

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN BENDUNG BATANG LOLO  
KABUPATEN SOLOK 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 : AGENG MAHENDRA**

**NPM : 1610015211046**



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

## KATA PENGANTAR



*Assalammualaikum Wr. Wb.*

Syukur Alhamdulillah penulis haturkan kepada ALLAH SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Tugas akhir dengan judul “Perencanaan Bendung Batang Lolo Kabupaten Solok Selatan” ini ditujukan sebagai syarat akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu Universitas Bung Hatta, Padang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bimbingan, bantuan, masukan, kritik dan saran, serta doa dari berbagai pihak. oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

- 1) Kedua orang tua tercinta atas doa dan dukungan sepenuhnya baik dalam bentuk material maupun spiritual yang diberikan tiada henti dengan penuh kesabaran dan keikhlasan sebagai penyemangat penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
- 2) Bapak Dr. I Nengah Tela, S.T, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Bung Hatta.
- 3) Ibu Dr. Rini Mulyani, S.T, M.Sc (Eng) selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bung Hatta.
- 4) Bapak DR. Ir. Zahrul Umar., Dipl.HE. selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan ilmu,saran, arahan, motivasi, dan waktunya kepada penulis.
- 5) Bapak Indra Zuardi, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan ilmu, saran, arahan, motivasi, dan waktunya kepada penulis.
- 6) Seluruh Bapak/Ibu dosen yang mengajar pada program studi Teknik Sipil Universitas Bung Hatta.

- 7) Teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2016 yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk bersama-sama menyelesaikan perkuliahan di Universitas Bung Hatta
- 8) Senior dan Teman-teman beserta adik selingkup Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan dapat dijadikan referensi bagi pihak yang membutuhkan. Penulis juga menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang membangun untuk kedepan yang lebih baik .

*Wassalammualaikum Wr. Wb.*

Padang, 5 Februari 2020

Ageng Mahendra

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penulisan .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Tinjauan Umum.....	6
2.2 Analisa Hidrologi .....	6
2.2.1 Penentuan Hujan Kawasan (Daerah Aliran Sungai/DAS).....	7
2.2.2 Pemilihan Jenis Sebaran .....	10
2.2.3 Pengujian Kecocokan Sebaran .....	13
2.2.4 Analisis Intensitas Hujan Rencana.....	15
2.2.5 Analisis Debit Banjir Rencana .....	16
2.3 Bendung.....	21

2.3.1 Defenisi Bendung.....	21
2.3.2 Jenis Bangunan Utama Bendung.....	22
2.3.3 Bagian-bagian Utama Bangunan Bendung.....	23
2.3.4 Penentuan Lokasi Bendung.....	24
2.4 Perencanaan Hidraulis Bendung .....	25
2.4.1 Lebar Bendung.....	25
2.4.2 Perencanaan Mercu .....	26
2.4.3 Peredam Energi.....	30
2.5 Air Balik (back water) .....	33
2.6 Bangunan Pengambilan (Intake) .....	34
2.7 Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (Piping).....	38
2.8 Tembok Pangkal dan Sayap Bendung .....	40
2.8.1 Tembok pangkal bendung .....	40
2.8.2 Tembok sayap hilir bendung.....	40
2.8.3 Stabilitas Tembok Pangkal dan Sayap Bendung.....	41
2.8.4 Kontrolan Tembok Pangkal dan Sayap Bedung .....	41
2.9 Analisa Stabilitas Bendung .....	42
2.9.1 Berat Sendiri Bendung.....	42
2.9.2 Gaya Akibat Tekanan Lumpur .....	43
2.9.3 Gaya Akibat Gempa.....	43
2.9.4 Gaya Akibat Tekanan Air .....	45
2.9.5 Gaya Akibat Tekanan Tanah .....	48
2.9.6 Ketahanan Terhadap Geser .....	50
2.9.7 Ketahanan Terhadap Guling .....	52

### BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian .....	54
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	54
3.3 Pengumpulan Data-Data .....	55
3.2.1 Peta Topografi .....	55
3.2.2 Data Hidrologi .....	56
3.3 Perhitungan Curah Hujan Rencana .....	56
3.4 Uji Distribusi Probabilitas .....	56
3.5 Perhitungan Debit Banjir Rencana .....	56
3.6 Analisa Stabilitas Bendung .....	57
3.7 Bagán Alir Penelitian .....	57

### BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Hidrologi .....	59
4.1.1 Umum .....	59
4.2 Daerah Aliran Sungai (DAS) .....	59
4.2 Analisis Curah Hujan .....	60
4.2.1 Curah Hujan Rerata dengan Metode Poligon Thiessen .....	60
4.2.2 Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata .....	61
4.2.3 Distribusi Probabilitas .....	63
4.2.4 Uji Distribusi Probabilitas .....	72
4.3 Analisis Debit Banjir Rencana .....	85
4.3.1 Debit Banjir Rencana Berdasarkan Hujan Rencana .....	86
4.4 Pemilihan Debit banjir di sungai berdasarkan data Hujan .....	92
4.5 Penentuan Tipe Bendung .....	94

4.6	Perhitungan Hidrolis Bendung Batang Lolo .....	95
4.6.1	Perhitungan Elevasi Mercu Bendung .....	95
4.6.2	Penentuan Lebar Bendung .....	96
4.6.3	Perhitungan Mercu Bendung .....	97
4.6.4	Tinggi muka air banjir ( $h_d$ ) diatas Mercu .....	100
4.6.5	Perhitungan Tinggi Muka Air Banjir di Hilir Bendung .....	101
4.6.6	Perhitungan Pintu Pengambilan (Intake) .....	102
4.6.7	Lebar Pintu Pembilasan/Penguras .....	102
4.7	Perhitungan Peredam Energy (Kolam Olak) .....	103
4.8	Perhitungan Air Balik (Back Water).....	104
4.9	Perhitungan Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (Piping) .....	105
4.9.1	Penggambaran rencana Bendung mercu bulat dan Pemecah energy tipe bak tenggelam .....	105
4.9.2	Perhitungan Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (Piping) Pada Kondisi Air Normal Bendung Batang Lolo .....	106
4.9.3	Perhitungan Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (Piping) Pada Kondisi Air Banjir Bendung Batang Lolo .....	108
4.10	Perhitungan Tembok Pangkal.....	111
4.10.1	Perhitungan Stabilitas Tembok Pangkal .....	113
4.11	Analisa Stabilitas Bendung Pada Kondisi Air Normal .....	119
4.11.1	Gaya Akibat Berat Sendiri .....	119
4.11.2	Gaya Akibat Gempa .....	121
4.11.3	Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik .....	124
4.11.4	Gaya Akibat Tekanan Lumpur atau Sedimen .....	128

4.12 Analisis Stabilitas Pada Kondisi Air Normal .....	130
4.12.1 Gaya-gaya akibat Uplift Pressure (Gaya Angkat) .....	130
4.12.2 Kontrol Terhadap Guling, Geser dan Daya Dukung Tanah ....	133
4.13 Analisis Stabilitas Pada Kondisi air Banjir.....	135
4.13.1 Gaya Angkat (Uplift Pressure).....	135
4.13.2.. Kontrol Terhadap Guling, Geser dan Daya Dukung Tanah pada saat air banjir .....	138
 BAB V <u>PENUTUP</u>	
5.1 Kesimpulan.....	140
5.2 Saran .....	141
DAFTAR PUSTAKA .....	142
LAMPIRAN.....	142

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penggunaan metode berdasarkan jaring-jaring pos penakar hujan .....	8
Tabel 2. 2 Penggunaan metode berdasarkan luas DAS .....	8
Tabel 2. 3 Penggunaan metode berdasarkan Topografi .....	8
Tabel 2. 4 Koefisien Pengaliran ( $\alpha$ ) .....	18
Tabel 2. 5 Koefisien Pengaliran (C) .....	21
Tabel 2. 6 Berat isi pasangan .....	43
Tabel 2. 7 Koefisien zona gempa zona A, B, C, D, E, F .....	44
Tabel 2. 8 Periode ulang dan percepatan gempa dasar .....	45
Tabel 2. 9 Harga-harga $\xi$ .....	46
Tabel 2. 10 Harga koefisien tanah aktif Rankine .....	49
Tabel 2. 11 Harga koefisien tanah pasif Rankine .....	49
Tabel 2. 12 Harga $\emptyset$ dan c .....	50
Tabel 2. 13 Harga-harga perkiraan untuk koefisien gesekan .....	51
Tabel 4. 1 Perhitungan Hujan Maksimum Harian Rata-rata Di Batang Lolo .....	62
Tabel 4. 2 Data Hujan Harian Maksimum Stasiun Muara Labuh .....	63
Tabel 4. 3 Perhitungan Peringkat, Peluang dan Periode Ulang .....	64
Tabel 4. 4 Perkiraan Hujan Rencana DAS Batang Lolo dengan Distribusi .....	65
Tabel 4. 5 Perhitungan Parameter Statistik .....	67
Tabel 4. 6 Perkiraan Hujan Rencana DAS Batang Lolo dengan Distribusi Probabilitas Gumbel .....	67
Tabel 4. 7 Perhitungan Parameter Statistik dari Distribusi Log Normal .....	68
Tabel 4. 8 Perkiraan Hujan Rencana DAS Batang Lolo dengan Distribusi Log Normal .....	69
Tabel 4. 9 Faktor Frekuensi KT (G atau Cs) .....	70
Tabel 4. 10 Parameter Statistik Distribusi Probabilitas Log Person Type III .....	71
Tabel 4. 11 Perkiraan Hujan Rencana DAS Batang Lolo dengan Log Person Type III .....	71
Tabel 4. 12 Data hujan yang telah diurutkan dari besar ke kecil .....	73

Tabel 4. 13 Perhitungan nilai $X^2$ untuk distribusi Normal .....	77
Tabel 4. 14 Perhitungan nilai $X^2$ untuk distribusi Gumbel .....	78
Tabel 4. 15 Perhitungan nilai $X^2$ untuk distribusi Log Normal.....	78
Tabel 4. 16 Perhitungan nilai $X^2$ untuk distribusi Log Person Type III.....	78
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Nilai $\chi^2$ dan $\chi^2_{cr}$ .....	78
Tabel 4. 18 Perhitungan Uji Distribusi Normal dengan Metode SmirnovKolmogorof .....	80
Tabel 4. 19 Perhitungan Uji Distribusi Gumbel dengan Metode SmirnovKolmogorof .....	82
Tabel 4. 20 Perhitungan Uji Distribusi Log Normal dengan Metode Smirnov .....	83
Tabel 4. 21 Perhitungan Uji Distribusi Log Person Tipe III dengan Metode Smirnov .....	84
Tabel 4. 22 Rekapitulasi Nilai $\Delta p$ dan $\Delta p_{kr}$ .....	85
Tabel 4. 23 Menghitung $\alpha$ (koefisien run off/pengaliran).....	86
Tabel 4. 24 Menghitung $T_c$ .....	87
Tabel 4. 25 Menghitung $\beta$ .....	87
Tabel 4. 26 Perhitungan Debit Banjir Metode Hasper .....	87
Tabel 4. 27 Menghitung $t$ dengan coba-coba sehingga $t_1 = t$ .....	88
Tabel 4. 28 Perhitungan Debit Maksimum dengan Periode Ulang.....	88
Tabel 4. 29 Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan metode Mononobe .....	90
Tabel 4. 30 Perhitungan Intensitas Hujan (IT) Metoda Rasional.....	90
Tabel 4. 31 Perhitungan Debit Banjir Rencana metode Rasional .....	91
Tabel 4. 32 Rekapitulasi Debit Banjir Maksimum .....	91
Tabel 4. 33 Perhitungan Koefisien Debit (Cd).....	98
Tabel 4. 34 Perhitungan tinggi muka air banjir ( $H_d$ ) di atas mercu.....	100
Tabel 4. 35 Perhitungan Tinggi Air Banjir di Hilir Bendung .....	101
Tabel 4. 36 Perhitungan stabilitas terhadap erosi bawah tanah Pada Kondisi air normal .....	107
Tabel 4. 37 Perhitungan stabilitas terhadap erosi bawah tanah (pipung) Pada Kondisi Air Banjir .....	110

Tabel 4. 38 Perhitungan akibat berat sendiri.....	115
Tabel 4. 39 Rekapitulasi gaya dan momen .....	116
Tabel 4. 40 Perhitungan gaya-gaya akibat beban sendiri.....	120
Tabel 4. 41 Harga koefisien gempa $n$ dan $m$ .....	121
Tabel 4. 42 Perhitungan gaya-gaya akibat gempa .....	124
Tabel 4. 43 Perhitungan Gaya-Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik Normal.....	126
Tabel 4. 44 Gaya Hidrostatik saat banjir .....	128
Tabel 4. 45 Perhitungan Gaya-gaya akibat Tekanan Lumpur (Sedimen).....	130
Tabel 4. 46 Perhitungan Gaya-gaya akibat Uplift Pressure (Gaya Angkat) Pada Kondisi Air Normal.....	132
Tabel 4. 47 Rekapitulasi Gaya-gaya Pada Kondisi Air Normal .....	133
Tabel 4. 48 Perhitungan Gaya-gaya akibat Uplift Pressure (Gaya Angkat) Pada Kondisi Air Banjir.....	137
Tabel 4. 49 Rekapitulasi Gaya-gaya Pada Kondisi Air Banjir.....	138