

**“STUDY WEIR MEJANG NEW MIAU VILLAGE
DISTRICTS KONGBENG EAST KUTAI DISTRICT
EAST KALIMANTAN PROVINCE ”**

Muhammad Sanjaya
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering
University of 17 August 1945 Samarinda, East Kalimantan - Indonesia
Sanjaya_m@rocketmail.com

ABSTRAK

A weir is a river transverse structure that functions to elevate the water level so that it can be taken and channeled through the building. Permanent Weir of Miau Baru Village, Kongbeng Sub district, East Kutai Regency, East Kalimantan is the source of water from Mejang to supply raw water, especially for the benefit of the agricultural sector with an area of 1276 Ha. The weir in Mejang River Basin (DAS) is to be re-analyzed to discover the effectiveness of the weir. So it needs to be reviewed by analyzing the capacity and stability of the Mejang Permanent Weir by using the hundred year period (Q_{100}) flood discharge, with a watershed area of 23.37 km². This research was conducted to determine whether the stability of the Mejang Permanent Weir is safe against the forces that work with discharge (Q_{100}) and the capacity in millions of cubicle.

This study uses secondary data in the form of daily rainfall data for 10 years from 3 stations. The Mejang Weir Study in Miau Baru Village, Kongbeng Sub district, East Kutai Regency is determined to re-analyze the return plan (Q_{100}) discharge capacity, the capacity of the weir, and the stability of the weir to the forces calculated are the forces due to the weights' own weights, lift force / uplift pressure, forces hydrostatic in weir, Force due to active and passive soil pressure, Earthquake force, Review of rolling, Review of shear and Review of carrying capacity of the soil.

The results showed that 100-year period rainfall with Log-Pearson Type III (mm) method = 493.88 mm obtained fifty-year period flood discharge (Q_{100}) with the Nakayasu Method = 249.65 m³ / sec. The dimensions of the weir are safe for the force due to weir's own weight, lift / uplift pressure, the hydrostatic force in the weir, the force due to active and passive earth pressure, earthquake force, review of the bolt, review of the shear, review of the carrying capacity of the soil and the forces works well during normal water conditions and flood water conditions.

Keywords: Permanent Weir, planned flood discharge, carrying capacity, stability analysis.

**“KAJIAN BENDUNG MEJANG DESA MIAU BARU
KECAMATAN KONGBENG KABUPATEN KUTAI TIMUR
PROVINSI KALIMANTAN TIMUR”**

Muhammad Sanjaya

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, Kalimantan Timur – Indonesia

Sanjaya_m@rocketmail.com

INTISARI

Bendung adalah bangunan melintang sungai yang berfungsi meninggikan elevasi muka air agar bisa diambil dan dialirkan kesaluran lewat bangunan pengambilan. Bendung Tetap Desa Miau Baru Kecamatan Kongbeng Kabupaten Kutai Timur Kalimantan Timur merupakan sumber air dari Mejang untuk mensuplai air baku terutama untuk manfaat dari sektor pertanian dengan luas areal 1276 Ha. Daerah aliran Sungai Mejang (DAS) pada Bendung tersebut di analisis ulang untuk efektivitas bendung. Sehingga perlu dikaji ulang dengan cara menganalisis kapasitas daya tampung dan stabilitas Bendung Tetap Mejang dengan menggunakan debit banjir periode Seratus tahun (Q_{100}), dengan luas DAS 23.37 km². Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah stabilitas Bendung Tetap Mejang aman terhadap gaya-gaya yang bekerja dengan debit (Q_{100}) dan Kapasitas daya tampung Juta m³.

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data curah hujan harian selama 10 tahun dari 3 stasiun. Kajian Bendung Mejang Desa Miau Baru Kecamatan Kongbeng Kabupaten Kutai Timur di maksudkan untuk menganalisis kembali debit rencana kala ulang (Q_{100}), Kapasitas Tampung, dan stabilitas bendung terhadap Gaya-gaya yang diperhitungkan adalah Gaya akibat berat sendiri bendung, Gaya angkat/*uplift pressure*, Gaya hidrostatis di bendung, Gaya akibat tekanan tanah aktif dan pasif, Gaya gempa, Tinjauan terhadap guling, Tinjauan terhadap geser dan Tinjauan terhadap daya dukung tanah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa curah hujan periode 100 tahun dengan metode Log-Pearson Tipe III (mm) = 493.88 mm didapat debit banjir periode lima puluh tahun (Q_{100}) dengan metode Metode Nakayasu = 249.65 m³/det. Dimensi bendung aman terhadap gaya akibat berat sendiri bendung, gaya angkat/*uplift pressure*, gaya hidrostatis di bendung, gaya akibat tekanan

tanah aktif dan pasif, gaya gempa, tinjauan terhadap guling, tinjauan terhadap geser, tinjauan terhadap daya dukung tanah dan gaya-gaya yang bekerja baik pada saat kondisi muka air normal dan kondisi muka air banjir.

Kata kunci :Bendung Tetap, debit banjir rencana, kapasitas daya tampung, analisis stabilitas.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dengan semakin pesatnya pembangunan dibidang industri dan diiringi pertumbuhan penduduk di kawasan barat Indonesia, akan membawa dampak beralih fungsinya lahan pertanian utamanya persawahan menjadi kawasan industri dan permukiman penduduk, ini akan menghambat pencapaian program pemerintah disektor ketahanan pangan nasional.

Untuk mengantisipasi alih fungsi lahan pertanian dan sekaligus meningkatkan produksi pertanian tanaman pangan dengan cara memperluas lahan irigasi baru yang berada di kawasan timur Indonesia.

Khususnya Provinsi Kalimantan timur pada bendungan Mejang Desa Miau Baru Kecamatan Kongbeng Kabupaten Kutai Timur Kalimantan Timur merupakan aplikasi pemanfaatan sumber air dari Mejang untuk suplai air baku terutama untuk manfaat dari sektor pertanian. Dengan ketersediaan air yang cukup dan diperkirakan dapat mengaliri areal irigasi seluas 2337 Ha.

Melihat dari pentingnya fungsi Bendung Mejang tersebut maka sangat perlu perhitungan kaji ulang untuk evaluasi keamanan Bendung.

Maka dari Skripsi Kaji Ulang Bendung Mejang Desa Miau Baru Kecamatan Kongbeng Kabupaten Kutai Timur bertujuan untuk mengetahui analisis hidrologi dan kebutuhan air irigasi, analisis hidrolis dan struktur bendung, dan analisis stabilitas bendung.

B. Rumusan Masalah

Dari latarbelakang dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapakah debit Rencana Q_{100} pada tahun 2119 ?
2. Berapakah kapasitas daya tampung bendung Mejang?
3. Apakah stabilitas bendung aman terhadap gaya-gaya yang bekerja pada kondisi muka air normal dan muka air banjir ?

C. Batasan Masalah

Pelaksanaan Tugas Akhir ini akan lebih fokus pada segi perencanaan teknis Bendung Mejang dan fasilitas pendukung lainnya. Pembatasan masalah yang akan dibahas meliputi :

1. Kajian ini ditekankan pada perhitungan stabilitas, hidrologi, dan kapasitas daya tampung Bendung Mejang Desa Miau Kec. Kongbeng.
2. Data- Data berupa data perhitungan hidrologi, Peta-peta, dan mekanika tanah didapat dari sumber terkait.
3. Perhitungan struktur Bendung Mejang dengan stabilitas bendung.

II. LANDASAN TEORI

A. Umum

Bendung (*weir*) adalah suatu bangunan yang dipakai untuk meninggikan taraf muka air disungai sampai pada ketinggian yang diperlukan agar air dapat dialirkan ke saluran Irigasi dan petak tersier. Ketinggian itu akan menentukan luas daerah yang diairi (*command area*).

Perencanaan adalah suatu proses kegiatan untuk menentukan tindakan yang akan dilakukan secara terkoordinasi dan terarah

Perencanaan Bendung Mejang Desa Miau Baru Kecamatan Kongbeng Kabupaten Kutai Timur termasuk dalam kegiatan pemanfaatan sumber daya air untuk meningkatkan produksi pertanian khususnya padi untuk memantapkan ketersediaan pangan, meningkatkan pertumbuhan ekonomi, meningkatkan

pendapatan petani dan meminimalisasi konflik pengaturan air irigasi.

B. Analisa Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat – sifatnya dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup. Pada perencanaan bendung, analisis hidrologi yang dilakukan adalah menentukan debit banjir rencana, analisis debit andalan serta analisis kebutuhan dan ketersediaan air.

C. Analisis Curah Hujan Rencana

Dalam analisis hidrologi sering diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah tersebut, yang dapat dilakukan dengan tiga metode berikut yaitu metode rerata aritmatik, metode polygon *thiessen*, dan metode *Isohiet*

1. Analisa Metode Rerata Aritmatik (Aljabar)

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \dots \dots \dots (2.1)$$

(Bambang Triatmodjo, 2013)

Dimana:

\bar{R} : Hujan rerata kawasan (mm)

R_1, R_2, \dots, R_n : Hujan di stasiun 1, 2, 3, n (mm)

n : Jumlah stasiun

2. Analisa Frekuensi

Tujuan dari analisis frekuensi data hidrologi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Adapun cara pengukurannya antara lain :

a. Standar Deviasi (S)

Rumus:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \dots \dots \dots (2.2)$$

(Bambang Triatmodjo, 2013)

Dimana:

- S : Standar deviasi
- \bar{x} : Nilai rata-rata
- n : Jumlah data
- x_i : Nilai pengukuran dari suatu variat ke-i

b. Koefisien Varian (Cv)

Rumus :

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} \dots \dots \dots (2.3)$$

(Bambang Triatmodjo, 2013)

Dimana :

- Cv : Koefisien varian
- \bar{x} : Nilai rata-rata
- S : Standar deviasi

c. Koefisien Skewness (Cs)

Rumus :

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \dots \dots \dots (2.4)$$

(Bambang Triatmodjo, 2013)

Dimana :

- Cs : Koefisien kemencengan
- x_i : Nilai pengukuran dari suatu variat ke-i
- \bar{x} : Nilai rata-rata
- n : Jumlah Data
- S : Standar deviasi

d. Pengukuran Kurtosis

Rumus :

$$Cs = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \dots \dots \dots (2.5)$$

(Bambang Triatmodjo, 2013)

Dimana :

- Ck : Koefisien kurtosis
- n : Jumlah Data
- x_i : Nilai pengukuran dari suatu variat ke-i
- \bar{x} : Nilai rata-rata
- S : Standar deviasi

D. Pemilihan Jenis Sebaran

Ada berbagai macam distribusi teoritis yang kesemuanya dapat dibagi menjadi dua yaitu distribusi diskrit dan distribusi kontinyu. Yang disebut distribusi diskrit adalah binomial dan poisson, sedangkan yang disebut distribusi kontinyu adalah Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Pearson dan Gumbel (C.D Soemarto, 1999). Antaranya adalah sebagai berikut :

1. Distribusi Normal

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \dots \dots \dots (2.6)$$

(Bambang Triatmodjo, 2013)

Dimana :

- π : 3,14156
- e : 2,71828
- x : Variabel random
- σ : Standar deviasi nilai x (S)
- μ : Nilai rata-rata x (\bar{x})
- P(x) : Fungsi densitas probabilitas.

2. Distribusi Log Normal

Rumus :

$$P(x) = \frac{1}{\sigma y \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(u-\mu)^2}{(2\sigma y^2)}} \dots \dots \dots (2.9)$$

(Bambang Triatmodjo, 2013)

Dimana :

- π : 3,14156
- e : 2,71828
- x : Variabel random
- σy : Standar deviasi nilai y (S)
- μy : Nilai rata-rata y (\bar{x})
- P(x) : Fungsi densitas probabilitas.

3. Distribusi Gumbel

Rumus :

$$x = \bar{x} - \frac{\ln \ln \frac{T}{T-1} + Yn}{\sigma n} s \dots \dots \dots (2.10)$$

(Bambang Triatmodjo, 2013)

Dimana :

- \bar{x} : Nilai rata-rata
- S : Standar deviasi
- T : Periode ulang T tahun
- Yn : Nilai rerata dari variat gumbel yang nilainya tergantung jumlah data (Tabel 2.2)
- σn : Standar deviasi dari variat gumbel yang nilainya

E. Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah

hujan yang telah terjadi pada masa lampau, antara lain :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}} \dots \dots \dots (2.16)$$

(Bambang Triatmodjo, 2013)

Dimana :

- It : Intensitas curah hujan (mm/jam)
- t : Lamanya curah hujan (jam)
- R₂₄ : Curah hujan maks selama 24 jam (mm)

F. Analisa Debit Banjir Rencana

Jika DAS terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien pengaliran yang berbeda, maka nilai koefisien pengaliran (C) yang dipakai adalah koefisien DAS yang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} \text{ atau } C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Dengan:

- A_i = luas lahan dengan jenis penutup tanah i
- C_i = koefisien pengaliran jenis penutup tanah
- n = jumlah jenis penutup lahan

G. Analisa Volume Tampungan

1. Kapasitas tampung yang diperlukan adalah :

$$V_n = V_u + V_e + V_i + V_s \dots \dots \dots (2.25)$$

Dimana :

- V_n = Volume tampungan waduk total (m³)
- V_u = Volume tampungan untuk melayani kebutuhan (m³)
- V_e = Volume penguapan dari kolam waduk (m³)
- V_i = Volume resapan melalui dasar, dinding, dan tubuh waduk (m³)

V_s = Volume yang disediakan untuk sedimen
(m^3)

2. Volume Kehilangan Air Oleh Penguapan
(V_e)

Untuk mengetahui besarnya volume penguapan yang terjadi pada muka waduk dihitung dengan rumus :

$$V_e = E_a \times S \times A_g \times d \dots\dots\dots(2.26)$$

Dimana :

V_e = Volume air yang menguap tiap bulan (m^3)

E_a = Evaporasi hasil perhitungan (mm/hari)

S = Penyinaran matahari hasil pengamatan (%)

A_g = Luas permukaan kolam waduk pada setengah tinggi tubuh waduk (m^2)

D = Jumlah hari dalam satu bulan

H. Analisis Struktur Vertikal

Stabilitas bendung dianalisis pada tiga macam kondisi yaitu pada saat sungai kosong, normal dan pada saat sungai banjir. Tinjauan stabilitas yang diperhitungkan dalam perencanaan suatu bendung meliputi:

1. Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung

Rumus :

$$G = V \times \gamma \dots\dots\dots(2.29)$$

(*KP-02 Bangunan Utama, 2012*)

Dimana :

V : Volume (m^3)

γ : Berat jenis bahan, pasangan batu = $2,2 \text{ t/m}^3$,
beton siklop = $2,4 \text{ t/m}^3$

2. Gaya Angkat (*Uplift Pressure*)

Rumus :

$$P_x = H_x \frac{L_x}{L} \Delta H \dots\dots\dots(2.30)$$

(*KP-02 Bangunan Utama, 2012*)

Dimana :

P_x : Gaya angkat pada titik X (t/m^2)

L_x : Jarak sepanjang bidang kontak dari hulu sampai x (m)

L : Panjang total bidang kontak bendung dan tanah bawah (m)

ΔH : Beda tinggi energi (m)

H_x : Tinggi energi di hulu bendung (m)

I. Analisis Gaya-gaya Horizontal

1. Gaya Akibat Tekanan Lumpur

Rumus :

$$P_s = \frac{T_s \times h^2}{2} \left(\frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta} \right) \dots\dots\dots(2.31)$$

(*KP-02 Bangunan Utama, 2012*)

Dimana :

P_s : Gaya yang terletak pada 2/3 kedalaman dari atas lumpur yang bekerja secara horizontal (kg)

θ : Sudut geser dalam ($^\circ$)

τ_s : Berat jenis lumpur (kg/m^3) = $1600 \text{ kg/m}^3 = 1,6 \text{ t/m}^3$

h : Kedalaman lumpur (m)

2. Gaya Hidrostatik

Rumus :

$$H = \left[\frac{1}{2} \times \gamma_w \times h^2 \right] \dots\dots\dots(2.32)$$

(*Joetata dkk, 1997*)

Dimana :

γ_w : Berat jenis air (kg/m^3) = $1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ t/m}^3$

h_l : Kedalaman air hulu (m)

h_2 : Kedalaman air hilir (m)

H : Gaya tekan hidrostatik (ton)

J. Analisis Stabilitas Bendung

1. Analisis Terhadap Guling

Rumus :

$$Sf = \frac{\sum M_t}{\sum M_g} > 1,5 \dots \dots \dots (2.36)$$

(Soedibyo, 1996)

Dimana :

SF : Faktor keamanan

$\sum M_t$: Jumlah momen tahan (ton meter)

$\sum M_g$: Jumlah momen guling (ton meter)

2. Analisis Terhadap Geser

Rumus :

$$Sf = f \frac{\sum R_v}{\sum R_h} > 1,5 \dots \dots \dots (2.37)$$

(Salamun, 2007)

Dimana:

SF : Angka keamanan terhadap geser > 1,50

f : Koefisien gesekan

$\sum R_v$: Kumulatif gaya vertikal (ton)

$\sum R_h$: Kumulatif gaya horisontal (ton)

3. Analisis Terhadap Daya Dukung Tanah

Dari data tanah lokasi bendung, diperoleh :

γ : Berat jenis tanah (t/m^3)

c : Kohesi (t/m^2)

ϕ : Sudut geser dalam ($^\circ$)

D_f : Kedalaman pondasi (m)

N_c, N_q, N_γ di dapat dari grafik Terzaghi :

Rumus daya dukung tanah Terzaghi :

$$q_{ult} = c \times N_c \times \gamma \times N_q \times D_f + 0,5 \times \gamma \times B \times N \dots \dots \dots (2.38)$$

(Braja M. Das, 1998)

$$\bar{\sigma} = \frac{q_{ult}}{SF} \dots \dots \dots (2.39)$$

Control :

$$\sigma_{maks} = \frac{RV}{B} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B} \right) < \bar{\sigma} \dots \dots \dots (2.40)$$

$$\sigma_{min} = \frac{RV}{B} \left(1 - \frac{6 \cdot e}{B} \right) > 0 \dots \dots \dots (2.41)$$

(Soedibyo, 1996)

Dimana:

SF : Faktor keamanan

RV : Gaya vertikal (ton)

B : Panjang tubuh bendung (m)

σ : Tegangan yang timbul (t/m^2)

$\bar{\sigma}$: Tegangan ijin (t/m^2)

4. Analisis Terhadap Erosi Bawah Tanah

(Pipping)

Keamanan bendung terhadap erosi bawah bendung dihitung dengan rumus :

$$SF = \frac{s \left(1 + \frac{a}{s} \right)}{h_s} \dots \dots \dots (2.42)$$

Dimana :

SF : Faktor keamanan

s : Kedalaman tanah (m)

a : Tebal lapisan pelindung (m)

h_s : Tekanan air pada kedalaman O (kg/m^2)

5. Analisis Terhadap Rembesan

Angka rembesan menurut Lane dirumuskan sebagai berikut :

$$C_w = \frac{Lv + \sum \frac{1}{3} H_v}{H_w} \dots \dots \dots (2.43)$$

Dimana :

C_w : Angka rembesan yang terjadi

L_v : Panjang rembesan secara vertikal (m)

H_v : Panjang rembesan dihitung secara Horizontal (m)

H_w : Beda tinggi antara muka air di hulu dengan di hilir (m)

III. METODOLOGI PENELITIAN

Lingkup kegiatan pada studi ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan
 1. Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan data dan pengolahannya, meliputi Studi pustaka mengenai masalah yang berhubungan dengan bendung.
2. Pengumpulan data, meliputi Data primer diperoleh dengan pengukuran dilapangan. Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini sebagian besar menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Kalimantan III Propinsi Kalimantan Timur.
3. Analisis, terbagi 2 yaitu :

Pertama, analisis hidrologi antara lain analisis hujan rencana, pemilihan jenis sabaran, uji keselarasan distribusi, analisis debit banjir rencana, analisis kapasitas tampung.

Kedua, analisis struktur bendung meliputi analisa kapasitas tampung bendung dan analisis stabilitas bendung.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrologi

Tabel 4.1. Perhitungan Curah Hujan Maksimum Metode Aritmatik.

NO	TAHUN	CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM (mm)	CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM (mm)	CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM (mm)	R MAX (mm)
		PT. (NAS)	PT. SMART. Tbk	CURAH HUJAN BWS	
1	2009	277.00	305.20	356.90	313.03
2	2010	377.20	384.23	315.10	358.84
3	2011	512.30	522.17	132.20	388.89
4	2012	327.56	310.67	257.20	298.48
5	2013	287.63	261.13	327.80	292.19
6	2014	278.30	303.50	162.60	248.13
7	2015	397.60	387.83	215.60	333.68
8	2016	475.30	542.67	225.00	414.32
9	2017	374.15	344.67	542.10	420.31
10	2018	298.60	271.53	307.40	292.51

(Sumber : Hasil Perhitungan)

B. Analisis Frekuensi Hujan

Tabel 4.2. Perhitungan Paramater Statistik

No.	Tahun	X (mm)	(X - Xrt)	(X - Xrt) ²	(X - Xrt) ³	(X - Xrt) ⁴
1	2009	313.03	-23.00	529.21	-12174.41	280068.19
2	2010	358.84	22.81	520.13	11862.41	270539.28
3	2011	388.89	52.85	2793.22	147623.97	7802058.17
4	2012	298.48	-37.56	1410.94	-52998.25	1990743.87
5	2013	292.19	-43.85	1922.84	-84317.05	3697321.31
6	2014	248.13	-87.90	7727.23	-679259.61	59710089.99
7	2015	333.68	-2.36	5.57	-13.15	31.03
8	2016	414.32	78.28	6128.42	479758.55	3757524.94
9	2017	420.31	84.27	7101.02	598385.67	50424498.10
10	2018	292.51	-43.53	1894.59	-82465.61	3589471.48
Hujan Rata-Rata (Xrt)		336.04	0.00	30033.18	326402.52	165322346.37

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Hasil perhitungan :

- Hujan Maksimum rata-rata = 336.04mm
- Standar Deviasi (S) = 57.77 mm
- Koefisien Variasi (Cv) = 0.172
- Koefisien kemencengan (Cs) = 0.24
- Koefisien (Ck) = 2.95

C. Aplikasi Perhitungan Hujan Rencana Sebaran Log – Pearson Tipe III.

Tabel 4.3. Perhitungan Parameter statistik Cara Logaritma.

NO	TAHUN	X (mm)	Log (X)	Log (X-Xrt)	Log (X -Xrt) ²	Log (X-Xrt) ³
1	2009	313.03	2.4956	-0.02500	0.0006	0.0000
2	2010	358.84	2.5549	0.03431	0.0012	0.0000
3	2011	388.89	2.5898	0.06923	0.0048	0.0003
4	2012	298.48	2.4749	-0.04569	0.0021	-0.0001
5	2013	292.19	2.4657	-0.05493	0.0030	-0.0002
6	2014	248.13	2.3947	-0.12591	0.0159	-0.0020
7	2015	333.68	2.5233	0.00273	0.0000	0.0000
8	2016	414.32	2.6173	0.09674	0.0094	0.0009
9	2017	420.31	2.6236	0.10297	0.0106	0.0011
10	2018	292.51	2.4661	-0.05445	0.0030	-0.0002
Hujan Rata-Rata (Xrt)		336.04	2.52	0.00000	0.050	-0.0001

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Hasil perhitungan :

- Hujan Maksimum rata-rata = 2.25 mm
- Standar Deviasi (S) = 0.075 mm
- Koefisien Variasi (Cv) = 0.030
- Koefisien kemencengan (Cs) = -0.021

Tabel 4.4. rekapitulasi perhitungan hujan rencana DAS

Periode Ulang	Kemungkinan $P(x) = \left\{ \frac{1}{xrt} \right\} \times 100$ (%)	Normal (mm)	Log Normal Dua Parameter (mm)	Log Normal tiga Parameter (mm)	Log-Pearson Tipe III (mm)	Gumbel Tipe 1
2	50	333.79	331.19	333.79	331.74	328.21
5	20	383.79	382.34	383.79	383.58	397.16
10	10	411.27	412.15	411.27	413.58	442.81
20	5	429.93	438.49	429.93	448.10	486.60
50	2	461.87	470.19	461.87	471.66	543.28
100	1	480.48	479.56	480.48	493.88	585.75

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.5. Syarat Pemilihan Distribusi

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil	keterangan
1	Normal	$Cs \approx 0$	0.24	Mendekati Sama
		$Ck \approx 3$	2.95	Mendekati Sama
2	Log Normal	$Cs = C_s^2 + 3C_v$	0.52 \neq 0.24	Tidak Sama
		$Ck = C_v^6 + 6C_v^4 + 15C_v^2 + 3$	3.49 \neq 2.95	Tidak Sama
3	Gumbel	$Cs \approx 1,14$	0.24	Mendekati Sama
		$Ck \approx 5,4$	2.95	Mendekati Sama
4	Log-Pearson III	$Cs \neq 0$	0 \neq 0.24	Memenuhi
		$Ck = 1,5 Cs^2 + 3$	3.083 = 2.95	Memenuhi

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.6. Uji Smirnov Kolmogorof

NO	X (mm)	Log X (mm)	P(x) = M/(n+1)	P(x<)	f(t) = (Xi-Xrt)/Sd	P'(x) = M/(n-1)	P'(x<)	D
1	2	3	4	5 = nilai 1 - 4	6	7	8 = nilai 1 - 7	9 = 5 - 8
1	313.0	2.4956	0.0909	0.9091	-5.7739	0.1111	0.8889	0.0202
2	358.8	2.5549	0.1818	0.8182	-5.7729	0.2222	0.7778	0.0404
3	388.9	2.5898	0.2727	0.7273	-5.7723	0.3333	0.6667	0.0606
4	298.5	2.4749	0.3636	0.6364	-5.7743	0.4444	0.5556	0.0808
5	292.2	2.4657	0.4545	0.5455	-5.7745	0.5556	0.4444	0.1010
6	248.1	2.3947	0.5455	0.4545	-5.7757	0.6667	0.3333	0.1212
7	333.7	2.5233	0.6364	0.3636	-5.7735	0.7778	0.2222	0.1414
8	414.3	2.6173	0.7273	0.2727	-5.7718	0.8889	0.1111	0.1616
9	420.3	2.6236	0.8182	0.1818	-5.7717	1.0000	0.0000	0.1818
10	292.5	2.4661	0.9091	0.0909	-5.7744	1.1111	-0.1111	0.2020

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Uji smirnov kolmogorof test

Data = 10

Signifikan (%) = 5

Δ_{tabel} = 41 %

Δ_{maks} = 20,20 %

Kesimpulan = Distribusi Log diterima.

Tabel 4.7. Uji Chi Square-Kuadrat

Probabilitas	Of	Ef	(Of - Ef)	(Of - Ef) ² / Ef
226.61 <P< 269.65	1	2.00	-1.00	0.50
269.65 <P< 312.70	3	2.00	1.00	0.50
312.70 <P< 355.74	2	2.00	0.00	0.00
355.74 <P< 398.78	2	2.00	0.00	0.00
P >= 398.78	2	2.00	0.00	0.00
jumlah	10	10	0.00	1.00

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Chi Kuadrat Hitungan = 1.00

Chi Kritis derajat kebebasan (DK)= 2.00

derajat signifikan Alapa = 5%

tingkat Kepercayaan = 95%

Harga Chi square Kritis = 5.991

Interprestasi hasil = Persamaan distribusi teoritis dapat diterima.

Kesimpulan : Chi Kuadrat Hitungan 1 < Harga Chi square Kritis 5.991, maka Hipotesa di Terima.

Tabel 4.8. Koefisien Limpasan

No	Jenis Lahan	Luas		Koefisien Limpasan C	C.A
		A (HA)	A (km2)		
A	B	C	D	E	F
1	Kebun Kelapa Sawit	1184	11.84	0.50	5.92
2	Kebun Karet	92	0.92	0.50	0.46
3	Belukar	886	8.86	0.63	5.54
4	Hutan Sekunder	175	1.75	0.63	1.09
Jumlah			23.37		13.01
Nilai Koefisien Limpasan merata =		13.01		0.56	
		23.37	=		

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.9. Perhitungan hujan efektif Log – Pearson Type III

NO.	KALA ULANG (TAHUN)	HUJAN RENCANA (R) (MM)	KOEFISIEN LIMPASAN (C)	HUJAN EFEKTIF
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(3)x(4)
1	2	331.74	0.56	184.69
2	5	383.58	0.56	213.56
3	10	413.58	0.56	230.26
4	20	448.10	0.56	249.48
5	50	471.66	0.56	262.60
6	100	493.88	0.56	274.97

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.10. Perhitungan Distribusi Hujan Efektif jam - jaman

No	T (jam)	Rt (mm)	RT	Rasio % (R) = RT x 100%	Curah Hujan Efektif Jam - jaman (mm)							
					Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100		
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K		
1	1	0.35	R24	0.3467	R24	34.6681	64.03	74.04	79.83	86.49	91.04	95.33
2	2	0.22	R24	0.0901	R24	9.0110	16.64	19.24	20.75	22.48	23.66	24.78
3	3	0.17	R24	0.0632	R24	6.3210	11.67	13.50	14.55	15.77	16.60	17.38
4	4	0.14	R24	0.0503	R24	5.0321	9.29	10.75	11.59	12.55	13.21	13.84
5	5	0.12	R24	0.0425	R24	4.2494	7.85	9.08	9.78	10.60	11.16	11.68
6	6	0.10	R24	0.0371	R24	3.7145	6.86	7.93	8.55	9.27	9.75	10.21
7	7	0.09	R24	0.0332	R24	3.3216	6.13	7.09	7.65	8.29	8.72	9.13
8	8	0.09	R24	0.0302	R24	3.0185	5.58	6.45	6.95	7.53	7.93	8.30
9	9	0.08	R24	0.0278	R24	2.7764	5.13	5.93	6.39	6.93	7.29	7.63
10	10	0.07	R24	0.0258	R24	2.5776	4.76	5.50	5.94	6.43	6.77	7.09
11	11	0.07	R24	0.0241	R24	2.4110	4.45	5.15	5.55	6.01	6.33	6.63
12	12	0.07	R24	0.0227	R24	2.2690	4.19	4.85	5.22	5.66	5.96	6.24
13	13	0.06	R24	0.0215	R24	2.1462	3.96	4.58	4.94	5.35	5.64	5.90
14	14	0.06	R24	0.0204	R24	2.0387	3.77	4.35	4.69	5.09	5.35	5.61
15	15	0.06	R24	0.0194	R24	1.9438	3.59	4.15	4.48	4.85	5.10	5.34
16	16	0.05	R24	0.0186	R24	1.8592	3.43	3.97	4.28	4.64	4.88	5.11
17	17	0.05	R24	0.0178	R24	1.7833	3.29	3.81	4.11	4.45	4.68	4.90
18	18	0.05	R24	0.0171	R24	1.7147	3.17	3.66	3.95	4.28	4.50	4.71
19	19	0.05	R24	0.0165	R24	1.6523	3.05	3.53	3.80	4.12	4.34	4.54
20	20	0.05	R24	0.0160	R24	1.5953	2.95	3.41	3.67	3.98	4.19	4.39
21	21	0.05	R24	0.0154	R24	1.5430	2.85	3.30	3.55	3.85	4.05	4.24
22	22	0.04	R24	0.0149	R24	1.4947	2.76	3.19	3.44	3.73	3.93	4.11
23	23	0.04	R24	0.0145	R24	1.4501	2.68	3.10	3.34	3.62	3.81	3.99
24	24	0.04	R24	0.0141	R24	1.4086	2.60	3.01	3.24	3.51	3.70	3.87
TOTAL		1.0000	R24	100.00		184.69	213.56	230.26	249.48	262.60	274.97	

(Sumber : Hasil Perhitungan)

D. Analisis Debit Banjir Rencana

Analisis debit banjir rencana ini menggunakan metode Nakayasu pada penelitian

ini dihitung debit banjir rencana dengan periode 100 tahun. Karakteristik DAS sebagai Berikut:

$$\text{Luas DAS (A)} = 23.37 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang Sungai Utama (L)} = 6.68 \text{ km}$$

α merupakan parameter hidrograf, dimana:

$\alpha = 2.0 \rightarrow$ Pada Daerah Pengalira Biasa.

$\alpha = 2.0 \rightarrow$ Pada bagian naik hidrograf lamabat dan turun cepat.

$\alpha = 2.0 \rightarrow$ Pada bagian naik hidrograf cepat dan turun Lambat.

$$\text{Untuk } L < 15 \text{ km nilai } tg = 0.21 L^{0.70}$$

$$\text{Untuk } L > 15 \text{ km nilai } tg = 0.4 + 0.058 L$$

Penyelesaian :

- Waktu konsentrasi (tg)

$$tg = 0.21 L^{0.70} = 0.21 \times 6.68^{0.70} = 0.79 \text{ jam}$$

- Satuan Waktu Curah Hujan

$$Tr = 0.5 tg = 0.5 \times 0.79 = 0.40 \text{ jam}$$

- Waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (Tp)

$$Tp = tg + 0.8 Tr = 0.79 + (0.8 \times 0.40) = 1.11 \text{ jam}$$

- Waktu dari puncak banjir sampai 0.3 kali debit puncak ($T_{0.3}$)

$$T_{0.3} = \alpha tg = 2 \times 0.79 = 1.59 \text{ jam}$$

- Debi Puncak (Qp)

$$Qp = \frac{C A R e}{3.6 (0.3 Tp + T_{0.30})} = \frac{1}{3.6} \left(\frac{23.37 \times 1}{0.3 \times 1.11 + 1.59} \right) = 3.378 \text{ m}^3 / \text{det}$$

Parameter hidrograf nakayasu ini di gunakan untuk menghitung ordinat hidrograf pada beberapa waktu yang di ditetapkan ($t=1.2.3 \dots n$)

- Pada Kurva Naik ($0 < t < Tp$) maka : ($0 < t < 1.11$)

$$Qt = Qp \left(\frac{t}{Tp} \right)^{2.4} = Qp \left(\frac{1}{1.11} \right)^{2.4} = 2.26 \text{ m}^3 / \text{det}$$

- Pada Kurva Turun 1

($T_p \leq t \leq T_p + T_{0.3}$) maka : ($1.11 \leq t \leq 1.11+1.59 = 4.49$ jam

$$Q_t = Q_p \cdot 0.3^{\frac{t-T_p}{T_{0.3}}} = 3.378 \times 0.3^{\frac{2-1.11}{1.59}} = 1.72 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Pada Kurva Turun 2

($T_p + T_{0.3} \leq t \leq T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3}$) maka:
 $4.49 \leq t \leq 5.08$ jam

$$Q_t = Q_p \times 0.3 \left(\frac{t - T_p + 0.5 T_{0.3}}{1.50 T_{0.3}} \right)$$

$$Q_t = 3.378 \times 0.3 \left(\frac{4 - 1.11 + 0.5 \times 1.59}{1.50 \times 1.59} \right) = 0.53 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Pada Kurva Turun 3

$t \leq T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3}$) maka: $t \leq 5.08$ jam

$$Q_t = Q_p \times 0.3 \left(\frac{t - T_p + 1.5 T_{0.3}}{2 T_{0.3}} \right)$$

$$Q_t = 3.378 \times 0.3 \left(\frac{6 - 1.11 + 1.5 \times 1.59}{2 \times 1.59} \right) = 0.21 \text{ m}^3/\text{det}$$

- $V_{\text{awal}} = (Q_{(t-1)} + Q_t) \times (T_{(t+1)} - T_t) \times 0.5 \times 3600$

$$= (2.62 + 1.72) \times (2.62 - 1.72) \times 0.5 \times 3600 = 7815.19 \text{ m}^3$$

- $Q_t \text{ Koreksi (m}^3/\text{d)} = Q_{\text{Total}} \times (f)$

$$= 2.62 \times 0.97 = 2.55 \text{ (m}^3/\text{d)}$$

- $V_{\text{Koreksi}} = Q_t \text{ Koreksi (m}^3/\text{d)} \times V_{\text{Awal}} \text{ (m}^3)$

$$= 7815.19 \times 2.55 = 7604.51 \text{ (m}^3)$$

E. Analisis Penelusuran Banjir dan Perhitungan Tampungan

Elevasi	Kapasitas Juta (m ³)	Luas (ha)
47.00	0.000	0.23
47.50	0.001	0.35
48.00	0.004	0.47
48.50	0.006	0.70
49.00	0.011	0.94
49.50	0.016	1.41
50.00	0.025	1.88
50.50	0.035	2.36
51.00	0.048	2.83
51.50	0.063	3.09
52.00	0.079	3.35
52.50	0.096	3.62
53.00	0.115	3.88
53.50	0.135	4.14
54.00	0.157	4.40
54.50	0.179	4.67
55.00	0.203	4.93
55.50	0.229	5.20
56.00	0.255	5.47

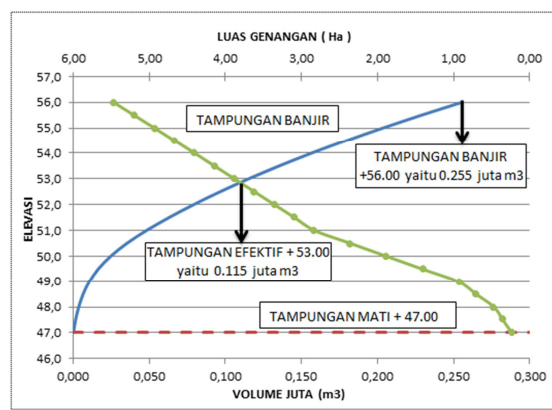
(Sumber : Hasil Perhitungan)

perhitungan:

- Kapasitas Juta (m³)

$$= \left(\frac{ha_2 + ha_1 + (ha_1 \times ha_2)^{0.5}}{3} \right) \times (Elevasi_1 - Elevasi_2)$$

$$= \left(\frac{0.35 + 0.23 + (0.23 \times 0.35)^{0.5}}{3} \right) \times (47.00 - 47.50) = 0.001 \text{ m}^3$$



Gambar 4.9. Diagram Lengkung kapasitas Bendung Mejang

F. Tampang Bendung Mejang

Di hitung factor tampang pada bendung mejang dengan menghitung nilai outflow untuk elevasi + 53.50, Panjang Spillway di bendali adalah 3.5 m. dengan persamaan:

$$Q = C_d B H^{3/2}$$

C_d : nilai koefisien debit

B : Lebar Spillway

H : selisih elevasi

Penyelesaian:

C_d : 1.864

(B) : 3.5 m

$$Q = 1.864 \times 3.5 \times 0.5^{3/2} = 2.31 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$\text{Tampungan S (m}^3\text{)} = \text{Kapasitas Juta (m}^3\text{)} \times 10^6$$

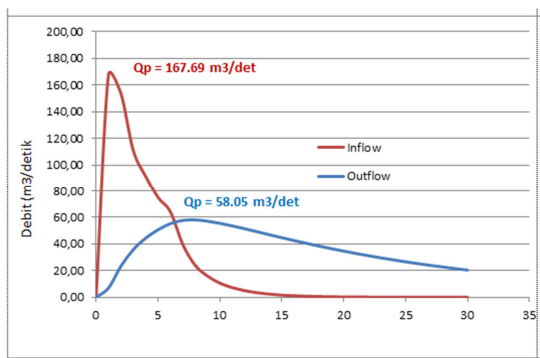
$$\text{Tampungan S (m}^3\text{)} = 0.135 \times 10^6 =$$

$$135,171.17 \text{ m}^3$$

$$\Delta t = 3600$$

G. Perhitungan Penelusuran Waduk Bendung Mejang

Gambar 4.10. Diagram Hidrograf Inflow dan Hidrograf Outflow



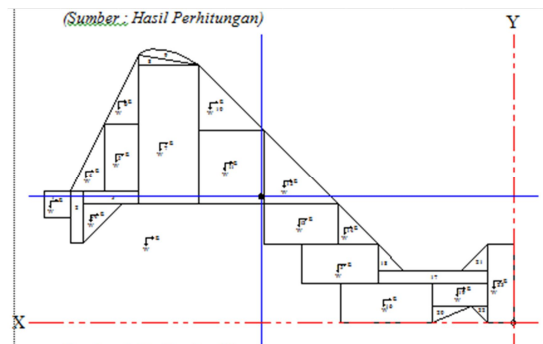
H. Analisis Stabilitas Bendung

Tabel 4.22. Perhitungan Momen Akibat gaya Berat Sendiri di tinjau per 1m

Perhitungan	Arah X	Arah Y	Luas (m ²)	γc	besar Gaya (ton)		Lengan (m)	Momen (m)	
					V	H		Mr	Mo
W1 =	1.00	1.00	1.00	2.2	-2.20	-	17.63	-38.79	
W2 =	0.50	2.00	1.00	2.2	-2.20	-	16.88	-37.14	
W3 =	2.13	0.50	1.07	2.2	-2.34	-	15.57	-36.47	
W4 =	1.32	2.63	1.74	2.2	-3.82	-	16.70	-63.77	
W5 =	1.32	2.63	3.47	2.2	-7.64	-	15.16	-115.78	
W6 =	1.32	2.63	1.74	2.2	-3.82	-	15.38	-58.73	
W7 =	2.34	3.37	12.57	2.2	-27.64	-	13.33	-368.50	
W8 =	2.34	0.40	0.47	2.2	-1.03	-	12.94	-13.32	
W9 =	2.37	2.37	0.59	2.2	-1.31	-	12.66	-16.54	
W10 =	2.50	2.50	3.13	2.2	-6.88	-	10.49	-72.14	
W11 =	2.50	2.87	7.18	2.2	-15.79	-	10.91	-172.21	
W12 =	2.87	2.87	4.12	2.2	-9.06	-	7.75	-70.19	
W13 =	2.87	1.55	4.45	2.2	-9.79	-	8.23	-80.50	
W14 =	1.55	1.55	1.20	2.2	-2.64	-	5.76	-15.21	
W15 =	2.92	1.50	4.38	2.2	-9.64	-	6.70	-64.56	
W16 =	3.54	1.50	5.31	2.2	-11.68	-	4.89	-57.12	
W17 =	4.24	0.50	2.12	2.2	-4.66	-	3.12	-14.55	
W18 =	1.00	1.00	0.50	2.2	-1.10	-	4.57	-5.03	
W19 =	2.12	0.88	1.87	2.2	-4.10	-	2.06	-8.45	
W20 =	1.50	0.62	0.47	2.2	-1.02	-	2.12	-2.17	
W21 =	1.00	1.00	0.50	2.2	-1.10	-	1.33	-1.47	
W22 =	0.62	0.62	0.19	2.2	-0.42	-	1.21	-0.51	
W23 =	1.00	3.00	3.00	2.2	-6.60	-	0.50	-3.30	
W24 =	1.50	1.50	1.13	2.2	-2.48	-	15.63	-38.68	
					-138.96			-1355.15	

(Sumber.. Hasil Perhitungan)

Y



(Sumber.. Hasil Perhitungan)

Y

Gambar 4.11. Gambar Sketsa gaya tetap

Penyelesaian :

- Gaya $W1 = 1.00 \text{ m}^2$
- Panjang titik Tinjau Lengan lengan terhadap titik $W1 = 17.63 \text{ m}$
- Gaya berat = 2.2 ton
- Momen = -38.79 ton
- Gaya $W24 = 1.13 \text{ m}^2$
- Panjang titik Tinjau Lengan lengan terhadap titik $W24 = 15.63 \text{ m}$
- Gaya berat = 2.48 ton
- Momen = -38.68 ton
- Gaya $W4 = 1.74 \text{ m}^2$
- Panjang titik Tinjau Lengan lengan terhadap titik $W4 = 16.70 \text{ m}$

- Gaya berat = 3.82 ton
- Momen = -63.77 ton

I. Gaya Akibat Terjadinya Gempa

Perhitungan koefisien gempa :

$$ad = n(ac \times z)m = 0,87 (160 \times 1,00)1,05 = 179,41 \text{ cm/det}^2$$

$$E = \frac{ad}{g} = \frac{179,41}{891} = 0.18$$

Di mana :

ad = percepatan gempa rencana (cm/det²)

n, m = koefisien untuk jenis tanah
($n = 0,87$; $m = 1,05$, pasir halus)

ac = percepatan kejut dasar (diambil periode ulang 100 tahun = 160 cm/det)

Z = faktor yang tergantung dari letak geografis (diambil 1,00)

E = koefisien gempa

g = percepatan gravitasi = 9,81 m/det² = 981 cm/det²

Tabel 4.23. Perhitungan Momen Akibat Gaya Gempa di tinjau per 1m :

Perhitungan arah Y	Gaya Berat (W) (Ton)	Gaya Gempa (E) (ton)		Lengan (m)	Momen (m)	
		V	H		Mr	Mo
E1 =	2.2	-	0.40	4.55		1.83
E2 =	2.2	-	0.40	4.05		1.63
E3 =	2.3	-	0.43	4.80		2.06
E4 =	3.8	-	0.70	5.93		4.14
E5 =	7.6	-	1.40	6.37		8.89
E6 =	3.8	-	0.70	8.56		5.98
E7 =	27.6	-	5.06	7.24		36.58
E8 =	1.0	-	0.19	10.19		1.92
E9 =	1.3	-	0.24	10.42		2.49
E10 =	6.9	-	1.26	8.25		10.38
E11 =	15.8	-	2.89	5.99		17.28
E12 =	9.1	-	1.66	5.51		9.12
E13 =	9.8	-	1.79	3.78		6.76
E14 =	2.6	-	0.48	3.52		1.70
E15 =	9.6	-	1.76	2.25		3.97
E16 =	11.7	-	2.14	0.75		1.60
E17 =	4.7	-	0.85	1.75		1.49
E18 =	1.1	-	0.20	2.33		0.47
E19 =	4.1	-	0.75	1.06		0.80
E20 =	1.0	-	0.19	0.41		0.08
E21 =	1.1	-	0.20	2.33		0.47
E22 =	0.4	-	0.08	0.21		0.02
E23 =	6.6	-	1.21	1.50		1.81
E24 =	2.5	-	0.45	3.55		1.61
	138.96		25.41			123.05

Penyelesaian :

- Gaya E1 = 4.55 m
- Panjang titik Tinjau Lengan lengan terhadap titik E1 = 17.63 m
- Gaya berat = 2.2 ton
- Gaya gempa = 0.4 ton
- Momen = 1.83 ton
- Gaya E24 = 3.55 m
- Gaya berat = 2.48 ton
- Gaya gempa = 0.45 ton
- Momen = 1.61 ton
- Gaya E4 = 5.93 m
- Gaya berat = 3.82 ton
- Gaya gempa = 0.7 ton
- Momen = 4.14 ton

J. Gaya Akibat Tekanan Tanah Aktif dan Pasif

Data yang di dapat dari laboratorium.

- Sudut geser (\emptyset) = 36.38°
- Berat jenis tanah basah = 1.950 t/m³
- Tegangan ijin tanah = 27.00 t/m²
- Jenis tanah = Lempung berpasir
- H1 Tanah Aktif = 5.05 m
- H2 Tanah Pasif = 3 m

Ada 2 (dua) macam gaya akibat tekanan tanah :

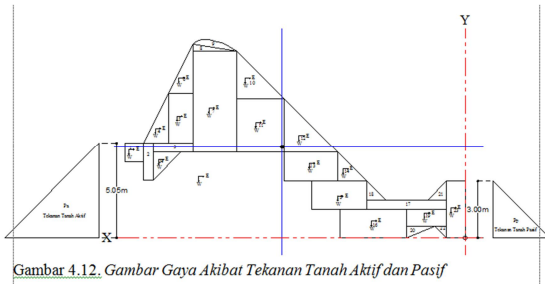
1. Tekanan tanah aktif (Pa)
2. Tekanan tanah pasif (Pp)

Perhitungan:

1. Tekanan tanah aktif
 $Ka = \tan^2 (45^\circ - (\emptyset/2))$

$$Ka = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{36.38}{2} \right)$$

$$Ka = \frac{1 - \sin 36.38}{1 + \sin 36.38} = 0.255$$



Rumus : $H1 \ \gamma \ Ka1$

$$= 5.05 \times 1.950 \times 0.255$$

$$= 2.51$$

$$Pa = \frac{1}{2} \times 2.51 \times 5.05$$

$$= 6.35 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Titik Tangkap Gaya} = 10.69 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{Tekanan tanah pasif (Pp)} = 3.92$$

Rumus : $H2 \ \gamma \ Kp1$

$$= 3 \times 1.950 \times 3.92$$

$$= 22.91$$

$$Pa = \frac{1}{2} \times 22.91 \times 3$$

$$= 34.36 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Titik Tangkap Gaya} = - 34.36 \text{ Ton/m}^2$$

K. Perhitungan Gaya Hidrostatik

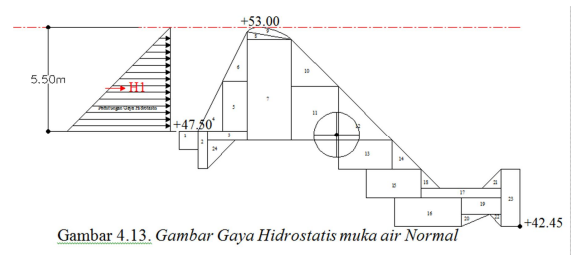
1. Muka Air Normal :

$$(\text{yair}) : 1 \text{ t/m}^3$$

$$\text{Elveasi dasar tanah bendung} : 42.45$$

$$\text{Elveasi dasar Permukaan bendung} : 47.50$$

$$\text{Elveasi MAN} : 53.00$$



Perhitungan :

- Gaya H1 = 15.13 ton
- jarak (m) terhadap Titik T = 6.88 m
- Momen (t.m) = 104.11 (t/m)

2. Muka Air Banjir :

$$(\text{yair}) : 1 \text{ t/m}^3$$

$$\text{Elveasi dasar tanah bendung} : 42.45$$

$$\text{Elveasi dasar Permukaan bendung} : 47.50$$

$$\text{Elveasi MAN} : 53.00$$

$$B : 2.39$$

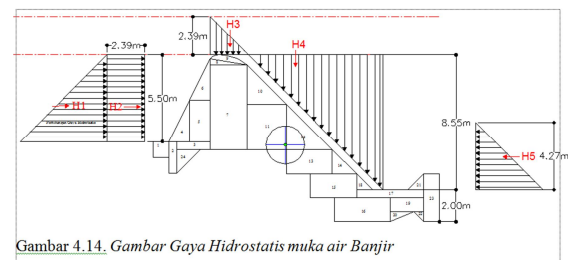
$$H3 : 2.39$$

$$H4 : 8.55$$

$$H5 : 4.25$$

$$H6 \text{ Elveasi dasar tanah bendung} - \text{Elveasi dasar}$$

$$\text{Kolam Olak} : 42.45 - 44.45 = 2\text{m}$$



- Gaya H1 = 15.13 ton
- jarak (m) terhadap Titik T = 6.88 m
- Momen (t.m) = 104.11 (t/m)
- Gaya H2 = 15.13 ton
- jarak (m) terhadap Titik T = 7.80 m
- Momen (t.m) = 102.53 (t/m)

- Gaya H3 = 2.86 ton
- jarak (m) terhadap Titik T = 11.35 m
- Momen (t.m) = 32.41 (t/m)
- Gaya H4 = 36.55 ton
- jarak (m) terhadap Titik T = 4.85 m
- Momen (t.m) = 177.27 (t/m)
- Gaya H5 = 9.03 ton
- jarak (m) terhadap Titik T = 3.42 m
- Momen (t.m) = 30.86 (t/m)

Tabel 4.25. Besar Gaya Hidrostatik Horizontal Kondisi Banjir

No.	Rumus :	Gaya	L (m ²)	Y air	Besar Gaya (t)	Jarak (m) terhadap Titik T	Momen (t.m)
1	(1/2) * Yw * h ²	H1	15.13	1	15.13	6.88	104.11
2	b * H * Yw	H2	13.15	1	13.15	7.80	102.53
3	(1/2) * Yw * h ²	H5	9.03	1	-9.03	3.42	-30.86
					19.24		175.78

Tabel 4.26. Besar Gaya Hidrostatik vertical Kondisi Banjir

No.	Rumus :	Gaya	L (m ²)	Y air	Besar Gaya (t)	Jarak (m) terhadap Titik T	Momen (t.m)
1	(1/2) * Yw * h ²	H3	2.86	1	-2.86	11.35	-32.41
2	(1/2) * Yw * h ²	H4	36.55	1	-36.55	4.85	-177.27
					-39.41		-209.68

(Sumber : Hasil Perhitungan)

L. Rembesan

Data :

muka air banjir : 55.39 m

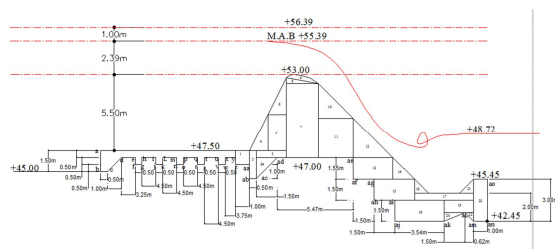
muka air netral : 53.00 m

elevasi dasar sungai : 47.50 m

elevasi dasar kolam olak : 44.45 m

elevasi hilir netral : 45.45 m

elevasi hilir Banjir : 48.72 m



Gambar 4.15. Gambar Rembesan terhadap gaya Uplift

1. Perhitungan Rembesan Normal

Perhitungan :

$$Lx = Lv + \frac{1}{3} x Lh$$

$$Lb - c = 1.50 + \frac{1}{3} x 0.5 = 1.67m$$

$$Lc - d = Lx + Lv = 1.67 + 1.00 = 2.76 m$$

$$Ld - e = 2.67 + \frac{1}{3} x 3.25 = 3.75 m$$

$$\Delta H = \text{Muka Air Netral} - \text{Elevasi Hilir Netral} = 53.00 - 45.45 = 7.55 m$$

panjang Lw dihitung sampai pangkal hilir (titik X) dengan nilai Cw sebagai berikut:

$$Lw = \sum Lv + \frac{1}{3} x \sum Lh$$

$$Lw = 18.67 + \frac{1}{3} x 44.01 = 33.34 m$$

$$\Delta H = \frac{Lw}{(Lv + \frac{1}{3} x Lh) / Hw}$$

ΔH

$$= \frac{33.34}{(18.67 + \frac{1}{3} x 44.01) / 7.55}$$

$$= 7.55 m$$

$$Ux = \left(Hx - \frac{Lx}{L} x \Delta H \right) x \gamma \text{ air}$$

2. Perhitungan Rembesan Air Banjir

Lx

$$= Lv + \frac{1}{3} x Lh$$

$$L b - c = 1.50 + \frac{1}{3} \times 0.5 = 1.67 \text{ m}$$

$$L c-d = Lx + Lv$$

$$= 1.67 + 1.00 = 2.76 \text{ m}$$

$$L d - e = 2.67$$

$$= 2.67$$

$$+ \frac{1}{3} \times 3.25$$

$$= 3.75 \text{ m}$$

$\Delta H =$ Muka Air Banjir – Elevasi Hilir

Netral

$$= 53.39 - 48.72$$

$$= 6.67 \text{ m}$$

panjang Lw dihitung sampai pangkal hilir

(titik X) dengan nilai Cw sebagai berikut:

$$Lw = \sum Lv + \frac{1}{3} \times \sum Lh$$

$$Lw = 18.67 + \frac{1}{3} \times 44.01 = 33.34 \text{ m}$$

$$\Delta H = \frac{Lw}{\left(Lv + \frac{1}{3} \times Lh\right) / Hw}$$

$$\Delta H = \frac{33.34}{\left(18.67 + \frac{1}{3} \times 44.01\right) / 6.67}$$

$$= 6.67 \text{ m}$$

$$- Ux = \left(Hx - \frac{Lx}{L} \times \Delta H\right) \times \gamma \text{ air}$$

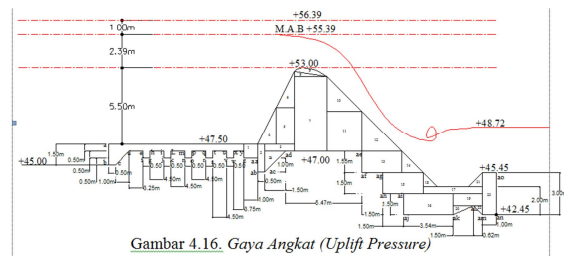
$$- Ux$$

$$= \left(9.93 - \frac{1.50}{33.34} \times 6.67\right) \times 1 = 9.09 \text{ ton/m'}$$

$$Ux$$

$$= \left(7.00 - \frac{1.50}{33.34} \times 7.55\right) \times 1 = 6.66 \text{ ton/m'}$$

M. Gaya Angkat (Uplift Pressure)

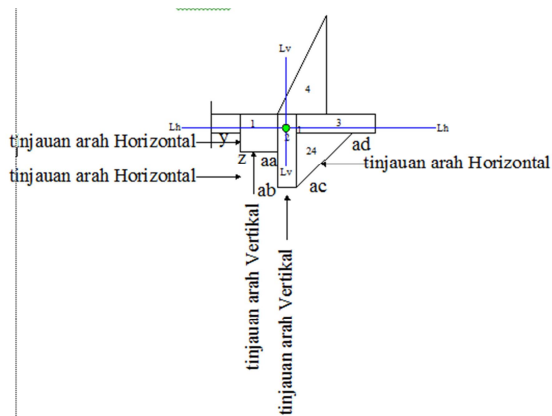


Gambar 4.16. Gaya Angkat (Uplift Pressure)

Gaya	Ux atau Px		Lv	Lh	Tinjauan gaya Vertikal (m)	Tinjauan gaya Horizontal (m)	Terhadap Titik		
	(m)	(m)					Panjang Lengan (m)	momen Vertikal (ton)m	momen Horizontal (ton)m
y-z	2.19	2.57	0.50			1.19	4.30		5.12
z-aa	2.57	2.50		1.00	2.54		17.63	44.73	
aa-ab	2.50	3.27	1.00			2.89	3.55		10.25
ab-ac	3.27	3.24		0.50	1.63		16.88	27.46	
ac-ad	3.24	1.40	1.50			-3.47	3.80		-13.20
ad-ae	1.40	0.98		5.47	6.50		12.40	80.65	
ae-af	0.98	2.18	1.55			2.45	3.78		9.26
af-ag	2.18	2.07		1.50	3.19		8.91	28.40	
ag-ah	2.07	3.23	1.50			3.97	2.25		8.94
ah-ai	3.23	3.12		1.50	4.76		7.41	35.26	
ai-aj	3.12	4.28	1.50			5.54	0.75		4.16
aj-ak	4.28	4.01		3.54	14.66		4.89	71.70	
ak-al	4.01	3.28		1.50	5.46		2.37	12.95	
al-am	3.28	3.75	0.62			2.18	0.31		0.68
am-an	3.75	3.68		1.00	3.72		0.50	1.86	
an-ao	3.68	0.00	3.00			-5.52	1.50		-8.28
Total					42.455	9.23		303.0	16.92

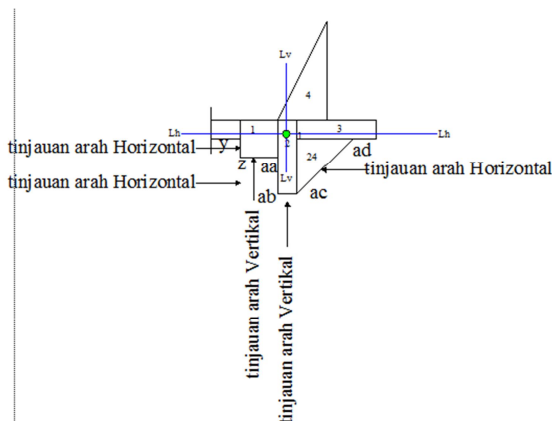
Pembahasan :

- Tinjauan Horizontal gaya Y – Z = 1.19 m²
- Panjang titik Tinjau lengan Y – Z = 4.30 m
- Gaya Uplift = 1.19 ton
- Momen = 5.12 ton



Gambar 4.17. Gambar Tinjauan Arah Gaya angkat (Uplift Pressure)

- Tinjauan gaya Vertikal gaya Z - aa = 2.54 m²
- Panjang titik Tinjau lengan Z - aa = 17.63 m
- Gaya Uplift = 12.54 ton
- Momen = 44.73 ton



Gambar 4.18. Gambar Tinjauan Arah Gaya angkat (Uplift Pressure)

Tabel 4.30. Perhitungan Gaya angkat Bendung Kondisi banjir

Gaya	Px		Lv	Lh	Tinjauan gaya Vertikal (m)	Tinjauan gaya Horizontal (m)	Terhadap Titik		
	(m)	(m)					Panjang Lengan (m)	momen Vertikal (ton)m	momen Horizontal (ton)m
y-z	5.02	5.42	0.50			2.61	4.30		11.23
z-aa	5.42	5.36		1.00	5.39		17.63	95.01	
aa-ab	5.36	6.16	1.00			5.76	3.55		20.43
ab-ac	6.16	6.12		0.50	3.07		16.88	51.81	
ac-ad	6.12	4.32	1.50			-7.83	3.80		-29.77
ad-ae	4.32	3.96		5.47	22.64		12.40	280.8	
ae-af	3.96	5.20	1.55			7.09	3.78		26.78
af-ag	5.20	5.10		1.50	7.72		8.91	68.79	
ag-ah	5.10	6.30	1.50			8.55	2.25		19.23
ah-ai	6.30	6.20		1.50	9.37		7.41	69.44	
ai-aj	6.20	7.40	1.50			10.20	0.75		7.65
aj-ak	7.40	7.16		3.54	25.77		4.89	126.0	
ak-aL	7.16	6.44		1.50	10.20		2.37	24.18	
aL-am	6.44	6.94	0.62			4.15	0.31		1.29
am-an	6.94	6.87		1.00	6.90		0.50	3.45	
an-ao	6.87	3.27	3.00			-15.21	1.50		-22.82
Total					91.0666	15.31		719.5	34.02

- Tinjauan gaya Horizontal gaya ac - ad

$$= -7.83 \text{ m}^2$$

- Panjang titik Tinjau lengan ac - ad = 3.80 m
- Gaya Uplift = -7.83 ton
- Momen = -29.77 ton/m²
- Tinjauan gaya Vertikal gaya ab - ac = 3.07 m²
- Panjang titik Tinjau lengan ab - ac = 16.88 m
- Gaya Uplift = 3.07 ton
- Momen = 51.81 ton

N. Rekapitulasi Gaya dan Momen Kondisi Normal

Tabel 4.31. Rekapitulasi Gaya dan Momen Kondisi Normal

No.	Gaya		RH	Rv	momen (ton Meter)	
			(ton)	(Ton)	Guling	Tahanan
1	Berat	w		-138.96		-1355.2
2	Tekanan Tanah Aktif	Pa	6.35		10.69	
3	Tekanan Tanah Pasif	Pp	-34.36			-34.36
4	Gempa	E	25.41		123.05	
5	Hidrotastis	H	24.36		121.03	
6	Uplift	U		42.46	303.00	
Total			21.76	-96.50	557.77	-1389.5

(Sumber : Hasil Perhitungan)

O. Analisis Stabilitas Pada Kondisi Normal

1. Stabilitas Terhadap Guling

$$Sf = \frac{\sum MT}{\sum MG} = \frac{1389.5}{557.77} = 2.49$$

> 1.5 (aman)

2. Stabilitas Terhadap Geser

$$Sf = f \times \frac{\sum Rv}{\sum Rh} = 0.75 \times \frac{96.50}{21.76} = 3.33$$

> 1.5 (aman)

3. Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah

- Eksentrisitas

Panjang tubuh bendung yang di tinjau (L) = 18.13

$$e = \frac{L}{2} - \frac{\sum MT - \sum MG}{\sum RV}$$

$$< \frac{L}{6}$$

$$e = \frac{18.13}{2} - \frac{1389.5 - 557.77}{96.50}$$

$$< \frac{18.13}{6}$$

$$e = 9.05 - 8.6192 < 3.02$$

$$e = 0.45 < 3.02 \quad (\text{aman})$$

- Tekanan Tanah

data laboratorium :

- Sudut geser $\emptyset = 36.38^\circ$
- Berat Jenis tanah basah = 1.95 t/m^3
- tegangan ijin tanah = 27.00 t/m^3
- jenis tanah = Lempung Berpasir

Tekanan Tanah Maksimum (σ maks)

$$(\sigma \text{ maks}) = \frac{Rv}{L} x \left(1 + \frac{6e}{L}\right) < \sigma$$

$$(\sigma \text{ maks}) = \frac{96.50}{18.13} x \left(1 + \frac{6 x 0.45}{18.13}\right) < \sigma$$

$$(\sigma \text{ maks}) = 5.32 x (1 + 0.15)$$

$$= 6.11 < 27.00 \text{ t/m}^3 \quad (\text{aman})$$

Tekanan Tanah Minimum (σ min)

$$(\sigma \text{ min}) = \frac{Rv}{L} x \left(1 - \frac{6e}{L}\right) > 0$$

$$(\sigma \text{ min}) = \frac{96.50}{18.13} x \left(1 - \frac{6 x 0.45}{18.13}\right) > 0$$

$$(\sigma \text{ min}) = 5.32 x (1 - 0.15)$$

$$= 4.54 > 0 \quad (\text{aman})$$

P. Rekapitulasi Gaya dan Momen Kondisi Banjir Banjir

Tabel 4.32. Rekapitulasi Gaya dan Momen Kondisi Banjir

No.	Gaya	momen (ton Meter)			
		RH (ton)	Rv (Ton)	Guling	Tahanan
1	Berat w		-138.96		-1355.2
2	Tekanan Tanah Aktif Pa	10.69		6.35	
3	Tekanan Tanah Pasif Pp	-34.36			-34.36
4	Gempa E	25.41		123.05	
5	Hidrotastis H	34.55	-39.41	209.81	-209.68
6	Uplift U		91.07	719.47	
Total		36.29	-87.30	1,058.7	-1599.2

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Q. Analisis Stabilitas Pada Kondisi Banjir

1. Stabilitas Terhadap Guling

$$Sf = \frac{\sum MT}{\sum MG} = \frac{1599.2}{1058.7} = 1.51$$

$$> 1.5 \quad (\text{aman})$$

2. Stabilitas Terhadap Geser

$$Sf = f x \frac{\sum Rv}{\sum Rh} = 0.75 x \frac{87.30}{36.29}$$

$$= 1.80$$

$$> 1.5 \quad (\text{aman})$$

3. Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah

- Eksentrisitas

Panjang tubuh bendung yang di tinjau (L) =

$$18.13$$

$$e = \frac{L}{2} - \frac{\sum MT - \sum MG}{\sum RV} < \frac{L}{6}$$

$$e = \frac{18.13}{2} - \frac{1599.2 - 1058.7}{87.30} < \frac{18.13}{6}$$

$$e = 9.07$$

$$- 6.19$$

$$< 3.02$$

$$e = 2.87 < 3.02 \quad (\text{aman})$$

- Tekanan Tanah

data laboratorium :

- Sudut geser $\emptyset = 36.38^\circ$

- Berat Jenis tanah basah = 1.95 t/m³
- tegangan ijin tanah = 27.00 t/m³
- jenis tanah = Lempung Berpasir

- Tekanan Tanah Maksimum (σ maks)

$$(\sigma \text{ maks}) = \frac{Rv}{L} \times \left(1 + \frac{6e}{L}\right) < \sigma$$

$$(\sigma \text{ maks}) = \frac{8 \cdot 730}{18.13} \times \left(1 + \frac{6 \times 2.8}{18.13}\right) < \sigma$$

$$\begin{aligned} (\sigma \text{ maks}) &= 4.81 \times (1 + 0.95) \\ &= 9.39 < 27.00 \text{ t/m}^3 \text{ (aman)} \end{aligned}$$

- Tekanan Tanah Minimum (σ min)

$$(\sigma \text{ min}) = \frac{Rv}{L} \times \left(1 - \frac{6e}{L}\right) > 0$$

$$(\sigma \text{ min}) = \frac{8 \cdot 730}{18.13} \times \left(1 - \frac{6 \times 2.8}{18.13}\right) > 0$$

$$\begin{aligned} (\sigma \text{ min}) &= 4.81 \times (1 - 0.95) \\ &= 0.24 > 0 \text{ (aman)} \end{aligned}$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kajian Bendung Mejang Desa Miau Baru Kecamatan Kongbeng Kabupaten Kutai Timur di maksudkan untuk menganalisis kembali debit rencana periode ulang 100 tahun $Q_{100} = 249.65 \text{ m}^3/\text{det}$. Luas DAS Sungai Mejang adalah $\pm 23.37 \text{ km}^2$, dengan panjang sungai utama (L) $\pm 6.68 \text{ km}$.
2. Mengetahui Faktor tampungan Bendung Mejang Desa Miau Baru Kecamatan Kongbeng Kabupaten Kutai Timur dengan kapasitas juta m³ di elevasi Muka Air Netral +53.00 ke elevasi +53.50 sebesar 135,171.17m³ dengan debit out 2.31 m³/det

dan limpasan 77.40m³/det, elevasi +54.00 sebesar 156,536.03m³ dengan debit out 6.52 m³/det dan limpasan 93.49m³/det, elevasi +54.50 sebesar 179,212.73m³ dengan debit out 11.99 m³/det dan limpasan 111.55m³/det, elevasi +55.00 sebesar 203.201,26m³ dengan debit out 18.45 m³/det dan limpasan 131.34m³/det, elevasi +55.50 sebesar 228,519.74m³ dengan debit out 25.79 m³/det dan limpasan 152.74m³/det, elevasi +56.00 sebesar 255.186,62m³ dengan debit out 33.90 m³/det dan limpasan 175.67m³/det. Mengetahui nilai debit pada saat Intflow tertinggi yaitu 167.69 m³/det dan debit pada saat Outflow yang tertinggi sebesar 58.05m³/det.

3. Mengetahui faktor keamanan stabilitas bendung terhadap gaya geser, gaya guling gaya dukung tanah pada saat muka air normal dan muka air banjir. Di dapat nilai factor aman guling sebesar 2.49 > 1.5 di nyatakan aman, factor aman Geser 3.33 > 1.5 di nyatakan aman, terhadap daya dukung tanah Eksentrisitas = 0.45 < 3.02, Tekanan Tanah Maksimum(σ maks) = 6.11 < 27.00 t/m³, Tekanan Tanah Minimum (σ min) = 4.54 > 0 di nyatakan aman pada saat muka air Normal. Di dapat nilai factor aman guling sebesar 1.51 > 1.5 di nyatakan aman, factor aman Geser 1.80 > 1.5 di nyatakan aman, terhadap daya dukung tanah Eksentrisitas = 2.87 < 3.02, Tekanan Tanah Maksimum (σ maks) = 9.39 < 27.00 t/m³, Tekanan Tanah Minimum (σ min)

= 0.24 > 0 di nyatakan aman pada saat muka air Banjir.

B. Saran

Saran-saran yang dapat diberikan sesuai hasil penelitian ini adalah:

1. Dalam analisis bendung harus memperhatikan lokasi dan kesulitan yang mungkin timbul untuk mendapatkan hasil optimal yang ekonomis.
2. Sebaiknya dibuatkan bangunan yang dapat menampung air pada saat terjadi kekeringan. Dimana nantinya air yang tertampung dapat digunakan untuk mengairi sawah pada musim kemarau.
3. Pemanfaatan dan pemeliharaan harus diperhatikan dengan baik apabila bendung ingin difungsikan secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2012. *Standar Perencanaan Irigasi KP-02*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Anonim, 2012. *Standar Perencanaan Irigasi KP-03*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Anonim, 2012. *Standar Perencanaan Irigasi KP-04*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Anonim, 2012. *Standar Perencanaan Irigasi KP-06*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.

- Afrian Firnanda, Manyuk Fauzi, Siswanto. 2016. Analisis Stabilitas Bendung (Studi Kasus: Bendung Tamiang). Pekanbaru: Universitas Riau.
- Hesti Astria Utami, Galang Sri Nalendra, Sriyana, Priyo Nugroho P. 2015. Erencanaan Embung Somosari Di Jepara. Universitas Diponegoro. Online di: <http://ejournal-s1.Undip.Ac.id/index.php/jkts>. Semarang.
- Hary Cristady Hardiyatmo. 2018. Mekanika Tanah 2 Edisi Ke enam. Universitas Gajah mada. Yogyakarta.
- Hary Cristady Hardiyatmo. 2017. Mekanika Tanah 1 Edisi Ke Tujuh. Universitas Gajah mada. Yogyakarta.
- Nugroho Hadisusanto. 2010. Aplikasi Hidrologi. Jogja Mediautama. Malang.
- Prastumi, Hendro Suseno dan Fabryandri Yudha Pratama, 2011. Studi Perencanaan Bentuk Bendungan Beton Sederhana Yang Paling Efisien. Malang: Universitas Brawijaya.
- Ricky Pondaag, Yasser. 2016. Perencanaan Bendung Tonggauna Kabupaten Kolaka Timur. Sulawesi Tenggara. Semarang: Program S1 Lintas Jalur

- Kerjasama Kementrian PUPR-UNDIP.
- Raka Setiyanto. 2014. Analisis Struktur Bendung (Studi Kasus Kontruksi Embung Gamang). Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Rizky Humaira Putri, Besperi, Gusta Gunawan. 2017. Perencanaan Bendung Tipe Mercuri Bulat Untuk Mendukung Daerah Irigasi Pematang Gubernur Kota Bengkulu.
- Sularno. 2011. Tinjauan Analisis Stabilitas Bendung Tetap (Studi Kasus Bendung Njaen Pada Sungai Brambangan Sukoharjo). Surakarta: Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Suhardi, Yandi Purbangsa, Sri Eko Wahyuni, Sugiyanto. 2014. Perencanaan Bendung Damar Kabupaten Kendal, Jawa Tengah. *Online di: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>. Semarang.*
- Tamrin. 2017. Sistem drainase daerah dataran rendah. Samarinda: Universitas Mulawarman.
- Wawan Putra Irman, Rahmad. 2018. Erencanaan Bendung Tetap Bendung Koto Tuo Koto Tangah - Kota Padang. Padang: Politeknik Negeri Padang.
- Yayuk Sri Sundari. 2010. Mekanika Tanah II. Samarinda: Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.