

PENGARUH TINGGI MUKA AIR TERHADAP STABILITAS BANGUNAN INLET

Ulfa Jusi

Program Studi Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru
Jalan Dirgantara No. 4 Arengka Raya Pekanbaru

Corresponding authors : ulfajusi@gmail.com

Abstrak

Bangunan Inlet merupakan salah satu bangunan pendukung dalam bidang perairan. Keberadaan bangunan pendukung perlu dilakukan pengamatan baik dari segi fungsi maupun dari segi keamanan. Langkah inspeksi lapangan secara berkala dan mengamati permasalahan serta mengevaluasi stabilitas bangunan untuk perbaikan sehingga bangunan bisa berfungsi dengan baik demi keamanan struktur yang stabil. Penelitian ini menggunakan Metode Rankine untuk menghitung stabilitas geser dan stabilitas guling pada bangunan. Perhitungan kapasitas dukung menggunakan metode Terzaghi dan metode Meyerhof. Dari hasil analisis disimpulkan bahwa semakin tinggi muka air semakin tidak aman stabilitas geser dan stabilitas guling bangunan inlet, dalam perhitungan yang dilakukan dari muka air maksimum yang direncanakan 3 m bangunan tersebut tidak aman terhadap stabilitas geser dan guling berdasarkan faktor aman (SF) = 1.5, namun aman pada muka air 2.15 m yang merupakan tinggi muka air kritis atau muka air maksimum berdasarkan perhitungan yang dilakukan. Sedangkan kapasitas dukung tanah terhadap bangunan dan beban di atasnya berdasarkan hasil perhitungan masih aman dengan faktor aman (SF) = 3.

Kata Kunci : stabilitas, kapasitas dukung, bangunan inlet.

Abstract

Building Inlet is one of the advocates of the building in the field of water. The existence of ancillary buildings need to be observed in terms of both functionality and in terms of security. Step periodic site inspections and observe the problems and evaluate the stability of the building to repair so that the building can function well for the security of a stable structure. This study uses Rankine method for calculating shear stability and bolster the stability of the building. As for calculating the bearing capacity using two (2) methods to compare the method and the method Terzaghi Meyerhof. From the results of the analysis can be concluded that the higher the water level is getting unsafe shear stability and stability bolsters building inlet, the calculations carried out on the water level maximum planned 3 m building is not safe against shear stability and bolsters based on what is safe (SF) = 1.5, but safe at 2:15 am the water level which is the critical water level or the maximum water level based on calculations performed. While the soil bearing capacity of the building and the load on it based on the results of the calculation are safe with secure factor (SF) = 3.

Keywords: Stability, carrying capacity, inlet, terzaghi

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan bangunan pendukung untuk memenuhi kebutuhan air baku, Bangunan *Inlet* merupakan lubang untuk aliran masuk (*inlet*) limpasan air hujan, bias jadi untuk saluran kombinasi. Kegagalan bangunan dalam mengendalikan banjir dapat menyebabkan kehilangan ratusan jiwa dan kerusakan pada bangunan sekitar bendung. Untuk mencegah terjadinya permasalahan akibat kerusakan bangunan, maka pada bendung perlu dilakukan inspeksi lapangan secara berkala dan mengamati permasalahan-permasalahan untuk perbaikan sehingga bendung bisa berfungsi dengan baik

karena memiliki perencanaan struktur yang aman/stabil.

Evaluasi stabilitas bangunan *inlet* sangat perlu dilakukan sehingga dapat dilihat apakah bangunan ini dapat berfungsi dengan baik dan memiliki keamanan struktur, dengan demikian bendung tetap dapat digunakan untuk mengairi lahan pertanian, sebagai pengendali banjir.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung daya dukung berdasarkan tinggi muka air permeter

2. Menghitung stabilitas bangunan *inlet* terhadap guling dan geser berdasarkan tinggi muka air permeter.
3. Menghitung tinggi air maksimum pada bangunan air.

DATA DAN PERHITUNGAN

1. Data

- a. Nama Pekerjaan : Pembangunan Inlet
- b. Jenis Pekerjaan : Pasangan batu kali dan batu pecah
- c. Tipe Bangunan : Tipe Semi Gravitasi
- d. Lokasi Pekerjaan :
 - 1) Kecamatan : Rambah Samo
 - 2) Kabupaten : Rokan hulu
 - 3) Provinsi : Riau
- e. Tolak Ukur :
 - 1) Tinggi Muka Air Rencana : 3 m
 - 2) Tinggi Muka Air Normal : 1 m
- f. Angka pori $e = 1,757$
- g. Berat spesifik tanah $G_s = 2,613$
- h. Berat volume tanah kering (γ_d)

- $= 9,297 \text{ kN/m}^3$
- i. Kadar air tanah asli $w = 34 \% = 0,34$
- j. Berat volume tanah jenuh (γ_{sat})
 $= 15,549 \text{ kN/m}^3$
- k. Berat volume tanah basah (γ_b)
 $= 12,458 \text{ kN/m}^3$
- l. Berat volume tanah apung (γ')
 $= 5,739 \text{ kN/m}^3$
- m. Berat volume batu $\gamma_{batu} = 22 \text{ kN/m}^3$
- n. Berat volume air (γ_w)
 $= 9,81 \text{ kN/m}^3$
- o. Kohesi tanah $c = 500 \text{ kg/m}^2$
 $= 500 \text{ kg/m}^2 \times 9,81 \text{ m/det}^2$
 $= 4905 \text{ N/m}^2 = 4,905 \text{ kN/m}^2$

2. Perhitungan

a. Stabilitas Geser dan Guling

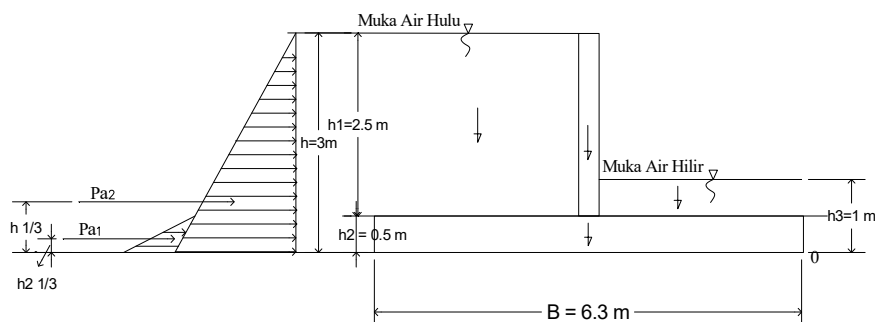
Analisis stabilitas terhadap geser dan guling ini dihitung terhadap muka air permeter, diambil tinggi muka air rencana atau muka air maksimal dan tinggi muka air minimal.

1) Gaya Horizontal dan Momen

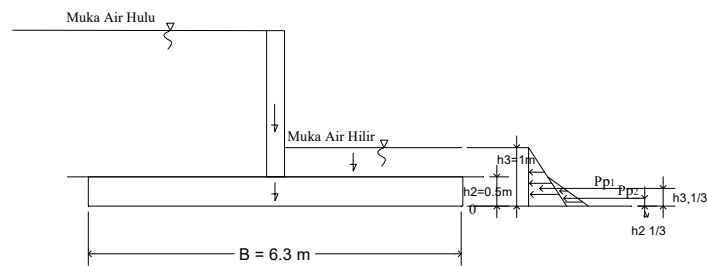
Tinggi Muka Air Rencana

Data :

1. $B = 6,3 \text{ m}$
2. $h = 3 \text{ m}, 2,15 \text{ m}, 2 \text{ m}, 1 \text{ m}.$
3. $h_1 = 2,5 \text{ m}, 1,65 \text{ m}, 1,5 \text{ m}, 0,5 \text{ m}.$
4. $h_2 = 0,5 \text{ m}$
5. $h_3 = 1 \text{ m}$



Gambar1. Tekanan Tanah Aktif

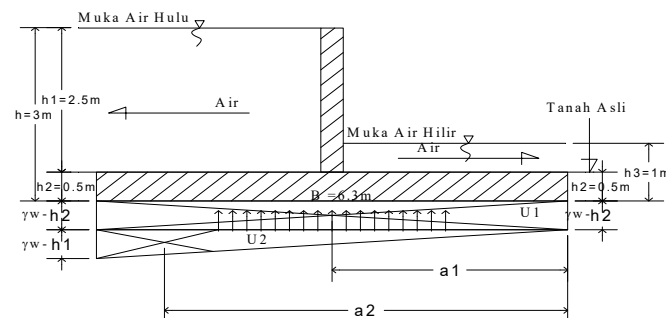


Gambar 2. Tekanan Tanah Pasif

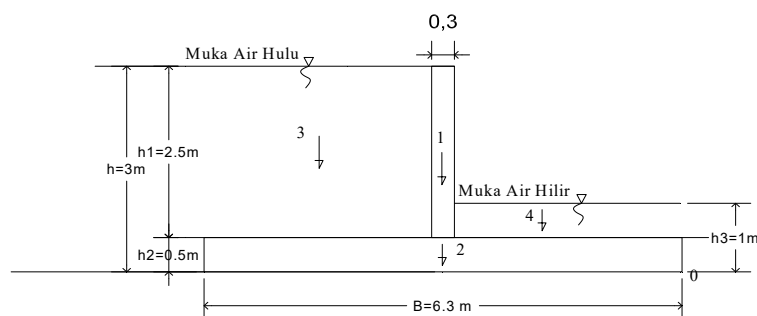
Tabel 1. Rekapitulasi Perhitungan Gaya Horizontal dan Momen

No.	Gaya Horizontal dan Momen		Tinggi Muka Air			
			3 m	2,15 m	2 m	1 m
1.	Tekanan Tanah Aktif	P_{a1}	0,5 kN	0,5 kN	0,5 kN	0,5 kN
		M_{a1}	0.08 kNm	0.08 kNm	0.08 kNm	0.08 kNm
2.	Tekanan Hidrostatik Aktif	P_{a2}	44 kN	22.673 kN	19.62 kN	4.905 kN
		M_{a2}	44,145 kNm	16.25 kNm	13.08 kNm	1.635 kNm
		ΣP_a	44,5 kN	23.1755 kN	20.12 kN	5.41 kN
		ΣM_a	44,23 kNm	16.33 kNm	13.16 kNm	1.718 kNm
3	Tekanan Tanah Pasif	P_{p2}	2,2113 kN	2,2113 kN	2,2113 kN	2,2113 kN
		M_{p2}	0,3685 kNm	0,3685 kNm	0,3685 kNm	0,3685 kNm
4.	Tekanan Hidrostatik Aktif	P_{p1}	4,905 kN	4,905 kN	4,905 kN	4,905 kN
		M_{p1}	1,635 kNm	1,635 kNm	1,635 kNm	1,635 kNm
		ΣP_p	7,1163 kN	7,1163 kN	7,1163 kN	7,1163 kN
		ΣM_p	2 kNm	2 kNm	2 kNm	2 kNm

2) Gaya Vertikal dan Momen



Gambar 3 Gaya Uplift



Gambar 4. Tubuh Bangunan Inlet

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Gaya Vertikal dan Momen

No.	Gaya Vertikal dan Momen	Tinggi Muka Air			
		3 m	2,15 m	2 m	1 m
1	Gaya Uplift				
	Pias 1 (U1)	30,9015 kN	30,9015 kN	30,9015 kN	30,9015 kN
	Mu1	97,3397 kNm	97,3397 kNm	97,3397 kNm	97,3397 kNm
	Pias 2 (U2)	77.25 kN	50.99 kN	46.35 kN	15.45 kN
	Mu2	324.466 kNm	214.147 kNm	194.68 kNm	64.89 kNm
2	Berat Bangunan	22 kN/m ³	22 kN/m ³	22 kN/m ³	22 kN/m ³

Tabel 3. Berat Sendiri Konstruksi

No	Tinggi Muka Air	Σw	ΣM
		kN	kNm
1	3 m	174.09	645.5025
2	2,15 m	149.0745	525.428
3	2 m	144.66	504.2385
4	1 m	115.23	362.9745

3) Faktor Keamanan Stabilitas Geser

Tabel 4. Rekapitulasi gaya

No	Nama	Simbol	Gaya (kN)			
			Tinggi Muka Air			
			3 m	2.15 m	2 m	1 m
Gaya Horizontal						
1	Tekanan aktif	$\sum P_a$	44.5	23.175	20.12	5.41
2	Tekanan Pasif	$\sum P_p$	7.1163	7.1163	7.1163	7.1163
Gaya Vertikal						
3	Berat Sendiri	$\sum W$	174.09	149.0745	144.66	115.23
4	Tekanan Angkat	$\sum U$	108.155	81.89	77.253	46.35

Tabel 5. Nilai Stabilitas Geser Bangunan *Inlet*

Tinggi Muka Air (meter)	Nilai	SF	Keterangan
3	0.6149	1.5	Tidak aman
2.15	1.464	1.5	Aman (muka air kritis)
2	1.814	1.5	Aman
1	14.105	1.5	Aman

4) Faktor Keamanan Stabilitas Guling

Tabel 6. Rekapitulasi Momen

No	Nama	Simbol	Momen (kN.m)			
			Tinggi Muka Air			
			3 m	2.15 m	2 m	1 m
1	Momen aktif	ΣM_a	44.2283	16.33	13.16	1.718
2	Momen Pasif	ΣM_p	2	2	2	2
3	Momen Berat Sendiri	ΣM	645.5025	525.428	504.238	362.975
4	Momen Tekanan Angkat	ΣM_u	421.805	311.487	292.019	162.23

Tabel 7. Nilai Stabilitas Guling Bangunan *Inlet*

Tinggi Muka Air (meter)	Nilai	SF	Keterangan
3	1.39	1.5	Tidak aman
2.15	1.61	1.5	Aman (muka air kritis)
2	1.66	1.5	Aman
1	2.23	1.5	Aman

5) Daya Dukung Tanah Terhadap Bangunan

1. Metode Terzaghi

Data :

- $B = 1,2 \text{ m}$
 $L = 6.3 \text{ m}$ (lebar pondasi)
 $D = 0,5 \text{ m}$ (dalam pondasi)
 $SF = 3$ (faktor aman)
 $\gamma' = 5,739 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma_d = 9,297 \text{ kN/m}^3$
 $N_q = 41,4$, $N_\gamma = 42,4$ ($\phi = 35^\circ$),

$$P_o = 0,5 \times 9,297 = 4,649 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 q_u &= P_o \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot (1 - 0,2B/L) \\
 q_u &= (4,649 \times 41,4) + (0,5 \times 5,739 \times 1,2 \times 42,4) (1 - 0,2 \times (1,2/6,3)) \\
 q_u &= 332,91 \text{ kN/m}^2 \\
 q_{un} &= q_u - D \cdot \gamma' \\
 q_{un} &= 332,91 - (0,5 \times 5,739) \\
 &= 330,04 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Tabel 8. Beban merata (qn)

Tinggi Muka Air	Beban Mati (P)	Luas Fondasi (A)	Beban merata (qn)
m	kN	m ²	kN/m ²
3	174,09	7,56	23.028
2,15	149,0745	7,56	19.719
2	144,66	7,56	19.135
1	115,23	7,56	15.242

Dari data di atas, maka dapat dihitung faktor amannya disetiap tinggi muka air pada bangunan *Inlet*.

1. Untuk tinggi muka air 3 m

$$SF = \frac{330,04}{23,028} = 14,332 > 3, \dots \text{Aman!}$$

2. Untuk tinggi muka air 2,15 m

$$SF = \frac{330,04}{19,719} = 16,737 > 3, \dots \text{Aman!}$$

3. Untuk tinggi muka air 2 m

$$\text{Nilai SF} = 3$$

$$SF = \frac{330,04}{19,135} = 17,24 \dots \text{Aman!}$$

4. Untuk tinggi muka air 1 m

$$\text{Nilai SF} = 3$$

$$SF = \frac{330,04}{15,242} = 21,653 > 3, \dots \text{Aman!}$$

2. Metode Meyerhof

Data :

$$B = 1,2 \text{ m}$$

$$L = 6,3 \text{ m (lebar pondasi)}$$

$$D = 0,5 \text{ m (dalam pondasi)}$$

$$SF = 3 \text{ (faktor aman)}$$

$$\gamma' = 5,739 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_d = 9,297 \text{ kN/m}^3$$

$$N_q = 33,3, N_\gamma = 37,15, N_c = 46,12$$

$$(\phi = 35^\circ)$$

$$i_c = i_q = i = 1 \text{ (karena beban vertikal)}$$

$$P_o = 0,5 \times 9,297 = 4,649 \text{ kN/m}^2$$

Faktor bentuk fondasi didapat

$$S_c = 1 + 0,2 (1,2/6,3) \tan^2 (45^\circ + 35^\circ/2) = 1,14$$

$$S_q = S = 1 + 0,1 (1,2/6,3) \tan^2 (45^\circ + 35^\circ/2) = 1,07$$

Beban di pusat fondasi dan vertikal, karena itu lebar efektif $B' = B = 1,2 \text{ m}$; $D/B = 0,5/1,2 = 0,42$

Faktor kedalaman

$$d_c = 1 + 0,2 (0,42) \tan (45^\circ + 35^\circ/2) = 1,16$$

karena $\phi > 10^\circ$

$$d_q = d = 1 + 0,1 (0,42) \tan (45^\circ + 35^\circ/2) = 1,08$$

$$p_o = D \cdot d = 0,5 \times 9,297 = 4,649 \text{ kN/m}^2$$

maka kapasitas dukung ultimit

$$\begin{aligned} q_u &= S_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot c + s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot p_o \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \\ &= (1,14 \times 1,16 \times 1 \times 0 \times 46,12) + (1,07 \times 1,08 \times 1 \times 33,33 \times 4,649) + (0,5 \times 5,739 \times 37,15 \times 1,2 \times 1,07 \times 1,08 \times 1) \\ &= 326,8886 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$q_{un} = q_u - D \cdot \gamma',$$

maka :

$$q_{un} = 326,8886 - (0,5 \times 5,739) = 324,02 \text{ kN/m}^2.$$

Tabel 9. Beban merata (qn)

Tinggi Muka Air	Beban Mati (P)	Luas Fondasi (A)	Beban merata ($q_n = \frac{P}{A}$)
m	kN	m ²	kN/m ²
3	174,09	7,56	23,028
2,15	149,0745	7,56	19,719
2	144,66	7,56	19,135
1	115,23	7,56	15,242

Dari data di atas, maka dapat dihitung faktor amannya disetiap tinggi muka air pada bangunan *Inlet*.

1. Untuk tinggi muka air 3 m

$$SF = \frac{324,02}{23,028} = 14,07 > 3, \dots \text{Aman!}$$

2. Untuk tinggi muka air 2,15 m

$$SF = \frac{324,02}{19,719} = 16,43 > 3, \dots \text{Aman!}$$

3. Untuk tinggi muka air 2 m

$$SF = \frac{324,02}{19,135} = 16,93 > 3, \dots \text{Aman!}$$

4. Untuk tinggi muka air 1 m

$$SF = \frac{324,02}{15,242} = 21,26 > 3, \dots \text{Aman!}$$

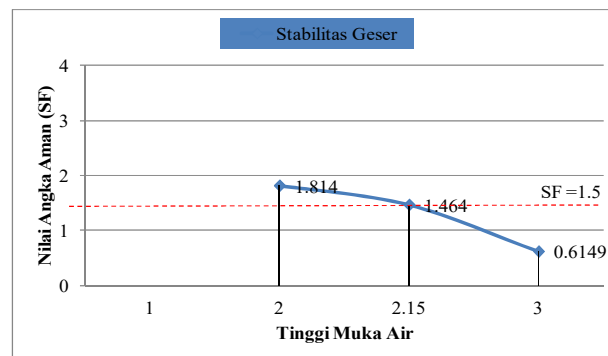
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Bangunan *Inlet* rata-rata aman terhadap gaya geser, namun pada tinggi muka air maksimum angka keamanan kurang dari

1,5 (*safety factor* yang disyaratkan). Untuk lebih jelas data dapat dilihat pada Tabel dan Gambar berikut ini :

Tabel10. Nilai Faktor Keamanan Geser Bangunan *Inlet*

Tinggi Muka Air (meter)	Nilai SF (Hitungan)	Nilai SF diizinkan	Keterangan
3	0.6149	1.5	Tidak aman
2.15	1.464	1.5	Aman (muka air kritis)
2	1.814	1.5	Aman
1	14.105	1.5	Aman



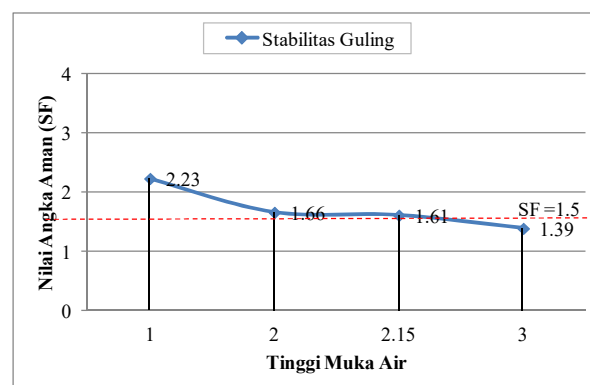
Gambar 5. Grafik Faktor Keamanan Geser

Pada Gambar. 5 dinyatakan semakin tinggi muka air maka nilai SF (angka aman) juga semakin kecil dari batas garis aman $SF=1.5$ yang merupakan tinggi muka air kritis. Sebaliknya, semakin kecil atau rendah tinggi muka air semakin besar nilai angka aman (SF) dari batas garis aman $SF=1.5$.

- Bangunan *Inlet* rata-rata aman terhadap gaya guling, namun pada tinggi muka air maksimum angka keamanan kurang dari 1,5 (*safety factor* yang disyaratkan). Selanjutnya nilai faktor keamanan terhadap guling disajikan pada Tabel 11 dan Gambar 6

Tabel 11. Nilai Faktor Keamanan Guling Bangunan *Inlet*

Tinggi Muka Air (meter)	Nilai SF (Hitungan)	Nilai SF diizinkan	Keterangan
3	1.39	1.5	Tidak aman
2.15	1.61	1.5	Aman (muka air kritis)
2	1.66	1.5	Aman
1	2.23	1.5	Aman



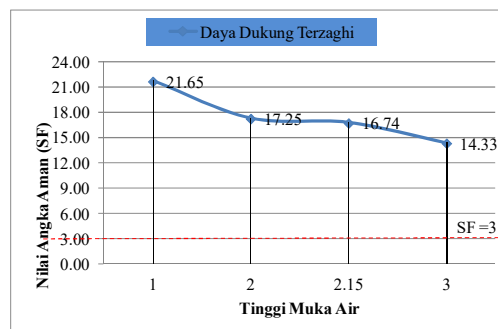
Gambar 6. Grafik Faktor Keamanan Guling

Pada Gambar diatas dinyatakan semakin tinggi muka air maka nilai SF (angka aman) juga semakin kecil dari batas garis aman SF=1.5 yang merupakan tinggi muka air kritis. Sebaliknya, semakin kecil atau rendah tinggi muka air semakin besar nilai angka aman (SF) dari batas garis aman SF =1.5.

- Bangunan *Inlet* juga aman terhadap daya dukung berdasarkan analisis menggunakan metode Terzaghi dan metode Meyerhof. Nilai daya dukung berdasarkan metode terzaghi disajikan pada Tabel 11 dan Gambar 6. Sedangkan nilai daya dukung metode meyerhof dapat dilihat pada Tabel 12 dan Gambar 7.

Tabel12. Nilai Daya Dukung Bangunan *Inlet* dengan metode Terzaghi

Tinggi Muka Air (meter)	Kontrol daya dukung $SF = \frac{q_{un}}{q_n}$	Nilai SF (Hitungan)	Nilai SF (Syarat Batas)	Keterangan
3	$SF = \frac{330,04}{23,028}$	14,332	3	Aman
2.15	$SF = \frac{330,04}{19,719}$	16,737	3	Aman
2	$SF = \frac{330,04}{19,135}$	17,248	3	Aman
1	$SF = \frac{330,04}{15,242}$	21,653	3	Aman



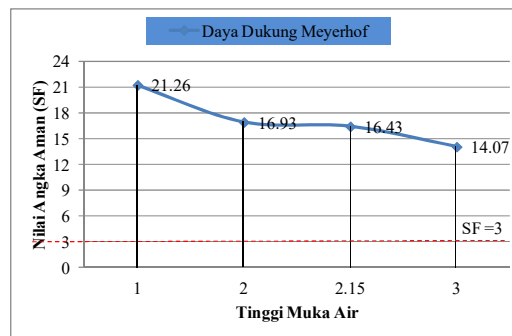
Gambar 7. Grafik Daya Dukung dengan Metode Terzaghi

Pada Gambar 7 dinyatakan daya dukung tanah masih aman dengan tinggi muka air maksimal,

dan juga terlihat jauh dari garis aman SF=3 (angka aman yang disyaratkan).

Tabel 13. Nilai Daya Dukung Bangunan *Inlet* dengan metode Meyerhof

Tinggi Muka Air (meter)	Kontrol daya dukung $SF = \frac{q_{un}}{q_n}$	Nilai SF (Hitungan)	Nilai SF (Syarat Batas)	Keterangan
3	$SF = \frac{324.02}{23,028}$	14,07	3	Aman
2.15	$SF = \frac{324.02}{19,719}$	16.43	3	Aman
2	$SF = \frac{324.02}{19,135}$	16.93	3	Aman
1	$SF = \frac{324.02}{15,242}$	21.26	3	Aman



Gambar 8. Grafik Daya Dukung dengan Metode Meyerhof

Pada Gambar 8 dinyatakan daya dukung tanah masih aman dengan tinggi muka air

maksimal, terlihat jauh dari garis aman $SF=3$ (angka aman yang disyaratkan).

KESIMPULAN

1. Berdasarkan analisis metode Terzaghi dan Meyerhof, daya dukung Bangunan *Inlet* aman terhadap beban bangunan. Didapat pada muka air maksimal 3 m dengan nilai daya dukung 14,332 masih aman ($SF = 3$), pada muka air 2.15 m dengan nilai daya dukung 16,737 masih aman dari nilai $SF = 3$, pada muka air 2 m dan muka air 1 m dengan nilai daya dukung masing-masing 17,248 dan 21,653 juga terlihat semakin aman dari nilai $SF = 3$. Berdasarkan hasil analisa menggunakan metode Meyerhof juga tidak jauh berbeda dengan hasil metode Terzaghi, dimana pada analisa Meyerhof didapat hasil bahwa pada muka air maksimal 3 m dengan nilai daya dukung 14,07 masih dalam kondisi aman dari nilai $SF = 3$, begitu juga dengan pada muka air 2.15 m dengan nilai daya dukung 16.43 masih aman terhadap nilai $SF = 3$, dan juga pada muka air 2 m dan 1 m dengan masing-masing nilai daya dukung 16.93 dan 21.26 dengan nilai $SF = 3$ (angka aman yang disyaratkan).
2. Stabilitas geser bangunan inlet aman, namun pada tinggi muka air maksimum 3 m dengan nilai stabilitas geser 0.6149 tidak aman terhadap nilai $SF = 1.5$ yang disyaratkan. Sedangkan pada muka air

2.15 m dengan nilai stabilitas geser 1.464 dibulatkan 1.5 terlihat aman dari nilai $SF = 1.5$ dan dianggap muka air kritis atau muka air maksimal dari hasil analisa, namun pada muka air 2 m dan 1 m dengan nilai stabilitas geser masing-masing 1.814 dan 14.105 terlihat aman terhadap nilai $SF = 1.5$ yang diisyaratkan.

Stabilitas guling tidak jauh berbeda dengan stabilitas geser dimana muka air maksimum $h=3m$ angka keamanan kurang dari $SF = 1,5$ dengan nilai stabilitas gulingnya 1.39. dan pada muka air 2.15 m nilai stabilitas guling 1.61 lebih besar dari nilai $SF = 1.5$ dan dinyatakan aman, juga dianggap muka air kritis pada muka air 2.15 m tersebut. Di muka air 2 m dan 1 m dengan nilai stabilitas guling masing-masing 1.66 dan 2.23 dinyatakan aman dari nilai $SF = 1.5$.

3. Tinggi muka air maksimum pada bangunan *inlet* berdasarkan perhitungan didapat 2.15 m dari muka air rencana maksimum 3 m, dimana pada muka air 2.15 m merupakan tinggi muka air kritis yang aman terhadap dari stabilitas geser dan stabilitas guling.

DAFTAR ACUAN

- Departemen Pekerjaan Umum, 1986. *Kriteria Perencanaan 06 (KP-06) Parameter Bangunan*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Djauhari, B. A., 2012. *Perencanaan Bendung Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro Di Kali Jompo*, Jember: Universitas Jember.
- Ghazali, A., 2013. *Pondasi Telapak* Makalah, <https://www.scribd.com/doc/78639128/BAB-I>, diakses 17 Februari 2015.
- Hardiyatmo, C. H., 2006. *Mekanika Tanah 2*, Edisi Keempat, Bulaksumur. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hardiyatmo, C. H., 2014. *Analisis dan Perencanaan Fondasi I*, Edisi Ketiga, Bulaksumur. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2014. *Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, No. 12/PRT/M/2014*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Robydiansyah, 2012. *Kajian Ulang Stabilitas Geser dan Guling Parafet Di Sungai Grindulu Kabupaten Pacitan*, Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Salsabila, S., 2012. *Bendungan*, Makalah, <https://www.scribd.com/doc/120814654/makalah-bendungnga>, diakses 17 Februari 2015.
- Sarsin, 2012. *Kontrol Stabilitas Groundsill Bantar Di Kali Progo Kabupaten Bantul*, Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sidharta, SK, 1997, *Irigasi dan Bangunan Air*, Jakarta: Universitas Guna darma.
- Suryolelono, K. B., 1994, *Teknik Fondasi II*, Nafiri: Jogjakarta.
- Zain, P. R., 2013. *Analisis Pengaruh Bangunan Intake Terhadap Stabilitas Bendung (Studi Kelayakan Bendung Pltmh Di Zeelandia)*, Skripsi, <http://repository.unand.ac.id/12720/1/IMG>, diakses 1 September 2014..