

ANALISIS PERKUATAN LERENG AKIBAT LONGSOR DI DESA DESA DOMPYONG

Endah Nurhidayah¹, Paksitya Purnama Putra^{*2}, Indra Nurtjahjaningtyas²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jember

² Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jember
Korespondensi: paksitya.putra@unej.ac.id

ABSTRACT

An unstable slope is identical to the low value of their factor of safety (FS). Slope with low FS are in critical condition, which can cause landslides. On the other hand, the presence of triggering factor such as rain and human activities will increase the percentage of landslide. It has happened in Dompnyong village. The Rocscience Slide Program, used to analyze slope stability in Dompnyong village based on the simplified – bishop method. Based on the analysis, the FS value of the initial condition of slope is 0,85. Therefore, the slope is in critical condition because the FS value is less than 1,07. A combination method of retaining wall and micropiles is used to strengthen slope stability. This method can increase the FS value to 1,370. The slope is in a stable condition relatively because the FS value is more than 1,25.

Keyword: factor of safety, landslides, micropiles, retaining wall, rocscience slide, simplified-bishop

1. PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan suatu pergerakan massa pembentuk lereng yang bergerak menuruni suatu lereng maupun bergerak keluar dari lereng. Suatu lereng yang mengalami longsor biasanya disebabkan karena tingkat stabilitas lereng yang rendah. Longsor di lereng Dompnyong bukanlah satu – satunya kejadian yang terjadi di Trenggalek. Daerah Trenggalek sendiri merupakan daerah yang rentan terhadap pergerakan tanah. Dilihat dari intensitas kejadian multi bencana di Kabupaten Trenggalek selama tahun 2017 terjadi 50 kejadian longsor. Pada tahun 2016 hingga Agustus 2018 setidaknya 273 kejadian longsor terjadi di Kabupaten Trenggalek [3].

Kejadian longsor ini terjadi pada saat turunnya hujan. Selain karena faktor fisik, faktor aktivitas manusia juga menjadi salah satu pemicunya. Saat terjadi hujan, air akan meresap ke dalam tanah dan menambah bobot tanah [5]. Tingkat kemiringan juga dapat mempengaruhi terjadinya longsor. Longsor yang terjadi di lokasi berada di tepi jalan yang hanya menyisakan sedikit bagian lereng berupa mahkota lereng. Jika tidak dilakukan perbaikan lereng, ditakutkan bahwa longsor akan mulai

menggerus perkerasan jalan raya yang ada di kemudian hari.

Dalam melakukan perbaikan lereng, terlebih dahulu perlu dilakukan analisis stabilitas lereng dan identifikasi kejadian longsor yang terjadi. Penelitian ini akan menganalisis stabilitas lereng yang akan menghasilkan nilai perbandingan yaitu faktor keamanan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Stabilitas Lereng

Tujuan dari analisis suatu kestabilan lereng antara lain adalah untuk menentukan kestabilan suatu lereng pada kondisi tertentu, evaluasi terhadap kemungkinan terjadinya kegagalan atau keruntuhan, merencanakan perbaikan maupun pencegahan untuk lereng dan lain sebagainya. Kestabilan suatu lereng identik dengan nilai *safety factor* (FS). FS diperoleh dari perbandingan antara gaya yang mendorong (*driving forces*) dan gaya yang menahan (*resisting forces*). Lereng akan tetap berada pada kondisi relatif stabil jika gaya menahan lebih besar dari gaya yang mendorongnya. Kisaran nilai FS pada suatu lereng adalah sebagai berikut [3].

Tabel 1. Kisaran nilai FS

Nilai SF	Kondisi Lereng
FS < 1,07	Labil
1,07 < FS < 1,25	Kritis
FS > 1,25	Relatif Stabil

2.2 Metode Analisis

Metode yang sering digunakan dalam mendefinisikan suatu SF adalah kesimbangan gaya dan momen. Faktor aman terhadap momen dituliskan sebagai berikut.

$$FS_m = \frac{M_r}{M_d} \tag{1}$$

dengan :

FS_m = faktor aman terhadap momen

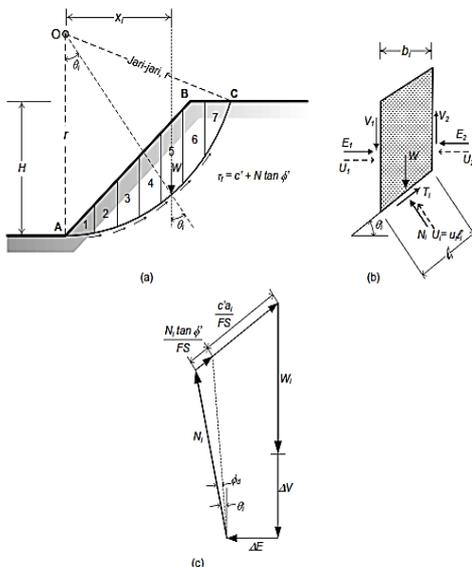
M_r = jumlah momen tahanan

M_d = jumlah momen yang mendorong

Asumsi mengenai bentuk bidang keruntuhan menjadi salah satu faktor penentu untuk melakukan analisis terhadap kestabilan lereng.

2.2.1 Metode Irisan

Analisis lereng dengan metode irisan ini menganggap bahwa tanah di atas bidang keruntuhan terdiri atas beberapa bagian blok – blok tanah kecil atau irisan tanah (**Gambar 1.a**) [5].



Gambar 1. Gaya – gaya pada irisan

a. Metode Fellenius

Metode ini menganggap bahwa gaya – gaya yang bekerja pada bagian kanan – kiri irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak

lurus bidang longsornya, E₁ = E₂ dan V₁ = V₂. Untuk mencari nilai faktor keamanan dengan metode Fellenius adalah sebagai berikut [2].

$$FS = \frac{\sum_{i=1}^n (c' l_i + N_i \tan \phi')}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \theta_i} \tag{2}$$

dengan :

FS = faktor aman metode Fellenius

N_i = gaya pada irisan ke i

W_i = berat irisan ke-i

c' = kohesi tanah

φ' = sudut geser

Metode Fellenius memberikan nilai SF yang 20% relatif lebih rendah dari cara perhitungan yang lebih teliti.

b. Metode Simplified – Bishop

Metode ini menganggap bahwa gaya – gaya geser di samping irisan adalah sama dan saling berlawanan arah, V₁ = V₂. Tetapi gaya – gaya normal pada irisan tidak sama besarnya, E₁ ≠ E₂. Untuk mencari nilai FS lereng dapat menggunakan rumus berikut.

$$FS = \frac{\sum_{i=1}^n (c' b_i + W_i \tan \phi' + \Delta V \tan \phi')}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \theta_i} \frac{1}{\left(\cos \theta_i + \frac{\tan \phi' \sin \theta_i}{FS} \right)} \tag{3}$$

Analisis stabilitas pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode Fellenius memiliki rentang perbedaan 6 – 20% terhadap metode *Simplified-Bishop* [1]. Selain itu, metode Fellenius hanya tepat akurat pada sat sudut geser tanah pada lereng sebesar 0°. Sehingga dalam analisis stabilitas yang digunakan pada pembahasan ini adalah metode *Simplified-Bishop*.

2.3 Rocscience Slide

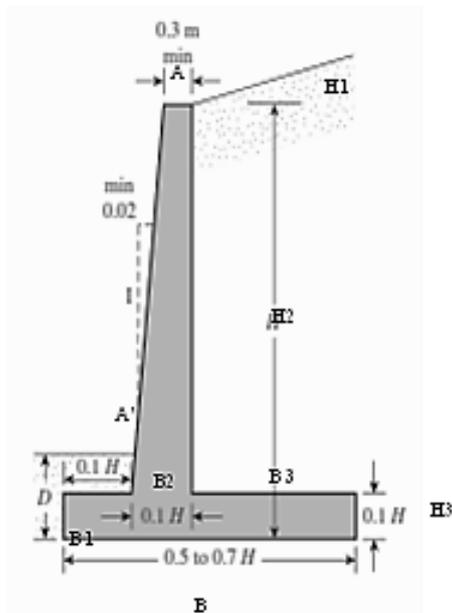
Slide merupakan program analisis stabilitas dua dimensi yang digunakan untuk mendesain dan/ atau menganalisis lereng alami maupun lereng buatan manusia seperti hasil galian, timbunan yang termasuk juga bendungan dan struktur penahan seperti dinding penahan tanah dan *soil nail* [7]. *Slide* dilengkapi dengan fitur metode dan iterasi yang dapat dikustomisasi oleh pengguna. Selain itu, dalam *Slide* dilengkapi dengan perbaikan lereng dengan berbagai metode perbaikan.

2.4 Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah merupakan suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah dari keruntuhan karena stabilitasnya yang kurang. Dinding penahan tanah memiliki beberapa tipe. Pada pembahasan ini, tipe yang direncanakan merupakan tipe *cantilever wall*. *Cantilever wall* terdiri atas bagian dinding vertikal dan tapak lantai. Jenis dinding penahan ini ekonomis untuk ketinggian sekitar 8 meter [2].

2.4.1 Proporsi Desain

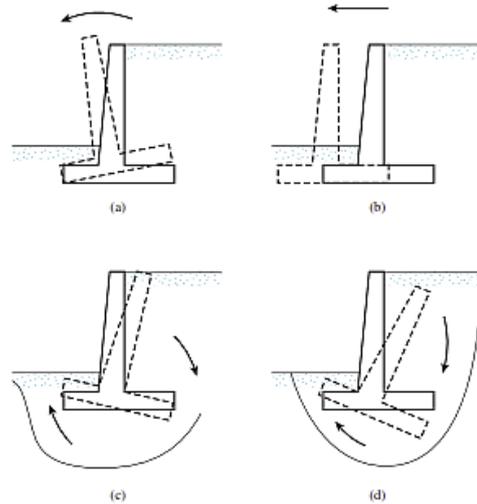
Desain dinding penahan memiliki karakteristik dan syarat minimum ukuran dari bagian – bagian tertentu. Berikut adalah proporsi desain bagian – bagian dinding *cantilever* [2].



Gambar 2. Proporsi dimensi dinding penahan

2.4.2 Analisis Stabilitas Dinding Penahan

Dalam perencanaannya, dinding penahan mungkin akan mengalami kegagalan pada suatu kondisi tertentu.



Gambar 3. Kegagalan dinding penahan

Kondisi tersebut meliputi kegagalan terhadap guling (*overturning*) yang ditunjukkan Gambar 4.a, kegagalan terhadap geser (*sliding*) Gambar 4.b, kegagalan karena kehilangan daya dukung (*bearing capacity*) Gambar 4.c, dan kegagalan terhadap geser mendalam (*deep-seated*) Gambar 4.d. Masing – masing kegagalan tersebut dapat dihitung dengan rumus berikut.

a. Pemeriksaan Terhadap Guling (*overturning*)

Faktor keamanan terhadap guling ditinjau pada suatu titik yang berada pada bagian depan dinding penahan. Perhitungan terhadap guling dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$FS_{(overturning)} = \frac{\sum M_R}{\sum M_O} \quad (4)$$

Dengan :

FS = faktor aman terhadap guling

$\sum M_o$ = jumlah momen guling di titik tinjau

$\sum M_R$ = jumlah momen tahanan di titik tinjau

Umumnya nilai FS yang diizinkan untuk tahanan guling sebesar 2 – 3.

b. Pemeriksaan Terhadap Geser (*sliding*)

Faktor keamanan terhadap geser ditunjukkan dalam persamaan berikut.

$$FS_{(sliding)} = \frac{\sum F'_R}{\sum F_d} \quad (5)$$

Dengan :

FS = faktor aman terhadap geser

$\sum F'_R$ = jumlah gaya horizontal

$\sum F_d$ = jumlah gaya dorong horisontal

Nilai minimum FS yang disarankan adalah 1,5.

c. Pemeriksaan Terhadap Kehilangan Daya Dukung (*bearing capacity*)

Nilai faktor keamanan terhadap daya dukung dapat dicari dengan rumus berikut.

$$FS(\text{bearing capacity}) = \frac{q_u}{q_{toe}} \quad (6)$$

Dengan :

FS = faktor aman terhadap daya dukung

q_u = daya dukung *ultimate*

q_{toe} = daya dukung kaki

Nilai FS minimum yang diperkenankan adalah 3.

Suatu dinding penahan tanah yang direncanakan harus memenuhi ketiga pemeriksaan tersebut. Untuk memenuhi persyaratan tersebut maka hal yang dapat dilakukan adalah dengan mencoba – coba merubah dimensi dinding penahan di beberapa ukuran komponennya.

2.5 Micropiles

Micropiles menjadi salah satu alternatif untuk menyelesaikan berbagai masalah yang dijumpai di lapangan. *Micropiles* adalah semua tiang yang memiliki diameter kecil antara 75 – 250 mm [4]. Tiang ini dapat digunakan untuk beban *axial* dalam kedua arah karena kemampuannya menahan gaya tekan sebaik gaya tarik. *Micropiles* dapat digunakan sebagai pondasi bangunan, pondasi pier jembatan, untuk stabilitas lereng dan lain sebagainya yang dapat dipasang secara berkelompok maupun sebagai tiang tunggal. *Micropiles* memiliki kelebihan dari segi penerapan di lapangan dan waktu pemasangan yang relatif lebih singkat. Namun masih tinggi dari segi biaya yang harus dikeluarkan.

Perbaikan lereng yang digunakan merupakan kombinasi antara dinding penahan tanah dan *micropile*. Perbaikan dengan *micropile* dapat dilakukan untuk menghindari geser pada tanah [6].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Area Gunung Surenlor, di Dusun Ngelo, Desa Dompoyong, Kecamatan Bendungan, Kabupaten Trenggalek. Lokasi yang ditinjau tepatnya berada pada koordinat 7°56'23.1"S 111°43'19.3"E.



Gambar 4. Lokasi Penelitian

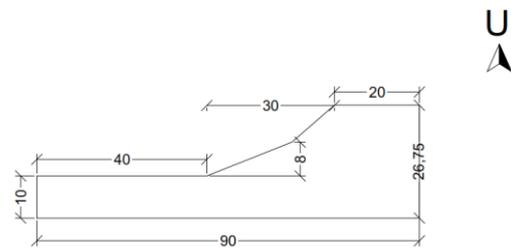
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data pengukuran geometri lereng. Sedangkan data sekunder berupa data tanah hasil pengujian *CPT*.

Dari data tersebut setelah dilakukan korelasi diperoleh data karakteristik tanah sebagai berikut.

Tabel 2. Karakteristik tanah di tubuh lereng

Parameter	Nilai	Satuan
c	12	kN/m ²
γ	17	kN/m ²)
ϕ	17	°

Sedangkan untuk geometri lereng setelah dilakukan pengukuran lapangan diperoleh hasil sebagai berikut.



Gambar 5. Geometri lereng

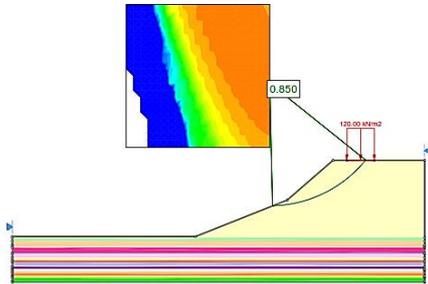
Ketinggian lereng hasil pengukuran adalah 16,75. Dari kedua komponen karakteristik tanah dan geometri lereng kemudian dilakukan pemodelan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Safety Factor Lereng

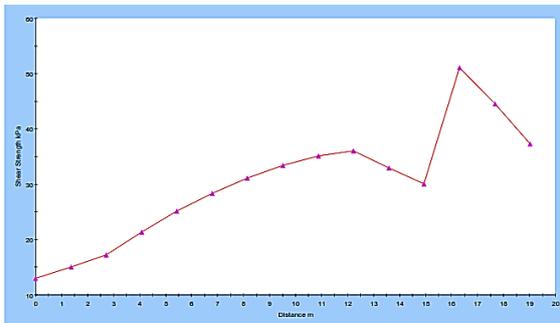
Pemodelan dengan *Slide* menghasilkan nilai FS paling minimum dari suatu lereng yang didahului dengan input geometri lereng, karakteristik tanah, beban, metode dan lain –

lain. Setelah proses input selesai akan dilakukan perhitungan/*running* kemudian dilanjutkan dengan proses interpretasi. Nilai FS yang dihasilkan dari lereng tersebut adalah sebagai berikut.



Gambar 6. Interpretasi nilai FS lereng

Nilai FS lereng adalah 0,850 menunjukkan bahwa lereng dalam kondisi kritis yang artinya ada kemungkinan besar bahwa longsor terjadi. Selain itu *Slide* juga dapat menghasilkan beberapa grafik, salah satunya kuat geser.

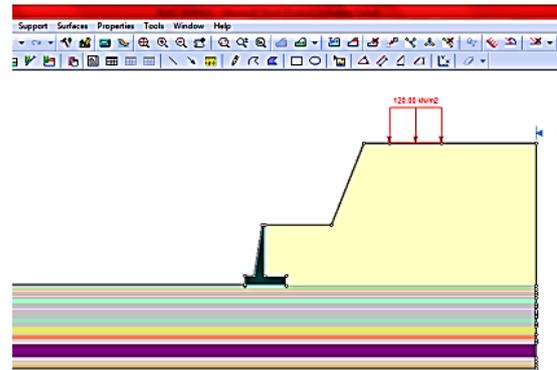


Gambar 7. Grafik *shear strength*

Penurunan nilai kuat geser/ *shear strength* seperti **Gambar 7**. terjadi pada jarak 15 m pada bidang longsor yang terjadi. Menurunnya kuat geser tanah mengakibatkan terjadinya longsor.

4.2 Perencanaan Perbaikan Lereng

Perencanaan perbaikan lereng didahului dengan menerapkan metode kontrol yaitu dengan membuat bangku atau trap pada lereng terlebih dahulu. Lereng dipotong dengan membuat bidang vertikal setinggi 6 meter dan membuat bidang horizontal dengan lebar 6 meter. Kemudian dinding penahan akan direncanakan pada bagian kaki lereng.



Gambar 8. Pembuatan bangku pada lereng

Sudut kemiringan tanah yang berada tepat di atas dinding penahan direncanakan sebesar 10°. Hasil perencanaan dimensi dinding penahan tanah berdasarkan **Gambar 2** adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Dimensi hasil perencanaan

Bagian	Dimensi	Satuan
A	0,3	m
H1	0,669873	m
H2	6	m
H3	1,25	m
B	5,3	m
B1	1,5	m
B2	1,3	m
B3	2,5	m
A'	1	m
D	1,5	m

Dimensi hasil perencanaan tersebut telah dilakukan cek atau pemeriksaan terhadap stabilitas pada masing – masing parameter. Hasil tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Pemeriksaan analisis stabilitas

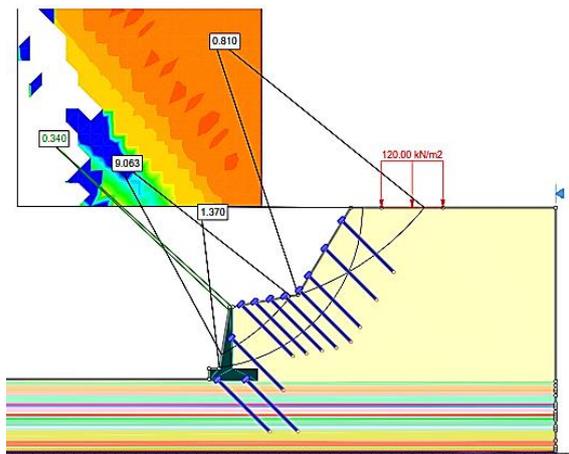
Parameter	Nilai	Memenuhi/Tidak
Guling	2,69	Memenuhi
Geser	1,58	Memenuhi
Daya dukung	3,10	Memenuhi

Sedangkan *micropile* yang direncanakan memiliki spesifikasi sebagai berikut.

Tabel 5. Spesifikasi *micropiles*

Parameter	Nilai	Satuan
Panjang	5	m
Geser rencana	30	KPa
Sudut pasang	45	°

Jumlah *micropiles* yang dipasang dilakukan dengan coba – coba untuk mendapatkan kondisi lereng hingga mencapai kestabilan. Dari dinding penahan tanah yang direncanakan, dilakukan pemodelan kembali dengan hasil sebagai berikut.



Gambar 10. Pemodelan dengan perbaikan

Pada berbagai posisi bidang keruntuhan, nilai FS yang diperoleh pada bagian belakang dinding penahan memiliki nilai 1,370 yang mengindikasikan bahwa lereng sudah pada kondisi relatif stabil. Jumlah *micropile* yang digunakan sebanyak 11 buah yang tersebar

pada bagian badan dan kaki lereng.

5. KESIMPULAN

1. Hasil analisis stabilitas lereng pada lokasi penelitian menghasilkan angka keamanan sebesar 0,850. Nilai tersebut menunjukkan bahwa lereng dalam keadaan kritis karena nilai SF kurang dari 1,07.
2. Perbaikan lereng yang direncanakan adalah kombinasi dinding penahan tanah *cantilever wall* dan *micropiles*. Dimensi dinding penahan tanah adalah 5,3 meter untuk ukuran pelat dasar dan tinggi dinding 8 meter.
3. Nilai SF hasil pemodelan dengan perbaikan lereng *cantilever wal* dan *micropiles* sebesar 1,370. Nilai tersebut telah mengindikasikan bahwa lereng telah mencapai kondisi relatif stabil.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Darmadi,;Inayatillah,A., *Analisis Kestabilan Lereng dengan Software Rocscience Slide*
- [2] Das,B.M., *Principles of foundation engineering 7th edition, USA,2011*
- [3] Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, *Penyusunan Kajian Penanggulangan Bencana di Kabupaten Trenggalek, Provinsi Jawa Timur, Vol. 2, Yogyakarta, 2018.*
- [4] Firdauz,M.F., *Micropiles..*
- [5] Muntohar,A.S., *Tanah Longsor Analisis - Prediksi – Mitigasi, Yogyakarta,2010*
- [6] Nurtjahjaningtyas,I., *Pemilihan Metode Perbaikan Tanah untuk Kawasan Pantai, Vol. 2,2005: 65-70.*
- [7] Rocscience Slide, *Manual Slide*