

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ULANG BENDUNG TETAP KOTO TUO DENGAN MENGGUNAKAN MERCU OGEE DI KECAMATAN KOTO TENGAH KOTA PADANG

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta*

Oleh:

HEPRI SAPUTRA
1310015211037



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2018**

KATA PENGANTAR



Assalammualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan hidayah-Nya sehingga penulis diberikan kekuatan dan kesehatan untuk menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul **“Perencanaan Ulang Bendung Tetap Koto Tuo Dengan Menggunakan Mercu Ogee Di kecamatan Koto Tengah Kota Padang”**.

Shalawat dan salam teruntuk nabi Muhammad SAW sebagai teladan umat muslim sedunia. Pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta.

Pada akhirnya, berkat doa, usaha dan kemampuan keras, Tugas Akhir ini dapat penulis selesaikan. Penulis menyadari dengan minimnya pengalaman serta dangkalnya ilmu pengetahuan yang penulis miliki, bukan tidak mungkin penulisan Tugas Akhir ini jauh dari kesempurnaan jika dibandingkan dengan apa yang diharapkan. Penulis menyadari masih banyak kekurangan-kekurangan atau kekhilafan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis tetap berharap, agar apa yang telah penulis lakukan ini, dapat bermamfaat dan berguna bagi kita semua.

Atas bantuan, bimbingan dan arahan yang telah diberikan pada penulis untuk mewujudkan Tugas Akhir ini. Maka penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua tercinta, saudaraku, terimakasih atas semua kasih sayang, pengorbanan, perhatian serta dorongan dan doa yang diberikan selama ini.
2. Bapak Dr. Nengah Tela, ST. MSCE selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Tomi Eriawan, ST.M.T, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta.

4. Ibu Dr. Rini Mulyani, M.Sc (M.eng) selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Dan Ibu Dr. Zuherna Mizwar, M.Sc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil.
5. Bapak Dr.Ir. Zahrul Umar. Dipl. HE selaku PembimbingI, dan Ibu Dr. Rini Mulyani ST., M.Sc (Eng) selaku Pembimbing II yang telah membimbing penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen dan staff di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta.
7. Teman-teman seperjuangan, mahasiswa Teknik Sipil Universitas Bung Hatta angkatan 2013 (Khususnya Hendra, Bang Anas, Ninit) yang telah bersedia membantu penulis dalam penulisan laporan ini.
8. Teman-teman seperjuangan yang sama pembimbingnya Buk rini Squad (Asni, Reda, Diki)
9. Senior-senior, rekan-rekan, junior-junior Teknik Sipil terima kasih atas kebersamaannya.
10. Teman-teman Kontrakan (Khususnya Deni dan Fauzi) yang sudah memberikan semangat, meskipun terkadang mengganggu sewaktu mengerjakan laporan.
11. Serta semua pihak yang telah membantu Penulis dalam proses kuliah sampai bisa menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.

Dengan segala keterbatasan maka penulisan Tugas Akhir ini tentu saja masih dapat kekurangan, Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kedepan yang lebih baik.

Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat dan dapat dijadikan salah satu referensi bagi pihak yang membutuhkan. Amin.

Padang, Februari 2018

Hepri Saputra

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Metodologi Pengumpulan Data	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pendahuluan.....	5
2.2 Curah Hujan.....	6
2.2.1 Analisis Curah Hujan Rata – Rata	6
2.2.1.1 Metode Aljabar (<i>Arithmetic Mean Methode</i>)7	
2.2.1.2 Metode Poligon Thiessen.....	7
2.2.1.3 Metode Isohiet.....	8
2.2.2 Curah Hujan Rencana	10
2.2.2.1 Metode Distribusi Normal	10
2.2.2.2 Metode Distribusi Gumbel.....	12
2.2.2.3 Metode Distribusi Log Normal	15

2.2.2.4	Metode Distribusi Log-Pearson Tipe III	16
2.2.3	Uji Kesesuain Data	21
2.2.3.1	Uji Chi-Kuadrat.....	21
2.2.3.2	Uji Smirnov Kolmogorov	22
2.3	Debit Banjir Rencana.....	26
2.3.1	Metode Melchior.....	26
2.3.2	Metode Hasper	27
2.3.3	Metode Empiris Mononobe	28
2.4	Pemilihan Lokasi Bendung.....	29
2.5	Perencanaan Hidrolis Bendung.....	30
2.5.1	Lebar Bendung.....	30
2.5.2	Perencanaan Mercu Bendung	32
2.5.2.1	Tipe Mercu Bendung.....	32
a.	Mercu Tipe Ogee.....	33
b.	Mercu Tipe Bulat	36
2.5.2.2	Elevasi Mercu.....	40
2.5.3	Kolam Peredam Energi	41
2.5.3.1	Kolam Loncat Air	42
2.5.3.2	USBR (U.S. Bureau of Reclamation)	44
2.5.3.3	Kolam Olak Tipe Bak Tenggelam	47
2.5.3.4	Kolam Olak <i>Vlugter</i>	49
2.5.4	Aliran Bawah Pondasi	50
2.5.4.1	Lantai Muka	51

2.5.4.2	Fungsi Lantai Muka	51
2.5.5	Air Balik (Back Water).....	53
2.6	Bangunan Pengambilan dan Bangunan Pembilas.....	55
2.6.1	Bangunan Pengambilan (<i>Intake</i>).....	55
2.6.2	Bangunan Pembilas.....	57
2.7	Kantong Lumpur.....	59
2.7.1	Kecepatan Endapan Sedimen.....	59
2.7.2	Dimensi Kantong Lumpur	60
2.7.3	Pembersihan Kantong Lumpur	62
2.7.3.1	Pembersihan Secara Hidrolis	62
2.7.3.2	Pembersihan Secara Mekanis/Manual	64
2.8	Tanggul Banjir	64
2.9	Tembok Pangkal Bendung.....	66
2.10	Stabilitas Bendung	66
2.10.1	Gaya Berat Bendung	66
2.10.2	Gaya Gempa.....	67
2.10.3	Gaya Akibat Tekanan Lumpur.....	67
2.10.4	Tekanan Air	68
a.	Tekanan Angkat Air (Uplift Pressure).....	69
b.	Tekanan Hidrostatik	71
2.10.5	Kontrol Stabilitas Bendung.....	72
a.	Stabilitas Terhadap Guling	72
b.	Stabilitas Terhadap Geser	72

c. Tekanan Terhadap Erosi Bawah Tanah (Piping)	73
d. Kontrol Terhadap Lantai Kolan Olak	74
e. Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah	75

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum	78
3.2 Identifikasi Masalah.....	80
3.3 Pengumpulan Data-Data.....	80
3.3.1 Peta Topografi.....	80
3.3.2 Data Hidrologi	81
3.4 Perhitungan Curah Hujan Rencana.....	81
3.5 Uji Distribusi Probabilita.....	82
3.6 Perhitungan Debit Banjir Rencana	82
3.7 Hidrolis Bendung.....	82

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Peta Topografi	83
4.2 Analisis Curah Hujan.....	84
4.2.1 Analisa Curah Hujan Rata Dengan Metode Thiessen	84
4.3 Analisis Curah Hujan Rencana	87
4.3.1 Metode Distribusi Normal	88
4.3.2 Metode Distribusi Gumbel.....	89
4.3.3 Metode Distribusi Log Normal	90
4.3.4 Metode Distribusi Log Person III	92
4.4 Uji Distribusi Probabilitas	93

4.4.1	Metode Chi-Kuadrat (X^2)	93
4.4.2	Metode Smirnov-Kolmogorof (secara analitis)	98
4.5	Analisa Debit Banjir Rencana	103
4.5.1	Metode Melchior.....	104
4.5.2	Metode Mononobe	106
4.5.3	Metode Hasper	108
4.6	Perhitungan Hidrolis Bendung	110
4.6.1	Perhitungan Elevasi Mercu Bendung.....	110
4.6.2	Lobar Total Bendung	112
4.6.3	Perhitungan Pintu Pengambilan (Intake)	112
4.6.4	Lebar efektif Bendung	112
4.7	Perhitungan Mercu Bendung	113
4.7.1	Mercu Ogee.....	113
4.7.2	Tinggi muka air banjir (h_d) diatas Mercu.....	115
4.7.3	Perhitungan Tinggi Muka Air Banjir di Hilir Bendung.....	117
4.8	Perhitungan Peredam Energy (Kolam Olak)	118
4.8.1	Peredam energy USBR	118
4.9	Perhitungan Air Balik (<i>Back Water</i>).....	119
4.10	Perencanaan Kantong Lumpur	124
4.11	Perhitungan Panjang Rembesan Dan Tekanan Air.....	128
4.11.1	Perhitungan Lantai Muka (Hulu).....	128
4.11.2	Kontrol Lantai Hulu Terhadap Piping	132
4.11.3	Tebal Lantai Peredam Energi.....	135

4.12	Gaya – gaya yang Bekerja	138
4.12.1	Akibat Berat Sendiri Bendung	138
4.12.2	Akibat Gaya Gempa.....	139
4.12.3	Akibat Tekanan Lumpur	141
4.12.4	Akibat Gaya Hidrostatik.....	143
4.12.5	Akibat Gaya Angkat Air (<i>Uplift Pressure</i>).....	145
4.13	Kontrol Stabilitas Bendung.....	150
4.13.1	Kontrol Pada Kondisi Air Normal	150
a.	Kontrol Terhadap Guling.....	151
b.	Kontrol Terhadap Geser.....	151
c.	Kontrol Terhadap Daya Dukung Tanah.....	151
4.13.2	Kontrol Pada Kondisi Air Banjir	152
a.	Kontrol Terhadap Guling.....	153
b.	Kontrol Terhadap Geser.....	153
c.	Kontrol Terhadap Daya Dukung Tanah.....	153

BAB V PENUTUP

7.1	Kesimpulan	156
7.2	Saran	156

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Bendung dan Sawah Koto Tuo.....	1
Gambar 2.1	Stasiun Hujan Pada Das.....	7
Gambar 2.2	Poligon Thiessen	8
Gambar 2.3	Metode Isohyet	9
Gambar 2.4	Lebar Efektif Bendung	31
Gambar 2.5	Bentuk-Bentuk Mercu	32
Gambar 2.6	Profil Bendung Mercu <i>Ogee</i>	33
Gambar 2.7	Faktor Koreksi C_1 Selain Untuk Tinggi Energi.....	35
Gambar 2.8	Faktor Pengurangan Aliran Tenggelam Sebagai Fungsi P_2/H_2	36
Gambar 2.9	Pada Mercu Bulat Dengan Perbandingan H_1/R	37
Gambar 2.10	Bendung Dengan Mercu Bulat	37
Gambar 2.11	Koefisien C_0 Sebagai Fungsi Perbandingan H_1/R	38
Gambar 2.12	Koefisien C_1 Sebagai Fungsi Perbandingan P/H_1	38
Gambar 2.13	Koefisien C_2 Sebagai Fungsi Perbandingan P/H_1	39
Gambar 2.14	Koefisien F Sebagai Fungsi Perbandingan H_2/H_1	39
Gambar 2.15	Jenis Locatan Aliran Pada Kolam Olak.....	41
Gambar 2.16	Parameter Kolam Locat Air.....	42
Gambar 2.17	Hubungan Percobaan Fr Dan Y_2/Y_u	43
Gambar 2.18	Karakteristik Kolam Olak Usbr Tipe Iii.....	45
Gambar 2.19	Karakteristik Kolam Olak Usbr Tipe Iv	47
Gambar 2.20	Peredam Energi Tipe Bak Tenggel.....	47

Gambar 2.21 Jari-Jari Minimum Bak.....	48
Gambar 2.22 Batas Minimum Tinggi Air Dihilir	49
Gambar 2.23 Batas Maksimum Tinggi Air Dihilir	49
Gambar 2.24 Kolam Olak <i>Vlugter</i>	50
Gambar 2.25 Tekanan Pada Tubuh Bendung	51
Gambar 2.26 Lantai Muka Dan Cut Off Wall.....	52
Gambar 2.27 Metoda Tahapan Langsung	54
Gambar 2.28 Tipe Pintu Pengambilan	56
Gambar 2.29 Hubungan Kecepatan Endap Air Tenang Dgn Diameter Saringan	59
Gambar 2.30 Skema Kantong Lumpur	60
Gambar 2.31 Kecepatan Tegangan Dan Geser Kritis Pasir Ll.....	63
Gambar 2.32 Gaya Tarik Pada Bahan Kohesif	64
Gambar 2.33 Kurve Pengempangan	65
Gambar 2.34 Gaya Angkat Pada Pondasi Batuan.....	70
Gambar 2.35 Gaya Tekan Keatas Pada Pondasi Bendung.....	70
Gambar 2.36 Tekanan Air Pada Dinding Tegak.....	71
Gambar 2.37 Metode Rembesan <i>Lane</i>	74
Gambar 2.38 Tebal Lantai Kolam Olak.....	75
Gambar 3.1 <i>Flow Chart Penyelesaian Tugas Akhir</i>	79
Gambar 4.1 Lokasi Bendung dan Catchment Area di Peta Topografi.....	83
Gambar 4.2 Sket Tinggi Bendung.....	111
Gambar 4.3 Tinggi Muka Air Di Atas Mercu Tipe Ogee	117
Gambar 4.4 Potongan Memanjang Kantong Lumpur.....	127

Gambar 4.5	Grafik Pembuangan Sedimen <i>Camp</i> (Kp Irigasi 02)	127
Gambar 4.6	Bendung Tanpa Lantai Hulu	131
Gambar 4.7	Bendung Dengan Lantai Hulu (Muka).....	131
Gambar 4.8	Gaya-Gaya Yang Bekerja Akibat Berat Sendiri.	138
Gambar 4.9	Gaya-Gaya Yang Bekerja Akibat Gempa	141
Gambar 4.10	Gaya-Gaya Yang Bekerja Akibat Lumpur	142
Gambar 4.11	Gaya Yang Bekerja Akibat Hidrostatik Saat Normal	143
Gambar 4.12	Gaya Yang Bekerja Akibat Hidrostatik Saat Banjir	144
Gambar 4.13	Gaya <i>Uplift</i> Horizontal Air Normal.....	146
Gambar 4.14	Gaya <i>Uplift</i> Vertikal Air Normal.....	147
Gambar 4.15	Gaya <i>Uplift</i> Horizontal Air Banjir	148
Gambar 4.16	Gaya <i>Uplift</i> Vertikal Air Banjir	149
Gambar 4.17	Hasil Perencanaan Bendung.....	155

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai Variabel Reduksi Gauss.....	11
Tabel 2.2	Reduced Variated Sebagai Fungsi Balik Waktu.....	13
Tabel 2.3	Reduced Mean (Yn) & Reduced Standar Deviasi (Sn)	13
Tabel 2.4	Nilai Kt	15
Tabel 2.5	Nilai Ktr Untuk distribusi Pearson Iii (Kemencengan Positif)	17
Tabel 2.6	Nilai K _{tr} Untuk Distribusi Pearson Iii (Kemencengan Negatif)..	19
Tabel 2.7	Nilai X _{cr} ²	22
Tabel 2.8	Nilai Δ _{Kritik} Uji Smirnov-Kolgomorov	24
Tabel 2.9	Wilayah Luas Dibawah Kurva Normal	24
Tabel 2.10	Koefisien Kontraksi Ka Dan Kp.....	32
Tabel 2.11	Harga K Dan N	34
Tabel 2.12	Harga-Harga Minimum Rembesan <i>Lane</i> Dan <i>Blight</i> (Cl).....	53
Tabel 2.13	Koefisien Zona Gempa Zona A, B, C, D, E, F	67
Tabel 2.14	Periode Ulang Dan Percepatan Gempa Dasar	68
Tabel 2.15	Harga-Harga Ξ.....	69
Tabel 2.16	Koefisien Kekasaran (F).....	72
Tabel 2.17	Faktor Kapasitas Dukung Tanah <i>Terzaghi</i>	76
Tabel 2.18	Harga Sudut Gesekan Dalam Dan Kohesi.....	77
Tabel 4.1	Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Dengan Metode Thiessen.	86
Tabel 4.2	Curah Hujan Rata-Rata Metode Thiessen	87
Tabel 4.3	Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Normal..	88

Tabel 4.4	Hasil Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Normal	89
Tabel 4.5	Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Gumbel.	89
Tabel 4.6	Hasil Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Gumbel.....	90
Tabel 4.7	Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Log Normal	90
Tabel 4.8	Hasil Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Log Normal	90
Tabel 4.9	Perhitungan C.H. Rencana Metode D. Log Person Tipe Iii	92
Tabel 4.10	Hasil Curah Hujan Rencana Metode D. Log Person Tipe Iii	93
Tabel 4.11	Pengurutan Data Hujan Dari Besar Ke Kecil	93
Tabel 4.12	Perhitungan Nilai X^2 Untuk Distribusi Gumbel	96
Tabel 4.13	Perhitungan Nilai X^2 Untuk Distribusi Normal.....	96
Tabel 4.14	Perhitungan Nilai X^2 Untuk Distribusi Log Normal	97
Tabel 4.15	Perhitungan Nilai X^2 Untuk Distribusi Log Person Tipe Iii.....	97
Tabel 4.16	Rekapitulasi Nilai X^2 Dan X^2_{cr}	97
Tabel 4.17	Perkiraan Hujan Rencana Das Batang Air Dingin Dengan Distribusi Probabilitas Gumbel	98
Tabel 4.18	Perhitungan Uji Distribusi Normal Dengan Metode Smirnov Kolmogorof.....	99
Tabel 4.19	Perhitungan Uji Distribusi Gumbel Dengan Metode Smirnov Kolmogorof.....	100
Tabel 4.20	Perhitungan Uji Distribusi Log Normal Dengan Metode Smirnov Kolmogrof.....	101
Tabel 4.21	Perhitungan Uji Distribusi Log Person Type Iii Dengan Metode Smirnov Kolmogrof.....	102

Tabel 4.22	Rekapitulasi Nilai Δp Dan Δp_k	103
Tabel 4.23	Perkiraan Hujan Rencana Das Batang Air Dingin Dengan Distribusi Probabilitas Gumbel	103
Tabel 4.24	Hasil Perhitungan Debit Banjir Metode Melchior	106
Tabel 4.25	Hasil Perhitungan Debit Banjir Metode Mononobe	107
Tabel 4.26	Hasil Perhitungan Debit Banjir Metode Hasper	109
Tabel 4.27	Resume Debit Banjir Dari Hasil Perhitungan.....	109
Tabel 4.28	Simulasi Perhitungan Tinggi Energy Diatas Mercu Ogee.....	115
Tabel 4.29	Perhitungan Tinggi Muka Air Banjir (Hd) Di Atas Mercu Ogee	116
Tabel 4.30	Koordinat Permukaan Hilir Mercu Ogee.....	116
Tabel 4.31	Perhitungan Tinggi Air Banjir Di Hilir Bendung.....	118
Tabel 4.32	Perhitungan Back Water Bendung Koto Tuo	123
Tabel 4.33	Perhitungan Jalur Rembesan Dan Tekanan Air Pada Saat Normal	133
Tabel 4.34	Perhitungan Jalur Rembesan Dan Tekanan Air Pada Saat Banjir	134
Tabel 4.35	Perhitungan Gaya Dan Momen Akibat Berat Sendiri Bendung.	139
Tabel 4.36	Harga Koefisien Gempa N Dan M	140
Tabel 4.37	Harga Koefisien Gempa A_c	140
Tabel 4.38	Perhitungan Gaya Dan Momen Akibat Gaya Gempa.....	141
Tabel 4.39	Perhitungan Gaya Akibat Lumpur	142
Tabel 4.40	Perhitungan Gaya Akibat Hidrostatik Saat Normal	144
Tabel 4.41	Perhitungan Gaya Akibat Hidrostatik Saat Banjir	145
Tabel 4.42	Perhitungan Gaya <i>Uplift Pressure</i> Pada Air Normal.....	146
Tabel 4.43	Perhitungan <i>Uplift Pressure</i> horizontal Pada Air Normal	146

Tabel 4.44	Perhitungan <i>Uplift Pressure</i> vertikal Pada Air Normal	147
Tabel 4.45	Perhitungan Gaya <i>Uplift Pressure</i> Pada Air Banjir	148
Tabel 4.46	Perhitungan <i>Uplift Pressure</i> horizontal Pada Air Banjir	149
Tabel 4.47	Perhitungan <i>Uplift Pressure</i> Vertikal Pada Air Banjir	150
Tabel 4.48	Rekapitulasi Gaya-Gaya Dan Momen Kondisi Air Normal	150
Tabel 4.49	Rekapitulasi Gaya-Gaya Dan Momen Kondisi Air Banjir	152

DAFTAR NOTASI

\bar{R}	=	Tinggi curah hujan rata-rata (mm)
S	=	Standar deviasi
R_t	=	Curah hujan harian rencana dengan periode ulang t tahun (mm)
S_n	=	Reduced standar deviasi
Y_t	=	Reduced variate
Y_n	=	Reduced mean
μ	=	Standar variabel untuk periode ulang tertentu
R_1	=	Hujan absolut maximum ke-1 (mm)
R_2	=	Hujan absolut maximum ke-2 (mm)
n	=	Jumlah tahun pengamatan
m	=	Urutan (rangking)
R	=	Harga terbesar dari R_2 atau $5/6 R_1$
m_t, m_p	=	Koefisien Weduwen
Q_d	=	Debit Banjir Rencana (m^3/dt)
i	=	Intensitas hujan (mm/jam)
C	=	Koefisien aliran
A	=	Luasan catchment area (km^2)
B	=	Lebar Bendung (m)
B_s	=	Lebar rerata sungai (m)
B_{eff}	=	Lebar efektif bendung (m)
K_p	=	Koefisien kontraksi pilar
K_a	=	Koefisien kontraksi pangkal bendung
n	=	Jumlah pilar

- H_1 = Tinggi energi (m)
 g = Percepatan gravitasi (9,81 m/dt²)
 C_d = Koefisien debit
 h = Tinggi energi rencana diatas mercu (m)
 x, y = Koordinat permukaan hilir
 V_u = Kecepatan awal loncatan (m/dt)
 z = Tinggi jatuh (m)
 F_r = Bilangan *froude*
 V_1 = Kecepatan awal loncatan (m)
 g = Percepatan gravitasi (9,81 m/dt²)
 Y_u = Kedalaman air diawal loncat air (m)
 Y_2 = Kedalaman air diatas ambang ujung (m)
 q = Debit per satuan lebar (m³/dt.m)
 L = Panjang kolam olak (m)
 h_c = Kedalaman air kritis (m)
 ΔX = Panjang arus balik (m)
 E_s = Energy spesifik
 I_o = Kemiringan sungai
 I_f = Kemiringan garis energi
 A = Luas penampang (m²)
 n = Angka kekasaran manning
 R = Jari-jari hidrolis (m)
 a = Tinggi bukaan (m)
 β = Faktor bentuk

- s = Tebal jeruji (m)
- V = Volume tampungan (m^3)
- T = Jarak waktu pembilas (detik)
- w = Kecepatan endap partikel sedimen (m/dt)
- Qs = Debit pembilasan (m^3/dt)
- Vs = Kecepatan aliran saat pembilasan(m/dt)
- Rs = Jari-jari pembilasan (m)
- As = Luas penampang basah pembilasan (m^2)
- Is = Kemiringan energi pembilasan
- Ps = Gaya akibat tekanan sedimen, terletak pada 2/3 kedalaman (t/m^2)
- γ_s = Berat Lumpur (t/m)
- φ = Sudut gesekan (derajat)
- Qn = Debit normal (m^3/dt)
- Vn = Kecepatan aliran normal (0,4 m/dt)
- Rn = Jar-jari normal (m)
- An =Luas penampang basah normal (m^2)
- In = Kemiringan energi normal
- Ks =Koefisien kekasaran strickler
- G = Berat konstruksidalam 1 m panjang (ton)
- n, m = Koefisien jenis tanah
- a_c = Percepatan kejut dasar(cm/dt^2)
- W_u = Gaya tekan ke atas resultante (ton)
- z = Faktor yang bergantung pada letak geografis
- a_d = Percepatan gempa rencana (cm/dt^2)

E	= Koefisien gempa
h_1	= Kedalaman air di hulu (m)
h_2	= Kedalaman air di hilir (m)
c	= Proporsi luas tekanan hidrostatik bekerja
τ_w	= Berat jenis air (t/m^3)
ξ	= Proporsi tekanan (<i>proportion of net head</i>)
P_x	= Gaya angkat pada x (kg/m^2)
L	= Panjang total bidang kontak bangunan dan tanah bawah (m)
L_x	= Jarak sepanjang bidang kontak dan hulu sampai x (m)
ΔH	= Beda tinggi energi (m)
H_x	= Tinggi energi di hulu bendung (m)
P_h	= Tekanan hidrostatik (t/m^2)
P_a	= Gaya hidrostatik (t)
γ_w	= Berat jenis air (t/m^3)
z	= Jarak dari permukaan air bebas (m)
h	= Kedalaman aliran (m)
E_a	= Tekanan tanah aktif (t/m)
E_p	= Tekanan Tanah pasif (t/m)
K_a	= Koefisien tanah aktif Rankhine
K_p	= Koefisien tanah pasif Rankhine
γ	= Berat volume tanah (t/m^3)
H_1	= Tinggi tanah untuk tanah aktif (m)
H_2	= Tinggi tanah untuk tanah pasif (m)
c	= Kohesi (t/m^2)

- α = Kemiringan bagian belakang dinding
 δ = Sudut gesekan antar dinding dan tanah
 \emptyset = Sudut geser dalam
 ΣMt = Jumlah momen tahan (t.m)
 ΣMg = Jumlah momen guling (t.m)
 Sf = Faktor keamanan
 ΣV = Jumlah gaya vertikal (ton)
 ΣH = Jumlah gayahorizontal (ton)
 f = Koefisien geser
 C_L = Angka rembesan *Lane*
 ΣL_V = Jumlah panjang vertikal (m)
 ΣL_H = Jumlah panjang horizontal (m)
 P_x = Gaya angkat pada titik x (t/m²)
 W_x = Kedalaman air pada titik x (m)
 dx = Tebal lantai pada titik x (m)
 τ = Berat jenis material (t/m³)
 Q_{ult} = Kapasitas dukung tanah (t/m²)
 N_c = Faktor kapasitas dukung tanah
 D_f = Kedalaman fondasi (m)
 σ_1 = Tegangan maksimum yang terjadi pada tanah (t/m²)
 σ_2 = Tegangan minimum yang terjadi pada tanah (t/m²)
 e = Jarak eksentrisitas (m)
 ΣM_V = Jumlah momen vertikal (t.m)
 ΣM_H = Jumlah momen horizontal (t.m)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemerintah senantiasa memberikan perhatian serius terhadap pembangunan sektor pertanian. Guna untuk meningkatkan produksi petani agar dapat memenuhi swasembada pangan dalam negeri yang senantiasa mengalami peningkatan jumlah penduduk. Salah satu upaya peningkatan produksi pangan yaitu dengan melalui penyediaan dan peningkatan faktor-faktor pendukung daerah irigasi dan bangunannya. Menurut standar tata cara perencanaan umum bendung, yang diartikan dengan bendung adalah suatu bangunan air dengan kelengkapan yang di bangun melintang sungai atau sudetan yang sengaja dibuat untuk meninggikan taraf muka air atau untuk mendapatkan tinggi terjun, sehingga air sungai dapat disadap dan dialirkan secara gravitasi ke tempat tertentu yang membutuhkannya dan atau untuk mengendalikan dasar sungai, debit dan angkutan sedimen.

Pendayagunaan sumber daya air adalah upaya penatagunaan, penyediaan, penggunaan, pengembangan, dan pengusahaan sumber daya air secara optimal agar berhasil guna dan berdaya guna. Sistem irigasi gravitasi adalah suatu sistem yang mana pemberian air irigasi di alirkan secara gravitas untuk mengairi lahan pertanian. Pengolahan Sumber Daya Air merupakan salah satu penggalan potensi strategis yang memberikan kontribusi terhadap penyediaan prasarana dan sarana pertanian dalam rangka memenuhi kebutuhan pangan nasional. Sebab itu perlunya pembangunan irigasi guna mendapatkan sistem yang memenuhi kriteria irigasi teknis yang efektif dan efisien.

Kecamatan Koto Tengah Provinsi Sumatera Barat merupakan daerah potensial untuk meningkatkan ketahanan pangan. Namun daerah irigasi yang ada di kecamatan koto tengah belum optimal penyediaan air irigasi. Dikarenakan rusaknya bendung yang mengakibatkan kebutuhan air tidak dapat terpenuhi yang mencakup areal pertanian seluas 1004 Ha (sumber : PSDA Sumatera Barat). Berdasarkan letak geografis kecamatan koto tengah terletak pada $00^{\circ} 84' 01,7''$ lintang selatan dan $100^{\circ} 36' 75,3''$ bujur timur. Batang Air Dingin merupakan sungai utama yang berada di Kecamatan Koto Tengah.

Bendung ini di bangun pada tahun 1976, akibat curah hujan yang tinggi dan banjir yang terjadi di Batang Air Dingin tanggal 2 Agustus 2016, bendung ini mengalami rusak berat dan tidak berfungsi lagi, sehingga sawah-sawah mengalami kekeringan seluas 1004 Ha (Sumber : Berita SUMBAR, 2016).



Gambar 1.1 : Bendung dan Sawah Koto Tuo

Merujuk dari beberapa hal di atas maka penulis tertarik mengambil ini sebagai bahan untuk pembuatan Tugas Akhir dengan Judul **“Perencanaan Ulang Bendung Tetap Koto Tuo Dengan Menggunakan Mercu Ogee Di Kecamatan Koto Tangah Kota Padang”**. Karena mercu ogee itu seperti tirai luapan sehingga hambatannya kecil maka tinggi air di atas mercu itu kecil atau rendah, dan bentuk di hulu bendung datar, cocok untuk tipe ogee karena tidak menimbulkan banjir di hulu akibat air balik yang ditimbulkan mercu ogee. Maka yang cocok digunakan yaitu mercu tipe ogee. Dan bendung yang akan direncanakan diletakkan pada posisi bendung yang sama dengan yang sebelumnya, tidak dilakukan analisa terhadap lokasi lainnya.

1.2 Maksud dan Tujuan Penulisan

Maksud dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk menganalisa perencanaan Bendung Koto Tuo Kecamatan Koto Tangah Kota Padang Provinsi Sumatera Barat. Dimana bendung tersebut berguna untuk mengairi areal pertanian seluas 1004 Ha.

Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. untuk mengetahui teori-teori dasar perencanaan bendung
2. melakukan perhitungan analisis hidrologi dan hidrolis bendung seperti perhitungan mercu dan peredam energi bendung
3. Melakukan perhitungan stabilitas bendung sehingga diperoleh suatu struktur bangunan yang memenuhi persyaratan sesuai standar yang berlaku.

1.3 Batasan Masalah

Lingkup pembahasan dalam penulisan Tugas Akhir **“Perencanaan Ulang Bendung Tetap Koto Tuo Dengan Menggunakan Mercu Ogee Di Kecamatan Koto Tengah Kota Padang”** penulis membatasi masalah yang di bahas yakni :

- a. Analisis hidrologi terdiri dari : Analisis curah hujan rata-rata, analisa curah hujan rencana dari berbagai metode, dan analisa debit banjir rencana.
- b. Perencanaan Teknis Bendung yang terdiri dari : Penentuan lokasi bendung, perhitungan elevasi mercu bendung, perencanaan lebar bendung, pemilihan tipe mercu, perencanaan peredam energi, perhitungan hidrolis bendung, perencanaan lantai muka, back water curve, tembok pangkal, tanggul banjir, dan bangunan pelengkap.
- c. Perhitungan stabilitas bendung terdiri dari : Perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada bendung, dan meninjau terhadap piping, guling, geser, kapasitas daya dukung tanah, eksentrisitas dan tegangan tanah.
- d. Gambar hasil perhitungan bendung.

1.4 Metode Pengumpulan Data

Dalam perencanaan Bendung Koto Tuo langkah awal yang diambil adalah melakukan pengumpulan data, dimana data tersebut harus diperoleh dari hasil pengamatan yang teliti dan dapat dipertanggung jawabkan. Cara pengumpulan data adalah sebagai berikut :

- a. Survey Lapangan
- b. Mengumpulkan bahan studi pendahuluan mengenai perencanaan bendung tetap.

- c. Mengumpulkan data-data yang diperoleh dari Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air dan Balai Wilayah Sungai Sumatera V Provinsi Sumatera Barat.
- d. Studi literatur dari Perpustakaan yang ada dan materi perkuliahan.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Tugas Akhir “Perencanaan Ulang Bendung Tetap Koto Tuo Dengan Menggunakan Mercu Ogee Di Kecamatan Koto Tangah” secara sistematis terdiri dari :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas tentang menguraikan tentang latar belakang, tujuan dan maksud, batasan masalah, metode pengumpulan data, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini membahas tentang tinjauan pustaka, landasan teori yang mencakup umum tentang perencanaan bendung dan pemanfaatan air irigasi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas tentang langkah-langkah dalam perhitungan Bendung Koto Tuo.

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang perhitungan analisa hidroligi, perhitungan curah hujan rata-rata, curah hujan rencana dan debit banjir rencana. Dan perencanaan hidrolis bendung tetap serta bangunan pelengkap dan kontrol terhadap stabilitas bendung terhadap bahaya yang timbul.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini merupakan suatu bab penutup yang berisikan kesimpulan dan saran mengenai tugas akhir ini.