

ANALISIS STABILITAS LERENG PADA RUAS JALAN DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL

Agung Prabowo¹, Muhammad Rifqi Abdurrozak²

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

Email: 12511227@students.uui.ac.id

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

Email: 135111101@staff.uui.ac.id

ABSTRACT

Caruban City is one of the accesses between Ngawi and Kertosono Regencies. The opening of toll roads has become an important factor in improving facilities and infrastructure to facilitate mobility of the two districts. This study aims to analyze the stability of the original slope using the Plaxis 8.2 program at Sta. 128 + 850 and analysis of the use of different types of soil for the shape of a more upright slope. Next step is an analysis of reinforcement using geotextiles. This is to determine the stability of the slope with a new angle and analysis of the need for geotextile reinforcement, so that this research is expected to obtain a safety factor of each slope condition. The results of the original slope modeling obtained a safety factor value of 1.338 without earthquake load and 1.331 with earthquake load. For safety factor values after the land is replaced with landfill, the value of 0.281 is obtained on the slope of angle 76° with earthquake load. Whereas the calculation for 76° angle slope without geotextile reinforcement and earthquake load on plaxis program cannot be displayed because the calculation in the previous stage has slope failure. Furthermore, for the safety factor of the slope at 76° with geotextile reinforcement without seismic load obtained at 1.737 and with the earthquake load obtained a value of 1.350. Based on the results of the original slope research at STA. 128 + 850 is still relatively safe against slope landslides while for slopes with upright angles must be reinforced with geotextiles so that slope stability can be safe.

Keywords: Slope Stability, Geotextile, Plaxis Program 8.2

PENDAHULUAN

Jalan bebas hambatan merupakan sebuah alternatif ketika transportasi darat mulai mengalami peningkatan dalam jumlah kendaraan. Jumlah kendaraan yang semakin meningkat setiap tahunnya memberikan dampak kemacetan bagi arus lalu lintas. Dalam upaya mengurangi kemacetan, maka pembuatan jalan bebas hambatan merupakan solusi jangka panjang yang bisa dilakukan. Selain mengurangi dampak kemacetan,

jarak tempuh dari satu tempat ke tempat lainnya menjadi semakin singkat.

Pada Trase jalan Tol Ngawi – Kertosono, khususnya ruas Ngawi – Caruban Seksi 3.1 sepanjang ± 21,06 Km melewati daerah persawahan/pertanian, perbukitan, perkebunan, dan perhutani. Untuk trase jalan Ngawi - Caruban khususnya pada Sta. 128+850 hingga Sta. 139+760 terletak pada daerah perbukitan lereng yang cukup tinggi sehingga perlu dilakukan pemotongan lereng supaya mencapai elevasi rencana

jalan. Secara geoteknik, tanah yang ada di daerah tersebut adalah jenis tanah berbutir halus pada bagian atas dan pada lapisan bawah berupa tanah pasir. Jenis tanah pasir yang berada pada daerah ini akan digunakan sebagai bahan timbunan untuk badan jalan di bagian jalan lain.

Untuk mengatasi permasalahan di atas, ada pekerjaan galian tanah sedalam ± 15 m pada perbukitan lereng, sehingga perlu dilakukan rekayasa geoteknik yang bisa menahan kelongsoran pada lereng setelah pemotongan nantinya. Peneliti bermaksud untuk menganalisis kestabilan lereng pada Sta. 128+850 dengan berbagai variasi model lereng dan beban menggunakan program Plaxis versi 8.2. Penegakkan sudut lereng dalam variasi model lereng pada tugas akhir ini dimaksudkan untuk pemanfaatan lahan pada bagian atas lereng atau pelebaran jalan pada kaki lereng.

LANDASAN TEORI

Tanah

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, di samping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan.

Butiran-butiran mineral yang membentuk bagian padat dari tanah, merupakan hasil pelapukan dari batuan. Ukuran setiap butiran padat tersebut sangat bervariasi dan sifat-sifat fisik dari tanah banyak tergantung dari faktor-faktor ukuran, bentuk, dan komposisi kimia dari butiran (Das, 1995).

Lereng

Pada permukaan tanah yang miring, gaya gravitasi cenderung menggerakkan tanah kebawah. Jika gaya gravitasi sedemikian besar sehingga gaya perlawanan terhadap geseran yang dapat ditahan oleh tanah pada bidang longsornya terlampaui, maka akan terjadi keruntuhan lereng.

Analisis stabilitas pada permukaan tanah yang miring ini, disebut analisis stabilitas lereng. Analisis ini sering digunakan dalam perancangan bangunan seperti: jalan kereta api, jalan raya, bandara, bendunganurugan tanah, saluran, dan lain-lainnya. Umumnya, analisis stabilitas dilakukan untuk mengecek keamanan dari lereng alam, lereng galian, dan lereng urugan tanah (Hardiyatmo, 2010).

Gaya-gaya gravitasi dan rembesan (*seepage*) cenderung menyebabkan ketidakstabilan (*instability*) pada lereng alami (*natural slope*), pada lereng yang dibentuk dengan cara penggalian, dan pada lereng tanggul serta bendungan tanah (*earth dams*).

Geotekstil

Geotekstil merupakan material lolos air atau material tekstil buatan pabrik yang dibuat dari bahan-bahan sintesis. Umumnya geotekstil di buat dari bahan polymer polypropylene yang dibuat dalam bentuk fiber-fiber atau benang-benang. Berdasarkan cara pembuatannya, geotekstil dibedakan menjadi dua jenis.

Geotekstil anyam (*woven*) dibuat dengan cara dianyam. Geotekstil jenis ini mempunyai kuat tarik yang cukup tinggi sehingga pada aplikasinya di lapangan lebih banyak digunakan sebagai lapisan perkuatan dan sebagai lapisan pemisah. Sebagai perkuatan, geotekstil woven berfungsi sebagai tulangan pada tanah. Sedangkan sebagai pemisah, geotekstil woven berfungsi memisahkan antara tanah lunak dengan tanah keras.

Geotekstil nir-anyam (*non woven*) pembuatannya tidak dengan cara dianyam,

tetapi jaringan atau serat-serat pembentuknya dilekatkan satu sama lain dengan cara diikat atau dengan bahan perekat.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan pada lereng Sta. 128+850 proyek jalan tol Ngawi - Kertosono adalah menganalisis stabilitas lereng (lereng asli tanpa diperkuat dan diperkuat geotekstil) menggunakan program Plaxis 8.2 serta membandingkan angka aman lereng asli yang tanpa diperkuat dan diperkuat geotekstil. Program Plaxis merupakan salah satu program aplikasi geoteknik yang digunakan untuk analisis stabilitas lereng. Dari analisis tersebut, hasil yang didapat nanti diharapkan dapat mengatasi permasalahan yang terjadi pada lereng Sta. 128+850 dan menjadi acuan dalam perencanaan di lapangan yang memiliki tipikal kemiripan dengan lereng Sta. 128+850 proyek Jalan Tol Ngawi – Kertosono.

Objek dan Subjek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan angka aman antara lereng asli tanpa diperkuat dan lereng dengan geometri baru diperkuat material geotekstil. Sedangkan subyek dalam penelitian ini adalah lereng Sta. 128+850 Proyek Jalan Tol Ngawi – Kertosono.

Data Penelitian

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

1. data penyelidikan tanah,
2. gambar potongan lereng
3. peta lokasi, dan
4. data beban gempa

Parameter Tanah

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

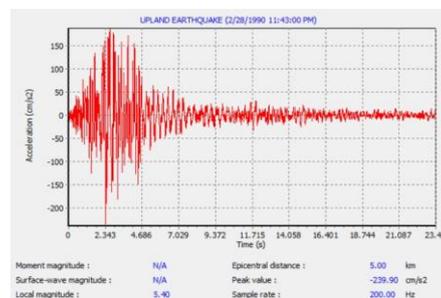
diperoleh dari PT. Ngawi Kertosono Jaya, 2017, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Parameter Tanah

Parameter	<i>Stiff Clay</i>	<i>Very Stiff Clay</i>	<i>Medium Dense Sand</i>	Satuan
Berat volume tanah	17	17	18,5	kN/m ³
Berat volume <i>saturated</i>	18	18	19,5	kN/m ³
Modulus elastisitas	8700	22800	30000	kN/m ³
Angka <i>poison</i>	0,3	0,3	0,3	-
Kohesi	12	22	1	kN/m ²
Sudut Gesek dalam	27	29	49	°

Beban Gempa

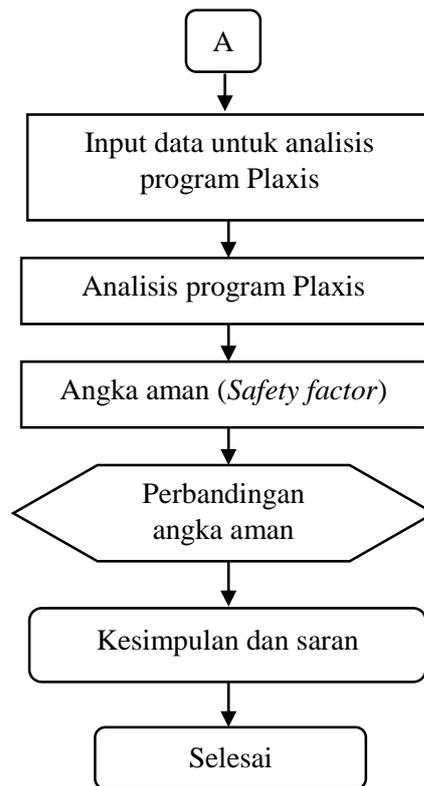
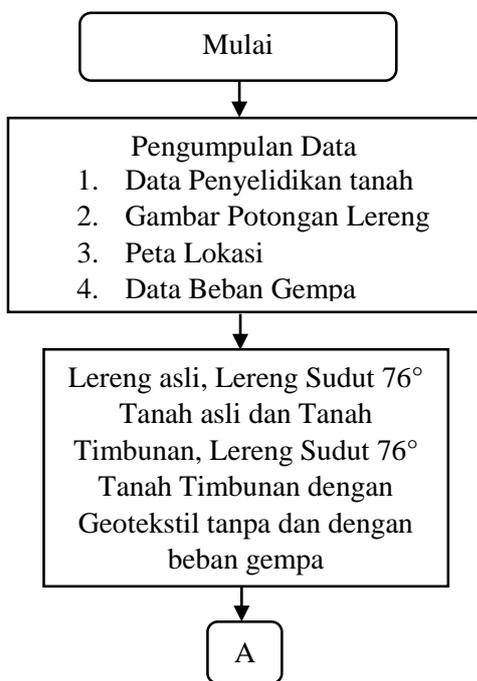
Ngawi memasuki zona gempa ke-5 dengan percepatan puncak gempa (PGA) sebesar 0,2 – 0,25g berdasarkan peta zonasi gempa yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum yang diterbitkan pada tahun 2010. Data gempa yang sesuai dengan nilai tersebut adalah data gempa di kawasan Upland, California pada tahun 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

Pelaksanaan Penelitian

Secara garis besar tahapan pada penelitian ini dapat dibagi menjadi empat tahapan, yaitu pengumpulan data, merencanakan variasi model lereng, *input* pada program plaxis, analisis hasil *output* program plaxis. Dari uraian tersebut dapat digambarkan skema penelitian mengikuti alur *flowchart* yang dapat dilihat pada Gambar 2.

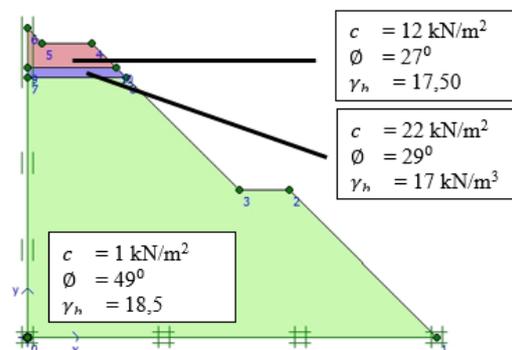


Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

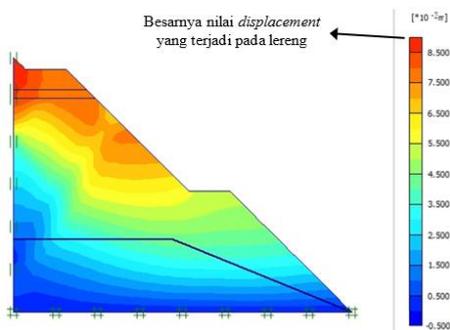
Lereng Asli

Desain yang akan digunakan untuk galian jalan akan dilakukan dengan membuat beberapa jenzang. Dalam tugas akhir ini akan dibuat menjadi 2 jenzang dengan masing-masing jenzang mempunyai ketinggian kurang lebih 6 meter dengan kemiringan lereng dibuat skala 1V:1H serta dibuat berm selebar 2 meter. Untuk lebih jelasnya desain galian lereng sta 128+850 dapat dilihat pada gambar 3.

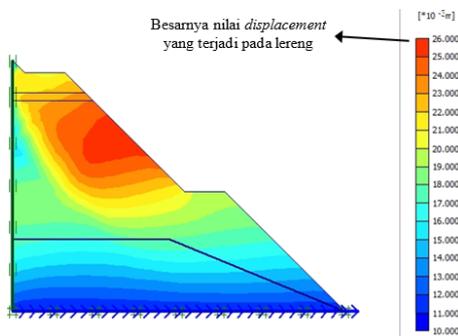


Gambar 3 Pemodelan Lereng Asli

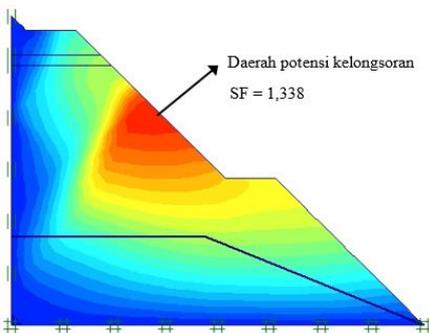
Setelah di lakukan analisis dengan program Plaxis, nilai *total displacements* pada lereng asli sta. 128+850 tanpa beban gempa didapatkan nilai sebesar $8,84 \times 10^{-3}$ meter dan dengan beban gempa nilainya sebesar $25,84 \times 10^{-3}$ meter. Hasil gambar dari analisis program Plaxis dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5 dan untuk hasil analisis daerah potensi kelongsoran dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7



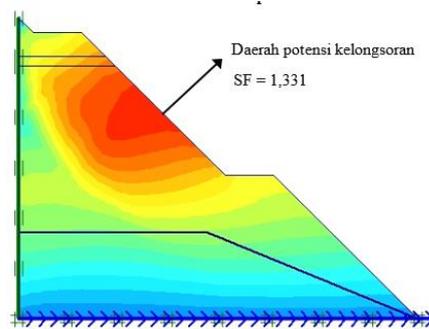
Gambar 4 *Total Displacement* pada Lereng Asli Sta. 128+850 tanpa Beban Gempa



Gambar 5 *Total Displacement* pada Lereng Asli Sta. 128+850 dengan Beban Gempa



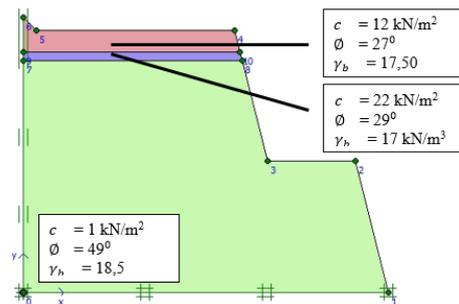
Gambar 6 Daerah Potensi Kelongsoran Lereng Asli Sta. 128+850 tanpa Beban Gempa



Gambar 7 Daerah Potensi Kelongsoran Lereng Asli Sta. 128+850 dengan Beban Gempa

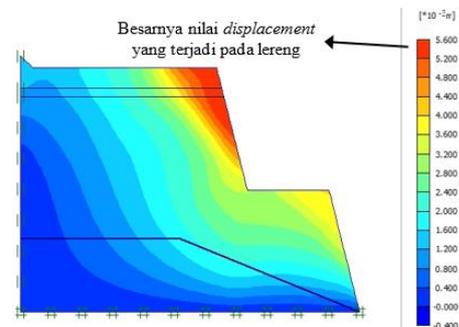
Lereng Sudut 76° Tanah Asli

Desain lereng dengan geometri baru tanah asli tanpa perkuatan geotekstil dapat dilihat pada Gambar 8.

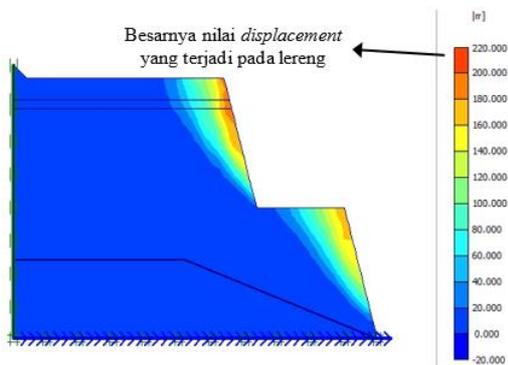


Gambar 8 Pemodelan Lereng Sudut 76° Tanah Asli

Besarnya nilai *total displacements* pada lereng sudut 76° tanah asli tanpa perkuatan geotekstil tanpa beban gempa sebesar $5,47 \times 10^{-3}$ meter dan dengan beban gempa sebesar 201,8 m seperti tampak pada Gambar 9 dan Gambar 10.

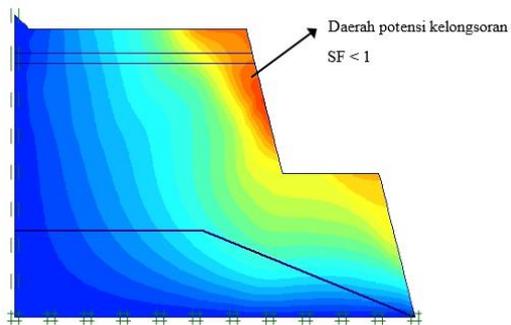


Gambar 9 *Total Displacement* pada Lereng Sudut 76° Tanah Asli tanpa Beban Gempa

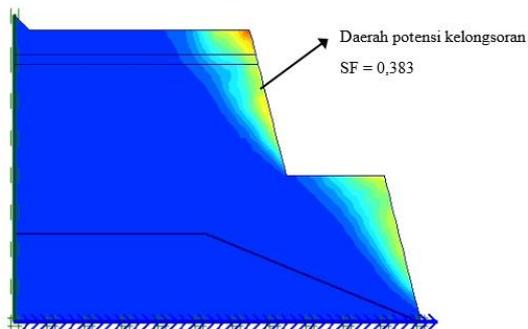


Gambar 10 Total Displacement pada Lereng Sudut 76° Tanah Asli dengan Beban Gempa

Gambar 11 dan Gambar 12 menunjukkan daerah potensi kelongsoran pada lereng dengan sudut 76° tanah asli tanpa perkuatan geotekstil tanpa beban gempa dan dengan beban gempa.



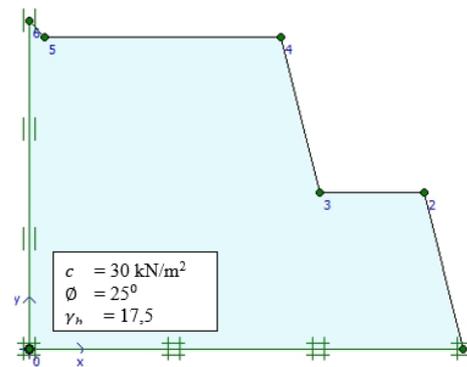
Gambar 11 Daerah Potensi Kelongsoran Lereng Sudut 76° Tanah Asli tanpa Beban Gempa



Gambar 12 Daerah Potensi Kelongsoran Lereng Sudut 76° Tanah Asli dengan Beban Gempa

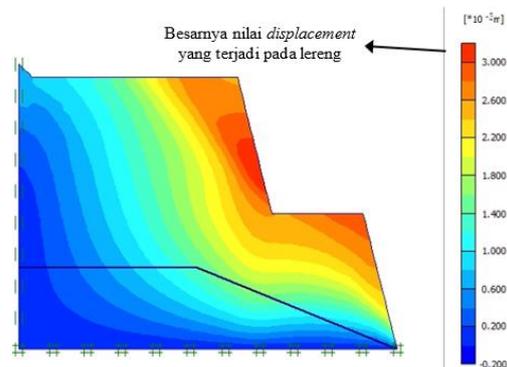
Lereng Sudut 76° Tanah Timbunan

Desain lereng dengan geometri baru tanpa perkuatan geotekstil dapat dilihat pada Gambar 13

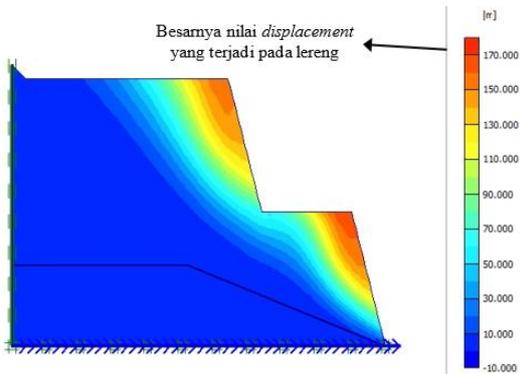


Gambar 13 Pemodelan Lereng Sudut 76° Tanah Timbunan

Besarnya nilai total displacements pada lereng sudut 76° tanpa perkuatan geotekstil tanpa beban gempa sebesar $3,19 \times 10^{-3}$ meter dan dengan beban gempa sebesar 170 m seperti tampak pada Gambar 14 dan Gambar 15.

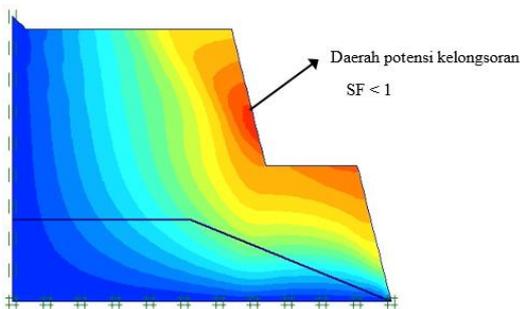


Gambar 14 Total Displacement pada Lereng Sudut 76° Tanah Timbunan tanpa Beban Gempa

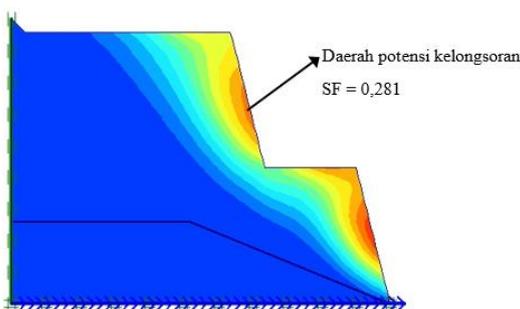


Gambar 15 *Total Displacement* pada Lereng Sudut 76° Tanah Timbunan dengan Beban Gempa

Gambar 16 dan Gambar 17 menunjukkan daerah potensi kelongsoran pada lereng dengan sudut 76° tanpa perkuatan geotekstil tanpa beban gempa dan dengan beban gempa.



Gambar 16 Daerah Potensi Kelongsoran Lereng Sudut 76° Tanah Timbunan tanpa Beban Gempa

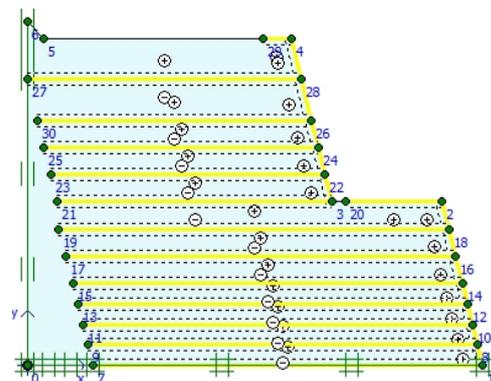


Gambar 17 Daerah Potensi Kelongsoran Lereng Sudut 76° Tanah Timbunan dengan Beban Gempa

Lereng Sudut 76° Tanah Timbunan dengan Perkuatan Geotekstil

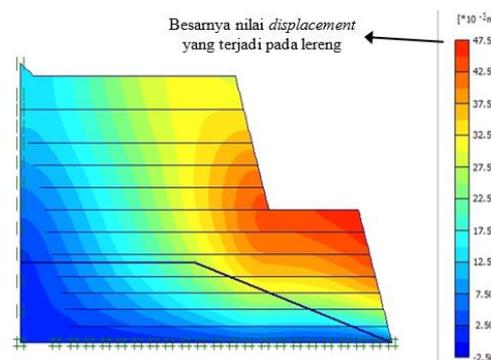
Untuk mengatasi masalah yang ada pada lereng setelah analisis menggunakan sudut 76°. Pada tugas akhir ini dilakukan rekayasa teknis dengan memberikan lapisan perkuatan geotekstil untuk sudut lereng 76° tanah timbunan.

Pemodelan lereng dengan sudut 76° tanah timbunan dengan perkuatan geotekstil dalam analisis program Plaxis 8.2 dapat dilihat pada Gambar 18 Garis kuning pada gambar menunjukkan perkuatan geotekstil woven.

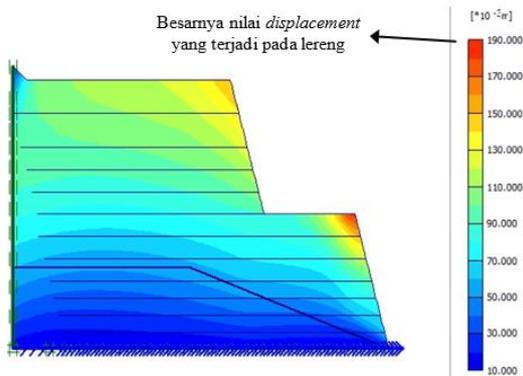


Gambar 18 Pemodelan Lereng Sudut 76° dengan Perkuatan Geotekstil

Dari hasil analisis didapatkan nilai *total displacement* pada lereng sudut 76° yang diperkuat geotekstil tanpa beban gempa adalah $46,95 \times 10^{-3}$ m dan dengan beban gempa adalah $184,63 \times 10^{-3}$ m, hasil bisa dilihat pada Gambar 19 dan Gambar 20.

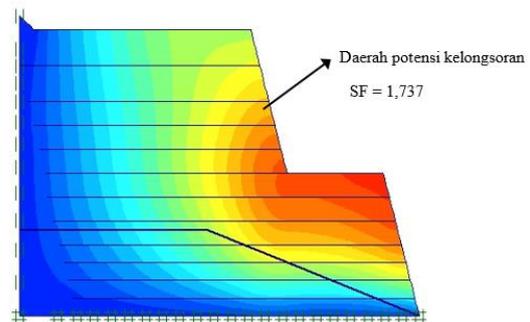


Gambar 19 *Total Displacement* pada Lereng Sudut 76° dengan Perkuatan Geotekstil tanpa Beban Gempa

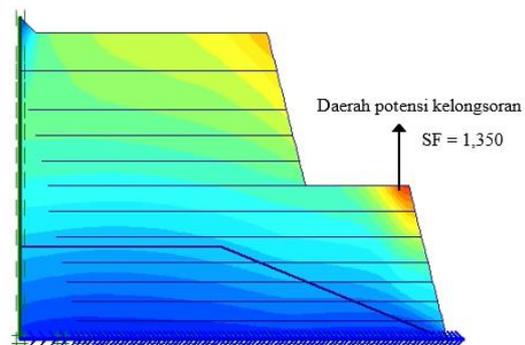


Gambar 20 Total Displacement pada Lereng Sudut 76° dengan Perkuatan Geotekstil dan Beban Gempa

Gambar 21 dan Gambar 22 menunjukkan daerah potensi kelongsoran pada lereng sudut 76° dengan perkuatan geotekstil tanpa dan dengan beban gempa.



Gambar 21 Daerah Potensi Kelongsoran Lereng Sudut 76° dengan Perkuatan Geotekstil tanpa Beban Gempa



Gambar 22 Daerah Potensi Kelongsoran Lereng Sudut 76° dengan Perkuatan Geotekstil dan Beban Gempa

Tabel 2 Hasil Analisis Stabilitas Lereng dengan Menggunakan Program Plaxis 8.2

Analisis	Lereng Asli		Lereng Sudut 76° Tanah Asli Tanpa Geotekstil		Lereng Sudut 76° Tanah Timbunan Tanpa Geotekstil		Lereng Sudut 76° Tanah Timbunan Dengan Geotekstil	
	Beban Sendiri Lereng	Beban Gempa	Beban Sendiri Lereng	Beban Gempa	Beban Sendiri Lereng	Beban Gempa	Beban Sendiri Lereng	Beban Gempa
Total Displacement (m)	$8,84 \times 10^{-3}$	$25,84 \times 10^{-3}$	$5,47 \times 10^{-3}$	201,8	$3,19 \times 10^{-3}$	170,5	$46,95 \times 10^{-3}$	184×10^{-3}
Effective Stresses (kN/m ²)	-172,13	-166,74	-191,96	-371,02	-183,72	500,95	-183,04	-215,87
Angka Aman (SF)	1,338	1,331	< 1	0,383	< 1	0,281	1,737	1,350

KESIMPULAN

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

1. Hasil analisis stabilitas lereng asli tanpa dan dengan beban gempa menggunakan program Plaxis 8.2 secara berturut-turut didapat nilai angka aman sebesar 1,338 dan 1,331
2. Hasil analisis stabilitas lereng sudut 76° tanah asli dan tanah timbunan tanpa diperkuat geotekstil tanpa beban gempa tidak menghasilkan nilai angka aman pada program Plaxis 8.2 dikarenakan pada tahap perhitungan stabilitas lereng dengan beban sendiri sudah mengalami kegagalan/keruntuhan lereng, sedangkan untuk lereng sudut 76° tanah asli nilai angka aman diperoleh 0,383 dan untuk lereng sudut 76° tanah timbunan diperoleh nilai angka aman sebesar 0,281. Ini menunjukkan lereng dengan geometri 76° tanah asli dan tanah timbunan tanpa perkuatan tidak dapat diaplikasikan dilapangan karena mengalami keruntuhan lereng.
3. Hasil analisis stabilitas lereng sudut 76° diperkuat geotekstil tanpa beban gempa menghasilkan nilai angka aman sebesar 1,737, sedangkan untuk lereng sudut 76° yang diperkuat geotekstil dan dengan beban gempa diperoleh nilai angka aman Sebesar 1,350. Ini menunjukkan lereng dengan geometri 76° dengan perkuatan geotekstil dapat diaplikasikan dilapangan.
4. Lereng dengan geometri asli menghasilkan nilai aman 1,338 dan 1,331 untuk tanpa gempa dan dengan beban gempa, sedangkan setelah material tanah diganti dengan timbunan tanpa diperkuat geotekstil untuk lereng sudut 76° menghasilkan nilai aman < 1 untuk masing-masing tanpa beban gempa dan dengan beban gempa. Lalu untuk hasil angka aman mengalami peningkatan menjadi 1,737 dan 1,350 pada lereng sudut 76° material tanah timbunan yang

diperkuat geotekstil tanpa beban gempa dan dengan beban gempa.

SARAN

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

1. Berdasarkan hasil analisis stabilitas lereng Sta. 128+850 dengan menggunakan program Plaxis 8.2 untuk lereng asli relatif aman diaplikasikan di lapangan, sedangkan untuk alternatif lereng sudut 76° harus menggunakan perkuatan geotekstil supaya mencapai keamanan lereng. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan nilai faktor air semen yang berbeda.
2. Pekerjaan drainase perlu dilakukan untuk mengalirkan air hujan yang masuk ke permukaan lereng, sehingga lereng terbebas dari genangan air.
3. Bagi peneliti yang akan melakukan penelitian lebih lanjut dapat dipertimbangkan penggunaan alternatif bahan tambah stabilisasi tanah, yaitu dengan stabilitas kimia, dengan tanah pada lereng asli dicampurkan dengan bahan kimia seperti kapur, semen dll supaya tanah asli lebih stabil.

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.
- Hardiyatmo, H.C. 2010. *Mekanika Tanah 1*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2010. *Mekanika Tanah 2*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Isparmo, 2010. *Geotextile Woven, Definisi dan Fungsi*. (<http://geotextile.web.id/geotextile-woven-definisi-dan-fungsi.html>. Diakses 20 Desember 2018).