

# ANALISIS STABILITAS LERENG BERTINGKAT DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Ichsan Prasetyo<sup>1)</sup> Bambang Setiawan<sup>2)</sup> Raden Harya Dananjaya<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik, Program Studi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>2)</sup> <sup>3)</sup> Pengajar Fakultas Teknik, Program Studi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524.

Email : [081291ichsan@gmail.com](mailto:081291ichsan@gmail.com)

## Abstract

*This study is aimed to determine the safety factor of natural slopes with geotextile reinforcement that occurs on terraced slopes . The method used in this research is the finite element method. Modeling is done with a few variations on the length of thick geotextile and soil embankment filling . Soil parameters used are secondary data from Cianjur soil investigation and using an approach angle from Meyerhof research . Slope stability analysis with geotextile reinforcement approach Meyerhof using 2 m length has a slope safety factor below 1.25 so by Bowles's theory, landslide could happen and a security numbers using a length of 4 m and 6 m has a slope safety factor above 1.25 that explain landslide are rare.*

*Keywords: slope stability, storey slope , geotextile , safety factor*

## Abstrak

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui angka keamanan lereng alami dan dengan perkuatan geotekstil yang terjadi pada lereng bertingkat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode elemen hingga. Permodelan dilakukan dengan beberapa variasi pada panjang geotekstil dan tebal tanah timbunan pengisi. Parameter tanah yang digunakan adalah data sekunder dari Kabupaten Cianjur dan menggunakan pendekatan sudut geser Meyerhof. Analisis stabilitas lereng dengan perkuatan geotekstil menggunakan pendekatan sudut geser Meyerhof dengan menggunakan panjang 2 m memiliki angka keamanan lereng dibawah 1,25 sehingga menurut Bowles kelongsoran pernah terjadi dan angka keamanan menggunakan panjang 4 m, dan 6 m memiliki angka keamanan lereng diatas 1,25 sehingga kelongsoran jarang terjadi.

Kata kunci: stabilitas lereng, lereng bertingkat, geotekstil, safety factor.

## PENDAHULUAN

Metode yang dikembangkan oleh ahli untuk menangani kestabilan lereng banyak mengalami perkembangan, dari sistem yang konvensional yaitu penerapan terasering, turap, dinding penahan tanah (DPT), dan terucuk. Sistem yang banyak digunakan di dunia teknik sipil adalah: *geosintetik*, *nailing*, dan penerapan pra tegang. (Nur 2012)

Geosintetik sendiri mengalami perkembangan dan mempunyai banyak ragam, diantaranya adalah geotekstil. Geotekstil adalah geosintetik yang bersifat lolos air dari anyaman atau nir ayam benang (serat serat) sintesis yang digunakan dalam pekerjaan tanah (Suryolelono 2000).

Penelitian ini membahas analisis stabilitas lereng alami dan lereng bertingkat dengan perkuatan geotekstil. Lereng alami adalah lereng yang terbentuk secara alami yang sudah ada, dan lereng bertingkat adalah lereng buatan untuk keperluan untuk jalan raya yang terdiri dari 2 trap yang digunakan sebagai jalan kolektor yang kemudian akan dianalisis menggunakan program plaxis 2D v 8.2. Angka keamanan lereng *existing* dibahas menurut teori yang digunakan kemudian menganalisis kembali angka keamanan setelah diperkuat menggunakan geotekstil.

## TINJAUAN PUSTAKA

Pendekatan sudut geser Meyerhof adalah pendekatan yang digunakan penelitian ini karena data sekunder yang didapat dari hasil investigasi tanah yaitu berupa berat volume tanah ( $\gamma$ ), Sudut geser tanah ( $\phi$ ), kohesi tanah ( $c$ ), dan hasil uji *Bor-log* belum dapat digunakan sebagai *input* pada program *Plaxis*. Data tersebut kemudian diolah menggunakan pendekatan sudut geser Meyerhof yang kemudian didapat parameter lainnya seperti, kekakuan axial elastis tanah ( $EA$ ) dan koefisien permeabilitas ( $k$ ) yang digunakan sebagai *input* untuk analisis menggunakan *Plaxis*.

Analisis stabilitas lereng menggunakan metode elemen hingga didasarkan pada konsep keseimbangan plastis batas. 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 kelongsoran. (Brinkgreve dan Broere 2002)

Bowles (1989) menjelaskan beberapa variasi nilai faktor keamanan terhadap kemungkinan longsor lereng maupun pada perancangan. Kelongsoran bisa terjadi bila nilai angka keamanan ( $SF$ ) kurang dari 1,07, kelongsoran pernah terjadi bila nilai ( $SF$ ) di antara 1,07 dan 1,25, dan kelongsoran jarang terjadi bila nilai ( $SF$ ) lebih dari 1,25.

#### Parameter Geotekstil

Menurut Suryolelono (2000), Geosintetik adalah bahan tiruan (sintetis) atau bahan yang bukan merupakan bahan alami yang digunakan dilingkungan tanah. Bahan sintetis ini dapat berupa bahan-bahan yang berasal dari *polimerisasi* hasil industri-industri kimia (minyak bumi), bahan baja, semen, serat-serat sintetis, kain dan lain-lain. Secara umum geosintetik ini dapat dikatakan sebagai bahan serat-serat asli atau buatan yang digunakan didalam pekerjaan-pekerjaan yang berhubungan dengan tanah, batuan atau lingkungan tanah/batuan, tetapi arti yang sekarang berkembang, geosintetik adalah bahan sintetis berupa serat-serat sintetis yang dianyam, nir-anyam atau bentuk lain (mat, web dll) yang digunakan dalam pekerjaan-pekerjaan tanah.

Parameter pendekatan untuk geotekstil yang digunakan sebagai *input* pada *Plaxis* untuk penelitian ini adalah kekakuan *axial elastic* ( $EA$ ). Parameter kekakuan *axial elastic* didapatkan dari spesifikasi geotekstil yaitu *tensile strength* ( $F$ ) dan *elongation* ( $\Delta l/l$ ). ( $EA$ ) adalah hasil dari *tensile strength* dibagi *elongation*.

#### Reduksi $\phi$ - $c$

Reduksi  $\phi$ - $c$  merupakan salah satu metode untuk menghitung faktor keamanan. Pendekatan reduksi  $\phi$ - $c$ , parameter  $\tan \phi$  dan  $c$  dari tanah selanjutnya akan direduksi hingga keruntuhan tercapai. Faktor pengali total  $\Sigma Msf$  digunakan untuk mendefinisikan parameter kekuatan tanah pada suatu tahapan tertentu dalam analisis sama dengan  $\tan \phi$  masukan dibagi  $\tan \phi$  tereduksi sama dengan kohesi ( $c$ ) masukan dibagi kohesi ( $c$ ) tereduksi

Perhitungan reduksi  $\phi$ - $c$  dilakukan dengan prosedur peningkatan beban jumlah langkah. Peningkatan faktor pengali  $Msf$  digunakan untuk menentukan peningkatan dari reduksi kekuatan dari langkah perhitungan pertama. Peningkatan ini secara pra pilih diatur ke 0,1. Proses selanjutnya akan direduksi secara otomatis hingga seluruh langkah tambahan telah digunakan.

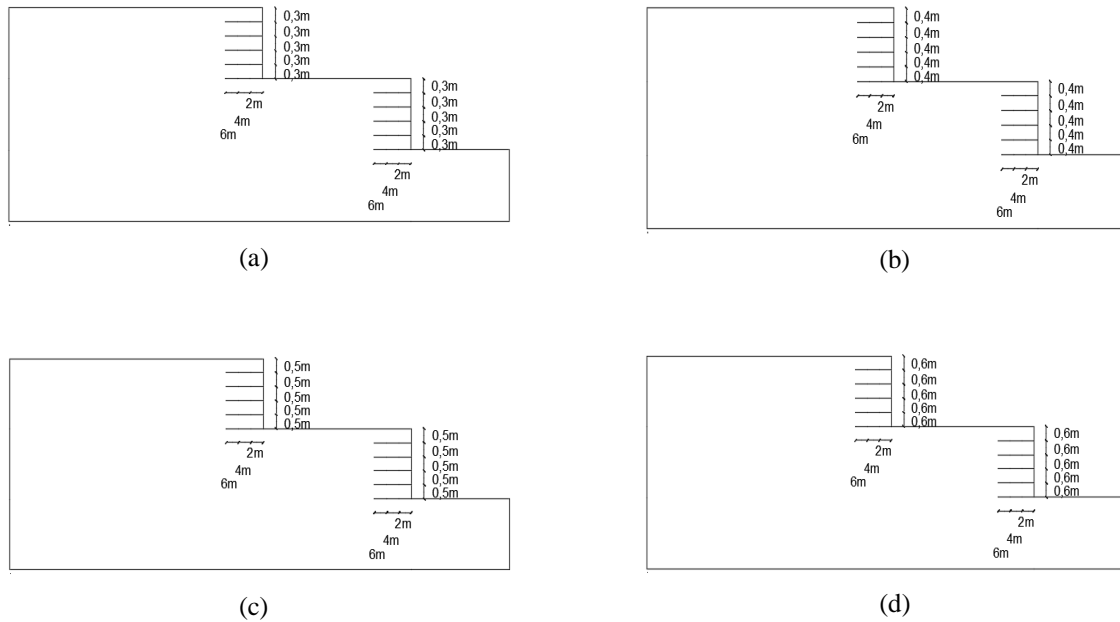
Langkah terakhir sebelum reduksi  $\phi$ - $c$  harus selalu dicek apakah telah menghasilkan mekanisme keruntuhan. Jika hal ini terjadi, maka angka keamanan ( $SF$ ) adalah gaya yang menahan dibagi gaya yang mendorong

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode elemen hingga dengan menggunakan program *Plaxis* 8.2. Permodelan dilakukan dengan beberapa variasi pada panjang geotekstil dan tebal tanah timbunan pengisi. Permodelan elemen hingga yang dipilih dalam penelitian ini berupa *plane strain*. Model ini digunakan jika penampang melintang yang kurang lebih seragam dengan kondisi tegangan dan kondisi pembebanan yang cukup panjang dalam arah tegak lurus terhadap penampang, sehingga sesuai untuk permodelan lereng. Asumsi pembebanan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan beban kendaraan terberat yang melintasi jalan pada tingkatan lereng.

#### Pemodelan Lereng dengan Perkuatan

Perkuatan pada lereng difungsikan untuk mencegah terjadinya kelongsoran, sehingga kestabilan lereng dapat tercapai. Salah satu perkuatan lereng yang biasanya dipakai adalah geotekstil. Jenis geotekstil yang digunakan pada penelitian adalah geotekstil anyam dari *polyester* dari produksi *maccaferri* dengan kemiringan lereng 90°. Variasi yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



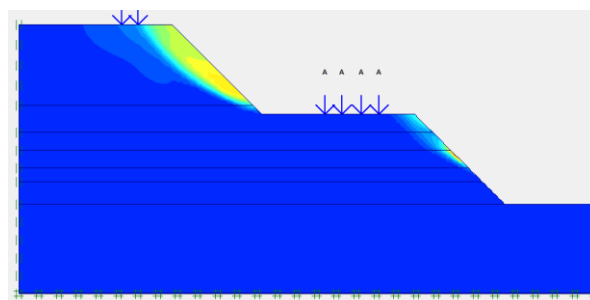
Gambar 1 (a) Geotekstil variasi 1, 2, 3  
 (b) Geotekstil variasi 4, 5, 6  
 (c) Geotekstil variasi 7, 8, 9  
 (d) Geotekstil variasi 10, 11, 12

## PEMBAHASAN

Program *Plaxis 8.2* digunakan untuk mengetahui stabilitas global lereng. Stabilitas global digunakan untuk mendapatkan angka keamanan lereng keseluruhan karena program *Plaxis* tidak dapat menampilkan angka keamanan guling, dan geser secara terpisah.

### Lereng Tanpa Perkuatan

Kondisi sebelum diperkuat merupakan kondisi lereng yang ditinjau, dalam kasus ini lereng memiliki kemiringan sudut  $45^\circ$ , dengan memodelkan pada program *plaxis* menggunakan parameter tanah korelasi dan sudut geser dengan pendekatan *Meyerhof* didapat hasil analisis stabilitas global yang ditunjukkan pada Gambar 2 berikut :

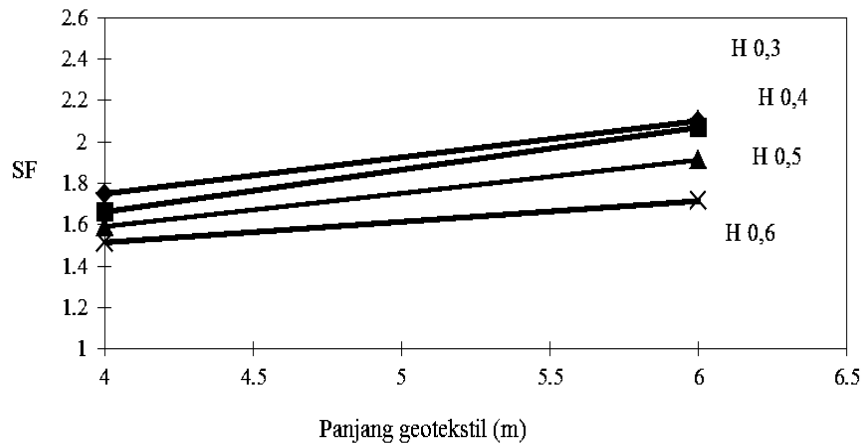


Gambar 2 Kelongsoran lereng pendekatan *Meyerhof*

Sudut geser merupakan parameter penting dalam perhitungan angka keamanan lereng, karena sudut geser mempengaruhi tahanan geser lereng. Gambar di atas menjelaskan bidang kelongsoran untuk pendekatan sudut geser *Meyerhof* dengan nilai  $SF$  1.2221 di bawah angka keamanan *Bowles* yaitu 1,25 sehingga kelongsoran pernah terjadi.

### 4.2. Lereng dengan Perkuatan

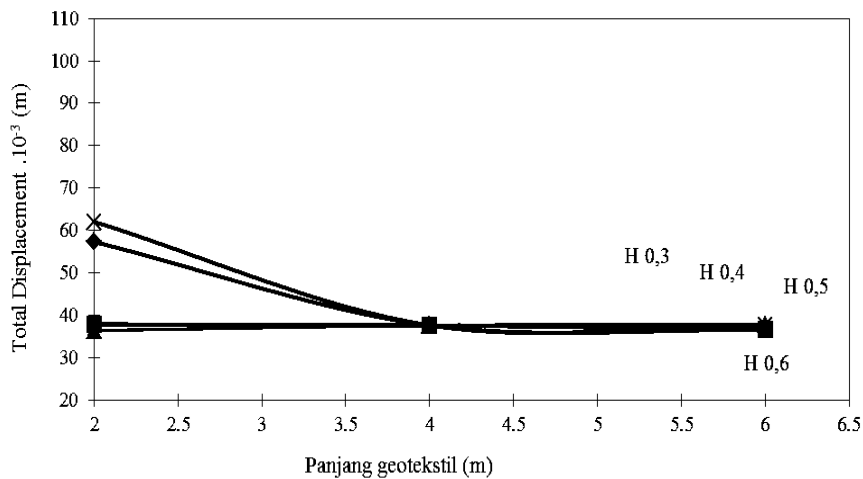
Lereng yang diperkuat dengan geotekstil kemudian dianalisis lagi menggunakan program *plaxis* untuk mengetahui perbedaan dengan angka keamanan sebelum diperkuat dan setelah diperkuat. Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan hubungan  $SF$  dengan setiap variasi menggunakan pendekatan sudut geser *Meyerhof* serta hasil *Extreme total displacement* dan *Principal directional stress*.



Gambar 3 Angka keamanan pendekatan sudut geser Meyerhof

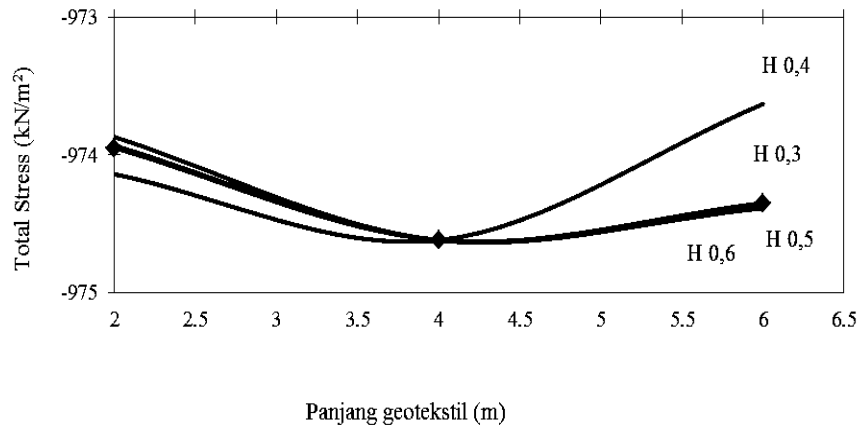
Gambar 3 menunjukkan angka keamanan pendekatan sudut geser Meyerhof lereng dengan panjang geotekstil 2 m dengan tebal timbunan 0,3 m; 0,4 m; 0,5 m; dan 0,6 m memiliki angka keamanan dengan nilai berturut-turut 0,436; 0,282; 0,059; 0,02. Bowles menjelaskan kelongsoran bisa terjadi bila nilai SF di bawah 1,25.

Angka keamanan lereng dengan panjang geotekstil 4 m dan 6 m dengan tebal timbunan 0,3 m; 0,4 m; 0,5 m; dan 0,6 m memiliki angka keamanan dengan nilai berturut-turut 1,75; 2,102; 1,663; 2,01; 1,592; 1,913; 1,515; 1,715. Bowles menjelaskan kelongsoran jarang terjadi bila SF di atas 1,25.



Gambar 4 Extreme total displacement pendekatan sudut geser Meyerhof

Gambar 4 menunjukkan total displacement yang dihasilkan dari pendekatan sudut geser Meyerhof. Total displacement yang didapatkan tidak menunjukkan tren tertentu. Variasi panjang geotekstil 2 m, 4 m, dan 6 m dengan tebal timbunan 0,3 m dan 0,6 m menunjukkan penurunan nilai perpindahan sesuai penambahan panjang geotekstil tetapi untuk variasi panjang geotekstil 2 m, 4 m, dan 6 m dengan tebal timbunan 0,4 m dan 0,5 m justru mengalami peningkatan dengan nilai berturut-turut 0,036 m; 0,037 m; 0,037 m.



Gambar 5 Total Stress pendekatan sudut geser *Meyerhof*

Gambar 5 menunjukkan tegangan total pendekatan sudut geser *Meyerhof* menunjukkan tidak adanya tren tertentu. Tegangan yang terjadi saat menggunakan geotekstil dengan panjang 4 m turun dari tegangan awal saat menggunakan panjang 2 m dengan nilai berturut-turut  $-974,62 \text{ kN/m}^2$ , panjang geotekstil 6 m justru mengalami kenaikan dengan nilai untuk setiap variasi tebal timbunan adalah  $-974,35 \text{ kN/m}^2$ ,  $-973,63 \text{ kN/m}^2$ ;  $-974,39 \text{ kN/m}^2$ ; dan  $-974,37 \text{ kN/m}^2$ .

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan mengenai analisis stabilitas lereng dengan perkuatan geotekstil dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisis stabilitas lereng bertingkat *existing* menggunakan program *Plaxis* didapat angka keamanan lereng untuk pendekatan sudut geser *Meyerhof* adalah 1,2221.
2. Analisis stabilitas lereng bertingkat dengan keimiringan 90o diperkuat geotekstil variasi panjang geotekstil 2 m dengan tebal timbunan 0,3 m; 0,4 m; 0,5 m; dan 0,6 m pendekatan sudut geser *Meyerhof* memiliki angka SF di bawah angka keamanan lereng dari *Bowles* yaitu 1,25.
3. Analisis stabilitas lereng bertingkat dengan keimiringan 90o diperkuat geotekstil variasi panjang geotekstil 4 m dan 6 m dengan tebal timbunan 0,3 m; 0,4 m; 0,5 m; dan 0,6 m pendekatan sudut geser *Meyerhof* memiliki angka SF di atas angka keamanan lereng dari *Bowles* yaitu 1,25.
4. Perpindahan total lereng tidak menunjukkan tren tertentu untuk pendekatan sudut geser *Meyerhof*.
5. Tegangan total lereng tidak menunjukkan tren tertentu untuk pendekatan sudut geser *Meyerhof*.

## REFERENSI

- Bowles, J.,E., 1989, *Hubungan nilai Safety Factor dan kemungkinan kelongsoran tanah*.
- Brinkgreve, R.B.J, & Broere, W. 2002. *Manual Plaxis 2D Version 8*. Netherland: Delft University of Technology & Plaxis.
- Nur F., A., 2012, *Analisis Tegangan-Perpindahan dan Faktor Keamanan (SF) Pada Lereng Miring Dengan Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Program Plaxis 8.2*, Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Suryolelono.,K.,B, 1994, *Geosintetik Teknik*, Yogyakarta: Nafiri.
- Suryolelono.,K.,B, 2000, *Geosintetik Teknik*, Yogyakarta: Nafiri.