

## **TUGAS AKHIR**

# **PERENCANAAN ULANG BENDUNG DAERAH IRIGASI BATANG BAYANG KABUPATEN PASAMAN BARAT**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Bung Hatta

Oleh :

**NAMA : HADIA SAPUTRA**

**NMP : 1510015211090**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS BUNG HATTA  
PADANG  
2022**

## TUGAS AKHIR

### PERENCANAAN ULANG BENDUNG DAERAH IRIGASI BATANG BAYANG PASAMAN BARAT

Oleh :

Nama : **HADIA SAPUTRA**

NPM : **1510015211090**

Program Studi : **Teknik Sipil**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian komprehensif guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta – Padang.

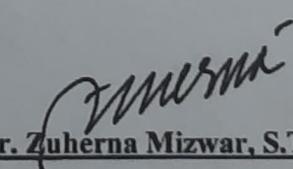
Padang, 25 February 2022

Menyetujui :

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Drs. Nazwar Djali, S.T, Sp<sup>1</sup>

  
Dr. Zuherna Mizwar, S.T, M.T

Dekan FTSP



  
Prof. Dr. Ir. Nasfryzal Carlo, M.Sc

Ketua Program Studi

  
Indra Khadir, ST, MSc

# **PERENCANAAN ULANG BENDUNG DAERAH IRIGASI BATANG BAYANG KABUPATEN PASAMAN BARAT**

**Hadia Saputra<sup>1)</sup>, Nazwar Djali<sup>2)</sup>, Zuherna Mizwar<sup>3)</sup>**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta,  
Padang

Email: [hadiasaputra9@gmail.com](mailto:hadiasaputra9@gmail.com)<sup>1)</sup>, [Naswardjali@yahoo.com](mailto:Naswardjali@yahoo.com)<sup>2)</sup>, [Zmizwar@yahoo.com](mailto:Zmizwar@yahoo.com)<sup>3)</sup>

## **Abstrak**

Kabupaten Pasaman Barat salah satu daerah dengan produksi pertanian terbesar di Sumatera Barat. Dan memiliki kontribusi besar terhadap ketersedian pangan daerah. Kabupaten ini memiliki luas sawah 800 ha, salah satunya irigasi Batang Bayang. Saat ini kondisi bendung Batang Bayang mengalami kerusakan disayap bendung, Pada perencanaan ulang bendung Batang Bayang ini dilakukan perhitungan hidrologi, hidrolis bendung, dan stabilitas bendung. Data-data yang diperlukan peta topografi dan data curah hujan selama 15 tahun. Luas *catchment area* 16,24 Km<sup>2</sup>, debit banjir rencana 100 tahun dengan metode Mononobe yaitu sebesar 140,435 m<sup>3</sup>/dt. Lebar total bendung 26,7 m dan tinggi mercu bendung 2,7 m. Berdasarkan perhitungan stabilitas bendung dalam keadaan muka air normal didapat angka keamanan terhadap guling  $S_f = 2,23$  dan geser  $S_f = 2,165$ . Dalam keadaan muka air banjir didapat angka keamanan terhadap guling  $S_f = 1,8749$  dan geser  $S_f = 1,648$ . Untuk tegangan tanah yang diizinkan yaitu sebesar 44,16 ton/m<sup>2</sup>.

**Kata Kunci : bendung, tipe mercu, catchment area.**

## **WEIR PLANNING OF BATANG BAYANG DISTRICT PASAMAN BARAT**

**Hadia Saputra<sup>1)</sup>, Nazwar Djali<sup>2)</sup>, Zuherna Mizwar<sup>3)</sup>**

Department of Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering and Planning, Bung Hatta University, Padang

Email: [hadiasaputra9@gmail.com](mailto:hadiasaputra9@gmail.com)<sup>1)</sup>, [Naswardjali@yahoo.com](mailto:Naswardjali@yahoo.com)<sup>2)</sup>, [Zmizwar@yahoo.com](mailto:Zmizwar@yahoo.com)<sup>3)</sup>

### **Abstract**

Pasaman Barat is one of the district in west sumatra province which has a biggest rice field area, this district has a rice field of 800 hectares, which one is Batang Bayang irrigation. Currently the condition of the Batang Bayang Weir is damaged in the weir wing. In the planning of the Batang Bayang Weir, the calculation of the hydrological analysis, the hydraulic calculation of the weir, and the calculation of stability of the weir is carried out. The data required include topographic maps and rainfall data for 15 years. From the calculation, it is obtained that the catchment area is 16,24 Km<sup>2</sup>. the flood discharge plan for 100 years using the Mononobe method is 140,435 m<sup>3</sup>/s. The weir is 26,7 meters wide and 2,7 meters high. Based on the calculation of the stability of the weir in normal water conditions, the safety figure against rolling is SF=2,23 and shear is SF=2,165. When the water is flooded, the safety figures for rolling SF= 1,88 and sliding SF=1,65 are obtained. For the soil stress that allowable is 44,16 tons/m<sup>2</sup>.

**Keywords:** **weir, type of weir, catchment area.**

## DAFTAR ISI

<b>TUGAS AKHIR .....</b>	i
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	i
<b>DAFTAR ISI .....</b>	iii
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	v
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	vii
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	viii
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Maksud dan Tujuan.....	3
1.3    Batasan Masalah .....	3
1.4    Manfaat Penulisan.....	3
1.5    Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II. LANDASAN TEORI .....</b>	5
2.1    Tinjauan Umum .....	5
2.2    Pemilihan Lokasi Bendung .....	7
2.3    Analisa Hidrologi Bendung.....	8
2.4    Perencanaan Hidrolis Bendung .....	27
2.5    Air Balik ( <i>back water</i> ) .....	43
2.6    Bangunan Pengambilan ( <i>Intake</i> ) .....	44
2.7    Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Bendung .....	47
2.8    Kontrol Stabilitas Bendung .....	54
<b>BAB III. METODOLOGI PENULISAN.....</b>	58
3.1    Lokasi Penelitian.....	58
3.2    Pengumpulan Data-Data .....	58
3.3    Perhitungan Curah Hujan Rencana .....	59
3.4    Uji Distribusi Probabilitas.....	59
3.5    Perhitungan Debit Banjir Rencana.....	60
3.6    Hidrolis Bendung .....	60
<b>BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>	62
4.1    Analisis Daerah Aliran Sungai (DAS) .....	62
4.2    Analisa Polygon Thiessen .....	63
4.3    Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata .....	65

4.4	Analisa Curah Hujan Rencana .....	65
4.5	Uji Distribusi Probabilitas.....	72
4.6	Analisa Debit Banjir Rencana.....	83
4.7	Perhitungan Debit Banjir Lapangan.....	90
4.8	Penentuan Tipe Bendung .....	92
4.9	Perhitungan Hidrolis Bendung .....	93
4.10	Perhitungan Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (Piping) .....	103
4.11	Gaya-Gaya Yang Bekerja .....	112
4.12	Kontrol Stabilitas Bendung .....	126
<b>BAB V. PENUTUP .....</b>	<b>130</b>	
5.1	Kesimpulan .....	130
5.2	Saran.....	131
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>132</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Bendung Batang Bayang .....	2
Gambar 1. 2 Kerusakan Saluran Irigasi Sebelah Kiri .....	2
Gambar 2. 1 Metode Poligon Thiessen .....	11
Gambar 2. 2 Lebar efektif .....	29
Gambar 2. 3 Bentuk-bentuk mercu .....	30
Gambar 2. 4 Tekanan pada mercu bulat dengan perbandingan $H_1/r$ .....	31
Gambar 2. 5 Bendung dengan mercu bulat .....	31
Gambar 2. 6 Koefisien $C_0$ sebagai fungsi perbandingan $H_1/r$ .....	32
Gambar 2. 7 Koefisien $C_1$ sebagai fungsi perbandingan $P/H_1$ .....	32
Gambar 2. 8 Koefisien $C_2$ sebagai fungsi perbandingan $P/H_1$ .....	33
Gambar 2. 9 Koefisien $f$ sebagai fungsi perbandingan $H_2/H_1$ .....	33
Gambar 2. 10 Profil Bendung mercu ogee .....	34
Gambar 2. 11 Faktor koreksi $C_1$ selain untuk tinggi energi rencana bending mercu ogee	35
Gambar 2. 12 Faktor pengurangan aliran tenggelam sebagai fungsi $P_2/H_2$ dan $H_2/H_1$	35
Gambar 2. 13 Jenis loncatan aliran pada kolam olak .....	36
Gambar 2. 14 Grafik MDO-2 Penentuan kedalaman lantai peredam energi .....	38
Gambar 2. 15 Grafik MDO-3 Penentuan Panjang lantai peredam energi.....	38
Gambar 2. 16 Peredam Energi Tipe Bak Tenggelam.....	39
Gambar 2. 17 Jari-jari minimum bak .....	40
Gambar 2. 18 Batas minimum tinggi air hilir .....	41
Gambar 2. 19 Batas Maksimum Tinggi Air Hilir .....	41
Gambar 2. 20 Kolam Olak USBR Type II .....	42
Gambar 2. 21 Kolam Olak USBR Type III .....	43
Gambar 2. 22 Kolam Olak USBR Type IV .....	43
Gambar 2. 23 Kurve pengempangan .....	44
Gambar 2. 24 Tipe pintu pengambilan .....	46
Gambar 2. 25 Geometri bangunan pengambilan .....	47
Gambar 2. 26 Peta zona gempa Indonesia .....	50
Gambar 2. 27 Gaya angkat pada pondasi batuan .....	52
Gambar 2. 28 Tekanan air pada dinding tegak .....	53
Gambar 2. 29 Tebal lantai kolam olak .....	56
Gambar 4. 1. Peta <i>Catchman Area</i> Bendung Batang Bayang .....	62
Gambar 4. 2. <i>Polygon Thiessen</i> pada <i>catchman area</i> Batang Bayang .....	64
Gambar 4. 3 Potongan melintang sungai Batang Bayang .....	91

Gambar 4. 4 Koefisien C0 untuk bendung mercu bulat sebagai fungsi dari nilai banding H1/r .....	98
Gambar 4. 5 Koefisien C1 sebagai nilai banding fungsi p/H1 .....	98
Gambar 4. 6 Koefisien C2 untuk bendung mercu ogee dengan muka hulu melengkung (menurut USBR,1960) .....	99
Gambar 4.7 Tinggi muka air banjir (Hd) di atas mercu .....	99
Gambar 4. 8 Rencana penampang memanjang bendung Batang Bayang .....	107
Gambar 4. 9 Akibat berat sendiri bendung .....	112
Gambar 4. 10 Gaya-gaya yang bekerja terhadap .....	115
Gambar 4. 11 Gaya yang bekerja akibat hidrostatis tekanan air .....	117
Gambar 4. 12 Gaya yang bekerja akibat berat air .....	118
Gambar 4. 13 Gaya-gaya akibat tekanan lumpur .....	120
Gambar 4. 14 Uplift horizontal pada kondisi air normal .....	121
Gambar 4. 15 Gaya yang bekerja akibat uplift horizontal dan vertikal pada kondisi air banjir. ....	123

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Faktor frekuensi KT untuk distribusi log pearson tipe III (G atau Cs positif)

Lampiran 2. Faktor frekuensi KT untuk distribusi log pearson tipe III (G atau Cs negatif)

Lampiran 3. Tabel Nilai Parameter Chi- KuadratKritis,  $\chi^2_{cr}$

Lampiran 4. Wilayah Luas dibawah Kurva Normal

Lampiran 5. Data curah hujan Stasiun Ujung Gading dan Stasiun Silaping

Lampiran 6. Denah bendung Batang Bayang

Lampiran 7. Peta topografi bendung Batang Bayang

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai variabel reduksi Gauss .....	13
Tabel 2. 2 Nilai reduced variate ( $Y_t$ ) .....	15
Tabel 2. 3 Nilai reduced standart deviation ( $S_n$ ) dan nilai reduced mean ( $Y_n$ )	15
Tabel 2. 4 Faktor frekuensi $K_T$ untuk distribusi log pearson tipe III (G atau Cs positif).....	17
Tabel 2. 5 Faktor frekuensi $K_T$ untuk distribusi log pearson tipe III (G atau Cs negatif) .....	18
Tabel 2. 6 Nilai $\chi_{cr2}$ .....	21
Tabel 2. 7 Nilai $\Delta kritis$ Uji Smirnov-Kolgomorov .....	22
Tabel 2. 8 Wilayah luas dibawah kurva normal .....	22
Tabel 2. 9 Koefisien Pengaliran (C).....	25
Tabel 2. 10 Koefisien Kontraksi $K_a$ dan $K_p$ .....	29
Tabel 2. 11 Harga $k$ dan $n$ .....	34
Tabel 2. 12 Koefisien zona gempa zona A, B, C, D, E, F .....	49
Tabel 2. 13 Periode ulang dan percepatan gempa dasar .....	49
Tabel 2. 14 Koefisien jenis tanah untuk perhitungan gempa.....	50
Tabel 2. 15 Harga-harga $\xi$ .....	52
Tabel 2. 16 Harga $\phi$ dan $c$ .....	54
Tabel 2. 17 Koefisien Kekasaran (f) .....	55
Tabel 2. 18 Faktor kapasitas dukung tanah Terzaghi .....	57
Tabel 4. 1. Perhitungan Hujan Maksimum Harian Rata-rata .....	65
Tabel 4. 2. Perhitungan Distribusi Probabilitas Normal .....	66
Tabel 4. 3. Perhitungan Parameter Statistik dari Distribusi Log Normal ....	68
Tabel 4. 4. Perkiraan Hujan Rencana DAS Batang Bayang dengan Distribusi Log Normal .....	68
Tabel 4. 5. Perhitungan Distribusi Probabilitas Gumbel .....	70
Tabel 4. 6. Faktor Frekuensi $K_T$ (G atau Cs).....	70
Tabel 4. 7. Parameter Statistik Distribusi Probabilitas Log Person Type III	71
Tabel 4. 8. Perkiraan Hujan Rencana Batang Bayang dengan Distribusi Log Pearson III.....	71
Tabel 4. 9. Data hujan yang telah diurutkan dari besar ke kecil .....	72

Tabel 4. 10. Perhitungan nilai $X^2$ untuk distribusi Normal .....	76
Tabel 4. 11. Perhitungan nilai $X^2$ untuk distribusi Gumbel.....	76
Tabel 4. 12. Perhitungan nilai $X^2$ untuk distribusi Log Normal .....	76
Tabel 4. 13. Perhitungan nilai $X^2$ untuk distribusi Log Person Type III ....	77
Tabel 4. 14. Rekapitulasi Nilai $\chi^2$ dan $\chi^2_{cr}$ .....	77
Tabel 4. 15. Perhitungan Uji Distribusi Normal dengan Metode Smirnov Kolmogorof.....	78
Tabel 4. 16. Perhitungan Uji Distribusi Gumbel dengan Metode Smirnov Kolmogorof.....	79
Tabel 4. 17. Perhitungan Uji Distribusi Log Normal dengan Metode Smirnov	81
Tabel 4. 18. Perhitungan Uji Distribusi Log Person Type III dengan Metode Smirnov Kolmogorof.....	82
Tabel 4. 19. Rekapitulasi Nilai $\Delta p$ dan $\Delta p_{kr}$ .....	83
Tabel 4. 20. Nilai curah hujan rancangan hasil analisis frekuensi Distribusi	83
Tabel 4. 21. Perhitungan waktu Konsentrasi .....	84
Tabel 4. 22. Perhitungan intensitas hujan .....	84
Tabel 4. 23. Perhitungan hujan rencana metode rasional .....	84
Tabel 4. 24. Perhitungan intensitas hujan Metode Weduwen.....	85
Tabel 4. 25. Perhitungan hujan rencana metode weduwen.....	86
Tabel 4. 26 Perhitungan nilai $r_n$ dengan metode Hasper.....	87
Tabel 4. 27 Perhitungan besar intensitas curah hujan (I).....	88
Tabel 4. 28. Perhitungan Intensitas Hujan Rencana .....	88
Tabel 4. 29. Perhitungan Debit Banjir Rencana metode Mononobe .....	89
Tabel 4. 30. Rekapitulasi debit banjir rencana.....	90
Tabel 4. 31 Perhitungan Koefisien Debit (Cd) .....	97
Tabel 4. 32 Perhitungan tinggi muka air banjir (Hd) di atas mercu .....	100
Tabel 4. 33 Perhitungan Tinggi Air Banjir di Hilir Bendung .....	101
Tabel 4. 34 Perhitungan Stabilitas Terhadap Erosi bawah tanah Pada Kondisi Air Normal .....	109
Tabel 4. 35 Perhitungan stabilitas terhadap erosi bawah tanah pada kondisi banjir .....	111
Tabel 4. 36 Perhitungan gaya-gaya akibat berat sendiri .....	113

Tabel 4. 37 Harga Koefisien Gempa N dan M .....	114
Tabel 4. 38 Harga Koefisien Gempa .....	114
Tabel 4. 39 Perhitungan gaya-gaya akibat gempa .....	116
Tabel 4. 40 Perhitungan gaya-gaya akibat tekanan air normal.....	118
Tabel 4. 41 Perhitungan gaya-gaya akibat tekanan hidrostatis kondisi air banjir	119
Tabel 4. 42 Perhitungan gaya-gaya akibat tekanan lumpur.....	121
Tabel 4. 43 Perhitungan gaya akibat Uplift Pressure horizontal air normal	122
Tabel 4. 44 Perhitungan gaya akibat uplift pressure vertical air normal .....	122
Tabel 4. 45 Perhitungan gaya akibat Uplift Pressure horizontal saat air banjir	125
Tabel 4. 46 Perhitungan gaya akibat Uplift Pressure vertikal saat air banjir	125
Tabel 4. 47 Rekapitulasi Gaya-gaya dan Momen Pada Kondisi Air Normal	126
Tabel 4. 48 Rekapitulasi Gaya-gaya dan Momen Pada Kondisi Air Banjir	128