

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN BENDUNG DAERAH IRIGASI
BATANG SANIPAN KABUPATEN
LIMA PULUH KOTA**

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

Oleh :

NAMA : WENDY AP

NMP : 1510015211075



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

**PERENCANAAN BENDUNG DAERAH IRIGASI
BATANG SANIPAN KABUPATEN
LIMA PULUH KOTA**

Oleh :

Nama : WENDY AP
NPM : 1510015211075
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 Februari 2022

Menyetujui :

Pembimbing I


Dr. Ir. Dahrul Anif, MT

Pembimbing II

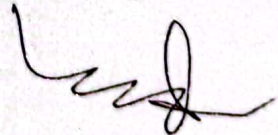

Dr. Ir. Zahrul Umar, Dipl. HE

Dekan FTSP



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

Ketua Program Studi


Indra Khaidir, ST, MSc

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN BENDUNG DAERAH IRIGASI
BATANG SANIPAN KABUPATEN
LIMA PULUH KOTA**

Oleh :

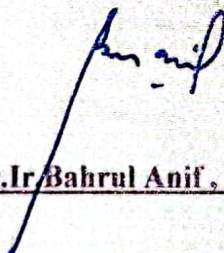
Nama : WENDY AP
NPM : 1510015211075
Program Studi : Teknik Sipil

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

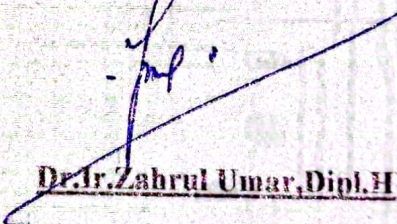
Padang, 23 Februari 2022

Menyetujui :

Pembimbing I


Dr. Ir. Bahrul Anif, MT

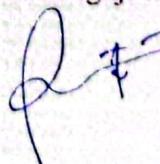
Pembimbing II


Dr. Ir. Zahrul Umar, Dipl. HE

Penguji I


Drs. Nazwar Djali, ST, Sp-1

Penguji II


Rita Anggraini, ST, MT

PERENCANAAN BENDUNG DAERAH IRIGASI BATANG SANIPAN KABUPATEN LIMA PULUH KOTA

Wendy AP¹, Bahrul Anif², Zahrul Umar³

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta
Email : warjisputra@mail.com, bahrulanif2020@gmail.com, zahrulumar@yahoo.co.id

Abstrak

Dalam rangka pengelolaan sawah, irigasi ini perlu didukung sarana dan prasarana irigasi yang memadai, agar para petani dapat mengolah lahan persawahannya. Salah satu sarana adalah bendung. Bendung adalah bangunan air yang dibangun melintang sungai untuk meninggikan taraf muka air. Daerah Irigasi Batang Sanipan mengairi sawah seluas 252 Ha. Perencanaan bendung Batang Sanipan direncanakan dengan mercu tipe bulat dan kolam peredam energi tipe bak Tenggelam. Dalam perencanaan bendung dilakukan perhitungan analisa hidrologi, perhitungan hidrolis bendung, perhitungan analisa stabilitas bendung. Data-data pendukung adalah Peta Topografi, dan data curah hujan 15 tahunan. Bendung ini direncanakan dengan umur rencana 100 tahun. Dari hasil perhitungan didapat : luas catchment area seluas 42 km², debit banjir 100 tahun (Q_{100}) = 387,231 m³/dt. Lebar bendung 51,2 m, tinggi mercu bendung 2,2 m, sawah yang diairi 252 Ha. Pada perhitungan Stabilitas Bendung dalam kondisi air normal didapat angka keamanan, terhadap guling 2,64 dan geser 2,79. Pada saat air keadaan banjir didapat angka keamanan terhadap guling 1,64 dan geser 1,78. Tegangan tanah yang terjadi pada tubuh bendung tidak melebihi dari tegangan tanah yang diizinkan yaitu sebesar 31,37 t/m². Dari hasil perhitungan tersebut bendung dinyatakan stabil.

Kata Kunci : bendung, tipe mercu, catchment area.

KATA PENGANTAR

Assalammualaikum Wr. Wb.

Dengan Mengucapkan segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT, berkat Rahmat dan Karunia-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir dengan judul **“PERENCANAAN BENDUNG DAERAH IRIGASI BATANG SANIPAN KABUPATEN LIMA PULUH KOTA”**.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan tahap sarjana di program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta Padang.

Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- 1) Kedua orang tua atas do’a dan dukungan yang diberikan tiada henti.
- 2) Bapak Prof.Dr.Ir.Nasfryzal Carlo,MSc, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
- 3) Bapak Indra Khaidir,ST,MSc, selaku ketua Jurusan Teknik Sipil beserta jajaran yang telah membantu kelancaran berlangsungnya proses penyusunan Tugas Akhir ini.
- 4) Bapak Dr.Ir.Bahrul Anif,M.T dan Bapak Dr.Ir.Zahrul Umar,Dipl.HE selaku dosen pembimbing, pengajar sekaligus pendidik bagi penulis. Beliau banyak memberikan saran, arahan, motivasi dan kritik yang membangun selama penulisan Tugas Akhir ini.
- 5) Seluruh Bapak/Ibu dosen yang mengajar di Program Studi Teknik Sipil.
- 6) Teman-teman yang telah membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.
- 7) Pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini mungkin masih terdapat kekurangan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak, demi kesempurnaan pada masa yang akan datang, akhir kata semoga Tugas Akhir ini berguna bagi penulis sendiri dan para pembaca. Aamiin.

Wassalammualaikum Wr. Wb.

Padang, 25 Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Sistematika Penulisan	2
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Umum	4
2.2 Pemilihan Lokasi Bendung.....	5
2.3 Analisa Hidrologi Bendung.....	6
2.3.1 Penentuan Hujan Kawasan (Daerah Aliran Sungai/DAS).....	6
2.3.2 Analisa Curah Hujan Rencana.....	10
2.3.3 Uji Kesesuaian Data.....	18
2.3.4 Analisis Debit Banjir Rencana.....	22
2.4 Perencanaan Hidrolis Bendung.....	25
2.4.1 Elevasi Mercu Bendung.....	25
2.4.2 Lebar Bendung.....	26
2.4.3 Lebar Efektif Bendung.....	26
2.4.4 Tipe Mercu Bendung	28
2.4.5 Bangunan Peredam Energi.....	33
2.5 Air Balik (<i>back water</i>).....	41
2.6 Bangunan Pengambilan (<i>Intake</i>)	42
2.7 Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Bendung	45
2.7.1 Berat Sendiri Bendung.....	46
2.7.2 Gaya Gempa	46
2.7.3 Gaya Akibat Tekanan Lumpur	48
2.7.4 Gaya Akibat Tekanan Air	49
2.7.5 Tekanan Tanah Lateral	51
2.8 Kontrol Stabilitas Bendung	52

2.8.1	Kontrol Terhadap Guling.....	52
2.8.2	Kontrol Terhadap Geser.....	53
2.8.3	Kontrol Terhadap Tebal Lantai Olak.....	53
2.8.4	Kontrol Terhadap Daya Dukung Tanah.....	54
BAB III METODOLOGI PENULISAN.....		56
3.1	Lokasi Penelitian	56
3.2	Pengumpulan Data-Data.....	56
3.2.1	Peta Topografi.....	57
3.2.2	Data Hidrologi	57
3.3	Perhitungan Curah Hujan Rencana	57
3.4	Uji Distribusi Probabilitas	58
3.5	Perhitungan Debit Banjir Rencana	58
3.6	Hidrolis Bendung.....	58
3.7	Langkah Kerja Perencanaan Bendung.....	60
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		61
4.1	Analisis Daerah Aliran Sungai (DAS).....	61
4.2	Analisis Curah Hujan dengan Poligon Thiessen	61
4.2.1	Distribusi Probabilitas.....	63
4.2.2	Uji Distribusi Probabilitas	70
4.3	Analisis Debit Banjir Rencana	84
4.4	Pemilihan Debit Banjir di sungai berdasarkan data hujan.....	90
4.5	Penentuan Tipe Bendung.....	92
4.6	Perhitungan Hidrolis Bendung.....	92
4.6.1	Perhitungan Elevasi Mercu Bendung	92
4.6.2	Perhitungan Lebar Total Bendung	93
4.6.3	Pintu Pengambilan (intake).....	93
4.6.4	Lebar efektif Bendung	95
4.6.5	Perhitungan Mercu Bendung	95
4.6.6	Tinggi muka air banjir (hd) diatas Mercu	98
4.6.7	Perhitungan Tinggi Muka Air Banjir di Hilir Bendung.....	99
4.6.8	Perhitungan Kolam Olak (Peredam Energi)	100
4.7	Perhitungan Air Balik (Back Water)	102
4.8	Perhitungan Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (Piping)	103

4.8.1	Penggambaran Rencana Bendung Mercu Bulat dan Pemecah Energi Type Bak Tenggelam.....	103
4.8.2	Perhitungan Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (Piping) Pada Kondisi Air Normal.....	103
4.8.3	Perhitungan Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (Piping) Pada Kondisi Air Banjir.....	105
4.9	Gaya – gaya yang Bekerja	108
4.9.1	Akibat Gaya Gempa.....	109
4.9.2	Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik	112
4.9.3	Gaya Akibat Tekanan Lumpur atau Sedimen.....	115
4.9.4	Gaya-gaya akibat Uplift Pressure (Gaya Angkat)	117
4.10	Kontrol Stabilitas Bendung	121
4.10.1	Kontrol Pada Kondisi Air Normal	121
4.10.2	Kontrol Pada Kondisi Air Banjir	123
BAB V PENUTUP		125
5.1	Kesimpulan	125
5.2	Saran	126
DAFTAR PUSTAKA.....		127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Metode Poligon Thiessen.....	9
Gambar 2. 2 Lebar efektif.....	27
Gambar 2. 3 Bentuk-bentuk mercu.....	28
Gambar 2. 4 Tekanan pada mercu bulat dengan perbandingan $H1/r$	29
Gambar 2. 5 Bendung dengan mercu bulat.....	29
Gambar 2. 6 Koefisien $C0$ sebagai fungsi perbandingan $H1/r$	30
Gambar 2. 7 Koefisien $C1$ sebagai fungsi perbandingan $P/H1$	30
Gambar 2. 8 Koefisien $C2$ sebagai fungsi perbandingan $P/H1$	31
Gambar 2. 9 Koefisien f sebagai fungsi perbandingan $H2/H1$	31
Gambar 2. 10 Profil Bendung mercu ogee	32
Gambar 2. 11 Faktor koreksi $C1$ selain untuk tinggi energi rencana bending mercu ogee.....	33
Gambar 2. 12 Faktor pengurangan aliran tenggelam sebagai fungsi $P2/H2$ dan $H2/H1$	33
Gambar 2. 13 Jenis loncatan aliran pada kolam olak.....	34
Gambar 2. 14 Peredam Energi tipe MDO.....	36
Gambar 2. 15 Peredam Energi Tipe Bak Tenggelam	37
Gambar 2. 16 Jari-jari minimum bak.....	38
Gambar 2. 17 Batas minimum tinggi air hilir	39
Gambar 2. 18 Batas Maksimum Tinggi Air Hilir	39
Gambar 2. 19 Kolam Olak USBR Type II.....	40
Gambar 2. 20 Kolam Olak USBR Type III	41
Gambar 2. 21 Kolam Olak USBR Type IV	41
Gambar 2. 22 Kurve pengempangan	42
Gambar 2. 23 Tipe pintu pengambilan	44
Gambar 2. 24 Geometri bangunan pengambilan	45
Gambar 2. 25 Peta zona gempa Indonesia	48
Gambar 2. 26 Gaya angkat pada pondasi batuan.....	50
Gambar 2. 27 Tekanan air pada dinding tegak	51
Gambar 2. 28 Tebal lantai kolam olak.....	54
Gambar 3 1 Lokasi Bendung	56
Gambar 3 2 Langkah Kerja Perencanaan Bendung	60
Gambar 4. 1 Peta Catchment Area Bendung Batang Sanipan	61
Gambar 4. 2 Peta Cacthment Area Bendung Batang Sanipan	62
Gambar 4. 3 Koefisien $C0$ untuk bendung mercu bulat sebagai fungsi dari nilai banding $H1/r$	97
Gambar 4. 4 Koefisien $C1$ sebagai nilai banding fungsi $p/H1$	97
Gambar 4. 5 Koefisien $C2$ untuk bendung mercu ogee dengan muka hulu melengkung (menurut USBR,1960)	97
Gambar 4. 6 Tinggi muka air banjir (Hd) di atas mercu.....	98
Gambar 4. 7 Jari-jari minimum Bak	101

Gambar 4. 8 Batas minimum tinggi air hilir	102
Gambar 4. 9 Analisa Rembesan Kondisi Normal	103
Gambar 4. 10 Analisa Rembesan Kondisi Banjir	105
Gambar 4. 11 Gaya Berat Sendiri Bendung	108
Gambar 4. 12 Gaya-gaya yang Bekerja Terhadap Gempa	111
Gambar 4. 13 Gaya yang bekerja akibat tekanan hidrostatik air normal	113
Gambar 4. 14 Gaya yang bekerja akibat tekanan hidrostatik air banjir	114
Gambar 4. 15 Gaya-gaya akibat Tekanan Lumpur (Sedimen)	116
Gambar 4. 16 Gaya yang bekerja akibat uplift pada kondisi air normal	117
Gambar 4. 17 Gaya yang bekerja akibat uplift pada kondisi air banjir	119

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai variabel reduksi Gauss	11
Tabel 2. 2 Nilai reduced variate (Y_t)	13
Tabel 2. 3 Nilai reduced standart deviation (S_n) dan nilai reduced mean (Y_n)	14
Tabel 2. 4 Faktor frekuensi KT untuk distribusi log pearson tipe III (G atau Cs positif).....	15
Tabel 2. 5 Faktor frekuensi KT untuk distribusi log pearson tipe III (G atau Cs negatif).....	16
Tabel 2. 6 Nilai χ_{cr2}	19
Tabel 2. 7 Nilai Δ kritis Uji Smirnov-Kolgomorov	20
Tabel 2. 8 Wilayah luas dibawah kurva normal	20
Tabel 2. 9 Koefesien Pengaliran (C).....	23
Tabel 2. 10 Koefisien Kontraksi K_a dan K_p	27
Tabel 2. 11 Harga k dan n.....	32
Tabel 2. 12 Koefisien zona gempa zona A, B, C, D, E, F	47
Tabel 2. 13 Periode ulang dan percepatan gempa dasar	47
Tabel 2. 14 Koefisien jenis tanah untuk perhitungan gempa.....	48
Tabel 2. 15 Harga-harga ξ	49
Tabel 2. 16 Harga \emptyset dan c	52
Tabel 2. 17 Koefisien Kekasaran (f)	53
Tabel 2. 18 Faktor kapasitas dukung tanah Terzaghi	55
Tabel 4. 1 Data Hujan Maksimum Harian di Tanjung Pati	63
Tabel 4. 2 Perhitungan Distribusi Probalitas Normal.....	64
Tabel 4. 3 Perhitungan Parameter Statistik dari Distribusi Log Normal.....	66
Tabel 4. 4 Perkiraan Hujan Rencana DAS Batang Sanipan dengan Distribusi Log Normal.....	66
Tabel 4. 5 Perhitungan Distribusi Probalitas Gumbel	68
Tabel 4. 6 Faktor Frekuensi KT (G atau Cs)	69
Tabel 4. 7 Parameter Statistik Distribusi Probabilitas Log Person Type III.....	69
Tabel 4. 8 Perkiraan Hujan Rencana Batang Sanipan dengan Distribusi Log Pearson III.....	70
Tabel 4. 9 Data hujan yang telah diurutkan dari besar ke kecil	71
Tabel 4. 10 Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Normal	73
Tabel 4. 11 Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Gumbel	74
Tabel 4. 12 Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Log Normal	75
Tabel 4. 13 Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Log Person Type III	76
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Nilai χ^2 dan χ^2_{cr}	76
Tabel 4. 15 Perhitungan Uji Distribusi Normal dengan Metode Smirnov Kolmogorof	77
Tabel 4. 16 Mencari nilai T.....	79

Tabel 4. 17 Perhitungan Uji Distribusi Gumbel dengan Metode Smirnov Kolmogorof	79
Tabel 4. 18 Perhitungan Uji Distribusi Log Normal dengan Metode Smirnov Kolmogorof	81
Tabel 4. 19 Interpolasi Nilai ft terhadap luas dibawah kurva normal.....	82
Tabel 4. 20 Perhitungan Uji Distribusi Log Person Type III dengan Metode Smirnov Kolmogorof	83
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Nilai Δp dan Δp_{kr}	83
Tabel 4. 22 Rekapitulasi Hasil Uji Distribusi Probabilitas	84
Tabel 4. 23 Nilai curah hujan rancangan hasil analisis frekuensi Distribusi Log Normal.....	84
Tabel 4. 24 Perhitungan waktu konsentrasi (T_c)	85
Tabel 4. 25 Perhitungan intensitas hujan	85
Tabel 4. 26 Perhitungan hujan rencana metode rasional.....	85
Tabel 4. 27 Perhitungan intensitas hujan Metode Weduwen	86
Tabel 4. 28 Perhitungan hujan rencana metode weduwen.....	86
Tabel 4. 29 Tabel Perhitungan r_n	88
Tabel 4. 30 Perhitungan Intensitas Hujan Rencana	88
Tabel 4. 31 Perhitungan Intensitas Hujan Rencana	88
Tabel 4. 32 Perhitungan Debit Banjir Rencana metode Mononobe	90
Tabel 4. 33 Rekapitulasi debit banjir rencana	90
Tabel 4. 34 Perhitungan Koefisien Debit (C_d).....	96
Tabel 4. 35 Perhitungan tinggi muka air banjir (H_d) di atas mercu	98
Tabel 4. 36 Perhitungan Tinggi Air Banjir di Hilir Bendung.....	99
Tabel 4. 37 Perhitungan Panjang Rembesan Dan Tekanan Air Pada Kondisi Air Normal.....	104
Tabel 4. 38 Perhitungan stabilitas terhadap erosi bawah tanah pada kondisi air banjir	106
Tabel 4. 39 Perhitungan gaya-gaya akibat berat sendiri	109
Tabel 4. 40 Harga koefisien gempa n dan m	110
Tabel 4. 41 Harga koefisien gempa ac	110
Tabel 4. 42 Perhitungan gaya-gaya akibat gempa	112
Tabel 4. 43 Perhitungan gaya-gaya akibat tekanan hidrostatis kondisi air normal.....	113
Tabel 4. 44 Perhitungan gaya-gaya akibat tekanan hidrostatis kondisi air banjir	115
Tabel 4. 45 Perhitungan gaya-gaya akibat tekanan sedimen kondisi air normal	116
Tabel 4. 46 Perhitungan gaya akibat Uplift Pressure horizontal air normal	118
Tabel 4. 47 Perhitungan gaya akibat Uplift Pressure vertikal air normal	118
Tabel 4. 48 Perhitungan gaya akibat Uplift Pressure horizontal saat air banjir	120
Tabel 4. 49 Perhitungan gaya akibat Uplift Pressure vertikal saat air banjir.....	120
Tabel 4. 50 Rekapitulasi Gaya-gaya dan Momen Pada Kondisi Air Normal	121
Tabel 4. 51 Rekapitulasi Gaya-gaya dan Momen Pada Kondisi Air Banjir	123