

ANALISIS STABILITAS LERENG MEMAKAI PERKUATAN GEOTEKSTIL DENGAN BANTUAN PERANGKAT LUNAK(STUDI KASUS PADA SUNGAI PARIT RAYA)

Fika Famungkas, Widodo Suyadi, Yulvi Zaika
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang
Jalan MT Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
Email: fika.famungkas@yahoo.co.id

ABSTRAK

Peristiwa longsor adalah salah satu ancaman di Indonesia mengingat Negara ini memiliki kondisi geografis yang beragam. Banyak kejadian longsor yang menyakitkan korban jiwa. Salah satunya peristiwa longsor yang terjadi adalah di Kabupaten Trenggalek. Pada awalnya pemerintah sudah membangun dinding penahan tanah pada lereng tersebut, tetapi masih belum cukup untuk menahan kelongsoran tanah pada lokasi tersebut. Melalui data yang diketahui, lereng memiliki ketinggian antara 8 m sampai 8,5 m dengan panjang dinding penahan 375 m dan mengalami kelongsoran pada bagian struktur sepanjang 90 m. Setelah dianalisa dengan bantuan perangkat lunak SLOPE/W pada lereng tersebut didapatkan angka keamanan hanya 0,660 sehingga terjadilah longsor. Dilakukanlah desain ulang lereng tersebut menggunakan perkuatan Geotekstil dengan jumlah 5 lapis, kapasitas tarik 400 kN/m, kohesi 0 kN/m² dan sudut geser terhadap tanah 38°, jarak vertikal 1 m. Dengan analisa menggunakan SLOPE/W diperoleh angka keamanan baru sebesar 1,893. Anggaran yang dibutuhkan dalam perbaikan tersebut adalah Rp 1.287.439.000,00 (satu milyar dua ratus delapan puluh tujuh juta empat ratus tiga puluh sembilan ribu rupiah).

Kata kunci: Stabilitas, Geotekstil, SLOPE/W.

Pendahuluan

Peristiwa longsor adalah salah satu ancaman di Indonesia mengingat Negara ini memiliki kondisi geografis yang beragam. Banyak kejadian longsor yang mengakibatkan korban jiwa, salah satunya peristiwa longsor yang terjadi Kabupaten Trenggalek. Pada awalnya pemerintah sudah membangun dinding penahan tanah pada lereng tersebut, tetapi masih belum cukup untuk menahan kelongsoran tanah pada lokasi tersebut. Melalui data yang diketahui, lereng memiliki ketinggian antara 8 m sampai 8,5 m dengan panjang dinding penahan 375 m dan mengalami kelongsoran pada bagian struktur sepanjang 90 m.

Saat ini, stabilitas lereng dapat dianalisis menggunakan perangkat lunak, salah satunya adalah GEOSLOPE. Dikembangkan oleh GEO-SLOPE International, Kanada, berdasarkan Metode *Limit Equilibrium*.

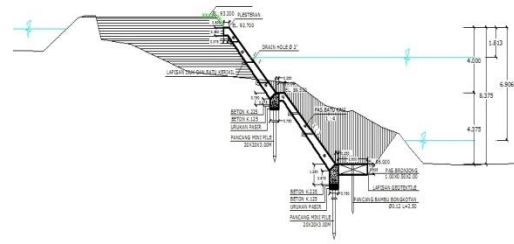
Dikembangkan secara khusus untuk analisis deformasi dan stabilitas struktur geoteknik. Salah satu fungsi perangkat lunak ini adalah model stabilitas (SLOPE/W). SLOPE/W adalah komponen dari satu paket produk geoteknikal yang disebut GeoStudio. SLOPE/W telah dirancang dan dikembangkan untuk menjadi alat perangkat lunak umum untuk analisis stabilitas struktur lereng. SLOPE/W memiliki sub entri: 1) Geometri lereng - deskripsi stratigrafi dan bentuk permukaan lereng, 2) kekuatan tanah - parameter yang digunakan untuk menentukan tanah (materi) kekuatan, 3) tekanan air pori - cara mendefinisikan kondisi tekanan air pori, 4) Perkuatan - interaksi tanah-struktur perkuatan, paku, jangkar, tumpukan, dinding, geotekstil dan sebagainya, dan 5) Muatan atau beban - penambahan beban atau beban dinamis (gempa).

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab longsor lereng sebelum perkuatan dan kerusakan penahan tanah eksisting. Menentukan stabilitas lereng dan merencanakan perkuatan tanah dengan geotekstil, serta menghitung anggaran biaya, dan merencanakan metode pelaksanaan untuk pekerjaan di lokasi tersebut.

Metode penelitian

Lokasi proyek dinding penahan tanah yang ditinjau terletak di Tebing Kali Parit Raya, Desa Ngadirejo, Kecamatan Pogalan, Kabupaten Trenggalek. Lokasi dibangunnya dinding penahan tersebut berada pada tebing sungai Kali Parit Raya untuk perkuatan tebing dari muka air sungai terhadap tebing sungai.

Dinding penahan tanah merupakan kombinasi dinding penahan pasangan batu kali 1:4 dengan pasangan bronjong yang dipasang dibawah pondasi pasangan batu kali dengan dimensi 1x0,5x2 m. Dinding penahan eksisting ini memiliki tinggi sekitar 8 m menggunakan pondasi pancang jenis *mini pile* diameter 20x20 cm dengan kedalaman 3 m. Dinding penahan eksisting ini memiliki panjang keseluruhan 375 m dan mengalami kerusakan sepanjang 90 m. Dari konsultan perencana diketahui elevasi muka air sungai maksimum sedalam 5,525 m sedangkan muka air normal sedalam 1,45 m terhadap dasar permukaan struktur dinding penahan serta terdapat genangan dibelakang lereng yang akan timbul saat musim hujan datang.



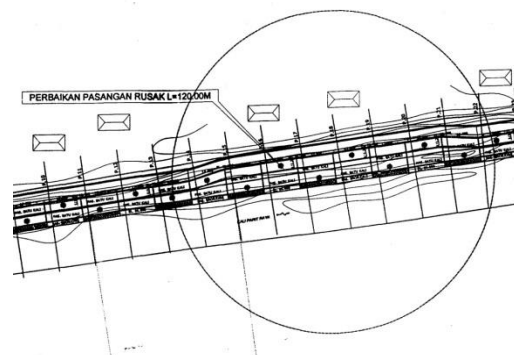
Gambar 8 Kondisi lereng dan konstruksi dinding penahan tanah eksisting

Dari Hasil peninjauan atau observasi di lapangan yang dilakukan diketahui telah terjadi kelongsoran ke arah muka sungai dengan tembok penahan (eksisting) rusak sepanjang 90 m dari panjang keseluruhan 375 m.



Gambar 9 Kondisi dinding penahan eksisting peninjauan lapangan

Data pengujian *boring* yang digunakan terletak pada titik B1 hingga B6 karena titik ini lebih dekat atau berada langsung pada konstruksi rencana dinding penahan tanah yang akan dibangun nantinya.



Gambar 10
Titik lokasi pengujian *boring*

Hasil pengujian boring padatitik B1 hingga B6 diuji oleh Lab Mekanika Tanah dan Geologi Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, berikut adalah rekapitulasi hasil pengujian *boring* pada titik B-01 hingga B-06.

Tabel 1 Rekapitulasi hasil-hasil pengujian sifat mekanis tanah untuk sampel tanah

No. Sampel	Direct Shear		γ
	c	ϕ	
	kg/cm ²	°	gr/cm ³
B1-200	0,1411	13,711	1,922
B1-400	0,1494	12,107	1,725
B1-600	0,141	10,458	1,622
B2-200	0,0913	12,105	1,733
B2-400	0,0913	13,711	1,734
B2-600	0,155	10,458	1,666
B3-200	0,128	15,273	1,909
B3-400	0,085	13,711	1,755
B3-600	0,062	10,458	1,647
B4-200	0,24	15,508	1,871
B4-400	0,033	13,927	1,801
B4-600	0,014	10,628	1,707
B5-200	0,045	12,105	1,77
B5-400	0,018	13,711	1,605
B5-600	0,0477	10,458	1,671
B6-200	0,0892	13,71	1,73
B6-400	0,128	12,105	1,75
B6-600	0,041	10,458	1,75

Hasil dan Pembahasan

Melalui pengamatan di lokasi, diketahui telah terjadi longsoran kearah muka sungai dengan tembok penahan (eksisting) rusak sepanjang 90 m dari panjang keseluruhan 375 m. Dari konsultan perencana diketahui elevasi muka air sungai maksimum sedalam 5,525 m

sedangkan muka air normal sedalam 1,45 m terhadap dasar permukaan struktur dinding penahan. Terdapat pula genangan air ± 15 cm dibelakang lereng yang akan timbul saat musim hujan datang.

Melalui analisa longsoran juga ditemukan bahwa tinggi garis longsoran cukup tinggi sehingga kedalaman tiang pancang tidak sesuai untuk menahan permukaan garis longsoran yang terjadi. Angka keamanan yang diperoleh dari analisa longsoran tersebut dengan program SLOPE/W ialah 0,667 sehingga angka tersebut menunjukkan bahwa lereng tersebut tidak aman jika ditinjau dari faktor keamanan (F) yang dihubungkan dengan intensitas longsorannya (Bowles, 1989).

Tabel 2 Hubungan nilai faktor keamanan lereng dan intensitas longsor

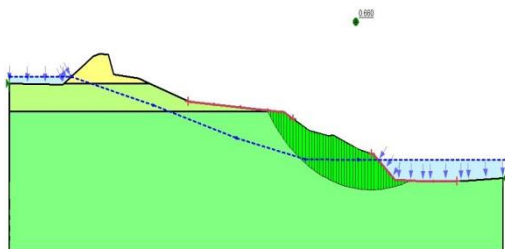
NILAI FAKTOR KEAMANAN	KEJADIAN INTENSITAS LONGSOR
F kurang dari 1,07	Longsor <i>terjadi</i> biasa/sering (lereng labil)
F antara 1,07 sampai 1,25	Longsor <i>pernah</i> terjadi (lereng kritis)
F diatas 1,25	Longsor <i>jarang</i> terjadi (lereng relatif stabil)

Berdasarkan analisa tentang kondisi lereng tersebut maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat genangan air pada musim hujan dibelakang lereng yang menyebabkan air masuk kedalam lapisan tanah dan membuat muka air tanah tinggi namun kondisi permukaan air di muka lereng masih normal dikarenakan air yang masuk kedalam lapisan lereng terhalang oleh lapisan kedap air dari struktur dinding penahan tanah yang membuat berat dari tekanan pasif atau gaya pendorong dari lereng

- menjadi lebih besar dari gaya penahan.
2. Besarnya gaya kelongsoran yang telah dianalisa tidak mampu ditahan oleh perkuatan pile yang didesain. Sehingga struktur penahan menjadi kurang stabil untuk menahan kelongsoran yang terjadi.
 3. Struktur material fisik tanah yang diperoleh dari Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya menunjukkan bahwa kondisi tanah pada lereng tersebut kurang baik sehingga membuat kondisi lereng menjadi kurang stabil

Dalam analisa kondisi lereng eksisting, kelongsoran melalui 7 potongan gambar kondisi lereng sebelum perkuatan dimulai dari P15 sampai P21. Keseluruhan potongan tersebut dianalisa dengan menyesuaikan kondisi sifat fisik material tanah lewat denah keenam titik Borlog yang terdekat dari potongan yang diambil. Berikut adalah hasil analisa keseluruhan potongan yang telah dianalisa kestabilan lereng eksistingnya dengan perangkat lunak SLOPE/W.



Gambar 11 Gambar kontur hasil dari analisa kestabilan lereng sebelum perkuatan geometri P18

Tabel 3 Rekapitulasi angka keamanan kestabilan lereng sebelum perkuatan

Nama Potongan	Nilai Angka Keamanan			
	Ordinary	Bishop	Janbu	M-Price
P15	2,021	2,143	1,985	2,142
P16	1,653	1,865	1,67	1,865
P17	0,973	1,076	0,991	1,076
P18	0,598	0,660	0,607	0,660
P19	0,597	0,662	0,604	0,662

P20	0,824	0,916	0,833	0,915
P21	0,713	0,760	0,717	0,759

Konstruksi penahan akan menggunakan perkuatan geotekstil dengan geometri lereng mengikuti konstruksi yang sudah ada, yaitu dengan kemiringan 1:1 (45°). Facing yang digunakan juga mengikuti facing yang ada dengan pasangan batu setebal 0,05 m. Berikut adalah perhitungan dan penentuan parameter-parameter yang digunakan dalam perencanaan konstruksi perkuatan dengan geotekstil pada perangkat lunak SLOPE/W.

- Parameter tanah

Sifat mekanis tanah yang digunakan yaitu titik T4 dikarenakan titik terdekat dengan potongan gambar P18 dengan tebal tiap lapisan ialah 2 m, berikut rekapitulasi data tanah pada titik T4:

Lapisan 1, $\gamma = 18,71 \text{ Kg/cm}^3$

$C = 24 \text{ Kg/cm}^2$

$\phi = 15,508^\circ$

Lapisan 2, $\gamma = 18,01 \text{ Kg/cm}^3$

$C = 3,30 \text{ Kg/cm}^2$

$\phi = 13,927^\circ$

Lapisan 3, $\gamma = 17,07 \text{ Kg/cm}^3$

$C = 1,40 \text{ Kg/cm}^2$

$\phi = 10,628^\circ$

- Berat facing dari pasangan batu

Berat jenis dari facing pasangan batu ialah 220 kN/m^2 sehingga dengan menggunakan tebal 0,5 m maka berat satuan per meter ialah:

$$220 \text{ kN/m}^2 \times 0,5 \text{ m} = 110 \text{ kN/m}^2$$

- Data konstruksi geotekstil

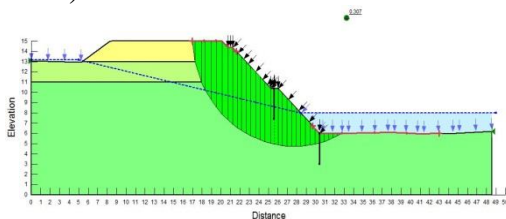
Parameter yang dibutuhkan ialah Contact cohesion = 0 kg/cm^2 setara dengan 0 kPa, Contact Phi = 38° , Tensile Capacity = 400 kN/m Fabric safety = 1,4 (faktor kesalahan pemasangan), dan interface factor = 2

- Bond safety factor

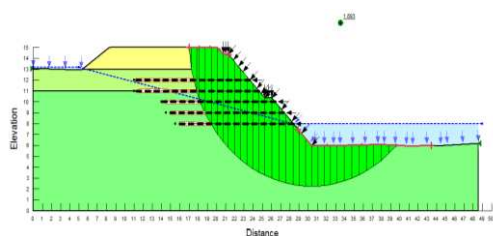
Faktor tahanan cabut atau RRF yang paling akurat melalui pengujian tarik cabut terhadap contoh material timbunan yang akan

digunakan. Jika data hasil pengujian tidak tersedia, maka nilai ini $RRF=2/3 \tan \phi$. Maka $RRF=2/3 \tan (38) = 0,52$ untuk menyesuaikan dengan input slope/w maka $1/0,52=1.92$

Dari hasil analisa kestabilan lereng pada potongan gambar P18 yang telah diperkuat dengan geotekstil diperoleh nilai angka keamanan naik menjadi 1,893, yang sebelum konstruksi eksisting tersebut sebelumnya hanya senilai 0,307 dengan analisa menggunakan metode Bishop. Angka tersebut menunjukan lereng stabil dengan ditinjau dari faktor keamanan (F) yang dihubungkan dari intensitas kelongsorannya (Bowles, 1989).



Gambar 12 Gambar kontur konstruksi eksisting sebelum diperkuat geotekstil



Gambar 13 Gambar kontur lereng setelah diperkuat geotekstil

Tabel 4 Rekapitulasi angka keamanan kestabilan lereng setelah diperkuat geotekstil

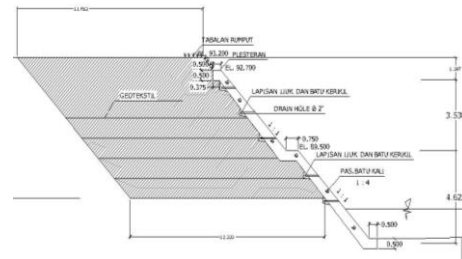
Nama Potongan	Nilai Angka Keamanan			
	Ordinary	Bishop	Janbu	M-Price
P18	2,232	1,893	2,430	2,999

Sebelum pemasangan geotekstil dilaksanakan pada lereng rencana. Persiapan pekerjaan harus matang. Untuk mempersiapkan rencana dengan baik. Dilakukan peninjauan ke

lokasi yang berguna untuk mengetahui kondisi lingkungan kerja. Secara garis besar tahapan pelaksanaan akan diuraikan sebagai berikut:

1. Peninjauan ke lokasi
2. Persiapan pekerjaan
3. Pengaturan drainase
4. Pemasangan geotekstil
 - a. Pekerjaan perapihan kondisi lereng
 - b. Perataan permukaan
 - c. Penggelaran geotekstil
 - d. Pemadatan tanah

Dalam perhiungan Volume pekerjaan suatu proyek dibutuhkan gambar rencana pekerjaan. Hasil volume pekerjaan ini digunakan untuk menghitung rencana anggaran biaya, perhitungan keperluan bahan dan tenaga kerja dalam pelaksanaan proyek.



Gambar 14 Gambar rencana perkuatan lereng dengan geotekstil

Perhitungan analisa harga satuan pekerjaan ini mengacu pada Standart Nasional Indonesia SNI 2008 tentang Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan. Standar serta mengacu pada Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Bina Marga Bagian 3 ini menetapkan koefisien atau indeks bahan bangunan dan indeks tenaga kerja untuk setiap satuan pekerjaan serta indeks untuk koefisien alat berat. Selain itu harga satuan dasar dalam perhitungan ini menggunakan Harga Satuan Bahan dan Upah tahun 2014 wilayah Trenggalek. Maka rencana anggaran biaya yang

didapatkan dari hasil perhitungan adalah senilai: Rp 1.287.439.000,00 (Satu Milyar Dua Ratus Delapan Puluh Tujuh Juta Empat Ratus Tiga Puluh Sembilan Ribu Rupiah)

KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan perhitungan yang dilakukan, maka dapat ditarik sebuah kesimpulan, yaitu:

1. Berdasarkan pengamatan dilapangan diketahui bahwa terdapat genangan air dibelakang lereng yang timbul saat musim hujan datang sehingga mempengaruhi kestabilan lereng karena mempengaruhi kondisi tanah (γ , ϕ dan c) membuat kondisi lereng menjadi tidak stabil dan rentan mengalami kelongsoran.
2. Kondisi stabilitas lereng sebelum ada perkuatan kurang stabil karena dari hasil analisa dengan SLOPE/W diperoleh nilai angka keamanan 0,660, sehingga perlu adanya perkuatan. Sedangkan perkuatan *mini pile* yang digunakan didapat angka keamanan masih rendah 0,307, karena *mini pile* yang digunakan masih kurang panjang, sehingga berada diatas bidang longsor.
3. Dari hasil analisa didapatkan desain perkuatan dengan geotekstil sebagai berikut:
 - Type Geotekstil = woven
 - Tensile capacity = 400kN
 - Contact Cohesion = 0kPa
 - Contact $\Phi = 38^\circ$
 - Jumlah lapisan geotekstil=5 lapis
 - Jarak vertikal antar lapisan = 1 m
 Dari hasil analisa dengan menggunakan SLOPE/W diperoleh desain tersebut mampu menahan kelongsoran dengan angka keamanan yang didapatkan ialah 1,893. Selain itu, dari hasil analisis manual diperoleh nilai angka keamanan 0,333 (eksisting),

kemudian naik menjadi 1,925 (setelah diperkuat geotekstil). Sehingga, dari hasil perhitungan manual dan perangkat lunak terlihat bahwa hasilnya mendekati.

4. Metode pelaksanaan mengacu pada Perencanaan Geosintetik untuk Perkuatan Lereng Kementrian Pekerjaan Umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja M., 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah. 2008. *Analisa Biaya Konstruksi (ABK) Bangunan Gedung dan Perumahan*. SNI 2008. Bandung: Panitia Teknis Standarisasi Bidang Konstruksi Bangunan
- DPU. 2009. *Pedoman Konstruksi dan Bangunan: Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik, No.003/BM/2009*. Departemen Pekerjaan Umum (DPU),Indonesia.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2010. *Analisis dan Perancangan Fondasi*. Bagian I. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2010. *Mekanika Tanah 2*. Edisi Kelima. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Indrawahjuni, Herlien. 2011. *Mekanika Tanah II*. Malang: Penerbit Bargie Media.
- John Kharn. 2004. *Stability Modeling with SLOPE/W*. First Edition. Canada: GEO-SLOPE International Ltd.
- SLOPE/W Example File. *Reinforcement with geosynthetics*. 2007. Canada: GEO-SLOPE International Ltd.

- Sunggono. 1984. *Mekanika Tanah*.
Bandung: Penerbit Nova.
- Terzaghi, Karl dan Ralph B. Peck.
1967. *Mekanika Tanah Dalam
Praktek Rekayasa*. Edisi Kedua
Jilid 1. Jakarta: Penerbit
Erlangga.