

**EVALUASI STABILITAS BENDUNG SUNGAI ULAR  
KABUPATEN SERDANG BEDAGAI PROVINSI  
SUMATERA UTARA**

Oleh:

Riyan Filberth Theoduras Sinaga <sup>1)</sup>

Yogi Salim <sup>2)</sup>

Masriani Endang <sup>3)</sup>

Adventus Gultom <sup>4)</sup>

Universitas Darma Agung <sup>1,2,3,4)</sup>

E-mail:

[riyanfilberth@gmail.com](mailto:riyanfilberth@gmail.com) <sup>1)</sup>

[yogisalim170800@gmail.com](mailto:yogisalim170800@gmail.com) <sup>2)</sup>

[masrianiendayanti@gmail.com](mailto:masrianiendayanti@gmail.com) <sup>3)</sup>

[avantusgultom@gmail.com](mailto:avantusgultom@gmail.com) <sup>4)</sup>

**ABSTRACT**

*A weir is a man-made structure composed of materials like rocks, gabions, or concrete, typically placed across a river. Weirs serve multiple functions beyond just irrigation, including supplying drinking water, generating power, and managing floods. Ensuring the stability of the weir against the forces acting on it, including overturning and sliding, is the goal of this research to ensure the safety of the weir. Under typical water conditions, the forces exerted on the weir primarily include the gravitational force due to the weir's own weight. structure itself (Vertical = 151,819 tons), seismic forces (Horizontal = 30,364 tons), hydrostatic pressure (Horizontal = 3.92 tons; Vertical = 1,281 tons), uplift pressure (Vertical = 68,067 tons), and soil pressure (Horizontal = 74,377 tons). While under flood conditions, the forces acting on the weir include the weight of the weir structure itself (Vertical = 151,819 tons), seismic forces (Horizontal = 30,364 tons), hydrostatic pressure (Horizontal = 3.92 tons; Vertical = 1,281 tons), uplift pressure (Vertical = 68,067 tons), and soil pressure (Horizontal = 74,377 tons). The overturning stability of the Snake River Weir under normal water conditions is 4.038 ( > 1.50 ), and under flood conditions, it is 2.408 ( > 1.50 ), indicating that the weir is still safe from overturning. The sliding stability of the Snake River Weir under normal water conditions is 1.527 ( > 1.20 ), and under flood conditions, it is 1.403 ( > 1.20 ), indicating that the weir is still safe from sliding.*

**Keywords:** Weir, Evaluation, Weir Stability, Ular River Weir

**ABSTRAK**

Sebuah bendung merupakan struktur konstruksi yang dibuat dari bahan-bahan seperti pasangan batu kali, bronjong, atau beton, dan biasanya diposisikan Menyeberang di atas sungai. Tentu saja, bendung ini dapat digunakan untuk berbagai tujuan selain irigasi, seperti untuk pasokan air minum, pembangkit listrik, atau untuk mengontrol genangan air. Kontrol stabilitas bendung terhadap gaya-gaya yang bekerja, guling (*Overturning*), dan geser (*Sliding*) menjadi penelitian ini bertujuan untuk memastikan keamanan bendung. Gaya-gaya yang berpengaruh pada struktur bendung kondisi air normal terdiri dari akibat Berat Sendiri bangunan bendung (Vertikal = 151,819 ton), Gaya Gempa (Horizontal = 30,364 ton), Tekanan Hidrostatik (Horizontal = 3,92 ton; Vertikal = 1,281 ton), Tekanan Uplift (Vertikal = 68,067 ton), Tekanan Tanah (Horizontal = 74,377 ton) sedangkan pada bendung kondisi air

banjir terdiri dari akibat Berat Sendiri bangunan bendung (Vertikal = 151,819 ton), Gaya Gempa (Horizontal = 30,364 ton), Tekanan Hidrostatik (Horizontal = 3,92 ton; Vertikal = 1,281 ton), Tekanan Uplift (Vertikal = 68,067 ton), Tekanan Tanah (Horizontal = 74,377 ton) Stabilitas Guling (*Overturming*) Bendung Sungai Ular pada saat kondisi air normal adalah 4,038 ( $> 1,50$ ) dan pada saat kondisi banjir 2,408 ( $> 1,50$ ) sehingga dapat dikatakan bendung masih aman dari bahaya guling. Stabilitas Geser (*Sliding*) Bendung Sungai Ular pada saat kondisi air normal adalah 1,527 ( $> 1,20$ ) dan pada saat kondisi banjir 1,403 ( $> 1,20$ ) sehingga dapat dikatakan bendung masih aman dari bahaya geser.

**Kata Kunci** : Bendung, Evaluasi, Stabilitas Bendung, Bendung Sei Ular

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kontrol stabilitas bendung terhadap gaya-gaya yang bekerja, guling (*Overturming*), dan geser (*Sliding*) menjadi tujuan dari penelitian ini untuk memastikan keamanan bendung. Sehingga penulis merasa tertarik dan mengambil judul Dengan mengacu pada informasi yang disampaikan sebelumnya.

### 1.2 Rumusan Masalah

Meninjau dari masalah yang telah terurai di dalam latar belakang, berikut rumusan masalah penelitian:

1. Bagaimana gaya yang bekerja pada tubuh bendung?
2. Apakah nilai stabilitas guling (*Overturming*) sudah aman dalam kondisi normal dan banjir?
3. Apakah nilai stabilitas geser (*Sliding*) sudah aman dalam kondisi normal dan banjir?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian yang penulis laksanakan memiliki maksud dan tujuan sebagai berikut:

1. Menghitung gaya-gaya yang bekerja pada tubuh bendung, terdiri dari gaya akibat beban sendiri, gaya gempa, gaya hidrostatik, gaya uplift, dan gaya tanah.
2. Menghitung stabilitas guling (*Overturming*) Bendung Sungai Ular kondisi Normal dan Banjir.

3. Menghitung stabilitas geser (*Sliding*) Bendung Sungai Ular kondisi Normal dan Banjir.

### 1.4 Batasan Masalah

Kajian tentang bendung sangat kompleks, sehingga dalam penelitian ini perlu dibatasi. Batasan masalah ini terkait dengan data-data yang tersedia dari sumber data. Data tersebut adalah data-data yang terkait dengan perhitungan stabilitas bendung, antara lain gambar proyek, data tanah dari uji laboratorium, data Debit, dan data pendukung perhitungan lainnya

### 1.5 Manfaat Penelitian

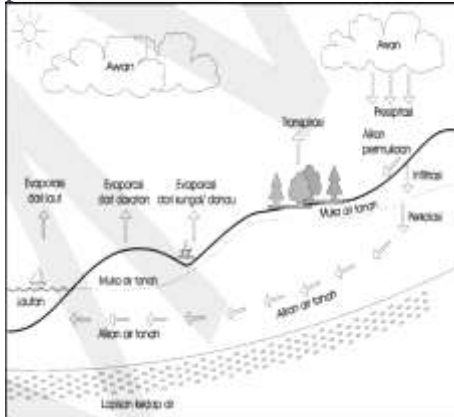
Manfaat yang didapat dari penyusunan Tugas Akhir ini meliputi :

1. Peneliti mampu menghitung stabilitas konstruksi bendung. Terkait dengan hal ini peneliti mampu dalam melakukan perhitungan terhadap gaya-gaya yang dikenakan pada bendung, dan momen yang terjadi.
2. Sebagai sumber acuan yang berguna bagi siapa pun yang membacanya, terutama bagi mahasiswa yang membahas topik stabilitas bendung.
3. Menambah kasanah ilmu pengetahuan dibidang teknik sipil, khususnya tentang pembahasan stabilitas bendung.

## 2. LANDASAN TEORI

## 2.1 Hidrologi

Menurut CD Soemarto (1995), Hidrologi adalah bidang pengetahuan yang menggambarkan tentang keberadaan dan pergerakan air di lingkungan alam, termasuk beragam wujudnya, serta perubahan yang terjadi di antara keadaan cair, padat, dan gas dalam atmosfer, di atas maupun di bawah permukaan tanah.



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

## 2.2 Curah Hujan

Dalam konteks yang lebih rinci, curah hujan mengacu pada volume air hujan tertentu yang terkumpul di dalam sebuah alat pengukur hujan, di mana air tersebut tidak meresap, tidak menembus ke dalam tanah, dan tidak mengalami kebocoran. Tinggi air yang terkumpul diukur dalam satuan milimeter. Sebagai contoh, curah hujan sebesar 1 milimeter berarti bahwa 1 liter air hujan mengumpul dalam penampung seluas 1 meter persegi.

## 2.3 Debit Banjir

Untuk merencanakan suatu bendung, diperlukan analisa besarnya debit banjir rencana antara 50 tahun dan 100 tahun tergantung besar kecilnya bendung. Untuk mencari debit banjir rencana sungai yang direncanakan untuk perencanaan bendung dihitung dengan menggunakan informasi debit

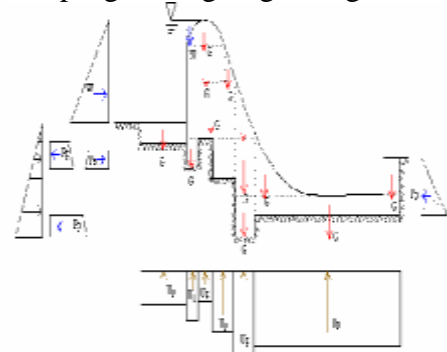
sungai atau bisa juga berdasarkan informasi curah hujan.

## 2.4 Pengertian dan Fungsi Bendung

Bendung adalah struktur air yang dibangun secara melintang di atas sungai atau tepi sungai dengan tujuan utama meningkatkan permukaan air atau menciptakan ketinggian jatuh air sehingga air bisa diambil dan dialirkan ke lokasi yang dibutuhkan secara alami melalui gaya gravitasi. Fungsinya meliputi pengaturan tinggi permukaan air sungai agar air dapat diambil sesuai kebutuhan dan mengontrol aliran air, transportasi sedimen, serta geometri sungai untuk memastikan pemanfaatan air yang aman, efektif, efisien, dan optimal.

## 2.5 Analisa Gaya Pada Bendung

Analisa gaya pada bendung menjadi acuan utama yang harus diperhatikan dalam hal ini mempengaruhi guling dan geser



Gambar 2.2 Gaya- gaya yang bekerja pada tubuh bendung

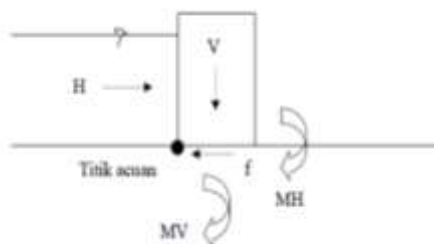
Terdiri dari berat sendiri bendung, beban getaran bumi, gaya hidrostatik, gaya uplift dan gaya tanah.

## 2.6 Analisis Stabilitas bendung

Ada dua alasan bangunan gravitasi roboh, yakni:

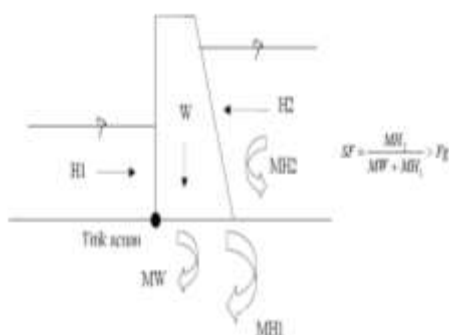
1. Geser (*sliding*)
2. Guling (*overturning*)

Maka perlu menjadi perhatian



Gambar 2.3 Tahanan Geser

Totalitas semua gaya yang berlaku pada bendung di sepanjang semua permukaan horizontalnya harus tetap di bawah nilai maksimal gesekan yang diperbolehkan pada permukaan tersebut.



Gambar 2.4 Tahanan Guling

Untuk memastikan kestabilan bangunan terhadap potensi penurunan, totalitas semua gaya yang bekerja pada bagian bangunan di atas permukaan horizontal, termasuk gaya angkat, harus menyeimbangkan bidang tersebut.. Adapun yang perlu diperhatikan selain stabilitas geser dan stabilitas guling, yaitu stabilitas eksentris, stabilitas terhadap erosi bawah tanah, stabilitas terhadap daya dukung tanah. Meskipun begitu kita dapat mengutamakan stabilitas guling dan geser

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Bendung Sungai Ular berlokasi di Sungai Ular sekitar 2 km di kecamatan Serbajadi kabupaten Serdang Bedagai.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

#### 3.2 Data Umum Bendung

Data Umum Bendung berupa data gambar yang digunakan untuk membantu perhitungan evaluasi bendung pada penelitian ini

#### 3.3 Kondisi Hidrolis Bendung

Data hidrolis Bendung Sungai Ular adalah sebagai berikut :

1. Arus air dan ketinggian muka air  
Aliran rata-rata tahunan adalah 49 m<sup>3</sup>/det. November adalah musim aliran tinggi dan Juli dan Agustus adalah musim aliran rendah, tetapi tidak begitu banyak perbedaan. Juga perbedaan antara aliran rata-rata dan 80% debit andalan kecil. Oleh karena itu karakteristik aliran air di Sungai Ular stabil sepanjang tahun.

2. Bendung (tipe ogee)

Bendung tetap dengan tiga set pintu berdaun ganda dan beroda dari

pintu scouring. Tubuh bendung dibangun dengan menggabungkan pasangan batu dan beton. Pintu scouring : Type pintu dibuat dari besi, berdaun pintu ganda, dengan roda tetap.

Lebar pintu bersih : 6,500 m  
 Elevasi air normal : EL. 43,3 m  
 Elevasi ambang : EL. 40,5 m  
 Elevasi puncak : EL. 43.4 m  
 Tinggi mercu bendung: 2,9 m  
 Kedalaman endapan : 1,0 m  
 Debit Air Normal : 49 m<sup>3</sup>/det

Debit Banjir Q<sub>100</sub> : 1019 m<sup>3</sup>/det

Tanah ( $\gamma_{s(wet)}$ ) : 1,8 t/m<sup>3</sup>

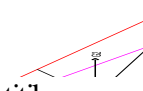
Pasir ( $\gamma_{s(sub)}$ ) : 2.00 t/m<sup>3</sup>

Air : 1.00t/m<sup>3</sup>

**4. Analisa dan Pembahasan**

**4.1 Beban Akibat Berat Sendiri Bendung**

Pada proses ini perlu dilakukan penggambaran keseluruhan Befektif (Sesuai bendung yang sudah dibangun pada proyek bendung sei ular), lalu kemudian memecahkan bendung kedalam beberapa bagian, pada desain ini dibagi menjadi persegi dan segitiga, kemudian menghitung gaya hanya di sekitaran mercu bendung, dan Tarik titik pusat gaya yang bekerja.



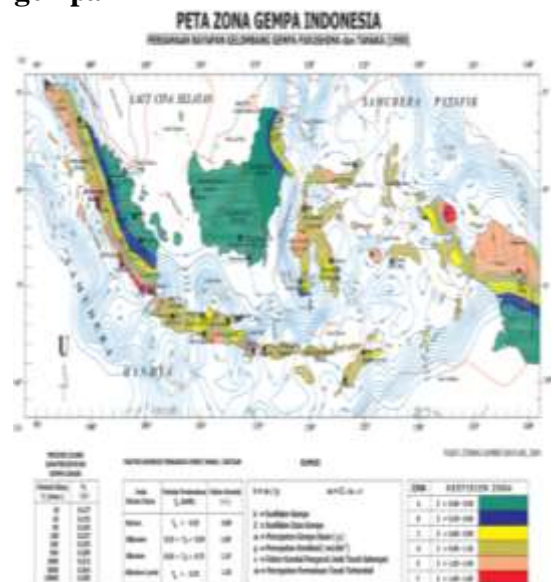
Gambar 4.1 Pembagian dan titik pusat bidang bendung

Melalui gambar diatas kita dapat memoerhitungkan nilai dari berat sendiri bendung

Tabel 4.1 Perhitungan Berat bendung

Volume = m <sup>3</sup>	Berat (W) = V × γ = Ton	Lengan Momen = m	Momen = T.m
V <sub>1</sub> = 1,75 × 10,4 × 1 = 18,2	W <sub>1</sub> = 18,2 × 2,4 = 43,68	9,116	398,187
V <sub>2</sub> = 0,5 × 6,491 × 5,65 = 1 = 18,33	W <sub>2</sub> = 18,33 × 2,4 = 44,009	6,077	267,457
V <sub>3</sub> = 6,491 × 3,25 × 1 = 21,096	W <sub>3</sub> = 21,096 × 2,4 = 50,6298	4,996	252,921
V <sub>4</sub> = 1,5 × 1,5 × 1 = 2,25	W <sub>4</sub> = 2,25 × 2,4 = 5,4	0,5	2,7
V <sub>5</sub> = 1,5 × 1,5 × 1 = 2,25	W <sub>5</sub> = 2,25 × 2,4 = 5,4	9,491	51,251
V <sub>6</sub> = 0,5 × 1,5 × 0,75 × 1 = 0,563	W <sub>6</sub> = 0,563 × 2,4 = 1,35	8,741	11,8
V <sub>7</sub> = 0,5 × 1,5 × 0,75 × 1 = 0,563	W <sub>7</sub> = 0,563 × 2,4 = 1,35	1,25	1,688
ΣW = 151,819 (t)		ΣM <sub>w</sub> = 986,005 (t)	

**4.2 Perhitungan Akibat Beban gempa**



Gambar 4.2 Peta Zona Gempa Ind Berdasarkan peta zona gempa Indonesia dengan persamaan rayapan gelombang gempa Fukushima dan Tanaka maka lokasi bendung sungai ular dapat ditentukan nilai koefisien gempanya

Tabel 4.2 Perhitungan Gaya Gempa

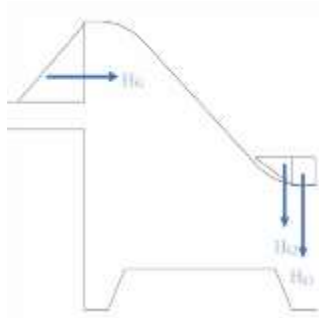
	Besar Gaya = W × E = T	Lengan Momen = m	Momen = T.m
K1	43,68 × 0,2 = 8,736	7,575	66,175
K2	44,00898 × 0,2	6,633	58,385
K3	50,6298 × 0,2 = 10,126	3,125	31,644
K4	5,4 × 0,2 = 1,08	0,75	0,81
K5	5,4 × 0,2 = 1,08	0,75	0,81
K6	1,35 × 0,2 = 0,27	1	0,27
K7	1,35 × 0,2 = 0,27	1	0,27
ΣK = 30,364 (→)		EM <sub>g</sub> = 158,364 (t)	



### 4.3 Akibat Tekanan Hidrostatik

Akibat tekanan hidrostatik pada bendung dihitung dengan 2 kondisi yaitu air normal dan air banjir, tekanan hidrostatik yang bekerja pada hulu maupun hilir

#### 1. Kondisi Normal



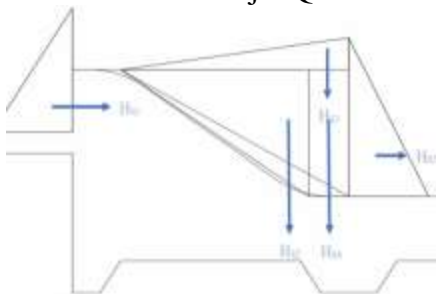
Gambar 4.3 Gaya Hidrostatik kondisi Normal

Berdasarkan gambar 4.3 dapat ditentukan gaya hidrostatik kondisi air normal sebagai berikut:

Tabel 4.3 Perhitungan Gaya Hidrostatik Kondisi Normal

V = m <sup>3</sup>	Gaya Horizontal = V × γ = T	Gaya Vertikal = V × γ = T	Lengan Momen = m	Momen = T.m
V <sub>1</sub> = 0,5 × 2,8 × 2,8 × 1 = 3,92	H <sub>h1</sub> = 3,92 × 1 = 3,92		8,433	-33,059
V <sub>2</sub> = 0,5 × 0,75 × 0,75 × 1 = 0,281		H <sub>h2</sub> = 0,281 × 1 = 0,281	1,375	0,387
1 × 1 × 1 = 1		H <sub>h2</sub> = 1 × 1 = 1	0,500	0,50
ΣH <sub>h1</sub> = 3,920 (←)		ΣV <sub>1</sub> = 1,281 (↓)		ΣM <sub>h1</sub> = 32,172 (b)

#### 2. Kondisi Air Banjir Q100



Gambar 4.4 Gaya Hidrostatik Kondisi Banjir

Berdasarkan gambar 4.4 dapat ditentukan gaya hidrostatik kondisi air banjir sebagai berikut

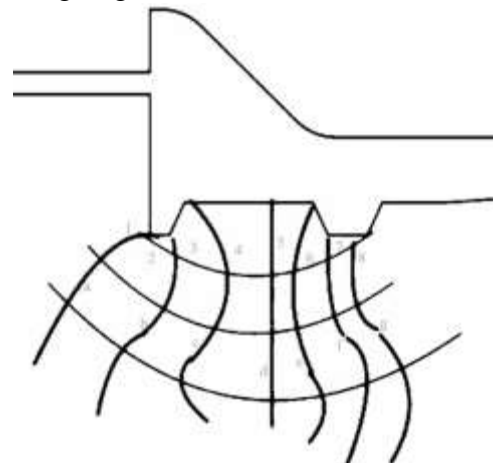
Tabel 4.4 Perhitungan Gaya Hidrostatik Kondisi Banjir

V = m <sup>3</sup>	Gaya Horizontal = V × γ = T	Gaya Vertikal = V × γ = T	Lengan Momen = m	Momen = T.m
V <sub>1</sub> = 0,5 × 5,77 × 5,77 × 1 = 16,646	H <sub>h1</sub> = 16,646 × 1 = 16,646		9,423	-156,865
V <sub>2</sub> = 0,5 × 7,14 × 6,491 × 1 = 23,173		H <sub>h2</sub> = 23,173 × 1 = 23,173	3,914	90,691
V <sub>3</sub> = 0,5 × 6,491 × 1,49 × 1 = 4,836		H <sub>h2</sub> = 4,836 × 1 = 4,836	3,914	18,926
V <sub>4</sub> = 5,65 × 1,75 × 1 = 9,888		H <sub>h2</sub> = 9,888 × 1 = 9,888	1,375	13,595
V <sub>5</sub> = 0,5 × 7,14 × 7,14 × 1 = 25,490	H <sub>h2</sub> = 25,490 × 1 = 25,490		7,137	-181,912
ΣH <sub>h1</sub> = 42,136 (←)		ΣV <sub>h2</sub> = 37,896 (↓)		ΣM <sub>h2</sub> = 215,565 (b)

### 4.4 Gaya Angkat (Uplift Pressure)

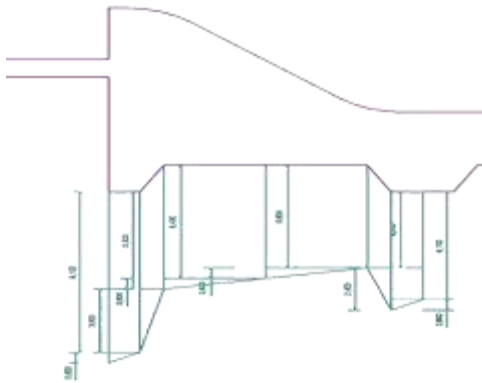
Gaya angkat dapat timbul karena adanya gaya dari air bawah tanah atau flownet, berikut penggambaran flownet

Berdasarkan data dari kondisi design diketahui bahwa elevasi air di hulu dan elevasi air di hilir, maka dapat diperhitungkan gaya hidrostatik pada bendung kondisi normal, dibagi menjadi 7 garis equipotensial drop, yang diperhitungkan pada bagian bendung bawah, yang berpengaruh dalam menentukan nilai uplift pada perhitungan ini, hal ini dilakukan agar perencanaan bisa dilakukan dalam menentukan gaya angkat pada bendung sei ular, sesuai dengan gambar 4.5



Gambar 4.5 Gambar Flownet bawah tanah pada bendung

#### 1. Kondisi Normal



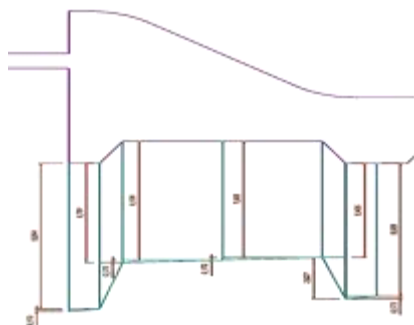
Gambar 4.6 Gaya-gaya pada bendung kondisi normal

Berdasarkan gambar tabel 4.6 dapat diperhitungkan nilai uplift pressure

Tabel 4.5 Perhitungan Uplift pressure kondisi air normal

V = m <sup>3</sup>	Gaya Vertikal = V × γ = T	Lengan Momen = m	Momen = T.m
V <sub>1</sub> = 1 × 9,1 × 1 = 9,1	U <sub>11</sub> = 9,1 × 1 = 9,1	9,491	86,368
V <sub>2</sub> = 0,5 × 1 × 0,6 × 1 = 0,3	U <sub>12</sub> = 0,3 × 1 = 0,3	9,658	2,897
V <sub>3</sub> = 0,75 × 5,5 × 1 = 4,125	U <sub>13</sub> = 4,125 × 1 = 4,125	8,616	35,541
V <sub>4</sub> = 0,75 × 3,6 × 0,5 × 1 = 1,35	U <sub>14</sub> = 1,35 × 1 = 1,35	8,741	11,800
V <sub>5</sub> = 1,5 × 0,75 × 0,5 × 1 = 0,563	U <sub>15</sub> = 0,563 × 1 = 0,563	8,491	4,776
V <sub>6</sub> = 6,4 × 3,246 × 1 = 20,771	U <sub>16</sub> = 20,771 × 1 = 20,771	6,618	137,469
V <sub>7</sub> = 0,5 × 0,6 × 3,246 × 1 = 0,974	U <sub>17</sub> = 0,974 × 1 = 0,974	7,159	6,971
V <sub>8</sub> = 5,8 × 3,246 × 1 = 18,824	U <sub>18</sub> = 18,824 × 1 = 18,824	3,373	63,488
V <sub>9</sub> = 0,5 × 0,6 × 3,246 × 1 = 0,974	U <sub>19</sub> = 0,974 × 1 = 0,974	3,914	3,811
V <sub>10</sub> = 0,75 × 4,3 × 1 = 3,225	U <sub>20</sub> = 3,225 × 1 = 3,225	1,375	4,434
V <sub>11</sub> = 0,5 × 2,4 × 0,75 × 1 = 0,9	U <sub>21</sub> = 0,9 × 1 = 0,9	1,25	1,125
V <sub>12</sub> = 1,5 × 0,75 × 0,5 × 1 = 0,5625	U <sub>22</sub> = 0,5625 × 1 = 0,5625	1,5	0,844
V <sub>13</sub> = 1 × 6,1 × 1 = 6,1	U <sub>23</sub> = 6,1 × 1 = 6,1	0,5	3,050
V <sub>14</sub> = 0,5 × 0,6 × 1 × 1 = 0,3	U <sub>24</sub> = 0,3 × 1 = 0,3	0,667	0,200
ΣV <sub>10</sub> = 68,007 (T)		ΣM <sub>10</sub> = 362,774 (G)	

## 2. Kondisi Air Banjir Q100



Gambar 4.7 Gaya-gaya pada bendung kondisi Banjir

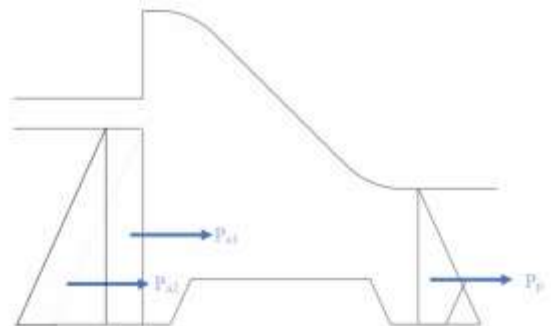
Berdasarkan gambar tabel 4.7 dapat diperhitungkan nilai uplift pressure

Tabel 4.6 Perhitungan Uplift pressure kondisi air banjir

V = m <sup>3</sup>	Gaya Vertikal = V × γ = T	Lengan Momen = m	Momen = T.m
V <sub>1</sub> = 1 × 9,954 × 1 = 9,954	U <sub>11</sub> = 9,954 × 1 = 9,954	9,491	94,473
V <sub>2</sub> = 0,5 × 1 × 0,173 × 1 = 0,087	U <sub>12</sub> = 0,087 × 1 = 0,087	9,658	0,835
V <sub>3</sub> = 0,75 × 6,781 × 1 = 5,086	U <sub>13</sub> = 5,086 × 1 = 5,086	8,616	43,819
V <sub>4</sub> = 0,75 × 3,173 × 0,5 × 1 = 1,190	U <sub>14</sub> = 1,190 × 1 = 1,190	8,741	10,401
V <sub>5</sub> = 1,5 × 0,75 × 0,5 × 1 = 0,563	U <sub>15</sub> = 0,563 × 1 = 0,563	8,491	4,776
V <sub>6</sub> = 6,108 × 3,246 × 1 = 26,319	U <sub>16</sub> = 26,319 × 1 = 26,319	6,618	174,183
V <sub>7</sub> = 0,5 × 0,173 × 3,246 × 1 = 0,281	U <sub>17</sub> = 0,281 × 1 = 0,281	7,159	2,010
V <sub>8</sub> = 7,935 × 3,246 × 1 = 25,757	U <sub>18</sub> = 25,757 × 1 = 25,757	3,373	86,872
V <sub>9</sub> = 0,5 × 0,173 × 3,246 × 1 = 0,281	U <sub>19</sub> = 0,281 × 1 = 0,281	3,914	1,099
V <sub>10</sub> = 0,75 × 6,435 × 1 = 4,826	U <sub>20</sub> = 4,826 × 1 = 4,826	1,375	6,636
V <sub>11</sub> = 0,5 × 2,827 × 0,75 × 1 = 1,060	U <sub>21</sub> = 1,060 × 1 = 1,060	1,25	1,325
V <sub>12</sub> = 1,5 × 0,75 × 0,5 × 1 = 0,563	U <sub>22</sub> = 0,563 × 1 = 0,563	1,5	0,844
V <sub>13</sub> = 1 × 9,089 × 1 = 9,089	U <sub>23</sub> = 9,089 × 1 = 9,089	0,5	4,545
V <sub>14</sub> = 0,5 × 0,173 × 1 = 0,087	U <sub>24</sub> = 0,3 × 1 = 0,087	0,667	0,058
ΣV <sub>10</sub> = 85,140 (T)		ΣM <sub>10</sub> = 431,875 (G)	

## 4.5 Gaya Akibat Tekanan Tanah

Gaya akibat tekanan tanah, terdiri dari tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif



Gambar 4.7 Gaya Akibat Tekanan Tanah

Tabel 4.7 Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Tanah

Gaya Horizontal = T	Lengan Momen = m	Momen = T.m
P <sub>11</sub> = 2,187	7,5/2 = 3,75	8,201
P <sub>12</sub> = 22,176	7,5/3 = 2,5	55,44
P <sub>2</sub> = 50,014	4,75/3 = 1,583	79,172
ΣH <sub>PT</sub> = 72,19 (+)		ΣM <sub>PT</sub> = 142,813 (G)

## 4.6 Gaya Rekapitulasi Gaya dan Momen yang Bekerja

1.

ondisi Normal

Tabel 4.8 Rekapitulasi gaya dan momen

No	Uraian	Gaya (Ton)		Momen (T.m)	
		H	V	MH	MV
1	Berat Sendiri		151,819		986,005
2	Gaya Gempa	30,364		158,364	
3	Tekanan Hidrostatik	3,92	1,281	33,059	0,887
4	Tekanan Uplift		68,067		362,774
5	Tekanan Tanah	74,377		142,813	
		108,661	221,167	334,236	1394,666

Terhadap guling

$$Sf = \frac{\sum MV}{\sum MH} > 1,5$$

$$Sf = 4,038 > 1,5 \text{ Aman}$$

Terhadap Geser

$$Sf = fx \left( \frac{\sum RV}{\sum RH} \right) > 1,2$$

$$Sf = 1,527 > 1,2 \text{ Aman}$$

2.

ondisi Banjir Q100

Tabel 4.8 Rekapitulasi gaya dan momen

No	Uraian	Gaya (Ton)		Momen (T.m)	
		H	V	MH	MV
1	Berat Sendiri		151,819		986,005
2	Gaya Gempa	30,364		158,364	
3	Tekanan Hidrostatik	42,136	37,896	338,777	123,212
4	Tekanan Uplift		85,14		431,875
5	Tekanan Tanah	74,377		142,813	
		146,877	274,855	639,954	1541,092

Terhadap guling

$$Sf = \frac{\sum MV}{\sum MH} > 1,5$$

$$Sf = 2,408 > 1,5 \text{ Aman}$$

Terhadap Geser

$$Sf = fx \left( \frac{\sum RV}{\sum RH} \right) > 1,2$$

$$Sf = 1,403 > 1,2 \text{ Aman}$$

## 5. Kesimpulan

Dari pembahasan laporan penelitian skripsi ini dapat disimpulkan bahwa :

- 1 gaya-gaya yang bekerja pada bendung kondisi air normal terdiri dari akibat Berat Sendiri bangunan bendung (Vertikal = 151,819 ton), Gaya Gempa (Horizontal = 30,364 ton), Tekanan Hidrostatik (Horizontal = 3,92 ton; Vertikal = 1,281 ton), Tekanan Uplift (Vertikal = 68,067 ton), Tekanan Tanah (Horizontal = 74,377 ton) sedangkan pada

bendung kondisi air banjir terdiri dari akibat Berat Sendiri bangunan bendung (Vertikal = 151,819 ton), Gaya Gempa (Horizontal = 30,364 ton), Tekanan Hidrostatik (Horizontal = 3,92 ton; Vertikal = 1,281 ton), Tekanan Uplift (Vertikal = 68,067 ton), Tekanan Tanah (Horizontal = 74,377)

- 2 stabilitas Guling (*Overturming*) Bendung Sungai Ular pada saat kondisi air normal adalah 4,038 ( $> 1,50$ ) dan pada saat kondisi banjir 2,408 ( $> 1,50$ ) sehingga dapat dikatakan bendung masih aman dari bahaya guling.

- 3 stabilitas Geser (*Sliding*) Bendung Sungai Ular pada saat kondisi air normal adalah 1,527 ( $> 1,20$ ) dan pada saat kondisi banjir 1,403 ( $> 1,20$ ) sehingga dapat dikatakan bendung masih aman dari bahaya geser

## DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi - Kriteria Perencanaan 02 (Bangunan Utama)*. Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi - Kriteria Perencanaan 03*. Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi - Kriteria Perencanaan 04 (Bangunan)*. Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum. 2013. *Standar*



- Perencanaan Irigasi - Kriteria Perencanaan 06 (Parameter Bangunan)*. Badan Penerbit Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum. 2006. *Design Report for The Ular Headworks*.
- Mawardi E, dan Moh. Memed. 2002. *Desain Hidraulik Bendung Tetap*. Penerbit Alfabeta. Bandung
- Team Dosen. 1997. *Irigasi dan Bangunan Air*. Penerbit Gunadarma. Jakarta.
- Sosrodarsoono, Suyono. 1985-1994. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta
- Pusat Litbang Sumber Daya Air. 2005. *Peta Zona Gempa Indonesia Sebagai Acuan Dasar Perencanaan dan Perancangan Bangunan*.
- Yakob Ndala, Ruzardi, Lalu Makrup. 2019. *Kajian Komparasi Stabilitas Bendung Tetap (Studi Kasus Bendung Papinggu dan Bendung Loku Rata) Di Kabupaten Sumba Tengah Provinsi Nusa Tenggara Timur*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.