

## **Pengaruh Beban Gempa Terhadap Bendung Boreng Desa Rogotruran Kecamatan Lumajang Kabupaten Lumajang**

Rifki Maulana Arifin

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Jalan Karimata No. 49 Telp. (0331) 336728 Jember 68121

[Rifkimaulana1496@gmail.com](mailto:Rifkimaulana1496@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Penelitian ini berjalan pada saat survey lokasi dan mendapatkan data untuk bahan penelitian. Dengan adanya data gempa tahun 2017 saya akan memasukkan didalam stabilitas bendung untuk membuktikan bendung tersebut masih dapat bertahan terhadap gempa di tahun 2018. Ada juga yang harus di perhitungkan antara lain perhitungan hidrologi, stabilitas bendung, faktor respon gempa, kontrol stabilitas bendung. Hasil dari analisa stabilitas Bendung ditinjau dari gaya-gaya yang bekerja pada tubuh bendung dengan perhitungan kontrol stabilitas dengan gaya gempa dalam kondisi air normal, stabilitas terhadap guling, eksentrisitas (retak), dan daya dukung tanah, adalah aman. Sedangkan stabilitas terhadap geser dan erosi bawah tanah adalah tidak aman. Dan kontrol stabilitas dengan gaya gempa kondisi air banjir, stabilitas terhadap geser, eksentrisitas (retak), dan erosi bawah tanah (piping) adalah tidak aman, sedangkan stabilitas terhadap guling, daya dukung tanah adalah aman.

**Kata kunci : bendung, gempa, kontrol stabilitas bendung**

This research was running at the time the survey location and get data for research materials with the year 2017 earthquake data I would enter in the stability of the Weirs weirs to prove it can still withstand the earthquake in the year 2018. There is also a must in hydrological calculation estimate, among others, the stability of the weirs, earthquake response factor, stability control Weirs. The result of the analysis of the stability of the Weirs of forces acting on the body of the Weirs with calculation of earthquake style with stability control in normal water conditions, stability against guling, eccentricity (crack), and ground support, power is secure. While the stability against sliding and underground erosion is not secure. And stability control with a style earthquake, flood water conditions of stability against sliding, eccentricity (crack), and underground erosion (piping) is not safe, whereas the stability against guling, power support the ground is safe.

**Key words: weirs, earthquake, stability control Weirs**

### **PENDAHULUAN**

#### **Latar Belakang**

Bangunan Bendung adalah bangunan utama yang benar-benar dibangun didalam air. Bangunan bendung diperlukan untuk memungkinkan dibelokannya air sungai ke jaringan irigasi dengan jalan menaikan muka air disungai atau dengan memperlebar pengambilan didasar sungai. Pada bangunan bendung diharuskan mampu menahan gaya terhadap guling, geser, dan gempa, khususnya gempa itu sendiri.

Di lain pihak, Indonesia merupakan satu kawasan yang terletak pada daerah pertemuan tiga lempeng (*triple junction plate convergence*)

yaitu lempeng Eurasia, lempeng Samudera Pasifik dan lempeng India-Australia yang masing-masing bergerak ke barat dan ke utara relatif terhadap eurasia. Dengan demikian indonesia merupakan daerah yang secara tektonik sangat labil dan termasuk salah satu pinggir benua yang sangat aktif di muka bumi.

Dengan hal tersebut diatas, maka perlu diperhitungkan stabilitasnya terutama akibat gaya gempa saat kondisi banjir dan normal. Dikarenakan Bendung Boreng merupakan bendung yang menjadi pendistribusi air kesaluran irigasi yang mengairi sawah daerah Desa Rogotruran Kecamatan Lumajang Kabupaten Lumajang. Oleh karena itu penulis ingin melakukan penghitungan **“Pengaruh Beban Gempa Terhadap Bendung Boreng Desa Rogotruran Kecamatan Lumajang Kabupaten Lumajang”**

### Identifikasi Masalah

Bendung Boreng adalah bendung yang berada di Desa Rogotrunan Kecamatan Lumajang Kabupaten Lumajang. Bendung ini perlu dikaji ulang terutama stabilitas terhadap gempanya, apakah bendung tersebut mampu menahan gaya gempa saat ini mengingat Indonesia merupakan pulau yang sering terjadi gempa bumi.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang dijabarkan pada latar belakang diatas maka dapat di rumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana Pengaruh Beban Gempa pada Bendung Boreng dalam kondisi air normal dan kondisi air banjir ?

### Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah :

1. Membuat respon spektrum dari peta zonasi gempa tahun 2017.
2. Lingkup yang di amati hanya di kawasan Bendung Boreng kabupaten Lumajang.
3. Menghitung gaya Bendung ketika terjadi gempa dengan data gempa tahun 2017.
4. Tidak membahas RAB.
5. Tidak membahas karakteristik aliran.
6. Tidak membahas bangunan pelengkap.

### Tujuan Studi

1. Untuk mengetahui Bagaimana Pengaruh Beban Gempa pada Bendung Boreng dalam kondisi air normal dan kondisi air banjir.

### Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Instansi terkait, penelitian ini diharapkan memberi manfaat dan himbauan bagi instansi terkait untuk penanggulangan bencana gempa bumi.
2. Bagi akademik, dari hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan informasi dan menjadi acuan bagi peneliti lainnya khususnya yang mendalami bidang air, selain itu agar dapat berguna bagi perkembangan ilmu pengetahuan dimasa kini bahkan dimasa mendatang.
3. Menambah wawasan dan pengalaman sebagai penerapan ilmu yang telah diperoleh selama menempuh pendidikan pada Jurusan Teknik Sipil.
4. Sebagai tugas akhir untuk menuntaskan jenjang sarjana dan sebagai penerapan ilmu yang telah diperoleh selama menempuh pendidikan pada Jurusan Teknik Sipil.

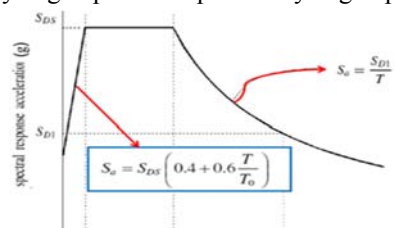
### TINJAUAN PUSTAKA

#### Analisa Hidrologi

Hidrologi adalah salah satu ilmu tentang kehadiran gerakan air dalam. Secara khusus hidrologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari sistem kejadian air diatas permukaan maupun dibawah permukaan tanah.

#### Faktor Respon Gempa

Faktor respons gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi, besarnya nilai faktor respons gempa diambil dari grafik yang bergantung pada besarnya waktu getar alami. hal yang pertama dilakukan adalah menentukan wilayah gempa sesuai peta wilayah gempa.



### **Gambar Respon Spektrum Diagram 2010**

#### **Gaya – gaya yang bekerja**

Dalam perencanaan bendung perlu diketahui besarnya gaya-gaya yang berusaha mengangkat dan mendorong tubuh bendung dari kedudukannya. (Soenarno,1972). Terdapat beberapa gaya yang akan dikaji ulang diantaranya :

- a. Gaya berat bendung ( G )
- b. Gaya gempa ( K )
- c. Gaya tekanan lumpur ( Ps )
- d. Gaya tekanan air ( W )
- e. Gaya tekanan tanah ( P )
- f. Gaya Uplift Pressure ( Px )

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **Waktu dan Tempat**

Untuk mendapatkan data-data dilaksanakan dalam beberapa tahap, antara lain studi lapangan dan studi literatur.

Studi lapangan dilaksanakan dengan melihat langsung bangunan bendung yang sudah ada, sedangkan studi literatur dilaksanakan dengan mengumpulkan dan menganalisa data-data pelengkap, yaitu ke Kantor Dinas Pengairan Kabupaten Lumajang

#### **Pengumpulan Data**

Pengumpulan data penelitian Kajian Stabilitas Bendung Boreng dengan Peta Zonasi Gempa Tahun 2012, dibutuhkan data sebagai berikut:

#### **Data lapangan (primer)**

- a. Panjang sungai
- b. Pengukuran lebar sungai
- c. Pengukuran lebar bendung

#### **Data skunder**

- a. Data Hidrologi
- b. Data Gempa
- c. Tabel Klasifikasi Tanah
- d. Peta Topografi
- e. Peta DAS Lumajang
- f. Peta zonasi gempa tahun 2012

#### **Data Hidrologi**

Data Hidrologi yang diperlukan adalah berupa data hujan. Periode yang diambil dari data hujan selama 10 tahun. Data hujan digunakan untuk menentukan besarnya curah hujan untuk menentukan debit dengan periode ulang tertentu. Sedangkan data-data yang lain hanya sebagai pelengkap saja. Data curah hujan diperoleh dari 3 (tiga) stasiun pencatat hujan yang berdekatan dengan lokasi bendung, yaitu: Kedung-sangku, Dawuhan Lor, dan Labruk Lor.

Periode pengamatan yang digunakan dari ketiga stasiun pencatat hujan tersebut diambil selama 10 tahun, yaitu dari tahun 2010 – 2017.

#### **Data Gempa**

Dalam kajian bendung ini data gempa diambil dari peta zonasi gempa indonesia tahun 2012.

#### **Tabel Klasifikasi Tanah**

Tabel Klasifikasi Tanah ini merupakan data untuk mengetahui jenis tanah dilokasi bendung tersebut. Data tanah ini juga digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah serta menentukan jenis tanah dalam mencari faktor respon gempa.

#### **Peta Topografi**

Dari peta topografi tersebut dapat digunakan untuk mencari luas daerah pengaliran atau catchment area, mencari letak sungai, letak jalan, letak gunung, elevasi tanah dan untuk menentukan letak stasiun curah hujan yang berpengaruh terhadap perencanaan bendung.

### Data Alur Sungai

Data ini berfungsi untuk mengetahui aliran sungai di lokasi bendung. Mengetahui situasi serta untuk mengetahui lebar sungai di lokasi bendung.

### Peta Zonasi Gempa Tahun 2012

Peta ini digunakan untuk mengetahui kawasan serta zona gempa di wilayah yang menjadi poengamatan untuk mencari faktor respon gempa.

### Alur Penelitian

Setelah data-data sudah lengkap, maka selanjutnya langkah-langkah yang harus dilaksanakan dalam menghitung kajian stabilitas bendung terhadap faktor respon gempa dengan menggunakan peta zonasi tahun 2010 :

1. Menghitung Analisa Hidrologi
2. Menghitung gaya akibat berat bendung.
3. Menghitung gaya akibat gempa pada bendung.
4. Mencari faktor respon gempa
5. Menghitung gaya akibat tekanan lumpur.
6. Menghitung gaya akibat tekanan air.
7. Keadaan air normal
8. Keadaan air banjir
9. Menghitung gaya akibat tekanan tanah.
10. Menghitung gaya uplift plessure.
11. Kontrol stabilitas kondisi air normal saat gempa

12. Kontrol stabilitas kondisi air banjir saat gempa
13. Kontrol stabilitas kondisi air normal tanpa gempa
14. Kontrol stabilitas kondisi air banjir tanpa gempa

## HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa hidrologi diperlukan untuk menentukan besarnya curah hujan rencana serta banjir rencana dalam periode ulang tertentu.

Tabel 4.1 Curah Hujan Maksimum Rata-rata

No.	Tahun	Curah Hujan Max (mm)			
		Sta. Senduro	Sta. Pagowan	Sta. Labruk Lor	Rata-rata
1.	2016	120	120	89	109,67
2.	2015	75	48	56	59,67
3.	2014	110	90	64	88,00
4.	2013	95	85	85	88,33
5.	2012	90	77	82	83,00
6.	2011	160	143	87	130,00
7.	2010	140	90	133	121,00
8.	2009	83	49	65	65,67
9.	2008	85	65	118	89,33
10.	2007	83	94	75	84,00

(sumber: PU Lumajang)

Tabel 4.2 Curah Hujan Rencana

Kala Ulang	Curah Hujan Rencana (mm)
	Log person III
1,01	49,853
2	89,71
5	109,837
10	122,226
20	134,068
25	136,559
50	146,589
100	156,135
200	165,135
1000	165,069

(sumber: PU Lumajang)

Tabel 4.3 Penentuan Distribusi

UJI	Distribusi
	Log Person III
Uji Chi Kuadrat	
X <sup>2</sup> Hitung	2000
X <sup>2</sup> Hitung	5,991
Hipotera	Diterima
UJI S.KOLMOGROF	
D max	0,173
D kritis	0,41
Hipotera	Diterima

(sumber: PU Lumajang)

Data – data di atas merupakan data yang didapat dari PU dan TR Kabupaten Lumajang, dimana data tersebut adalah data untuk perencanaan Bendung Boreng yang baru. Namun pada penelitian, saya lebih fokus untuk menganalisa Pengaruh Gempanya Bendung pada keadaan air normal maupun air banjir.

**Stabilitas Bendung**

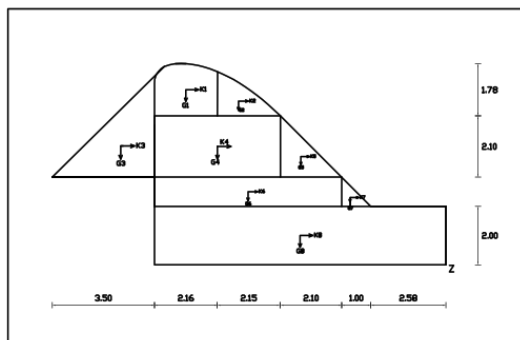
Stabilitas bendung adalah kekuatan atau kestabilan konstruksi bendung akibat gaya-gaya yang bekerja pada tubuh bendung. Analisa stabilitas diperlukan agar bangunan selalu dalam kedudukan kokoh, kuat dan aman.

**Gaya – gaya yang bekerja**

Dalam perencanaan bendung perlu diketahui besarnya gaya-gaya yang berusaha mengangkat dan mendorong tubuh bendung dari kedudukannya. (Soenarno,1972). Terdapat beberapa gaya yang akan dikaji ulang diantaranya :

- g. Gaya berat bendung ( G )
- h. Gaya gempa ( K )
- i. Gaya tekanan lumpur ( Ps )
- j. Gaya tekanan air ( W )
- k. Gaya tekanan tanah ( P )
- l. Gaya Uplift Pressure ( Px )
- m. Kontrol stabilitas bendung air normal dan banjir

**Gaya Berat bendung**



**Gambar** Gaya Tiap Bagian Tubuh Bendung Dan Berat Sendiri Bendung

**Tabel** Perhitungan berat tiap bagian tubuh bendung

Tabel 4.4 Perhitungan berat tiap bagian tubuh bendung

Bagian G	Luas Bagian (m <sup>2</sup> )					Berat bagian G = F . γ <sub>p</sub> (Ton)
G1	2,16	x	1,79		=	3,866
G2	0,5	x	2,16	x	1,48	= 1,609
G3	0,5	x	3,5	x	3,58	= 6,283
G4	4,31	x	2,1			= 9,051
G5	0,5	x	2,1	x	2,1	= 2,205
G6	6,42	x	1			= 6,420
G7	0,5	x	1	x	1	= 0,500
G8	10	x	2			= 20,00
Jumlah (Σ G)						109,85502

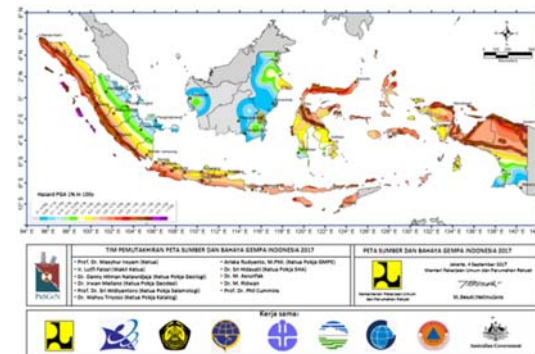
(sumber: Perhitungan)

Bagian G	Berat (ton)	Jarak Titik Berat terhadap potongan (m)		Momen (t . m)	
		Z (X)	Z(Y)	Mv = G . X	Mh = G . Y
G1	8,506	8,92	5,99	75,87	50,95
G2	3,540	7,11	5,6	25,17	19,83
G3	13,822	11,16	4,06	154,25	56,12
G4	19,912	7,84	4,05	156,11	80,64
G5	4,851	4,98	3,7	24,16	17,95
G6	14,124	6,79	2,5	95,90	35,31
G7	1,100	3,28	2,3	3,61	2,53
G8	44,000	5	1,00	220,000	44,00
Σ	109,855			755,07	307,33

(sumber: Perhitungan)

**Tabel** Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung

**Faktor Respon Gempa (Respon Spektrum)**



**Gambar** Peta Zonasi Gempa Indonesia Tahun 2017

Faktor respons gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi, besarnya nilai faktor respons gempa diambil dari grafik yang bergantung pada besarnya waktu getar alami. hal yang pertama dilakukan adalah menentukan wilayah gempa sesuai peta wilayah gempa.

- Rekapitulasi Data

$$\begin{aligned}
 \text{PGA} &= 0,387 \\
 \text{Ss} &= 0,753 \\
 \text{S1} &= 0,317 \\
 \text{SD} &= \text{Tanah} \\
 \text{Sedang} & \\
 \text{Kategori Resiko} &= \text{Kategori III} \\
 (\text{Sumber SNI 2012}) & \\
 \text{Koefisien Status} &= \text{Fa} = 1,2 \\
 &= \text{Fv} = 1,8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Ka} &= \left( \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \right) \\
 &= \left( \frac{1 - \sin 30}{1 + \sin 30} \right) \\
 &= \mathbf{0,333} \\
 \text{Psh} &= \frac{\gamma_s h^2}{2} \times \text{Ka} \times Y \\
 &= \frac{1,00 \times 3,89}{2} \times 0,333 \times 9 \\
 &= \mathbf{22,695 \text{ t.m}}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan grafik Respon Spektrum Gempa wilayah Banyuwangi adalah 0,502

### Gambar Grafik Respon Spektrum Gempa

Setelah nilai koefisien gempa wilayah Banyuwangi telah diketahui melalui grafik faktor respon gempa atau respon spektrum.

Selanjutnya, menghitung Gaya akibat gempa.

### Tabel Hasil perhitungan gaya akibat gempa

Tabel 4.10 Hasil perhitungan gaya akibat gempa

Bagian (K)	Berat (ton)	Jarak Titik berat terhadap potongan (m) Z (Y)	Momen (t. Mm) Mk = W . Y
K1	0,502 x 8,506 = 4,267	5,990	25,561
K2	0,502 x 3,540 = 1,776	5,600	9,946
K3	0,502 x 13,822 = 6,934	4,060	28,151
K4	0,502 x 19,912 = 9,989	4,050	40,457
K5	0,502 x 4,851 = 2,434	3,700	9,004
K6	0,502 x 14,124 = 7,086	2,500	17,714
K7	0,502 x 1,100 = 0,552	2,300	1,269
K8	0,502 x 44,000 = 22,073	1,000	22,073
	$\Sigma K$ = 55,111	$\Sigma MK$ =	154,17475

(sumber: Perhitungan)

### Gaya Tekanan Lumpur (Ps)

Dalam KP-02 perhitungan stabilitas bendung parameternya ditetapkan sebagai berikut :

Data :

Sudut geser dalam lumpur ( $\gamma$ ) =  $30^\circ$

Berat volume lumpur ( $\gamma_s$ ) =  $1,00 \text{ t/m}^3$

Jarak terhadap titik Z secara vertikal ( Y ) = 9 m

### Tabel Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Lumpur

Tabel 4.11 Tekanan lumpur yang terjadi pada bendung

Gaya (Ps)	Besar Gaya (ton)	Jarak (m)	Momen (t.m)
Psh $= \frac{\gamma_s h^2}{2} \left( \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \right)$ $= \frac{1 \times 3,89^2}{2} \left( \frac{1 - \sin 30}{1 + \sin 30} \right) = 2,521$		9	22,695
Psv $= \frac{1}{2} \times \gamma_s \times h \times b$ $= \frac{1}{2} \times 1,00 \times 0,91 \times 1,06 = 1,769$		7,23	18,232

(sumber: Perhitungan)

### Gaya Tekanan Air (Ps)

Perhitungan gaya akibat tekanan air ditinjau 2 (dua) kondisi yaitu kondisi air normal dan air banjir.

Data :

Berat volume air ( $\gamma_w$ ) =  $1,00 \text{ t/m}^3$

Jarak terhadap titik Z secara vertikal ( Y ) = 9 m

$$\begin{aligned}
 \text{Pwh} &= \frac{1}{2} \times \gamma_w \times h^2 \\
 &= \frac{1}{2} \times 1,00 \times 3,89^2 \\
 &= \mathbf{7,56 \text{ t.m}}
 \end{aligned}$$

### Tabel Perhitungan gaya tekanan air kondisi air normal

Tabel 4.12 Perhitungan gaya tekanan air kondisi air normal

Gaya (W)	Besar Gaya (ton)	Jarak (m)	Momen (t.m)
Pwh $= \frac{1}{2} \times \gamma_w \times h^2$ $= \frac{1}{2} \times 1,00 \times 3,89^2$ $= 7,56$		9	68,09
Pwv $= \frac{1}{2} \times \gamma_w \times h \times b$ $= \frac{1}{2} \times 1,00 \times 3,89 \times 0,91$ $= 1,76$		7,23	12,79

(sumber: Perhitungan)

### Gaya Tekanan Tanah (P)

**DATA TANAH DASAR PADA SISI BENDUNG :**

Gs	=	2,8727	
e	=	1,333	
gt	=	1,7037	t/m3
gsub	=	0,803	t/m3
c	=	0,0613	Kg/cm2
q	=	46,91	
Ka	=	0,156	
Kp	=	6,415	
Pa	=	0,563706	ton
Pp	=	-4,65088	ton

$$F_g = 5,945 \geq 1,5 \quad \dots \text{AMAN}$$

**b. Stabilitas terhadap geser**

$$F_s = \frac{\sum V x f}{\sum H} \geq 1,5$$

$$F_s = \frac{91,87 x 0,75}{61,11} \geq 1,5$$

$$F_s = 1,127 \leq 1,5 \quad \dots \text{TIDAK AMAN}$$

**c. Stabilitas terhadap eksentrisitas (retak)**

$$e = \left( \frac{B}{2} - \frac{\sum M_t - \sum M_g}{\sum V} \right) < \frac{1}{6} B$$

$$e = \left( \frac{15}{2} - \frac{659,96 - 111,01}{91,43} \right) < \frac{1}{6} 10$$

$$e = -0,975 < 1,667 \quad \dots \text{AMAN}$$

**d. Stabilitas terhadap daya dukung tanah**

$$\sigma = \frac{\sum V}{B} x \left( 1 \pm \frac{6e}{B} \right) < \sigma_{ijin}$$

$$\sigma = \frac{91,87}{10} x \left( 1 \pm \frac{6 x (-0,975)}{10} \right)$$

$$< 293,654 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma = 3,809 < 293,654 \text{ t/m}^2 \quad \dots$$

AMAN

**e. Stabilitas terhadap erosi bawah tanah (piping)**

$$C_L = \frac{\sum L_V + \frac{1}{3} \sum L_H}{\Delta H}$$

Dimana :

$$L_V = 4,90 \text{ m}$$

$$L_H = 10,00 \text{ m}$$

$$\Delta H = 4,7 \text{ m}$$

$$C_L \text{ min} = 1,8$$

$$1,8 \leq \frac{4,90 + \frac{1}{3} x 10,00}{4,7}$$

$$1,8 \geq 1,751 \quad \dots \text{TIDAK AMAN}$$

**Gaya Uplift Pressure (Px)**

Tabel 4.15 Tinggi Energi Kondisi Air Normal

Titik	Tinggi Titik (Hx)	Panjang Bidang Kontak (Lx)	Uplift Pressure (Px)
A	1,49	0,00	1,490
B	6,39	4,90	4,844
C	6,89	9,90	3,767
D	6,89	14,90	2,190

(sumber: Perhitungan)

Tabel 4.16 Perhitungan Uplift Pressure Kondisi Air Normal

Gaya	Besar Gaya Px = F . Gw (ton)	Jarak (Y) (m)	Moment (t.m)	
Pv1	$-\frac{1}{2} x (4,844 - 3,767) x 5 x 1$	-2,693	9,07	-24,425
Pv2	$-\frac{1}{2} x 3,767 x 5,00 x 1$	-18,836	5,4	101,714
	$\sum Px$	-21,529	$\sum MV$	-126,139

(sumber: Perhitungan)

Tabel 4.17 Tinggi Energi Kondisi Air Banjir

Titik	Tinggi Titik (Hx)	Panjang Bidang Kontak (Lx)	Uplift Pressure (Px)
A	4,72	0,00	4,720
B	9,62	4,90	7,841
C	10,12	9,90	6,525
D	10,12	14,90	4,710

(sumber: Perhitungan)

Tabel 4.18 Perhitungan Uplift Pressure Kondisi Air Banjir

Gaya	Besar Gaya Px = F . Gw (ton)	Jarak (Y) (m)	Moment (t.m)	
Pv1	$-\frac{1}{2} x (7,841 - 6,525) x 5,00 x 1$	-3,288591	9,07	-29,828
Pv2	$-\frac{1}{2} x 6,525 x 5,00 x 1$	-32,62718	5,4	176,187
	$\sum Px$	-35,915772	$\sum MV$	-206,014

(sumber: Perhitungan)

**Kontrol Stabilitas Kondisi Air Normal Tanpa Gempa**

**a. Stabilitas terhadap guling**

$$F_g = \frac{\sum M_t}{\sum M_g} \geq 1,5$$

$$F_g = \frac{659,96}{111,01} \geq 1,5$$

**Kontrol Stabilitas Kondisi Air Banjir Tanpa Gempa**

a) **Stabilitas terhadap guling**

$$F_g = \frac{\sum M_t}{\sum M_g} \geq 1,5$$

$$F_g = \frac{613,30}{337,80} \geq 1,5$$

$$F_g = 1,815 \geq 1,5 \quad \dots \text{ AMAN}$$

b) **Stabilitas terhadap geser**

$$F_s = \frac{\sum V \times f}{\sum H} \geq 1,5$$

$$F_s = \frac{85,75 \times 0,75}{72,77} \geq 1,5$$

$$F_s = 0,883 \leq 1,5 \quad \dots \text{ TIDAK AMAN}$$

c) **Stabilitas terhadap eksentrisitas**

(retak)

$$e = \left( \frac{B}{2} - \frac{\sum M_t - \sum M_g}{\sum V} \right) < \frac{1}{6} B$$

$$e = \left( \frac{10}{2} - \frac{613,30 - 337,80}{85,75} \right) < \frac{1}{6} 10$$

$$e = 1,787 \geq 1,667 \quad \dots \text{ TIDAK AMAN}$$

d) **Stabilitas terhadap daya dukung tanah**

$$\sigma = \frac{\sum V}{B} \times \left( 1 \pm \frac{6e}{B} \right) < \sigma_{ijin}$$

$$\sigma = \frac{85,75}{10} \times \left( 1 \pm \frac{6 \times 1,787}{10} \right) < 293,6541 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma = 17,771 < 293,6541 \text{ t/m}^2 \quad \dots \text{ AMAN}$$

e) **Stabilitas terhadap erosi bawah tanah (piping)**

$$C_L = \frac{\sum L_V + \frac{1}{3} \sum L_H}{\Delta H}$$

Dimana :

$$L_V = 4,90 \text{ m}$$

$$L_H = 10,00 \text{ m}$$

$$\Delta H = 5,41 \text{ m}$$

$$C_L \text{ min} = 1,8$$

$$1,8 \leq \frac{4,90 + \frac{1}{3} \times 10,00}{5,41}$$

$$1,8 \geq 1,521 \quad \dots \text{ TIDAK AMAN}$$

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari data-data stabilitas Bendung Boreng yang ada, untuk mencari informasi penulis survey langsung kelapangan. Berikut ini kesimpulan-kesimpulan yang dapat ditarik dari Kajian Pengaruh Beban Gempa terhadap Bendung Boreng sebagai berikut :

1. Data – data Hidrologi merupakan data yang didapat dari PU dan TR Kabupaten Lumajang, dimana data tersebut adalah data untuk perencanaan Bendung Boreng yang baru. Namun pada penelitian, saya lebih fokus untuk menganalisa Pengaruh Beban Gempa terhadap Bendung pada keadaan air normal maupun air banjir.
2. Dari analisa stabilitas Bendung ditinjau dari gaya-gaya yang bekerja pada tubuh bendung dengan perhitungan kontrol stabilitas dengan gaya gempa dalam kondisi air normal, stabilitas terhadap guling, eksentrisitas (retak), dan daya dukung tanah, adalah aman. Sedangkan stabilitas terhadap geser dan erosi bawah tanah adalah tidak aman. Dan kontrol stabilitas dengan gaya gempa kondisi air banjir, stabilitas terhadap geser, eksentrisitas (retak), dan erosi bawah tanah (piping) adalah tidak aman, sedangkan stabilitas terhadap guling, daya dukung tanah adalah aman.

### 5.2. Saran

- 1) Dari perhitungan kontrol stabilitas bendung pada kondisi beban gempa didapatkan angka tidak aman pada saat, geser dan eksentrisitas (retak)



pada kondisi air normal dan kondisi air banjir, sehingga perlu didesain ulang agar tidak terjadi keruntuhan pada Bendung Boreng. Unsur-unsur desain ulang tersebut lebih ditekankan pada gaya-gaya vertikal yang lebih besar (Berat tubuh bendung, berat kolam olak, berat tanah diatas bendung atau meredesain material tubuh bendung menjadi beton bertulang).

- 2) Bagi pemerintah, perlu adanya pengontrolan dan pengawasan tiap tahunnya secara terprogram terhadap Bendung Boreng untuk mengetahui kondisi Bendung Boreng disetiap tahunnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Rizal, Nanang Saiful. 2014. *Aplikasi Perencanaan Irigasi Dan Bangunan Air*. LPPM. Universitas Muhammadiyah Jember.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta.  
[http://id.m.wikipedia.org/wiki/Gempa\\_bumi](http://id.m.wikipedia.org/wiki/Gempa_bumi)
- Junaidi, Ahmad. 2012. *Perencanaan Ulang Pelimpah Utama Bendung Karang Doro Kecamatan Gambiran*. Fakultas Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Jember.
- Mawardi, Erman. 2006. *Desain Hidraulik Bendung Tetap Untuk Irigasi Teknis*. Bandung: C.V Alfabeta.
- Pradana, Haska Adi. 2012. *Analisa Struktur Bendungan Kreceng Terhadap Gempa*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Jilid 1*. Bandung. Penerbit Nova.
- Suripin. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.