

BAB V

ANALISIS DATA, HASIL, DAN PEMBAHASAN

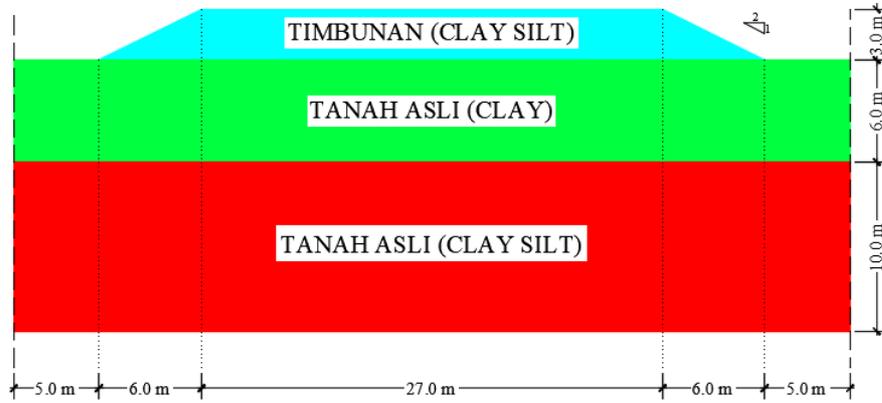
5.1 Tanah Asli

Trase jalan Tol Cimanggis - Cibitung seksi 2 khususnya Taman Rahayu STA 36+200 termasuk daerah pertanian. Untuk membentuk jalan akan dilakukan pekerjaan timbunan tanah, sedangkan pada daerah akan dilakukan pengupasan tanah. Pada daerah lain jalan untuk mencapai *finish grade* permukaan jalan maka dilakukan penimbunan tanah yang cukup tinggi dengan ketebalan kurang lebih dari 1 meter hingga 8 meter dari permukaan tanah asli setempat. Penimbunan tanah tersebut dimaksudkan untuk membentuk badan jalan sesuai dengan gambar desain.

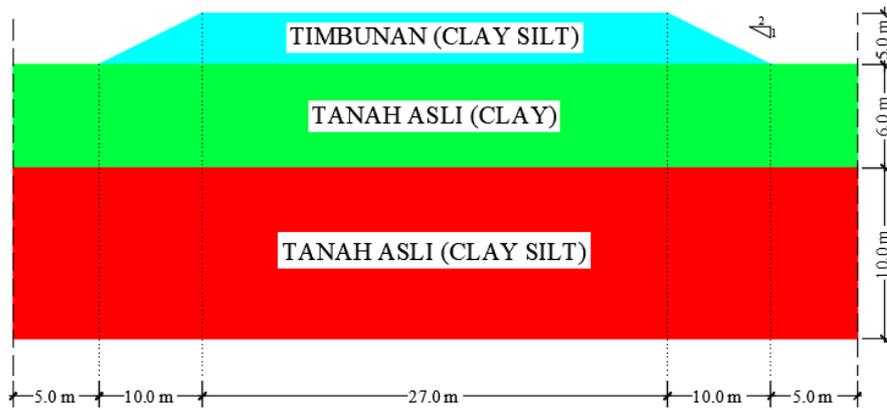
Lapisan tanah pada lokasi ini terdiri dari dua lapisan yaitu di bagian atas lereng berupa tanah lempung, sedangkan pada bagian bawahnya pada kedalaman kurang lebih 10 meter dari muka tanah asli berupa tanah lanau berlempung.

Kondisi jenis tanah diatas maka apabila kemasukan air, tanah menjadi labil dan akan terjadi perlemahan, sehingga dengan adanya beban dinamis diatas lapisan tersebut akan mengakibatkan terjadi konsolidasi, yang mengakibatkan terjadinya penurunan muka jalan dibuktikan dengan sering terjadinya tanah longsor di timbunan tersebut. Untuk mempermudah pelaksanaan dilapangan serta mencegah kelongsoran yang akan terjadi, maka desain yang dilakukan berupa membuat timbunan pada badan jalan dengan tanah yang memiliki parameter yang baik dan serta memperkuat timbunan tersebut dengan perkuatan geotekstil. Pemodelan timbunan, untuk mengetahui seberapa besar gaya yang kemungkinan terjadi pada timbunan tersebut, mengetahui nilai angka aman suatu timbunan dan bagaimana kemampuan timbunan tersebut untuk menahan beban menggunakan *software plaxis 8.5*.

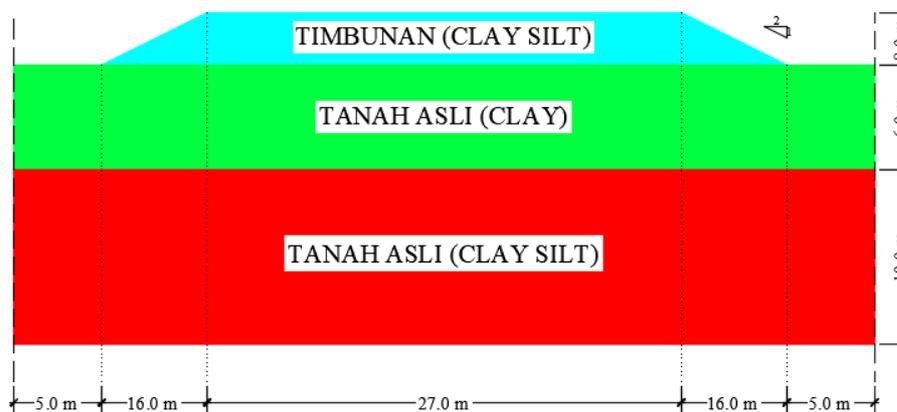
Pada tugas akhir ini timbunan yang diamati terdapat pada STA 36+200. Gambar 5.1, Gambar 5.2, dan Gambar 5.3 pemodelan timbunan tanah asli yang dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 5.1 Desain Timbunan Badan Jalan Tanah Asli pada Tinggi 3 meter



Gambar 5.2 Desain Timbunan Badan Jalan Tanah Asli pada Tinggi 5 meter



Gambar 5.3 Desain Timbunan Badan Jalan Tanah Asli pada Tinggi 8 meter

5.2 Nilai Parameter Material

5.2.1 Parameter Tanah

Parameter untuk tanah asli terdiri dari 2 lapisan yaitu *clay silt* dan *clay* disebut dengan lapis 2 untuk lempung dan lapis 1 untuk liat pada program Plaxis 2D. Parameter untuk tanah timbunan terdiri dari 1 lapis yaitu *clay silt* disebut dengan lapis timbunan pada program Plaxis 2D. Sesuai dengan (Komarudin, 2016) material tanah dimodelkan menggunakan pemodelan *Mohr Couloumb*. Parameter tanah terdapat 2 jenis yaitu kondisi pada saat konstruksi dan paska konstruksi dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan Tabel 5.2.

Tabel 5.1 Data Parameter Tanah Saat Konstruksi

| No | Parameter Tanah | Timbunan | Lapisan 1 | Lapisan 2 |
|-----|--|-----------------------|-----------------------|------------------|
| 1. | Model | <i>MC</i> | <i>MC</i> | <i>MC</i> |
| 2. | Jenis | <i>Undraine d</i> | <i>Undraine d</i> | <i>Undrained</i> |
| 3. | Jenis tanah | <i>Clay silt</i> | <i>Clay</i> | <i>Clay silt</i> |
| 4. | Permeabilitas Tanah ($k=m/day$) | 8.64E-04 | 1.00E-05 | 8.64E-04 |
| 5. | Berat volume tanah (kN/m^3) | 18,89 | 14,94 | 15,93 |
| 6. | Berat vol saturated (kN/m^3) | 21,00 | 16.00 | 16.00 |
| 7. | Modulus elastis ($E= kN/m^2$) | 7600 | 7600 | 7600 |
| 8. | Kohesi tanah ($c = kN/m2$) | 14,94 | 1,98 | 14,00 |
| 9. | Sudut gesek dalam ($\varphi = ^\circ$) | 35,91 | 6,084 | 27,60 |
| 10. | Poisson ratio (ν) | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| 11. | Sudut dilatasi ($\psi = ^\circ$) | 0 | 0 | 0 |

(Sumber : PT. Waskita Karya Tbk wilayah VII)

Tabel 5.2 Data Parameter Tanah Paska Konstruksi

| No | Parameter Tanah | Timbunan | Lapisan 1 | Lapisan 2 |
|-----|--|-----------------------|-----------------------|------------------|
| 1. | Model | <i>MC</i> | <i>MC</i> | <i>MC</i> |
| 2. | Jenis | <i>Undraine d</i> | <i>Undraine d</i> | <i>Undrained</i> |
| 3. | Jenis tanah | <i>Clay silt</i> | <i>Clay</i> | <i>Clay silt</i> |
| 4. | Permeabilitas Tanah (k=m/day) | 8.64E-04 | 1.00E-05 | 8.64E-04 |
| 5. | Berat volume tanah (kN/m ³) | 18,89 | 14,94 | 15,93 |
| 6. | Berat vol saturated (kN/m ³) | 21,00 | 16,00 | 16,00 |
| 7. | Modulus elastis (E= kN/m ²) | 7600 | 7600 | 7600 |
| 8. | Kohesi tanah (c = kN/m ²) | 14,94 | 1,98 | 14,00 |
| 9. | Sudut gesek dalam ($\phi = ^\circ$) | 35,91 | 6,084 | 27,60 |
| 10. | Poisson ratio (ν) | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| 11. | Sudut dilatasi ($\psi = ^\circ$) | 0 | 0 | 0 |

(Sumber : PT. Waskita Karya Tbk wilayah VII)

5.2.2 Parameter Beban Lalu Lintas

Beban Perkerasan sebesar 10 KN/m dari data sekunder, sedangkan beban lalu lintas yang bekerja sebesar 15 Km/m dapat dilihat pada Tabel 5.3 dibawah ini mengenai fungsi jalan dan sistem jaringan jalan terhadap beban lalu lintas.

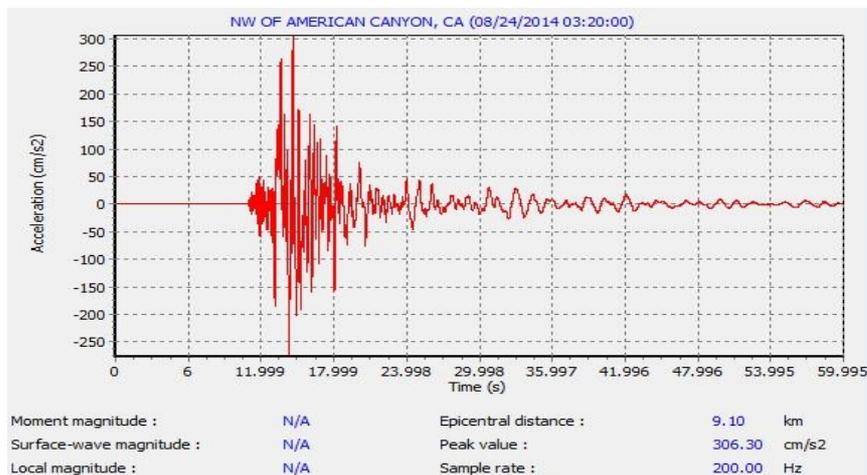
Tabel 5.3 Beban Lalu Lintas

| 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 |

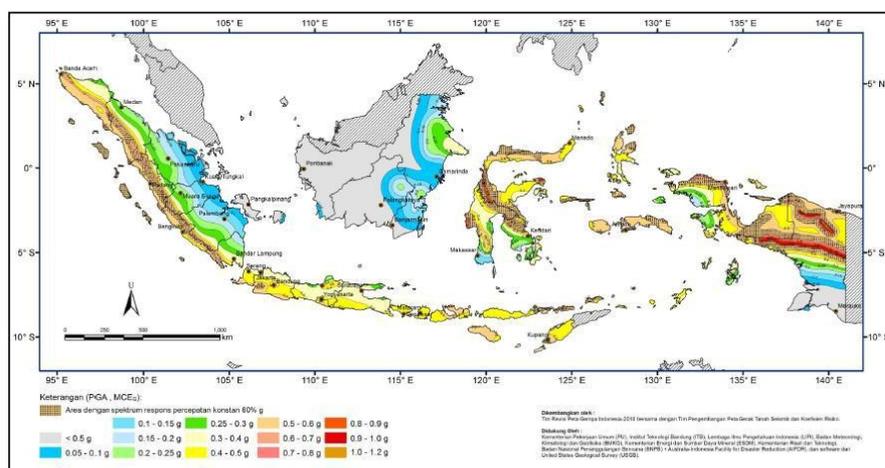
Sumber: Panduan Geoteknik 4 No Pt T-10-2002-B (DPU, 2002b)

5.2.3 Parameter Data Penentuan Gempa

Beban gempa yang digunakan adalah beban gempa gempa dinamik. Data gempa yang dimasukkan dalam software plaxis dari data USGS (*U.S. Geological Survey*). Zona gempa (Gambar 5.5) yang ada pada wilayah Taman Rahayu, Jawa Barat memiliki zona gempa dengan percepatan puncak gempa (PGA) sebesar 0,3-0,4 g dimana percepatan tersebut sama dengan data di kawasan American Canyon, California pada tahun 2014 sebesar 0,31 g. Waktu interval yang dimasukkan dalam software Plaxis diambil sebesar 23 detik dengan anggapan telah melewati percepatan puncak gempa. Grafik respon spektrum dapat dilihat pada Gambar 5.4 dibawah ini.



Gambar 5.4 Grafik Hubungan Antara Percepatan Dan Waktu
(Sumber: www.usgs.gov, 2017)



Gambar 5.5 Peta Zonasi Gempa Indonesia
(sumber. SNI 1726:2012)

5.2.4 Parameter 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

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

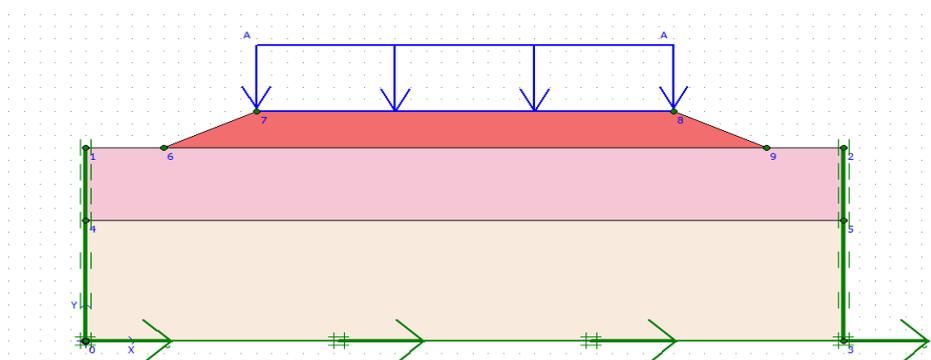
(Sumber : PT. Tetrasa Geosinindo, 2012)

5.3 Timbunan Tanah Asli Tanpa Perkuatan

5.3.1 Analisis Timbunan Badan Jalan menggunakan Program Plaxis

Hasil analisis menggunakan program Plaxis v8.5 yang akan ditampilkan pada analisis ini adalah lereng tanah asli dengan tinggi timbunan 3 meter. Penjabaran analisis meliputi pemodelan awal lereng, kondisi saat konstruksi, dan kondisi paska konstruksi. Untuk hasil analisis lereng tanah asli dengan tinggi timbunan 5 meter dapat dilihat pada Lampiran 4 dan lereng tanah asli dengan tinggi timbunan 8 meter dapat dilihat pada Lampiran 5.

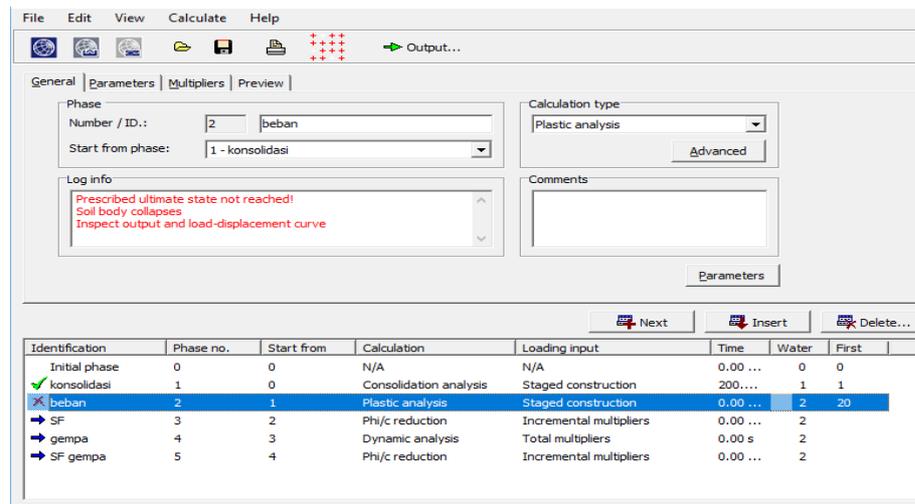
5.3.1.1 Timbunan Tanah Asli Kondisi Saat Konstruksi



Gambar 5.6 Pemodelan Timbunan 3 m Tanah Asli Saat Konstruksi

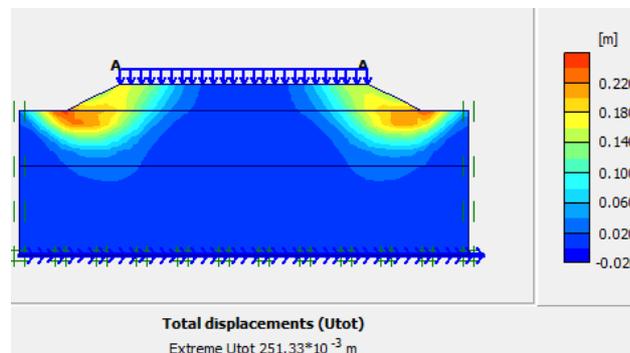
Pada pemodelan timbunan 3 meter tanah asli pada kondisi *drained* yang artinya dengan memperhitungkan beban kendaraan pada saat konstruksi terjadi *soil body collapse* lihat pada Gambar 5.7 yaitu terjadi kelongsoran pada timbunan

lereng ditandai dengan tulisan merah pada *log info* dengan maksud lereng tidak dapat menahan beban sendiri, beban timbunan, dan beban kendaraan sehingga bisa dipastikan lereng dan timbunan pada tanah asli mempunyai nilai aman (*Safety Factor*) yang kecil.



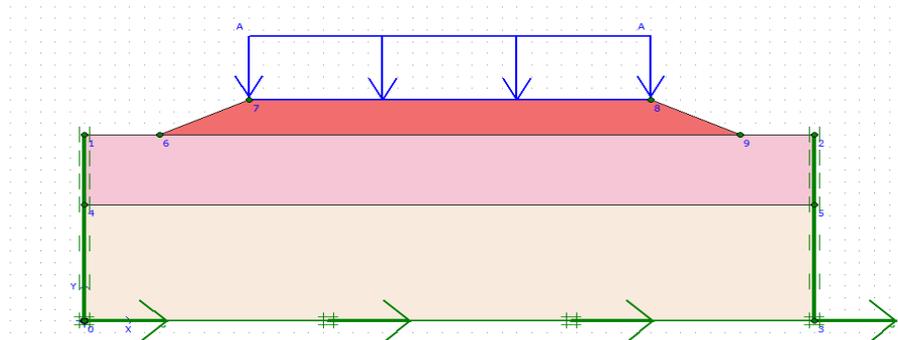
Gambar 5.7 Calculations dengan Lembar Tab General Timbunan 3 m

Pada timbunan 3 meter pada tanah asli kondisi *drained* dengan beban kendaraan terjadi *displacement* secara vertikal. *Displacement* terbesar terjadi pada lapisan atas yaitu lapisan *clay* di tandai dengan warna merah. Semakin ke bawah lapisan, warna merah semakin memudar hingga berubah warna menjadi biru tua yang berarti semakin kebawah lapisan *displacement* akan semakin kecil. Besarnya nilai *displacement* terbesar yaitu $251,33 \times 10^{-3}$ meter yang dapat dilihat pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Output Total Displacement Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli Saat Konstruksi

5.3.1.2 Timbunan Tanah Asli Kondisi Paska Konstruksi



Gambar 5.9 Pemodelan Timbunan 3 m Tanah Asli Paska Konstruksi

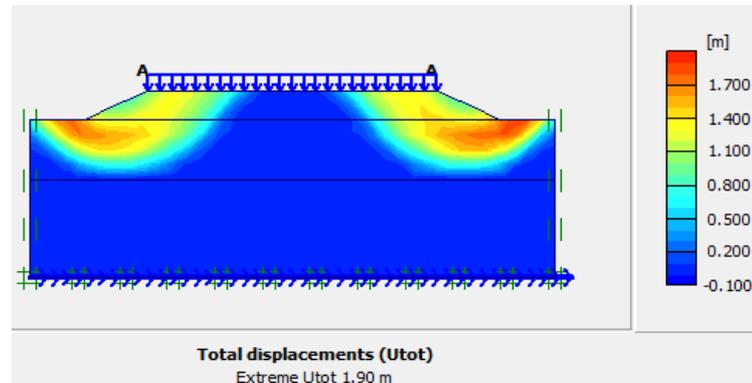
Pada pemodelan timbunan 3 meter tanah asli pada kondisi *undrained* yang artinya dengan memperhitungkan beban kendaraan pada paska konstruksi terjadi *soil body collapses* lihat pada Gambar 5.10 yaitu terjadi kelongsoran pada timbunan lereng ditandai dengan tulisan merah pada *log info* dengan maksud lereng tidak dapat menahan beban sendiri, beban timbunan, dan beban kendaraan sehingga bisa dipastikan lereng dan timbunan tanah asli mempunyai nilai aman (*Safety Factor*) yang kecil.

| Identification | Phase no. | Start from | Calculation | Loading input | Time | Water | First |
|----------------|-----------|------------|------------------------|-------------------------|----------|-------|-------|
| Initial phase | 0 | 0 | N/A | N/A | 0.00 ... | 0 | 0 |
| ✓ konsolidasi | 1 | 0 | Consolidation analysis | Staged construction | 200.... | 1 | 1 |
| ✗ beban | 2 | 1 | Plastic analysis | Staged construction | 0.00 ... | 2 | 16 |
| → SF | 3 | 2 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 0.00 ... | 2 | |
| → gempa | 4 | 3 | Dynamic analysis | Total multipliers | 23.00 s | 2 | |
| → SF gempa | 5 | 4 | Phi/c reduction | Incremental multipliers | 0.00 ... | 2 | |

Gambar 5.10 *Calculations* dengan Lembar Tab General Timbunan 3 m

Pada timbunan 3 meter pada tanah asli kondisi *undrained* dengan beban kendaraan terjadi *displacement* secara vertikal. *Displacement* terbesar terjadi pada lapisan atas yaitu lapisan *clay* di tandai dengan warna merah. Semakin ke bawah lapisan, warna merah semakin memudar hingga berubah warna menjadi biru tua

yang berarti semakin kebawah lapisan *displacement* akan semakin kecil. Besarnya nilai *displacement* terbesar yaitu 1,90 meter yang dapat dilihat pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Output Total Displacement Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli Paska Konstruksi

Tabel 5.5 Rekapitulasi Safety Factor Lereng Timbunan Tanah Asli

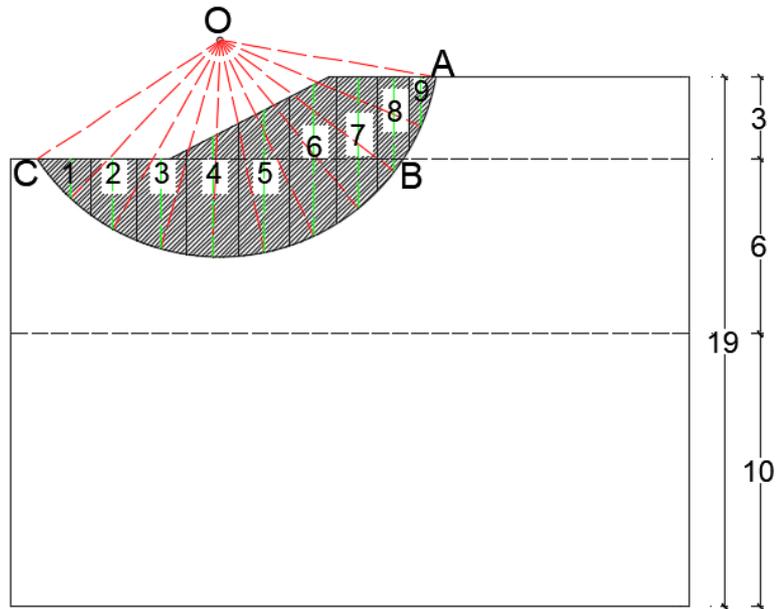
| Kondisi Tanah Asli | | Timbunan 3 meter | Timbunan 5 meter | Timbunan 8 meter |
|--------------------|----------|------------------|------------------|------------------|
| Masa Konstruksi | SF Beban | <i>Collapse</i> | <i>Collapse</i> | <i>Collapse</i> |
| | SF Gempa | <i>Collapse</i> | <i>Collapse</i> | <i>Collapse</i> |
| Paska Konstruksi | SF Beban | <i>Collapse</i> | <i>Collapse</i> | <i>Collapse</i> |
| | SF Gempa | <i>Collapse</i> | <i>Collapse</i> | <i>Collapse</i> |

Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Besar Penurunan Timbunan Tanah Asli

| Tinggi Timbunan | Besar Penurunan | Waktu (hari) |
|-----------------|-----------------|--------------|
| 3 meter | <i>Collapse</i> | 200 |
| 5 meter | <i>Collapse</i> | 200 |
| 8 meter | <i>Collapse</i> | 200 |

5.3.2 Metode Irisan

Program Plaxis v8.5 tidak dapat menunjukkan nilai angka aman pada lereng timbunan tanah asli maka digunakan metode irisan untuk mencari nilai angka aman lereng timbunan tanah asli. Dari program plaxis didapat garis potensi kelongsoran pada tinggi timbunan 3 meter pada Gambar 5.8 dari gambar tersebut bisa dilihat bahwa garis potensi kelongsoran terbentuk hingga lapisan tanah *clay*.



Gambar 5.12 Gaya-gaya Yang Bekerja Pada Irisan Timbunan 3 meter

Bidang longsor dibagi menjadi 9 irisan. Cara menghitung gaya berat bisa dilihat pada Tabel 5.7 adalah sebagai berikut.

Tabel 5.7 Hitungan Metode irisan Pada Timbunan 3 Meter

| No Irisan | A | W _i | θ | ϕ | $W_i \cdot \cos\theta \cdot \tan \phi$ | $W_i \sin\theta$ |
|--------------|-------|----------------|----------|--------|--|------------------|
| 1 | 2,37 | 35,4078 | -57 | 6,08 | 2,0541 | -29,6955 |
| 2 | 4,51 | 67,3794 | -29 | 6,08 | 6,2771 | -32,6662 |
| 3 | 6,46 | 96,9074 | -16 | 6,08 | 9,9223 | -26,7113 |
| 4 | 8,57 | 134,434 8 | -2 | 6,08 | 14,3108 | -4,6917 |
| 5 | 10,24 | 166,889 6 | 12 | 6,08 | 17,3880 | 34,6983 |
| 6 | 10,02 | 169,053 8 | 25 | 6,08 | 16,3198 | 71,4452 |
| 7 | 7,52 | 130,874 3 | 39 | 14,94 | 27,1386 | 82,3619 |
| 8 | 4,22 | 77,3063 | 53 | 14,94 | 12,4139 | 61,7396 |
| 9 | 1,63 | 24,3522 | 67 | 14,94 | 2,5389 | 22,4163 |
| JUMLAH | | | | | 108,3635 | 178,896 6 |

Dengan memperhatikan jari-jari dan sudut yang diapit, panjang garis AB = 3,35 meter, BC = 16,23 meter. Pada metode irisan ini memperhitungkan adanya

beban merata yang ada pada beban lalu lantan diatas timbunan sebesar 10 KN/m².
 Beban merata termasuk pada tekanan tanah aktif maka pada perhitungan dikalikan dengan jumlah tekanan tanah aktif yaitu 108,3635 KN.

$$10 \times 108,3635 = 1083,635 \text{ KN/m}^2$$

Tahanan terhadap longsor yang dikerahkan oleh komponen kohesi :

$$\Sigma c, a_i = (14,94 \times 3,35) + (6,084 \times 16,23) = 148,7923 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Faktor aman} = \frac{148,7923 + 108,3635}{178,8966 + 1083,635} = 0,203$$

5.4 Perhitungan Geotekstil

Perencanaan perkuatan dengan geotekstil dilakukan pada timbunan dengan tinggi 8 meter serta terdapat beban merata sebesar 25 KN/m. Sedangkan geotekstil yang digunakan memiliki kuat tarik ijin sebesar 55 KN/m. Perhitungan perencanaan geotekstil sebagai berikut ini.

1. Perhitungan Geotekstil Timbunan 8 meter

a. Menentukan Jarak Arah Vertikal Antar Lapis (Sv)

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \left(\frac{\phi}{2} \right) \right)$$

$$= \tan^2 \left(45^\circ - \left(\frac{35,91}{2} \right) \right)$$

$$= 0,26$$

Timbunan 8 meter

$$\begin{aligned} \sigma_{hc} &= (q \cdot k_a) + (k_a \cdot H \cdot \gamma_b) - (2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a}) \\ &= (25 \cdot 0,26) + (0,26 \cdot 8 \cdot 18,89) - (2 \cdot 14,94 \cdot \sqrt{0,26}) \\ &= 10,95 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_v &= \frac{T_a}{\sigma_{hc} \cdot SF} \\ &= \frac{55/3}{10,95 \cdot 1,5} \end{aligned}$$

$$= 0,3 \text{ meter (dipakai minimal 0,5 meter)}$$

b. Stabilitas Eksternal

Stabilitas terhadap geser

$$q \cdot Ka \cdot H + Ka \cdot H^2 \cdot \gamma b - 2 \cdot c \cdot \sqrt{ka} \cdot H$$

\dot{c}
 $SF \times \dot{c}$
 $\tau = \dot{c}$

$$= 2,87 \text{ meter}$$

$$25,0,26 \cdot 8 + 0,26 \cdot 8 \cdot 18,9 - 2 \cdot 14,94 \cdot \sqrt{0,26} \cdot 8$$

\dot{c}
 $1,5 \cdot \dot{c}$
 $;\ ;$

Stabilitas terhadap guling

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

$$L^2 = \frac{1,5 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 25,0,26 \cdot 8^2 + \frac{1}{6} \cdot 0,26 \cdot 8^2 \cdot 18,9 - 14,94 \cdot \sqrt{0,26} \cdot 8^2 \right)}{\left(\frac{1}{3} \cdot 25 + \frac{1}{3} \cdot 18,9 \cdot 8 \right)}$$

$$L = 3,53 \text{ meter}$$

Stabilitas terhadap eksentrisitas

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

$$\frac{1}{6} L \geq \frac{\left(\frac{1}{2} \cdot 25,0,26 \cdot 8^2 + \frac{1}{6} \cdot 0,26 \cdot 8^3 \cdot 18,9 - 14,94 \cdot \sqrt{0,26} \cdot 8^2 \right)}{(25 \cdot L + 18,9 \cdot 8 \cdot L)}$$

$$\geq \frac{140,48}{176,12 L}$$

$$\geq \frac{842,88}{176,12}$$

$$L^2 \geq 4,78$$

$$L = 2,187 \text{ meter}$$

Stabilitas terhadap Kapasitas Dukung Tanah

$$\begin{aligned}q_{ult} &= c \cdot N_c + 0,5 \cdot L \cdot \gamma_b \cdot N_\gamma \\ &= 14,94 \cdot 50,59 + 0,5 \cdot L \cdot 18,9 \cdot 56,31 \\ &= 755,81 + 532,13 L\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{ult} &= q_{ult} \cdot SF \\ &= (755,81 + 532,13 L) \cdot 1,5 \\ &= 1511,629 + 1063,696 L\end{aligned}$$

$$L \leq \frac{q_{ult}}{H \cdot \gamma_b + q}$$

$$\leq \frac{1511,629 + 1063,696}{8 \cdot 18,9 + 25}$$

$$= -1,703 \text{ meter}$$

Dari analisis diatas didapat panjang geotekstil yang akan digunakan yaitu 4 meter.

c. Stabilitas Internal

Panjang Geotekstil “*Overlapping*”

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

Lo dipakai minimal = 1 meter

Tabel 5.8 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Stabilitas Internal

| Timbunan (m) | Svi pakai (m) | Lo pakai (m) |
|--------------|---------------|--------------|
| 3 | 0,5 | 1 |
| 5 | 0,5 | 1 |
| 8 | 0,5 | 1 |

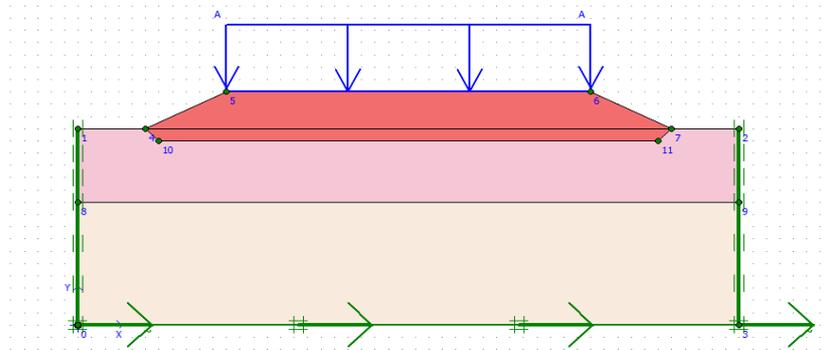
5.5 Lereng Timbunan Tanah dengan *Replacement*

5.5.1 Analisis Timbunan Badan Jalan menggunakan Program Plaxis

Hasil analisis menggunakan program Plaxis v8.5 yang akan ditampilkan pada analisis ini adalah lereng timbunan tanah asli dengan *replacement* tinggi 3 meter. Penjabaran analisis meliputi pemodelan awal lereng, kondisi saat konstruksi, dan kondisi paska konstruksi. Untuk hasil analisis lereng timbunan tanah asli dengan *replacement* tinggi 5 meter dapat dilihat pada Lampiran 6 dan

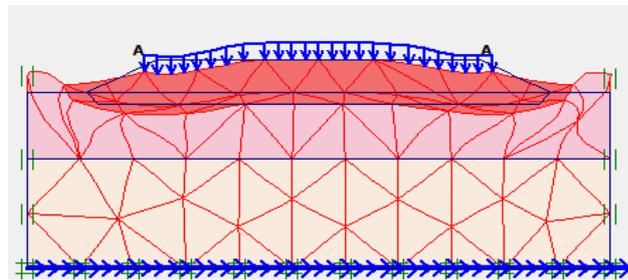
lereng timbunan tanah asli dengan *replacement* tinggi 8 meter dapat dilihat pada Lampiran 7.

5.5.1.1 Timbunan Tanah Asli Kondisi Saat Konstruksi

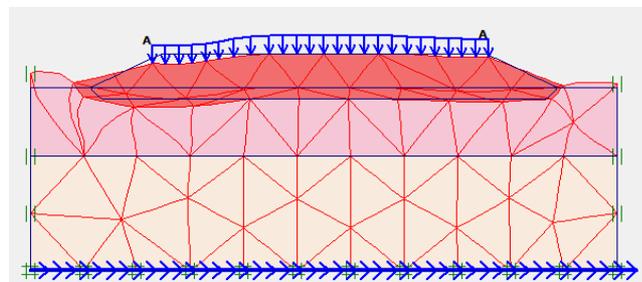


Gambar 5.13 Pemodelan Timbunan 3 m Tanah Asli dengan *Replacement*

Setelah melakukan pemodelan diatas maka dilakukan input data tanah pada tabel 5.1 untuk kondisi tanah saat konstruksi dan percepatan gempa yang terjadi pada daerah tersebut. Maka akan didapatkan *output* sebagai berikut.

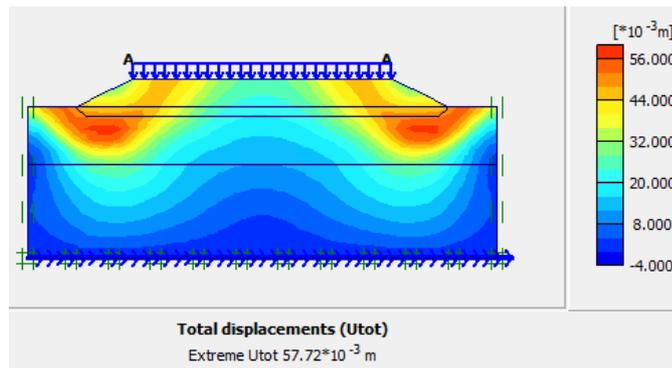


Gambar 5.14 *Output Deformed Mesh* Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* pada saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa

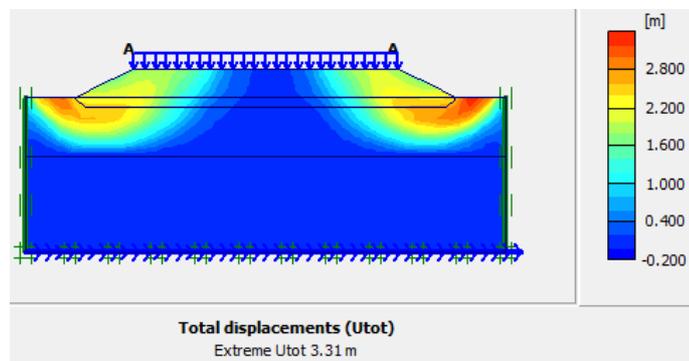


Gambar 5.15 *Output Deformed Mesh* Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* pada saat Konstruksi dengan Beban Gempa

Besarnya nilai total displacement yang terjadi pada timbunan lereng dengan beban struktur sebesar $57,72 \times 10^{-3}$ meter, sedangkan pada timbunan lereng dengan beban struktur dan gempa sebesar 3,31 meter. *Output total displacement* yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 5.16 dan Gambar 5.17 berikut.

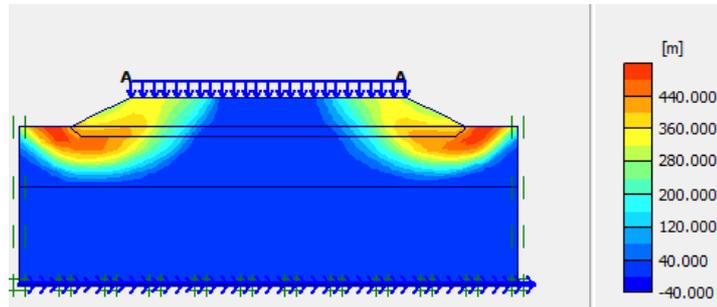


Gambar 5.16 *Output Total Displacement* Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* pada saat Konstruksi tanpa Beban Gempa

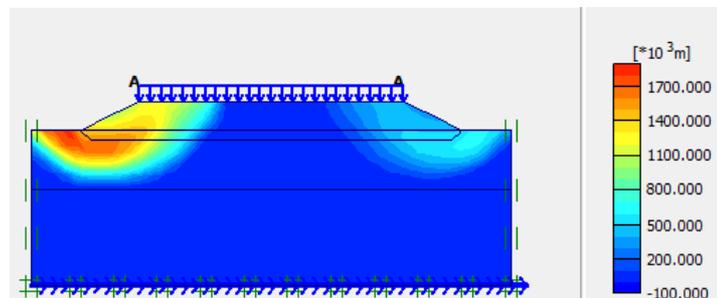


Gambar 5.17 *Output Total Displacement* Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* pada saat Konstruksi dengan Beban Gempa

Potensi kelongsoran pada timbunan 3 meter dengan *replacement* saat konstruksi dapat dilihat pada Gambar 5.18 dan Gambar 5.19 berikut.

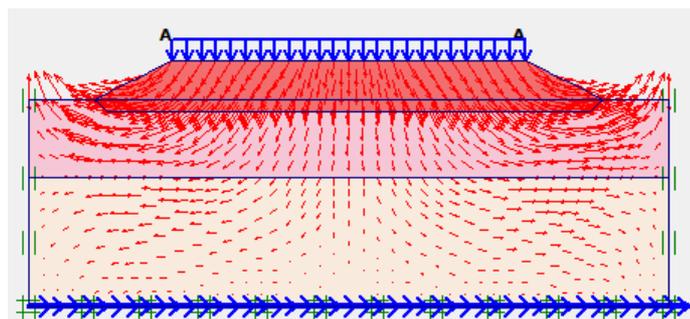


Gambar 5.18 Output Potensi Kelongsoran Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dan Replacement pada Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa

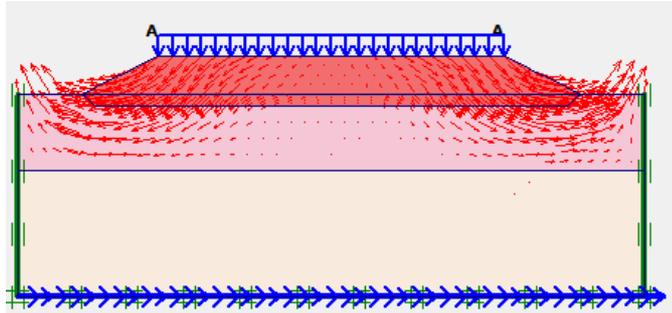


Gambar 5.19 Output Potensi Kelongsoran Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Replacement pada Saat Konstruksi dengan Beban Gempa

Arah pergerakan tanah pada timbunan lereng 3 meter dengan replacement saat konstruksi dapat dilihat pada Gambar 5.20 dan Gambar 5.21 berikut.

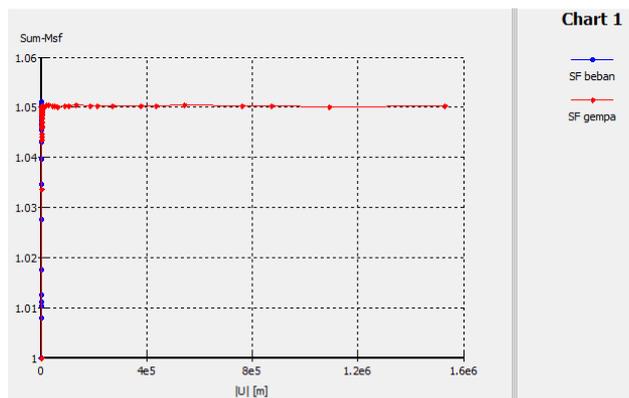


Gambar 5.20 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Replacement pada Saat Konstruksi tanpa Beban Gempa



Gambar 5.21 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* pada Saat Konstruksi dengan Beban Gempa

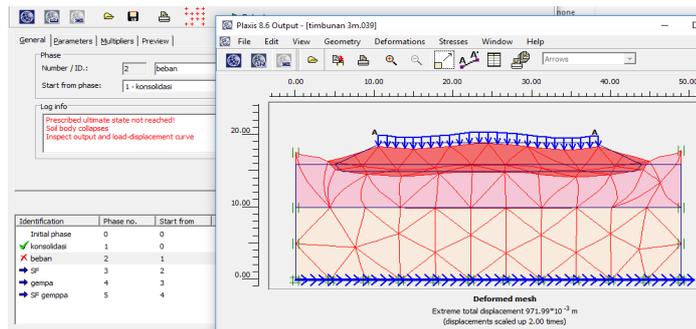
Nilai angka aman lereng timbunan 3 meter dengan *replacement* didapatkan dari hasil analisis akibat beban struktur sebesar 1,0507 sedangkan nilai angka aman akibat beban dan gempa sebesar 1,0503. Hasil nilai angka aman dapat dilihat pada kurva Gambar 5.22 berikut.



Gambar 5.22 *Output Safety Factor* Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* pada Saat Konstruksi

5.5.1.2 Timbunan Tanah Asli Kondisi Paska Konstruksi

Pada timbunan lereng 3 meter dengan *replacement* pada kondisi paska konstruksi mengalami *collapse*. *Output deformed mesh* dapat dilihat pada Gambar 5.23 berikut ini.



Gambar 5.23 Output Deformed Mesh Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Replacement pada Paska Konstruksi

Tabel 5.9 Rekapitulasi Safety Factor Lereng Timbunan Tanah Asli dengan Replacement

| Kondisi Tanah Asli | | Timbunan 3 meter | Timbunan 5 meter | Timbunan 8 meter |
|--------------------|----------|------------------|------------------|------------------|
| Masa Konstruksi | SF Beban | 1,0507 | <i>Collapse</i> | <i>Collapse</i> |
| | SF Gempa | 1,0503 | <i>Collapse</i> | <i>Collapse</i> |
| Paska Konstruksi | SF Beban | <i>Collapse</i> | <i>Collapse</i> | <i>Collapse</i> |
| | SF Gempa | <i>Collapse</i> | <i>Collapse</i> | <i>Collapse</i> |

Tabel 5.10 Rekapitulasi Hasil Besar Penurunan Timbunan Tanah Asli dengan Replacement

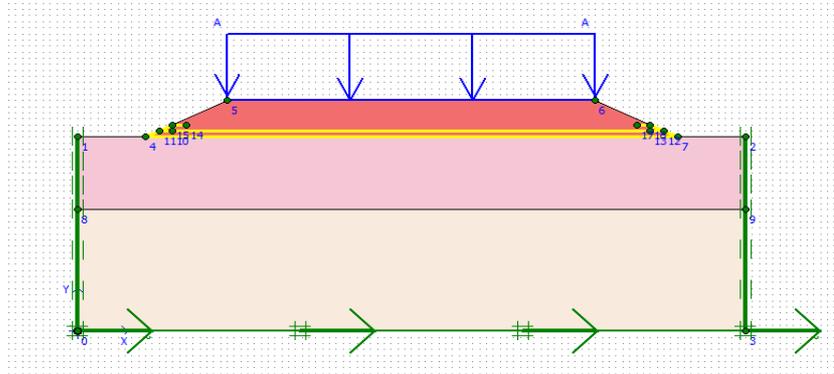
| Tinggi Timbunan | Besar Penurunan | Waktu (hari) |
|-----------------|-----------------|--------------|
| 3 meter | <i>Collapse</i> | 200 |
| 5 meter | <i>Collapse</i> | 200 |
| 8 meter | <i>Collapse</i> | 200 |

5.6 Lereng Timbunan Tanah dengan Geotekstil

5.6.1 Analisis Timbunan Badan Jalan menggunakan Program Plaxis

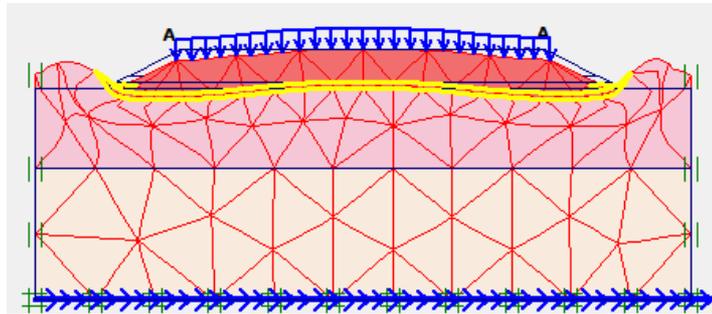
Hasil analisis menggunakan program Plaxis v8.5 yang akan ditampilkan pada analisis ini adalah lereng timbunan tanah asli dengan geotekstil tinggi 3 meter. Penjabaran analisis meliputi pemodelan awal lereng, kondisi saat konstruksi, dan kondisi paska konstruksi. Untuk hasil analisis lereng timbunan tanah asli dengan lapis geotekstil variasi lain pada tinggi 3 meter dapat dilihat pada Lampiran 8 dan lereng timbunan tanah asli dengan geotekstil tinggi 5 meter dapat dilihat pada Lampiran 9.

5.6.1.1 Timbunan Tanah Asli Kondisi Saat Konstruksi

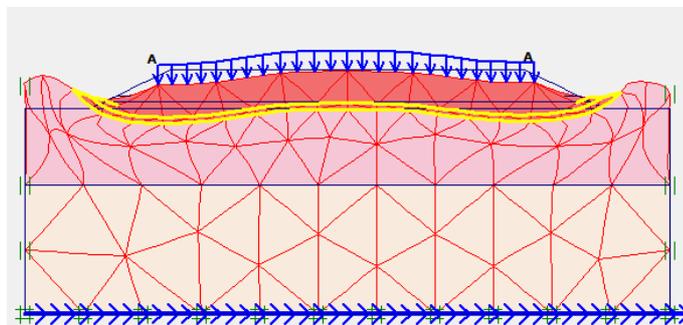


Gambar 5.24 Pemodelan Timbunan 3 m Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis

Setelah melakukan pemodelan diatas maka dilakukan input data tanah pada tabel 5.1 untuk kondisi tanah saat konstruksi dan percepatan gempa yang terjadi pada daerah tersebut. Maka akan didapatkan *output* sebagai berikut.

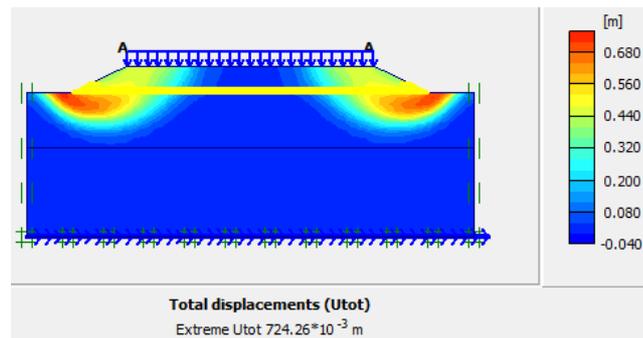


Gambar 5.25 *Output Deformed Mesh* Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada saat Konstruksi tanpa Beban Gempa

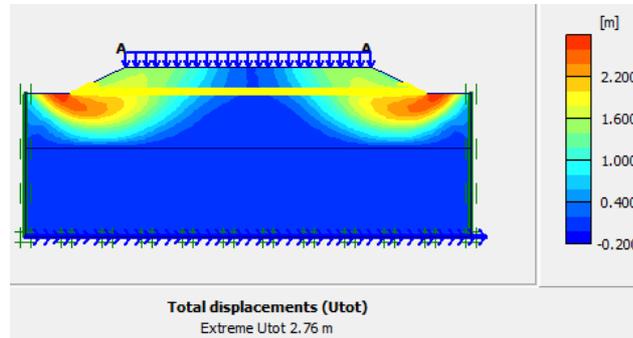


Gambar 5.26 *Output Deformed Mesh* Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada saat Konstruksi dengan Beban Gempa

Besarnya nilai total displacement yang terjadi pada timbunan lereng dengan beban struktur sebesar $724,26 \times 10^{-3}$ meter, sedangkan pada timbunan lereng dengan beban struktur dan gempa sebesar 2,76 meter. *Output total displacement* yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 5.27 dan Gambar 5.28 berikut.

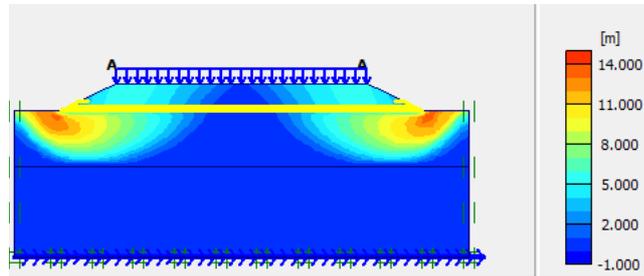


Gambar 5.27 *Output Total Displacement* Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada saat Konstruksi tanpa Beban Gempa

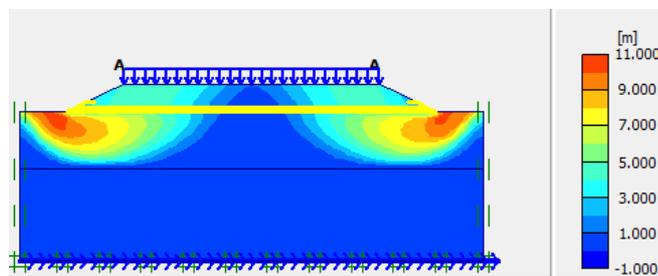


Gambar 5.28 *Output Total Displacement* Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada saat Konstruksi dengan Beban Gempa

Potensi kelongsoran pada timbunan 3 meter dengan *replacement* saat konstruksi dapat dilihat pada Gambar 5.29 dan Gambar 5.30 berikut.

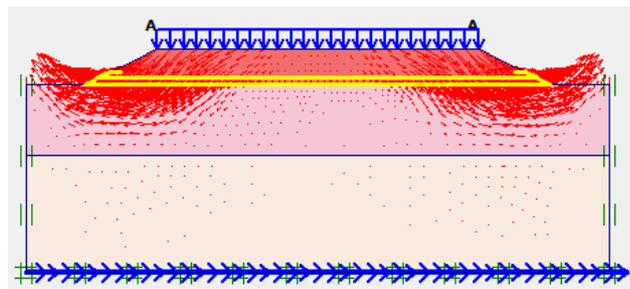


Gambar 5.29 *Output* Potensi Kelongsoran Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa

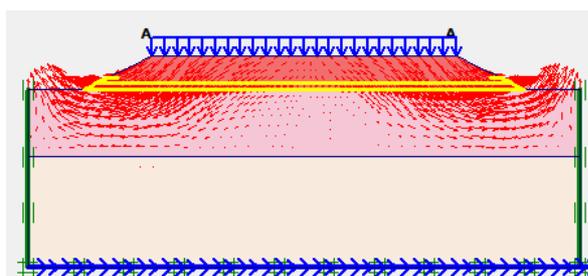


Gambar 5.30 *Output* Potensi Kelongsoran Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada Paska Konstruksi dengan Beban Gempa

Arah pergerakan tanah pada timbunan lereng 3 meter dengan geotekstil saat konstruksi dapat dilihat pada Gambar 5.31 dan Gambar 5.32 berikut.

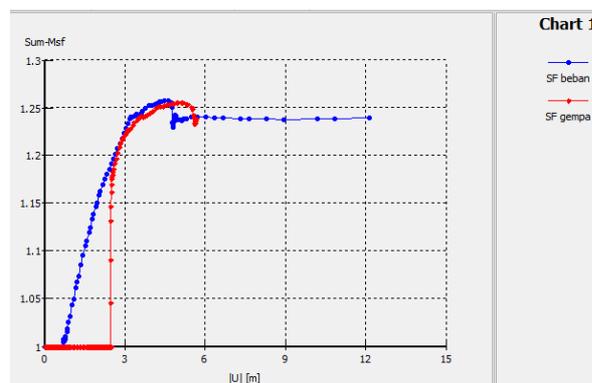


Gambar 5.31 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada Saat Konstruksi tanpa Beban Gempa



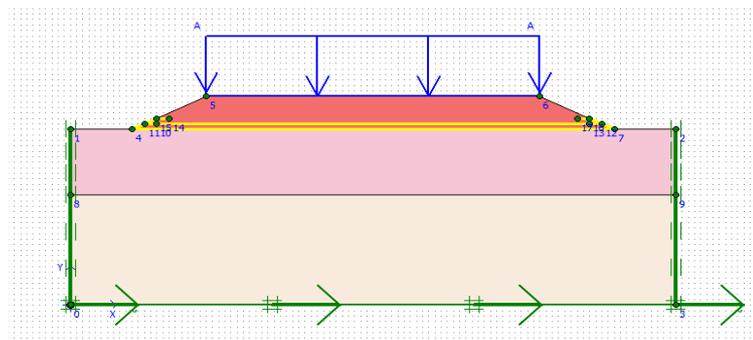
Gambar 5.32 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada Saat Konstruksi dengan Beban Gempa

Nilai angka aman lereng timbunan 3 meter dengan geotekstil dan perkuatan didapatkan dari hasil analisis akibat beban struktur sebesar 1,2392 sedangkan nilai angka aman akibat beban dan gempa sebesar 1,2388. Hasil nilai angka aman dapat dilihat pada kurva Gambar 5.33 berikut.



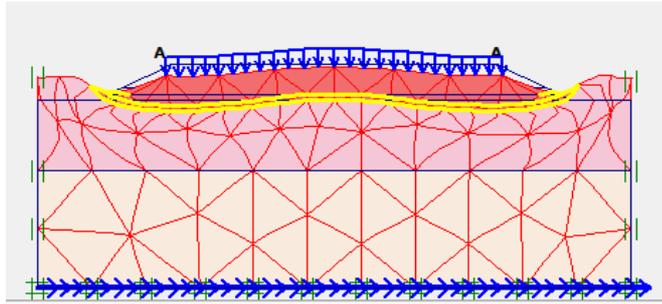
Gambar 5.33 Output Safety Factor Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada Saat Konstruksi

5.6.1.2 Timbunan Tanah Asli Kondisi Paska Konstruksi

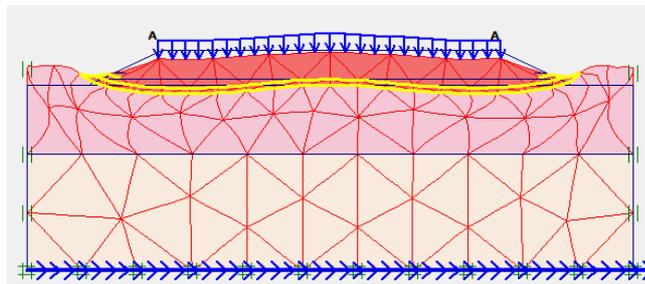


Gambar 5.34 Pemodelan Timbunan 3 m Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis

Setelah melakukan pemodelan diatas maka dilakukan input data tanah pada tabel 5.2 untuk kondisi tanah saat konstruksi dan percepatan gempa yang terjadi pada daerah tersebut. Maka akan didapatkan *output* sebagai berikut.

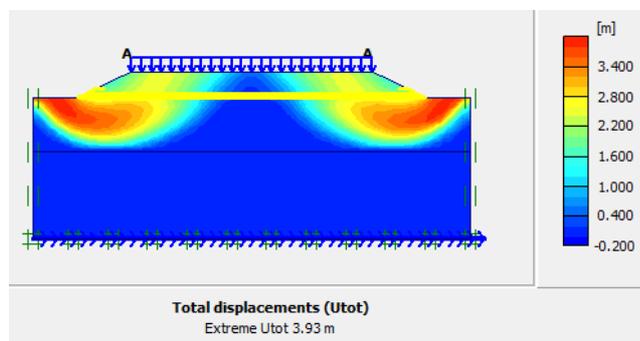


Gambar 5.35 *Output Deformed Mesh* Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada Paska Konstruksi tanpa Beban Gempa

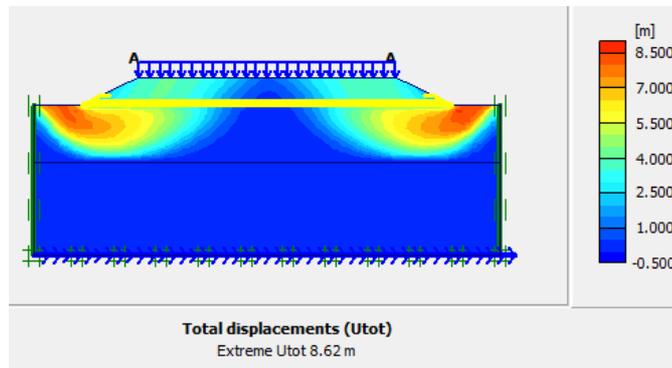


Gambar 5.36 *Output Deformed Mesh* Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada Paska Konstruksi dengan Beban Gempa

Besarnya nilai *total displacement* yang terjadi pada timbunan lereng dengan beban struktur sebesar 3,93 meter, sedangkan pada timbunan lereng dengan beban struktur dan gempa sebesar 8,62 meter. *Output total displacement* yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 5.37 dan Gambar 5.38 berikut.

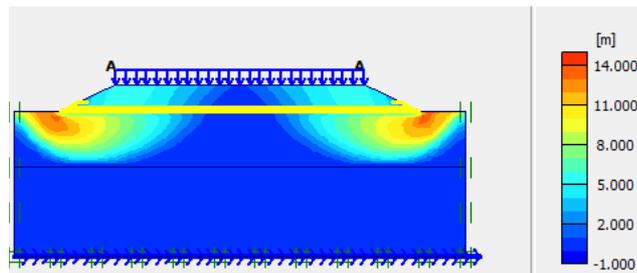


Gambar 5.37 *Output Total Displacement* Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada Paska Konstruksi tanpa Beban Gempa

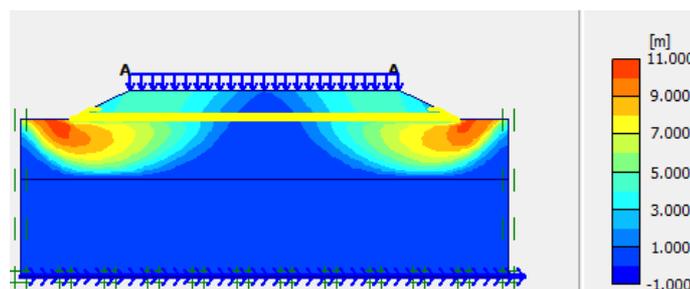


Gambar 5.38 Output Total Displacement Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada Paska Konstruksi dengan Beban Gempa

Potensi kelongsoran pada timbunan 3 meter dengan geotekstil paska konstruksi dapat dilihat pada Gambar 5.39 dan Gambar 5.40 berikut.

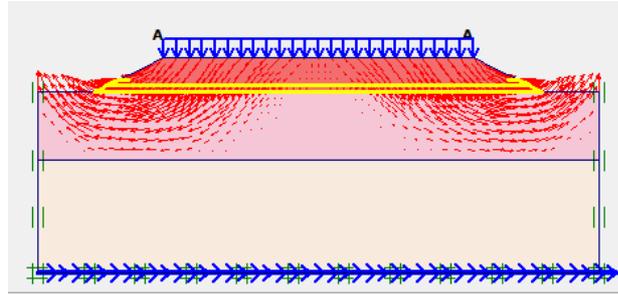


Gambar 5.39 Output Potensi Kelongsoran Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada Paska Konstruksi Tanpa Beban Gempa

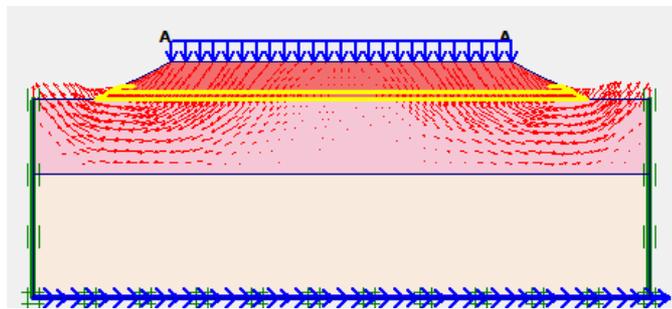


Gambar 5.40 Output Potensi Kelongsoran Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada Paska Konstruksi dengan Beban Gempa

Arah pergerakan tanah pada timbunan lereng 3 meter dengan geotekstil paska konstruksi dapat dilihat pada Gambar 5.41 dan Gambar 5.42 berikut.

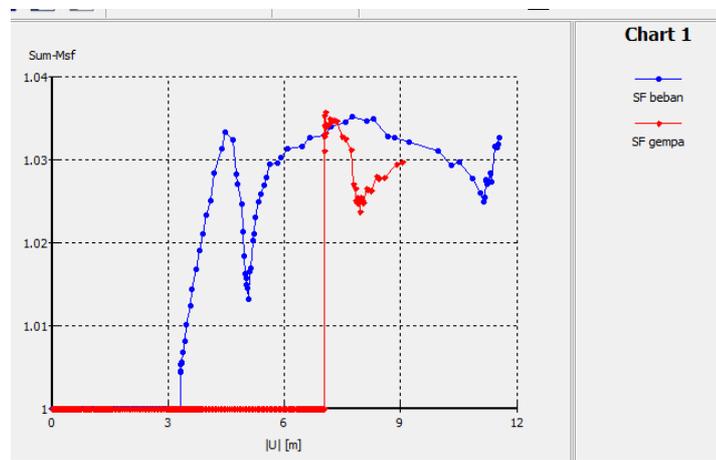


Gambar 5.41 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada Paska Konstruksi tanpa Beban Gempa



Gambar 5.42 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada Paska Konstruksi dengan Beban Gempa

Nilai angka aman lereng timbunan 3 meter dengan geotekstil dan perkuatan didapatkan dari hasil analisis akibat beban struktur sebesar 1,2392 sedangkan nilai angka aman akibat beban dan gempa sebesar 1,2388. Hasil nilai angka aman dapat dilihat pada kurva Gambar 5.43 berikut.



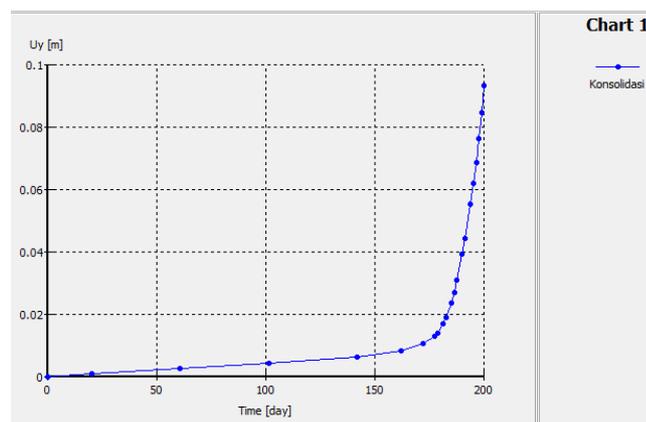
Gambar 5.43 Output Safety Factor Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis pada Paska Konstruksi

Tabel 5.11 Rekapitulasi Safety Factor Lereng Timbunan Tanah Asli dengan Geotekstil

| Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil | Variasi Perkuatan | | Timbunan 3 meter | Timbunan 5 meter | Timbunan 8 meter |
|--------------------------------------|--------------------|----------|------------------|------------------|------------------|
| Masa Konstruksi | Geotekstil 1 Lapis | SF Beban | 1,2408 | <i>Collapse</i> | <i>Collapse</i> |
| | | SF Gempa | 1,2364 | | |
| | Geotekstil 2 Lapis | SF Beban | 1,0294 | 1,1038 | <i>Collapse</i> |
| | | SF Gempa | 1,0256 | 1,1022 | |
| Paska Konstruksi | Geotekstil 1 Lapis | SF Beban | 1,2392 | <i>Collapse</i> | <i>Collapse</i> |
| | | SF Gempa | 1,2388 | | |
| | Geotekstil 2 Lapis | SF Beban | 1,0326 | <i>Collapse</i> | <i>Collapse</i> |
| | | SF Gempa | 1,0297 | | |

5.6.1.3 Konsolidasi Tanah Asli dengan Geotekstil

Hasil konsolidasi yang terjadi dengan asumsi waktu selama 200 hari adalah sebesar 0,093 meter. Grafik penurunan konsolidasi dapat dilihat pada Gambar 5.44 berikut ini.



Gambar 5.44 Kurva Time vs Vertical Displacement Timbunan 3 m Saat Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis

Tabel 5.12 Rekapitulasi Hasil Besar Penurunan Timbunan Tanah Asli dengan Replacement

| Tinggi Timbunan | Variasi Perkuatan | Besar Penurunan | Waktu (hari) |
|-----------------|-------------------|-----------------|--------------|
|-----------------|-------------------|-----------------|--------------|

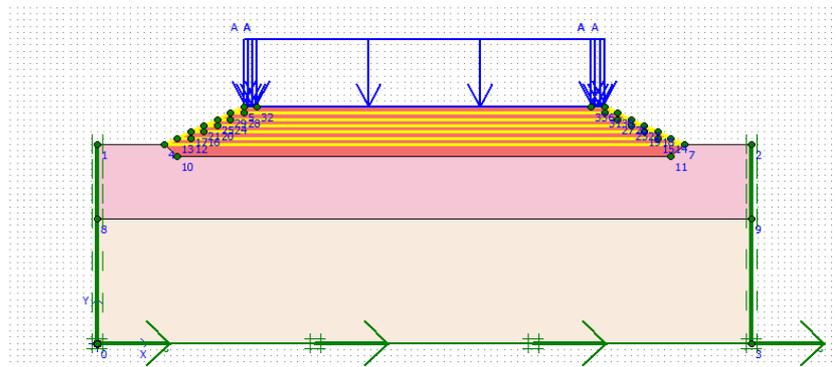
| | | | |
|---------|--------------------|-----------------|-----|
| 3 meter | Geotekstil 1 Lapis | 0,125 | 200 |
| | Geotekstil 2 Lapis | 0,093 | |
| 5 meter | | <i>Collapse</i> | 200 |
| 8 meter | | <i>Collapse</i> | 200 |

5.7 Lereng Timbunan Tanah dengan *Replacement* dan Geotekstil

5.7.1 Analisis Timbunan Badan Jalan menggunakan Program Plaxis

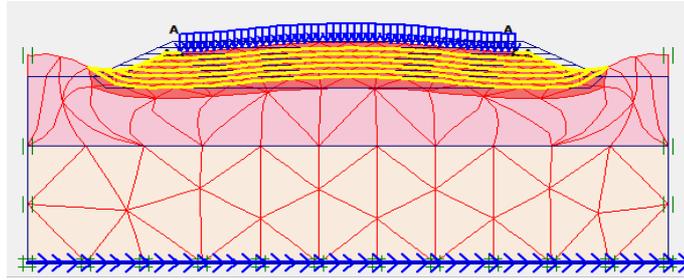
Hasil analisis menggunakan program Plaxis v8.5 yang akan ditampilkan pada analisis ini adalah lereng timbunan tanah asli dengan *replacement* dan geotekstil tinggi 3 meter. Penjabaran analisis meliputi pemodelan awal lereng, kondisi saat konstruksi, dan kondisi paska konstruksi. Untuk hasil analisis lereng timbunan tanah asli dengan *replacement* dan geotekstil tinggi 5 meter dapat dilihat pada Lampiran 10 dan lereng timbunan tanah asli dengan *replacement* dan geotekstil tinggi 8 meter dapat dilihat pada Lampiran 11.

5.7.1.1 Timbunan Tanah Asli Kondisi Saat Konstruksi

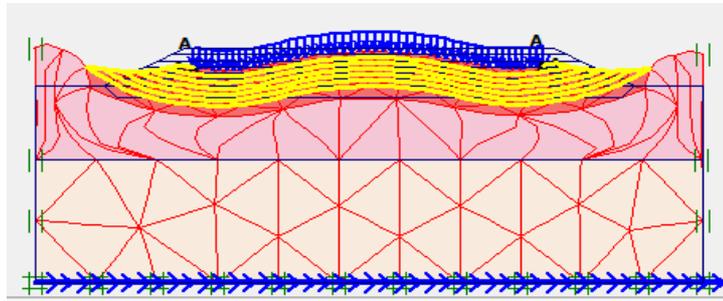


Gambar 5.45 Pemodelan Timbunan 3 m Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil Penuh

Setelah melakukan pemodelan diatas maka dilakukan input data tanah pada tabel 5.1 untuk kondisi tanah saat konstruksi dan percepatan gempa yang terjadi pada daerah tersebut. Maka akan didapatkan *output* sebagai berikut

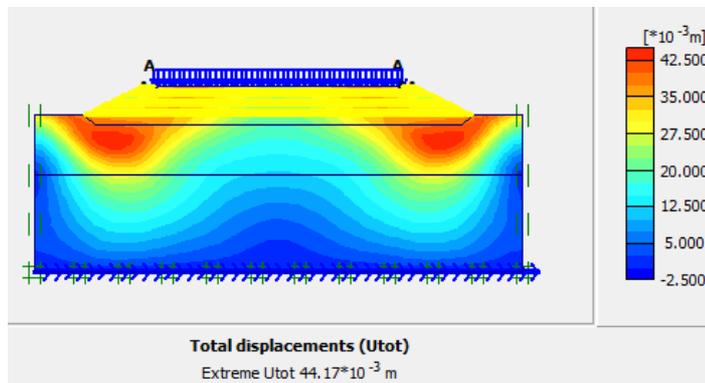


Gambar 5.46 *Output Deformed Mesh* Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil Penuh pada saat Konstruksi tanpa Beban Gempa

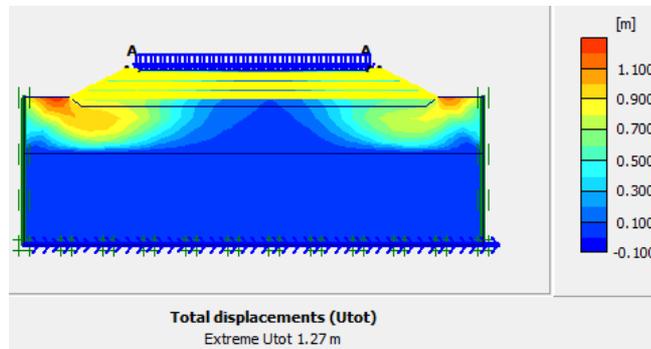


Gambar 5.47 *Output Deformed Mesh* Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil Penuh pada Paska Konstruksi dengan Beban Gempa

Besarnya nilai total displacement yang terjadi pada timbunan lereng dengan beban struktur sebesar $44,17 \times 10^{-3}$ meter, sedangkan pada timbunan lereng dengan beban struktur dan gempa sebesar 1,27 meter. *Output* total displacement yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 5.48 dan Gambar 5.49 berikut ini.

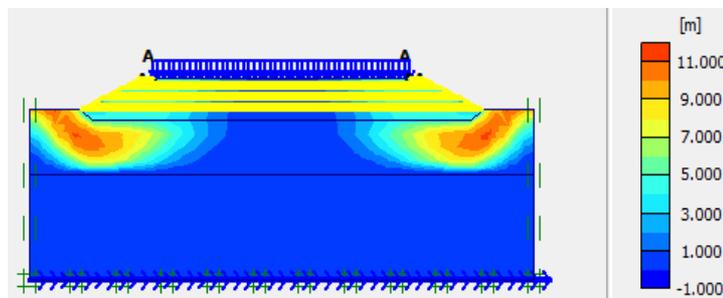


Gambar 5.48 Output Total Displacement Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil Penuh pada saat Konstruksi tanpa Beban Gempa

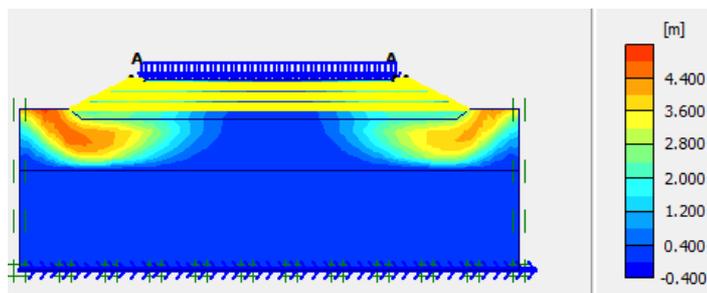


Gambar 5.49 Output Total Displacement Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil Penuh pada saat Konstruksi dengan Beban Gempa

Potensi kelongsoran pada timbunan lereng 3 meter dengan *replacement* dan geotekstil saat konstruksi dapat dilihat pada Gambar 5.50 dan Gambar 5.51 berikut.

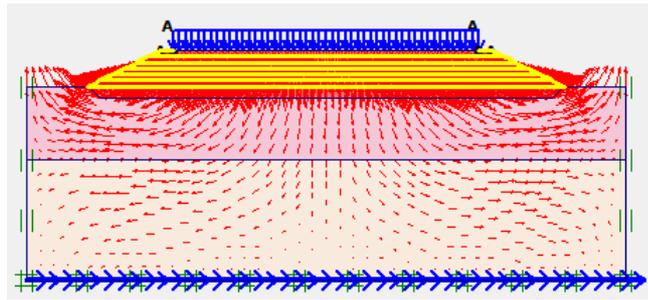


Gambar 5.50 Output Potensi Kelongsoran Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil Penuh pada Saat Konstruksi tanpa Beban Gempa

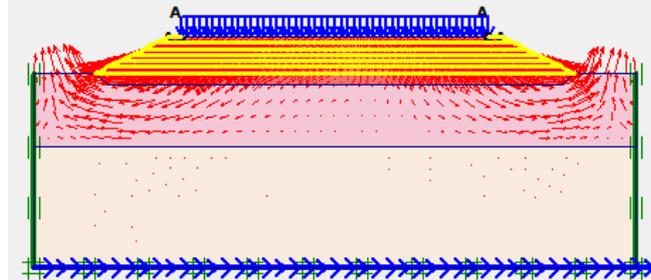


Gambar 5.51 Output Potensi Kelongsoran Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil Penuh pada Saat Konstruksi dengan Beban Gempa

Arah pergerakan pada timbunan lereng 3 meter dengan *replacement* dan geotekstil saat konstruksi dapat dilihat pada Gambar 5.52 dan Gambar 5.53 berikut.

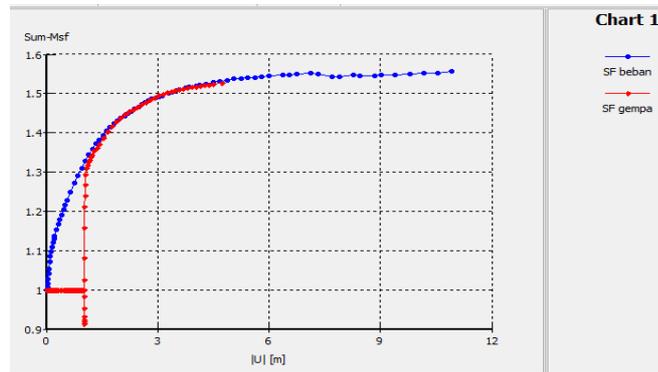


Gambar 5.52 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil Penuh pada Saat Konstruksi tanpa Beban Gempa



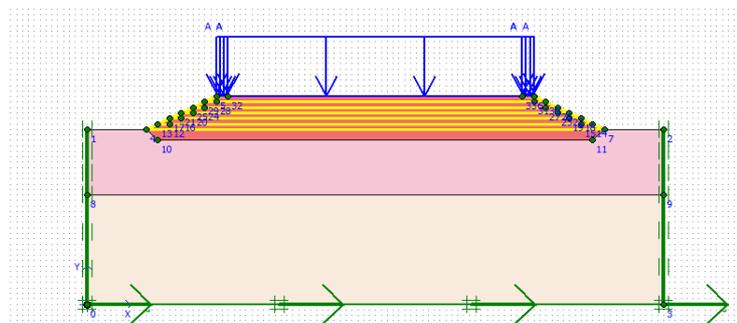
Gambar 5.53 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil Penuh pada Saat Konstruksi dengan Beban Gempa

Nilai angka aman lereng timbunan 3 meter dengan *replacement* dan perkuatan didapatkan dari hasil analisis akibat beban struktur sebesar 1,5573 sedangkan nilai angka aman akibat beban dan gempa sebesar 1,5276. Hasil nilai angka aman dapat dilihat pada kurva Gambar 5.54 berikut.



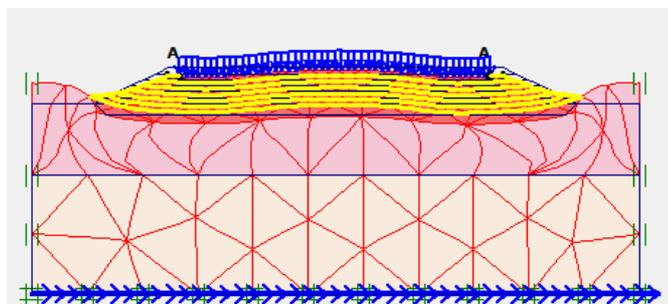
Gambar 5.54 Output Safety Factor Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Replacement dan Geotekstil Penuh pada Saat Konstruksi

5.7.1.2 Timbunan Tanah Asli Kondisi Saat Konstruksi

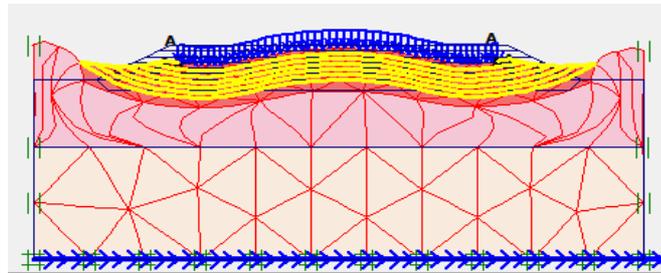


Gambar 5.55 Pemodelan Timbunan 3 m Tanah Asli dengan Replacement dan Geotekstil Penuh

Setelah melakukan pemodelan diatas maka dilakukan input data tanah pada tabel 5.2 untuk paska konstruksi disertai input parameter geotekstil pada tabel 5.4 dan juga percepatan gempa yang terjadi pada daerah tersebut. Maka akan didapatkan *output* sebagai berikut.

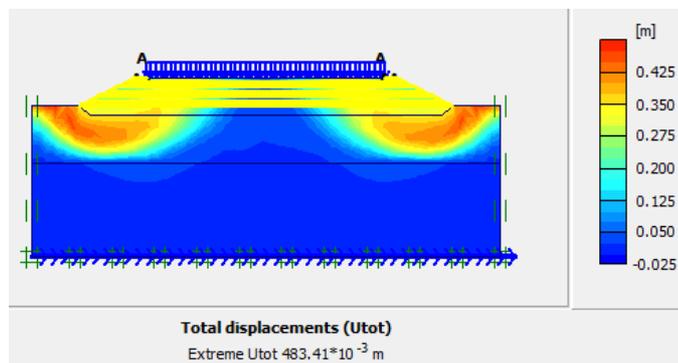


Gambar 5.56 Output Deformed Mesh Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Replacement dan Geotekstil Penuh pada Paska Konstruksi tanpa Beban Gempa

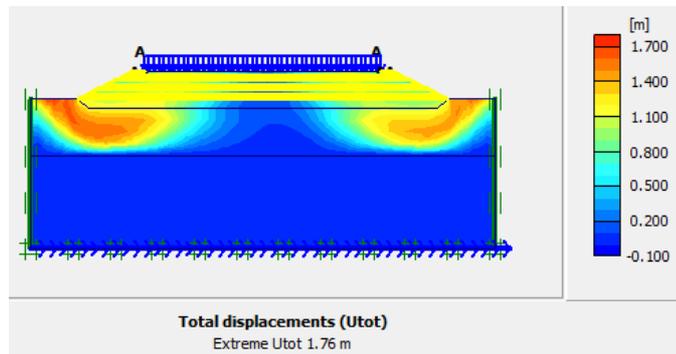


Gambar 5.57 Output Deformed Mesh Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Replacement dan Geotekstil Penuh pada Paska Konstruksi dengan Beban Gempa

Besarnya nilai *total displacement* yang terjadi pada timbunan lereng dengan beban struktur sebesar $483,41 \times 10^{-3}$ meter, sedangkan pada timbunan lereng dengan beban struktur dan gempa sebesar 1,76 meter. *Output total displacement* yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 5.58 dan Gambar 5.59 berikut.

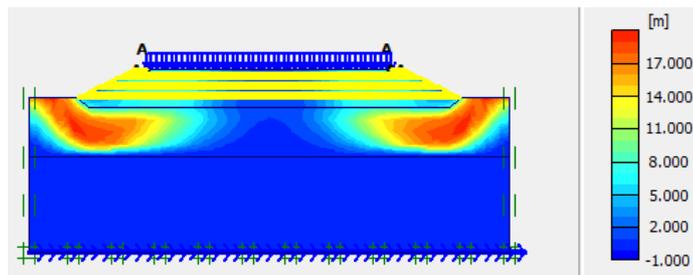


Gambar 5.58 Output Total Displacement Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Replacement dan Geotekstil Penuh pada Paska Konstruksi tanpa Beban Gempa

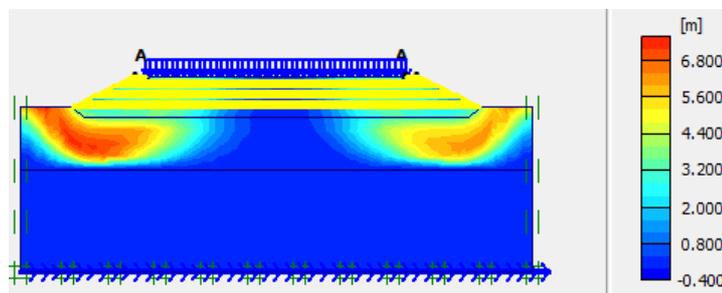


Gambar 5.59 Output Total Displacement Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Replacement dan Geotekstil Penuh pada Paska Konstruksi dengan Beban Gempa

Potensi kelongsoran tanah pada timbunan lereng 3 meter dengan replacement dan geotekstil paska konstruksi dapat dilihat pada Gambar 5.60 dan Gambar 5.61 berikut.

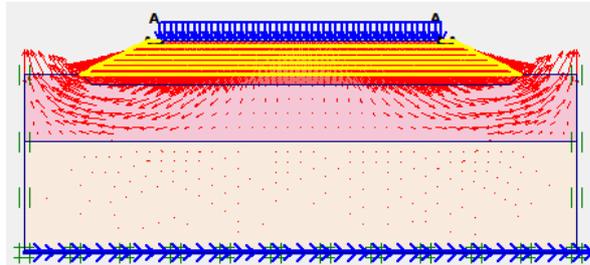


Gambar 5.60 Output Potensi Kelongsoran Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Replacement dan Geotekstil Penuh pada Paska Konstruksi tanpa Beban Gempa

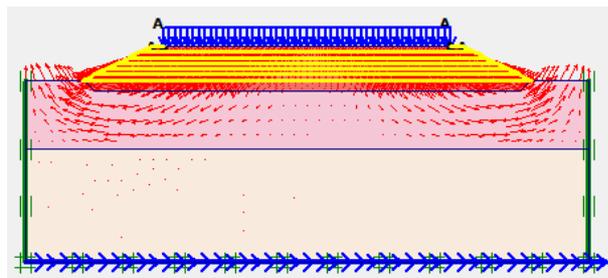


Gambar 5.61 Output Potensi Kelongsoran Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Replacement dan Geotekstil Penuh pada Paska Konstruksi dengan Beban Gempa

Arah pergerakan tanah pada timbunan lereng 3 meter dengan replacement dan geotekstil perkuatan paska konstruksi dapat dilihat pada Gambar 5.62 dan Gambar 5.63 berikut.

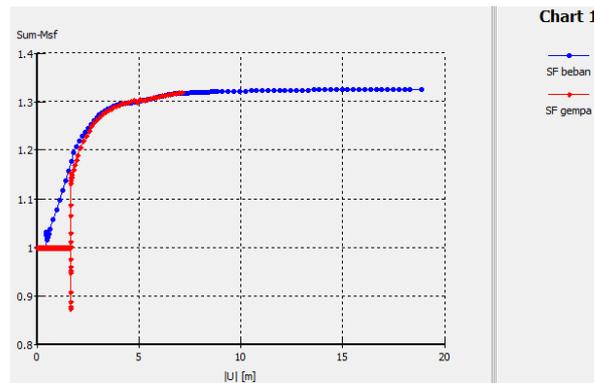


Gambar 5.62 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil Penuh pada Paska Konstruksi tanpa Beban Gempa



Gambar 5.63 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil Penuh pada Paska Konstruksi dengan Beban Gempa

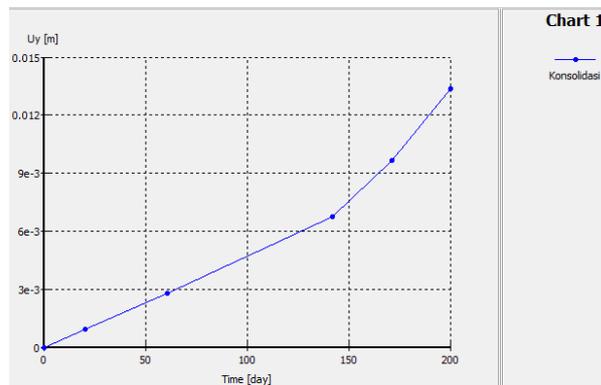
Nilai angka aman lereng timbunan 3 meter dengan *replacement* dan perkuatan didapatkan dari hasil analisis akibat beban struktur sebesar 1,3251 sedangkan nilai angka aman akibat beban dan gempa sebesar 1,3198. Hasil nilai angka aman dapat dilihat pada kurva Gambar 5.64 berikut.



Gambar 5.64 Output Safety Factor Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Replacement dan Geotekstil Penuh pada Paska Konstruksi

5.7.1.3 Konsolidasi Tanah Asli dengan replacement dan Geotekstil

Hasil konsolidasi yang terjadi dengan dengan asumsi waktu selama 200 hari adalah sebesar 0,013 meter. Grafik penurunan konsolidasi dapat dilihat pada Gambar 5.65 berikut ini.



Gambar 5.65 Kurva Time vs Vertical Displacement Timbunan 3 m Saat Kondisi Tanah Asli dengan Replacement dan Geotekstil Penuh

5.8 Pembahasan

Analisis stabilitas lereng pada timbunan badan jalan dilakukan untuk mengetahui nilai angka aman pada lereng. Analisis dilakukan dengan *software* Plaxis dengan variasi tinggi timbunan 3 meter, 5 meter, dan 8 meter dengan kondisi permodelan yang berbeda yaitu , kondisi timbunan tanah asli, kondisi timbunan tanah asli dengan *replacement*, kondisi timbunan tanah asli dengan geotekstil, kondisi timbunan tanah asli *replacement* dengan geotekstil, dan kondisi timbunan tanah asli *replacement* dengan geotekstil dan *counterweight*. Nilai angka

aman yang digunakan sebagai syarat kestabilan sebesar 1,3. Adapun rekomendasi nilai angka aman untuk lereng dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut ini.

Tabel 5.14 Kisaran Faktor Keamanan (SF)

| Faktor Keamanan | Kerentanan Gerakan Tanah |
|---------------------------------------|---|
| $\leq 1,2$ | Tinggi : Gerakan Tanah Sering Terjadi |
| $1,2 < \text{Safety Factor} \leq 1,7$ | Menengah : Gerakan Tanah Dapat Terjadi |
| $1,7 < \text{Safety Factor} \leq 2,0$ | Rendah : Gerakan Tanah Jarang Terjadi |
| $>2,0$ | Sangat Rendah : Gerakan Tanah Sangat Jarang Terjadi |

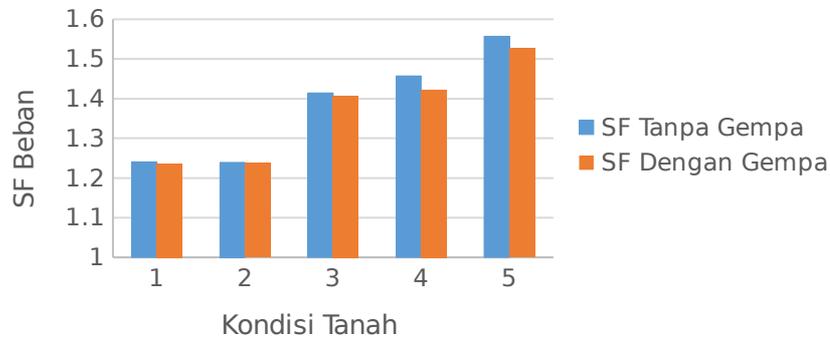
(Sumber : Ward. R, 1978 dalam SNI 13-7124-2005, 2005)

Analisis stabilitas lereng pada timbunan badan jalan ini juga memperhitungkan akibat kondisi pada saat konstruksi dan masa paska konstruksi. Parameter yang digunakan pada analisis adalah beban merata akibat beban struktur jalan dan beban lalu lintas kendaraan, serta beban gempa yang sesuai dengan zonasi gempa pada daerah Jawa Barat. Berdasarkan hasil analisis didapatkan nilai angka aman pada setiap timbunan. Pada timbunan 3 meter tanpa perkuatan dan replacement pada saat konstruksi kondisi tanah sudah mengalami *collapse* begitu juga pada timbunan 5 meter dan 8 meter dengan kondisi tanah asli tanpa perkuatan dan *replacement* juga mengalami *collapse*.

5.8.1 Kondisi Tanah dengan Perkuatan

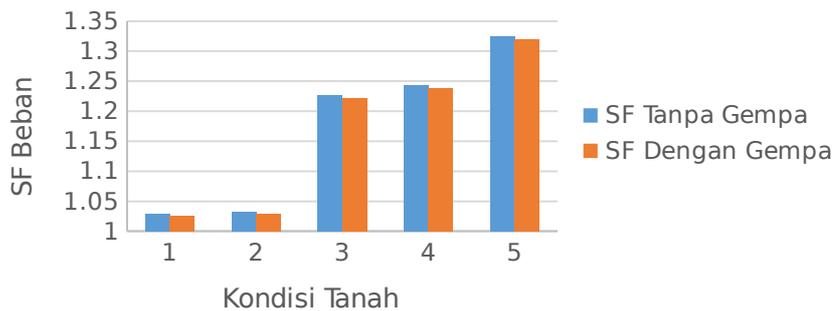
Untuk mengatasi permasalahan pada lereng timbunan yang memiliki angka aman lebih rendah dari angka aman yang disyaratkan, maka digunakan perkuatan menggunakan bahan geosintetik jenis geotekstil woven UW-250 yang diproduksi oleh PT. Tetrasa Geosinindo. Kekuatan tarik ultimit yang dimiliki geotekstil sebesar 55 kN/m². Pada kondisi tanah asli dengan perkuatan ini terdapat 2 kondisi yaitu kondisi tanah dengan perkuatan saat konstruksi dan kondisi tanah dengan perkuatan paska konstruksi.

SF Timbunan 3 Meter Saat Konstruksi



Gambar 5.66 Kurva Nilai *Safety Factor* pada Timbunan 3 meter Saat Konstruksi

SF Timbunan 3 Meter Paska Konstruksi



Gambar 5.67 Kurva Nilai *Safety Factor* pada Timbunan 3 meter Paska Konstruksi

Keterangan :

- 1 = Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 1 Lapis
- 2 = Kondisi Tanah Asli dengan Geotekstil 2 Lapis
- 3 = Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil 1 Lapis
- 4 = Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil 2 Lapis
- 5 = Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil Penuh

Pada gambar 5.66 dan 5.67 terlihat kenaikan yang signifikan pada *safety factor* yang didapatkan pada timbunan 3 meter badan jalan setelah mendapatkan penambahan kekuatan geotekstil. Pemodelan dengan kondisi tanah dan kekuatan

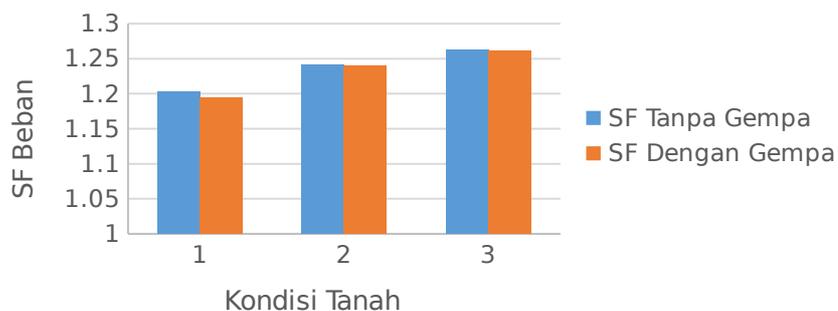
masing-masing diatas dimaksudkan untuk menaikkan *safety factor* agar memenuhi syarat yang ada pada tabel 5.14. Timbunan 3 meter ini memenuhi syarat dengan keadaan timbunan saat konstruksi kerentanan gerakan tanah rendah atau gerakan tanah jarang terjadi sedangkan keadaan timbunan paska konstruksi juga dalam keadaan sama.

SF Timbunan 5 meter Saat Konstruksi



Gambar 5.68 Kurva Nilai *Safety Factor* pada Timbunan 5 meter Saat Konstruksi

SF Timbunan 5 Meter Paska Konstruksi



Gambar 5.69 Kurva Nilai *Safety Factor* pada Timbunan 5 meter Paska Konstruksi

Keterangan :

1 = Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil 2 Lapis

2 = Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil setengah Timbunan

3 = Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil Penuh

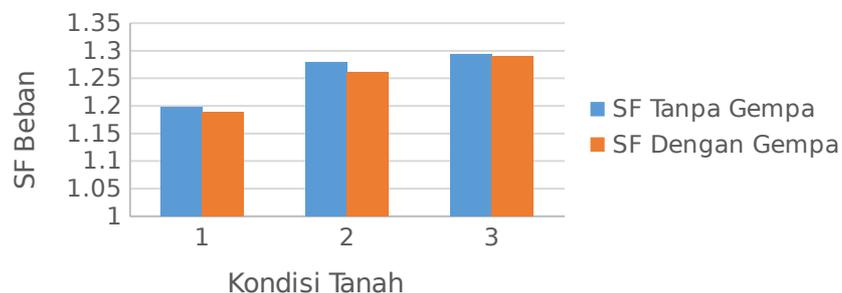
Pada gambar 5.68 dan 5.69 terlihat kenaikan yang signifikan pada *safety factor* yang didapatkan pada timbunan 5 meter badan jalan setelah mendapatkan penambahan kekuatan geotekstil. Pemodelan dengan kondisi tanah dan kekuatan masing-masing diatas dimaksudkan untuk menaikkan *safety factor* agar memenuhi syarat yang ada pada tabel 5.14. Timbunan 5 meter ini memenuhi syarat dengan keadaan timbunan saat konstruksi kerentanan gerakan tanah rendah atau gerakan tanah jarang terjadi sedangkan keadaan timbunan paska konstruksi juga dalam keadaan sama.

SF Timbunan 8 Meter Saat Konstruksi



Gambar 5.70 Kurva Nilai *Safety Factor* pada Timbunan 8 meter Saat Konstruksi

SF Timbunan 8 Meter Paska Konstruksi



Gambar 5.71 Kurva Nilai *Safety Factor* pada Timbunan 8 meter dengan Beban Gempa

Keterangan :

1 = Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil setengah Timbunan

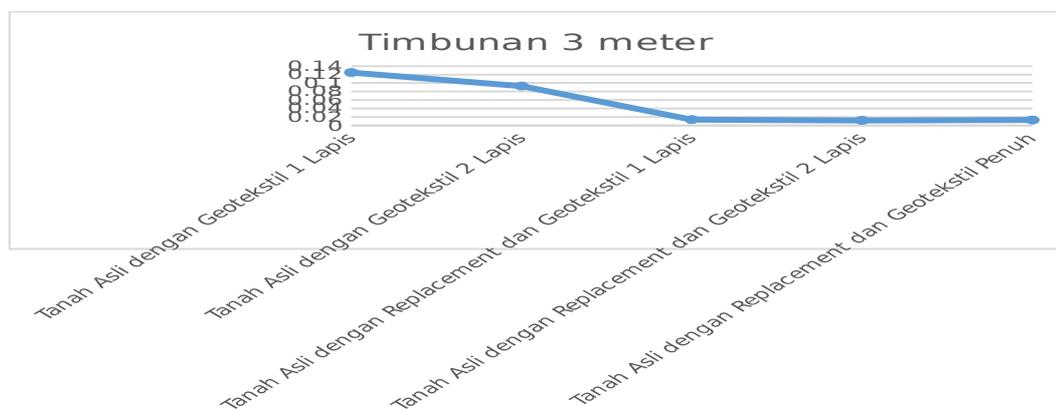
2 = Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement* dan Geotekstil Penuh

3 = Kondisi Tanah Asli dengan *Replacement*, Geotekstil Penuh dan *Counterweight*

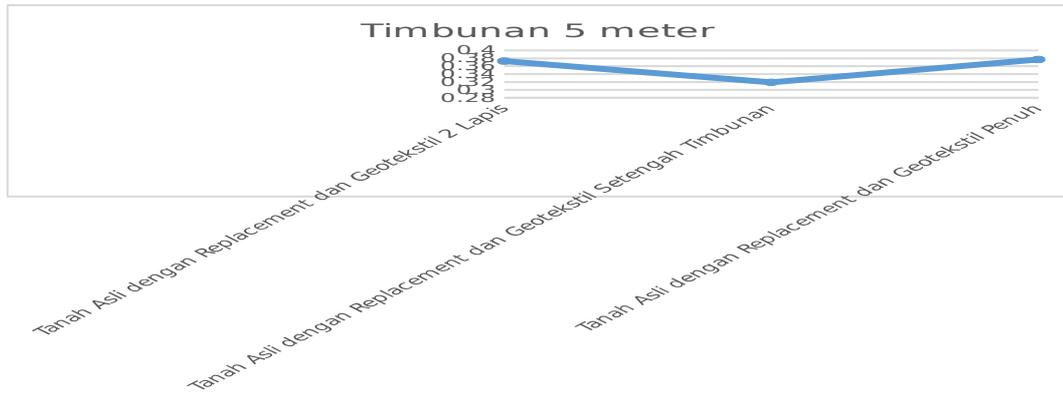
Pada gambar 5.70 dan 5.71 terlihat kenaikan yang signifikan pada *safety factor* yang didapatkan pada timbunan 8 meter badan jalan setelah mendapatkan penambahan perkuatan geotekstil dan counterweight. Pemodelan dengan kondisi tanah dan perkuatan masing-masing diatas dimaksudkan untuk menaikkan *safety factor* agar memenuhi syarat yang ada pada tabel 5.14. Timbunan 8 meter ini memenuhi syarat dengan keadaan timbunan saat konstruksi kerentanan gerakan tanah rendah atau gerakan tanah jarang terjadi sedangkan keadaan timbunan paska konstruksi juga dalam keadaan sama.

5.8.2 Penurunan pada Timbunan

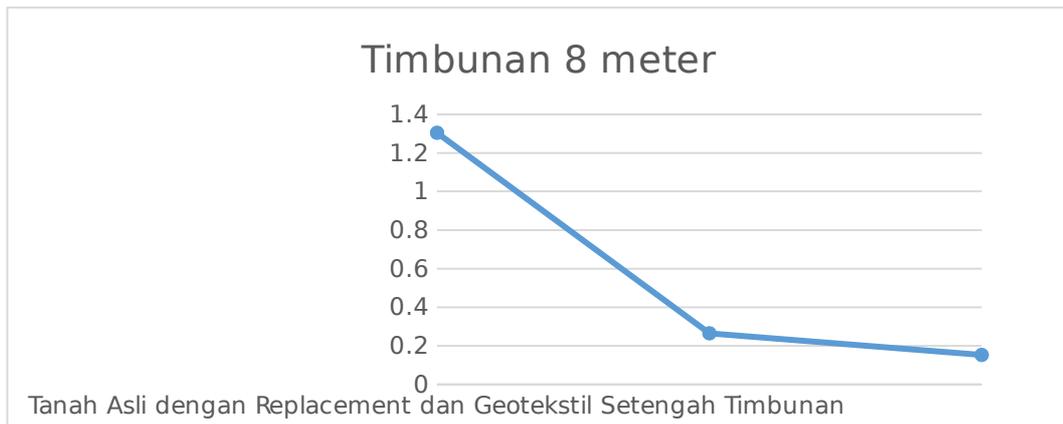
Adapun hasil penurunan pada timbunan 3 meter, 5 meter dan 8 meter dengan kondisi permodelan yang berbeda yaitu, kondisi timbunan tanah asli, kondisi timbunan tanah asli replacement, kondisi timbunan tanah asli dengan geotekstil, kondisi timbunan tanah asli replacement dengan geotekstil, dan kondisi timbunan tanah asli replacement dengan geotekstil dan counterweight. Hasil tersebut diperoleh grafik penurunan dengan waktu tinjau selama 200 hari yang dapat dilihat pada Gambar berikut ini.



Gambar 5.72 Kurva Penurunan Tanah pada Timbunan 3 meter



Gambar 5.73 Kurva Penurunan Tanah pada Timbunan 5 meter



Gambar 5.74 Kurva Penurunan Tanah pada Timbunan 8 meter

Tabel 5.15 Rekapitulasi *Safety Factor*

| Variasi Pemodelan | Saat Konstruksi | | Paska Konstruksi | |
|---|-----------------|--------------|------------------|-----------------|
| | Tanpa gempa | Dengan gempa | Tanpa gempa | Dengan gempa |
| Timbunan 3 Meter | | | | |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> | 1,0507 | 1,0503 | <i>collapse</i> | <i>collapse</i> |
| Tanah asli dengan geotekstil 1 lapis | 1,2408 | 1,2364 | 1,0294 | 1,0256 |
| Tanah asli dengan geotekstil 2 lapis | 1,2392 | 1,2388 | 1,0326 | 1,0297 |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> dan geotekstil 1 lapis | 1,4145 | 1,4078 | 1,2265 | 1,2218 |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> dan geotekstil 2 lapis | 1,4572 | 1,4226 | 1,2430 | 1,2386 |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> dan geotekstil penuh | 1,5573 | 1,5276 | 1,3251 | 1,3198 |
| Timbunan 5 Meter | | | | |
| Tanah asli dengan 2 lapis geotekstil | 1,1038 | 1,1022 | <i>collapse</i> | <i>collapse</i> |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> dan geotekstil 2 lapis | 1,3029 | 1,3027 | 1,2027 | 1,1948 |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> dan geotekstil setengah timbunan | 1,3878 | 1,3823 | 1,2631 | 1,2618 |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> dan geotekstil penuh | 1,4280 | 1,4278 | 1,2631 | 1,2618 |
| Timbunan 8 Meter | | | | |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> dan geotekstil setengah timbunan | 1,2304 | 1,2012 | 1,1983 | 1,1881 |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> dan geotekstil penuh | 1,3584 | 1,3222 | 1,2795 | 1,2612 |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> , geotekstil penuh, dan <i>counterweight</i> | 1,4045 | 1,3251 | 1,2943 | 1,2893 |

Tabel 5.16 Rekapitulasi Konsolidasi

| Pemodelan | Saat Konstruksi | |
|---|-------------------|--------------|
| | Penurunan (meter) | Waktu (hari) |
| Timbunan 3 Meter | | |
| Tanah asli dengan geotekstil 1 lapis | 0,125 | 200 |
| Tanah asli dengan geotekstil 2 lapis | 0,093 | 200 |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> dan geotekstil 1 lapis | 0,014 | 200 |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> dan geotekstil 2 lapis | 0,012 | 200 |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> dan geotekstil penuh | 0,013 | 200 |
| Timbunan 5 Meter | | |
| Tanah asli dengan 2 lapis geotekstil | <i>collapse</i> | 200 |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> dan geotekstil 2 lapis | 0,373 | 200 |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> dan geotekstil setengah timbunan | 0,319 | 200 |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> dan geotekstil penuh | 0,377 | 200 |
| Timbunan 8 Meter | | |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> dan geotekstil setengah timbunan | 1,304 | 200 |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> dan geotekstil penuh | 0,265 | 200 |
| Tanah asli dengan <i>replacement</i> , geotekstil penuh, dan <i>counterweight</i> | 0,153 | 200 |

