

ANALISIS STABILITAS TIMBUNAN JALAN DI ATAS TANAH LUNAK DENGAN PERKUATAN SHEET PILE DAN GEOTEKSTIL

Achmad Thantowi Hamdani¹, Edy Purwanto²

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

Email: 12511441@students.uui.ac.id

²Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 855110101@staff.uui.ac.id

ABSTRACT

Section V Balikpapan - Samarinda STA. 9 + 726 to STA. 9 + 926 is one of the segment of East Kalimantan Trans Highway that connects Balikpapan City with Samarinda City. Problems that occur in the field are landslides and shifts of the heap for the road body when the work has been carried out to approach the elevation of the plan. The project is located on a heap with a fairly steep slope and the flow of water coming from springs in the surrounding area, causing the soil to become wet and soft. The reinforcement used in this study are the reinforcement of steel Sheet Pile and Geotextile. The heap stability analysis method uses the Plaxis 8.6 program to be able to determine the safe value of the heap in conditions before and after using reinforcement of steel Sheet Pile and Geotextile. Therefore, a manual calculation using the Fellinius method is used and a safe value of 0.3016 is obtained. With a safe value < 1.25, the original land heap is stated as unstable or unsafe against collapse. On the land heap that are reinforced with reinforcement of steel Sheet Pile and analyzed using the Plaxis 8.6 program under construction conditions without earthquake load is 1.4953 and with earthquake load is 1.4924. While the safe value in the post-construction condition without earthquake load is 1.2753 and with earthquake load is 1.2744. With a safe value > 1.25, the land heap is stated safe from collapse. Whereas the land heap was strengthened by Geotextile reinforcement analyzed using the Plaxis 8.6 program during the construction period without earthquake load is 1.6266 and with earthquake load is 1.6057. While the safety value in the post-construction condition without earthquake load is 1.5332 and with earthquake load is 1.5151. With a safe number value > 1.25, the pile is stated safe from collapse

Keywords : Land Heap Stability, Steel Sheet Pile, Geotextile, Plaxis 8.6

PENDAHULUAN

Jalan merupakan salah satu akses transportasi yang menghubungkan daerah satu ke daerah yang lainnya. Selain itu jalan juga mempengaruhi pengembangan suatu wilayah seperti sosial, ekonomi dan budaya. Proyek pembangunan jalan merupakan proyek yang diusungkan pemerintah sebagai bentuk fasilitas umum yang mendukung kegiatan masyarakat salah

satunya proyek pembangunan jalan Tol yang menghubungkan ruas Balikpapan – Samarinda seksi V sepanjang ± 33,5 km melintasi daerah lahan hutan perbukitan dan daerah lembah atau cekung. Tentunya dalam proses pengerjaan jalan salah satu yang harus diperhatikan adalah aspek geoteknik. Demikian dalam pekerjaan jalan tol yang melintasi lahan hutanan perbukitan dan daerah lembah atau cekung perlu akan

adanya pekerjaan timbunan tanah. Untuk mencapai finish grade permukaan jalan maka dilakukan penimbunan tanah yang cukup tinggi.

Jenis tanah yang berbeda akan mempengaruhi teknik pengerjaannya. Dalam proyek Tol di Balikpapan - Samarinda ditemukan beberapa masalah dalam proses pengerjaannya, salah satunya bentuk tanah yang lunak, tanah lunak menjadi satu masalah dikarenakan dapat mempengaruhi kualitas dan ketahanan jalan. Menurut Bowles (1993) tanah lunak merupakan partikel tanah yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. yang berarti tanah akan sangat keras dalam keadaan kering ditambah ia bersifat plastis pada kadar air yang sedang dan mudah lengket kohesif (melekat satu dengan yang lain) jika kadar air lebih tinggi.

Kondisi tanah tersebut maka perlu dilakukan perbaikan tanah (*soil improvmen*) untuk memperbaiki sifat-sifat tanah lunak agar mampu mendukung beban struktur jalan serta beban lalu lintas yang melewati jalan tersebut. Ada beberapa metode yang bisa digunakan untuk memperbaiki tanah lunak yaitu dengan mengganti tanah lunak dengan material/tanah yang baik (*soil replacement*), melakukan pembebanan (*surcharge*) tanpa *Pipe vertical Drains* (PVD) dan dengan PVD, metode stabilitas tanah (*soil stabilization*) serta perkuatan tanah (*soil reinforcement*). Untuk desain struktur jalan tol Balikpapan – Samarinda menggunakan metode perkuatan tanah lereng dengan menggunakan bahan *Sheet Pile* dan *Geotekstil*. Untuk meyakinkan apakah desain tersebut cukup aman atau tidak maka perlu dilakukan kajian atau analisis stabilitas struktur jalan yang diperkuat dengan *Sheet Pile* dan *Geotekstil* menggunakan program Plaxis Versi 8.6. penelitian tugas akhir ini mengambil studi kasus pada Ruas Jalan tol Balikpapan - Samarinda seksi V. STA 9 + 726 s/d 9 + 926.

LANDASAN TEORI

Tanah

Tanah lunak merupakan tanah yang dapat menyebabkan masalah ketidakstabilan dan penurunan jangka panjang yang tidak dapat ditolerir, tanah tersebut mempunyai kuat geser yang rendah dan kompresibilitas yang tinggi.

Para ahli memiliki definisi yang berbeda tentang tanah lempung, antara lain Hardiyatmo (1992) menjelaskan bahwa tanah lempung tersusun atas mineral-mineral hasil pelapukan tanah secara kimiawi yang berukuran diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm, sedangkan Holtz dan Kovacs (1981) menyatakan bahwa lempung adalah tanah yang mengandung mineral-mineral lempung dan memiliki plastisitas serta kohesifitas. Dalam standart AASHTO dan ASTM, penentuan klasifikasi tanah lempung ditentukan dari ukuran butir, indek plastisitas dan batas cair.

Perkuatan tanah dengan sheet pile

Sheet pile atau turap merupakan dinding vertikal yang relatif tipis yang berfungsi untuk menahan tanah yang dipasang saling mengunci dan dipancang ke dalam tanah sehingga membentuk dinding vertikal menerus. Turap dibedakan menurut bahan yang digunakan. Bahan turap tersebut bermacam-macam, seperti kayu, beton bertulang, dan baja.

Geosintetik

Pada dasarnya, geosintetik terbagi menjadi dua yaitu tekstil dan jaring (*web*). 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 permeabilitas,

geosintetik terbagi menjadi kedap air dan lolos air. Geotekstil adalah jenis geosintetik yang lolos air yang berasal dari bahan tekstil. Geomembran merupakan jenis geosintetik kedap air yang biasa digunakan sebagai penghalang zat cair.

Pada umumnya geosintetik dapat diidentifikasi berdasarkan:

1. Tipe polimer (definisi deskriptif, misalnya polimer berkepadatan tinggi, polimer berkepadatan rendah);
2. Tipe elemen (misalnya filamen, tenunan, untaian, rangka, rangka yang dilapis);
3. Proses pembuatan (misalnya teranyam, tak teranyam dan dilubangi dengan jarum, tak teranyam dan diikat dengan panas, diperlebar atau ditarik, dijahit, diperkeras, diperhalus);
4. Tipe geosintetik primer (misalnya geotekstil, geogrid, geomembran);
5. Massa per satuan luas (untuk geotekstil, geogrid, geosynthetic clay liner, dan geosintetik penahan erosi) dan atau ketebalan (untuk geomembran).

METODOLOGI PENELITIAN

Analisa stabilitas timbunan badan jalan di atas tanah lunak di ruas jalan tol Balikpapan – Samarinda seksi V. sta. 9+726 s/d sta. 9+926. pada penelitian ini menggunakan program Plaxis Versi 8.6. Untuk perkuatan pada timbunan badan jalan digunakan bahan *Sheet Pile* dan Geotekstil. Pada analisisnya akan dicari perbandingan angka aman antara tanah dengan kondisi tanpa dan dengan perkuatan.

Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah pemodelan timbunan badan jalan di atas tanah lunak pada Ruas Jalan tol Balikpapan – Samarinda seksi V. Sta. 9+726 s/d sta. 9+926, yang diperkuat dengan bahan *Sheet Pile* dan *Geotekstil* menggunakan program Plaxis v.8.6.

Data Penelitian

Data penelitian yang akan dianalisis pada tugas akhir ini adalah data sekunder, yang meliputi:

1. Data penyelidikan tanah
2. Data Sondir
3. Data SPT Topografi
4. Data Geotekstil

Parameter Tanah

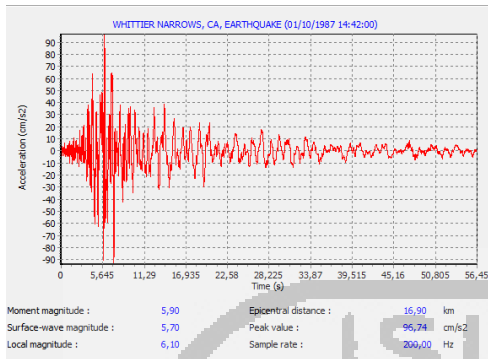
Parameter tanah sebagai masukan (*input*) pada analisis program Plaxis versi 8.2 didasarkan pada data sekunder pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Parameter Tanah

Parameters	Name	Emb.	Soft Layer	Medium Layer	Hard Layer	Units
Model	Model	MC	MC	MC	MC	-
Type of Behavior	Type	D	D	D	D	-
Soil Weight Unsaturated	γ_{unsat}	18	16	18	20	kN/m ³
Soil Weight Saturated	γ_{sat}	19.5	17.5	20	21	kN/m ³
Young's Modulus	E_{ref}	15000	2000	8800	14000	kN/m ²
Cohesion	c	29	13	25	30	kN/m ²
Friction Angle	ϕ	27	2	30	35	°
Poisson Ratio	ν	0.3	0.3	0.3	0.3	-
k_x		0.01	0.0000001	0.01	0,01	
k_y		0.01	0.0000001	0.01	0,01	

Beban Gempa

Balikpapan dan Samarinda memasuki zona gempa dengan percepatan puncak gempa (PGA) sebesar 0,1 – 0,15g berdasarkan peta zonasi gempa yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum yang diterbitkan pada tahun 2017. Data gempa yang sesuai dengan nilai tersebut adalah data gempa di kawasan Upland, California pada tahun 1990 yang memiliki percepatan puncak gempa sebesar 0,24g (Gambar 1)



Gambar 1 Grafik Hubungan Antara Percepatan Gempa dan Waktu Gempa Upland, California pada Tahun 1990

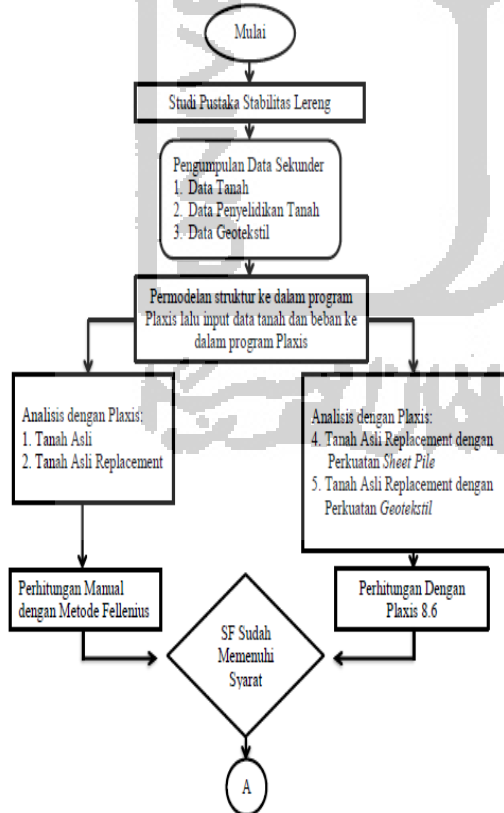


Gambar 4.1 Bagan Alir penelitian

Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

Pelaksanaan Penelitian

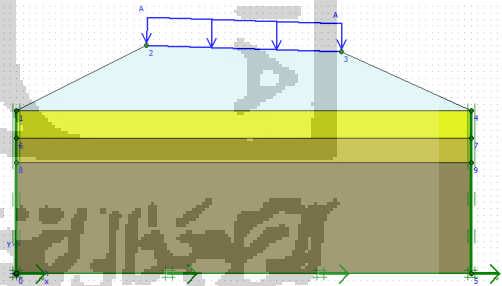
Secara garis besar tahapan pada penelitian ini dapat dilihat Dari uraian gambarkan skema penelitian mengikuti alur *flowchart* yang dapat dilihat pada Gambar 2.



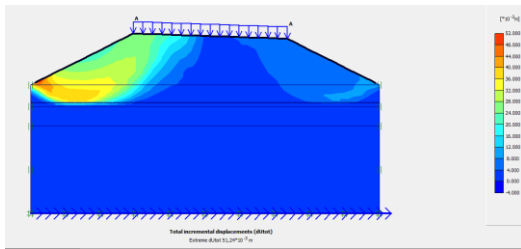
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Lereng Asli

Analisis yang dilakukan pada tanah timbunan asli bertujuan untuk mengetahui gaya – gaya yang kemungkinan terjadi, nilai angka aman dan pengaruh terhadap perilaku gempa yang terjadi. Perhitungan analisis menggunakan program Plaxis 8.6 dan perhitungan manual menggunakan metode Fellenius. Dapat dilihat pada Gambar 3

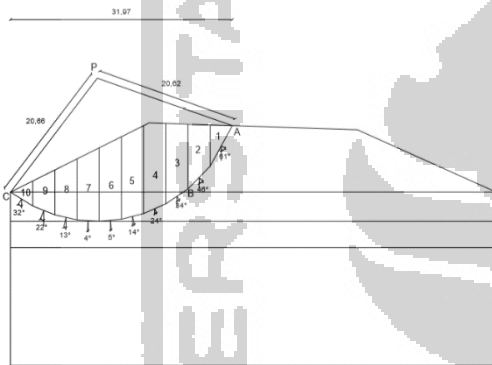


Gambar 3 Permodelan Potongan Melintang Tanah Timbunan Asli pada Program Plaxis 8.6



Gambar 4 Displacement pada tanah asli

Berdasarkan gambar tersebut, keruntuhan terjadi hingga tanah dasar dengan jari- jari 20,66 meter dan total panjang dari bidang longsor (arah horizontal) sebesar 31,97 meter.



Gambar 5 Penampang Irisan pada Timbunan Tanah Asli

Bidang Longsor dibagi menjadi 10 irisan. Panjang total dari bidang longsor (arah horizontal) sebesar 31,97 meter, maka tiap irisan akan mempunyai lebar $31,97/10 = 3,197$ meter.

Nilai *Safety factor* pada Timbunan tanah asli dengan perhitungan manual menggunakan metode Fellinius adalah sebagai berikut.

$$SF = \frac{697,93 + 1564,6}{6483,5 + 1018,6} = 0,3016$$

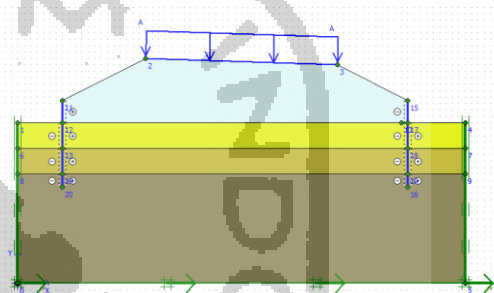
Berdasarkan nilai angka aman yang didapat pada timbunan tanah asli, diketahui bahwa semua nilai angka aman tidak memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Bowless yaitu $SF > 1,25$.

Perkuatan timbunan dengan sheet pile baja

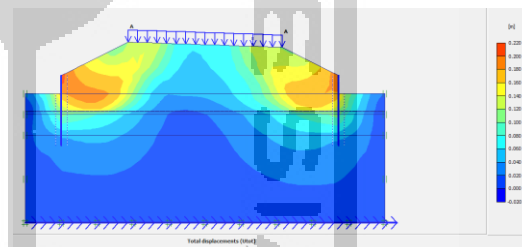
Analisis Stabilitas Perkuatan Timbunan dengan *Sheet Pile* Menggunakan Program Plaxis 8.6

1. Masa konstruksi

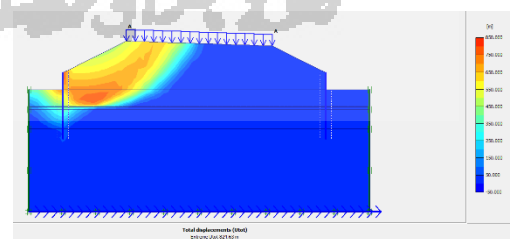
Dapat dilihat permodelan perkuatan dengan sheet pile baja pada Gambar 5



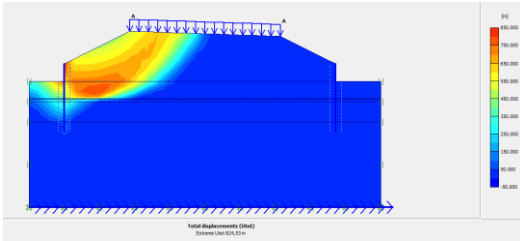
GAMBAR 5 Pemodelan Perkuatan Timbunan Dengan Sheet Pile Menggunakan Program Plaxis 8.6



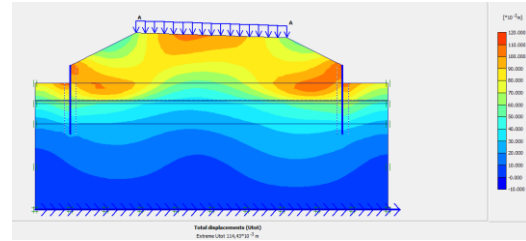
Gambar 6 Total Displacement Perkuatan Timbunan Menggunakan Sheet Pile Tanpa Beban Gempa Pada Kondisi Masa Konstruksi



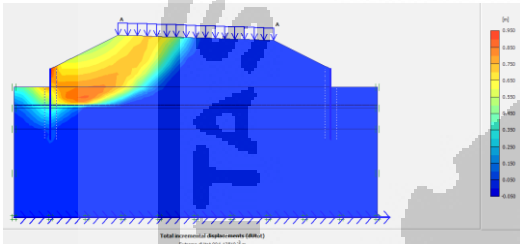
Gambar 6 Total Displacement Perkuatan Timbunan Menggunakan Sheet Pile Dengan Beban Gempa Pada Kondisi Masa Konstruksi



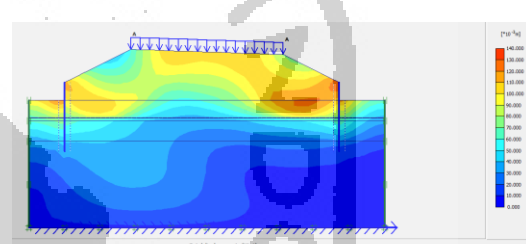
Gambar 7 Daerah Potensi Longsor Perkuatan Timbunan Menggunakan Sheet Pile Tanpa Beban Gempa Pada Kondisi Masa Konstruksi



Gambar 9 Total Displacement Perkuatan Timbunan Menggunakan Sheet Pile Tanpa Beban Gempa Pada Kondisi Paska Konstruksi



Gambar 8 Daerah Potensi Longsor Perkuatan Timbunan Menggunakan Sheet Pile Dengan Beban Gempa Pada Kondisi Masa Konstruksi

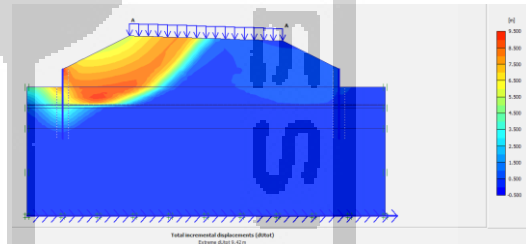


Gambar 10 Total Displacement Perkuatan Timbunan Menggunakan Sheet Pile Dengan Beban Gempa Pada Kondisi Paska Konstruksi

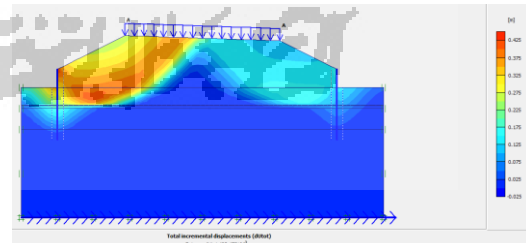
Angka aman yang terjadi pada perkuatan Timbunan dengan *sheet pile* pada kondisi masa konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,4953. sedangkan angka aman dengan beban gempa sebesar 1,4924.

2. pasca konstruksi

Total *displacement* yang terjadi pada perkuatan Timbunan dengan *sheet pile* pada kondisi paska konstruksi tanpa beban gempa sebesar $114,43 \times 10^{-3}$ m. Sedangkan total *displacement* dengan beban gempa sebesar $134,74 \times 10^{-3}$ m. Gambar total *displacement* perkuatan Timbunan dengan *sheet pile* tanpa beban gempa dan dengan beban gempa pada kondisi paska konstruksi dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10



Gambar 11 Daerah Potensi Longsor Perkuatan Timbunan Menggunakan Sheet Pile Tanpa Beban Gempa Pada Kondisi Paska Konstruksi

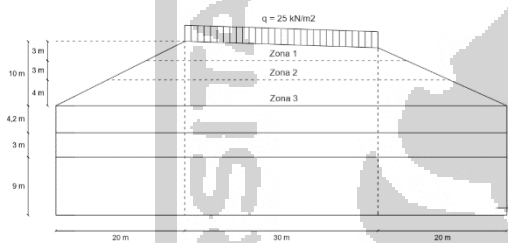


Gambar 12 Daerah Potensi Longsor Perkuatan Timbunan Menggunakan Sheet Pile Dengan Beban Gempa Pada Kondisi Paska Konstruksi

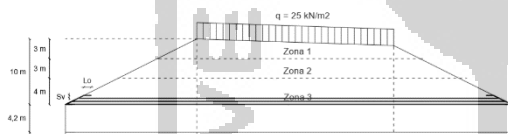
Angka aman yang terjadi pada perkuatan Timbunan dengan *sheet pile* pada kondisi paska konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,2753. sedangkan angka aman dengan beban gempa sebesar 1,2744.

Perkuatan timbunan dengan Geotekstil

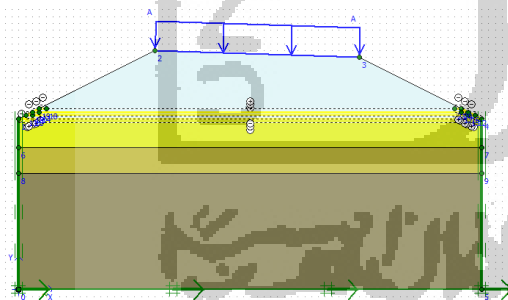
Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah metode zone per zone, pemilihan jumlah zona dipengaruhi oleh ketinggian Timbunan, dikarenakan tinggi Timbunan mencapai 10 m, maka tanah timbunan dibagi menjadi tiga bagian yaitu zone 1, zone 2, dan zone 3.



Gambar 13 Timbunan Baru Dengan Perkuatan Geotekstil



Gambar 14 Detail Pemasangan Geotekstil Pada Timbunan Baru

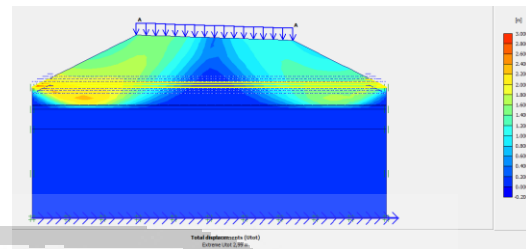


Gambar 15 Permodelan Timbunan Baru Dengan Perkuatan Geotekstil Dalam Plaxis 8.6

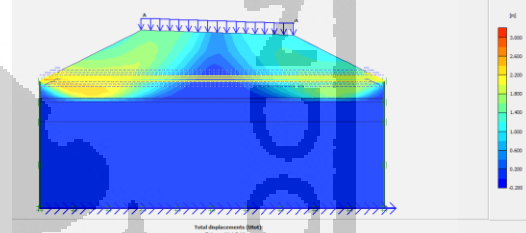
Total Displacemen pada perkuatan Geotekstil

Total *displacement* yang terjadi pada perkuatan Timbunan dengan *Geotekstil* pada kondisi masa konstruksi tanpa beban gempa sebesar 2,99 m. Sedangkan total *displacement* dengan beban gempa sebesar 3,14 m.

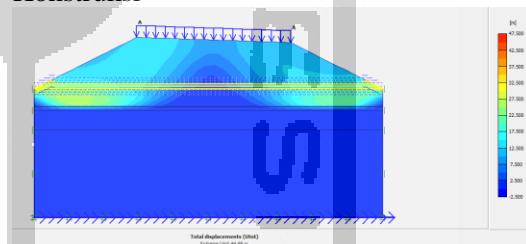
1. Massa Konstruksi



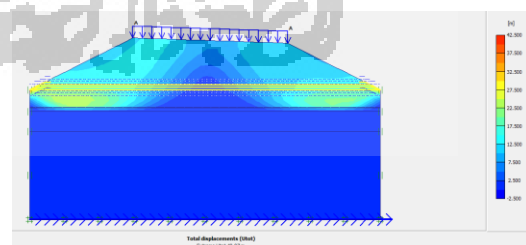
Gambar 16 Total Displacement Perkuatan Timbunan Menggunakan Geotekstil Tanpa Beban Gempa Pada Kondisi Masa Konstruksi



Gambar 17 Total Displacement Perkuatan Timbunan Menggunakan Geotekstil Dengan Beban Gempa Pada Kondisi Masa Konstruksi



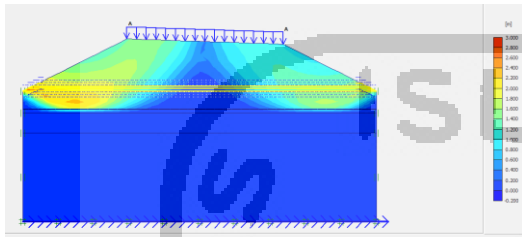
Gambar 18 Daerah Potensi Longsor Perkuatan Timbunan Menggunakan Geotekstil Tanpa Beban Gempa Pada Kondisi Masa Konstruksi



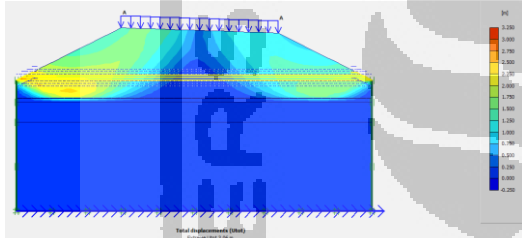
Gambar 19 Daerah Potensi Longsor Perkuatan Timbunan Menggunakan Geotekstil Dengan Beban Gempa Pada Kondisi Masa Konstruksi

Angka aman yang terjadi pada perkuatan Timbunan dengan *Geotekstil* pada kondisi masa konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,6266. sedangkan angka aman dengan beban gempa sebesar 1,6057.

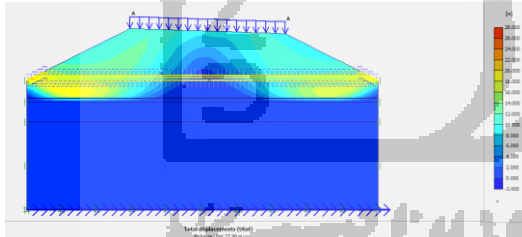
2. Pasca konstruksi



Gambar 20 Total Displacement Perkuatan Timbunan Menggunakan Geotekstil Tanpa Beban Gempa Pada Kondisi Paska Konstruksi

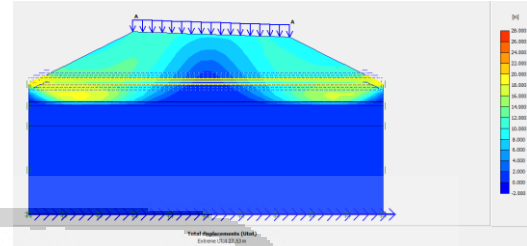


Gambar 21 Total Displacement Perkuatan Timbunan Menggunakan Geotekstil Dengan Beban Gempa Pada Kondisi Paska Konstruksi



Gambar 22 Daerah Potensi Longsor Perkuatan Timbunan Menggunakan

Geotekstil Tanpa Beban Gempa Pada Kondisi Paska Konstruksi



Gambar 23 Daerah Potensi Longsor Perkuatan Timbunan Menggunakan Geotekstil Dengan Beban Gempa Pada Kondisi Paska Konstruksi

Angka aman yang terjadi pada perkuatan Timbunan dengan *Geotekstil* pada kondisi paska konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,5332. sedangkan angka aman dengan beban gempa sebesar 1,5151

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Analisis menggunakan program plaxis 8.6

No	Keterangan	Total Displacement	SF
1	Tanah Timbunan Asli :		
	Masa konstruksi tanpa beban gempa	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	Masa konstruksi dengan beban gempa	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	Paska konstruksi tanpa beban gempa	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	Paska konstruksi dengan beban gempa	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
2	Perkuatan Timbunan Jalan dengan <i>Sheet pile</i> baja :		
	Masa konstruksi tanpa beban gempa	$219,10 \times 10^{-3}$	1,4953
	Masa konstruksi dengan beban gempa	824,63	1,4924
	Paska konstruksi tanpa beban gempa	$114,43 \times 10^{-3}$	1,2753
	Paska konstruksi dengan beban gempa	$134,74 \times 10^{-3}$	1,2744
3	Perkuatan Timbunan Jalan dengan Geotekstil :		
	Masa konstruksi tanpa beban gempa	2,99	1,6266
	Masa konstruksi dengan beban gempa	3,14	1,6057
	Paska konstruksi tanpa beban gempa	2,99	1,5332
	Paska konstruksi dengan beban gempa	3,06	1,5151

KESIMPULAN

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil perhitungan faktor nilai angka aman pada lereng timbunan tanah asli di ruas jalan tol Balikpapan - Samarinda seksi V. STA 9 + 726 s/d 9 + 926. dengan menggunakan program Plaxis 8.6 baik pada masa konstruksi maupun paska konstruksi dan baik pada kondisi tanpa beban gempa maupun dengan beban gempa terjadi *collapse*. Sedangkan perhitungan manual pada tanah timbunan tersebut di dapatkan hasil angka aman sebesar 0,3016. Dengan nilai Angka aman < 1,25, maka timbunan tersebut

sangat labil atau tidak aman terhadap keruntuhan, penurunan dan geser.

2. Hasil perhitungan faktor nilai angka aman pada lereng timbunan yang diperkuat dengan perkuatan *Sheet pile* baja di ruas jalan tol Balikpapan - Samarinda seksi V. STA 9 + 726 s/d 9 + 926. dengan menggunakan program Plaxis 8.6 pada kondisi masa konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,4953 dan dengan beban gempa sebesar 1,4924. Sedangkan nilai angka aman pada kondisi paska konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,2753 dan dengan beban gempa sebesar 1,2744. Dengan nilai Angka aman > 1,25, maka tanah timbunan aman terhadap keruntuhan, penurunan dan geser.

3. Hasil perhitungan faktor nilai angka aman pada lereng timbunan yang di perkuat dengan perkuatan geotekstil di ruas jalan tol Balikpapan – Samarinda seksi V. STA 9 + 726 s/d 9 + 926 menggunakan program plaxis 8.6 pada kondisi massa konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,6266 dan dengan beban gempa sebesar 1,6057 sedangkan nilai angka aman pada kondisi pasca konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,5332 dan dengan beban gempa sebesar 1,5151. Dengan nilai angka aman >1,25, maka lereng aman terhadap keruntuhan, penurunan dan geser.

SARAN

Adapun saran yang dapat diambil oleh penulis berdasarkan studi kasus ini antara lain sebagai berikut.

1. Pada analisis stabilitas timbunan jalan pada jalan tol Balikpapan - Samarinda seksi V. STA 9 + 726 s/d 9 + 926, nilai parameter tanah sebagian besar didapatkan dengan nilai pendekatan dari beberapa referensi, pada penelitian selanjutnya diharapkan, timbunan jalan tersebut menggunakan data parameter tanah dari sampel tanah asli yang telah diuji di laboratorium.
2. Dilakukan perbandingan dengan perkuatan lainnya seperti, perkuatan dengan dinding penahan tanah, *mini pile*, *bored pile*, *soil nailing* dan lain sebagainya.
3. Dilakukan perhitungan perbandingan rancangan anggaran biaya antara penggunaan perkuatan *Sheet pile* dan Geotekstil.
4. Perlu dilakukan analisis dengan menggunakan program lainnya seperti, Geoslope dan STABB.

DAFTAR PUSTAKA

Das, B.M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) jilid 2*. Terjemahan oleh Noor Endah dan

Indrasurya B. Mochtar. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Bowles, J.E., (1991), *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi Keempat Jilid I, Erlangga, Jakarta.

Hardiyatmo, H.C. 2010. *Mekanika Tanah 2*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Holtz, R.D and Kovacs, W.D, 1981, *An Introduction to Geotechnical Engineering*, Preintice-Hall, New Jersey, USA.