

Penggunaan Program Plaxis Dalam Studi Penelitian Perkuatan Geotextile Pada Kestabilan Lereng Buatan

Yonas Prima Arga Rumbyarso^{1*}, Gali Pribadi²

¹Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana Indonesia, ²Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana Indonesia

*e-mail koresponden: primusindonesiaku@gmail.com

Abstrak

Studi analisis ini diharapkan agar kita dapat memahami nilai *safety factor* lereng alami menggunakan perkuatan *geotextile* yang timbul pada *multiple slope* (lereng bertingkat). Metode elemen hingga adalah metode yang dipakai di dalam studi analisis ini. Pola model dilaksanakan melalui beberapa kemungkinan terhadap tinggi tanah timbunan serta panjang *geotextile* itu sendiri. Indikator tolak ukur tanah yang digunakan merupakan data sekunder dari kabupaten bandung barat serta memakai pendekatan sudut geser Meyerhof. Pendekatan sudut geser Meyerhof juga dipakai terhadap analisis stabilitas lereng menggunakan perkuatan *geotextile* dengan memakai panjang 2,10 meter mempunyai nilai *safety factor* lereng dibawah 1.25 sehingga merujuk pada Bowles telah terjadi serta nilai *safety factor* memakai panjang 4.1 meter dan 6.1 meter mempunyai nilai *safety factor* lereng diatas 1,25 sehingga jarang terjadi kelongsoran.

Kata kunci: *multiple slope, safety factor, geotextile.*

Abstract

This analytical study is expected to understand the safety factor value of natural slopes using geotextile reinforcement arising on multiple slopes. The finite element method is the method used in this analytical study. The model pattern is implemented through several possibilities for the height of the soil fill and the length of the geotextile itself. The soil benchmark indicators used are secondary data from the West Bandung district and use the Meyerhof shear angle approach. The Meyerhof shear angle approach is also used for slope stability analysis using geotextile reinforcement using a length of 2.10 meters has a slope safety factor value below 1.35 so referring to Bowles has occurred and the safety factor value using a length of 4.1 meters and 6.1 meters has a slope safety factor value above 1.35 so that landslides rarely occur.

Keywords: *multiple slope, safety factor, geotextile.*

1. PENDAHULUAN

Beda elevasi atau kemiringan antara permukaan tanah membentuk sudut pada bidang disebut sebagai lereng (*slope*). Sedangkan kajian pada suatu permukaan yang miring atau beda elevasi ini disebut sebagai analisis stabilitas lereng. Pada analisis stabilitas lereng ini sering digunakan dalam perancangan & perencanaan bangunan konstruksi seperti contohnya adalah jalan raya, jalan rel kereta api, reklamasi saluran, lapangan terbang serta bendungan. Analisis kestabilan lereng, umumnya dilaksanakan untuk *check* dan *re-check* serta mencari nilai *safety factor* dari lereng galian, lereng timbunan serta lereng alam. (Hardiyatmo, 2007) menambahkan bahwa analisis stabilitas suatu lereng sangatlah rumit, ada berbagai macam faktor yang mempengaruhi terhadap hasil perhitungannya. Berbagai macam faktor itu antara lain adalah sebagai berikut :

- Kuat geser tanah yang anisotropis;
- Aliran rembesan air dalam tanah;
- Kondisi tanah yang berlapis-lapis dan lain sebagainya.

Pengertian *geotextile* menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah material pelapis yang dimanfaatkan dalam berbagai pekerjaan di bidang Teknik Sipil. Yang mana material itu tersusun atas benang-benang sintetis yakni jenis tidak anyaman & anyaman. Sementara itu, pengertian *geotextile* berdasarkan American Standard Testing & Mineral (ASTM) D4439 yakni geosintetik *permeable* dengan berbentuk serupa dengan tekstil.

Geotekstil yang dimaksud bermanfaat optimal sebagai pondasi suatu bangunan, batuan, tanah, maupun aplikasi geosintetik lainnya.

Pada studi analisis ini diulas mengenai kekuatan geotextile pada *multiple slope* (lereng bertingkat) dan *natural slope* (lereng alamiah). Lereng alamiah adalah lereng yang terbentuk karena proses alam tanpa campur tangan manusia sedangkan lereng bertingkat adalah lereng buatan manusia untuk kepentingan pembangunan jalan raya yang terbagi dalam 2 tingkat yang nantinya akan dihitung kembali memakai program Plaxis 2D. Nilai *safety factor existing slope* akan dibahas secara teori yang nantinya akan dihitung kembali nilai *safety factor*-nya sesudah menggunakan kekuatan *geotextile*.

Indikator tolak ukur pendekatan pada *geotextile* yang dipakai untuk input pada Plaxis V.8.6 di studi analisis ini adalah kekakuan axial elastis (EA). Parameter kekakuan axial elastis diperoleh dari spesifikasi *geotextile* yaitu tensile strength (F) serta elongation ($\Delta l/l$). (EA) merupakan nilai dari *tensile strength* dibagi *elongation*.

Diperlukan suatu nilai faktor keamanan minimum dengan suatu nilai tertentu yang disarankan sebagai batas faktor keamanan terendah yang masih aman sehingga lereng dapat dinyatakan stabil atau tidak. Sehingga dalam penelitian ini, faktor keamanan minimum yang digunakan adalah $SF \geq$ (*sama dengan atau lebih besar*) dari 1.25, sesuai prosedur dari (Bowles, 2000). Dengan ketentuan :

Tabel 1. Faktor Keamanan Lereng

Faktor Keamanan	Status Lereng	Intensitas Longsor
$SF < 1,07$	Lereng stabil	Longsor sering terjadi
$1,07 \geq SF \geq 1,25$	Lereng kritis	Longsor pernah terjadi
$1,25 \geq SF$	Lereng relatif stabil	Longsor jarang terjadi

Sumber : Bowles, 2000.

Plaxis (*Finite Element Code For Soil and Rock Analysis*) adalah program pemodelan & *post processing* Metode Elemen Hingga yang mampu melakukan analisis masalah geoteknik, dalam perencanaan geologi maupun sipil menyediakan berbagai analisis teknik tentang *displacement*, tegangan yang terjadi pada tanah & yang lainnya. Program ini dirancang untuk dapat melakukan pembuatan geometri yang akan dianalisis (Haydar, 2005).

Karena data sekunder yang diperoleh dari hasil penyelidikan tanah yaitu berupa berat volume tanah (γ), Sudut geser tanah (Φ), kohesi tanah (c), dan hasil uji Bor-log belum bisa dipakai sebagai input pada program plaxis maka pengolahan data sekunder tersebut memakai pendekatan sudut geser Meyerhof yang kemudian menghasilkan indikator tolak ukur lainnya seperti kekakuan axial elastis tanah (EA) & koefisien permeabilitas (k) yang nantinya akan dipakai sebagai input dalam analisis perhitungan menggunakan Plaxis.

Angka keamanan plaxis (*phi-c reduction*) dapat dilakukan dengan mereduksi parameter kekuatan dari tanah yang disebut sebagai reduksi phi-c yang digunakan untuk menghitung faktor keamanan global dalam analisis tertentu. Analisis keamanan dapat dilakukan disetiap tahapan perhitungan ataupun tahapan konstruksi secara individual. Namun, tahapan reduksi phi-c tidak dapat kembali ke kondisi awal untuk tahapan perhitungan yang lain karena tahapan reduksi phi-c berakhir pada suatu kondisi keruntuhan. Pada saat melakukan suatu analisis keamanan, peningkatan pembebanan tidak dapat dilakukan secara simultan karena reduksi phi-c pada dasarnya merupakan suatu jenis perhitungan plastis yang khusus. Kekuatan dari *interface*, jika digunakan, juga direduksi dengan cara yang sama. Kekuatan dari structural seperti pelat & jangkar tidak dipengaruhi oleh reduksi phi-c. Saat menggunakan reduksi phi-c dengan model-model tanah tingkat lanjut, maka model-model tersebut akan berlaku sebagai model *Mohr-Coulomb* standar, karena sifat kekakuan yang tergantung dari tegangan & efek *hardening* tidak ikut diperhitungkan dalam analisis. Sehingga kekakuan yang digunakan adalah kekakuan yang dihitung pada awal tahapan perhitungan & tetap bernilai konstan hingga tahapan perhitungan selesai. Faktor pengali total ΣMsf digunakan untuk mendefinisikan indikator tolak ukur kekuatan tanah pada suatu tahapan tertentu dalam analisis, yaitu :

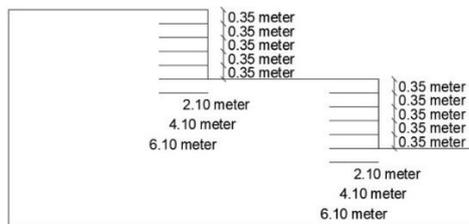
$$\Sigma Msf = \frac{\tan \phi_{\text{masuk}}}{\tan \phi_{\text{reduksi}}} = \frac{c_{\text{masuk}}}{c_{\text{masuk}}}$$

Nilai ΣMsf diatur pada awal perhitungan agar seluruh kekuatan material diatur ke nilai yang belum direduksi. Faktor keamanan yang diberikan adalah :

$$FK = \frac{\text{Kekuatan yang tersedia}}{\text{Kekuatan saat runtuh}} = \text{nilai } \Sigma Msf \text{ saat runtuh}$$

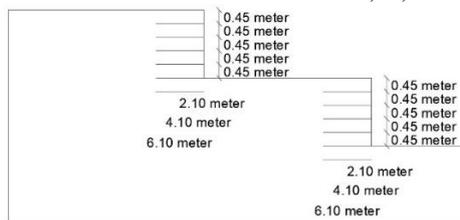
2. METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai pada penelitian ini menggunakan metode elemen hingga berbantu program Plaxis 2D V.8.6. Pembuatan pola model dilaksanakan menggunakan berbagai macam variasi pada panjang *geotextile* serta tinggi tanah timbunan. *Plane strain* dipilih sebagai permodelan elemen hingga di dalam penelitian ini. Model ini dipakai jika penampang melintang yang lebih kurang seragam dengan kondisi tegangan serta pembebanan yang cukup Panjang dalam arah tegak lurus terhadap penampang, sehingga sesuai untuk permodelan lereng. Beban kendaraan terberat yang melintas di atas jalan pada tingkatan lereng merupakan asumsi pembebanan yang digunakan dalam penelitian ini. Pemodelan lereng dengan perkuatan berfungsi sebagai proteksi terhadap kelongsoran agar stabilitas lereng menjadi baik. Penggunaan *geotextile* anyam dari *polypropylene polyethylene* dari produksi GTM *Geotextile* adalah salah satu perkuatan lereng yang sering dipakai dengan tingkat kemiringan elevasi mencapai 90°. Adapun berbagai macam variasi yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :



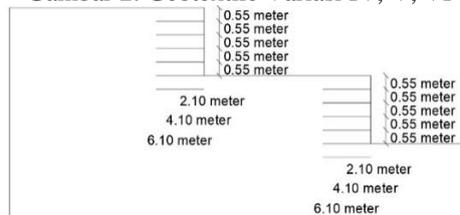
Sumber : Olahan Data Penelitian, 2023.

Gambar 1. Geotextile Variasi I, II, III



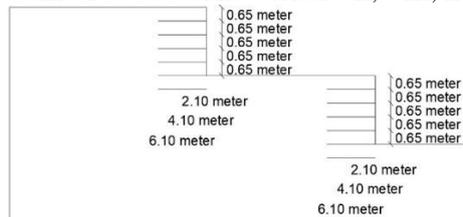
Sumber : Olahan Data Penelitian, 2023.

Gambar 2. Geotextile Variasi IV, V, VI



Sumber : Olahan Data Penelitian, 2023.

Gambar 3. Geotextile Variasi VII, VIII, IX



Sumber : Olahan Data Penelitian, 2023.

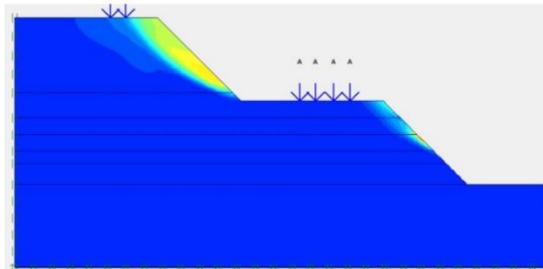
Gambar 4. Geotextile Variasi X, XI, XII

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis stabilitas lereng dilaksanakan dengan *trial and error* pada program *Plaxis* 8.6. Pemodelan dibuat dengan membuat variasi tinggi timbunan dengan indikator tolak ukur tanah. Adapun analisis pada program *Plaxis* memiliki 3 tahapan, yaitu :

1. Tahap input data
2. Tahap perhitungan data
3. Tahap output data

Kondisi lereng yang ditinjau sebelum diberi perkuatan menggunakan geotextile, dimana lereng mempunyai kemiringan sudut sekitar 45°. Parameter tanah timbunan serta sudut geser dengan pendekatan sudut geser Meyerhof digunakan dalam pemodelan pada program Plaxis, hasil nilai analisis stabilitas global lereng dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini :

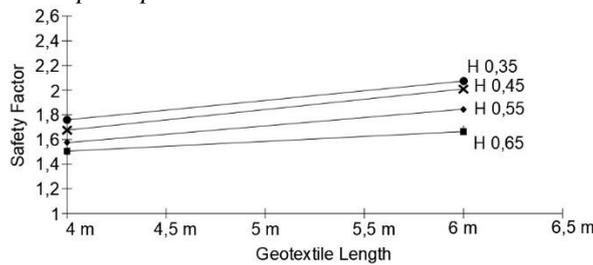


Sumber : Olahan Data Penelitian, 2023.

Gambar 5. Kelongsoran Lereng Melalui Pendekatan Sudut Geser Meyerhof

Sudut geser adalah indikator tolak ukur yang sangat penting dalam analisis angka keamanan lereng, sebab sudut geser mempengaruhi tahanan geser lereng. Gambar 5 diatas menunjukkan bahwa kelongsoran pernah terjadi karena bidang kelongsoran untuk pendekatan sudut geser Meyerhof menghasilkan nilai SF sebesar 1.191, nilai ini dibawah nilai SF Bowles.

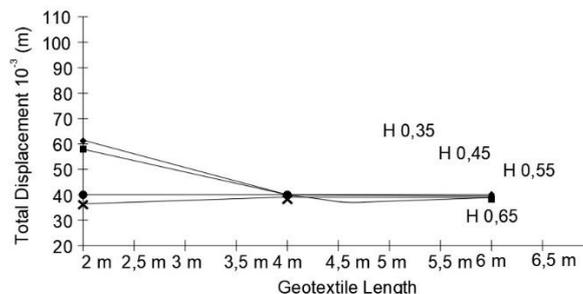
Analisis dilanjutkan dengan menggunakan program Plaxis 8.6 pada lereng dengan perkuatan geotextile guna mengetahui deviasi dari *safety factor* sebelum serta sesudah diperkuat. Gambar 6, gambar 7, gambar 8 menampilkan hubungan *safety factor* dengan setiap variasi menggunakan pendekatan sudut geser Meyerhof serta nilai *extreme total displacement* & *principal directional stress*.



Sumber : Olahan Data Penelitian, 2023.

Gambar 6. Nilai *Safety Factor* Melalui Pendekatan Sudut Geser Meyerhof

Gambar 6 memperlihatkan nilai *safety factor* dengan pendekatan sudut geser Meyerhof lereng dengan panjang geotextile 2,10 m dengan tinggi timbunan 0,35 meter; 0,45 meter; 0,55 meter & 0,65 meter mempunyai nilai *safety factor* dengan angka berturut-turut 0,435; 0,281; 0,058; 0,015. Bowles menjelaskan kelongsoran dapat terjadi jika nilai *safety factor* di bawah 1,25. *Safety factor* lereng dengan panjang geotekstil 4,5 meter & 6 meter dengan tinggi timbunan 0,35 meter; 0,45 meter; 0,55 meter & 0,65 meter mempunyai nilai *safety factor* dengan angka berturut-turut 1,741; 2,101; 1,662; 2,010; 1,591; 1,912; 1,513; 1,713. Bowles menjelaskan kelongsoran jarang terjadi bila nilai *safety factor* di atas 1,25.

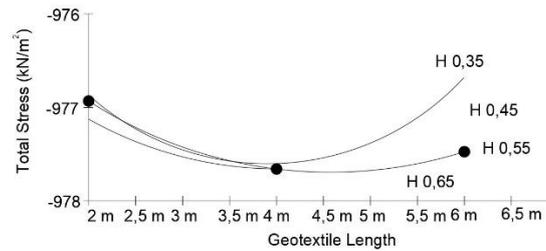


Sumber : Olahan Data Penelitian, 2023.

Gambar 7. *Extreme Total Displacement* Melalui Pendekatan Sudut Geser Meyerhof

Gambar 7 memperlihatkan *extreme total displacement* yang diperoleh dari pendekatan sudut geser Meyerhof. Total *extreme displacement* yang diperoleh tidak mengimplikasikan pola tertentu. Variasi panjang geotekstil 2,1 meter, 4 meter & 6 meter dengan tinggi timbunan 0,35 meter & 0,65 meter mengimplikasikan penurunan nilai perpindahan sesuai penambahan panjang *geotextile* tetapi untuk variasi panjang *geotextile* 2,1 meter, 4,1 meter &

6 meter dengan tinggi timbunan sebesar 0,45 meter & 0,55 meter justru mengalami peningkatan dengan nilai berturut-turut 0,035 meter; 0,036 meter; 0,036 meter.



Sumber : Olahan Data Penelitian, 2023.

Gambar 8. *Total Stress* Melalui Pendekatan Sudut Geser Meyerhof

Gambar 8 memperlihatkan *total stress* melalui pendekatan sudut geser Meyerhof dimana tidak ditemukan pola tertentu. Tegangan yang terjadi saat menggunakan geotekstil dengan panjang 4,1 meter turun dari tegangan awal saat memakai panjang 2,1 meter dengan nilai berturut-turut -977,61 kN/m², panjang geotekstil 6,1 meter justru mengalami kenaikan dengan nilai untuk setiap variasi tebal timbunan adalah -977,33 kN/m², -976,36 kN/m²; -976,93 kN/m² serta -977,31 kN/m²

4. KESIMPULAN

Menurut perhitungan analisis data tentang kestabilan lereng memakai perkuatan *geotextile* maka bisa ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) *Total Stress* tidak memperlihatkan pola tertentu melalui pendekatan sudut geser Meyerhof.
- 2) *Extreme Total Displacement* tidak memperlihatkan pola tertentu melalui pendekatan sudut geser Meyerhof.
- 3) Perhitungan kestabilan lereng buatan eksisting memakai program Plaxis V.8.6 diperoleh nilai *safety factor* melalui pendekatan sudut geser Meyerhof sebesar 1,191.
- 4) Perhitungan kestabilan lereng dengan sudut kemiringan sebesar 45° yang diperkuat menggunakan *geotextile* dengan variasi panjang *geotextile* 2,1 meter dengan tinggi timbunan sebesar 0,35 meter; 0,45 meter; 0,55 meter serta 0,6 meter melalui pendekatan sudut geser Meyerhof mempunyai nilai *safety factor* dibawah nilai *safety factor* lereng dari Bowles yaitu sebesar 1,25.
- 5) Perhitungan kestabilan lereng buatan dengan sudut kemiringan sebesar 45° yang diperkuat menggunakan *geotextile* dengan variasi panjang *geotextile* 4,1 meter & 6,1 meter dengan tinggi timbunan sebesar 0,35 meter; 0,45 meter; 0,55 meter serta 0,6 meter melalui pendekatan sudut geser Meyerhof mempunyai nilai *safety factor* diatas nilai *safety factor* lereng dari Bowles yaitu sebesar 1,25.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E., 2000, *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah) Edisi II*. Erlangga. Jakarta, Indonesia.
- Haydar Arslan, *Finite Element Study of Soil Structure Interface Problem*, <http://www.ejge.com>, 2005.
- Hardiyatmo, H.C., 2007, *Pemeliharaan Jalan Raya*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- C. S. Hotasi, H. Yassin, dan A. Kawanda, 2019, "Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Dengan Plaxis 2D," *in Prosiding Seminar Intelektual Muda*, No. September, hal. 306–313.
- O. B. A. Sompie dan C. Pontororing, 2014. "Analisis Tegangan-Regangan, Tekanan Air Pori dan Stabilitas Model DAM Timbunan Tanah," *Jurnal Ilmiah Media Eng.*, Vol. 4, No. 4, hal. 100712,