

ANALISIS STABILITAS LERENG TIMBUNAN BADAN JALAN DAN PREDIKSI TIMBUNAN YANG TERJADI MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS

Brenda Mardwista Gati¹, Edy Purwanto²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 14511350@students.uui.ac.id

² Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Email: edypurwanto@uui.ac.id

Abstrak: Timbunan pada suatu tanah menyebabkan terjadinya perubahan tegangan di dalam tanah sehingga tanah terdeformasi yang mengakibatkan terganggunya kestabilan tanah. Untuk membentuk jalan akan dilakukan pekerjaan timbunan tanah, sedangkan pada daerah akan dilakukan pengupasan tanah. Adanya pekerjaan timbunan membentuk suatu lereng baru sehingga perlu di analisis kestabilan lereng tersebut. Ada berbagai metode dalam menganalisis kestabilan lereng salah satunya menggunakan *software* geoteknik yang berbasis pada analisis metode elemen hingga yaitu Plaxis. Penelitian ini memodelkan variasi tinggi timbunan dengan perkuatan untuk mendapatkan *safety factor* yang memenuhi syarat menggunakan program *Plaxis 8.5*, sedangkan untuk menghitung *safety factor* lereng timbunan tanah asli menggunakan metode irisan. Hasil analisis stabilitas lereng pada timbunan badan jalan dengan perkuatan geotekstil mendapatkan *safety factor* yang aman tetapi dengan *replacement* dan lapisan geotekstil penuh saat konstruksi tanpa beban gempa pada timbunan 3 meter sebesar 1,5573 dengan beban gempa sebesar 1,5276 dan pada paska konstruksi tanpa gempa sebesar 1,3251 dengan beban gempa 1,3198. Timbunan 5 meter saat konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,4280 dengan beban gempa sebesar 1,4278 dan pada paska konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,2631 dengan beban gempa sebesar 1,2618. Timbunan 8 meter mendapatkan *safety factor* pada saat konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,4045 dengan beban gempa sebesar 1,3251 dan paska konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,2943 dengan beban gempa sebesar 1,2893 timbunan ini termasuk dalam kategori aman. Analisis penurunan pada timbunan didapat bahwa semakin baik variasi permodelan maka penurunan yang terjadi selama 200 hari semakin kecil dan juga semakin tinggi timbunan maka penurunan yang terjadi akan semakin besar.

Kata Kunci: timbunan badan jalan, geotekstil, plaxis versi 8.5

Abstract: Embankment on a soil causes a change in strength in the soil so that the soil is deformed which results in disruption of soil stability. To form a road will be carried out landfill work, while in the area will be carried out stripping the land. The existence of embankment work forms a new slope so it is necessary to analyze the stability of the slope. There are various methods in analyzing slope stability, one of which is using geotechnical software based on finite element method analysis, namely Plaxis. This study modeled the variation of heap height with reinforcement to get the safety factor that meets the requirements using the Plaxis 8.5 program, while to calculate the safety factor of the original landfill slope using the slice method. The results of slope stability analysis on road body embankments with geotextile reinforcement obtaining a safe safety factor but with full replacement and full geotextile layer when construction without earthquake load on 3 meter piles of 1.5573 with an earthquake load of 1.5276 and post-construction without an earthquake of 1,3251 with 1.3198 earthquake load. 5 meter pile during construction without earthquake load of 1.4280 with earthquake load of 1.4278 and post-construction without earthquake load of 1.2631 with earthquake load of 1.2618. An 8 meter stockpile gets a safety factor at the time of construction without an earthquake load of 1.4045 with an earthquake load of 1.3251 and post construction without an earthquake load of 1.2943 with an earthquake load of 1.2893 this embankment is included in the safe category. The reduction analysis in the embankment found that the better the variation in the model, the decrease that occurred during 200 days was smaller and also the higher the heap, the greater the decline.

Keyword: road embankment, geotextile, plaxis version 8.5

1. PENDAHULUAN

Pembangunan Jalan tol Cimanggis- Cibitung yang berlokasi di Depok, Jawa Barat sepanjang 26,3 kilometer (km). Tepatnya lokasi yang ditinjau yaitu pada seksi II dengan ruas Transyogi-Narogong sepanjang 3,48 km ini terdapat pekerjaan timbunan untuk meratakan kontur tanah yang bukan hal yang jarang terjadi. Pada suatu kontur tanah yang tidak merata serta pada kondisi tanah yang kurang baik memerlukan suatu pekerjaan timbunan sebelum dibangun suatu konstruksi. Timbunan pada suatu tanah menyebabkan terjadinya perubahan tegangan di dalam tanah sehingga tanah terdeformasi yang mengakibatkan terganggunya kestabilan tanah. Pada berbagai pekerjaan konstruksi timbunan dibuat dalam ketinggian yang berbeda – beda sesuai dengan kondisi tanah serta jenis konstruksi yang akan dibangun. Semakin tinggi timbunan tanah, maka semakin besar beban yang harus ditahan oleh tanah asli, sehingga menyebabkan semakin berkurangnya kestabilan tanah. Untuk mengatasi kasus tersebut banyak dijumpai alternatif perkuatan lereng yaitu dengan geotekstil.

Dainty (2013) dalam penelitiannya berjudul “Perbandingan Stabilitas Lereng Tanpa Dan Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program Plaxis Versi 8.5 (Studi Kasus Pada Lereng Sta. 2+225, Proyek Jalan Tol Semarang-Solo)”. Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui angka aman lereng asli, lereng dengan geometri baru tanpa diperkuat geotekstil dan lereng dengan geometri baru yang diperkuat geotekstil dengan dan tanpa beban gempa.

Kurniawan dkk (2003) dalam penelitiannya yang berjudul Stabilitas Lereng Berdasarkan Metode Fellenius dan Metode Bishop Terhadap Variasi Tebal Pias dan Sudut Kemiringan. Penelitian ini bertujuan untuk

mengetahui pengaruh kemiringan lereng dan nilai faktor keamanan yang paling aman.

2. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah :

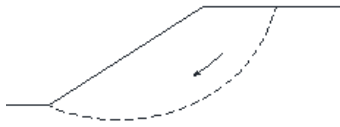
1. untuk mengetahui angka aman (*safety factor*) tanah timbunan badan jalan dengan tinggi timbunan bervariasi yaitu 3 meter, 5 meter, dan 8 meter,
2. untuk mengetahui angka aman (*safety factor*) tanah timbunan badan jalan dengan tinggi timbunan bervariasi yaitu 3 meter, 5 meter, 8 meter yang dilakukan dengan *replacement*,
3. untuk mengetahui angka aman (*safety factor*) tanah timbunan badan jalan dengan tinggi timbunan bervariasi yaitu 3 meter, 5 meter, dan 8 meter yang dilakukan dengan perkuatan geotekstil,
4. untuk mengetahui angka aman (*safety factor*) tanah timbunan badan jalan dengan tinggi timbunan bervariasi yaitu 3 meter, 5 meter, dan 8 meter yang dilakukan dengan *replacement* dan perkuatan geotekstil,
5. untuk mengetahui besar penurunan (konsolidasi) pada tanah dengan tinggi timbunan bervariasi yaitu 3 meter, 5 meter dan 8 meter.

3. TINJAUAN PUSTAKA

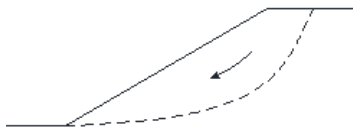
3.1 STABILITAS LERENG

Pengamatan longsoran lereng yang dilakukan oleh Collin (1846) dalam Hardiyatmo (1994) menunjukkan bahwa kebanyakan peristiwa longsoran tanah terjadi dengan bentuk bidang longsor yang berupa lengkungan. Sebab terjadinya longsoran adalah karena tidak tersedianya kuat geser tanah yang cukup untuk menahan tanah longsor ke bawah pada bidang longsornya.

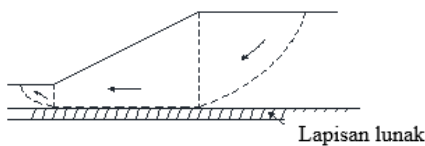
Lengkungan bidang longsor dapat berupa bentuk bidang lingkaran, bukan lingkaran dan kombinasi dari keduanya. Bentuk-bentuk bidang longsor dapat dilihat pada Gambar 3.1



(a) Bidang longsor lingkaran



(b) Bidang longsor bukan lingkaran



(c) Bidang longsor komposit

Gambar 1 Bentuk-bentuk Bidang Longsor
(Sumber: Hardiyatmo, 1994)

Bentuk anggapan bidang longsor berupa lingkaran dimaksudkan untuk mempermudah hitungan analisis stabilitasnya secara matematik dan di pertimbangkan mendekati bentuk sebenarnya dari bidang longsor yang sering terjadi di alam. Menurut Bowles (1984) dalam Hardiyatmo (1994) kesalahan analisis stabilitas lereng tidak banyak disebabkan oleh bentuk anggapan bidang longsohnya, akan tetapi kesalahan banyak disebabkan pada penentuan sifat-sifat tanah dan pencarian lokasi longsor kritisnya.

Dalam menentukan kestabilan atau kemantapan lereng dikenal istilah faktor keamanan (*safety factor*) yang merupakan perbandingan antara gaya-gaya yang menahan gerakan terhadap gaya-gaya yang menggerakkan tanah tersebut dianggap stabil, bila dirumuskan sebagai berikut :

1. Faktor Kemanan (FK) = Gaya Penahan / Gaya Penggerak
Dimana untuk keadaan :

FK > 1,0 : lereng dalam keadaan bagus, tak terjadi longsor

FK = 1,0 : lereng dalam keadaan seimbang, kemungkinan terjadi longsor

FK < 1,0 : lereng tidak kuat, akan terjadi longsor

Jadi dalam menganalisa kemantapan lereng akan selalu berkaitan dengan perhitungan untuk mengetahui angka faktor keamanan dari lereng tersebut.

3.2 KONSOLIDASI

Konsolidasi merupakan proses keluarnya air dari dalam pori-pori tanah yang menyebabkan terjadinya perubahan volume tanah (memampat). Peristiwa konsolidasi umumnya dipicu oleh adanya beban/muatan di atas tanah. Muatan tersebut dapat berupa tanah atau konstruksi bangunan yang berdiri di atas tanah. Bila lapisan tanah mengalami beban di atasnya, maka air pori akan mengalir keluar dari lapisan tersebut dan volumenya akan berkurang atau dengan kata lain akan mengalami konsolidasi (Wesley, 1997). Pada umumnya konsolidasi akan berlangsung satu arah (*one dimensional consolidation*) yaitu pada arah vertikal saja, karena lapisan yang mengalami tambahan beban itu tidak dapat bergerak dalam jurusan horisontal karena ditahan oleh tanah sekitarnya (*lateral pressure*).

3.3 GEOTEKSTIL

Pada dasarnya, geosintetik (Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik, DPU 2009) terjadi menjadi dua yaitu tekstil dan jarring. Berdasarkan bahannya, kedua jenis geosintetik dibagi menurut bahan sintetik dan alami. Sebagian besar geosintetik terbuat dari polimer sintetik seperti polipropilena (PP), poliester (PET) atau polietilena (PE). Material polimer tersebut sangat tahan terhadap degradasi biologis dan kimiawi.

Berdasarkan sifat permeabilitass, geosintetik terbagi menjadi kedap air dan lolos air. Geotekstil adalah jenis geosintetik yang lolos

air berasal dari bahan tekstil. Geomembran merupakan jenis geosintetik kedap air yang bisa digunakan sebagai penghalang zat air.

3.4 PLAXIS

Program Plaxis adalah sebuah paket program yang disusun berdasarkan metode elemen hingga yang telah dikembangkan secara khusus untuk melakukan analisis deformasi dan stabilitas dalam bidang rekayasa geoteknik. Prosedur pembuatan model secara grafis yang mudah memungkinkan pembuatan suatu model elemen hingga yang rumit dapat dilakukan dengan cepat (Brinkgreve 2007). Adapun model-model material dalam melakukan tahapan simulasi terhadap perilaku dari tanah, diantaranya sebagai berikut.

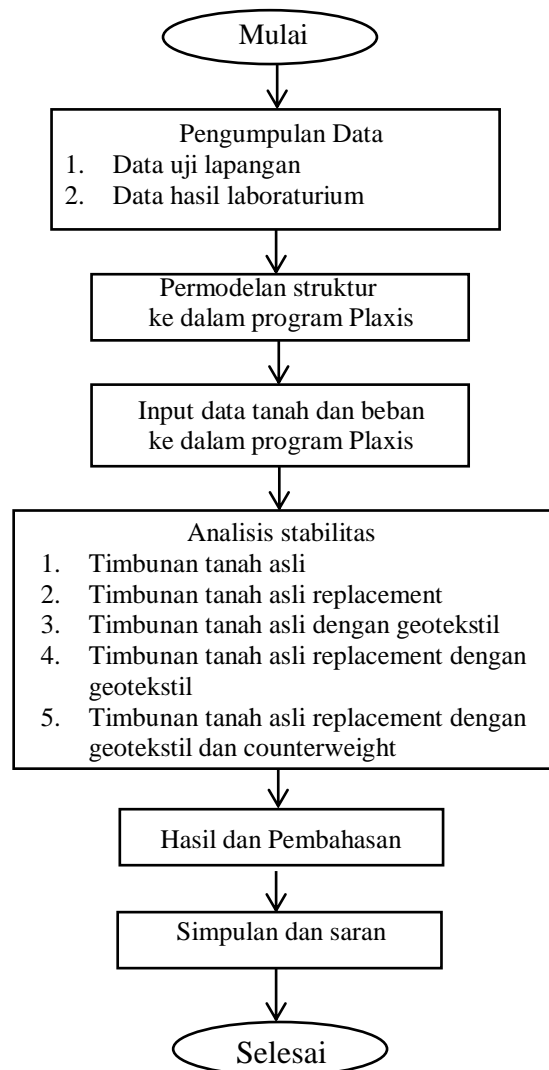
1. model linier elastic,
2. model mohr coulomb,
3. model jointed rock,
4. model hardening soil
5. model soft soil, dan
6. model soft soil creep.

Model yang saya gunakan adalah Model Model Mohr Coulomb. Model Mohr Coulomb adalah model elastis-plastis yang terdiri dari lima buah parameter, yaitu E dan ν untuk memodelkan elastisitas tanah ϕ dan c untuk memodelkan plastisitas tanah dan Ψ sebagai sudut dilatasi. Model Mohr – Coulomb merupakan suatu pendekatan “ordo pertama” dari perilaku tanah atau batuan. Model ini disarankan untuk digunakan dalam analisis awal dari masalah yang dihadapi. Setiap lapisan dimodelkan dengan sebuah nilai kekakuan rata-rata yang konstan. Karena kekakuan yang konstan, maka perhitungan cenderung cepat dan dapat diperoleh perkiraan awal dari bentuk deformasi dari model. Disamping kelima parameter dari model tersebut, kondisi tegangan awal dari tanah memegang peranan yang penting dalam hampir seluruh masalah deformasi tanah. Tegangan horizontal awal

tanah harus ditentukan terlebih dahulu dengan menentukan nilai K_0 yang tepat (Brinkgreve, 2007).

4. METODE PENELITIAN

Analisis stabilitas lereng ini menggunakan metode elemen hingga yaitu plaxis v8.5 dimana safety factor $\geq 1,3$. Adapun tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

5. DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Penelitian

Dalam penelitian ini diperlukan data yang digunakan untuk melakukan analisis stabilitas lereng pada badan jalan yang

menggunakan program Plaxis. Adapun data yang digunakan adalah data sekunder pada zona 2 dari Laporan proyek jalan Tol Cimanggis – Cibitung Seksi II STA 36+200 – 37+700. Adapun data-data yang digunakan seperti pada Tabel 1.

1. Data Parameter Tanah

Tabel 1 Data Parameter Tanah

No.	Parameter Tanah	Timbunan	Lapisan 1	Lapisan 2
1.	Model	MC	MC	MC
2.	Jenis	drained	drained	drained
3.	Jenis tanah	Clay silt	Clay	Clay silt
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 ($\phi = 0$)	35,91	6,084	27,60
10.	Poisson ratio (v)	0,33	0,33	0,33

2. Data Beban Perkerasan dan Lalu Lintas

Beban perkerasan sebesar 10 KN/m² dari data sekunder , sedangkan untuk beban lalu lintas yang bekerja sebesar 15 KN/m² dapat dilihat berdasarkan fungsi jalan dan sistem jaringan jalan pada Tabel 2 berikut ini.

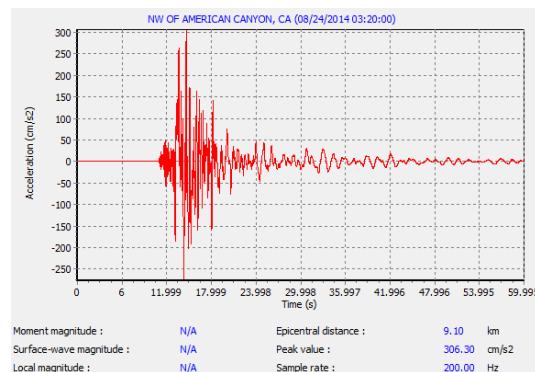
Tabel 2 Data Beban Lalu Lintas

Fungsi	Sistem Jaringan	Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)	Beban Lalu Lintas (kN/m ²)
Primer	Arteri	Semua	15
		> 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)

3. Data Beban Gempa

Data gempa yang sesuai dengan wilayah Cimanggis - Cibitung adalah data kawasan *American Canyon, California* pada tahun 2014 yang memiliki percepatan puncak gempa sebesar 0.31g. Waktu interval yang dimasukkan dalam Plaxis diambil sebesar 23 detik dengan anggapan telah melewati percepatan puncak. Grafik respon spectrum dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 3 Grafik Hubungan Antara Percepatan dan Waktu

4. Data Geotekstil

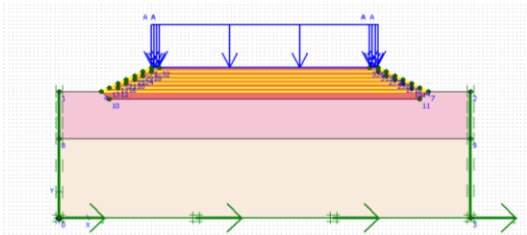
Geotekstil yang digunakan merupakan geotekstil jenis *woven* atau geotekstil teranyam. Data parameter geotekstil dari PT. Tetrasa Geosinindo. Adapun data geotekstil dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Data Parameter Geotekstil

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

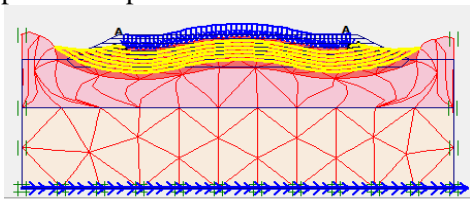
5.2 Analisis Dengan Program Plaxis

Analisis stabilitas lereng yang dikaji pada penelitian ini adalah analisis tanah timbunan badan jalan dengan tinggi timbunan bervariasi yaitu 3 meter, 5 meter, dan 8 meter. Pada penampilan hanya ditampilkan timbunan 3 meter dengan perkuatan geotekstil penuh. Pemodelan timbunan 3 meter dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini.



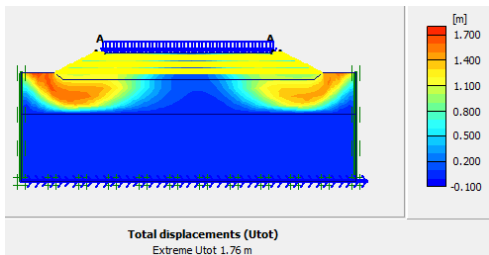
Gambar 4 Pemodelan Timbunan 3 m Tanah Asli dengan Replacement dan Geotekstil Penuh

Penyusunan jaringan elemen hingga (*meshing*) pada lereng. Hasil jaringan elemen dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



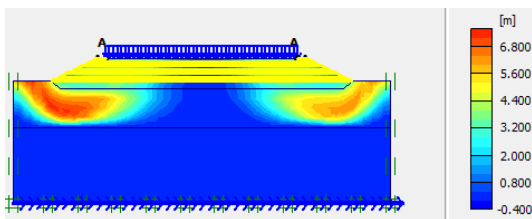
Gambar 5 Output Deformed Mesh Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Replacement dan Geotekstil Penuh

Hasil *total displacement* dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.



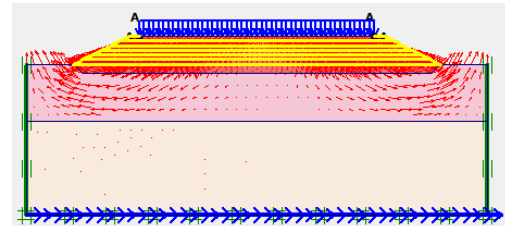
Gambar 6 Output Total Displacement Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Replacement dan Geotekstil Penuh

Hasil *total displacement* dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



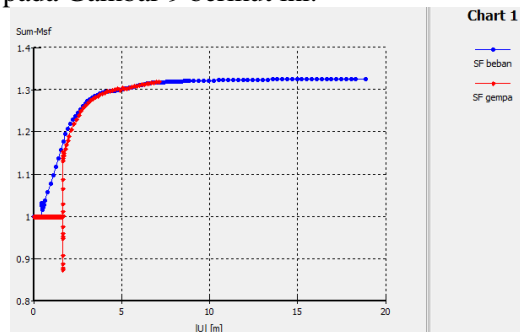
Gambar 7 Output Potensi Kelongsoran Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Replacement dan Geotekstil Penuh

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



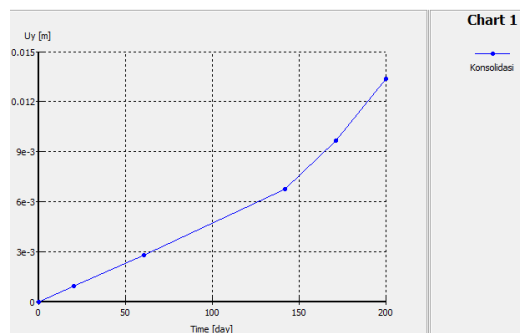
Gambar 8 Arah Pergerakan Tanah Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Replacement dan Geotekstil Penuh

Nilai angka aman akibat beban struktur dengan atau tanpa beban gempa dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini.



Gambar 9 Output Safety Factor Timbunan 3 m Kondisi Tanah Asli dengan Replacement dan Geotekstil Penuh

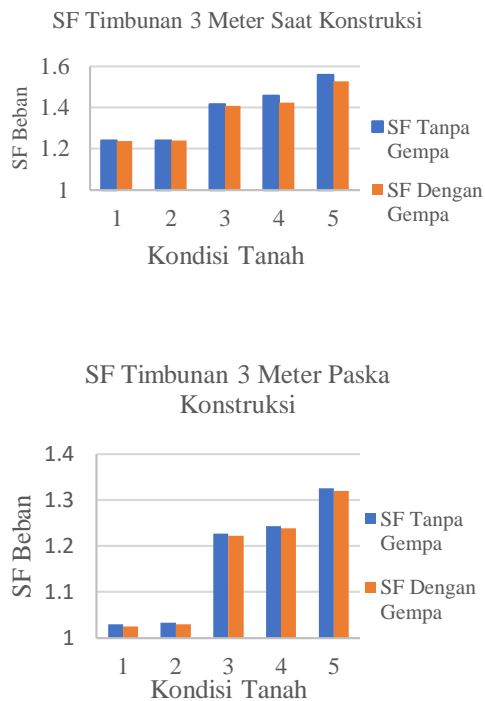
Nilai angka besar penurunan tanah yang terjadi selama waktu 200 hari dapat dilihat pada Gambar 10 berikut ini.



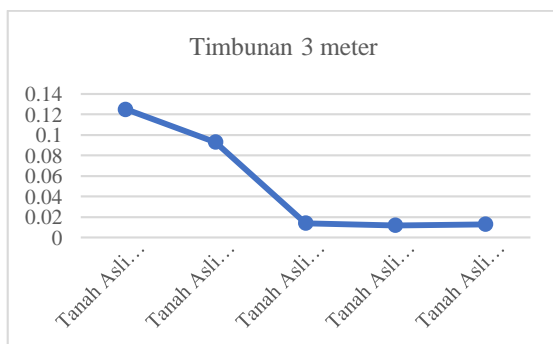
Gambar 10 Kurva Time vs Vertical Displacement Timbunan 3 m Saat Kondisi Tanah Asli dengan Replacement dan Geotekstil Penuh

5.3 Pembahasan

Dari hasil analisis diperoleh kurva hubungan nilai angka aman dan kondisi yang ditinjau, yaitu kondisi dengan atau tanpa beban gempa dan kurva hubungan penurunan dan waktu penurunan. Kurva nilai angka aman dan penurunan tersebut dapat dilihat pada Gambar 11 berikut ini.



Gambar 11 Kurva Nilai *Safety Factor* pada Timbunan 3 meter



Gambar 12 Kurva Penurunan Tanah pada Timbunan 3 meter

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

Tabel 4 Rekapitulasi Angka Aman

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

Lanjutan Tabel 4 Rekapitulasi Angka Aman

Variasi Pemodelan	Saat Konstruksi		Paska Konstruksi	
	Tanpa gempa	Dengan gempa	Tanpa gempa	Dengan gempa
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 Rekapitulasi Hasil Penurunan

Pemodelan	Saat Konstruksi	
	Penurunan (m)	Waktu (hari)
Timbunan 3 meter		
Tanah asli dengan geotekstil 1 lapis	0,125	200
Tanah asli dengan geotekstil 2 lapis	0,093	200

Lanjutan Tabel 5 Rekapitulasi Hasil Penurunan

Pemodelan	Saat Konstruksi	
	Penurunan (m)	Waktu (hari)
Timbunan 3 meter		
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

6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Untuk stabilitas lereng pada timbunan badan jalan dengan kondisi tanah asli mengalami *collapse*. Pada timbunan 3 meter mendapatkan *safety factor* sebesar 0,203, timbunan 5 meter mendapatkan

- safety factor sebesar 0,1608, dan timbunan 8 meter sebesar 0,1383.
2. Untuk stabilitas lereng pada tanah timbunan badan jalan dengan *replacement* pada saat konstruksi tanpa beban gempa pada timbunan 3 meter mendapatkan *safety factor* sebesar 1,0507 dengan beban gempa sebesar 1,0503 dan pada paska konstruksi mengalami *collapse*. Pada timbunan 5 meter dan timbunan 8 meter mengalami *collapse*.
 3. Tanah timbunan badan jalan dengan geotekstil 2 lapis pada saat konstruksi tanpa beban gempa pada timbunan 3 meter mendapatkan *safety factor* sebesar 1,2392 dengan beban gempa sebesar 1,2388 dan pada paska konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,0326 dengan gempa sebesar 1,0297. Pada timbunan 5 meter pada saat konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,1038 dengan gempa sebesar 1,1022 dan timbunan 8 meter mengalami *collapse*.
 4. Untuk stabilitas lereng pada tanah timbunan badan jalan dengan perkuatan geotekstil dan *replacement* dan lapisan geotekstil penuh saat konstruksi tanpa beban gempa pada timbunan 3 meter sebesar 1,5573 dengan beban gempa sebesar 1,5276 dan pada paska konstruksi tanpa gempa sebesar 1,3251 dengan beban gempa 1,3198. Timbunan 5 meter saat konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,4280 dengan beban gempa sebesar 1,4278 dan pada paska konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,2631 dengan beban gempa sebesar 1,2618. Timbunan 8 meter mendapatkan *safety factor* pada saat konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,4045 dengan beban gempa sebesar 1,3251 dan paska konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,2943 dengan beban gempa sebesar 1,2893 timbunan ini termasuk dalam kategori aman dengan *replacement*, geotekstil penuh dan penambahan counterweight ukuran 3x1 untuk menunjang keamanan ketika kondisi pada paska konstruksi walaupun pengaruh beban gempa terhadap timbunan tidak terlalu tinggi untuk mengurangi

angka keamanan pada timbunan badan jalan.

5. Untuk besar penurunan pada timbunan didapat bahwa semakin baik variasi permodelan maka penurunan yang terjadi selama 200 hari semakin kecil dan juga semakin tinggi timbunan maka penurunan yang terjadi akan semakin besar.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Brinkgreve, R.B.J. et al. (2007) *PLAXIS 2D – Versi 8.5* Delft University of Technology and PLAXIS. Belanda.
- Dainty, Z.P. (2013). Perbandingan Stabilitas Lereng Tanpa Dan Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program Plaxis Versi 8.5 (Studi Kasus Pada Lereng Sta. 2+225, Proyek Jalan Tol Semarang-Solo). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2009. *Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik*. Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C. (1994). *Mekanika Tanah 2*. Edisi Pertama. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Kurniawan dan Ayudin (2003). Studi Tentang Stabilitas Lereng Berdasarkan Metode Fellinius dan Metode Bishop Terhadap Variasi Tebal Pias dan Sudut Kemiringan” (Studi Kasus Proyek Gedung Kampus D3 Ekonomi UII, Yogyakarta). Yogyakarta.
- Wesley, L. D. 1997. *Mekanika Tanah*. Jakarta. Badan Penerbit Pekerjaan Umum.