

# EVALUASI STABILITAS BENDUNG TETAP DAERAH IRIGASI KERASAAN DESA BAH JAMBI KECAMATAN JAWA MARAJAH KABUPATEN SIMALUNGUN

**Fransiskus Dwi Fayer Nababan, Kartika Indah Sari, Hendarmin**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Komputer

Universitas Harapan Medan

[fransiskusnababan19@gmail.com](mailto:fransiskusnababan19@gmail.com)

## Abstrak

Sebuah desa yang terletak di Kecamatan Jawa Marajah, Simalungun bernama Bah Jambi mempunyai sebuah bendungan irigasi yang dibangun sejak tahun 1986 untuk sarana irigasi lahan pertanian sekelilingnya ketika musim kemarau tiba dengan cara meningkatkan elevasi muka air sungai Bah Bolon. Tujuan dilakukannya penelitian ini ialah menentukan seberapa besar gaya gempa, tekanan tanah, uplift, tekanan hisrostatis dan lumpur, serta gaya berat dari bendung irigasi ini agar tetap aman dari gaya gelincir dan guling. Studi ini bertujuan untuk mengetahui angka stabilitas bendung dengan metode yang digunakan adalah Kriteria Perencanaan Irigasi. Nilai stabilitas pada saat kondisi air normal yang meliputi stabilitas atas piping (erosi bawah tanah), tegangan atau daya dukung tanah, eksentrisitas pembebanan, stabilitas terhadap geser dan guling. Selain itu juga menetapkan besaran stabilitas saat air dalam keadaan banjir yang meliputi stabilitas atas piping (erosi bawah tanah), tegangan atau daya dukung tanah, eksentrisitas pembebanan, stabilitas terhadap geser dan guling memenuhi syarat terhadap nilai stabilitas bendung.

**Kata-Kata Kunci :** Stabilitas, Guling, Gelincir

## I. Pendahuluan

Bendung adalah suatu struktur yang biasanya dibangun di sungai atau aliran air untuk mengatur aliran air dan mengendalikan banjir. Bendung dapat berupa bangunan beton atau material lainnya yang dirancang untuk memperlambat aliran air dan mengontrol volume air yang melewati suatu wilayah. Tujuan utama bendung adalah untuk melindungi daerah sekitarnya akibat banjir dan untuk menyimpan air yang kemudian dapat digunakan untuk irigasi, pasokan air minum, dan pembangkit listrik.

Sebuah desa yang terletak di Kecamatan Jawa Marajah, Simalungun bernama Bah Jambi mempunyai sebuah bendungan irigasi yang dibangun sejak tahun 1986 untuk sarana irigasi lahan pertanian sekelilingnya ketika musim kemarau tiba dengan cara meningkatkan elevasi muka air sungai Bah Bolon. Dalam studi penelitian ini dilakukan untuk mengetahui angka keamanan bendung tersebut.

Salah satu persyaratan keamanan suatu bendung yaitu harus stabil terhadap geser (*sliding*), guling (*overtuning*), dan erosi bawah tanah (*piping*). Untuk itu harus dihitung gaya-gaya yang bekerja pada bangunan bendung, kemudian gaya-gaya yang bekerja pada bangunan itu dianalisis dan dikontrol stabilitasnya terhadap faktor-faktor keamanannya. Dalam penelitian ini mencoba menganalisis stabilitas suatu bendung dan menjadikan Bendung daerah irigasi Kerasaan sebagai objek studi.

Berikut rumusan masalah yang peneliti tetapkan dengan mengacu pada penjabaran sebelumnya:

1. Apakah stabilitas bendung pada daerah irigasi Kerasaan stabil terhadap gaya gelincir (*sliding*), guling (*overtuning*), dan erosi bawah tanah (*piping*)?
2. Berapa angka keamanan bendung terhadap stabilitasnya?  
Berdasarkan pembahasan latar belakang diatas maka dapat di buat tujuan penelitian sebagai berikut:
  1. Mengevaluasi stabilitas bendung untuk mengetahui dengan dimensi yang ada apakah stabil terhadap gaya geser (*sliding*), guling (*overtuning*), dan erosi bawah tanah (*piping*).
  2. Mengetahui angka keamanan bendung terhadap stabilitasnya.

## II. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Pengertian bendung

Sebuah bangunan yang diciptakan dalam bentuk melintang sedetan atau sungai dengan tujuan meningkatkan elevasi air agar bisa dialirkan atau disadap ke berbagai lahan seperti pertanian secara gravitasi demi menunjang produktivitas dunia pertanian disebut bendung.

Bendung mempunyai manfaat yang sangat besar bagi kehidupan manusia seperti, irigasi, penyediaan air baku, sebagai PLTA, pengendali banjir, perikanan, pariwisata, dan olahraga air. Namun disisi lain juga menyimpan potensi bahaya yang sangat besar, dimana bila bendungan mengalami keruntuhan dapat mengakibatkan bencana yang sangat dasyat di daerah hilir berupa banjir bandang yang mengancam manusia harta benda, dan harta milik (Sosrodarsono S, 1997).

## 2.2 Kebutuhan Stabilitas Bendung

Suatu perhitungan dalam dunia konstruksi yang berkaitan dengan penetapan ukuran bendungan sebagai upaya pencegahan gangguan kerusakan berupa banjir bandang, gempa bumi, atau angin kencang serta agar dapat menahan berbagai gaya dan muatan kerja disebut stabilitas bendung. Stabilitas konstruksi ini mempunyai beberapa persyaratan, yakni terjaminnya keamanan penurunan dan rembesan, maupun geseran bendung, tidak mudah mengalami kelongsoran, dan berupa lereng yang berada di hilir dan hulu.

*Weir* (ukuran) dan dimensi sebuah bendung perlu ditentukan melalui perhitungan konstruksi agar tercipta bendung yang tetap bisa bekerja meskipun terjadi gempa bumi atau banjir bandang dan mampu menahan berbagai gaya dan muatan yang diterimanya. Selain itu, agar bisa mengetahui ketahanan usia bendung, kemampuan bendung dalam melindungi konstruksi dari rembesan air, serta besaran kekuatan pada pondasi bendung, maka dibutuhkan sebuah penyelidikan geologi teknik. Bangunan gravitasi dapat mengalami keruntuhan akibat adanya:

1. *Piping* (erosi bawah tanah)
2. *Sliding* (gilincir)
  - (a) Sepanjang sendi horizontal atau hampir horizontal di atas pondasi
  - (b) Sepanjang pondasi, atau
  - (c) Sepanjang kumpuh horizontal atau hampir horizontal dalam pondasi
3. *Overtuning* (guling)
  - (a) Di dalam bendung
  - (b) Pada dasar (*base*), atau
  - (c) Pada bidang di bawah dasar
4. Erosi bawah tanah (*piping*).

## III. Metodologi Penelitian

### 3.1 Lokasi Penelitian

Peneliti menetapkan bendungan D.I Kerasan yang berlokasi di Desa Bah Jambi, Jawa Marajah, Simalungun yang berada di palung sungai Bah Bolon sebagai objek penelitian.



Gambar 1. Denah Lokasi Studi Penelitian

Sumber: Google Earth, 2023

Bendung D.I Kerasan berdiri dan dibangun semenjak tahun 1986 untuk sarana irigasi lahan pertanian sekelilingnya ketika musim kemarau tiba

dengan cara meningkatkan elevasi muka air sungai Bah Bolon.

### 3.2 Langkah-Langkah Penelitian

Berikut beberapa tahapan yang peneliti lakukan dalam mengkaji permasalahan ini:

1. Menemukan dan menghimpun berbagai informasi maupun data yang diperlukan
2. Melakukan pengolahan data
3. Menyusun laporan hasil pengolahan data.

### 3.3 Menemukan dan Menghimpun Informasi Dan Data

1. Tahap Persiapan

Tahapan ini terdiri atas beberapa hal berikut:

- a. Observasi Lapangan

Agar tempat atau lokasi keberadaan berbagai data yang berkaitan dengan penelitian bisa ditemukan dan dijadikan sumber perolehan data, maka peneliti melakukan observasi langsung di lapangan.

- b. Studi Pustaka

Agar tahapan menyusun hasil, menganalisa data, dan menghimpun berbagai data penelitian bisa dilakukan dengan lebih mudah, maka peneliti berupaya menemukan dan mencari berbagai wawasan dan arahan yang lebih lengkap melalui studi pustaka.

2. Pengumpulan Data

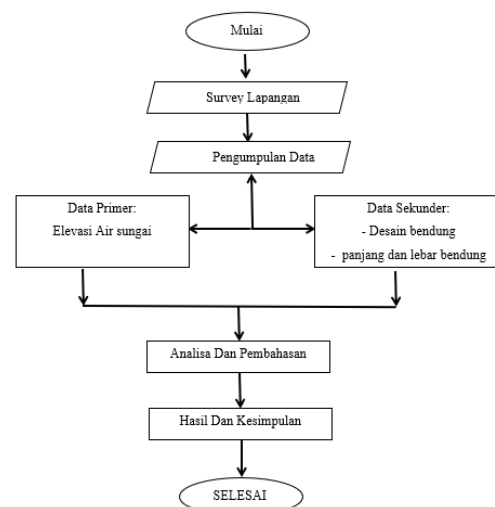
Tahapan ini berisikan kegiatan pengumpulan berbagai data seperti mekanika tanah, teknis bendung dan desainnya yang diperoleh melalui hasil pengukuran langsung di lapangan.

3. Mengolah Data

Tahapan ini berisikan kegiatan menghitung seluruh data yang telah dikumpulkan melalui sebuah rumus atau persamaan yang disesuaikan dengan teori, metode, atau standar tertentu. Proses pengolahan atau perhitungan data-data tersebut dilakukan secara bertahap mulai dari yang paling mendasar.

4. Bagan alir/flowchart

Berikut adalah tahapan yang dilakukan agar penelitian dalam berjalan dengan sistematis



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

#### IV. Hasil Dan Pembahasan

##### Tipe Bendungan

- Jari-jari mercu: berjari 2.0m
- Mercu bendungan: berbentuk bulat dengan hulunya yang berbentuk miring.

##### Data desain

1. B (lebar bendung) : 113,40m
2. Q100 (debit rencana) : 867 m<sup>3</sup>/s
3. Be (lebar efektif)
  - Ka : 0.2 (tembok hulu miring)
  - Kp : 0.01 (ujungny berbentuk pilar bulat)
  - Ketinggian mercu : 4,88m
  - He (tinggi energi di atas mercu) : 2,28 m
  - Total pilar : 1

$$Be = B - 2 \cdot (n \cdot K_p + K_a) \cdot H_e$$

$$Be = 113,40 - 2 \cdot (1 \cdot 0,01 + 0,2) \cdot 2,28$$

$$Be = 112,44 \text{ m}$$

4. Tinggi jagaan : 1,54 m
5. Elevasi mercu : + 128,95 m
6. Elevasi dasar kolam olak : + 122,45 m
7. Elevasi M. A hulu : + 131,37 m
8. Elevasi M. A hilir : + 126,67 m

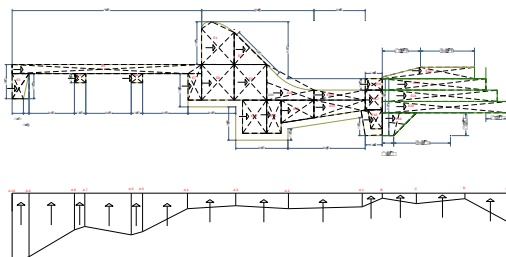
#### 4.1 Gaya-gaya yang bekerja pada saat kondisi air normal

Setelah dilakukan perhitungan setiap gayanya, maka tahapan berikutnya ialah melakukan perhitungan pada *uplift pressure*, tekanan lumpur, hidrostatik, gaya gempa, dan berat sendiri dalam keadaan air yang normal sesuai tabel dibawah ini. Berbagai gaya yang bekerja pada bendungan dalam keadaan air yang normal terangkum pada data berikut:

**Tabel 1. Gaya-gaya yang bekerja pada saat kondisi air normal**

| NO       | JENIS PEMBEBANAN    | Gaya Vertikal |      | Gaya Horizontal |      | MOMEN (Ton M) |      |         |      |
|----------|---------------------|---------------|------|-----------------|------|---------------|------|---------|------|
|          |                     | V             | Arah | H               | Arah | MT            | Arah | MG      | Arah |
| 1        | Berat Sendiri       | -79.099       | ↓    |                 |      | -894.038      | ↻    |         |      |
| 2        | Gaya Gempa          |               |      | 31.640          | →    |               |      | 124.575 | ↻    |
| 3        | Tekanan Hidrostatik | -0.410        | ↓    | 2.205           | →    | 15.856        | ↻    | 22.425  | ↻    |
| 4        | Tekanan Lumpur      | -0.053        | ↓    | 0.161           | →    | 2.048         | ↻    | 1.633   | ↻    |
| 5        | Up Lift - Pressure  | 4.184         | ↑    | -1.934          | ←    | 170.015       | ↻    | -15.274 | ↻    |
| Jumlah = |                     | -75.377       |      | 32.072          |      | -706.119      |      | 133.358 |      |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023



**Gambar 3. Gaya-gaya yang bekerja pada saat kondisi air normal**

#### 4.2 Gaya-gaya yang bekerja pada saat kondisi air banjir

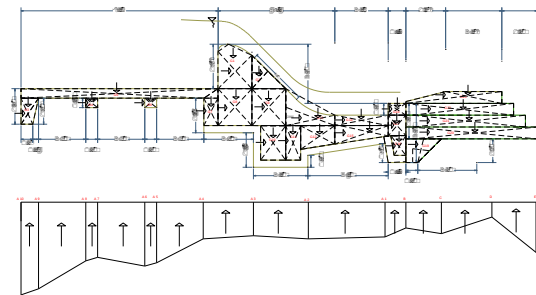
Setelah dilakukan perhitungan setiap gayanya, maka tahapan berikutnya ialah melakukan perhitungan pada *uplift pressure*, tekanan lumpur, hidrostatik, gaya gempa, dan berat sendiri dalam keadaan air yang normal sesuai Tabel 2.

Berbagai gaya yang bekerja pada bendungan dalam keadaan banjir terangkum pada Tabel 2.

**Tabel 2. Gaya-gaya yang bekerja pada saat air banjir**

| NO       | JENIS PEMBEBANAN    | Gaya Vertikal |      | Gaya Horizontal |      | MOMEN (Ton M) |      |         |      |
|----------|---------------------|---------------|------|-----------------|------|---------------|------|---------|------|
|          |                     | V             | Arah | H               | Arah | MT            | Arah | MG      | Arah |
| 1        | Berat Sendiri       | -79.099       | ↓    |                 |      | -894.038      | ↻    |         |      |
| 2        | Gaya Gempa          |               |      | 31.640          | →    |               |      | 124.575 | ↻    |
| 3        | Tekanan Hidrostatik | -11.133       | ↓    | 3.644           | →    | -206.510      | ↻    | 40.109  | ↻    |
| 4        | Tekanan Lumpur      | -0.053        | ↓    | 0.161           | →    | 2.048         | ↻    | 1.633   | ↻    |
| 5        | Up Lift - Pressure  | 9.387         | ↑    | -3.648          | ←    | 326.024       | ↻    | -28.146 | ↻    |
| Jumlah = |                     | -80.887       |      | 31.796          |      | -772.477      |      | 138.179 |      |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023



**Gambar 4. Gaya-gaya yang bekerja pada saat kondisi air banjir**

#### 4.3 Kontrol Stabilitas Bendung

##### 4.3.1 Kontrol Terhadap Guling

###### 1. Kondisi Air Normal

$$SF = \frac{\sum MT}{\sum MG} \geq 1.5$$

$$SF = \frac{706.119}{133.358} \geq 1.5$$

$$SF = 5.295 \geq 1.5 \quad (\text{Aman})$$

###### 2. Kondisi Air Banjir

$$\sum MT = 772.477$$

$$\sum MG = 138.170$$

$$SF = \frac{\sum MT}{\sum MG} \geq 1.25$$

$$SF = \frac{772.477}{138.170} \geq 1.25$$

$$SF = 5.591 \geq 1.25 \quad (\text{Aman})$$

##### 4.3.2 Kontrol Terhadap Geser

###### 1. Kondisi Air Normal

Syarat:

$$\frac{V \cdot f}{H} \geq 1.00 \quad ; f = 0.577$$

$$\frac{75.377 \times 0.577}{32.072} \geq 1.00$$

$$1.357 \geq 1.00 \quad (\text{Aman})$$

## 2. Kondisi Air Banjir

Syarat:

$$\frac{V \cdot f}{H} \geq 1.00 \quad ; f = 0.577$$

$$\frac{80.897 \times 0.577}{31.796} \geq 1.00 \quad \text{---} \mathbf{1.469 \geq 1.00(Aman)}$$

### 4.3.3 Erosi Bawah Tanah

#### 1. Kondisi Air Normal

$\Delta H$  = Elevasi mercu – Elevasi dasar kolam olak

$$= 128.95 - 122.45$$

$$= 6.5 \text{ m}$$

$$\Sigma L_V = 10.26 \text{ m}$$

$$\Sigma L_H = 15.80 \text{ m}$$

$C = 1.6$  (lempung sangat keras)

$$\frac{L_V + (\frac{1}{3}) L_H}{\Delta H} \geq 1.6$$

$$\frac{10.26 + (\frac{1}{3}) 15.80}{6.5} \geq 1.6$$

$$\mathbf{2.39 \geq 1.6 \quad (Aman)}$$

#### 2. Kondisi Air Banjir

$\Delta H$  = Elevasi muka air banjir hulu – Elevasi muka air banjir hilir

$$= 131.37 - 126.67$$

$$= 4.7 \text{ m}$$

$$\Sigma L_V = 10.26 \text{ m}$$

$$\Sigma L_H = 15.80 \text{ m}$$

$C = 1.6$  (lempung sangat keras)

$$\frac{L_V + (\frac{1}{3}) L_H}{\Delta H} \geq 1.6$$

$$\frac{10.26 + (\frac{1}{3}) 15.80}{4.7} \geq 1.6$$

$$\mathbf{3.303 \geq 1.6 \quad (Aman)}$$

## V. Kesimpulan Dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan evaluasi stabilitas bendung, maka dapat dibuat kesimpulan:

1. Ketika air berada dalam kondisi yang normal, maka stabilitas guling *safety factor* bernilai 5.295 lebih besar atau sama dengan dari 1.5, stabilitas terhadap geser *safety factor* 1.357 lebih besar atau sama dengan dari 1.00, stabilitas terhadap erosi bawah tanah (*pipng*) nilai  $C$  sebesar 2.39 lebih besar atau sama dengan 1.6. Sementara itu stabilitas guling *safety factor* dalam keadaan banjir ialah 5.591 lebih besar dari 1.25, stabilitas terhadap geser nilai *safety factor* 1.469 lebih besar 1.00, stabilitas terhadap erosi bawah tanah (*pipng*) nilai  $C$  sebesar 3.303 lebih besar dari 1.6.
2. Mengacu pada beberapa hasil perhitungan sebelumnya, maka bisa ditegaskan bahwa keamanan dan persyaratan kelayakan bendungan tersebut telah terpenuhi dan terbukti, dimana *safety factor* terhadap guling lebih besar dari 1.5 ketika airnya normal sementara ketika banjir terjadi, *safety factor* lebih besar dari 1.25 dan *safety factor* terhadap geser lebih besar dari 1.00 pada saat

kondisi normal dan banjir. Dan *safety factor* terhadap erosi bawah tanah lebih besar dari 1.6 pada kondisi normal dan banjir.

### 5.2 Saran

Berikut peneliti sampaikan beberapa hal yang masih membutuhkan perbaikan atas apa yang telah dikaji sebelumnya:

1. Dari hasil evaluasi, dimana diperlukan kajian lebih lanjut mengenai evaluasi stabilitas bendung daerah irigasi Kerasaan, diantaranya dengan menghitung ulang stabilitas bendung. Karena perubahan volume air yang tak menentu yang diakibatkan oleh cuaca ekstrim. Agar bendung stabil terhadap gaya-gaya yang bekerja pada bendung.
2. Perlunya dilakukan pemeliharaan berkala, baik oleh Pemerintah maupun oleh pihak pengelola daerah irigasi Kerasaan seperti melakukan mengecek bangunan bendung serta melakukan sosialisasi kepada masyarakat setempat untuk menjaga lingkungan di daerah irigasi tersebut agar bangunan bendung tersebut dapat lebih tahan lama lagi.
3. Perlu adanya petugas penjaga bendung, baik itu petugas penjaga pintu air agar masyarakat ketika membutuhkan air dapat sampai pada lahan yang membutuhkan air tersebut.

### Daftar Pustaka

- [1]. Kartasapoetra, A. G. 1991. *Hama Hasil Tanaman Dalam Gudang*. Rineka Cipta. Jakarta.
- [2]. Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Sumber Daya Air. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi KP-02*. Jakarta.
- [3]. Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Sumber Daya Air. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi KP-04*. Jakarta.
- [4]. Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Sumber Daya Air. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi KP-06*. Jakarta.
- [5]. Mawardi, Erwan. 2006. *Desain Hidrolik Bendung Tetap Untuk Irigasi Teknik*. Bandung.
- [6]. S, Sosrodarsono. 1997. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Pradnya Peramita. Jakarta.
- [7]. Standar Nasional Indonesia/SNI 03-2401-1991, tentang *Pedoman Perencanaan Hidrologi Dan Hidraulik Untuk Bangunan Di Sungai*
- [8]. Triatmojo. Bambang, 2008, *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.