

# PERENCANAAN BENDUNG TIPE MERCU BULAT UNTUK MENDUKUNG DAERAH IRIGASI PEMATANG GUBERNUR KOTA BENGKULU

Rizky Humaira Putri<sup>1</sup>, Besperi<sup>2</sup>, Gusta Gunawan<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bengkulu

Jl. WR. Supratman, Kandang Limun Bengkulu 38371 A

email : t\_sipil\_unib@yahoo.co.id

## ABSTRACT

Pematang Gubernur of Bengkulu city has good irrigation area, but since the last three years, 300 hectares of agricultural land is no longer cultivated because water demand for irrigation area is not up to the last rice terraces. It is caused by a weir not functioning optimally. This research aimed to plan the dimensions of the weir to be suitable to the nowadays condition of Pematang Gubernur's hydrology. Hydraulic calculations done by using primary data and secondary data. The primary data used is the width of the river, the depth of the river, the river base elevation. Secondary data which achieved is network schmea. Apron floor calculation use lane method, meanwhile the calculation of weir head, stilling basin, intake gates, flushing gate and weir stability use mathematics equation. Discharge use on calculation is 37,29 m<sup>3</sup>/s with a return period of 100 years. The weir use rounded weir head with radius rounded head is 1,512 m and 1,68 m height. The effective width of the weir is 4,796 m. the stilling basin planned is the type vluhter with a length of 6,711 m. The length of the floor surface is 13,79 m. Width of intake gate dan flushing gate are 1 m with 1m in high. The design has passed the requirement of slide stability, shear stability, eccentricity stability and soil bearing capacity.

**Keywords:** *irrigation area, discharge, weir.*

Kebutuhan akan ketersediaan air perlu diperhatikan karena air merupakan salah satu kebutuhan pokok dalam sektor pertanian. Kekurangan air yang terjadi pada dapat menyebabkan terjadinya alih fungsi lahan (Mustopa, 2011<sup>[3]</sup>). Alih fungsi lahan menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan dan potensi lahan itu sendiri. Tutupan lahan dapat berpengaruh terhadap debit yang terjadi. Adanya ketidakpastian debit air maka perlu dibangun sistem irigasi. Sistem pertanian yang stabil adalah air yang tersedia di suatu daerah pertanian dapat

## 1. PENDAHULUAN

mencukupi kebutuhan tanaman padi. Salah satu usaha untuk membuat sistem pertanian yang stabil adalah membangun bendung (Sabila, 2015<sup>[6]</sup>). Daerah Pematang Gubernur memiliki irigasi yang baik, namun sejak 3 tahun terakhir 300 Ha lahan pertanian tidak lagi diolah karena kebutuhan air tidak sampai ke petak sawah terakhir. Hal ini disebabkan oleh bendung belum berfungsi secara optimal. Sehubungan dengan permasalahan diatas penelitian ini dilakukan dengan tujuan merencanakan dimensi bendung dengan tipe mercu

bulat, kolam olak *vlughter*, pintu penguras dan pintu pengambilan.

### Bendung

Bendung berfungsi untuk meninggikan taraf muka air, agar air sungai dapat disadap sesuai dengan kebutuhan sehingga air dapat dimanfaatkan secara aman, efektif, efisien dan optimal (Mawardi dan Memed, 2010<sup>[2]</sup>). Nugroho dan Indra (2006<sup>[4]</sup>) menyatakan ada dua tipe bendung yang digunakan untuk mengatur elevasi air di sungai yaitu bendung tetap dan bendung gerak.

### Hidrolik Konstruksi Bendung Tetap

#### a. Lebar efektif bendung

Lebar efektif bendung dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Be = B - 2(n K_p + K_a) H_1 \quad (1)$$

Keterangan:

$n$  = jumlah pilar

$K_p$  = koefisien kontraksi pilar

$K_a$  = koefisien kontraksi

$H_1$  = tinggi energi (m)

$B$  = lebar mercu yang sebenarnya

$Be$  = lebar efektif mercu

#### b. Mercu bendung bulat

Padma (2013<sup>[5]</sup>) menyatakan tinggi bendung ( $P$ ) dapat dihitung dengan rumus:

$$P = \text{Elevasi mercu} - \text{elevasi lanta} \quad (2)$$

Tinggi energi di atas mercu dapat dihitung dengan persamaan tinggi energi debit, yaitu :

$$Q = C_d \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3} \cdot g \cdot b \cdot H_1^{1.5}} \quad (3)$$

Keterangan:

$Q$  = debit,  $m^3/dt$

$C_d$  = koefisien debit ( $C_d = C_o C_1 C_2$ )

$g$  = percepatan gravitasi

$H_1$  = bentang efektif bendung, m

$C_o$  = fungsi  $H_1/r$  ( $r$  = jari-jari mercu)

$C_1$  = fungsi  $p/H_1$  ( $P$  = tinggi mercu)

$C_2$  = fungsi  $p/H_1$  dan kemiringan hulu

#### c. Lantai muka bendung

Metode empiris yang digunakan dalam menentukan panjang lantai muka adalah metode Lane.

$$LT = LV + 1/3 LH \quad (4)$$

Keterangan:

$LT$  = Panjang total (m)

$LV$  = Panjang vertikal bidang kontak (m)

$LH$  = Panjang horisontal bidang kontak (m)

#### d. Kolam olak

Kolam olak terdiri dari beberapa tipe salah satunya yaitu tipe *vlughter*. Bentuk ruang olak akan dipengaruhi oleh tinggi muka air hulu di atas mercu dan perbedaan muka air hulu dan di hilir. Kolam olak *vlughter* digunakan pada sungai yang tidak banyak membawa batu besar. Dalam lantai ruang olakan dari puncak mercu tidak lebih dalam dari 8 m atau perbedaan muka air di hulu dan di hilir tidak lebih dari 4 m. Rumus :

$$h_c = \sqrt{\frac{q^2}{g}} \quad (5)$$

Jika  $0,5 < Z/h_c \leq 2,0$  maka  $t = 2,4 \cdot h_c + 0,4 \cdot Z$

Jika  $2,0 < Z/h_c \leq 15,0$  maka  $t = 3,0 \cdot h_c + 0,1 \cdot Z$

$$a = 0,28 \cdot h_c \sqrt{\frac{h_c}{z}} \quad (6)$$

Keterangan:

$h_c$  = Kedalaman air kritis (m)

$q$  = Debit per lebar satuan ( $m^3/dt$ )

$g$  = Percepatan gravitasi

$$(9,8 \text{ m/dt}^2)$$

e. Bangunan pengambilan (Intake)

Bangunan pengambilan berfungsi untuk membelokkan aliran air dari sungai dalam jumlah yang diinginkan untuk kebutuhan irigasi. Elevasi lantai intake diambil minimal satu meter di atas lantai hulu bendung karena sungai mengangkut pasir dan kerikil (Nugroho dan Indra, 2006<sup>[4]</sup>). Rumus menentukan debit rencana menggunakan rumus:

$$Q_n = \mu \cdot a \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot z} \quad (7)$$

Keterangan:

$Q_n$  = Debit rencana ( m/dt )

$Q$  = Kebutuhan air di sawah  
( m/dt )

$\mu$  = Koefisien debit

$a$  = Tinggi bukaan ( m )

$b$  = Lebar bukaan ( m )

$g$  = Gaya gravitasi ( m/dt<sup>2</sup>)

$z$  = Kehilangan tinggi energi saat bukaan antara 0,15 – 0,3 m

**Stabilitas Bendung**

Stabilitas bendung yang diperhitungkan yaitu:

a. Stabilitas terhadap daya dukung tanah

Perhitungan daya dukung ini dipakai rumus teori daya dukung terzaghi, yaitu :

$$\text{Eksentrisitas: } e = \left(\frac{B}{2}\right) - \left(\frac{\sum MT - \sum MG}{RV}\right) < \frac{B}{6} \quad (8)$$

$$\text{Tekanan tanah: } \sigma = \frac{RV}{B_e} \left(1 + \frac{6a}{B_e}\right) < \sigma_{ijin} \quad (9)$$

Keterangan:

$e$  = Eksentrisitas

$B$  = Lebar dasar

$MT$  = Momen tahanan

$MG$  = Momen guling

$RV$  = Gaya vertikal

$\sigma$  = Tegangan tanah

b. Stabilitas terhadap guling

Rumus yang digunakan adalah :

$$S_f = \frac{\sum M_T}{\sum M_G} \geq 1,5 \quad (10)$$

Keterangan:

$S_f$  = Faktor keamanan

$M_T$  = Besarnya momen tahan total

$M_G$  = Besarnya momen guling total

c. Stabilitas terhadap geser

Rumus untuk menghitung stabilitas terhadap geser adalah sebagai berikut:

$$S_f = \frac{\sum V}{\sum H} \geq 1,2 \quad (11)$$

Keterangan:

$S_f$  = Faktor keamanan

$\sum V$  = Besarnya gaya vertikal (KN)

$\sum H$  = Besarnya gaya horizontal (KN)

## 2. METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada kawasan Daerah Pematang Gubernur yang terletak di Kecamatan Muara Bangkahulu Kota Bengkulu.

### Data dan Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Data primer adalah lebar sungai, kedalaman sungai, elevasi dasar sungai yang diperoleh dari pengukuran di lapangan. Data sekunder berupa skema jaringan irigasi dan debit puncak 100 tahun.

### Tahapan Pelaksanaan Penelitian

- Studi pustaka
- Menetapkan lokasi pengukuran Survey lapangan
- Melakukan pengukuran

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perencanaan Hidraulis Bendung

#### 1. Perhitungan Tinggi Bendung

Elevasi sawah tertinggi = +9,73 m

Elevasi mercu bendung = +11,23 m

Data perhitungan:

- Elevasi mercu bendung

$$= + 11,23 \text{ m}$$

- Elevasi dasar sungai

$$= + 9,55 \text{ m}$$

Tinggi mercu bendung

= El. Mercu bendung – El. Dasar sungai

$$= (+ 11,23) - (+9,55)$$

$$= 1,68 \text{ meter}$$

#### 2. Perhitungan Lebar Efektif

##### Bendung :

$$\begin{aligned} B_{\text{eff}} &= B - 2 (n_p K_p + K_a) H_1 \\ &= (6,8 - 1 - 0,5) - 2 (1 \times 0,01 + 0,1) \times H_1 \\ &= 5,3 - 0,22 H_1 \end{aligned}$$

#### 3. Perhitungan Hidrolis Mercu

##### Bendung

$$Q_{100} = C_d \times \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{2}{3} \times g} \times B \times H_1^{1,5}$$

$$37,29 = 1,3 \times \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{2}{3} \times 9,81} \times 5,3 \times H_1^{1,5}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan cara coba-coba dari  $Q_{100} = 37,29 \text{ m}^3/\text{dt}$ , diperoleh nilai  $H_1 = 2,16 \text{ meter}$ .

#### 4. Perhitungan Hidrolis Mercu Bulat

Nilai jari-jari mercu bendung pasangan batu sebesar 0,3 sampai 0,7 kali  $H_1$ .

$$\begin{aligned} \text{Diambil: jari-jari (r)} &= 0,7 H_1 \\ &= 0,7 \times 2,16 \\ &= 1,512 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_d &= C_0 \times C_1 \times C_2 \\ &= 1,27 \times 0,94 \times 1,10 \\ &= 1,19 \end{aligned}$$

Maka:

$$Q_{100} = C_d \times \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{2}{3} \times g} \times B \times H_1^{1,5}$$

$$37,29 = 1,19 \times \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{2}{3} \times 9,81} \times 5,3 \times H_1^{1,5}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan cara coba-coba, diperoleh nilai  $H_1 = 2,29 \text{ meter}$ .

Perhitungan lebar efektif bendung ( $B_{\text{eff}}$ )

$$\begin{aligned}
 B_{\text{eff}} &= 5,3 - 0,22 H_1 \\
 &= 5,3 - 0,22 \times 2,29 \\
 &= 4,796 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Perhitungan debit per satuan lebar (q)

$$\begin{aligned}
 q &= Q / B_{\text{eff}} \\
 &= 37,29 / 4,796 \\
 &= 7,775 \text{ m}^3/\text{dt/m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan kecepatan di hulu bendung (v)

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{Q}{p + H_1} \\
 &= \frac{7,775}{1,68 + 2,29} \\
 &= 1,958 \text{ m/dt}
 \end{aligned}$$

Tinggi persamaan energi ( $H_a$ )

$$\begin{aligned}
 H_a &= \frac{v^2}{2 \times g} \\
 &= \frac{1,958^2}{2 \times 9,81} = 0,195 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan tinggi muka air di hulu bendung ( $H_d$ )

$$\begin{aligned}
 H_d &= H_1 - H_a \\
 &= 2,29 - 0,195 \\
 &= 2,095 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Perhitungan tinggi muka air kritis ( $h_c$ )

$$\begin{aligned}
 h_c &= \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \\
 &= \sqrt[3]{\frac{7,775^2}{9,81}} \\
 &= 1,83 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Perhitungan debit pada bendung (*Existing*)

$$\begin{aligned}
 B_{\text{eff}} &= 5,3 - 0,22 H \\
 H &= \text{El. Dekzert} - \text{El.} \\
 &\quad \text{Mercu bendung} \\
 &= (+ 14,28) - (+11,23) \\
 &= 3,045 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$C_d = 1,19$$

$$Q = C_d \times 2/3 \times \sqrt{2/3 \times g} \times B_{\text{eff}}$$

$$\begin{aligned}
 &\times H^{1,5} \\
 &= 1,19 \times 2/3 \times \sqrt{2/3 \times 9,81} \times (5,3 \\
 &\quad - 0,22 \times 3,045) \times 3,045^{1,5} \\
 &= 50,073 \text{ m}^3/\text{dt}.
 \end{aligned}$$

## 5. Perhitungan Tinggi Muka Air Banjir di Hilir

Data perhitungan:

1.  $Q_{100} = 37,29 \text{ m}^3/\text{dt}$
2.  $I_{\text{sungai rata-rata}} = 0,0004$
3. Lebar sungai rata-rata = 7,491 meter
4. Angka kekasaran (n) = 0,033
5. M = 2

Tabel 1. Perhitungan Tinggi Air Banjir di Hilir Bendung

h	A	P	R	v	Q
(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/dt)	m <sup>3</sup> /d t
2,50	34,81	19,57	1,67	0,85	30,97
2,80	36,655	20,01	1,83	0,91	33,26
2,90	38,544	20,46	1,88	0,92	35,63
2,96	39,70	20,73	1,92	0,93	37,10
2,97	39,89	20,77	1,92	0,94	37,35
3	40,47	20,91	1,94	0,94	38,10

## 6. Perhitungan Hidrolis Kolam Olak

dengan Tipe *Vlughter*

$$z = 4,373 \text{ m}$$

$$H_c = 2/3 \times H_d$$

$$= 2/3 \times 2,095$$

$$= 3,13 \text{ m}$$

untuk  $2 < z/H_c < 15$  :

maka,  $+ 0,1 \times z$

$$= 3 \times 3,13 + 0,1 \times 4,373$$

$$t = 3 \times H_c = 4,627 \text{ m}$$

$$a = 0,28 \times H_c \times \sqrt{H_c/z}$$

$$= 0,28 \times 3,13 \times \sqrt{3,13/4,373}$$

$$= 0,118 \approx 0,2 \text{ m}$$

$$D = R = L = z + t + H_1$$

$$= 4,375 + 4,627 - 2,29$$

$$= 6,711 \text{ m}$$

## 6. Perhitungan Hidrolis Pintu

**Pengambilan**

1. Perhitungan debit pengambilan

( $Q_{\text{pengambilan}}$ )

a. Luas areal irigasi = 300 Ha

b.  $Q_{\text{pengambilan}} = 0,8 \text{ m}^3/\text{dt}$

2. Perhitungan untuk mendapatkan lebar bukaan pintu pengambilan

( $b_i$ )

$$Q = \mu \times b_i \times h_i \times \sqrt{2 \times g \times z_e}$$

$$0,8 = 0,8 \times b \times 1$$

$$\sqrt{2 \times 9,81 \times 0,15}$$

$$0,8 = b \times 0,858$$

$$b_i = 0,8 / 0,858$$

$$b_i = 1 \text{ meter}$$

3. Menentukan lebar bukaan pintu dan jumlah pintu pengambilan yang dibutuhkan

Diambil: Jumlah pintu pengambilan = 1

Lebar bukaan *intake* = 1 m

Kontrol perhitungan pengambilan yaitu:

$$Q = \mu \times b_i \times h_i \times \sqrt{2 \times g \times z_e}$$

$$= 0,5 \times 1 \times 1$$

$$\sqrt{2 \times 9,81 \times 0,15}$$

$$= 0,8 \text{ m}^3/\text{dt} \dots\dots\dots \text{OK}$$

## 8. Perhitungan Hidrolis Pintu

**Penguras**

Kecepatan aliran di pintu bawah dengan pintu pembilas bawah dibuka penuh

a. Perhitungan luas lubang pembilas ( $A_p$ )

$$A_p = b \times h$$

$$= 1 \times 1$$

$$= 1 \text{ m}^2$$

b. Perhitungan tinggi kehilangan energi pada bukaan ( $z_e$ )

$$z_e = p - 0,5 h$$

$$= 1,681 - 0,5 \times 1$$

$$= 1,181 \text{ meter}$$

c. Perhitungan debit pembilas ( $Q$ )

$$Q = \mu \times b \times h \times \sqrt{2 \times g \times z_e}$$

$$= 0,62 \times 1 \times 1$$

$$\sqrt{2 \times 9,81 \times 1,181}$$

$$= 2,983 \text{ m}^3/\text{dt}$$

d. Perhitungan kecepatan pembilas ( $v_c$ )

$$\begin{aligned} v_c &= Q / A_p \\ &= 2,983 / 1 \\ &= 2,983 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

e. Perhitungan diameter sedimen yang dibilas (d)

Data perhitungan:

$$\begin{aligned} v_c &= 1,5 \times C \times \sqrt{d} \\ 2,983 &= 1,5 \times 4 \times \sqrt{d} \\ \sqrt{d} &= 0,497 \\ d &= 0,247 \text{ meter} \end{aligned}$$

Maka, sedimen yang dapat dibilas pada kecepatan aliran di pintu bawah sebesar 0,247 meter.

## 9. Lantai Muka

Tahapan perhitungan lantai muka adalah:

1. Perhitungan beda tinggi muka air untuk kondisi air normal ( $H_w$ )

$$H_w = \text{El. Muka air hulu} - \text{El.}$$

Ambang kolam olak

$$\begin{aligned} &= (+ 11,23) - (+ 9,5) \\ &= 1,385 \text{ meter} \end{aligned}$$

2. Perhitungan panjang rembesan

a. Perhitungan  $L_{\text{perlu}}$ :

$$\begin{aligned} L_{\text{perlu}} &= C_L \times H_w \\ &= 4,0 \times 1,385 \\ &= 5,54 \text{ meter} \end{aligned}$$

b. Perhitungan panjang rembesan ( $L_w$ )

$$\begin{aligned} L_w &= \Sigma L_v + 1/3 \times \Sigma L_h \\ &= 9,467 + 1/3 \times 13,16 \\ &= 13,854 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat: } L_w &\geq L_{\text{perlu}} \\ 13,854 \text{ meter} &\geq 5,54 \text{ meter} \end{aligned}$$

Jadi, nilai panjang rembesan telah memenuhi syarat perhitungan.

3. Perhitungan angka rembesan Lane untuk kondisi air normal ( $C_w$ )

Angka rembesan Lane ( $C_w$ )

$$\begin{aligned} &= \frac{\Sigma L_v + 1/3 \Sigma L_h}{H_w} \\ &= \frac{9,467 + 123,16}{1,385} \end{aligned}$$

$$= 10 > 4 \text{ (} C_L \text{ minimum yang diizinkan)}$$

Jadi, berdasarkan beberapa tahapan perhitungan lantai muka, digunakan panjang lantai muka = 13,79 meter.

## Analisa Stabilitas Bendung

### Perhitungan Stabilitas Bendung

Gaya-gaya resultan adalah:

$$R_v = - 148,668 \text{ kN}$$

$$R_h = 42,551 \text{ N}$$

$$M_o = - 889,131 \text{ kNm}$$

$$h = \frac{M_H}{R_H} = \frac{109,103}{42,551} = 2,56 \text{ meter}$$

$$v = \frac{M_v}{R_v} = \frac{998,234}{148,668} = 6,715 \text{ meter}$$

Tahapan perhitungan stabilitas bendung yaitu:

1. Perhitungan stabilitas bendung tanpa gempa

$$\begin{aligned} \text{Panjang telapak pondasi (} L_p \text{)} &= 15,13 \text{ meter} \end{aligned}$$

Eksentrisitas ( $e$ ) dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} e &= \left( \frac{L_p}{2} \right) - \left( \frac{M}{R_v} \right) < 1/6 L_p \\ &= \left( \frac{15,13}{2} \right) - \left( \frac{889,131}{148,668} \right) < 1/6 \times 15,13 \\ &= 1,584 < 2,52 \dots\dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

Tekanan tanah:

$$\Sigma = \frac{R_V}{L_p} \left(1 \pm \frac{6 \times e}{L_p}\right)$$

$$= \frac{148,668}{15,13} \left(1 \pm \frac{6 \times 1,584}{15,13}\right)$$

$$\sigma_{maks} = \frac{148,668}{15,13} \left(1 + \frac{6 \times 1,584}{15,13}\right)$$

$$= 15,999 \text{ kN/m}^2 < 200-600 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{min} = \frac{148,668}{15,13} \left(1 - \frac{6 \times 1,584}{15,13}\right)$$

$$= 3,652 \text{ kN/m}^2 < 200-600 \text{ kN/m}^2$$

tekanan tanah pasif, yaitu:

$$e_{p1} = 0,5 \times (\gamma t - \gamma w) \times g \times 0,5 \times h \times \text{tg}^2(45^\circ + \varphi/2)$$

$$= 0,5 \times (1,8 - 1) \times 9,81 \times 0,5 \times 2,63 \times \text{tg}^2(45^\circ + 35^\circ/2)$$

$$= 19,042 \text{ kN/m}$$

$$E_{p1} = \frac{1}{2} \times (0,5 \times h \times e_{p1})$$

$$= \frac{1}{2} \times (0,5 \times 2,63 \times 19,042)$$

$$= 12,520 \text{ kN}$$

Tekanan tanah pasif juga berkembang pada koperan, sebesar:

a. Koperan A4-A dengan h = 1,16 meter adalah 8,399 kN/m  
Tekanan tanah pasif menjadi:

$$E_{p1} = \frac{1}{2} \times (0,5 \times h \times e_{p1})$$

$$= \frac{1}{2} \times (0,5 \times 1,16 \times 8,399)$$

$$= 2,436 \text{ kN}$$

b. Koperan D-E dengan h = 0,82 meter adalah 1,217 kN

c. Koperan F-G dengan h = 0,75 meter adalah 1,018 kN

Maka, total tekanan tanah pasif adalah sebesar 17,191 kN

Keamanan terhadap geser adalah:

$$S = f \times \frac{R_V}{R_H - \Sigma E_p}$$

$$= 0,75 \times \frac{148,668}{42,551 - 17,191}$$

$$= 4,397 > 1,5 \dots\dots\dots \text{OK}$$

Tanpa tekanan tanah pasif, keamanan terhadap geser menjadi:

$$S = f \times \frac{R_V}{R_H}$$

$$= 0,75 \times \frac{148,668}{42,551}$$

$$= 2,620 > 1,5 \dots\dots\dots \text{OK}$$

## 2. Keamanan terhadap gempa

$$a_c = 85 - \frac{160-85}{100-20} \times (50 - 20)$$

$$= 113,125 \text{ cm/dt}^2$$

$$a_d = n \times (a_c \times z)^m$$

$$= 1,56 \times (113,125 \times 1,56)^{0,89}$$

$$= 155,838 \text{ cm/dt}^2$$

$$E = \frac{a_d}{g}$$

$$= \frac{155,838}{981} = 0,159$$

Gaya horizontal tambahan kearah hilir adalah sebagai berikut:

$$\Sigma G = 336,903 \text{ kN}$$

$$H_e = E \times \Sigma G$$

$$= 0,159 \times 336,903$$

$$= 53,519 \text{ kN}$$

Momen tambahan yang digunakan adalah:

$$H_e \times h = 53,519 \times 2,564$$

$$= 137,225 \text{ kNm}$$

Jumlah momen yang telah ditambahkan

$$M = (-889,131) + 137,225$$

$$= -751,907 \text{ kNm}$$

## 3. Stabilitas Bendung dengan Gempa

Eksentrisitas bendung dengan gempa menjadi:

$$e = \left(\frac{L_p}{2}\right) - \left(\frac{M}{R_V}\right) < 1/6 L_p$$



$$= \left( \frac{15,13}{2} \right) - \left( \frac{751,907}{148,668} \right) < 1/6 \times 15,13$$

$$= 2,507 < 2,70 \dots\dots\dots\text{OK}$$

Tekanan tanah:

$$\sigma_{\text{maks}} = \frac{148,668}{15,13} \left( 1 + \frac{6 \times 2,507}{15,13} \right)$$

$$= 19,596 \text{ kN/m}^2 < 200-600 \text{ kN/m}^2$$

Geser dengan tekanan tanah:

$$S = f \times \frac{R_v}{R_H + (H_p - \sum E_p)}$$

$$= 0,75 \times \frac{148,668}{42,551 + (53,519 - 17,191)}$$

$$= 1,414 > 1,25 \dots\dots\dots\text{OK}$$

Keamanan terhadap geser tanpa tekanan tanah pasif:

$$S = f \times \frac{R_v}{R_H}$$

$$= 0,75 \times \frac{148,668}{42,551}$$

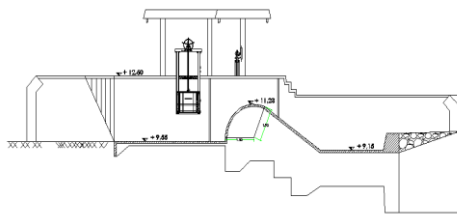
$$= 2,620 > 1,5 \dots\dots\dots\text{OK}$$

Keamanan terhadap guling adalah:

$$S = f \times \frac{M_v}{M_H}$$

$$= 0,75 \times \frac{998,234}{109,103}$$

$$= 6,862 > 1,5 \dots\dots\dots\text{OK}$$



Gambar 1. Konstruksi Bendung

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Debit yang digunakan pada perencanaan bendung adalah  $Q_{100}$  sebesar  $37,29 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Tipe mercu bendung yang digunakan adalah mercu bulat karena desain mercu bulat yang lebih kecil

sehingga lebih ekonomis, serta kelebihan mercu bulat dapat mengurangi tinggi muka air di hulu selama banjir. Bendung Pematang Gubernur menggunakan kolam olak tipe *vlughter* dengan panjang kolam olak 6,71 m. Tipe *vlughter* digunakan pada sungai yang tidak membawa batu-batu yang besar, oleh karena itu tipe ini cocok digunakan pada daerah irigasi Pematang Gubernur. Hasil dari perhitungan didapat lebar untuk pintu pengambilan dan pintu penguras sebesar 1 m dengan tinggi pintu 1 m.

##### Saran

- Dalam perhitungan desain hidrolis bendung, dilakukan sesuai dengan Standar Perencanaan Irigasi – Kriteria Perencanaan
- Pemeliharaan berkala pada bendung dan perlu dilakukan agar fungsi dari bendung untuk mengalirkan air ke petak sawah terakhir dapat berjalan efektif.

##### DAFTAR PUSTAKA

[1]. DPU. 1986. Bangunan Utama KP-02. Standar Perencanaan Irigasi, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan. Penerbit PU. Jakarta.

[2]. Mawardi, E., dan Memed, M., 2010. Desain Hidraulik Bendung Tetap untuk Irigasi Teknis. Alfabeta, Bandung.

- [3]. Mustopa, Z., 2011. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Alih Fungsi Lahan Pertanian Di Kabupaten Demak. Semarang.
- [4]. Nugroho, H., dan Indra, A., 2006. Evaluasi Dan Perencanaan Bendung Mrican Kabupaten Bantul - Daerah Istimewa Yogyakarta, Skripsi, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [5]. Padma, A., 2013. Perencanaan Ulang Bendung Tirtorejo Yogyakarta (Analisis Hidraulika). Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.
- [6]. Sabila, N. A., 2015. Perencanaan Bendung Tetap Air Ketahun untuk Memenuhi Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Air Ketahun. Bengkulu.