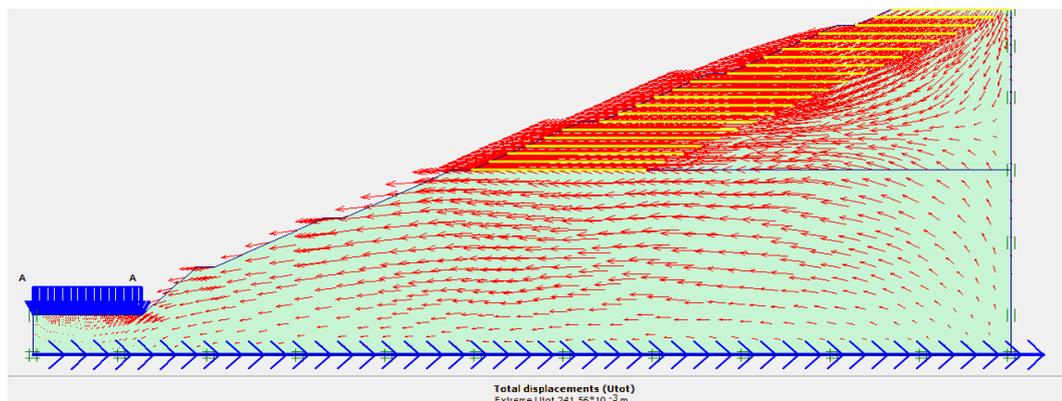
Pada lereng geometri timbunan asli akibat beban timbunan dengan perkuatan geotekstil terjadi *displacement* secara vertikal. *Displacement* terbesar terjadi pada pojok kiri bawah dari timbunan yang di tandai dengan warna orange tua. Saat ke bawah lapisan pada tanah asli, warna orange tua memudar hingga berubah menjadi biru tua berarti semakin ke bawah lapisan *displacement* akan semakin kecil. Besar nilai *displacement* terbesar pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan adalah sebesar  $241,56 \times 10^{-3}$  m yang dapat dilihat pada Gambar 5.51.



**Gambar 5.51 *Total Displacement* pada Timbunan dengan Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa dengan Perkuatan Geotekstil dengan Jarak 1 m**

### 3. Arah Pegerakan Tanah

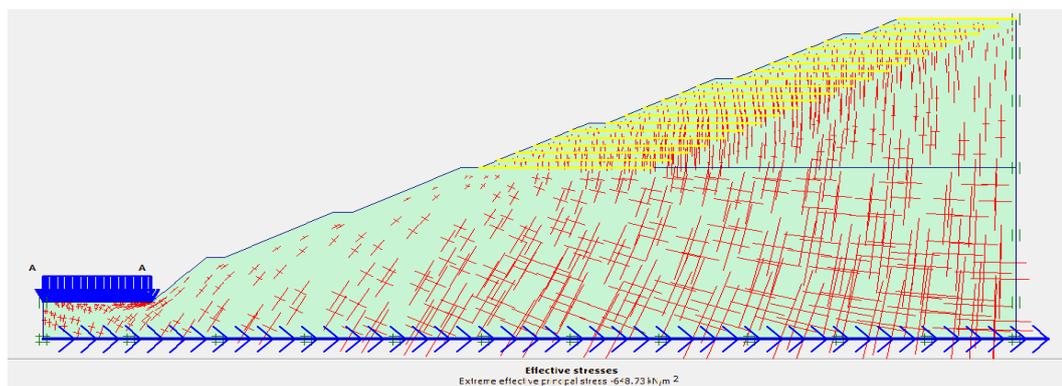
Analisis pergerakan tanah yang terjadi pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan dengan perkuatan geotekstil menunjukkan bahwa terjadi pergerakan tanah yang dominan bergerak ke arah sebelah kiri tetapi ada juga pergerakan tanah dari tanah asli ke sebelah kanan. Arah pergerakan tanah dapat dilihat pada Gambar 5.52.



**Gambar 5.52 Arah Pergerakan Tanah pada Timbunan dengan Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa dengan Perkuatan Geotekstil**

### 4. *Effective Stresses*

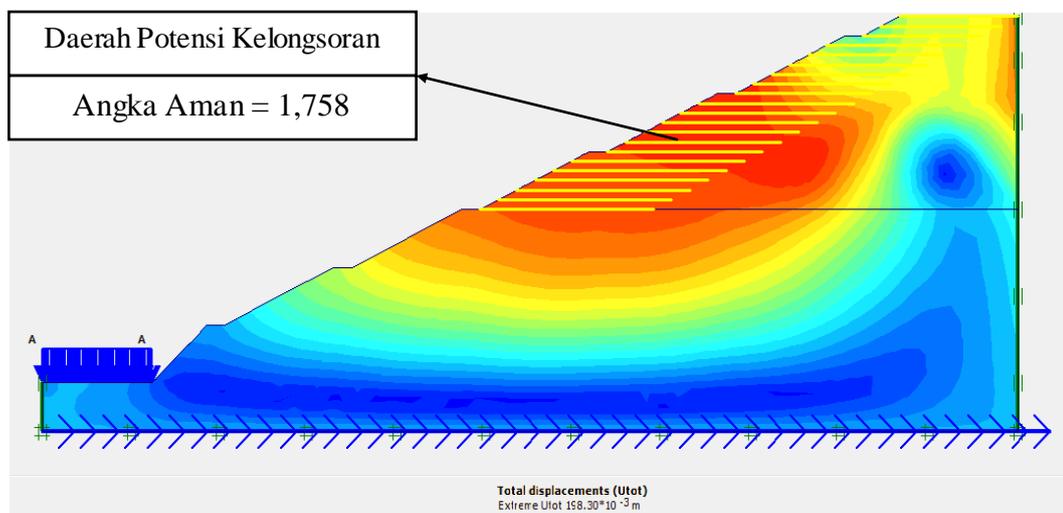
Dari analisis *Effective Stress* menunjukkan hasil bahwa garis – garis yang mengisyaratkan arah dan besarnya tegangan efektif, tegangan efektif semakin ke bawah semakin banyak khususnya di bagian bawah tengah timbunan. Besar nilai *effective stresses* pada timbunan akibat beban sendiri dengan perkuatan geotekstil adalah  $-648,73 \text{ kN/m}^2$ . *Effective Stresses* dapat dilihat pada Gambar 5.53.



**Gambar 5.53 *Effective Stresses* pada Timbunan dengan Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa dengan Perkuatan Geotekstil dengan Jarak 1 m**

## 5. Daerah Potensi Kelongsoran

Dari analisis program plaxis ditunjukkan pada Gambar 5.53 bahwa kelongsoran yang akan terjadi adalah nendatan ( *rotational slide* ). Dari hasil ini dapat dilihat zona aktif ditandai dengan warna orange sedangkan zona pasif yang ditandai dengan warna biru tua. Besaran nilai angka aman dari analisis program Plaxis 8.2 yang terdapat pada lereng timbunan geometri asli akibat beban timbunan dengan perkuatan geotekstil sebesar 1,758. Potensi kelongsoran dapat dilihat pada Gambar 5.54.

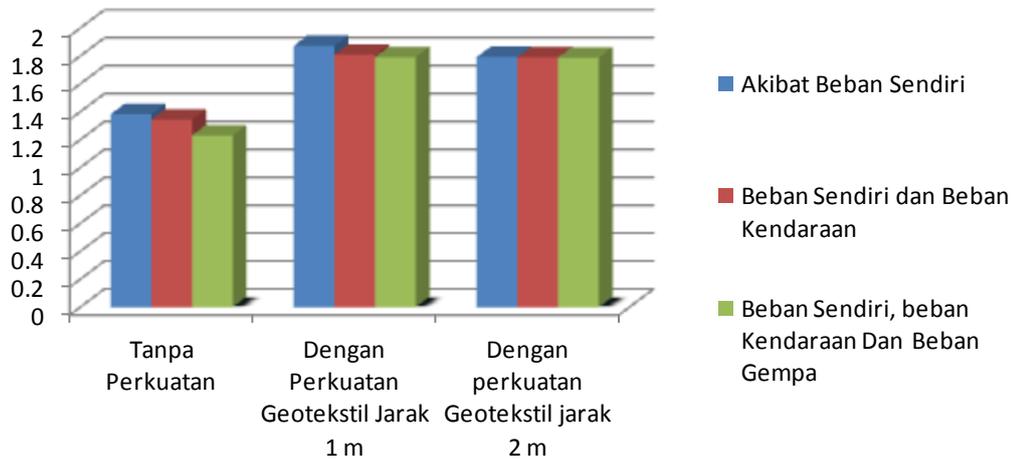


**Gambar 5.54 Daerah Potensi Kelongsoran pada Timbunan dengan Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa dengan Perkuatan Geotekstil dengan Jarak 1 m**

Besarnya nilai aman dari analisis program Plaxis versi 8.2 yang terdapat pada lereng geometri baru dengan perkuatan geotekstil dengan jarak antar geotekstil 1 m akibat beban sendiri, beban gempa dan beban kendaraan sebesar 1,758. Hal ini menunjukkan bahwa lereng juga sangat aman karena lebih besar dari angka aman yang ditentukan penulis yaitu 1,5.

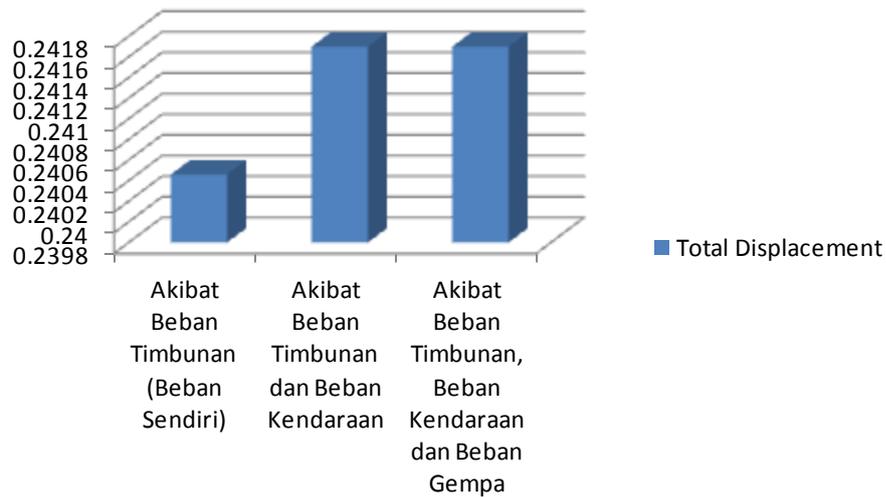
**Tabel 5.9 Hasil Rekapitulasi Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Program Plaxis Versi 8.2**

Analisis		Total Displacement (m)	Safety Factor
<b>Lereng Asli Tanpa Perkuatan Tanah</b>	Akibat Beban Timbunan (Beban Sendiri)	$397,69 \times 10^{-3}$	1,345
	Akibat Beban Timbunan dan Beban Kendaraan	$462,81 \times 10^{-3}$	1,353
	Akibat Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa	$462,81 \times 10^{-3}$	1,231
<b>Lereng Asli Dengan Perkuatan Tanah Geotekstil (Jarak 2 m)</b>	Akibat Beban Timbunan (Beban Sendiri)	$240,46 \times 10^{-3}$	1,793
	Akibat Beban Timbunan dan Beban Kendaraan	$241,89 \times 10^{-3}$	1,79
	Akibat Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa	$241,89 \times 10^{-3}$	1,789
<b>Lereng Asli Dengan Perkuatan Tanah Geotekstil (Jarak 1 m)</b>	Akibat Beban Timbunan (Beban Sendiri)	$238,12 \times 10^{-3}$	,,873
	Akibat Beban Timbunan dan Beban Kendaraan	$241,56 \times 10^{-3}$	1,81
	Akibat Beban Timbunan, Beban Kendaraan dan Beban Gempa	$241,56 \times 10^{-3}$	1,758



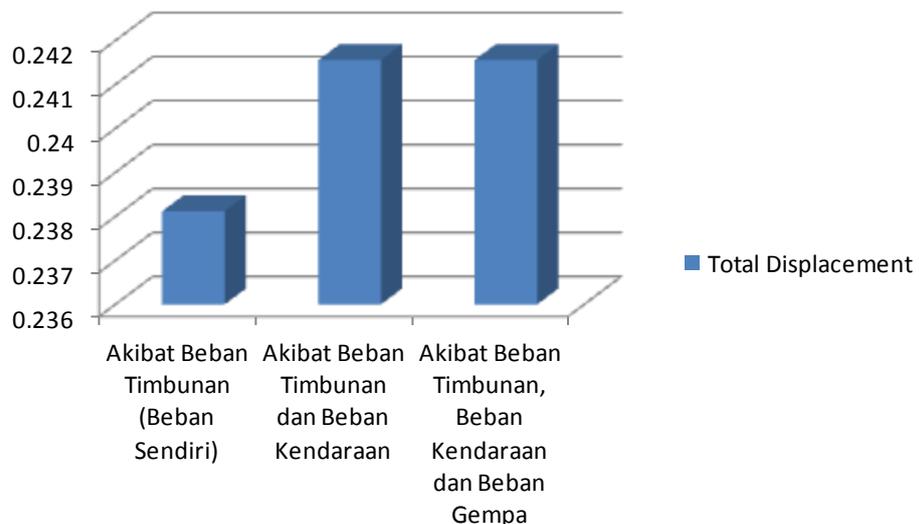
**Gambar 5.55 Grafik SF Pada Lereng**

Dari grafik SF diatas, didapat dari analisis program Plaxis versi 8.2 didapat hasil SF pada lereng tanpa perkuatan geotekstil akibat beban timbunan (beban sendiri) sebesar 1,383, akibat beban timbunan dan beban kendaraan sebesar 1,345 dan akibat beban timbunan, beban kendaraan dan beban gempa sebesar 1,231. Dengan perkuatan geotekstil dengan jarak 1 m, akibat beban timbunan (beban sendiri) sebesar 1,873, akibat beban timbunan dan beban kendaraan sebesar 1,81 dan akibat beban timbunan, beban kendaraan dan beban gempa sebesar 1,758. Dengan perkuatan geotekstil dengan jarak 2 m, akibat beban timbunan (beban sendiri) sebesar 1,793, akibat beban timbunan dan beban kendaraan sebesar 1,79 dan akibat beban timbunan, beban kendaraan dan beban gempa sebesar 1,789. Hal ini menunjukkan bahwa lereng tanpa perkuatan tidak aman karena lebih kecil dari angka aman yang ditentukan, yaitu 1,5. Dan untuk lereng setelah perkuatan geotekstil, lereng menjadi sangat aman karena lebih besar dari angka aman yang ditentukan, yaitu 1,5.



**Gambar 5.56 Grafik Total Displacement Pada Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Dengan Jarak 2 m**

Dari grafik diatas, hasil *Total Displacement* didapat dari analisis program Plaxis versi 8.2 pada lereng dengan perkuatan geotekstil dengan jarak 2 m. akibat beban timbunan (beban sendiri) *Total Displacement* sebesar  $240,46 \times 10^{-3}$  m. Akibat beban timbunan dan beban kendaraan *Total Displacement* sebesar  $241,89 \times 10^{-3}$  m dan akibat beban timbunan, beban kendaraan dan beban gempa *Total displacement* sebesar  $241,89 \times 10^{-3}$  m.



**Gambar 5.57 Grafik Total Displacement Pada Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Dengan Jarak 1 m**

Dari grafik diatas, hasil *Total Displacement* didapat dari analisis program Plaxis versi 8.2 pada lereng dengan perkuatan geotekstil dengan jarak 2 m. akibat beban timbunan (beban sendiri) *Total Displacement* sebesar  $238,12 \times 10^{-3}$  m. Akibat beban timbunan dan beban kendaraan *Total Displacement* sebesar  $241,56 \times 10^{-3}$  m dan akibat beban timbunan, beban kendaraan dan beban gempa *Total displacement* sebesar  $198,3 \times 10^{-3}$  m.