

ANALISIS PERKUATAN TIMBUNAN PADA BADAN JALAN MENGGUNAKAN GEOTEKSTIL DENGAN METODE ELEMEN HINGGA STUDI KASUS JALAN TOL PALEMBANG-INDRALAYA STA. 1+525 HINGGA 1+800

Muhammad Satria¹, Hanindya Kusuma²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Email: askmesatria@gmail.com

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

Abstract: Palembang is a city in Indonesia that is Experience pertumbuhan ekonomi The Quickly. This Effect on the growth infrastructure in Palembang, such as the infrastructure Road, housing, hospitality and retail. Palembang-Indralaya toll road that was first built in the area of South Sumatra, which will be a good business strategy for connectivity between Palembang-Indralaya area. The general objective of this research is to find a comparison of the stability of the slopes and diminish the That happens in all variations of the heap, at the time of construction and construction. The replacement as parameters of the effect on the stack.. Use the element calculation method until the analysis is done using the progame Plaxis 8.2. A variation a height of 2 m, 4 m and 6. Also used a variation of the conditions of the modelling in the time period of the construction and soil types of post construction with the original conditions of soil and soil replacement. In order strengthen the geotextile, it will be input In the variation of the heap that is a geotextile woven HRX-300 Production per PT. terasa geosinindo. The results of the analysis of the stability factor with the program Plaxis obtained a certain numerical value that is on the cover of 2 m from the ground for geotextile reinforcement purposes 1.7412 and with geotextile 1.3146. 4m on the ground For geotextile reinforcement purposes 1.5977 and with geotextile 1.3598. On the front page of the 6m on the ground for geotextile reinforcement purposes 1.5193 and with geotextile 1.3578. The results of the analysis of hillsides stability with the recovered Plaxis progame declined in 200 days on the roof of 2 m original replacement floor with geotextile-0.176 m. Lot 4 m the original with geotextile-0.105 m. Lot 6 m Floor conditions with geotextile-0,07 m.

Keywords: Heap on the road, safety factor, replacmenet, geotextile, the Plaxis 8.2 version

1. PENDAHULUAN

Kota Palembang merupakan salah satu kota di Indonesia yang sedang berkembang. Dengan pertumbuhan ekonomi pesat pada kota Palembang yang sama sesuai dengan proyeksi awal oleh pemerintah, tentu juga akan berpengaruh terhadap pertumbuhan infastruktur di Palembang, seperti infastruktur jalan, perumahan, perhotelan, dan pertokoan. Jalan Tol Palembang-Indralaya sendiri merupakan jalan tol yang pertama kali di bangun di wilayah Sumatra selatan yang mana akan menjadi strategi bisnis yang baik antara penyambung wilayah kota pelembang dan daerah indralaya. Palembang telah lama menjadi salah satu kota pariwisata di Indonesia. Banyaknya objek wisata, pusat-pusat perbelanjaan tradisional dan modern, serta lomba-lomba yang begengsi antar negara dari kelas nasional hingga international. Jalan tol Palembang – Indralaya merupakan bagian dari jaringan jalan tol trans jawa yang mempunyai peran penting²dalam menjalin roda perekonomian yang di

mana menjadi penghubung antar wilayah. Jalan tol ini dibangun dengan maksud dan tujuan untuk meningkatkan akseibilitas, kapasitas serta sebagai konektivitas Asian Game XVII tahun 2018 yang akan digelar di dua Kota Jakarta dan Palembang. Selain itu juga keberadaan tol ini juga diharapkan dapat memperlancar distribusi dan menurunkan biaya logistic barang dan jasa antar wilayah. Kondisi tanah dasar di daerah rawa, khususnya di wilayah kecamatan pemulutan barat, desa sribanding mempunyai lapisan tanah yang gambut hal ini mendorong diperlukannya analisis tingkat keamanan lereng dalam perencanaannya keamanan suatu lereng dipengaruhi oleh beberapa factor seperti lokasi, arah frekuensi, keadaan.

Erwin (2016) melakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui angka aman lereng asli, nilai aman lereng timbunan dengan geometri baru²tanpa geoteksitl dan menggunakan geotekstil, Data yang digunakan untk analisis perkuatan lereng ini adalah data skunder yang didaatkan dari Unit Pelaksana Teknis (UPT)

Dinas Bina Marga, Kabupaten Pacitan. Dari hasil analisis stabilitas lereng disimulasikan dengan menggunakan program plaxis versi 8.2 untuk perencanaan perkuatan pada lereng digunakan perkuatan geotekstil woven UW-250 produksi PT.Teknindo Geosistem Unggul Nilai angka lamaan yang didapat untuk lereng asli dengan beban kendaraan dengan metode irisan didapat angka aman $0.39 < 1$. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi lereng tersebut tidak aman, karena nilai angka aman lebih kecil dari nilai angka aman 1.5 itu dikarenakan lapisan bawah telah terjadi longsor permukaan sehingga lapisan diatasnya tidak ada yang mampu. Nilai angka aman yang didapat untuk lereng geometri baru tanpa perkuatan geotekstil (sudut 27°) (akibat beban sendiri) sebesar 1.604 dengan beban kendaraan sebesar 1.581 dan dengan beban gempa sebesar 1.571. hal ini menunjukkan bahwa kondisi lereng tersebut aman terhadap kelongsoran, karena nilai angka aman yang didapat lebih besar dari nilai angka aman yang disepakati di penulis. Nilai angka aman geometri yang baru dengan perkuatan geotekstil (sudut 27°) (akibat beban sendiri) sebesar 1.909 dengan beban kendaraan sebesar 1.897 dan dengan beban gempa sebesar 1.895. hal ini menunjukkan bahwa kondisi lereng tersebut aman terhadap kelongsoran, karena nilai angka aman yang didapat lebih besar dari 1.5.

2. TANAH GAMBUT

Tanah gambut (*peat soil*) di berbagai belahan dunia dikenal dengan nama seperti *bog, moor, muskeg, pocosin, mire* dan lain-lain. Istilah gambut itu sendiri diserap dari Bahasa daerah banjar. Tanah gambut adalah tanah organik (*organic soils*), tetapi tidak berarti tanah organik adalah tanah gambut. Sebagian petani menyebut tanah gambut dengan istilah tanah hitam, karena warnanya hitam dan berbeda dengan jenis tanah lainnya. Tanah gambut yang telah mengalami perombakan secara sempurna sehingga bagian tumbuhan aslinya tidak dikenali lagi dan kandungan mineralnya tinggi disebut tanah bergambut (*muck, peatymuck, mucky*).

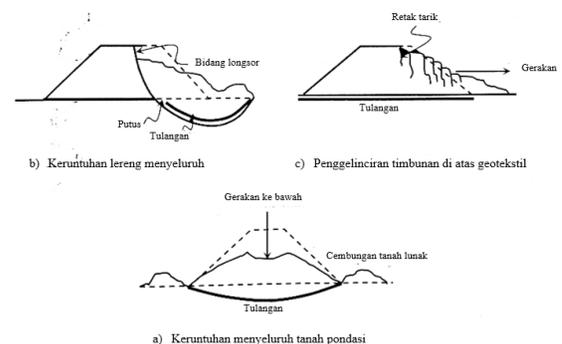
Tanah gambut terbentuk dari sisa pepohonan ataupun binatang yang terlambat pelapukannya, walaupun sudah dalam waktu yang lama dalam proses pelapukannya dalam tanah gambut kadar sisa tumbuhan, air, dan sejenisnya mendominasi daripada kadar tanah, sehingga terdapat pori-pori (*void*) yang besar antara partikel tanah. Tanah gambut di Indonesia terdapat di berbagai daerah hampir menyebar ke seluruh pula di Indonesia. Dikarenakan mempunyai penyebaran yang cukup besar, keberadaan tanah gambut sendiri kadang menjadi kendala apabila digunakan sebagai tempat tinggal manusia, dikarenakan tanah gambut memiliki daya dukung tanah

yang sangat rendah dan mudah mampat apabila di beri beban bangunan (Muhyidin Arrosyid, 2017)

3. MODEL-MODEL KERUNTUHAN LERENG

Terdapat beberapa model keruntuhan yang telah dipakai sebagai dasar analisis stabilitas timbunan bertulang geosintetik. Beberapa kemungkinan keruntuhan timbunan bertulang geosintetik di atas tanah lunak, seperti yang ditunjukkan Gambar 1.

1. kelongsoran timbunan memotong tulangan pada dasar timbunan dan bidang longsor melalui tanah pondasi yang lunak (Gambar 1a). kasus ini terjadi bila tulangan putus atau tercabut. Factor aman terhadap tipe keruntuhan seperti ini, dapat dievaluasi dengan menggunakan metoda stabilitas lereng dengan bidang longsor lingkaran, baji atau lengkung sembarang, dengan memperhitungkan pengaruh tulangan.
2. Gambar 1b menunjukkan model keruntuhan akibat penggelinciran pada dasar timbunan (model keruntuhan sebaran lateral). Model tanah timbunan dan geosintetik rendah (seperti pada geotekstil). Analisis baji dapat digunakan untuk menghitung factor aman terhadap penggelinciran atau sebaran lateral.
3. Gambar 1c menunjukkan timbunan mengalami penurunan berlebihan akibat dari tulangan geosintetik mulur berlebihan. Model keruntuhan seperti ini terjadi jika regangan di dalam tulangan yang dibutuhkan untuk memobilisasi tahanan tarik geosintetik terlalu tinggi.



Gambar 1. Model Keruntuhan pada timbunan bertulang geosintetik pada tanah lunak

4. GEOTEKSTIL

Salah satu bahan geosintetik yang banyak digunakan adalah geotekstil. Geotekstil merupakan material lolos air atau material tekstil buatan pabrik yang dibuat dari bahan-bahan sintetis, seperti: polypropylene, polyester, polyethylene. Nylon, polyvinyl chloride dan campuran dari bahan-bahan tersebut. Seluruh material ini adalah

thermoplastic. Polymer yang digunakan di pabrik geotekstil, umumnya fiber-fiber geotekstil yang dibuat dari material polymeric. Polyethylene dan polypropylene adalah polyolefins yang di antaranya mempunyai kerapatan kurang dari 1000 kg/m³

Berbagai macam bentuk geotekstil ditunjukkan dalam gambar 3.1.

1. Geotekstil anyam (*woven*), yang dibuat dari serat-serat (*fibers*) seperti kawat memanjang tunggal dan terbuat dari serat-serat pipih yang tipis memanjang
2. Geotekstil nir-anyam (*non woven*), yang terbuat dari serat-serat serabut memanjang tersusun daengan pola tidak teratur, dan kemudian secara mekanis disusun seperti benang kusut (seperti bakmi), sehingga terbentuk matrial berbulu yang relative tebal dan ada pula serat-serat yang dibuat dengan pola acak dan kemudia digabungkan-gabungkan pada satu titik seberangnya melalui proses pemasam atau ikatan kimia dan diletakan dengan penggilas sampai tebalnya relative tipis.



Gambar 2 Macam-macam tipe geotekstil

Geotekstil, umumnya tidak tahan atau mengalami degradasi bila terkena sinar ultra violet dari matahari. Karena banyak aplikasi rekayasa geoteknik, yang tidak dapat dihindarkan dari cahaya matahari, maka telah banyak produk-produk geotekstil yang diolah dari polymer dengan ramuan khusus guna memberikan ketahanan yang optimum terhadap ultra violet. Dengan berbagai macamnya jenis material dan cara pemrosesannya, maka diperlukan pemilihan tipe geotekstil yang tepat dalam aplikasi proyek di lapangan.

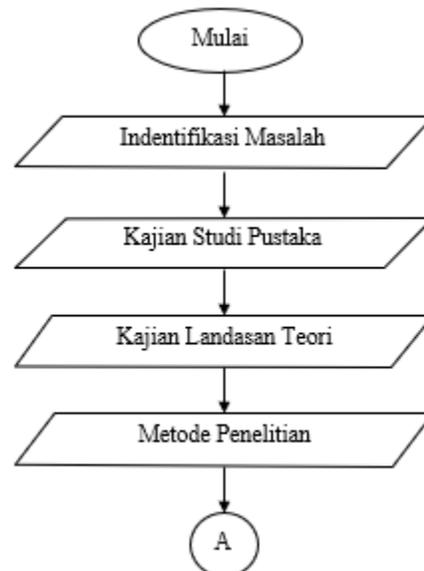
5. SOFTWARE PLAXIS VERSI 8.2

Plaxis merupakan sebuah paket program yang disusun berdasarkan metode elemen hingga yang telah dikembangkan secara khusus untuk melakukan analisis deformasi dan stabilitas dalam bidang tekayasa geoteknik. Prosedur pembuatan model secara grafis yang mudah memungkinkan pembuatan

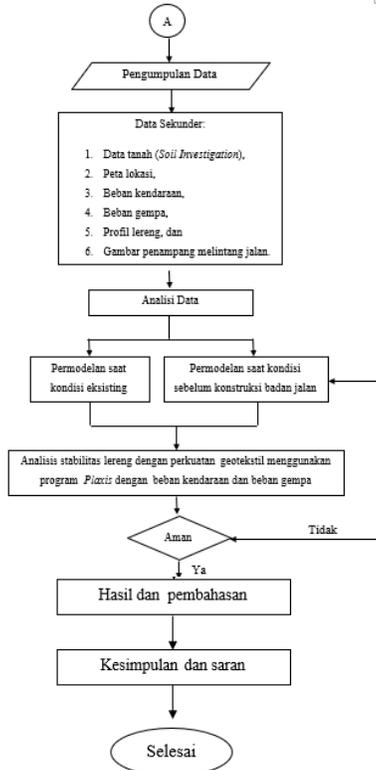
suatu model elmen hingga yang rumit dapat dilakukan dengan cepat. Pemodelan yang di gunakan yaitu Mohr-Coulomb, model Mohr-Coulomb adalah model elastis-plastis yang terdiri dari lima parameter yaitu E dan ν untuk memodelkan elastis tanah; ν dan c untuk memodelkan plastisitas tanah dan sebagai sudut dilatasi (Bringkgreve, 2007). Model Mohr-Coulomb disarankan untuk digunakan dalam analisis awal dari masalah yang dihadapi karena relative sederhana, cepat dan saat tidak diperoleh data tanah yang memadai. Titik-titik permodelan Mohr-Coulomb memiliki nilai yang berdekatan dengan titik-titik kritis tanah sebenarnya di sepanjang bidang kelongsoran. Oleh karena itu permodelan Mohr-Coulomb memiliki nilai yang berdekatan dengan titik-titik kritis tanah sebenarnya di sepanjang bidang kelongsoran. Oleh karena itu pemodelan Mohr-Coulomb sangat cocok untuk menganalisa stabilitas lereng.

6. METODE PENELITIAN

Pada penelitian kali ini penulis melakukan penelitian proyek trans tol Palembang – Indralaya Sta. 1+675. Pada proyek jalan tol ini penulis terfokus melakukan analisis stabilitas lereng menggunakan geotekstil dan tanpa menggunakan geotekstil menggunakan metode elemen hingga *software plaxis V.8.2*. Plaxis merupakan salah satu *software* geoteknik yang dapat menganalisis stabilitas lereng. Dari hasil analisis yang akan didapat nantinya diharapkan dapat mengatasi permasalahan-permasalahan yang terjadi pada lereng proyek jalan trans tol Palembang-Indralaya ini dan menjadi acuan dalam perencanaan di lapangan yang kemungkinan mirip atau setipikal pada lereng Sta. 1+675 ini.



Gambar 3. Flowchart Alir Tahap Penelitian



Lanjutan Gambar 3. Flowchart Alir Tahap Penelitian

7. DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

7.1 Data Penelitian

Pada bab data analisis ini digunakan data sekunder yang sudah didapatkan sesuai dengan kondisi sta 1+675. Data-data yang dimuat berupa data beban struktur jalan, data beban gempa, data geotekstil. Adapun data-data yang digunakan sebagai berikut.

1. Data Beban Struktur Jalan dan Lalu Lintas

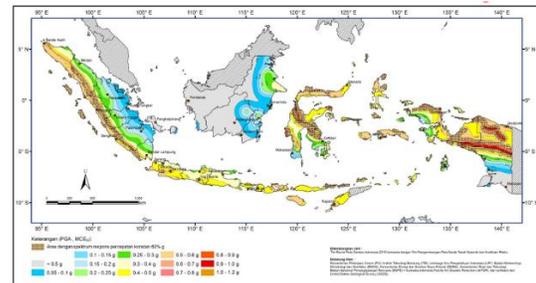
Penelitian ini menggunakan beban yang bekerja pada struktur jalan saja pada saat konstruksi dengan nilai sebesar 10 kN/m^2 yang didapatkan dari data skunder dan untk beban lalu lintas nya diambil dari Panduan Geoteknik 4 No.4 Pt T-10-2002 tahun 2002 yang mana menyatakan untuk beban lalu lintas berfungsi primer sebesar 15 dalam satuan kN/m^2 yang mana sebagai *input* program plaxis saat kondisi paska konstruksi data parameter dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Data Beban Lalu Lintas

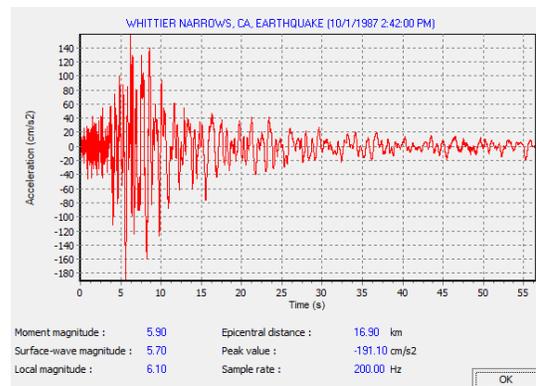
Fungsi	Sistem Jaringan	Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)	Beban Lalu Lintas (kN/m^2)
Primer	Arteri	Semua	15
	Kolektor	>10.000	15
Sekunder	Arteri	<10.000	12
		>20.000	15
	Kolektor	<20.000	12
		>6.000	12
	Lokal	<6.000	10
>500		10	
		<500	10

2. Data Beban Gempa

Beban gempa digunakan dalam analisi ini merupakan beban gempa dinamik. Untuk wilayah Palembang memiliki percepatan puncak gempa (PGA) sebesar $0,15-0,2g$. data gempa yang sesuai dengan kawan tersebut ialah kawasan *Whitter Narrows, Californial* pada tahun 1987 yang memiliki percepatan puncak $0.191g$ seperti pada gambar 4 dan gambar 5 waktu interval gempa yang digunakan kedalam *Plaxis* adalah sebesar 13 detik dengan anggapan telah melewati puncak.



Gambar 4. Peta Zona Gempa Tahun 2011



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Percepatan dan Waktu

3. Data Parameter Tanah

Table 2. Data Parameter Tanah

Masa Konstruksi					
	Compacted fill material	Silty Clay	Clayey Silt	Clayey Sand	Satuan
Model	MC	MC	MC	MC	-
Type	<i>Drained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	-
γ_{sat}	19.75	16.470	17.347	19.457	kN/m ³
γ_{unsat}	16.75	14.470	15.347	16.457	kN/m ³
K_x	0.0000264	0.0000432	0.00000864	0.00000864	m/day
K_y	0.0000264	0.0000432	0.00000864	0.00000864	m/day
E	2500	3000	2000	5000	kN/m ²
V	0.35	0.35	0.3	0.3	-
C	25	6.1	20	13	kN/m ²
ϕ	8.42	8.503	23	27	°
ψ	0	0	0	0	°

Masa Paska Konstruksi					
	Compacted fill material	Silty Clay	Clayey Silt	Clayey Sand	Satuan
Model	MC	MC	MC	MC	-
Type	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	-
γ_{sat}	19.75	16.470	17.347	19.457	kN/m ³
γ_{unsat}	16.75	14.470	15.347	16.457	kN/m ³
K_x	0.0000264	0.0000432	0.00000864	0.00000864	m/day
K_y	0.0000264	0.0000432	0.00000864	0.00000864	m/day
E	2500	3000	2000	5000	kN/m ²
V	0.35	0.35	0.3	0.3	-
C	25	6.1	20	13	kN/m ²
ϕ	8.42	8.503	23	27	°
ψ	0	0	0	0	°

4. Data Geotekstil

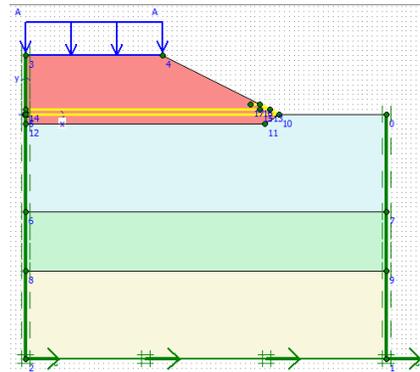
Pengambilan data geotekstil dilakukan dengan cara pengambilan data skunder pada proyek jalan tol trans Sumatera-Indralaya dilaksanakan oleh PT. Hutama Karya dan untuk data geotekstilnya sendiri dimabil dari PT.Terasa Geosinindo yang mana geotekstil digunakan berjenis *woven* atau geotekstil teranyam dengan parameter kuat tarik ijin sebesar 55 kN/m, kuat regang sebesar 0.85 dan kekakuan normal kebutuh untuk *input* plaxis yang dapat dihitung sebagai berikut.

Table 3. Data Parameter Geotekstil Woven HRX-300

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Kuat Tarik Ijin	T_a	55	KN/m
Regangan	E	0.85	-
Kekakuan Normal	EA	392,86	KN/m
Kuat tarik <i>allowable</i>	T_{all}	27.5	kN/m ²

7.2 Analisis Data Dengan Program Plaxis 8.2

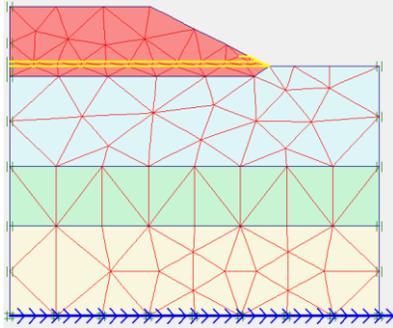
Permodelan untuk stabilitas lereng menggunakan jenis tanah yang sesuai dengan data parameter tanah proyek jalan tol Sumatera-indralaya pada lampiran 3. Permodelan dilakukan dengan kondisi kemiringan asli yaitu 2/1 untuk mencari stabilitas pada lereng ini pula digunakan *cross section* asli pada sta. 1+675 dengan 5alemba 89 m yang memiliki kemiringan simetris antara kiri dan kanan maka pada penelitian ini hanya menganlisi sebgain demi mempercepat penelitian dan efesinsi waktu. Analisis meliputi kondisi masa konstruksi dan paska konstruksi dengan tinggi timbunan 2m sampai 6m Permodelan tanah asli 5alembang5n dengan perkuatan geotekstil dapat dilhat pada gambar 6 sebagai berikut ini.



Gambar 6. Permodelan Lereng Timbunan 6m Dengan Perkuatan Geotekstil dan Replacement

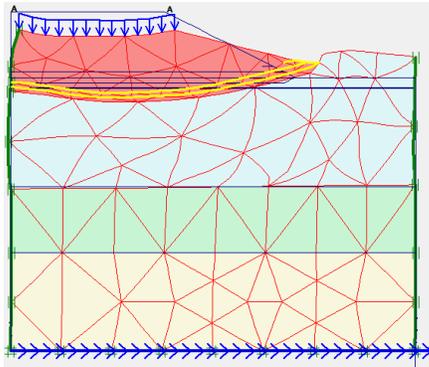
Tahap analisis perhitungan (*calculation*) dilakukan dengan lima tahap. Tahap pertama yaitu analisis konsolidasi yang terjadi. Tahap kedua yaitu analisis akibat beban struktur merata pada badan jalan, yaitu beban sebesar 10 kN/m² saat konstruksi di beri beban lalu lintas sehingga lereng terbebani sebesar 25 kN/m² saat paska konstruksi. Tahap ketiga yaitu analisis angka aman (SF) akibat beban merata. Tahap keempat yaitu analisis akibat beban gempa. Tahap kelima yaitu analisis angka aman (SF) akibat beban gempa. Saat kondisi awal (*initial condition*) nilai berat isi air ditetapkan

sebesar 10 KN/m^3 dan untuk ketinggian muka air tanah terletak pada 1m di bawah permukaan lapisan tanah asli lalu di model kan -1 m dari tanah asli. Perhitungan tegangan awal (*initial stress*) pada tahap ini masukkan faktor pengali total untuk berat tanah, *Mweight* sebesar 1.0.



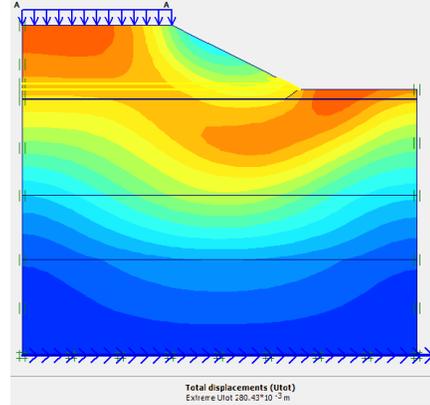
Gambar 7. Jaringan Elemen Hingga (*Meshing*) Pada Lereng Timbunan 6m Dengan Perkuatan Geotekstil dan *Replacment*

Pada saat tahap *6 a* sampai *6 n* yaitu pada masa konstruksi lereng dibebani dengan beban 10 kN/m^2 . Adapun gambar menampilkan *deformed* *6 a* sebagai berikut menampilkan gambar kondisi tanah asli masa konstruksi pada timbunan 6m dapat dilihat pada gambar sebagai berikut ini



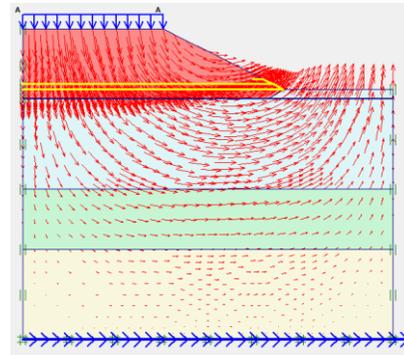
Gambar 8. *Deformed Mesh* Lereng Timbunan 6m Kondisi Tanah Asli Geotekstil Saat Konstruksi Tanpa Beban Gempa

Besarnya Total Displacement yang terjadi pada lereng timbunan 6m dengan perkuatan dan replacement didapat adalah $283.13 \times 10^{-3} \text{ m}$ gambar 9 sebagai berikut ini.



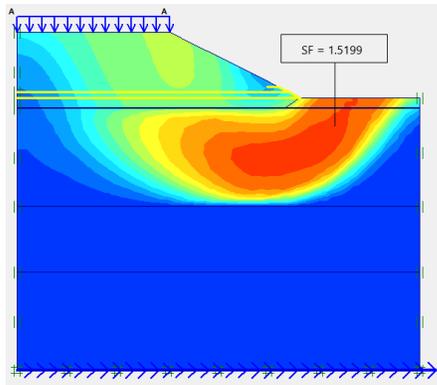
Gambar 9. Total Displacement Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 1 m Dengan Geotekstil Saat Masa Konstruksi Tanpa Beban Gempa

Arah pergerakan yang terjadi pada lereng timbunan 6m dapat dilihat pada gambar 10 sebagai berikut ini.



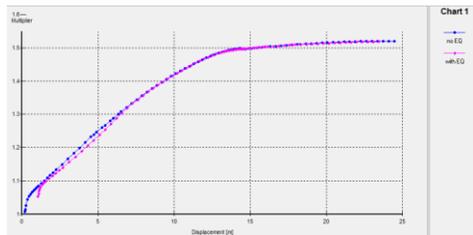
Gambar 10. Arah Pergerakan Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli *Replacement* 1 m Dengan Geotekstil Saat Masa Konstruksi Tanpa Beban Gempa

Berikut ini adalah gambar 11 yang menunjukkan potensi kelongsoran yang terjadi pada lereng timbunan 6m dengan replacement diperkuat dengan geotekstil sebagai berikut ini.



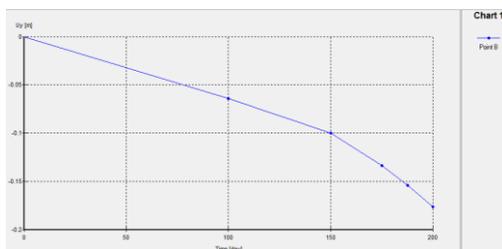
Gambar 11. Potensi Kelongsoran Tanah Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil Saat Masa Konstruksi Tanpa Beban Gempa

Safety Factor akibat beban struktur jalan dengan kondisi tanah timbunan 6m kondisi tanah asli replacmenet dan geotekstil dapat di gambarkan dalam bentuk kurva. Dapat dilihat pada gambar 12 sebagai berikut.



Gambar 12. Jendela Kurva *Safety Factor* Tanah Asli Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1m Dengan Geotekstil Saat Masa Konstruksi

Nilai angka aman besar penurunan yang terjadi pada lereng timbunan 6m kondisi tanah asli *replacement* dengan geotekstil masa konstruksi dapat dilihat pada gambar 13 berikut ini.

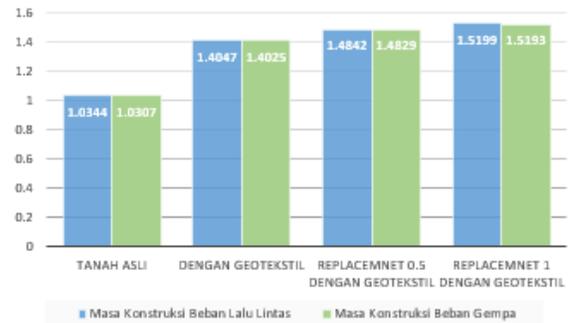


Gambar 13. Jendela Kurva Penurunan Tanah Asli Timbunan 6 m Kondisi Tanah Asli Replacement 1 m Dengan Geotekstil

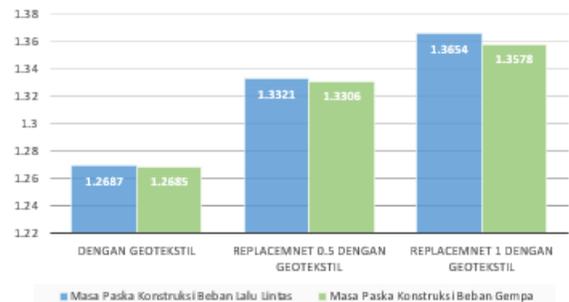
7.3 Pembahasan

Pada penelitian ini memiliki tujuan utama yaitu mencari nilai angka aman dan penurunan pada tiap variasi timbunan lereng 2 m, 4 m, dan 6 m. Dengan permodelan bervariasi yaitu pada kondisi tanah asli tanpa perkuatan, menggunakan perkuatan geotekstil, dan menggunakan *replacement*. Saat permodelan plaxis penelitian ini memiliki dua macam pembebanan yaitu beban konstruksi yang mana menggunakan 10 kN/m dan paska konstruksi menggunakan beban 25 kN/m menurut Panduan Geoteknik Departemen pekerja umum (2009) dimana proyek jalan tol 7 alembang -indralaya ini masuk dalam fungsi jalan arteri. Setelah menganalisis dengan menggunakan program Plaxis diperoleh hasil angka aman pada timbunan 2 m, 4 m, dan 6 m. Dari variasi timbunan, permodelan, dan timbunan diperoleh kurva hubungan nilai angka aman dan kondisi yang ditinjau, yaitu kondisi dengan atau tanpa beban gempa dan kurva hubungan penurunan dan waktu penurunan. Kurva nilai angka aman tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini.

Timbunan 6 m Masa Konstruksi

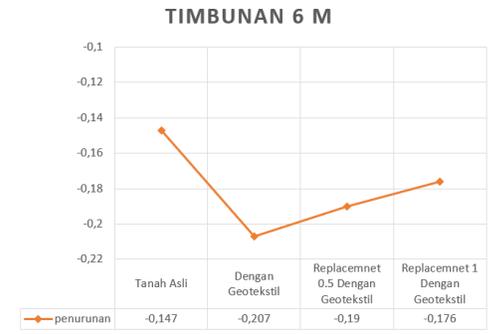


Timbunan 6 m Masa Paska Konstruksi



Gambar 14. Kurva Nilai Angka Aman Timbunan 6m

Adapun berikut ini adalah kurva penuruna yang terjadi pada lereng timbunan 6 m selama 200 hari dapat dilihat pada gambar 15 sebagai berikut ini.



Gambar 15 Grafik Penurunan Lereng Timbunan 6m Selama 200 hari

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

Tabel 4. Rekapitulasi Data Angka Aman (SF)

	Safety Factor	Masa Konstruksi		Masa Paska Konstruksi	
		Beban Badan Jalan	Beban Gempa	Beban Badan Jalan	Beban Gempa
Timbunan 2 m	Tanah Asli	1.7251	1.7223	1.267	1.2664
	Dengan Geotekstil	1.7412	1.728	1.3146	1.3021
	Replacemnet 0.5 Dengan Geotekstil	1.7779	1.7688	1.3534	1.3473
	Replacemnet 1 Dengan Geotekstil	1.8063	1.8251	1.3911	1.3738
Timbunan 4 m	Tanah Asli	1.2491	1.2463	1.0362	1.0333
	Dengan Geotekstil	1.5977	1.5853	1.3598	1.3575
	Replacemnet 0.5 Dengan Geotekstil	1.6686	1.651	1.4114	1.4196
	Replacemnet 1 Dengan Geotekstil	1.7009	1.7151	1.4611	1.463
Timbunan 6 m	Tanah Asli	1.0344	1.0307	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	Dengan Geotekstil	1.4047	1.4025	1.2687	1.2685
	Replacemnet 0.5 Dengan Geotekstil	1.4842	1.4829	1.3321	1.3306
	Replacemnet 1 Dengan Geotekstil	1.5199	1.5193	1.3654	1.3578

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Penurunan Selama 200 hari

	Kondisi Penurunan	Penurunan (m)	Waktu (hari)
Timbunan 2 m	Tanah Asli	-0.147	200
	Dengan Geotekstil	-0.207	200
	Replacemnet 0.5 Dengan Geotekstil	-0.19	200
	Replacemnet 1 Dengan Geotekstil	-0.176	200
Timbunan 4 m	Tanah Asli	-0.097	200
	Dengan Geotekstil	-0.106	200
	Replacemnet 0.5 Dengan Geotekstil	-0.107	200
	Replacemnet 1 Dengan Geotekstil	-0.105	200
Timbunan 6 m	Tanah Asli	-0.02	200
	Dengan Geotekstil	-0.068	200
	Replacemnet 0.5 Dengan Geotekstil	-0.067	200
	Replacemnet 1 Dengan Geotekstil	-0.07	200

8. KESIMPULAN

Hasil analisis stabilitas lereng dengan program Plaxis didapatkan nilai angka aman yang lebih besar dari angka aman yang disyaratkan $SF > 1.3$ yaitu pada timbunan 2 m saat masa konstruksi yaitu saat kondisi timbunan tanah asli angka aman tanpa beban gempa 1.4274 dengan beban gempa 1.427 saat masa paska konstruksi angka aman tanpa beban gempa 1.055 dengan beban gempa 1.0525, kondisi timbunan tanah asli dengan geotekstil timbunan tanah asli angka aman tanpa beban gempa 2.1412 dengan beban gempa 2.1423 saat masa paska konstruksi angka aman tanpa beban gempa 1.6263 dengan beban gempa 1.6112, kondisi timbunan tanah asli replacement 0.5 m dengan geotekstil timbunan tanah asli angka aman tanpa beban gempa 2.2144 dengan beban gempa 2.1995 saat masa paska konstruksi angka aman tanpa beban gempa 1.6853 dengan beban gempa 1.67, dan kondisi timbunan tanah asli replacement 1 m dengan geotekstil timbunan tanah asli angka aman tanpa beban gempa 2.2524 dengan beban gempa 2.2289 saat masa paska konstruksi angka aman tanpa beban gempa 1.7174 dengan beban gempa 1.696 artinya pada semua kondisi sudah memenuhi syarat $SF > 1.3$. Pada timbunan 4 m saat masa konstruksi yaitu saat kondisi timbunan tanah asli angka aman tanpa beban gempa 1.2491 dengan beban gempa 1.2463 saat

masa paska konstruksi angka aman tanpa beban gempa 1.0362 dengan beban gempa 1.0333, kondisi timbunan tanah asli dengan geotekstil timbunan tanah asli angka aman tanpa beban gempa 1.5977 dengan beban gempa 1.5853 saat masa paska konstruksi angka aman tanpa beban gempa 1.3598 dengan beban gempa 1.3575, kondisi timbunan tanah asli replacement 0.5 m dengan geotekstil timbunan tanah asli angka aman tanpa beban gempa 1.6686 dengan beban gempa 1.651 saat masa paska konstruksi angka aman tanpa beban gempa 1.4114 dengan beban gempa 1.4196, dan kondisi timbunan tanah asli replacement 1 m dengan geotekstil timbunan tanah asli angka aman tanpa beban gempa 1.7009 dengan beban gempa 1.7151 saat masa paska konstruksi angka aman tanpa beban gempa 1.4611 dengan beban gempa 1.463 artinya pada semua kondisi sudah memnuhi syarat $SF > 1.3$. Pada timbunan 6 m saat masa konstruksi yaitu saat kondisi timbunan tanah asli angka aman tanpa beban gempa 1.0344 dengan beban gempa 1.0307, kondisi timbunan tanah asli dengan geotekstil timbunan tanah asli angka aman tanpa beban gempa 1.4047 dengan beban gempa 1.4025 saat masa paska konstruksi angka aman tanpa beban gempa 1.2687 dengan beban gempa 1.2685, kondisi timbunan tanah asli replacement 0.5 m dengan geotekstil timbunan tanah asli angka aman tanpa beban gempa 1.4842 dengan beban gempa 1.4829 saat masa paska konstruksi angka aman tanpa beban gempa 1.3321 dengan beban gempa 1.3306, dan kondisi timbunan tanah asli replacement 1 m dengan geotekstil timbunan tanah asli angka aman tanpa beban gempa 1.5199 dengan beban gempa 1.5193 saat masa paska konstruksi angka aman tanpa beban gempa 1.3654 dengan beban gempa 1.3578 artinya pada semua kondisi sudah memnuhi syarat $SF > 1.3$. Dalam timbunan 6 m kondisi tanah asli masa paska konstruski tidak ditampilkan karena sudah mengalami keruntuhan akibat beban sehingga SF tidak mencapai $SF > 1$ dalam program plaxis.

Erwin Nur Wicaksono., 2016, *Analisi Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil*. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

9. DAFTAR PUSTAKA

- Arrosyid Muhyidin., 2017, Pengaruh Penambahan Kapur Dan Fly Ash Terhadap Daya Dukung Subgrade Tanah Gambut Untuk Perencana Tebal Lapis Perkerasan. Tugas Akhir. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Brinkgreve, R. B. J. Et al. 2007. PLAXIS 2D-Versi 8. Delft University of Technology and Plaxis. Belanda.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2009. Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik. Jakarta.