

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN BENDUNG KOTO TUO DENGAN MENGUNAKAN MERCU BULAT DAN KOLAM PEREDAM ENERGI TIPE BAK TENGGELAM DI SUNGAI BATANG AIE DINGIN KECAMATAN KOTO TANGAH KOTA PADANG

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

Oleh:

OGI PRATAMA PUTRA ARYU
1310015211042



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

KATA PENGANTAR



Dengan mengucapkan segala puji dan syukur kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan berkat rahmat dan karunia-NYA kepada penulis. Shalawat dan salam penulis sampaikan kepada Rasulullah Muhammad SAW, yang menjadi panutan dan tauladan bagi kita semua. Dengan kuasa Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sesuai dengan yang direncanakan.

Tugas Akhir ini penulis susun adalah untuk memenuhi persyaratan akademis untuk memperoleh gelar kesarjanaan Strata-1 pada jurusan Teknik Sipil Universitas Bung Hatta Padang.

Dalam penulisan ini, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak akan dapat terwujud tanpa adanya bantuan, dukungan serta bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayahanda **“Yuliardi,Spd”** dan Ibunda **“Arniyeli,Spd”**, berkat do’a serta kasih sayang yang tulus dan ikhlas memberikan semangat dan motivasi yang tiada ternilai bagi penulis.
2. Bapak **Dr. Ir. Bahrul Anif,M.T** sebagai Pembimbing I penulis yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan dan masukan dalam penulisan Tugas Akhir.
3. Bapak **Dr. Ir. Zahrul Umar., Dipl.H.E** sebagai pembimbing II penulis banyak memberikan motivasi, pemikiran, nasehat dan masukan bagi penulis selama penulisan Tugas Akhir.
4. Bapak **Dr. I. Nengah Tela, M.Sc.** selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta Padang.
5. Bapak **Tomi Heriawan, ST., M.T** selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Unuversitas Bung Hatta
6. Ibuk **Dr. Rini Mulyani, ST., M.SC (Eng)** selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Perencanaan Universitas Bung Hatta Padang.

7. Seluruh dosen dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknik Sipil Perencanaan Universitas Bung Hatta Padang.
8. Kawan-kawan seperjuangan **TEKNIK SIPIL ANGKATAN 13**, senior dan adik-adik junior yang mungkin tidak dapat disebutkan nama nya satu persatu dan semua pihak yang membantu kelancaran dalam penulisan Tugas Akhir ini, semoga Allah SWT. membalas dengan beribu kebaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini tak lepas dari adanya kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan adanya kontribusi pemikiran berupa saran dan masukan yang membangun demi kesempurnaan dari penulisan ini. Semoga Penulisan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak terutama bagi penulis sendiri.

Padang, 09 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	iii
BABI PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penulisan	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Metode Pengumpulan Data.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.2 Analisa Hidrologi.....	7
2.2.1 Curah Hujan.....	7
2.2.2 Daerah Hujan Rata-Rata.....	7
2.2.2.1 Metode Aljabar	7
2.2.2.2 Metode Poligon Thiessen.....	8
2.2.2.3 Metode Isohiet	9
2.2.3 Curah Hujan Rencana	10
2.2.3.1 Metode Distribusi Normal.....	10
2.2.3.2 Metode Dstribusi Gumbel	12
2.2.3.3 Metode Distribusi Log Normal	14
2.2.3.4 Metode Distribusi Log Pearson Tipe III	15
2.2.4 Uji Kesesuaian Data	19
2.2.4.1 Uji Chi-Kuadrat	19
2.2.4.2 Uji Sminirnov kolmogorof	20
2.3 Debit Banjir Rencana.....	23
2.3.1 Metode Hasper.....	23
2.3.2 Metode Melchior.....	25
2.3.3 Metode Dr. Mononobe	26

2.4	Perencanaan Bendung	
2.4.1	Pemilihan Lokasi Bendung	27
2.4.2	Lebar Bendung	29
2.4.3	Perencanaan Mercu Bendung	31
2.4.3.1	Tipe Mercu Bendung	31
2.4.3.2	Mercu Tipe Bulat	31
2.4.3.3	Mercu Tipe Ogee	35
2.4.3.4	Elevasi Mercu	37
2.4.4	Kolam Peredam Energi	38
2.4.4.1	Kolam Olak Tipe Bak Tenggelam	38
2.4.4.2	Kolam Olak Tipe Vlughter	42
2.4.4.3	Kolam Olak Tipe Bucket	43
2.4.4.4	Kolam Olak Tipe USBR	45
2.4.5	Aliran Bawah Pondasi	47
2.4.5.1	Lantai Muka	47
2.4.5.2	Fungsi Lantai Muka	47
2.4.6	Air Balik (<i>Back Water</i>)	50
2.4.7	Bangunan Pengambilan dan Pembilas	51
2.4.7.1	Bangunan Pengambilan (Intake)	51
2.4.7.2	Bangunan Pembilas	52
2.4.8	Kantong Lumpur	53
2.4.9	Stabilitas Bendung	55
2.4.9.1	Gaya Berat Bendung	55
2.4.9.2	Gaya Gempa	56
2.4.9.3	Tekanan Lumpur	57
2.4.9.4	<i>Uplift Pressure</i> (Tekanan Angkat Air)	57
2.4.9.5	Gaya Akibat Tekanan Tanah	59
2.5	Kontrol Stabilitas	61
2.5.1	Stabilitasn Terhadap Guling	61
2.5.2	Stabilitas Terhadap Geser	61
2.5.3	Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah	61

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum	63
3.2 Pengumpulan Data-Data.....	63
3.2.1 Peta Topografi	63
3.2.2 Data Hidrologi	64
3.2.3 Data Morfologi	64
3.2.4 Data Geologi.....	65
3.2.5 Data Mekanika Tanah	65
2.3 Uji Distribusi Probabilitas.....	66
2.4 Hidroulis Bendung.....	66

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Peta Topografi.....	68
4.2 Analisis Curah Hujan.....	70
4.2.1 Metode Thiessen.....	70
4.3 Analisi Curah Hujan Rencana	74
4.3.1 Metode Distribusi Normal.....	75
4.3.2 Metode Distribusi Gumbel	76
4.3.3 Metode Distribusi Log Normal	78
4.3.4 Metode Distribusi Log Person III.....	79
4.4 Uji Distribusi Probabilitas.....	82
4.5 Analisis Debit Banjir Rencana	94
4.5.1 Metode Melchior	95
4.5.2 Metode Mononobe	97
4.5.3 Metode Hasper	98
4.6 Perhitungan Hidrolis Bendung	102
4.6.1 Perhitungan Elevasi Mercu	102
4.6.2 Perhitungan Pintu Pengambilan	103
4.7 Perhitungan Mercu Bendung	104
4.7.1 Mercu Bulat.....	104
4.7.2 Tinggi Muka Air Banjir Di Atas Mercu	107
4.7.3 Tinggi Muka Air Banjir Dihilir Bendung	109

4.8 Perhitungan Peredam Energi.....	110
4.8.1 Peredam Energi Bak Tenggelam.....	110
4.8.2 Perhitungan Air Balik.....	112
4.9 Perencanaan Kantong Lumpur	116
4.10 Perhitungan Panjang Rembesan Dan Tekanan Air.....	120
4.11 Perhitungan Stabilitas Bendung.....	134

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	155
5.2 Saran	157

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 : Bendung Koto Tuo.....	2
Gambar 2.1 : Sketsa Stasiun curah hujan cara rata-rata hitung	8
Gambar 2.2 : Pembagian daerah dengan cara Thiessen	8
Gambar 2.3 : Metode Isohiet	9
Gambar 2.4 : Bentuk-bentuk mercu	31
Gambar 2.5 : Bendung dengan mercu Bulat.....	32
Gambar 2.6 : Koefisien C_0 sebagai fungsi perbandingan H_1/r	33
Gambar 2.7 : Koefisien C_1 sebagai fungsi perbandingan p/H_1	33
Gambar 2.8 : Koefisien C_2 sebagai fungsi perbandingan p/H_1	34
Gambar 2.9 : Koefisien f sebagai fungsi perbandingan H_2/H_1	34
Gambar 2.10 : Faktor koreksi untuk selain tinggi energi rencana pada bendung mercu Ogee	36
Gambar 2.11 : Peredam Energi Tipe Bak Tenggelam	39
Gambar 2.12 : Jari-jari minimum bak	40
Gambar 2.13 : Batas minimum tinggi air hilir.....	41
Gambar 2.14 : Batas Maksimum Tinggi Air Hilir.....	41
Gambar 2.15 : Kolam Olak Tipe Vlughter	43
Gambar 2.16 : Tipe –Tipe bucket	45
Gambar 2.17 : Tekanan Hidrostatik Pada Bendung	47
Gambar 2.18 : Metoda tahapan langsung	50
Gambar 2.19 : Metoda tahapan langsung	58
Gambar 4.1 : Daerah Aliran Sungai Batang Air Dingin	69
Gambar 4.2 : Sket Tinggi Bendung.....	104

Gambar 4.3	: Koefisien C_0 untuk bendung mercu bulat sebagai fungsi dari nilai banding	108
Gambar 4.4	: Koefisien C_1 sebagai nilai banding fungsi p/H_1	108
Gambar 4.5	: Koefisien C_2 untuk bendung mercu ogee dengan muka hulu melengkung	109
Gambar 4.6	: Tinggi muka air banjir (H_d) di atas mercu	109
Gambar 4.7	: tinggi muka air di atas mercu tipe bulat	110
Gambar 4.8	: Jari jari minimum bak	112
Gambar 4.9	: Batas minimum tinggi air hilir	113
Gambar 4.10	: Potongan memanjang kantong lumpur	121
Gambar 4.11	: Grafik pembuangan sedimen <i>Camp</i>	122
Gambar 4.12	: Bendung tanpa lantai hulu	126
Gambar 4.13	: Bendung dengan lantai hulu (muka)	127
Gambar 4.14	: Potongan Memanjang Bendung	136
Gambar 4.15	: Gaya-gaya yang bekerja akibat berat sendiri	137
Gambar 4.15	: Gaya-gaya yang bekerja akibat gempa	139
Gambar 4.16	: Gaya yang bekerja akibat Tekanan Lumpur	142
Gambar 4.17	: Gaya yang bekerja akibat hidrostatis saat normal	143
Gambar 4.18	: Gaya yang bekerja akibat hidrostatis saat banjir	146
Gambar 4.19	: Gaya <i>uplift</i> horizontal air normal	148
Gambar 4.20	: Gaya <i>uplift</i> vertikal air normal	149
Gambar 4.21	: Gaya <i>uplift</i> horizontal air banjir	151
Gambar 4.22	: Gaya <i>uplift</i> Vertikal air banjir	152

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 (Y_n) & Reduced Standar Deviasi (S_n).....	13
Tabel 2.4	: K_T	15
Tabel 2.5	: Nilai KTR untuk Distribusi Pearson III	17
Tabel 2.6	: Nilai K_{TR} untuk Distribusi Pearson III	18
Tabel 2.7	: Nilai χ_{cr}^2	20
Tabel 2.8	: Nilai Δ_{kritik} Uji Smirnov-Kolgomorov.....	21
Tabel 2.9	: Wilayah luas dibawah kurva normal.....	22
Tabel 2.10	: Harga-harga koefisien kontraksi.....	30
Tabel 2.11	: Weighted Creep Ratio	49
Tabel 2.12	: Harga-Harga Perkiraan Untuk Koefisien Gesekan.....	50
Tabel 2.13	: Harga koefisien tanah aktif Rankine.....	60
Tabel 2.14	: Harga koefisien tanah pasif Rankine	60
Tabel 2.15	: Harga ϕ dan c	61
Tabel 4.1	Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Dengan Metode Thiessen	73
Tabel 4.2	Curah Hujan Rata-Rata	75
Tabel 4.3	Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Normal	76

Tabel 4.4 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Normal	77
Tabel 4.5 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Gumbel.....	77
Tabel 4.6 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Gumbel.....	78
Tabel 4.7 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Log Normal	79
Tabel 4.8 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Log Normal	80
Tabel 4.9 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode D. Log Person Tipe III.....	80
Tabel 4.10 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode D. Log Person Tipe III.....	81
Tabel 4.11 Pengurutan data hujan dari besar ke kecil.....	83
Tabel 4.12 Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Gumbel.....	85
Tabel 4.13 Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Normal	86
Tabel 4.14 Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Log Normal	87
Tabel 4.15 Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Log Person Tipe III.....	88
Tabel 4.16 rekapitulasi nilai X^2 dan X^2_{cr}	88
Tabel 4.17: Perkiraan Hujan Rencana DAS dengan Distribusi Probabilitas Gumbel	89
Tabel 4.18 : Perhitungan Uji Distribusi Normal dengan Metode Smirnov Kolmogorof	90
Tabel 4.19 : Perhitungan Uji Distribusi Gumbel dengan Metode Smirnov Kolmogorof	91
Tabel 4.20 : Uji Distribusi Log Normal dengan Metode Smirnov Kolmogrof	92
Tabel 4.21 : Uji Distribusi Log Person Type III dengan Metode Smirnov Kolmogrof ...	94
Tabel 4.22 : Rekapitulasi Nilai Δp dan Δp_{kr}	94

Tabel 4.23 Perkiraan Hujan Rencana DAS dengan Distribusi Probabilitas Gumbel	95
Tabel 4.24 Hasil perhitungan debit banjir metode Mononobe	99
Tabel 4.25 Hasil perhitungan debit banjir metode Hasper	101
Tabel 4.26 Resume Debit Banjir Dari Hasil Perhitungan	102
Tabel 4.27 coba-coba cd.....	107
Tabel 4.28 Perhitungan tinggi muka air banjir (Hd) di atas mercu.....	110
Tabel 4.29 Perhitungan dilakukan dengan cara coba-coba	111
Tabel 4.30 Perhitungan back water bendung Koto Tuo	117
Tabel 4.31 Perhitungan panjang garis rembesan	129
Tabel 4.32 Perhitungan panjang garis rembesan	131
Tabel 4.33 Perhitungan gaya dan momen akibat berat sendiri	138
Tabel 4.34 Perhitungan gaya dan momen akibat gaya gempa.....	140
Tabel 4.35 Perhitungan gaya akibat lumpur	141
Tabel 4.36 Perhitungan gaya akibat hidrostatis saat normal	144
Tabel 4.37 Perhitungan gaya akibat hidrostatis saat banjir	145
Tabel 4.38 Perhitungan gaya <i>uplift pressure</i> pada air normal	148
Tabel 4.39 Perhitungan <i>uplift pressure</i> horizontal pada air normal.....	149
Tabel 4.40 Perhitungan <i>uplift pressure</i> vertikal pada air normal.....	150
Tabel 4.41 Perhitungan gaya <i>uplift pressure</i> pada air banjir	150

Tabel 4.42 Perhitungan <i>uplift pressure</i> horizontal pada air banjir.....	151
Tabel 4.43 Perhitungan <i>uplift pressure</i> vertikal pada air banjir.....	152
Tabel 4.44 Rekapitulasi gaya-gaya dan momen kondisi air normal	153
Tabel 4.45 Rekapitulasi gaya-gaya dan momen kondisi air banjir	156

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk negara yang kaya air. Hal ini tercermin menurut catatan Depertemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. rata-rata mencapai 15.50 m³/kapita/tahun. Jauh dari rata-rata dunia yang hanya 600 m³ /kapita/tahun. Namun, ketersediaan air sangat bervariasi menurut ruang dan waktu. Di sisi lain, distribusi air antarsektor dan antarwilayah makin kompleks dengan potensi konflik yang cenderung meningkat. Kondisi ini diakibatkan oleh kemampuan pasokan air yang makin menurun dengan tingkat ketidak pastian yang tinggi, serta pengguna yang makin beragam dan banyak jumlahnya (Soemarmo,2004).

Pengelolaan sumber daya air yang baik akan berdampak pada kelestarian dan keseimbangan lingkungan hidup baik sekarang maupun akan datang. Kegiatan-kegiatan yang dapat dilakukan dengan menggunakan sistem teknis seperti penghijauan, perkuatan tebing, bendung, bendungan, embung dan sebagainya maupun dengan sistem non teknis seperti membuat perundang–undangan.

Padang adalah ibu kota provinsi Sumatera Barat dengan luas wilayah 694,93 Km² dengan jumlah penduduk nya sebanyak 914.968 jiwa (Badan Pusat Statistik Kota Padang). Kota Padang merupakan wilayah dimana penduduknya rata-rata bekerja pada sektor pertanian, khususnya menggarap lahan persawahan.

Dalam rangka pengelolaan sawah ini perlu didukung oleh sarana dan prasarana irigasi yang memadai, agar dapat mengolah lahan persawahannya. Salah satu cara untuk mencapai program tersebut, adalah pengembangan suatu areal pertanian khususnya Daerah Irigasi Koto Tuo Sungai Batang Aie Dingin di kecamatan Koto Tangah.

Kecamatan Koto Tangah Provinsi Sumatera Barat merupakan daerah potensial untuk meningkatkan ketahanan pangan. Namun daerah irigasi yang ada di kecamatan koto tangah belum optimal penyediaan air irigasi. Dikarenakan rusaknya bendung yang mengakibatkan kebutuhan air tidak dapat terpenuhi yang mencakup areal pertanian seluas 1004 Ha. Berdasarkan letak geografis kecamatan Koto Tangah terletak pada 00° 84' 01,7" lintang selatan dan 100° 36' 75,3" bujur timur. Batang Aie Dingin merupakan sungai utama yang berada di Kecamatan Koto Tangah.

Bendung ini di bangun pada tahun 1976, Masalah yang ada pada bendung Koto Tuo Batang Aie Dingin ini adalah tidak berfungsi sebagai bendung dikarenakan rusak berat, dimana $\frac{3}{4}$ tubuh bendung termasuk pintu air sebelah kiri hancur di hantam banjir. Akibatnya 1004 Ha persawahan penduduk sekitar menjadi kekeringan.



Gambar 1.1 : Bendung Koto Tuo

Merujuk dari beberapa hal di atas maka penulis tertarik mengambil ini sebagai bahan untuk pembuatan Tugas Akhir dengan Judul ***“Perencanaan Bendung Koto Tuo Dengan Menggunakan Mercu Bulat dan Kolam Peredam Energi Tipe Bak Tenggelam di Sungai Batang Aie Dingin Kecamatan Koto Tangah Kota Padang”***

1.2 Maksud dan Tujuan

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

Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengetahui perhitungan analisis hidrologi bendung;
2. Mengetahui tahap-tahap perhitungan bendung dan bangunan pelengkapanya sehingga diperoleh suatu struktur bangunan yang memenuhi persyaratan sesuai standar yang berlaku.
3. Untuk dapat menggambarkan dari hasil perhitungan hidrolis bendung.

1.3 Batasan Masalah

Lingkup pembahasan dalam penulisan Tugas Awal "*Perencanaan Bendung Koto Tuo Dengan Menggunakan Mercu Bulat dan Kolam Peredam Tipe Bak Tenggelam di Sungai Batang Aie Dingin Kecamatan Koto Tangah 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 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Tugas Akhir "Perencanaan Ulang Bendung Tetap Koto Tuo Dengan Menggunakan Mercu Bulat 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 hidrologi, 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.