

**FAKTOR KEAMANAN LERENG JALAN RAYA PUSUK KECAMATAN PEMENANG  
KABUPATEN LOMBOK UTARA MENGGUNAKAN METODE FELLENIUS DAN BISHOP**  
*Slope Safety Factors of Pusuk Road Pemenang North Lombok District  
using Fellenius and Bishop Methods*

**Emilda Aprianti\*, Heni Pujiastuti\*, Isfanari\*, Eti Rahmawati\*\***

**\*Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram**

**\*\*Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi NTB**

**Email : [Emildaaprianti85@gmail.com](mailto:Emildaaprianti85@gmail.com), [pujiastutih@gmail.com](mailto:pujiastutih@gmail.com), [isfanaribromo@gmail.com](mailto:isfanaribromo@gmail.com),  
[etyhakim76@gmail.com](mailto:etyhakim76@gmail.com)**

**Abstrak**

*Jalan Raya Pusuk merupakan salah satu ruas jalan di Kecamatan Pemenang Kabupaten Lombok Utara dengan topografi yang sedikit curam, sehingga memungkinkan akan terjadinya longsor ketika hujan deras melanda. Rembesan dan aktivitas geologi adalah faktor lain yang menyebabkan timbulnya longsor. Pada penelitian ini, penyelidikan dikhususkan untuk menganalisa hasil perhitungan pada metode Fellenius dan Bishop di Jalan Raya Pemenang yang bertujuan untuk mengetahui faktor keamanan kestabilan lereng dengan menggunakan metode Fellenius dan Bishop. Data yang digunakan sebagai acuan untuk analisa perhitungan metode Fellenius dan Bishop adalah data sekunder yang terdiri dari data sifat fisik dan mekanik tanah yaitu: nilai kohesi ( $c$ ), sudut geser dalam tanah ( $\phi$ ), berat isi tanah ( $\gamma$ ), tinggi lereng ( $m$ ), dan sudut kemiringan lereng ( $\alpha$ ). Proses analisis perhitungan metode Fellenius dan Bishop dilakukan menggunakan tabel perhitungan manual. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan factor keamanan lereng pada jalan raya Pusuk, Kecamatan Pemenang, diperoleh bahwa faktor keamanan dengan metode Bishop lebih besar di dibandingkan dengan metode Fellenius. Ditemukan bahwa faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng adalah kemiringan lereng ( $\alpha$ ), kohesi ( $c$ ) dan nilai sudut gesek dalam tanah ( $\phi$ ).*

*Kata kunci: Kestabilan lereng, Metode Fellenius dan Bishop, Kemiringan lereng, Sudut gesek dalam tanah.*

**PENDAHULUAN**

Jalan Raya Pusuk terletak di Kecamatan Pemenang Kabupaten Lombok Utara memiliki topografi yang curam, sehingga memungkinkan akan terjadinya longsor ketika hujan deras melanda desa tersebut. Adapun faktor lain yang menyebabkan timbulnya longsor adalah rembesan dan aktivitas geologi seperti patahan, rekahan dan liniasi, (Zakaria, 2011). Jenis tanah yang terdapat pada lokasi juga sangat berpengaruh terhadap kestabilan lereng tersebut.

Tanah lempung adalah jenis tanah yang plastis yang akan menjadi lunak ketika kadar air bertambah dan akan menjadi kering dan keras ketika kadar air rendah (Wesley, 2012). Karena sifat tanah lempung yang demikian maka dapat memungkinkan terdapatnya retakan-retakan didalam lereng saat musim hujan. Guna mengetahui faktor-faktor pengaruh dan karakteristik perilaku tanah di lereng sangat diperlukan. Salah satu faktor yang harus diperhatikan adalah keberadaan "retakan tanah" yang berpotensi menyebabkan ketidakstabilan lereng.

Pada penelitian ini, penyelidikan dikhususkan menganalisis kestabilan lereng dengan menggunakan metode Fellenius dan Bishop. Karena tidak semua lereng mempunyai kestabilan yang aman untuk dijadikan sebagai daerah pemukiman, sehingga diperlukan suatu informasi mengenai kestabilan lereng. Oleh karena itu, adanya analisis kestabilan lereng itu sangat penting untuk mengetahui apakah daerah tersebut layak untuk dijadikan sebagai tempat pemukiman atau tidak,

terutama di daerah-daerah yang mempunyai lereng yang curam. Hal ini dilakukan untuk mengurangi jatuhnya korban jiwa akibat tanah longsor.

Permasalahan di atas perlu ditindaklanjuti dengan penelitian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng pada ruas jalan Pusuk, dengan Metode Fellenius dan Bishop. Hasil ini diharapkan dapat digunakan untuk berbagai macam cara pencegahan sebelum gerakan tanah menjadi bencana.

**TINJAUAN PUSTAKA**

**Analisis Stabilitas Lereng**

Kestabilan lereng merupakan suatu kondisi atau keadaan yang mantap/stabil terhadap suatu bentuk dan dimensi lereng (Duncan, et. al. 2004). Kestabilan lereng dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: jarak muka air tanah, sudut kemiringan lereng, nilai kuat geser tanah dan jenis tanah lapisan penyusunnya yang memiliki nilai kohesi dan sudut geser dalam yang berbeda. Adapun maksud analisis stabilitas lereng adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial. Bentuk bidang gelincir yang umum dan sering dijumpai adalah bentuk bidang gelincir yang mendekati bentuk busur lingkaran. Tanah yang longsor di sebut *rotational slide* yang bersifat berputar. Tanah longsor juga terjadi pada bidang gelincir yang hampir lurus dan sejajar dengan muka tanah. Longsor blok atau baji adalah longsor yang terjadi akibat aksi dari dekat dan sering terjadi pada lereng alam atau lereng buatan pada bidang tanah yang jelek.

Kestabilan lereng penambangan dipengaruhi oleh geometri lereng, struktur batuan, sifat fisik dan mekanik batuan serta gaya luar yang bekerja pada lereng tersebut. Suatu cara yang umum untuk menyatakan kestabilan suatu lereng pembangunan adalah dengan faktor keamanan. Faktor ini merupakan perbandingan antara gaya penahan yang membuat lereng tetap stabil, dengan gaya penggerak yang menyebabkan terjadinya longsor. Besarnya nilai faktor keamanan lereng ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Tabel Faktor Keamanan ditinjau dari Intensitas Kelongsoran

Nilai Faktor Keamanan (FK)	Kejadian / Intensitas Longsor
FK < 1,07	Longsoran terjadi biasa/sering (kelas labil)
FK antara 1,07-1,25	Longsoran pernah terjadi (kelas kritis)
FK > 1,25	Longsoran jarang terjadi (kelas stabil)

Sumber : Bowles, 1991

**Metode Fellenius**

Metode Fellenius (*Ordinary Method of Slice*) diperkenalkan pertama kali oleh Fellenius (1936) bahwa gaya memiliki sudut kemiringan paralel dengan dasar irisan faktor keamanan dihitung dengan keseimbangan momen. Fellenius menganggap gaya-gaya yang bekerja pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak lurus bidang longsor. Rumus yang digunakan untuk perhitungan menggunakan metode Fellenius sebagai berikut :

Mencari nilai  $C_{rata-rata} = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + C_4}{\text{Jumlah Irisan}} \dots\dots\dots (1)$

Mencari nilai  $\phi_{rata-rata} = \frac{\phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + \phi_4}{\text{Jumlah Irisan}}$  ..... (2)

Tahanan longsor yang dikerahkan oleh komponen kohesi:

$$\sum c_i a_i = c_{rata-rata} \times \sum L$$
 ..... (3)

Tahanan longsor oleh komponen gesekan pada lapisan:

$$w_i \cos \theta_i \times \text{tg } \phi_{rata-rata}$$
 ..... (4)

$$\text{Faktor aman } F = \frac{\sum c_i a_i + (w_i \cos \theta_i \text{ tg } \phi_{rata-rata})}{w_i \sin \theta_i}$$
 ..... (5)

dengan F = faktor aman, c = kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>),  $\phi$  = sudut gesek dalam tanah (°),  $\theta_i$  = sudut tiap irisan (°),  $w_i$  = berat irisan tanah ke-i (kN)

Jika terdapat gaya-gaya lain selain berat tanahnya sendiri, misalnya bangunan di atas lereng, maka momen akibat beban ini diperhitungkan sebagai Md. Metode Fellenius banyak digunakan dalam prakteknya, karena cara hitungan sederhana dan kesalahan hitungan yang dihasilkan masih pada sisi aman.

**Metode Bishop**

Metode Bishop adalah metode yang diperkenalkan oleh A.W. Bishop menggunakan cara potongan, dimana metode Bishop dipakai untuk menganalisis permukaan gelincir (*slip surface*) yang berbentuk lingkaran. Dalam metode ini diasumsikan bahwa gaya-gaya normal total berada/bekerja dipusat alas potongan dan bisa ditentukan dengan menguraikan gaya-gaya pada potongan secara vertikal atau normal. Persyaratan keseimbangan dipakai pada potongan-potongan yang membentuk lereng tersebut. Metode Bishop menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada irisan mempunyai resultan nol pada arah vertikal (Bishop,1955).

Persamaan faktor aman untuk analisis stabilitas lereng cara Bishop:

$$M_i (\theta) = \cos \theta_i (1 + \tan \theta_i \tan \phi / F)$$
 ..... (6)

Secara teoritis tingkat nilai faktor keamanan ditunjukkan pada Tabel 2 berikut:

**Tabel 2.** Tingkat Nilai FK Teoritis

Fk	Keterangan
>1	Stabil
=1	Kritis
<1	Labil
>1	Stabil

Dalam praktek di lapangan tingkat nilai faktor keamanan yang digunakan sesuai pada Tabel 3 berikut (Bowles, 1984):

**Tabel 3.** Tingkat Nilai FK dalam Praktek

Fk	Keterangan
>1,5	Stabil
1,07 < Fk < 1,5	Kritis
<1,07	Labil

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam analisis perhitungan kestabilan lereng pada ruas jalan raya Pusuk adalah metode Fellenius dan Bishop. Data yang digunakan sebagai acuan untuk analisa perhitungan metode Fellenius dan Bishop adalah data sekunder yang terdiri dari data sifat fisik dan mekanik tanah yaitu: nilai kohesi ( $c$ ), sudut geser dalam tanah ( $\phi$ ), berat isi tanah ( $\gamma$ ), tinggi lereng ( $m$ ), dan sudut kemiringan lereng ( $\alpha$ ). Proses analisis perhitungan metode Fellenius dan Bishop dilakukan menggunakan tabel perhitungan manual. Adapun prosedur kegiatan penelitian meliputi survey pendahuluan, studi literatur, pengumpulan data, dan perumusan konsep pengerjaan berupa analisa data dan perhitungan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Tanah

Data tanah yang digunakan untuk analisis kestabilan lereng merupakan data hasil uji sifat fisik dan mekanik tanah yang ada di lapangan, terletak disekitar Jalan Raya Pusuk Kecamatan Pemenang Kabupaten Lombok Utara. Pengujian kuat geser tanah dengan alat *direct shear* di lakukan oleh Dinas Pemerintahan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat di Laboratorium Balai Pengujian Material Kontruksi. Rekap data hasil pengujian tanah dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

**Tabel 4** Hasil Uji Sifat Fisik dan Mekanik Tanah

Pengujian	BM 1				Satuan
	0-4 m	4-8 m	8-16 m	16-20 m	
Berat Volume	17.759	20.574	16.759	17.436	kN/m <sup>3</sup>
<i>Direct Shear</i>					
$\phi$	32,73	33.3	33,87	32,73	°
$c$	7.845	9.316	10.787	10.787	kN/m <sup>2</sup>
Klasifikasi Tanah	<i>Sandy loam</i>		<i>Sandy loam</i>	<i>Sandy loam</i>	

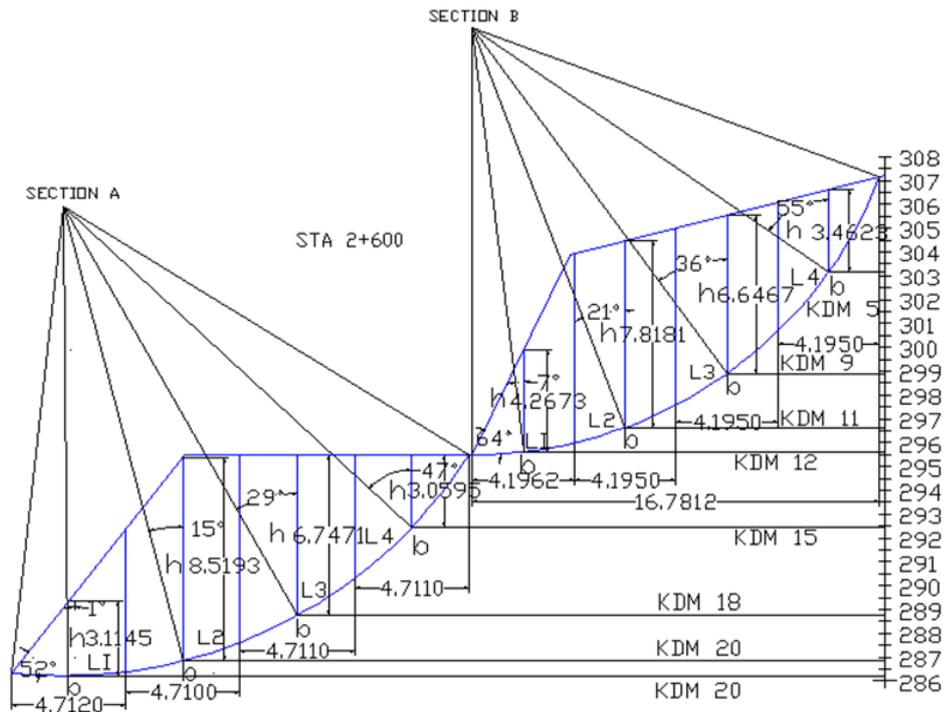
Sumber : Lab. Balai Pengujian Material Kontruksi Dinas PUPR NTB, 2020

### Analisis Perhitungan Metode Fellenius Dan Bishop

Data parameter tanah yang perlu diketahui untuk melakukan perhitungan faktor keamanan stabilitas lereng dengan menggunakan metode Fellenius dan Bishop adalah : Kohesi ( $c$ ), sudut gesek dalam ( $\phi$ ), berat isi tanah ( $\gamma$ ), tinggi tiap irisan ( $h$ ), lebar tiap irisan ( $b$ ), dan sudut kemiringan lereng pada tiap irisan ( $\theta_i$ ).

### Metode Fellenius

Perhitungan menggunakan metode Fellenius pada pemenang STA 2+600 (*section A*) memiliki sudut kemiringan lereng ( $\alpha$ ): 52°,  $\phi_{Rata-rata}$ : 33.015°,  $c_{Rata-rata}$ : 10.787 kN/m<sup>2</sup>, dan bidang longsor memiliki panjang total, ( $\Sigma L$ ): 18.844 m dan dibagi menjadi 4 irisan. Perhitungan faktor keamanan menggunakan metode Fellenius dilakukan tiap irisan untuk mempermudah perhitungan dan menentukan nilai lebar ( $b$ ), tinggi ( $h$ ) dan sudut tiap irisan ( $\theta_i$ ). Gambar geometri lereng dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gambar Lereng Pemenang (STA 2+600)

dengan  $\theta_i$  = sudut tiap irisan lereng ( $^\circ$ ),  $b$  = lebar tiap irisan lereng (m),  $h$  = tinggi tiap irisan lereng (m), KDM = kedalaman lereng tiap irisan dan  $L$  = penamaan tiap irisan lereng.

Berat isi tanah ( $\gamma$ ) diperoleh dari Tabel 4 dimana penentuannya sesuai dengan kedalaman lereng tiap irisan. Nilai-nilai  $\phi_{Rata-rata}$  dan  $c_{Rata-rata}$  juga diperoleh dari Tabel 4 dimana penentuan untuk  $\phi_{Rata-rata}$  dan  $c_{Rata-rata}$  tergantung dari kedalaman bidang longsor pada tiap irisan lereng, kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah irisan, di tentukan pada titik bawah bidang longsor pada garis tengah tiap irisan. Tinggi setiap irisan di peroleh pada bagian tengah tiap irisan lereng. Sudut tiap irisan lereng ( $\theta_i$ ) di peroleh dari garis tengah pada tiap irisan dan garis lurus dari titik pusat lingkaran pada lereng. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai  $W_i = h \times b \times \gamma$ . Hasil perhitungan kestabilan lereng dengan metode Fellenius dapat di lihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Perhitungan kestabilan lereng dengan metode Fellenius pada ruas jalan raya Pemenang (2+600 A)

No.	$b$ (m)	$h$ (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$w_i$ (kN)	$\theta_i$ ( $^\circ$ )	$w_i \cos \theta_i$ (kN)	$w_i \sin \theta_i$ (kN)
L1	4.712	3.114	17.436	255.841	-1	255.802	-4.465
L2	4.711	8.519	17.436	699.759	15	680.424	163.355
L3	4.711	6.747	17.436	554.205	29	497.691	243.816
L4	4.711	3.059	16.759	241.513	47	178.630	162.541
Total						1612.547	565.247

Mencari nilai kohesi rata-rata :

$$C_{rata-rata} = \frac{c_1+c_2+c_3+c_4}{\text{Jumlah Irisan}} = \frac{10.787+10.787+10.787+10.787}{4} = 10.787 \text{ kN/m}^2$$

Tahanan longsor yang dikerahkan oleh komponen kohesi:

$$\sum C_i a_i = C_{rata-rata} \times \sum L = 10.787 \times 18.844 = 203.270 \text{ kN}$$

Mencari nilai sudut gesek dalam tanah rata-rata :

$$\phi_{rata-rata} = \frac{\phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + \phi_4}{\text{Jumlah Irisan}} = \frac{32,73 + 32,73 + 32,73 + 33,87}{4} = 33,015^\circ$$

Tahanan longsor oleh komponen gesekan pada lapisan:

$$w_i \cos \theta_i \times \text{tg } \phi_{rata-rata} = 1612,547 \times \text{tg}(33,015) = 1612,547 \times 0,570 = 919,151 \text{ kN}$$

Faktor keamanan lereng ditentukan dengan Persamaan (5), sebagai berikut:

$$\text{Faktor aman } F = \frac{\sum c_i a_i + (w_i \cos \theta_i \times \text{tg } \phi_{rata-rata})}{w_i \sin \theta_i} = \frac{203,270 + 919,151}{565,247} = 1,98$$

Setelah melakukan perhitungan faktor keamanan stabilitas lereng dengan menggunakan metode Fellenius di dapat nilai 1.98 dan di anggap lereng stabil sesuai ketentuan pada Tabel 3, tentang tingkat nilai faktor keamanan dalam praktek (Bowles, 1984).

**Metode Bishop**

Perhitungan metode Bishop hampir sama dengan cara metode Fellenius dibagi menjadi beberapa irisan terlebih dahulu untuk menentukan sudut gesek rata-rata, kohesi rata-rata, panjang total bidang longsor, lebar , tinggi , sudut tiap irisan, dan berat isi tanah. Untuk perhitungan faktor keamanan pada Tabel 6 kolom (12) dan (13) digunakan Persamaan (6) untuk mempermudah hitungan secara manual dengan cara coba-coba (*trial dan error*), dan di ambil nilai F yang mendekati F yang dicobakan untuk faktor keamanan lereng. Selanjutnya perhitungan dengan metode Bishop dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini.

**Tabel 6** Perhitungan Kestabilan Lereng dengan Metode Bishop pada Ruas Jalan Raya Pemenang (2+600 A)

No.	b(m)	h(m)	w <sub>i</sub> (kN)	θ <sub>i</sub> (°)	w <sub>i</sub> sinθ <sub>i</sub> (kN)	sinθ <sub>i</sub>	C (kN/m <sup>2</sup> )	tgφ (°)	(w <sub>i</sub> )tgφ (kN)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
L1	4.712	3.114	255.841	-1	-4.465	-0.015	10.787	0.564	144.294
L2	4.711	8.519	699.759	15	163.355	0.233	10.787	0.564	394.664
L3	4.711	6.747	554.205	29	243.816	0.439	10.787	0.564	312.571
L4	4.711	3.059	241.513	47	162.541	0.673	10.787	0.588	142.009
					<b>565.247</b>				

Lanjutan **Tabel 6**

cb (kN)	(9)+(10) (kN)	M <sub>i</sub> (11) : (12)				Hitungan Faktor Aman
		F=2.09	F=2.13	F=2.09	F=2.13	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
50.828	195.122	0.995	0.995	196.102	196.102	F <sub>1</sub> $\frac{1205,489}{565,247} = 2,13$
50.817	445.481	1.035	1.034	430.416	430.832	
50.817	363.388	1.005	1.002	361.580	362.662	F <sub>2</sub> $\frac{1207,971}{565,247} = 2,13$
50.817	192.826	0.887	0.883	217.391	218.375	
				<b>1205.489</b>	<b>1207.971</b>	

Setelah perhitungan pada kolom (11) diperoleh, kemudian dicoba nilai F sebagai masukan awal 1.80 dan diperoleh hasil F=2.09. Karena nilai F yang diperoleh masih belum sama dengan nilai F yang dicobakan, maka dicobakan lagi dengan nilai F=2.09 sehingga diperoleh F= 2.13. Selanjutnya

dicobakan lagi dengan nilai  $F=2.13$  dan diperoleh hasil yang sama yaitu  $F=2.13$ . Iterasi dihentikan jika nilai  $F$  masukan yang dicobakan sama dengan nilai  $F$  hasil perhitungan. Dua iterasi terakhir ditampilkan pada Tabel 6. Dari perhitungan di atas diperoleh hasil angka keamanan sebesar  $F=2.13$ .

Hasil perhitungan faktor keamanan lereng menggunakan metode Fellenius dan Bishop secara keseluruhan pada masing-masing stasiun di ruas jalan raya Pemenang dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

**Tabel 7.** Tabel Hasil Perhitungan Kestabilan Lereng dengan Metode Fellenius dan Bishop

No.	Nama	$\alpha$ (°)	c (kN/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	Metode Fellenius	Metode Bishop
1	STA 2+600 (A)	52	10.787	33.015	1.98	2.13
	STA 2+600 (B)	64	10.419	33.727	1.60	1.87
2	STA 2+650 (A)	37	10.787	33.870	2.42	2.64
	STA 2+650 (B)	40	9.316	33.300	2.04	2.24
3	STA 2+700 (A)	40	10.787	33.015	2.06	2.22
	STA 2+700 (B)	69	9.683	33.440	1.45	1.72
4	STA 2+750 (A)	45	10.787	33.015	1.83	2.00
	STA 2+750 (B)	54	9.683	33.442	1.60	1.79
5	STA 2+800 (A)	48	10.787	33.015	1.40	1.60
	STA 2+800 (B)	69	9.683	33.442	1.52	1.84

Faktor yang mempengaruhi perhitungan kestabilan lereng antara lain adalah kemiringan lereng ( $\alpha$ ), parameter sudut gesek dalam tanah ( $\phi$ ), dan kohesi ( $c$ ). Sedangkan geometri lereng yang tidak aman bisa mempengaruhi terjadinya kelongsoran, semakin besar nilai sudut kemiringan lereng ( $\alpha$ ) maka semakin kecil nilai faktor keamanan, artinya semakin curam lereng maka kondisinya semakin tidak aman. Semakin besar nilai sudut geser dalam tanah ( $\phi$ ), maka nilai faktor keamanan stabilitas lereng semakin aman. Panjang total bidang longsor juga mempengaruhi faktor keamanan lereng, semakin panjang bidang longsor semakin tidak aman lereng tersebut.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

1. Prosedur perhitungan kestabilan lereng dengan menggunakan metode Bishop lebih rumit dibandingkan dengan perhitungan menggunakan metode Fellenius.
2. Hasil analisis perhitungan kestabilan lereng menggunakan metode Bishop menghasilkan nilai faktor keamanan yang lebih besar di bandingkan dengan metode Fellenius.
3. Parameter yang mempengaruhi kestabilan lereng antara lain adalah kemiringan lereng, sudut gesek dalam tanah dan kohesi.

### Saran

1. Perlunya ketelitian yang lebih detail pada saat melakukan perhitungan.
2. Menggambar lereng dengan menggunakan aplikasi *Auto-CAD* untuk mempermudah mendapatkan nilai tinggi ( $h$ ), lebar ( $b$ ), dan kemiringan sudut tiap irisan ( $\theta_i$ ) yang lebih teliti dibandingkan dengan cara manual.
3. Ketelitian dalam menentukan titik pusat lingkaran bidang kelongsoran, dimulai dari kaki lereng.

## DAFTAR PUSTAKA

Aprianti, E., Heni, P., Isfanari. (2021). *Perbandingan Analisis Stabilitas Lereng dengan Menggunakan Metode Fellenius dan Bishop (Studi Kasus: Pemenang STA 2+600-STA 2+800)*. Skripsi. Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram. Hal. 1-63.

Bishop, A.W. (1955). *The Use of Slip Surface in the Stability of Analysis Slopes*. Geotechnique, Vol.5, London.

Bowles, J.E. (1984). *Physical and Geotechnical Properties of Soils*. McGraw-Hill Book Company, USA.

Bowles, J.E. (1991). *Sifat-Sifat Fisik dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.

Duncan, et. al. (2004). *Rock Slope Engineering: Civil and Mining, 4rd, (ed)*. New York: Spoon Press, London.

Pangemanan, V.G. (2014). *Analisa Kestabilan Lereng dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland)*. Jurnal Sipil Statik, 2(1), 37-46.

Rajagukguk, O.P. (2014). *Analisa Kestabilan Lereng dengan Metode Bishop (Studi Kasus: Kawasan Citraland STA.1000m)*. Jurnal Sipil, 2(3), 139-147.

Zakaria, Z. (2011). *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Universitas Padjajaran. Bandung.

Wesley, L.D. (2012). *Mekanika Tanah Untuk Tanah Endapan dan Residu*, Penerbit Andi, Yogyakarta.