

## ANALISA KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN GEOTEKSTIL PADA JALAN AKSES PULAU BALANG BALIKPAPAN KALIMANTAN TIMUR

**Junaidi**

Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda  
*Junaidisp96@gmail.com*

**M. Ridwan**

Staff Pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda  
*mridwan2000@yahoo.com*

**Kukuh Prihatin**

Staff Pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda  
*Kukuh\_prihatin@yahoo.com*

### INTISARI

Analisa kestabilan lereng menggunakan geotekstil pada Jalan Akses Pulau Balang Balikpapan Kalimantan Timur ialah Penanganan lereng dengan beberapa alternatif penanganan. Namun, banyak alternatif lain yang dapat dilakukan salah satunya dengan menggunakan perkuatan geotekstil. Perhitungan ini bertujuan untuk dapat menganalisa perkuatan geotekstil, perhitungan terhadap internal dan eksternal, dan menganalisa kestabilan lereng dengan perkuatan geotekstil dan kombinasi alternatif penanganan menggunakan counterweight dan cerucuk. Perhitungan geotekstil meliputi, stabilitas lereng menggunakan metode FEM dengan bantuan *program plaxis*, koefisien tekanan tanah, Analisa kontrol stabilitas internal, dan Analisa kontrol stabilitas eksternal. Angka keamanan bidang longsor paling kritis 1, maka direncanakan Perkuatan geotekstil dengan kekuatan Tarik = 50,809 kN/m, dengan panjang  $L = 31,45$  m, Didapatkan nilai  $FK_{geser} = 62,646$ ;  $FK_{guling} = 21,910$ ;  $FK_{DDT} = 82,023$ . Hasil Analisa menggunakan perkuatan geotekstil faktor aman = 1,287, menggunakan perkuatan geotekstil dan *counterweight* faktor aman = 1,319, dan menggunakan perkuatan geotekstil, *counterweight*, dan cerucuk faktor aman = 1,326.

**Kata Kunci :** Geotekstil, *counterweight*, cerucuk

### ABSTRACT

*Slope stability analysis using geotextiles on the Balang Island Access Road, Balikpapan, East Kalimantan, is slope handling with several alternative treatments. However, many other alternatives can be done one of them by using geotextile reinforcement. This calculation aims to be able to analyze geotextile reinforcement, internal and external calculations, and analyze slope stability with geotextile reinforcement and alternative combinations of handling using counterweights and recesses. Geotextile calculations include, slope stability using FEM method with the help of a plaque program, coefficient of soil pressure, analysis of internal stability control, and analysis of external stability control. The most critical landslide safety figure is 1, then geotextile reinforcement is planned with Tensile strength = 50,809 kN / m, with length  $L = 31,45$  m,  $FK_{sliding}$  value = 62,646;  $FK_{rolled} = 21,910$ ;  $FK_{DDT} = 82,023$ . Results of analysis using geotextile reinforcement safe factor = 1,287, using geotextile reinforcement and safe factor counterweight = 1,319, and using geotextile reinforcement, counterweight, and safety factor receptacle = 1.326.*

**Key words :** Geotextile, counterweight, pile foundation

## PENDAHULUAN

Pembangunan Jembatan Pulau Balang merupakan proyek yang dibangun bersama antara Kementerian PUPR, Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur, dan Pemerintah Kabupaten Penajam Paser Utara. Lokasi pekerjaan Pembangunan Jembatan Pulau Balang terletak di Pulau Balang, Teluk Balikpapan.

Jalan akses Pulau Balang yang dibangun menggunakan struktur *Rigid Pavement* sepanjang 1.775 meter ini akan menghubungkan Jembatan utama *Cable Stayed* dari Balikpapan dengan Jembatan Pelengkung dari Kabupaten Penajam Paser Utara. Kondisi awal pada beberapa lokasi di Jalan Akses adalah tanah gambut yang tergenang air, oleh karena itu direncanakan menggunakan tanah timbunan yang di padatkan dan kemiringan yang telah disesuaikan. Pada lokasi STA 23+000 s/d STA 23+200 di kanan badan jalan akses menggunakan perbaikan lereng dengan *counterweight 2 trap* sehingga menjadi timbunan lereng tinggi dari 8 – 16 meter, sedangkan di sisi kiri badan jalan akses adalah rawa yang terjadi embung, sehingga menurut perencana terjadi rembesan air ke badan jalan akses, karena ini perencana memilih geotekstil kurang lebih sepanjang 31 meter selebar badan jalan dengan tebal lipatan diujungnya.

Selain itu, lapisan tanah dasar diperkirakan tanah lunak (*soft*) dengan muka air yang cukup tinggi dikhawatirkan berpotensi mengalami kelongsoran dan penurunan tanah di lokasi tersebut, sehingga diperlukan penanganan longsor. Penanganan yang telah dilakukan adalah *counterweight* tambahan, pondasi cerucuk, dinding penahan tanah, dan menggunakan kekuatan geotekstil.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis merumuskan suatu permasalahan, diantaranya:

- Bagaimana menghitung kekuatan Geotekstil?
- Bagaimana menghitung kontrol stabilitas kekuatan Geotekstil terhadap geser, guling, dan daya dukung tanah?

- Bagaimana menghitung stabilitas lereng dengan kekuatan Geotekstil dan kombinasi alternatif penanganan lereng menggunakan program Plaxis 8.6?

Selain itu penelitian ini bertujuan yaitu:

- Menghitung kekuatan Geotekstil.
- Menghitung kontrol stabilitas kekuatan Geotekstil terhadap geser, guling, dan daya dukung tanah.
- Menghitung stabilitas lereng dengan kekuatan Geotekstil dan kombinasi alternatif penanganan lereng menggunakan program Plaxis 8.6.

## TINJAUAN PUSTAKA

### a. Lereng dan Longsor

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horizontal. Pada tempat dimana terdapat dua permukaan tanah yang berbeda ketinggian, maka akan ada gaya-gaya yang mendorong sehingga tanah yang lebih tinggi kedudukannya cenderung bergerak ke arah bawah yang disebut dengan gaya potensial gravitasi yang menyebabkan terjadinya longsor (Tjokorda, dkk, 2010).

### b. Pembebanan pada Lereng

Gaya yang ditimbulkan oleh adanya struktur jalan raya di atas konstruksi lereng harus mampu ditahan oleh lereng tersebut. Gaya tersebut yaitu gaya vertikal yang disebabkan oleh beban perkerasan dan beban kendaraan. Gaya-gaya yang berasal dari kendaraan nantinya akan diteruskan pada perkerasan sebagai tekanan vertikal. Tekanan vertikal dapat ditentukan dengan menggunakan penyebaran tekanan ( $2H: 1V$  atau  $\alpha = \pm 260$ ) dari Giroud dan Noiray (1981).

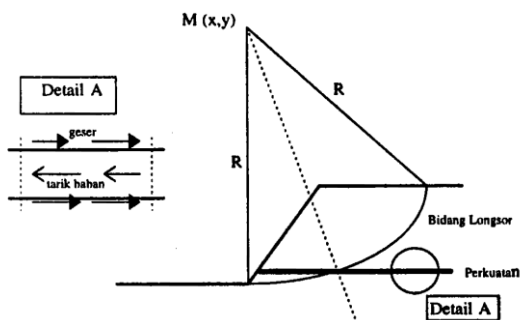
### c. Analisis Stabilitas Lereng

Analisa stabilitas lereng adalah suatu analisis untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial (Hardiyatmo, 2002). Dalam analisis stabilitas lereng terdapat dua metode yang digunakan yaitu metode kesetimbangan batas (*Limit Equilibrium Method*) dan metode elemen hingga (*Finite Element Method*) (Lastiasih, Y dan Sari, P.T.K, 2015).

FEM (*Finite Element Method*) adalah metode yang pertama kali diperkenalkan ke dalam ilmu geoteknik oleh *Clough* dan *Woodward* pada tahun 1967. Metode elemen hingga memberikan potensi besar untuk menangani masalah permasalahan geoteknik karena kemampuannya untuk memodelkan perilaku ketegangan nonlinear tanah. Tanah yang sangat kompleks, sehingga perilaku elastis linear biasanya tidak cukup untuk menangkap perilaku masalah geoteknik.

**d. Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan**

Pada konstruksi lereng dengan sistem perkuatan lereng, gaya yang meruntuhkan akan dilawan dengan oleh kemampuan geser dan tarik dari bahan perkuatan tersebut (Suryolelono, 1993 dalam Chasanah, 2012). Pada Gambar 2.3, tampak pengaruh bahan geotekstil dalam memberikan kontribusi perlawanan terhadap gaya yang melongsorkan cukup berperan, apabila bahan tersebut terpotong oleh bidang longsor.



Adapun maksud analisis stabilitas adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial. Faktor aman didefinisikan dengan memperhatikan tegangan geser rata-rata sepanjang bidang longsor potensial, dan kuat geser tanah rata-rata sepanjang permukaan longsor.

Faktor aman (SF) merupakan nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan (Hardiyatmo, 2007).

Analisis stabilitas lereng dengan perkuatan terdiri dari analisis stabilitas internal, stabilitas eksternal, dan stabilitas terhadap kelongsoran lereng. Stabilitas internal terdiri

dari dari stabilitas terhadap putus dan cabut tulangan, yang berupa stabilitas terhadap gaya-gaya internal yang diperhitungkan terhadap panjang dan jarak spasi antar perkuatan. Stabilitas terhadap gaya-gaya eksternal terdiri dari kemampuan perkuatan lereng dalam menahan gaya geser, guling, dan keruntuhan dasar pondasi akibat kuat dukung tanah. Anggapan yang digunakan adalah perkuatan lereng tanah merupakan satu kesatuan seperti pada konstruksi dinding penahan tanah. Sedangkan tinjauan stabilitas terhadap kelongsoran lereng dapat digunakan berbagai metode. (Suryolelono,1993 dalam Chasanah, 2012).

**e. Geosintetik dan Geotekstil**

Geosintetik adalah suatu produk berbentuk lembaran yang terbuat dari bahan *polimer* lentur, yang digunakan dengan tanah, batuan, atau *material* geoteknik lainnya, sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari suatu pekerjaan, struktur, atau sistem. Istilah geosintetik terdiri dari dua bagian, yaitu *geo* yang berhubungan dengan tanah dan *sinetik* yang berarti bahan buatan manusia.

Sejak tahun 1970-an, geosintetik semakin banyak digunakan sebagai bahan konstruksi pada proyek-proyek teknik sipil seperti jalan, dinding penahan, dan tempat pembuangan sampah. Saat ini, banyak jenis produk geosintetik yang tersedia di pasaran, misalnya geogrid, geotekstil, geocell, geomembran, dll. Setiap produk dirancang untuk memecahkan masalah teknik sipil tertentu. Gambar 2.4, memperlihatkan contoh jenis-jenis geosintetik seperti *geotekstile*, *geogrid*, *geonet*, *geomembrane*, *geosintetik clay liners*, *geofoam*, *geocomposite*. Pemilihan geosintetik dipengaruhi beberapa faktor seperti spesifikasi, durabilitas, ketersediaan bahan, biaya dan konstruksi.

**f. Program Plaxis**

Plaxis (*Finite Elemen Code for Soil and Rock Analyses*) merupakan suatu rangkuman program elemen hingga yang telah dikembangkan untuk menganalisis deformasi dan stabilisasi geoteknik dalam perencanaan-perencanaan sipil. Grafik prosedur-prosedur *input data (soil properties)* yang sederhana mampu menciptakan model-model elemen

hingga yang kompleks dan menyediakan *output* tampilan secara detail berupa hasil-hasil perhitungan. *Output* yang dihasilkan dalam program ini adalah dapat menampilkan bidang longsor, nilai faktor aman, tekanan air pori, penurunan tanah timbunan akibat beban, dan lain-lain. Perhitungan program ini seluruhnya secara otomatis dan berdasarkan pada prosedur-prosedur penulisan angka yang tepat (A.A. Balkema, 2012).

**METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam proses pengumpulan berbagai data sangat diperlukan untuk perancangan perkuatan Geotekstil ini, maka diperlukan data yang mencukupi. Adapun data yang tersedia, yaitu :

- a. gambar lokasi pekerjaan;
- b. data topografi;
- c. data pengujian tanah ( SPT, Sondir, dan Uji Laboratorium )

Uji penetrasi standar (SPT = Standard Penetration Test) adalah uji yang dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan.

Uji sondir adalah uji penetrasi pada tanah untuk mengetahui daya dukung tanah pada setiap lapisan serta mengetahui kedalaman lapisan tanah pendukung atau tanah keras.

Uji laboratorium adalah pengujian sampel tanah tidak terganggu hasil pengambilan sampel dilapangan dengan pengeboran yang selanjutnya dilakukan analisa sifat tanah di laboratorium.

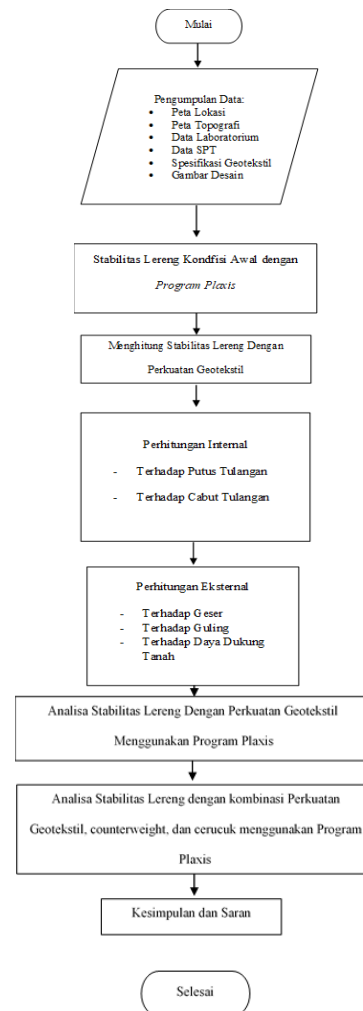
Pengujian SPT sumber data dari PT. Bumi Indonesia, pengambilan sampel laboratorium dilakukan pada dua titik di STA 23+075 yakni titik BH-01 (kiri) dan BH-02 (kanan) yang dapat dilihat pada Gambar 3.3. Sedangkan untuk pengujian sondir sumber data dari Politeknik Negeri Samarinda, pengambilan data dilakukan pada dua titik di STA 23+050 dan STA 23+100 yakni titik S.01 dan S.02 yang dapat dilihat pada Gambar 3.4. Adapun hasil pengujian sondir dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan untuk hasil

pengujian geotekstil dari PT. Petra Nusa Elshada

Dalam analisa perhitungan stabilitas lereng digunakan data tanah asli hasil pengujian laboratorium dilapangan tepatnya BH-01. Analisa stabilitas lereng menggunakan data tanah asli hasil uji laboratorium tanah.

Adapun potongan melintang beserta data *properties* tanah hasil pengujian pada titik pengujian BH-01 (kiri) dan BH-02 (kanan).

Diagram alir Analisa Kestabilan Lereng dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

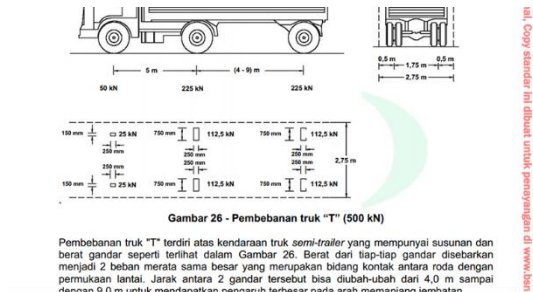


Gambar 3.1 Diagram Alir Analisa Kestabilan Lereng

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Perhitungan beban titik roda kendaraan menjadi beban merata

Perhitungan beban titik (P) :



Beban setiap roda truk = 112,5 KN , 25 KN  
 Lebar truk = 2,75 m  
 Jumlah roda = 4 buah, 2 KN  
 Total beban = (112,5 KN. 4) + (25 KN. 2 KN)  
 = 500 KN  
 $P = 500 \text{ KN} / 2,75 \text{ m}$   
 = 181,818 KN/m<sup>2</sup>

Perhitungan beban merata (q) :  
 Diketahui :  
 H = 3,5 m  
 Surface = 0,11 m (Aspal Beton)  
 LPA = 0,15 m (Agregat kelas A, Batu Pecah)  
 LPB = 0,20 m (Agregat kelas C, Batu Pecah)  
 Berat Surface = 0,11 m . 24 KN/m<sup>3</sup>  
 = 2,64 KN/m<sup>2</sup>  
 Berat LPA = 0,15 m . 14,5 KN/m<sup>3</sup>  
 = 2,18 KN/m<sup>2</sup>  
 Berat LPB = 0,20 m . 14,5 KN/m<sup>3</sup>  
 = 2,90 KN/m<sup>2</sup>  
 Berat total (q) = 2,64 KN/m<sup>2</sup> + 2,18 KN/m<sup>2</sup> + 2,90 KN/m<sup>2</sup>  
 = 7,72 KN/m<sup>2</sup>  
 $P + q = 181,818 \text{ KN/m}^2 + 7,72 \text{ KN/m}^2$   
 = 189,533 KN/m<sup>2</sup>

Hasil perhitungan beban merata yang sudah didapat di masukkan ke dalam Program Plaxis.

Stabilitas lereng sangat dipengaruhi oleh adanya bidang longsor tanah. Pada lereng Jalan Akses Pulau Balang STA 23+000 s/d 23+200 ini di analisis menggunakan Program Plaxis V.8.6. Pemodelan kondisi awal potongan lereng yang akan diinput ke

program Plaxis berdasarkan pada gambar potongan melintang STA 23+175 yang telah ada dan selanjutnya di masukkan data yang dibutuhkan dan di analisa untuk mendapatkan nilai faktor aman.

No	Data Input	Lapisan 1	Lapisan 2
1	E (kN/m <sup>2</sup> )	10,350	24,150
2	N	0,2	0,3
3	Γunsat (kN/m <sup>3</sup> )	17	17,267
4	Γsat (kN/m <sup>3</sup> )	17,409	17,897
5	Cref (kN/m <sup>2</sup> )	59,620	33,527
6	Φeff (...°)	11,08	19,367

Hasil analisis program Plaxis pada STA 23+175, berupa tampilan *total displacements*, warna elemen menggambarkan besarnya *displacements* yang terjadi pada lereng. *Displacements* maksimum yang terjadi ditunjukkan oleh elemen merah.

Analisa kontrol stabilitas *intern*

- Faktor aman terhadap putusan tulangan

$$SF_r = \frac{T_a}{\Delta P_h} \geq 1,5$$

$$= \frac{34,573}{17,286} \geq 1,5$$

$$= 2,939 \geq 1,5 \text{ (aman)}$$

- Faktor aman terhadap cabutan tulangan

$$SF_p = \frac{2 \cdot \mu \cdot \sigma_v \cdot L_e}{\Delta P_h} \geq 1,5$$

$$= \frac{2 \cdot 0,130 \cdot 34,573 \cdot 31,45}{10,832} \geq 1,5$$

$$= 17,159 \geq 1,5 \text{ (aman)}$$

Analisa kontrol stabilitas *Ekstern*

$$FK_{geser} = \frac{\sum R_h}{\sum P_a} \geq 1,5$$

$$= \frac{2132,912}{34,047} \geq 1,5$$

$$= 62,646 \geq 1,5 \text{ (aman)}$$

$$FK_{guling} = \frac{\sum M_T}{\sum M_{gl}} \geq 1,5$$

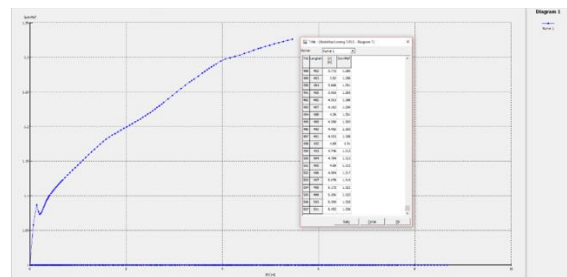
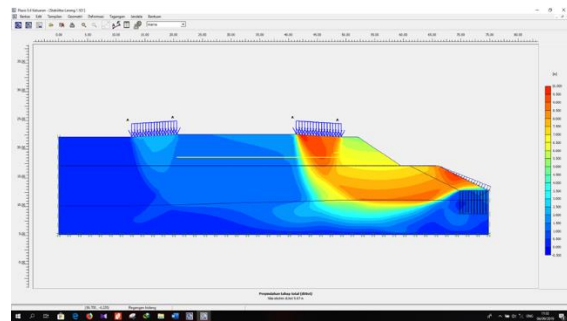
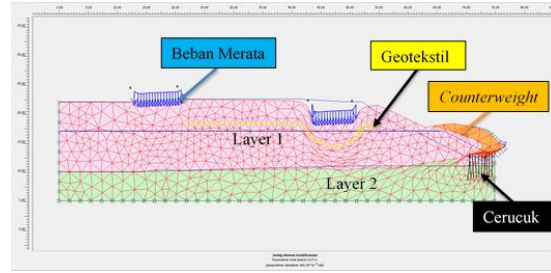
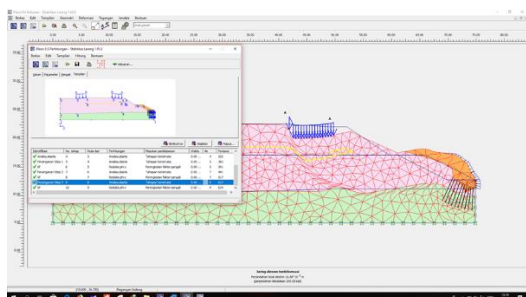
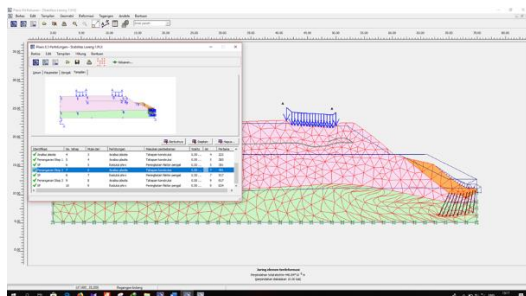
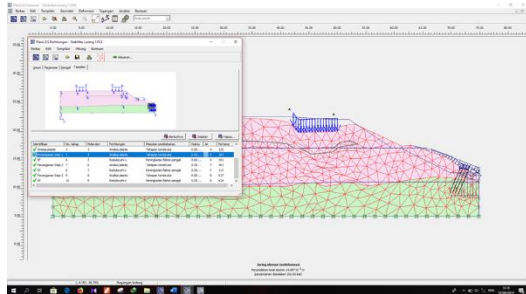
$$= \frac{371,153}{16,9396} \geq 1,5$$

$$= 21,910 \geq 1,5 \text{ (aman)}$$

$$\begin{aligned}
 FK_{DDT} &= \frac{q_{ult}}{q_{maks}} \geq 3 \\
 &= \frac{890,988}{10,86} \geq 3 \\
 &= 82,023 \geq 3 \text{ (aman)}
 \end{aligned}$$

**1. Kontrol stabilitas kelongsoran setelah adanya perkuatan**

Setelah melakukan perhitungan pada kontrol stabilitas geser, guling, dan daya dukung tanah maka selanjutnya melakukan perhitungan kontrol stabilitas kelongsoran setelah adanya penanganan untuk mengetahui bidang longsor yang akan terjadi berikutnya. Langkah pertama di coba dari penanganan Cerucuk dilanjutkan dengan penanganan Counterweight setelah itu terakhir Geotekstil, seperti pada gambar 4.18 dibawah.



**KESIMPULAN**

Dari hasil perhitungan perkuatan Geotekstil dan Analisa Kestabilan Lereng pada Jalan Akses Pulau Balang Balikpapan Kalimantan Timur, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan perkuatan Geotekstil :
  - a. Kuat Tarik izin Geotekstil sesuai dengan yang ada di lapangan.
  - b. Panjang penyaluran Geotekstil yang di hitung tidak sama panjangnya dengan gambar desain.
2. Hasil kontrol stabilitas perkuatan Geotekstil :
  - a. Analisa Kontrol Stabilitas Internal :
    - Angka keamanan (SF) terhadap putus tulangan Aman
    - Angka keamanan (SF) terhadap cabut tulangan Aman
  - b. Analisa Kontrol Stabilitas Eksternal :
    - Kontrol stabilitas geser Aman
    - Kontrol stabilitas guling Aman

- Kontrol stabilitas daya dukung tanah Aman
- 3. Hasil Analisa kestabilan lereng menggunakan *Program Plaxis 8.6* :
  - a. Nilai SF pada kondisi awal Tidak Aman.
  - b. Nilai SF setelah menggunakan perkuatan Geotekstil Tidak Aman.
  - c. Nilai SF setelah menggunakan kombinasi dengan perkuatan Geotekstil dan *Counterweight* Aman.
  - d. Nilai SF setelah menggunakan kombinasi dengan perkuatan Geotekstil, *Counterweight*, dan Cerucuk Aman.

- Das, Braja M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga : Surabaya.
- Koerner, Robert M. (1998). *Designing With Geosynthetics 4th*. Published by Prantice Hall : United Kingdom.
- M.Das, Braja. (1985). *Mekanika Tanah (Jilid 1)*. Surabaya: Erlangga.
- M.Das, Braja. (1994). *Mekanika Tanah (Jilid 2)*. Surabaya: Erlangga.
- Shukla dan Yin, J.H. (2006). *Dasar-dasar Teknik Geosintetik*. Inggris: Taylor.

### SARAN

1. Geotekstil yang digunakan terlalu boros karena spesifikasinya terlalu tinggi, untuk desain seharusnya menggunakan lebih dari 1 Geotekstil untuk menambah perkuatan lereng tersebut.
2. Terlalu banyak Penanganan yang digunakan pada lereng sehingga biayanya besar.
3. Diperlukan penanganan khusus pada kaki lereng seperti Dinding penahan tanah dan *Counterweight* tambahan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Craig, R.F. (1989). *Mekanika Tanah*, Erlangga : Jakarta.
- Giroud, J.P. and Noiray, L. (1981). "Geotextile-reinforced unpaved road design". *Journal of Geotechnical Engineering* : ASCE.
- Hardiyatmo, H.C. (2006). *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. (1992). *Mekanika Tanah 1*. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta
- Hardiyatmo, H.C. (2002). *Mekanika Tanah I*. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
- Santosa, Budi, dkk. (1998). *Mekanika Tanah Lanjutan*. Gunadarma : Jakarta.
- Wesley, Laurence D. (2012). *Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Residu*. Penerbit Andi : Yogyakarta.