



# TEKNOSIAR

WADAH KOMUNIKASI ILMIAH

homepage URL : <http://e-journal.uniflor.ac.id/index.php/TEKNOSIAR>



## Pengaruh Perubahan Kadar Air Tanah Terhadap Tingkat Keamanan Lereng Sepanjang Ruas Jalan Lokoboko-Lokapere Kabupaten Ende

\* Veronika Miana Radja<sup>1</sup>, Fransiskus X Ndale<sup>2</sup>, Yohanes Laka Suku<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Teknik, Universitas Flores, Ende

<sup>\*)</sup>alfridusg@gmail.com

### ABSTRACT

*The conversion of land functions in the slope area which was previously a protected forest and then being cut to make roads will certainly affect the level of stability. High intensity rains will also affect the increase in surface runoff which will erode the surface of the slopes and erosion. To prevent this from happening, it is necessary to study the safety level of the slopes along the Lokoboko-Lokipere road due to changes in soil water content. Soil sampling is carried out by taking disturbed soil and undisturbed soil and testing soil properties, among others; soil consistency, analysis of specific gravity, cohesion, and shear angle with the addition of 25%, 50%, 75%, and 100% of the initial moisture content. The results of this test show that physically the soil samples on the Lokoboko-Lokipere road section of Ende Regency are classified in soil group A-2-5, namely in the form of gravel and sandy soils that are silt or loamy. Meanwhile, according to USCS, the soil can be classified as silty sand (SM). Mechanically. For slopes with a height of 10 m, it is not safe to add water to 100% of the initial condition (wi),  $SF=0.996$ . For a 20 m high slope, it is no longer safe from the initial conditions,  $SF=0.950$ . The failure plane for slopes with a height of 10 m is deeper than the failure plane for slopes with a height of 20 m.*

**Keywords:** *lope stability, Water addition, Shear angle and Cohesion.*

### ABSTRAK

Pengalihan fungsi lahan di daerah lereng yang sebelumnya merupakan hutan lindung lalu dilakukan pemotongan untuk pembuatan jalan tentu akan berpengaruh pada tingkat stabilitasnya. Intensitas hujan yang tinggi juga akan berpengaruh pada peningkatan aliran permukaan yang akan menggerus permukaan tanah lereng dan erosi. Untuk menghindari terjadinya hal tersebut maka diperlukan kajian tingkat keamanan lereng sepanjang ruas jalan Lokoboko-Lokipere akibat perubahan kadar air tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara pengambilan tanah terganggu dan tanah tidak terganggu dan dilakukan pengujian sifat tanah antara lain; konsistensi tanah, analisa *specific gravity*, cohesi dan sudut geser dengan penambahan jumlah air sebesar 25%, 50%, 75%, 100% dari kadar air inisial. Hasil pengujian ini menunjukkan secara fisik sampel tanah di ruas jalan Lokoboko-Lokipere Kabupaten Ende digolongkan dalam kelompok tanah A-2-5 yakni berupa tanah kerikil dan berpasir yang berlanau atau berlempung. Sedangkan menurut USCS tanah tersebut dapat diklasifikasikan sebagai pasir kelanauan (SM). secara mekanis. Untuk lereng tinggi 10 m, tidak aman saat penambahan air sebesar 100% kondisi inisial (wi),  $SF=0,996$ . Untuk lereng tinggi 20 m, sudah tidak aman dari kondisi awal/inisial,  $SF=0,950$ . Bidang longsor untuk lereng dengan tinggi 10 m lebih dalam dibanding bidang longsor untuk lereng tinggi 20 m.

**Kata kunci:** *Stabilitas lereng, Penambahan air, Sudut geser dan Cohesi.*

## PENDAHULUAN

Menurut Das (1988), tanah merupakan bahan yang terdiri dari agregat mineral-mineral padat yang dapat terikat secara kimia, antara satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk yang berpartikel padat yang disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Peranan tanah ini sangat penting dalam perencanaan atau pelaksanaan bangunan karena tanah tersebut berfungsi untuk mendukung beban yang ada di atasnya.

Sifat-sifat tanah terdiri dari sifat-sifat fisik (*physical properties*) dan sifat-sifat teknis (*engineering properties*). Sifat-sifat fisik antara lain mengenai distribusi butiran, batas-batas *consistency*, *specific gravity* dan permeabilitas (*permeability*), sedangkan sifat-sifat mekanis antara lain terdiri dari regangan-regangan, konsolidasi, kohesi, sudut geser dan pemadatan.

Longsor terjadi karena proses alami dalam perubahan struktur muka bumi, yakni adanya gangguan kestabilan pada tanah atau batuan penyusun lereng. Gangguan kestabilan lereng ini dipengaruhi oleh kondisi geomorfologis terutama faktor kemiringan lereng, dan kondisi hidrologi atau kandungan kadar air pada lereng.

Analisis keruntuhan dan Penanganan Lereng memiliki peranan yang cukup penting dalam ilmu Teknik Sipil, terutama yang berkaitan dengan masalah tanah. Hal ini diperlukan agar suatu konstruksi pada daerah lereng tidak mengalami kegagalan atau keruntuhan. Tujuan pokok dari analisis keruntuhan dan penanganan lereng adalah untuk menghindari keruntuhan geser (*shear failure*) dan pergerakan tanah (*down ward movement*).

Ende merupakan salah satu Kabupaten yang sebagian besar daerahnya mempunyai morfologi perbukitan-pegunungan dengan kelandaian dan elevasi yang bervariasi. Jika dilihat secara visual maka akan terlihat bahwa materialnya terdiri dari material lempung dengan sedikit batuan kerikil, serta pada tempat tertentu terdiri dari batuan solid. Oleh karena perputaran waktu maka terjadi pelapukan batuan dasar tersebut yang berukuran dari bongkah-brangkal-kerikil-pasir-lanau-lempung, dimana butiran tersebut tidak tersementasi termasuk juga bahan-bahan organik yang tercampur diantara butiran tersebut (Terzaghi, 1987).

Oleh karena itu di Kabupaten Ende sangat rentan dengan terjadinya tanah longsor. Sebagian besar longsor yang terjadi di wilayah Kabupaten Ende terjadi pada lereng dengan pelebaran jalan untuk kepentingan transportasi, karena sebagian besar struktur jalan di Kabupaten Ende terletak pada daerah perbukitan dan lereng-lereng bukit yang sangat berpotensi longsor.

Jalan Lokoboko-Lukipere menghubungkan antara kelurahan Lokoboko dengan Desa Ndungga, dikerjakan pada tahun 2018. Secara visual pada beberapa lokasi terdapat lereng yang cukup tinggi sekitar  $\pm 8,00$  m. kondisi tersebut dapat terjadi kelongsoran dan keruntuhan yang disebabkan oleh perubahan kadar air saat di musim hujan.

## METODE

Lokasi penelitian tanah lereng di sepanjang ruas jalan Lokoboko - Lokapere. Sampel tanah diambil dalam kondisi terganggu (*disturbed soil*) dan tanah tak terganggu (*undisturbed soil*), dimana ;

1. Sampel tanah kondisi inisial digunakan untuk pengujian sifat fisik tanah antara lain gradasi butiran, konsistensi tanah, *specific gravity* dan uji geser langsung.
2. Sampel tanah yang ditambah air sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100% dari kadar air inisial untuk dilakukan pengujian geser langsung untuk mendapatkan nilai kohesi (c) dan sudut geser tanah ( $\phi$ ).

Selanjutnya dari parameter tersebut dibuat simulasi menggunakan geoslope untuk mendapatkan nilai keamanan lereng. Simulasi lereng dibuat 2 bentuk lereng dengan ketinggian yang berbeda sesuai kondisi di lapangan yakni 10 m dan 20 m, dengan kemiringan yang curam. Adapun parameter tanah yang diambil dalam simulasi ini adalah berada pada kondisi kekuatan yang terkecil.

Hal yang paling penting dalam menganalisa stabilitas lereng adalah dengan mengetahui kemampuan tanah untuk menahan gaya geser. Kuat geser tanah adalah gaya

perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan antara lain ;

1. Kohesi tanah yang tergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan normal yang bekerja pada bidang geser.
2. Gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya.

$$\tau_f = c + \sigma \tan \varphi$$

dengan :

$\tau$  = tegangan kuat geser tanah (kN/m<sup>2</sup>)

c = kohesi tanah

$\varphi$  = sudut geser dalam (°)

$\sigma$  = tegangan normal pada bidang runtuh (kN/m<sup>2</sup>)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil penelitian lapangan dan laboratorium

Hasil penelitian lapangan dan laboratorium mengenai karakteristik tanah asli (kondisi awal/inisial) pada lereng di wilayah jalan Lokoboko – Lokapere, Kabupaten Ende, meliputi pengujian kuat geser tanah, gravimetric-volumetri, konsistensi tanah, dan analisa gradasi butiran, seperti tertera dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitan data hasil uji sifat tanah kondisi inisial

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Satuan
1	Berat spesifik (Gs)	2,44	-
2	Batas cair (LL)	25,45	%
3	Batas plastis (PL)	16,42	%
4	IndeksPlastisitas (PI)	9,035	%
5	Kerikil ( <i>gravel</i> )	4,91	%
6	Pasir ( <i>sand</i> )	64,72	%
7	Lanau dan Lempung ( <i>clay</i> )	30,37	%
8	AASHTO	Kerikil berlanau atau belempong dan pasir bergradasi baik	A-2-4
9	USCS	Pasir berlempung	SC
10	Kohesi ( c )	12,5	gr/cm <sup>2</sup>
11	Sudut geser (Ø)	52,79	°
12	Berat volume (γt)	1,93	gr/cm <sup>3</sup>

### 2. Pengujian Kuat Geser Tanah Setelah Penambahan Air

Dalam pengujian kuat geser ini, penambahan kadar air sebesar 25%, 50%, 75% serta 100% dari kadar air kondisi inisial (w<sub>i</sub>) untuk setiap sampel pengujian. Hasil pengujian kuat geser tanah pada kondisi penambahan air, masing-masingnya seperti terlihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitan data hasil uji kuat geser tanah untuk semua kondisi kadar air yang bervariasi

Sampel	ω	γt	γd	c	Ø
--------	---	----	----	---	---

<b>Inisial</b>	13,970	1,93	1,693	12,50	52,79
<b>25%</b>	17,463	2,07	1,762	13,00	48,58
<b>50%</b>	20,955	2,132	1,763	12,50	42,16
<b>75%</b>	24,448	2,247	1,806	11,00	33,46
<b>100%</b>	27,940	2,269	1,773	10,00	25,04

### 3. Stabilitas Lereng

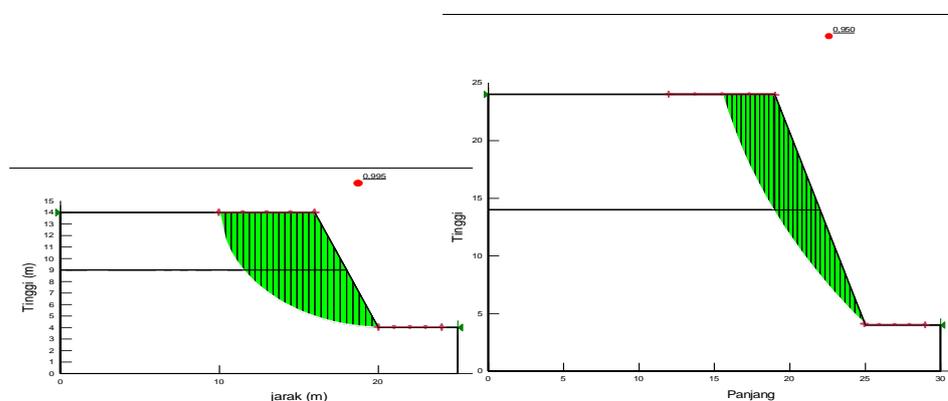
Dari parameter hasil uji kuat geser dan berat volume tanah, dilakukan simulasi stabilitas lereng dengan menggunakan aplikasi geoslope. Nilai keamanan lereng yang diperoleh dari hasil simulasi tersebut dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitan nilai Keamanan Lereng (SF) untuk ketinggian 10 m dan 20 dengan kondisi kadar air yang bervariasi

Sampel	$\omega$	$\gamma_t$	$\gamma_d$	c	$\phi$	H=10 m	H=20 m
<b>Inisial</b>	13,970	1,93	1,69	12,50	52,79	2,484	0,950
<b>25%</b>	17,463	2,07	1,76	13,00	48,58	2,179	0,831
<b>50%</b>	20,955	2,13	1,76	12,50	42,16	1,770	0,700
<b>75%</b>	24,448	2,25	1,80	11,00	33,46	1,338	0,535
<b>100%</b>	27,940	2,27	1,77	10,00	25,04	0,996	0,424

Menurut Joseph E. Bowles (2000), lereng dikatakan aman bila nilai faktor keamanan lereng lebih besar dari 1,25 ( $FS \geq 1,25$ ). Jadi dari hasil simulasi terlihat bahwa kondisi mulai tidak aman untuk lereng dengan tinggi 10 m yakni setelah penambahan air sampai dengan 100 %, nilai  $SF = 0,996$ . Sedangkan untuk lereng dengan tinggi 20 m, pada kondisi inisial sudah terlihat tidak aman dengan nilai  $SF = 0,950$ .

Berikut dapat kita lihat bentuk bidang longsor pada Gambar 1 hasil simulasi untuk kedua kondisi lereng tersebut. Meski nilai  $SF$ -nya hampir sama, namun letak dan kedalaman bidang longsornya berbeda.



Tinggi 10 m  
Kadar air 100%  $w_i$   
 $SF = 0,996$

Tinggi 20 m  
Kadar air inisial ( $w_i$ )  
 $SF = 0,950$

Gambar 1. Hasil simulasi lereng dengan aplikasi geoslope

Dimana kondisi lereng dengan tinggi 10 m dengan penambahan air 100% wi, bidang longsornya cukup jauh hampr 4 m arah horizontal di bagian puncak lereng dan melengkung lebar sampai ke kaki lereng. Sedangkan kondisi lereng dengan tinggi 20 m pada kondisi inisial (wi), letak bidang longsornya sekitar 2 m di bagian puncak lereng dan hampir lurus ke arah kaki lereng.

## **KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa ;

1. Menurut AASHTO, secara fisik sampel tanah di Daerah Ruas Jalan Lokoboko-Lokapere digolongkan dalam kelompok tanah A-2-5, yakni kerikil dan berpasir yang berlanau atau berlempung. Sedangkan menurut USCS, tanah tersebut dapat diklasifikasikan sebagai Pasir Kelanauan(SM). Secara mekanis, hasil pengujian sudut geser (*direct shear test*) terhadap sampel tanah di Ruas Jalan Lokoboko-Lokapere diketahui bahwa sudut geser terkecil yaitu  $52,79^\circ$  dan nilai kohesi yang 12,5 gr/cm<sup>2</sup>.
2. Dari hasil simulasi lereng menggunakan geoslope, terlihat bahwa ;
  - Untuk lereng tinggi 10 m, tidak aman saat penambahan air sebesar 100% kondisi inisial (wi) , SF=0,996
  - Untuk lereng tinggi 20 m, sudah tidak aman dari kondisi awal/inisial, SF=0,950
  - Bidang longsor untuk lereng dengan tinggi 10 m lebih dalam dibanding bidang longsor untuk lereng tinggi 20 m.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada pemberi dana penelitian atau donatur. Ucapan terima kasih dapat juga disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Bowles, J. E. (1989), *Sifat-Sifat Fisik Dan Geoteknis Tanah*. Erlangga. Jakarta.
- Bowles, (1989), *Mekanika Tanah (Sifat-Sifat Fisik Dan Geoteknis Tanah)*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta
- Budi, Gatot Setyo. (2011), *Pondasi Dangkal*. ANDI, Yogyakarta
- Craig R. F. (1987). *Mekanika Tanah*. Terjemahan Oleh B. Susilo S. Erlangga. Jakarta.
- Das, Braja M, (1988), *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja M, (1988), *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik)*, Jilid II, Erlangga, Jakarta.
- Das, B. M. (1990). *Mekanika Tanah I*. Erlangga. Jakarta
- Hardiyatmo, C.H, (2002) *Mekanika Tanah*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. *Analisis Dan Perancangan Pondasi Bagian II*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hendrasin, S.L. (2000), *Investigasi Rekayasa Geoteknik*, Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil, Bandung.
- LH, IR. Shirley. (1992), *Geoteknik Dan Mekanika Tanah (Penyelidikan Lapangan Dan Laboratorium)*, Penerbit Nova, Bandung.
- Pati Bao, Radja, Ndale, (2021), *Analisis Kuat Geser Akibat Perubahan Kadar Air Pada Ruas Jalan Lokoboko – Lokapere Kabupaten Ende*, Universitas Flores, Ende
- Setyanto. (1999), *Rekayasa Pondasi I*. Universitas Lampung. Lampung.

**Veronika Miana Radja, Fransiskus X Ndale, Yohanes Laka Suku**

*Pengaruh Perubahan Kadar Air Tanah Terhadap Tingkat Keamanan Lereng Sepanjang Ruas Jalan Lokoboko-Lokapere Kabupaten Ende*

Terzaghi, K., dan Peck, R. B. 1987. *Mekanika Tanah DalamPraktekRekayasa*. PenerbitErlangga, Jakarta..

Verhoef, P. N. W. (1994). *GeologiUntukTeknikSipil*. Erlangga. Jakarta.