

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN BENDUNG TETAP LUMPO I
KABUPATEN PESISIR SELATAN

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 : OKTRI SANDRIA
NMP : 1410015211053



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2020

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Bendung Tetap Batang Lumpo I Kabupaten Pesisir Selatan” ini ditujukan untuk memenuhi sebagian 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 penggerjaan Tugas Akhir ini, yaitu kepada :

1. Bapak Dr. Nengah Tela, ST, M.Sc, Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta
2. Ibu Dr. Rini Mulyani, ST, M.Sc (Eng) Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta
3. Ir. Taufik, MT selaku Pembimbing I yang telah banyak memberikan motivasi, bimbingan, kritikan dan saran serta kebijaksanaannya sehingga Tugas Akhir ini dapat penulis selesaikan.
4. Dr. Zuherna Mizwar, ST.,M.T selaku Pembimbing II yang telah benyak memberikan motivasi, bimbingan, kritikan dan saran serta kebijaksanaannya sehingga Tugas Akhir ini dapat penulis selesaikan.
5. Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) yang berkenan memberi izin penulis untuk mendapatkan data pendukung guna penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Kepada orang tua tercinta, Ayah dan Ibu. Untuk kasih sayang, dukungan, motivasi, serta do`a yang tak pernah putus dan dorongan materil tidak mungkin terbalaskan. Tidak ada cita-cita yang paling besar selain membahagiakan kalian. Sekali lagi terima kasih atas curahan kasih sayang yang abadi.
7. 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, 5 Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penulisan	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Sistematika penulisan.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum	4
2.2 Analisa Hidrologi.....	4
2.2.1 Penentuan Hujan Kawasan (Daerah Aliran Sungai/DAS)	5
2.2.2 Pengukuran Dispersi	10
2.2.3 Pemilihan Jenis Sebaran	13
2.2.4 Distribusi Log Normal	Error! Bookmark not defined
2.2.5 Distribusi Gumbel.....	14
2.2.6 Pengujian Kecocokan Sebaran.....	16
2.2.7 Uji Chi-Kuadrat	16
2.2.8 Uji Smirnov-Kolmogorov.....	18
2.2.9 Analisis Intensitas Hujan Rencana	18
2.2.1 Analisis Debit Banjir Rencana.....	19
2.3 Bendung	24
2.3.1 Defenisi Bendung	24
2.3.2 Jenis-jenis Bangunan Utama Bendung.....	25
2.3.3 Bagian-bagian Bangunan Bendung	27
2.3.4 Data yang di Perlukan Dalam Perencanaan Bendung	28
2.4 Perencanaan Hidrolis Bendung	30
2.4.1 Lebar Bendung.....	30
	iii

2.4.2	Perencanaan Mercu	30
2.4.3	Peredam Energi.....	35
2.5	Analisa Stabilitas Bendung	40
2.5.1	Berat Sendiri Bendung	41
2.5.2	Gaya Akibat Tekanan Lumpur.....	42
2.5.3	Gaya Akibat Gempa	42
2.5.4	Gaya Akibat Tekanan Air	44
2.5.5	Gaya Akibat Tekanan Tanah	47
2.5.6	Ketahanan Terhadap Gelincir.....	49
2.5.7	Ketahanan Terhadap Guling.....	51
2.5.8	Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (Piping)	52
BAB III METODOLOGI DAN DATA		55
3.1	Lokasi Perencanaan.....	55
3.2	Data-Data Perencanaan	55
3.3	Tahap Perencanaan Bendung	59
BAB IV. ANALISA DAN PERHITUNGAN		60
4.1	Analisa Hidrologi.....	60
4.1.1	Umum	60
4.2	Analisa Curah Hujan	60
4.2.1	Hujan Kawasan (Daerah Aliran Sungai/DAS)	60
4.2.2	Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata.....	60
4.2.3	Distribusi probabilitas	63
4.2.4	Uji Distribusi Probabilitas	71
4.3	Analisa Debit Banjir Rencana.....	86
4.3.1	Metode Hasper	86
4.3.2	Metode Mononobe.....	88
4.3.3	Metode Weduwen.....	89
4.4	Penentuan Tipe Bendung	93
4.5	Perhitungan Hidrolis Bendung Batang Lumpo I.....	94
4.5.1	Perhitungan Elevasi Mercu Bendung	94

4.5.2	Lebar Bendung.....	95
4.5.3	Bangunan Pengambilan dan Pembilas	96
4.5.4	Mercu Bendung.....	99
4.5.5	Tinggi muka air banjir (h_d) diatas Mercu.....	102
4.5.6	Perhitungan Tinggi Muka Air Banjir di Hilir Bendung	103
4.6	Perhitungan Air Balik (<i>Back Water</i>).....	103
4.7	Perhitungan Kolam Olak/ Peredam Energi	106
4.8	Perhitungan Panjang Rembesan dan Tekanan Air	108
	4.8.1 Penggambaran Bendung mercu bulat dan tipe bak tenggelam	108
	4.8.2 Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (Piping) Air Normal	109
	4.8.3 Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (Piping) Air Banjir.....	111
4.9	Tembok Pangkal.....	114
	4.9.1 Tembok Pangkal Hulu	115
	4.9.2 Tembok Pangkal Hilir	116
4.10	Analisis Stabilitas Bendung Kondisi Air Normal dan Air Banjir	118
	4.10.1 Gaya Akibat Berat Sendiri	118
	4.10.2 Gaya Akibat Gempa.....	119
	4.10.3 Gaya Akibat Tekanan Hidrostatis Air Normal	122
	4.10.4 Gaya Akibat Tekanan Hidrostatis Air Banjir.....	124
	4.10.5 Gaya Akibat Tekanan Lumpur atau Sedimen	125
	4.10.6 Gaya akibat <i>Uplift Pressure</i> (Gaya Angkat) Air Normal	128
	4.10.7 Gaya akibat <i>Uplift Pressure</i> (Gaya Angkat) Air Banjir.....	130
4.11	Analisa Stabilitas Air Normal	131
	4.11.1 Kontrol Terhadap Guling	132
	4.11.2 Kontrol Terhadap Geser	132
	4.11.3 Kontrol Terhadap Daya Dukung Tanah	133
4.12	Analisis Stabilitas Air Banjir	134
	4.12.1 Kontrol terhadap guling.....	134
	4.12.2 Kontrol terhadap geser	134

4.12.3 Kontrol terhadap daya dukung tanah	135
4.12.4 Bangunan Ukur Cipoletti	135
BAB V PENUTUP	137
5.1 Kesimpulan	137
5.2 Saran.....	137
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN.....	
139	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Metode Poligon Thiessen.....	8
Gambar 2.2	Metode Isohyet	10
Gambar 2.3	Bangunan Pembilas.....	27
Gambar 2.4	Bentuk-bentuk mercu.....	31
Gambar 2.5	Bendung dengan Mercu Bulat	32
Gambar 2.6	Tekanan pada mercu bulat perbandingan H_1/r	33
Gambar 2.7	Harga Koefisien C_0 Ambang Bulat Perbandingan H_1/r	33
Gambar 2.8	Koefisien C_1 sebagai fungsi perbandingan p/H_1	34
Gambar 2.9	Harga Koefisien C_2 Untuk Bendung Mercu Ogee.....	34
Gambar 2.10	Peredam Energi Tipe Bak Tenggelam	35
Gambar 2.11	Jari-jari minimum bak.....	37
Gambar 2.12	Batas minimum tinggi air hilir.....	38
Gambar 2.13	Batas Maksimum Tinggi Air Hilir	38
Gambar 2.14	Kolam Olak USBR Type II	39
Gambar 2.15	Kolam Olak USBR Type III	40
Gambar 2.16	Kolam Olak USBR Type IV	40
Gambar 2.17	Anggapan dalam stabilitas	41
Gambar 2.18	Gaya angkat pada pondasi batuan.....	45
Gambar 2.19	Gaya tekan keatas pada pondasi bendung.....	46
Gambar 2.20	Tekanan air pada dinding tegak	47
Gambar 2.21	Tebal Lantai Kolam Olak	52
Gambar 2.22	Metode Angka Rembesan Lane	53
Gambar 3.1	Peta Lokasi Bendung Lumpo I	55
Gambar 3.2	Dokumentasi lokasi.....	56
Gambar 3.3	Flow Chart Perencanaan Bendung.....	59
Gambar 4.1	Daerah Aliran Sungai.....	95
Gambar 4.2	Elevasi Mercu Bendung	95
Gambar 4.3	Gambaran Intake	98
Gambar 4.4	Harga Koefisien C_0 Ambang Bulat Perbandingan H_1/r	101
Gambar 4.5	Koefisien C_1 sebagai nilai banding fungsi p/H_1	101

Gambar 4.6	Koefisien C_2 bendung mercu ogee dengan muka hulu melengkung.....	101
Gambar 4.7	Tinggi muka air banjir (Hd) di atas mercu	102
Gambar 4.8	Muka air banjir sebelum ada bendung	104
Gambar 4.9	Muka air banjir sesudah adanya bendung	104
Gambar 4.10	<i>Back Water</i>	105
Gambar 4.11	Jari jari minimum bak	107
Gambar 4.12	Batas minimum tinggi air hilir.....	108
Gambar 4.13	Jalur Rembesan	108
Gambar 4.14	Elevasi Tembok Pangkal Hulu	115
Gambar 4.15	Potongan Tembok Pangkal Hulu	116
Gambar 4.16	Tembok Pangkal di Hilir Bendung	117
Gambar 4.17	Akibat Gaya Berat Sendiri	118
Gambar 4.18	Gaya Akibat Beban Gempa	121
Gambar 4.19	Gaya- Akibat Tekanan Hidrostatis Pada Kondisi Air Normal ...	123
Gambar 4.20	Gaya Akibat Tekanan Hidrostatis Pada Kondisi Air Banjir	124
Gambar 4.21	Gaya Akibat Tekanan Lumpur	126
Gambar 4.22	Gaya Uplift Pada Kondisi Air Normal	128
Gambar 4.23	Gaya Uplift Pada Saat Kondisi Air Banjir.....	130
Gambar 4.24	Gaya Uplift Pada Saat Kondisi Air Banjir	130

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Persentase β_2 menurut Melchior.....	21
Tabel 2.2	Perkiraan Intensitas Hujan Harian Menurut Melchior	22
Tabel 2.3	Penambahan Persentase Melchior	22
Tabel 2.4	Berat isi pasangan.....	42
Tabel 2.5	Koefisien zona gempa zona A, B, C, D, E, F.....	43
Tabel 2.6	Periode ulang dan percepatan gempa dasar.....	44
Tabel 2.7	Harga-harga ξ	45
Tabel 2.8	Harga koefisien tanah aktif Rankine (K_a).....	48
Tabel 2.9	Harga koefisien tanah pasif Rankine (K_p)	48
Tabel 2.10	Harga koefisien tanah pasif Rankine (K_p)	49
Tabel 2.11	Harga ϕ dan c	49
Tabel 2.12	Harga-harga perkiraan untuk koefisien gesekan	50
Tabel 4.1	Perhitungan Hujan Harian Maksimum Rata-Rata 2 Stasiun.....	62
Tabel 4.2	Perhitungan Hujan Harian Maksimum Rata-Rata 2 Stasiun.....	Error! Bookmark not
Tabel 4.3	Perhitungan curah hujan rencana	63
Tabel 4.4	Perhitungan curah hujan rencana Distribusi Probabilitas Gumbel	65
Tabel 4.4.5	Perhitungan curah hujan rata-rata	66
Tabel 4.4.6	Perhitungan curah hujan metode Distribusi Probabilitas Normal.....	66
Tabel 4.4.7	Perhitungan Peringkat, Peluang dan Periode Ulang.....	Error! Bookmark not
Tabel 4.4.8	Perhitungan curah hujan dengan Distribusi Probabilitas Normal.....	Error! Bookmark not
Tabel 4.4.9	Perhitungan hujan rencana dari Distribusi Log Normal.....	67
Tabel 4.4.10	Perhitungan Hujan Rencana I dengan Distribusi Log Normal.....	68
Tabel 4.4.11	Perhitungan Metode Log Pearson Tipe III.....	69
Tabel 4.4.12	Faktor Frekuensi K_T (G atau Cs)	70
Tabel 4.4.13	Perhitungan hujan rencana dengan Metode Log Pearson Tipe III	70
Tabel 4.4.14	Rekapitulasi Perhitungan Distribusi Probabilitas.....	71
Tabel 4.4.15	Data hujan yang telah diurutkan dari besar ke kecil	72

Tabel 4.4.16	Distribusi Probabilitas Normal.....	74
Tabel 4.4.17	Distribusi Probabilitas Gumbel	75
Tabel 4.4.18	Distribusi Probabilitas Log Normal	76
Tabel 4.4.19	Distribusi Probabilitas Log Pearson Tipe III.....	77
Tabel 4.4.20	Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Normal	77
Tabel 4.4.21	Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Log Normal.....	77
Tabel 4.4.22	Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Gumbel	78
Tabel 4.4.23	Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Log Pearson Tipe III.....	78
Tabel 4.4.24	Rekapitulasi Nilai χ^2 dan χ^2_{cr}	78
Tabel 4.4.25	Perkiraan hujan rencana dengan distribusi Probabilitas Log Normal	78
Tabel 4.4.26	Uji disitribusi Normal metode Smirnov-Kolmogorof.....	80
Tabel 4.4.27	Uji Distribusi Gumbel Metode Smirnov Kolmogorof	81
Tabel 4.4.28	Uji Distribusi Log Normal Metode Smirnov Kolmogorof.....	83
Tabel 4.4.29	Uji Distribusi Log Person Type III Metode Smirnov Kolmogorof	84
Tabel 4.4.30	Rekapitulasi Nilai Δp dan Δp_{kr}	85
Tabel 4.4.31	Nilai curah hujan rancangan hasil analisis frekuensi	85
Tabel 4.4.32	Hasil Perhitungan Debit Banjir Metode Hasper.....	87
Tabel 4.4.33	Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode Mononobe	89
Tabel 4.4.34	Menghitung t dengan coba-coba sehingga $t_1 = t$	90
Tabel 4.4.35	Perhitungan Debit Maksimum dengan Metode Weduwen	91
Tabel 4.4.36	Rekapitulasi Debit Banjir Maksimum.....	91
Tabel 4.4.37	Perhitungan Koefisien Debit (C_d).....	100
Tabel 4.4.38	Perhitungan tinggi muka air banjir (Hd) di atas mercu	102
Tabel 4.4.39	Perhitungan Tinggi Air Banjir di Hilir Bendung	103
Tabel 4.4.40	Perhitungan Panjang Rembesan Dan Tekanan (Air Normal)	110
Tabel 4.4.41	Panjang Rembesan Dan Tekanan Air Kondisi Air Banjir.....	113
Tabel 4.4.42	Perhitungan gaya akibat beban sendiri.....	119
Tabel 4.4.43	Harga koefisien gempa n dan m.....	120
Tabel 4.4.44	Perhitungan gaya akibat gempa.....	122
Tabel 4.4.45	Perhitungan Tekanan Hidrostatis Kondisi Air Normal	123

Tabel 4.4.46	Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Hidrostatis Kondisi Air Banjir.....	125
Tabel 4.4.47	Perhitungan Gaya akibat Tekanan Lumpur (Sedimen)	127
Tabel 4.4.48	Perhitungan Gaya akibat Uflift Pressure (Gaya Angkat) Air Normal	129
Tabel 4.4.49	Perhitungan akibat <i>Uplift Pressure</i> (Gaya Angkat) Kondisi Air Banjir.....	131
Tabel 4.4.50	Rekapitulasi Gaya Pada Kondisi Air Normal	131
Tabel 4.4.51	Rekapitulasi Gaya Pada Kondisi Air Banjir.....	134