

Makalah Seminar Tugas Akhir
Rehabilitasi Desain Bendung Tukuman Kali Dengkeng Cawas Kabupaten Klaten– Jawa Tengah

Adi Setyo Christanto

Aditya Yoga Kusuma

Abdul Kadir

Dwi Kurniani

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Abstrak - Bendung Tukuman adalah bendung pada kali Dengkeng Cawas Klaten Jawa Tengah. Bendung tersebut mengalami kerusakan akibat adanya debit yang berlebihan pada bulan Desember Tahun 1989. Akibat dari kerusakan bendung tersebut masyarakat di sekitar bendung Tukuman mengairi sawahnya dengan pengambilan bebas (*free intake*). Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah 1) kerusakan pada bagian mercu bendung, 2) kerusakan pada bagian kolam olak. Penelitian ini bertujuan untuk memaksimalkan aliran air ke jaringan irigasi supaya kebutuhan air irigasi dapat terpenuhi dengan baik sehingga dapat meningkatkan pendapatan petani setiap tahunnya. Penelitian ini menggunakan data terbaru kemudian diolah dengan analisis hidrologi sebagai dasar perencanaan selanjutnya.

DAS Kali Dengkeng seluas 101,157 km² dengan tiga stasiun hujan yaitu Gantiwarno, Kemudo, dan Ngelo. Perhitungan debit banjir rencana menggunakan beberapa metode. Debit yang dipilih adalah hasil perhitungan metode HSS Gama I dengan periode ulang 100 tahun, selanjutnya di ambil $Q_{rencana} = 110 \text{ m}^3/\text{dt}$. Luas daerah irigasi Bendung Tukuman adalah 150 ha, dengan kebutuhan air 0,22 m³/dt. Dari hasil analisis neraca air kebutuhan air irigasi dapat tercukupi, bahkan surplus. Konsep perbaikan yaitu kombinasi bendung tetap dan gerak dengan tetap mempertahankan elevasi mercu bendung lama. Desain ulang dimensi bendung dengan bendung tetap tinggi elevasi mercu bendung+ 102.02 m.dpl, mercu bulat dengan lebar efektif 7,75 m. Untuk bendung geraknya elevasi mercu +99.7 m.dpl direncanakan dengan 5 buah pintu serta lebar efektif masing – masing pintu 2,5 m. Panjang lantai muka untuk direncanakan sepanjang 10,5 m dan dipilih kolam olak USBR type III. Anggaran biaya rehabilitasi bendung Rp3.241.000.000 dengan waktu pekerjaan 20 minggu.

Berdasarkan perhitungan didapat begitu banyak kebutuhan air yang surplus sehingga dapat dipertimbangkan untuk kebutuhan lainnya, antara lain memperluas areal irigasi maupun kebutuhan air minum.

Kata Kunci : bendung, rehabilitasi, kombinasi bendung tetap dan bendung gerak

Abstract-Tukiman Weir is a weir of Dengkeng Cawas River, Klaten Regency, Central Java. This weir got a severe damage due to the excessive discharge in December 1989. This caused the people around the weir irrigated their field by free intake. The problems discussed in this paper are 1) the damage of the weir overflow, and 2) the damage of the tail water. The aim of the research is to maximize the flow of water into the irrigation network that the need of irrigation water can be met properly to increase the income of farmers each year. This research uses the latest data which then is processed by using hydrological analysis as the basic of the next planning.

Watershed (DAS) of Dengkeng River is 101, 157 km² in large, with three rain stations: Gantiwarno, Kemudo and Ngelo. The calculation of flood discharge plan uses several methods. The chosen discharge is the result of the calculation using HSS Gama I method with return period of 100 years, then continued with $Q_{design}=110 \text{ m}^3/\text{sec}$. The large of the irrigation area of Tukuman weir is 150 hectares, with 0.22 m³/sec water need. From the result of the balance sheet analysis, the need of water irrigation is fulfilled, even it is a surplus. The rehabilitation concept is combining the fixed and barrage, but keeping the elevation of the old weir overflow. The redesign of the weir dimension with the fixed weir, the elevation height of the overflow is +102.02 m.dpl, rounded overflow with effective width of 7.75 m. While for the motion overflow, the overflow elevation is +99.7 m.dpl as planned, with 5 doors and effective width of each is 2.5 m. the length of the floor to the weir face is 10.5 m as

planned, and the tail water of USBR type III is chosen. The cost of the weir rehabilitation is Rp. 3,241,000,000 with time estimation is 20 weeks.

Based on the calculation, it is obtained that there is surplus on the water need that might be considered using it for other needs, for instance, enlarging the irrigation area or fulfilling drinking water needs.

Keywords: weir, rehabilitation, a combination of fixed weir and the barrage

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bendung Tukuman adalah salah satu bendung yang berada didaerah Klaten Jawa Tengah. Bendung Tersebut mengalami kerusakan akibat adanya debit yang berlebihan pada bulan Desember Tahun 1989. Akibat dari kerusakan bendung tersebut masyarakat disekitar bendung Tukuman mengairi sawahnya dengan pengambilan bebas (free intake).



Gambar 1 Peta Lokasi Daerah Kabupaten Klaten

(Sumber: Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional, 2012)

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari rehab bendung Tukuman adalah:

- Upaya perbaikan pada bagian mercu
- Perbaikan kerusakan pada bagian kolam olak

Sedangkan tujuan dari rehab bendung Tukuman adalah:

- Untuk memaksimalkan aliran air ke jaringan irigasi supaya kebutuhan air irigasi dapat terpenuhi dengan baik sehingga dapat meningkatkan pendapatan petani setiap tahunnya.

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah yang akan dibahas meliputi:

- 1) Analisis data Hidrologi
- 2) Konsep penanganan kerusakan bendung
- 3) Analisis perhitungan bendung

II. STUDI PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Bendung merupakan bagian dari bangunan utama. Bangunan utama adalah bangunan air yang direncanakan pada sungai atau aliran air untuk mengarahkan air kedalam jaringan irigasi,

2.2 Analisis Hidrologi

Analisis data hidrologi dimaksudkan untuk memperoleh besarnya debit banjir rencana. Debit banjir rencana merupakan debit maksimum rencana di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang tertentu yang dapat dialirkan tanpa membahayakan lingkungan sekitar dan stabilitas sungai.

Dalam mendapatkan debit banjir rencana yaitu dengan menganalisis data curah hujan maksimum pada daerah aliran sungai yang diperoleh dari beberapa stasiun hujan terdekat.

2.2.1 Cara Poligon Thiessen

Cara ini memperhitungkan luas daerah yang mewakili dari stasiun-stasiun hujan yang bersangkutan, untuk digunakan sebagai faktor bobot dalam perhitungan curah hujan rata-rata.

$$\text{Rumus : } \bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$\bar{R} = R_1 W_1 + R_2 W_2 + \dots + R_n W_n$$

(Sumber : Sri Harto, Analisis Hidrologi, 1993)

2.2.2 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana dengan mempertimbangkan sebaran data menggunakan beberapa parameter statistik sebagai berikut :

- Standar Deviasi (S_x)
 - Koefisien *Skewness* (C_s)
 - Koefisien *Kurtosis* (C_k)
 - Koefisien Variasi (C_v)
- (Soewarno, 1995)

Kemudian diuji dengan menggunakan beberapa metode sebagai berikut :

- Metode Distribusi *Log Pearson III*
 - Normal
 - Log Normal
 - Gumbel
- (Soewarno, 1995)

2.2.3 Metode Intensitas Hujan

• Metode Dr. Mononobe

Seandainya data curah hujan yang ada hanya curah hujan harian, maka intensitas curah hujannya dapat dirumuskan :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}}$$

(C.D. Soemarto, 1999. Hal 14)

2.2.4 Debit Banjir Rencana

2.2.4.1 Metode *Haspers*

$$Q_n = \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot A$$

(Sumber : DPU Pengairan, Metode

Perhitungan Debit Banjir, SK SNI M-18-1989-F)

2.2.4.2 Metode Manual Jawa Sumatra

$$Q = GF \cdot MAF$$

(Sumber : Banjir Rencana Untuk Bangunan Air, Joesron Loebis, 1990)

2.2.4.3 Metode Analisis HSS Gamma I

$$Q_p = (Q_t \times R_e) + Q_B \text{ (m}^3/\text{dtk)}$$

(Sumber : Banjir Rencana Untuk Bangunan Air, Joesron Loebis, 1990)

2.2.4.4 Metode *Passing Capacity*

$$Q = AxV$$

(Sumber : Banjir Rencana Untuk Bangunan Air, Joesron Loebis, 1990)

2.2.5 Kebutuhan Air Irigasi

- $L_p = M \times e^k / (e^k - 1)$

(Sumber : DPU Pengairan, Standar Perencanaan Irigasi KP-01)

- Metode *Penman*

$$E_{to} = \frac{1}{L^{-1} \times \delta + \Delta (H_{sh}^{na} - H_{lo}^{ne})} + \frac{\delta E_q}{\delta + \Delta}$$

(Sumber : Sub-Direktorat Irigasi I DPU, Pedoman Kebutuhan Air Untuk Tanaman Padi Dan Tanaman Lain, PSA-010).

- Evapotranspirasi Potensial

$$E_{Tc} = k_c \times E_{to}$$

(Sumber : KP-02, Kriteria Perencanaan Bangunan Utama)

- Curah Hujan Efektif (R_e)

$$R_e = \frac{n}{5} + 1$$

(Sumber : KP-02, Kriteria Perencanaan Bangunan Utama)

- Debit Andalan

$$Q = \frac{DRO \times 10^{-3} \times A}{n \times 24 \times 3600}$$

(Sumber : KP-02, Kriteria Perencanaan Bangunan Utama)

2.2.6 Perencanaan Bendung

- Q Bendung Tetap

$$Q = \mu \times b \times h \times (2g \times z)^{1/2}$$

- Q Bendung Gerak

$$Q = K \times \mu \times a \times b \times (2g \times h_1)^{1/2}$$

(Sumber : KP-02, Kriteria Perencanaan Bangunan Utama)

2.2.7 Stabilitas Bangunan

- Stabilitas Terhadap Guling

$$Sf = \frac{\sum M_v}{\sum M_h} \geq 1,5$$

(Sumber : Standar Perencanaan Irigasi KP-02)

- Stabilitas Terhadap Geser

$$Sf = \frac{\sum V}{\sum H} \geq 1,2$$

(Sumber : Standar Perencanaan Irigasi KP-02)

- Stabilitas Terhadap Eksentrisitas
 $e < 1/6 \cdot B$

$$e = \frac{1}{2} \cdot B - \frac{Mt - Mg}{V}$$

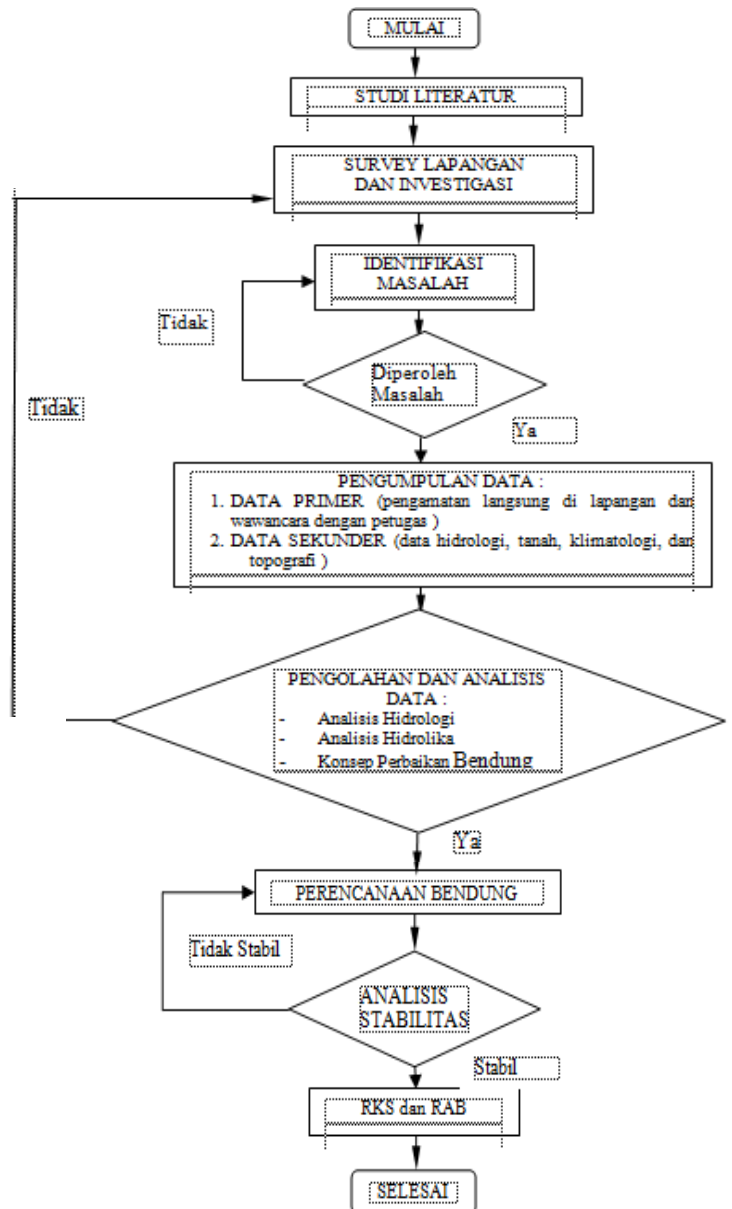
(Sumber : Standar Perencanaan Irigasi KP-02)

- Keamanan terhadap tekanan tanah

$$- \sigma = \frac{Rv}{L} \left(1 \pm \frac{6e}{L} \right)$$

(Sumber : Standar Perencanaan Irigasi KP-02)

3.1 Bagan Alir Tugas Akhir



Gambar 2 Bagan Alir Tugas Akhir

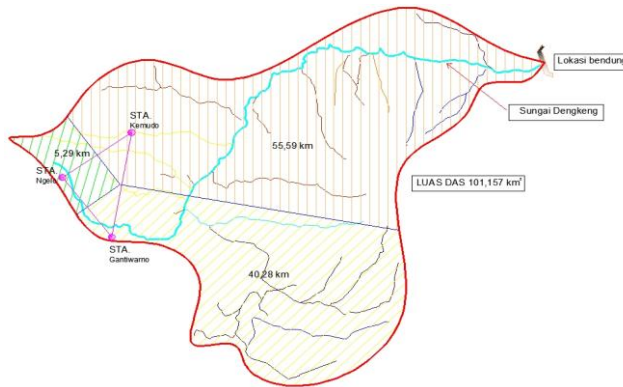
IV. ANALISIS HIDROLOGI

4.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Dari hasil perhitungan pada peta topografi didapat luas daerah aliran sungai (DAS) Dengkeng Sebesar 101,157 Km².

Tabel 1. Stasiun Hujan

No	Nama Stasiun Pengamatan	Luas Area (Km ²)	Bobot (%)
1	Gantiwarno	40,28	39,82
2	Kemudo	55,59	54,95
3	Ngelo	5,29	5,23
Luas Total		101,157	100%



Gambar 3 Polygon Thiessen DAS Dengkeng

Tabel 2 Perhitungan Hujan Maximal

No	Tahun	Rmax
1	1996	60,50
2	1997	46,67
3	1998	54,61
4	1999	62,68
5	2000	57,08
6	2001	48,99
7	2002	63,05
8	2003	55,91
9	2004	47,86
10	2005	54,07
11	2006	58,37
12	2007	71,65
13	2008	58,91
14	2009	41,48
15	2010	62,07
16	2011	59,01

Tabel 3. Macam Pengukuran Dispersi

Pengukuran	Dispersi Normal	Dispersi Log Normal
Sx	7,468	0,059
Cv	0,132	0,034
Cs	0,181	-0,563
Ck	3,8	3,87

Tabel 4. Syarat Distribusi

No	Distribusi	Syarat	Parameter	Kriteria
1	Log Pearson III	Cv mendekati 0.300	Cv = 0,034	Tidak Memenuhi
		Cs tidak = 0.000	Cs = -0,563	Memenuhi
2	Gumbel	Ck ≤ 5.402	Ck = 3,800	Tidak Memenuhi
		Cs ≤ 1.139	Cs = -0,563	Tidak Memenuhi
3	Log Normal	CK=3CV	Cv = 0,034	Tidak Memenuhi
		Cs=3Cv+Cv ²	Ck = 3,800	Tidak Memenuhi
4	Normal	Cs = 0	Cs = -0,563	Tidak Memenuhi
		Ck=3		

4.2 Pengujian Kecocokan Sebaran

4.2.1 Uji Sebaran Dengan Metode Chi –Kuadrat

Dari perhitungan diperoleh nilai *Chi-Kuadrat* (f^2) = 6,5. Dari tabel *Chi – Kuadrat* untuk Dk = 3 dengan $\alpha = 5\%$ didapatkan nilai (X^2) cr = 7,815. Karena nilai (f^2) = 6,14 < (f^2) cr = 7,815 maka pemilihan distribusi metode *Log Pearson* Tipe III dapat diterima.

4.2.1 Uji Sebaran Dengan Metode Smirnov – Kolmogorov

Derajat Signifikasi $\alpha = 0,05$ (5%)
 D maks = 0,125 (m = 16)
 Do Kritis = 0,34 (Tabel nilai kritis *Smirnov – Kolmogorov*)

Dari perbandingan Dmaks dan Do Kritis, dapat dilihat bahwa Dmaks < Do Kritis. Maka pemilihan distribusi metode *Log Pearson* Tipe III dapat diterima.

4.3 Analisis Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana akan dilakukan menggunakan beberapa metode sebagai berikut :

1. Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gama I
2. Metode FSR Jawa Sumatera
3. Metode *Haspers*
4. *Passing Capacity*

Tabel 5. Rekapitulasi debit banjir rencana

Periode ulang	Haspers (m ³ /dt)	FSR (m ³ /dt)	HSS Gama I (m ³ /dt)	Passing Capacity (m ³ /dt)
2	65,01	6,675	65,177	113.916
5	72,24	11,057	84,787	
10	75,88	15,196	90,908	
25	79,60	20,588	99,720	
50	81,91	29,951	105,198	
100	83,93	34,650	109,966	

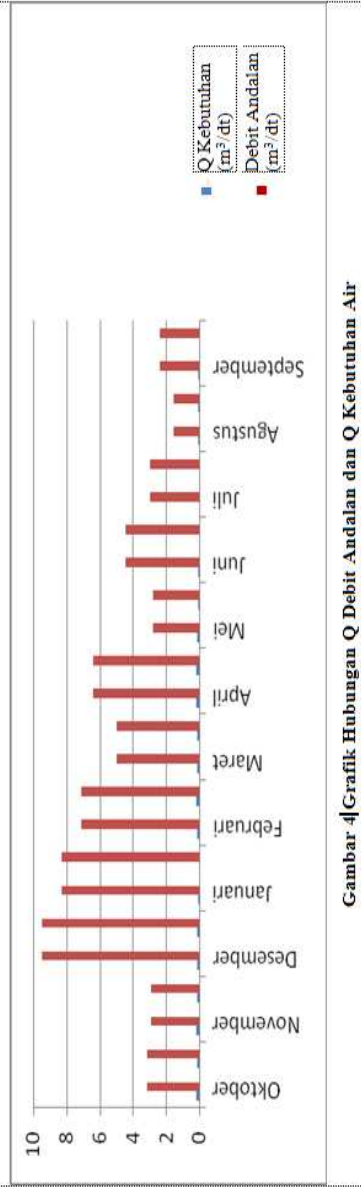
4.4 ANALISIS KEBUTUHAN AIR

Dalam hal ini Bupati Klaten telah menetapkan pola tanam sesuai pada SK Bupati Klaten yakni padi – padi/ palawija – palawija.

Tabel 6 Kebutuhan Air

Bulan	Oktober		November		Desember		Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
Minggu Ke -																									
Q Kebutuhan (m ³ /dt)	0,12	0,22	0,15	0,16	0,14	0,14	0,09	0,02	0,12	0,18	0,12	0,14	0,18	0,18	0,16	0,08	0,06	0,05	0,03	0,05	0,11	0,11	0,11	0,11	0,05
Debit Andalan (m ³ /dt)	3,11	3,11	2,89	2,89	9,44	9,44	8,27	8,27	7,11	7,11	4,98	4,98	6,40	6,40	2,76	2,76	4,45	4,45	2,95	2,95	1,54	1,54	2,34	2,34	2,34
Surplus / Defisit (+/-)	2,99	2,74	2,73	2,73	9,30	9,30	8,17	8,24	6,99	6,93	4,86	4,84	6,22	6,22	2,68	2,68	4,39	4,40	2,92	2,90	1,44	1,44	2,34	2,34	2,29

(Sumber: Hasil Perhitungan)



Gambar 4. Grafik Hubungan Q Debit Andalan dan Q Kebutuhan Air

V. PERBAIKAN STRUKTUR BENDUNG

5.1 Konsep Perbaikan Bendung

Berdasarkan penyebab kerusakan dan putusnya mercu bendung Tukuman maka diusulkan alternatif untuk perbaikan mercu bendung yaitu dengan ‘Pembongkaran Mercu Bendung Lama dan Pembangunan Mercu Bendung Baru’.

Adapun konsep pekerjaan pembuatan mercu dan kolam olak antara lain :

1. Pembongkaran bangunan mercu lama yang tersisa
2. Pembongkaran bangunan kolam olak lama yang ada
3. Pembuatan bangunan mercu bendung baru
4. Pembuatan bangunan kolam olak baru.

5.2 Perhitungan Debit Bendung Tetap

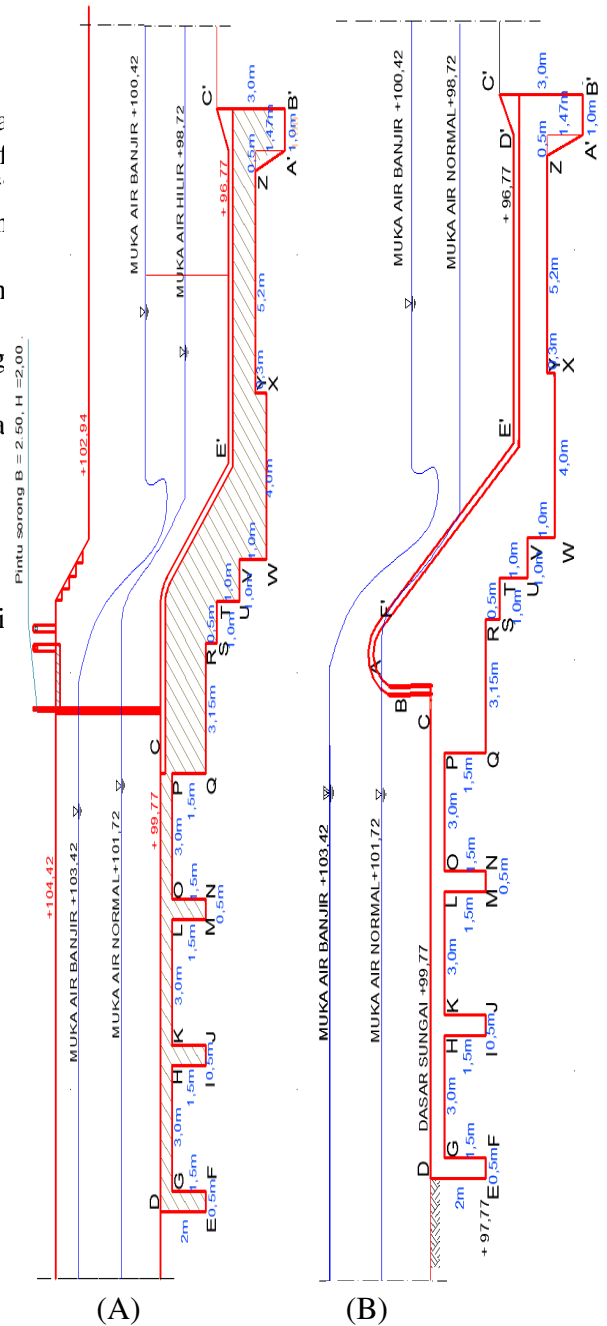
Direncanakan bendung Tukuman sebagai berikut :

- Q bendung rencana= 110 m³/dt
- Lebar bendung tetap= 2 x 7,75= 15,5m
- Lebar bendung gerak= 5 x 2,5= 12,5 m
- Elevasi muka air banjir di hulu bendung = + 103.42 m.dpl
- Elevasi muka air banjir di hilir bendung = + 100.42 m.dpl
- Elevasi dasar di hulu bendung= + 99.77 m.dpl
- Elevasi dasar di hilir bendung= + 96.77 m.dpl

$$Q = \mu \times b \times h \times (2g \times z)^{1/2}$$

$$= 0,8 \times (2 \times 7,75) \times (103,42 - 102,02) \times ((2 \times 9,81) \times (103,42 - 100,42))^{1/2}$$

$$Q = 73,13 \text{ m}^3/\text{dt}$$



Gambar .5 . (A) Dimensi Bendung Gerak Dan (B) Dimensi Bendung Tetap

5.3 Perhitungan Debit Dan Perencanaan Bukaan Pintu Di Bendung Gerak

$$Q_{(5 \text{ pintu})} = K \times \mu \times a \times b \times (2g \times h_1)^{1/2}$$

$$= 0,8 \times 0,58 \times 0,75 \times (5 \times 2,5) \times (2 \times 9,81 \times 3,65)^{1/2}$$

$$= 36,81 \text{ m}^3/\text{dt}$$

5.4 Stabilitas Bendung

- Stabilitas Bendung Tetap pada saat Kondisi Normal

Stabilitas di analisa terhadap :

1) Guling

$$Sf = \frac{\sum Mt}{\sum Mg} \geq 1,5$$

$$Sf = \frac{692,79}{40,35} = 13 \geq 1,5 \text{ (Aman)}$$

2) Geser

$$Sf = \frac{\sum Rv}{\sum Rh} f \geq 1,5 ; \text{ nilai } f = 0,75 .$$

$$Sf = \frac{87,12}{10,27} \times 0,75 = 6 \geq 1,5 \text{ (Aman)}$$

3) Eksentrisitas

$$a = \frac{\sum Mt - \sum Mg}{\sum V} = \frac{692,79 - 40,35}{87,12} = 7,5 \text{ m}$$

$$e = (L/2 - a) < L/6$$

$$e = (19/2 - 7,5) < 19/6$$

$$= 2 < 3,2 \text{ (Aman)}$$

4) Keamanan terhadap tekanan tanah

$$-\sigma = \frac{Rv}{L} \left(1 \pm \frac{6e}{L} \right)$$

$$-\sigma_1 = \frac{87,12}{19} \left(1 + \frac{6 \times (2)}{19} \right) = 7,47 \text{ t/m}^2$$

$$-\sigma_2 = \frac{87,12}{19} \left(1 - \frac{6 \times (2)}{19} \right) = 1,7 \text{ t/m}^2$$

Berdasarkan penyelidikan tanah tegangan ijin di lokasi Bendung = 13,01 t/m² berarti **Aman**.

-Stabilitas Bendung Tetap pada saat kondisi banjir

Stabilitas di analisa terhadap :

1) Guling

$$Sf = \frac{\sum Mt}{\sum Mg} \geq 1,5$$

$$Sf = \frac{685,84}{50,49} = 13,5 \geq 1,5 \text{ (Aman)}$$

2) Geser

$$Sf = \frac{\sum Rv}{\sum Rh} f \geq 1,5 ; \text{ nilai } f = 0,75 .$$

$$Sf = \frac{87,1}{11,3} \times 0,75 = 5,4 \geq 1,5 \text{ (Aman)}$$

3) Eksentrisitas

$$a = \frac{\sum Mt - \sum Mg}{\sum V} = \frac{685,84 - 50,49}{87,1} = 7,7 \text{ m}$$

$$e = (B/2 - a) < B/6$$

$$e = (19/2 - 7,7) < 19/6$$

$$= 1,8 < 3,2 \text{ (Aman)}$$

4) Keamanan terhadap tekanan tanah

$$-\sigma = \frac{Rv}{L} \left(1 \pm \frac{6e}{L} \right)$$

$$-\sigma_1 = \frac{87,1}{19} \left(1 + \frac{6 \times (1,8)}{19} \right) = 6,74 \text{ t/m}^2$$

$$-\sigma_2 = \frac{87,1}{19} \left(1 - \frac{6 \times (1,8)}{19} \right) = 1,9 \text{ t/m}^2$$

Berdasarkan penyelidikan tanah tegangan ijin di lokasi Bendung = 13,01 t/m² berarti **Aman**.

-Stabilitas Bendung Gerak pada saat Kondisi Normal

Stabilitas di analisa terhadap :

1) Guling

$$Sf = \frac{\sum Mt}{\sum Mg} \geq 1,5$$

$$Sf = \frac{636,52}{29,93} = 20 \geq 1,5 \text{ (Aman)}$$

2) Geser

$$Sf = \frac{\sum Rv}{\sum Rh} f \geq 1,5 ; \text{ nilai } f = 0,75 .$$

$$Sf = \frac{67,89}{15,95} \times 0,75 = 3,19 \geq 1,5 \text{ (Aman)}$$

3) Eksentrisitas

$$a = \frac{\sum Mt - \sum Mg}{\sum V} = \frac{636,52 - 29,93}{67,89} = 8,9 \text{ m}$$

$$e = (B/2 - a) < B/6$$

$$e = (19/2 - 8,9) < 19/6$$

$$= 0,6 < 3,2 \text{ (Aman)}$$

4) Keamanan terhadap tekanan tanah

$$-\sigma = \frac{Rv}{L} \left(1 \pm \frac{6e}{L} \right)$$

$$-\sigma_1 = \frac{67,89}{19} \left(1 + \frac{6 \times (0,6)}{19} \right) = 4,3 \text{ t/m}^2$$

$$-\sigma_2 = \frac{67,89}{19} \left(1 - \frac{6 \times (0,6)}{19} \right) = 2,8 \text{ t/m}^2$$

Berdasarkan penyelidikan tanah tegangan ijin

-Stabilitas Bendung Gerak pada saat Kondisi Banjir

Stabilitas di analisa terhadap :

1) Guling

$$Sf = \frac{\sum Mt}{\sum Mg} \geq 1,5$$

$$Sf = \frac{590,42}{40,07} = 14 \geq 1,5 \text{ (Aman)}$$

2) Geser

$$Sf = \frac{\sum Rv}{\sum Rh} f \geq 1,5 ; \text{ nilai } f = 0,75 .$$

$$Sf = \frac{75,28}{11,88} \times 0,75 = 6,3 \geq 1,5 \text{ (Aman)}$$

3) Eksentrisitas

$$a = \frac{\sum Mt - \sum Mg}{\sum V} = \frac{590,42 - 40,07}{75,28} = 7,3 \text{ m}$$

$$e = (B/2 - a) < B/6$$

$$e = (19/2 - 7,3) < 19/6$$

$$= 2,2 < 3,2 \text{ (Aman)}$$

4) Keamanan terhadap tekanan tanah

$$- \sigma = \frac{Rv}{L} \left(1 \pm \frac{6e}{L} \right)$$

$$- \sigma_1 = \frac{75,28}{19} \left(1 + \frac{6 \times (2,2)}{19} \right) = 6,6 \text{ t/m}^2$$

$$- \sigma_2 = \frac{75,28}{19} \left(1 - \frac{6 \times (2,2)}{19} \right) = 1,22 \text{ t/m}^2$$

Berdasarkan penyelidikan tanah tegangan ijin di lokasi Bendung = 13,01 t/m² berarti **Aman**

VI. RENCANA ANGGARAN BIAYA

Perhitungan anggaran biaya pada rehabilitasi bending Tukuman berdasarkan Harga Satuan Bahan Bangunan tahun 2012. Rekapitulasi anggaran dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Anggaran biaya

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 56.780.000,00
2	PEKERJAAN BONGKARAN	Rp 428.941.137,19
3	PEKERJAAN BETON	Rp 2.271.997.133,40
4	PEKERJAAN LAIN - LAIN	Rp 188.950.000,00
	JUMLAH	Rp 2.946.668.270,59
	PPN 10 %	Rp 294.666.827,05
	JUMLAH TOTAL	Rp 3.241.335.097,64
	DIBULATKAN	Rp 3.241.000.000,00
Terbilang : Tiga Milyar Dua Ratus Empat Puluh Satu Juta Rupiah		

VII. PENUTUP

7.1 Kesimpulan

- Dari peta daerah irigasi diketahui luas daerah irigasi Bendung Tukuman adalah 150 ha, dengan kebutuhan air 0,22 m³/dt hasil dari perhitungan kebutuhan air. karena kebutuhan air untuk areal irigasi masih mencukupi maka elevasi bendung masih menggunakan elevasi lama
- Konsep perbaikan bendung yaitu a. Membuat dimensi bendung yang baru. b. Bangunan mercu bendung dan kolam olak bendung yang lama dibongkar kemudian dibuat bangunan mercu dan kolam olak bendung yang baru.
- Elevasi mercu bendung gerak + 99,77 m.dpl, dan elevasi mercu bendung tetap + 102,02 m.dpl. Direncanakan mercu bendung tetap dengan mercu bulat dengan jari-jari R = 0,86 m, tinggi mercu bendung tetap dari dasar bendung adalah 2,25 m dengan panjang efektif 7,75 m dan lebar bendung gerak adalah 2,5 m. Panjang lantai muka bendung 10,5 m panjang didesain berdasar nilai rembesan Lane dimana bendung harus aman terhadap rembesan. Pemilihan tipe kolam olak berdasarkan pada besar nilai bilangan Froude, dan sedimen yang mungkin terbawa arus aliran. Kolam olak yang digunakan adalah kolam olak USBR type III dengan panjang 6,65 m.

7.2 Saran

Berdasarkan perhitungan kebutuhan air didapat begitu banyak kebutuhan air yang surplus sehingga dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan lainnya, seperti memperluas areal irigasi maupun kebutuhan air minum

DAFTAR PUSTAKA

DPU, Dirjen Pengairan. *Buku Petunjuk Perencanaan Irigasi*. Penerbit CV. Galang Persada, Bandung, 1986.

DPU, Dirjen Pengairan. *KP-02*. Penerbit CV. Galang Persada, Bandung, 1986.

DPU, Dirjen Pengairan. *KP-03*. Penerbit CV. Galang Persada, Bandung, 1986.

DPU, Dirjen Pengairan. *KP-04*. Penerbit CV. Galang Persada, Bandung, 1986.

DPU, Dirjen Pengairan. *KP-06*. Penerbit CV. Galang Persada, Bandung, 1986.

Joesron Loebis, M. Eng, Ir., *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Bandung, 1987.

Mawardi, Erman, Drs, Dipl. AIT, Memed, Moch, Ir, Dipl. HE, APU., *Desain Hidrolik Bendung Tetap*. Penerbit Alfabeta, Bandung, 2002..

M. Braja, Das., *Mekanika Tanah Jilid II*. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1998.

Soedibyo., *Teknik Bendungan*. Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta, 2003.

Soemarto, C.D., *Hidrologi Teknik*. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1995.

Soewarno. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid I*. Penerbit Nova, Bandung, 1995.

Sri Harto, BR, Ir., Dipl. HE, Dr., *Analisis Hidrologi*. Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa UGM, Yogyakarta, 1996.

Subarkah, Iman., *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Penerbit Idea Dharma, Bandung, 1980.

Suyono Sosrodarsono, Ir., Takeda, Kensaku, Dr., *Hidrologi untuk Pengairan*. Penerbit Pradnya Paramitha, Jakarta, 1993.

Triatmodjo, Bambang., *Hidrolika I*. Penerbit Beta Offset, Yogyakarta. 1996

Triatmodjo, Bambang., *Hidrolika II*. Penerbit Beta Offset, Yogyakarta, 1996.