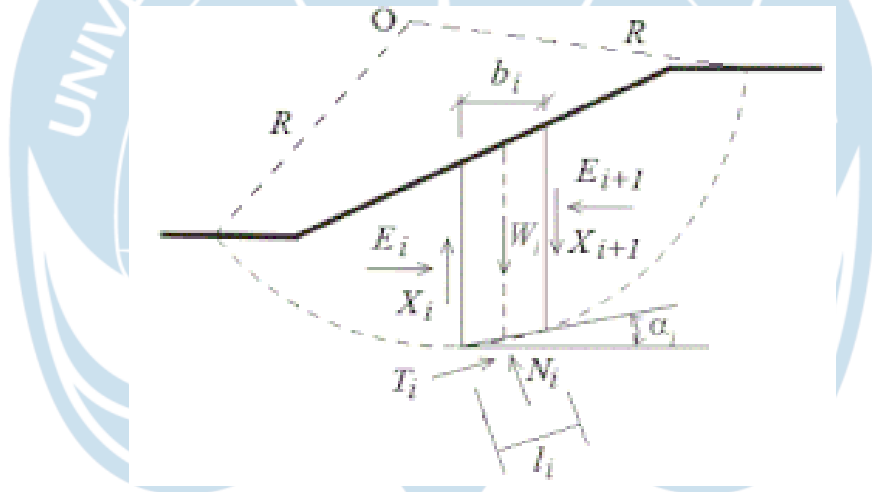


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Analisa Stabilitas dengan Bidang Longsor Berbentuk Lingkaran

Lereng dengan tanah homogen biasanya memiliki longsor dengan bentuk bidang longsor berbentuk lengkungan. Lengkung pada bidang longsor dapat berbentuk lingkaran, spiral logaritmik ataupun kombinasi dari keduanya. Bidang longsor biasanya dianggap berupa lingkaran untuk mempermudah perhitungan analisis stabilitas secara matematik, serta bentuk lingkaran ini juga dipertimbangkan serupa dengan bentuk sebenarnya di alam (Hardiyatmo, 2018).



Gambar 2.1 Analisis Stabilitas Bidang Longsor Berbentuk Lingkaran

##### 2.1.1 Metode *Bishop*

Dalam perhitungan stabilitas lereng Bendungan Leuwikeris dipakai 2 cara yaitu dengan metode *Bishop* perhitungan dilakukan secara manual dan dibantu menggunakan program Geo-studio Slope/W 2018.

Metode *Bishop* merupakan salah satu metode yang termasuk kedalam *limit equilibrium method*. Pada Metode *Bishop* bidang longsor akan terbagi menjadi beberapa irisan. Metode *bishop* menganggap gaya-gaya yang bekerja pada sisi irisan mempunyai resultan nol terhadap arah vertical dan horizontal (Bishop, 1955). Lokasi lingkaran kritis dari Metode *Bishop* biasanya mendekati dengan hasil

pengamatan di lapangan, sehingga penggunaan metode ini lebih disukai. Semua faktor aman harus dihitung terhadap titik pusat lingkaran agar dapat menentukan nilai faktor aman yang terkecil. Perhitungan dilakukan dengan mengubah jari-jari lingkarannya. Oleh karena itu, perhitungan secara manual akan membutuhkan waktu yang lama, sehingga dibutuhkan bantuan program-program computer untuk melakukan hitungan analisis stabilitas ini (Hardiyatmo, 2018).

Perhitungan stabilitas lereng menggunakan metode *Bishop* dapat menggunakan rumus:

$$FK = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} [c'b_i + N \tan \phi']}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \theta_i} \quad (2-1)$$

Dengan rumus N (gaya normal) sebagai berikut:

$$N = \frac{W - \left[ \frac{c'b \sin \theta - \mu_n b \tan \phi' \sin \theta}{F} \right]}{\cos \theta + \frac{\sin \theta \tan \phi'}{F}} \quad (2-2)$$

Apabila terdapat beban gempa, maka rumus pada metode bishop menjadi:

$$FK = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} [c'b_i + (N - F_n \sin \theta_i) \tan \phi']}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \theta_i + \sum_{i=1}^{i=n} F_h \cos \theta_i} \quad (2-3)$$

Dengan rumus  $F_h$  (gaya horizontal akibat beban gempa) sebagai berikut:

$$F_h = K_h \times W \quad (2-4)$$

Dimana:

FK = faktor keamanan

N = gaya normal (kN)

$c'$  = kohesi tanah efektif (kN/m<sup>2</sup>)

$W_i$  = berat irisan tanah ke-i (kN)

$\mu_i$  = tekanan air pori irisan ke-i (kN/m<sup>2</sup>)

$\theta_i$  = sudut irisan ke-i (°)

$b_i$  = lebar irisan ke-i (m)

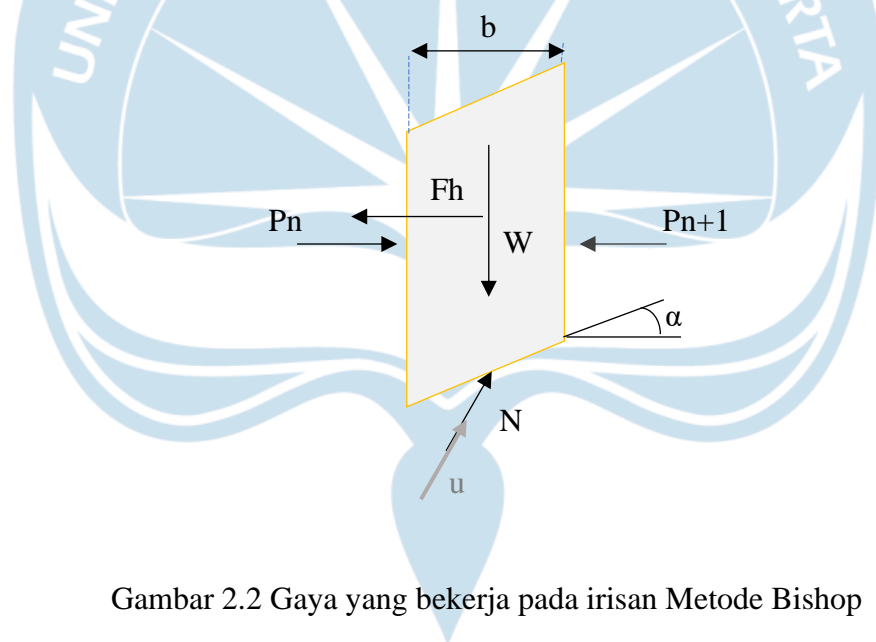
$\phi'$  = sudut gesek dalam efektif ( $^{\circ}$ )

$F_h$  = gaya horizontal akibat beban gempa (kN)

$K_h$  = koefisien gempa horizontal

Pada metode *Bishop* terdapat beberapa asumsi, diantaranya:

1. Keruntuhan akibat gerakan rotasi tanah berbentuk lingkaran.
2. Nilai dari gaya horizontal pada kedua sisi diabaikan sebab pada metode *Bishop* tidak dapat memenuhi syarat *force equilibrium* dan hanya memenuhi syarat *moment equilibrium*.
3. Gaya normal diperoleh dengan menjumlahkan gaya-gaya arah vertikal dan bekerja ditengah bidang irisan.



Gambar 2.2 Gaya yang bekerja pada irisan Metode Bishop

## 2.2 Analisa Terjadinya *Piping*

*Piping* merupakan rembesan yang terjadi akibat tekanan air pori berlebih yang membawa butiran-butiran tanah sehingga menyebabkan terbentuknya pipa-pipa didalam tubuh bendungan. *Piping* dapat menyebabkan kerusakan fisik serta kegagalan pada tubuh bendungan.

Faktor aman sebesar 4 (tanpa filter) atau 2 (dengan filter) cukup untuk memenuhi angka aman pada tubuh bendungan. Analisa faktor keamanan terhadap *piping* dapat dihitung berdasarkan rumus berikut ini (Harza, 1935):

$$FK_{\text{piping}} = \frac{i_{\text{cr}}}{i_{\text{cal}}} \quad (2-5)$$

Dengan rumus  $i_{\text{cr}}$  sebagai berikut:

$$i_{\text{cr}} = \frac{Gs - 1}{1 + e} \quad (2-6)$$

Dimana:

- $FK_{\text{piping}}$  = faktor keamanan piping dengan nilai minimal 4  
 $i_e$  = gradien keluaran dari hasil analisis rembesan atau pembacaan instrument pisometer  
 $i_{\text{cr}}$  = gradien keluaran kritis  
 $G_s$  = berat jenis material  
 $e$  = angka porositas

### 2.3 Studi sebelumnya

Analisis Stabilitas Tubuh Bendungan Pada Tubuh Bendungan Utama Tugu Kabupaten Trenggalek (Muchammad Ilham, 2015). Pada studi ini dibahas mengenai stabilitas tubuh bendungan serta kemungkinan terjadinya *piping* pada tubuh bendungan. Kondisi material-material yang digunakan pada tubuh Bendungan Tugu adalah sebagai berikut:

#### 1. Bahan material inti kedap air

Setelah dilakukan uji laboratorium material lempung dengan pengambilan 14 contoh tanah, diperoleh data-data teknis sebagai berikut:

- Kohesi (C) : 3,39 t/m<sup>2</sup>
- Sudut geser dalam ( $\phi$ ) : 17,2°
- Berat isi basah ( $\gamma$ ) : 1,71 t/m<sup>3</sup>
- Berat isi jenuh ( $\gamma_{\text{sat}}$ ) : 1,839 t/m<sup>3</sup>

- Permeabilitas (k) :  $2,1 \times 10^{-7}$  cm/detik

## 2. Bahan material filter halus

Parameter material filter halus yang diperoleh setelah pengujian laboratorium adalah sebagai berikut:

- Kohesi (C) :  $0 \text{ t/m}^2$
- Sudut geser dalam ( $\phi$ ) :  $30^\circ$
- Berat isi jenuh ( $\gamma_{\text{sat}}$ ) :  $1,888 \text{ t/m}^3$
- Permeabilitas (k) :  $0,025 \text{ cm/detik}$

## 3. Bahan material filter kasar

Parameter material filter kasar yang diperoleh setelah pengujian laboratorium adalah sebagai berikut:

- Kohesi (C) :  $0 \text{ t/m}^2$
- Sudut geser dalam ( $\phi$ ) :  $35^\circ$
- Berat isi jenuh ( $\gamma_{\text{sat}}$ ) :  $1,987 \text{ t/m}^3$
- Permeabilitas (k) :  $55 \times 10^{-4} \text{ cm/detik}$

## 4. Bahan material rip – rap

Hasil pengujian laboratorium bahan material rip – rap adalah sebagai berikut:

- Berat isi jenuh ( $\gamma_{\text{sat}}$ ) :  $2,32 \text{ t/m}^3$
- Kohesi (C) :  $0 \text{ t/m}^2$
- Sudut geser dalam ( $\phi$ ) :  $40^\circ$
- Permeabilitas :  $0 \text{ cm/detik}$

## 5. Bahan material batuan random

Material batuan random diambil dari *quarry* daerah Karangasem, sekitar perbukitan Gunung Agung. Dari hasil pengujian di laboratorium didapatkan parameter sebagai berikut:

- *Wet density* ( $\gamma$ ) : 1,92 kg/cm<sup>3</sup>
- Berat isi jenuh ( $\gamma_{sat}$ ) : 2,24 t/m<sup>3</sup>
- Kohesi (C) : 0 kg/cm<sup>2</sup>
- Sudut geser dalam ( $\phi$ ) : 37°
- Permeabilitas (k) : 0 (cm/detik)

Hasil analisis stabilitas lereng Bendungan Titab adalah sebagai berikut:

No	Kondisi	Koef. Gempa	Angka Keamanan Minimum	FS Kritis ( <i>software</i> )		keterangan		FS Kritis ( <i>manual</i> )		keterangan	
				Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	Hulu	Hilir
1	kosong	0	1.3	1.822	1.568	aman	aman	2.109	1.804	aman	aman
2	256.65	0	1.5	1.904	1.621	aman	aman	3.304	2.602	aman	aman
3	215.5	0	1.5	1.507	1.56	aman	aman	2.739	2.716	aman	aman
4	susut tiba tiba	0	1.2	1.372	1.457	aman	aman	2.176	2.602	aman	aman
5	kosong	0.254	1	1.208	1.146	aman	aman	1.269	1.336	aman	aman
6	256.65	0.254	1		1.211	aman	aman	1.937	1.812	aman	aman
7	215.5	0.254	1		1.109	aman	aman	1.547	1.989	aman	aman

Gambar 2.3 Rangkuman hasil analisis lereng Bendungan Titab