

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN BENDUNG DAERAH IRIGASI  
LADANG LAWEH KABUPATEN PADANG PARIAMAN**

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 : RENNO NURAKBAR DONAL**

**NPM : 1610015211032**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS BUNG HATTA  
PADANG  
2021**

UNIVERSITAS BUNG HATTA

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS TUGAS AKHIR

Saya mahasiswa di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta,

Nama Mahasiswa : Renno Nurakbar Donal

Nomor Pokok Mahasiswa : 1610015211032

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis Tugas Akhir yang saya buat dengan judul “ **PERENCANAAN BENDUNG DAERAH IRIGASI LADANG LAWEH KABUPATEN PADANG PARIAMAN** “ adalah :

- 1) Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan data-data hasil pelaksanaan dan perencanaan sesuai dengan metoda kespilalan.
- 2) Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan diatas, maka karya Tugas Akhir ini batal.

Padang, 29 Juli 2021

Yang membuat pernyataan



Renno Nurakbar Donal

UNIVERSITAS BUNG HATTA



UNIVERSITAS BUNG HATTA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

---

**PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN BENDUNG DAERAH IRIGASI LADANG LAWEH  
KABUPATEN PADANG PARIAMAN**

Oleh :

**Nama** : Renno Nurakbar Donal  
**NPM** : 1610015211032  
**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, 05 Agustus 2021**

**Menyetujui :**

**Pembimbing I**

**(Ir. Mawardi Samah, Dipl.HE)**

**Pembimbing II**

**(Evince Oktarina, S.T, M.T)**

**Penguji I**

**(Ir. Indra Farni, M.T)**

**Penguji II**

**(Dr. Zuherna Mizwar, S.T, M.T)**



UNIVERSITAS BUNG HATTA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

**PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN BENDUNG DAERAH IRIGASI LADANG LAWEH  
KABUPATEN PADANG PARIAMAN**

Oleh :

**Nama** : Renno Nurakbar Donal  
**NPM** : 1610015211032  
**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, 05 Agustus 2021**

**Menyetujui :**

**Pembimbing I**

**(Ir. Mawardi Samah, Dipl.HE)**

**Pembimbing II**

**(Evince Oktarina, S.T, M.T)**

**Dekan FTSP**



**(Prof. Dr. Ir. Nasfryzal Carlo, M. Sc.)**

**Ketua Prodi Teknik Sipil**

**(Dr. Rini Mulyani, ST, M.Sc (Eng))**

## PERENCANAAN BENDUNG DAERAH IRIGASI LADANG LAWEH KABUPATEN PADANG PARIAMAN

**Renno Nurakbar Donal, Mawardi Samah, Evince Oktarina**  
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas  
Bung Hatta

Email : [1610015211032@bunghatta.ac.id](mailto:1610015211032@bunghatta.ac.id) [mawardi\\_samah@yahoo.com](mailto:mawardi_samah@yahoo.com)  
[evinceoktarina@bunghatta.ac.id](mailto:evinceoktarina@bunghatta.ac.id)

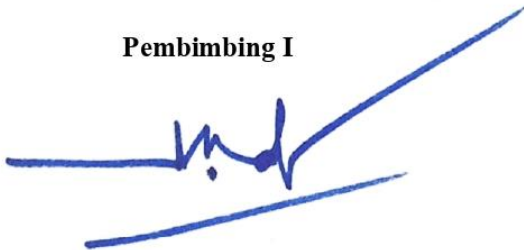
### Abstrak

Kabupaten Padang Pariaman merupakan salah satu sentral pertanian di Provinsi Sumatera Barat. Di Kecamatan 2x11 Enam Lingkung, tepatnya di Kenagarian Sicincin, ada Daerah Irigasi Ladang Laweh yang bendungnya terbuat dari pasangan batu kali. Bendung ini mengairi sawah seluas 1072 Ha (Sumber : Dinas PSDA Provinsi Sumatera Barat). Salah satu realisasi dari kepedulian pemerintah dengan membangun Bendung Daerah Irigasi Ladang Laweh. Tipe bendung yang direncanakan adalah bendung tetap dengan mercu tipe bulat. Pada perencanaan Bendung Daerah Irigasi Ladang Laweh ini dilakukan perhitungan analisa hidrologi, analisa hidrolis bendung, dan analisa stabilitas bendung.

Dari hasil perhitungan didapat : luas *Catchmen Area* sebesar 37,04 km<sup>2</sup>, debit banjir rencana periode 100 tahun dengan  $Q_{100}$  178,35 m<sup>3</sup>/dtk. Tinggi mercu bendung 2,67 m, lebar efektif bendung 18,8 m, pintu intake direncanakan 2 pintu dengan lebar masing-masing pintu 1,5 m serta satu buah pilar dengan lebar 1 m, pintu penguras direncanakan 1 buah pintu dengan lebar 2 m serta 1 buah pilar dengan lebar 1,20 m, kolam olak direncanakan memakai kolam olak USBR tipe III. Pada perhitungan stabilitas bendung dalam keadaan air normal didapat angka keamanan terhadap guling = 2,39 > 1,5 dan geser = 1,52 > 1,5. Pada saat air dalam kondisi banjir didapat angka keamanan terhadap guling = 1,53 > 1,5 dan geser = 1,51 > 1,5. Dari hasil perhitungan yang didapat maka kontruksi bendung stabil terhadap guling dan geser dengan faktor keamanan 1,5. Untuk tegangan tanah yang terjadi pada tubuh bendung tidak melebihi dari tegangan tanah yang diizinkan yaitu sebesar 84,227 ton/m<sup>2</sup>. Maka didapat kontruksi bendung stabil.

**Kata kunci : Bendung, Debit, Daerah Irigasi, Stabilitas**

**Pembimbing I**



**Ir. Mawardi Samah, Dipl. HE**

**Pembimbing II**



**Evince Oktarina, S.T., M.T**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas segala berkat yang telah diberikannya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Bendung Daerah Irigasi Ladang Laweh Kabupaten Padang Pariaman” ini ditujukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu Universitas Bung Hatta, Padang.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, yaitu kepada :

- 1) Bapak Prof. Dr. Ir. Nasfryzal Carlo, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta.
- 2) Ibu Dr. Rini Mulyani, S.T., M.Sc (Eng), selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta.
- 3) Ibu Veronika, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta.
- 4) Bapak Ir. Mawardi Samah, Dipl. HE, selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada Penulis.
- 5) Ibu Evince Oktarina, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada Penulis.
- 6) Bapak Feri Donal, S.H dan Ibu Eviwarti, selaku kedua orang tua Penulis yang selalu mendukung dan mengasih saran kepada Penulis.

- 7) Muhammad Afif, ST dan Yuan Alvindo, ST selaku kakanda penulis yang selalu membimbing dan mengarahkan serta memotivasi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 8) Keluarga besar Teknik Sipil Universitas Bung Hatta Angkatan 2016 yang terus mendukung Penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
- 9) Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi Penulis. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Padang, Juni 2021

Penulis



Renno Nurakbar Donal

1610015211032

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>I</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS TUGAS AKHIR.....</b>	<b>II</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI.....</b>	<b>III</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN INSTITUSI.....</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>V</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>VI</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>VIII</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>XII</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>XIV</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    LATAR BELAKANG.....	1
1.2    RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3    MAKSUD DAN TUJUAN TUGAS AKHIR .....	2
1.4    BATASAN MASALAH.....	3
1.5    MANFAAT PENELITIAN.....	3
1.6    SISTEMATIKA PENULISAN .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1    PENGERTIAN BENDUNG.....	5
2.2    ANALISA HIDROLOGI.....	6
2.2.1    DAS (Daerah Aliran Sungai).....	6
2.2.2    Pengukuran Dispersi .....	9
2.2.3    Pemilihan Jenis Sebaran .....	11
2.2.3.1    Distribusi Normal.....	12
2.2.3.2    Distribusi Log Normal .....	12
2.2.3.3    Distribusi Gumbel .....	13
2.2.3.4    Distribusi Log Pearson III.....	14



2.2.4 Uji Keselarasan Data .....	14
2.2.4.1 Uji Chi-Kuadrat.....	15
2.2.4.2 Uji Smirnov-Kolmogorov .....	16
2.2.5 Analisa Intensitas Hujan Rencana.....	17
2.2.6 Analisis Debit Banjir Rencana.....	19
2.2.6.1 Metode Weduwen .....	19
2.2.6.2 Metode Mononobe .....	20
2.2.6.3 Metode Hesper .....	21
2.3 PERENCANAAN HIDROLIS BENDUNG.....	22
2.3.1 Lebar Bendung.....	22
2.3.2 Merencanakan Mercu Bendung .....	23
2.3.3 Peredam Energi.....	29
2.2.3.1 Peredam Energi Tipe Bak Tenggelam .....	29
2.3.3.2 Peredam Energi Tipe USBR .....	33
2.3.3.3 Lantai Muka .....	34
2.3.4 Air Balik (Back Water).....	35
2.3.5 Tembok Pangkal .....	36
2.4 ANALISA STABILITAS BENDUNG .....	37
2.4.1 Berat Sendiri Bendung.....	37
2.4.2 Gaya Akibat Tekanan Lumpur .....	38
2.4.3 Gaya Akibat Gempa .....	38
2.4.4 Gaya Akibat Tekanan Air .....	40
2.4.5 Gaya Akibat Tekanan Tanah .....	43
2.4.6 Ketahanan Terhadap Gelincir .....	45
2.4.7 Ketahanan Terhadap Guling .....	46
2.4.8 Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (piping) .....	47
<b>BAB III METODOLOGI DAN DATA-DATA .....</b>	<b>49</b>
3.1 LOKASI PENELITIAN.....	49
3.2 ALAT DAN BAHAN PENELITIAN .....	49
3.3 METODOLOGI.....	50
3.3.1 Analisa Hidrologi.....	50
3.3.2 Perencanaan Hidrolis Bendung.....	52

3.3.3 Analisa stabilitas bendung .....	52
3.4 DATA-DATA PERENCANAAN .....	52
3.4.1 Peta Topografi.....	53
3.4.2 Data Hidrologi .....	53
3.5 LANGKAH KERJA PERENCANAAN BENDUNG .....	54
<b>BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN .....</b>	<b>55</b>
4.1 ANALISA HIDROLOGI.....	55
4.2 PENENTUAN CATCHMENT AREA .....	55
4.3 CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM .....	56
4.4 PERHITUNGAN ANALISA FREKUENSI CURAH HUJAN .....	58
4.4.1 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Normal .....	59
4.4.2 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Normal .....	61
4.4.3 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson III.....	63
4.4.4 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Gumbel.....	66
4.4.5 Rangkuman Perhitungan Curah Hujan Rencana .....	69
4.4.6 Perhitungan Uji Keselarasan Data Curah Hujan.....	70
4.5 PERHITUNGAN DEBIT BANJIR RENCANA.....	81
4.5.1 Metode Hesper .....	81
4.5.2 Metode Weduwen .....	82
4.5.3 Metode Mononobe .....	84
4.5.4 Rangkuman Debit Banjir .....	85
4.6 ANALISIS HIDROLIS BENDUNG .....	87
4.6.1 Perhitungan Elevasi Mercu Bendung .....	87
4.6.2 Lebar Bendung.....	89
4.6.3 Perhitungan Pintu Pengambilan dan Pembilas .....	90
4.6.3.1 Perhitungan Pintu Pengambilan (Intake) .....	90
4.6.3.2 Perhitungan Pintu Penguras/Pembilas.....	91
4.6.4 Perhitungan Mercu Bendung .....	92
4.6.5 Tinggi Muka Air Banjir di Atas Mercu .....	95
4.6.6 Perhitungan Tinggi Muka Air Banjir di Hilir Mercu.....	95
4.6.7 Perhitungan Kolam Olak (Peredam Energi) Type USBR.....	97
4.6.8 Perhitungan Air Balik ( <i>Back Water</i> ).....	99

4.6.9 Perhitungan Panjang Rembesan dan Tekanan Air.....	100
4.7 PERENCANAAN TEMBOK PANGKAL.....	105
4.7.1 Perhitungan Tembok Pangkal.....	105
4.7.2 Perhitungan Stabilitas Tembok Pangkal .....	107
4.8 ANALISIS STABILITAS BENDUNG KONDISI AIR NORMAL.....	112
4.8.1 Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung.....	112
4.8.2 Gaya Akibat Gempa.....	113
4.8.3 Gaya Akibat Tekanan Lumpur.....	116
4.8.4 Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik Kondisi Normal .....	118
4.8.5 Gaya Angkat ( <i>Uplift Pressure</i> ) Kondisi Normal .....	119
4.8.6 Kontrol Terhadap Guling, Geser dan Daya Dukung Tanah Kondisi Normal .....	122
4.9 ANALISIS STABILITAS BENDUNG KONDISI AIR BANJIR.....	124
4.9.1 Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik Kondisi Banjir .....	124
4.9.2 Gaya Angkat ( <i>Uplift Pressure</i> ) Kondisi Air Banjir .....	126
4.9.3 Kontrol Terhadap Guling, Geser, dan Daya Dukung Tanah Kondisi Air Banjir .....	128
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>131</b>
5.2 KESIMPULAN .....	131
5.2 SARAN .....	132
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>133</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>134</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Metode polygon Thiessen .....	9
Gambar 2. 2 Bentuk-bentuk mercu .....	23
Gambar 2. 3 Bendung dengan Mercu Bulat .....	24
Gambar 2. 4 Tekanan pada mercu bendung bulat sebagai fungsi perbandingan $H_1/r$	25
Gambar 2. 5 Harga koefisien $C_0$ untuk bendung ambang bulat sebagai fungsi perbandingan $H_1/r$ .....	25
Gambar 2. 6 Koefisien $C_1$ sebagai fungsi perbandingan $p/H_1$ .....	26
Gambar 2. 7 Harga-harga Koefisien $C_2$ untuk bendung mercu Ogee dengan muka hulu melengkung (menurut USBR, 1960).....	26
Gambar 2. 8 Bentuk-bentuk bendung Mercu Ogee.....	28
Gambar 2. 9 Faktor koreksi untuk selain tinggi energi rencana pada bendung Mercu Ogee .....	28
Gambar 2. 10 Faktor Pengurangan aliran tenggelam sebagai fungsi $p_2/H_1$ dan $H_2/H_1$ .....	29
Gambar 2. 11 Peredam Energi Tipe Bak Tenggelam.....	30
Gambar 2. 12 Jari-jari minimum bak .....	31
Gambar 2. 13 Batas minimum tinggi air hilir .....	32
Gambar 2. 14 Batas Maksimum Tinggi Air Hilir .....	32
Gambar 2. 15 Kolam Olak USBR Tipe II.....	33
Gambar 2. 16 Kolam Olak USBR Tipe III.....	34
Gambar 2. 17 Kolam Olak USBR Tipe IV .....	34
Gambar 2. 18 Gaya angkat pada pondasi batuan .....	41
Gambar 2. 19 Gaya tekan keatas pada pondasi bendung .....	42
Gambar 2. 20 Tekanan air pada dinding tegak.....	43
Gambar 2. 21 Tebal Lantai Kolam Olak .....	47
Gambar 2. 22 Metode Angka Rembesan Lane .....	48
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian .....	49

Gambar 3. 2 Bagan Alir Perencanaan Bendung.....	54
Gambar 4. 1 Luasan <i>Catchment Area</i> .....	56
Gambar 4. 2 Luas Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap <i>Catchment Area</i> Metode <i>Thiessen</i> .....	57
Gambar 4. 3 Grafik Perhitungan Periode Ulang Curah Hujan Rencana .....	70
Gambar 4. 4 Gambar melintang sungai pada patok 49 .....	86
Gambar 4. 5 Elevasi Mercu Bendung .....	89
Gambar 4. 6 Gambaran Intake .....	91
Gambar 4. 7 Gambaran Pintu Penguras .....	91
Gambar 4. 8 Gambaran Lebar Efektif Bendung.....	92
Gambar 4. 9 Koefisien C0 Untuk Bendung Mercu Bulat Sebagai Fungsi Dari Nilai Banding .....	94
Gambar 4. 10 Koefisien C1 Sebagai Nilai Banding Fungsi P/H1 .....	94
Gambar 4. 11 Koefisien C2 Untuk Bendung Mercu Bulat (Menurut USBR,1960)....	94
Gambar 4. 12 Tinggi Muka Air Banjir (Hd) Di Atas Mercu.....	95
Gambar 4. 13 Grafik Nilai n/Yu.....	99
Gambar 4. 14 Potongan Memanjang Bendung dengan Mercu Bulat dan Peredam Energi Tipe USBR III .....	101
Gambar 4. 15 Diagram Tekanan Tanah pada Tembok Pangkal.....	108
Gambar 4. 16 Gaya-Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung .....	112
Gambar 4. 17 Gaya-Gaya Akibat Gempa .....	115
Gambar 4. 18 Gaya Akibat Tekanan Lumpur .....	117
Gambar 4. 19 Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik Pada Kondisi Air Normal.....	118
Gambar 4. 20 Gaya Angkat ( <i>Uplift Pressure</i> ) Pada Kondisi Air Normal.....	119
Gambar 4. 21 Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik Pada Kondisi Air Banjir.....	124
Gambar 4. 22 Gaya Akibat Gaya Angkat ( <i>Uplift Pressure</i> ) Pada Kondisi Air Banjir .....	126

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter penentuan metode perhitungan curah hujan rata-rata berdasarkan stasiun curah hujan.....	7
Tabel 2. 2 Parameter penentuan metode perhitungan curah hujan rata-rata berdasarkan luasan DAS .....	7
Tabel 2. 3 Parameter penentuan metode perhitungan curah hujan rata-rata berdasarkan luasan DAS .....	8
Tabel 2. 4 Nilai kritis chi-kuadrat .....	16
Tabel 2. 5 Nilai delta kritis untuk uji keselarasan Smirnov Kolmogorof.....	17
Tabel 2. 6 Harga-harga K dan n .....	27
Tabel 2. 7 Harga-harga minimum rembesan Lane dan Blight(CL).....	35
Tabel 2. 8 Berat isi pasangan .....	38
Tabel 2. 9 Koefisien zona gempa zona A, B, C, D, E, F.....	39
Tabel 2. 10 Periode ulang dan percepatan gempa dasar .....	40
Tabel 2. 11 Harga-harga $\zeta$ .....	41
Tabel 2. 12 Harga koefisien tanah aktif Rankine .....	44
Tabel 2. 13 Harga koefisien tanah pasif Rankine.....	44
Tabel 2. 14 Harga $\emptyset$ dan c .....	44
Tabel 2. 15 Harga-harga perkiraan untuk koefisien gesekan .....	45
Tabel 2. 16 Harga-harga minimum angka rembesan Lane ( $C_L$ ).....	48
Tabel 4. 1 Luasan pengaruh stasiun hujan terhadap DAS Batang Ulakan Hulu .....	57
Tabel 4. 2 Perhitungan Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata.....	58
Tabel 4. 3 Harga K .....	59
Tabel 4. 4 Perhitungan Curah Hujan Rencana Periode Ulang T tahun Metode Normal .....	60
Tabel 4. 5 Curah Hujan Rencana Periode Ulang T tahun Metode Normal.....	61
Tabel 4. 6 Nilai K.....	62

Tabel 4. 7 Perhitungan Curah Hujan Rencana Periode Ulang T Tahun Metode Log Normal.....	62
Tabel 4. 8 Curah Hujan Rencana Periode Ulang T tahun dengan Metode Log Normal .....	63
Tabel 4. 9 Harga K terhadap Cs .....	64
Tabel 4. 10 Perhitungan Curah Hujan Rencana Periode Ulang T Tahun Log Pearson III.....	65
Tabel 4. 11 Curah Hujan Rencana Periode Ulang T Tahun dengan Metode Log Pearson III.....	65
Tabel 4. 12 Tabel nilai faktor frekuensi .....	67
Tabel 4. 13 Perhitungan Curah Hujan Rencana Periode Ulang T Tahun Metode Gumbel.....	68
Tabel 4. 14 Curah Hujan Rencana Periode Ulang T Tahun dengan Metode Gumbel	69
Tabel 4. 15 Perhitungan Periode Ulang Curah Hujan Rencana .....	69
Tabel 4. 16 Nilai Carameter Chi-Kuadrat Kritis $X2Cr$ .....	71
Tabel 4. 17 Perhitungan $X2cr$ .....	72
Tabel 4. 18 Hasil Perhitungan Uji Chi Kuadrat Normal .....	73
Tabel 4. 19 Hasil Perhitungan Uji Chi Kuadrat Log Normal.....	74
Tabel 4. 20 Hasil Perhitungan Uji Chi Kuadrat Log Pearson III .....	74
Tabel 4. 21 Hasil Perhitungan Uji Chi Kuadrat Gumbel .....	75
Tabel 4. 22 Tabel Nilai D kritis.....	76
Tabel 4. 23 Uji Smirnov-Kolmogorov Normal.....	77
Tabel 4. 24 Uji Smirnov-Kolmogorov Log Normal .....	77
Tabel 4. 25 Uji Smirnov-Kolmogorov Log Pearson III .....	78
Tabel 4. 26 Uji Smirnov-Kolmogorov Gumbel .....	78
Tabel 4. 27 Perhitungan Statistik Penentuan Sebaran.....	79
Tabel 4. 28 Uji Parimeter Statistik Penentuan Sebaran.....	80
Tabel 4. 29 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Uji Distribusi Probabilitas .....	80
Tabel 4. 30 Perhitungan Curah Hujan Rencana Terpilih (Log Pearson III).....	81
Tabel 4. 31 Hasil Perhitungan Debit Banjir Metode Hesper.....	82

Tabel 4. 32 Mencari $T_1=T_2$ dengan cara coba-coba.....	83
Tabel 4. 33 Hasil Perhitungan Debit Banjir Metode Weduwen .....	84
Tabel 4. 34 Hasil Perhitungan Debit Banjir Metode Mononobe.....	85
Tabel 4. 35 Rekapitulasi Perhitungan Debit Banjir.....	85
Tabel 4. 36 Perhitungan koefisien debit.....	93
Tabel 4. 37 Perhitungan tinggi muka air banjir ( $H_d$ ) di atas mercu .....	95
Tabel 4. 38 Tinggi Air Banjir di Hilir Bendung.....	96
Tabel 4. 39 Perhitungan Tekanan Air .....	102
Tabel 4. 40 Perhitungan Tekanan Air .....	104
Tabel 4. 41 Perhitungan Akibat Berat Sendiri .....	109
Tabel 4. 42 Rekapitulasi Gaya dan Momen .....	109
Tabel 4. 43 Perhitungan Gaya-Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung.....	113
Tabel 4. 44 Harga koefisien gempa $n$ dan $m$ .....	114
Tabel 4. 45 Perhitungan Gaya-Gaya Akibat Gempa.....	116
Tabel 4. 46 Perhitungan Gaya-Gaya Akibat Tekanan Lumpur.....	118
Tabel 4. 47 Perhitungan Gaya-Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik Kondisi Air Normal .....	119
Tabel 4. 48 Perhitungan Gaya-Gaya Akibat Gaya Angkat ( <i>Uplift Pressure</i> ) Kondisi Air Normal Gaya Horizontal.....	120
Tabel 4. 49 Perhitungan Gaya-Gaya Akibat Gaya Angkat ( <i>Uplift Pressure</i> ) Kondisi Air Normal Gaya Vertikal.....	121
Tabel 4. 50 Rekapitulasi Gaya Pada Kondisi Normal.....	122
Tabel 4. 51 Perhitungan Gaya-Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik Air Banjir .....	125
Tabel 4. 52 Perhitungan Gaya-Gaya Akibat Gaya Angkat ( <i>Uplift Pressure</i> ) Kondisi Air Banjir Gaya Horizontal.....	127
Tabel 4. 53 Perhitungan Gaya-Gaya Akibat Gaya Angkat ( <i>Uplift Pressure</i> ) Kondisi Air Normal Gaya Vertikal.....	128
Tabel 4. 54 Rekapitulasi Gaya Pada Kondisi Banjir .....	128