

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ULANG BENDUNG LUBUK MALAKO KECAMATAN SANGIR JUJUAN KABUPATEN SOLOK SELATAN

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Pada Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan
Perencanaan Universitas Bung Hatta

Oleh :

NAMA : FEBRI HIDAYAT

NPM : 1510015211068



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

**PADANG
2022**

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ULANG BENDUNG LUBUK MALAKO
KECAMATAN SANGIR JUJUAN KABUPATEN
SOLOK SELATAN

Oleh :

Febri Hidayat
1510015211068



Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Ir. Indra Farni, MT

Pembimbing II

Embun Sari Ayu, ST, MT

Penguji I

Ir. Mawardi Samah, Dipl. HE

Penguji II

Zafriimar, ST, MT

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ULANG BENDUNG LUBUK MALAKO
KECAMATAN SANGIR JUJUAN KABUPATEN
SOLOK SELATAN

Oleh :

Febri Hidayat
1510015211068



Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Ir. Indra Farni, MT

Pembimbing II

Embun Sari Ayu, ST, MT

Dekan FTSP



Prof. Dr. Ir. Nasfryzal Carlo, M.Sc

Ketua Program Studi

Indra Khaidir, ST, MT

PERENCANAAN ULANG BENDUNG LUBUK MALAKO KECAMATAN SANGIR JUJUAN KABUPATEN SOLOK SELATAN

Febri Hidayat¹⁾, Indra Farni²⁾, Embun Sari Ayu³⁾

Jurnsan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta,
Padang

Email: ¹febrihidayat.fh@gmail.com, ²indrafarni@bunghatta.ac.id, ³embun_sariayu@ymail.com

Abstrak

Kabupaten Solok Selatan merupakan salah satu daerah dengan produksi pertanian terbesar di Sumatera Barat dan memiliki kontribusi besar terhadap ketersediaan pangan daerah. Kabupaten ini memiliki luas sawah 9.950, salah satunya daerah Lubuk Malako dengan luas sawah seluas 1000 hektar. Saat ini kondisi bendung di Lubuk Malako mengalami kerusakan pada tubuh bendung bagian hilir, keretakan pada kolam olak, keretakan disepanjang mercu bendung, dan bengkoknya pintu intake. Pada pereneanaan ulang Bendung Lubuk Malako ini dilakukan perhitungan analisa hidrologi, perhitungan hidrolis bendung, dan perhitungan stabilitas bendung. Data-data yang diperlukan antara lain peta topografi dan data curah hujan selama 15 tahun. Dari hasil perhitungan didapat *catchment area* seluas 610,32 Km², debit banjir rencana 100 tahun dengan metode Hasper yaitu sebesar 1601,542 m³/dt. Lebar total bendung 98,4 m, tinggi mercu bendung 2,36 m, lebar pintu penguras 2 m, jumlah pintu penguras 3 buah, lebar pintu pengambil 1,3 m, dan jumlah pintu pengambil 2 buah.

Kata Kunci : bendung, tipe mercu, catchment area.

WEIR PLANNING OF LUBUK MALAKO Sub-DISTRICT SANGIR JUJUAN DISTRICT SOLOK SELATAN

Febri Hidayat¹⁾, Indra Farni²⁾, Embun Sari Ayu³⁾

Department of Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering and Planning, Bung Hatta
University, Padang

Email: ¹febrihidayat.fh@gmail.com, ²indrafarni@bunghatta.ac.id, ³embun_sariayu@ymail.com

Abstract

Solok Selatan is one of the district in west sumatra province which has a rice field area of 9,950 hectares, one of which is the rice field of Lubuk Malako expansively 1000 hectares. Currently the condition of the Lubuk Malako Weir is damaged in the body, the crack in the energy dampeners, cracks along weir's body, and wobbling at the intake. In the planning of the Lubuk Malako Weir, the calculation of the hydrological analysis, the hydraulic calculation of the weir, and the calculation of stability of the weir is carried out. The data required include topographic maps and rainfall data for 15 years. From the calculation, it is obtained that the catchment area is 610,32 Km². the flood discharge plan for 100 years using the Hasper method is 1601,542 m³/s. The weir is 98,4 meters wide, 2,36 meters high, containment door about 2 meters wide, with a total 2 containment doors, intake door about 1,3 meters wide, and total 2 intake doors.

Keywords: weir, type of dam, catchment area.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Pengumpulan Data.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II.....	6
LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Umum.....	6
2.2 Bagian-Bagian Bangunan Bendung	7
2.3 Pemilihan Lokasi Bendung.....	10
2.4 Definisi Daerah Aliran Sungai (DAS).....	11
2.5 Analisis Curah Hujan Rencana.....	16
2.6 Pengujian Kecocokan Sebaran	20
2.7 Analisis Debit Rencana	23
2.8 Perencanaan Hidrolis Bendung	28
2.9 Air Balik	43
2.10 Analisa Stabilitas Bendung.....	44

BAB III.....	55
METODE PENELITIAN.....	55
3.1 Uraian Umum	55
3.2 Lokasi Penelitian	55
3.3 Pengumpulan Data.....	56
3.4 Tahap Pelaksanaan	57
3.5 Langkah Kerja Perencanaan Bendung.....	59
BAB IV.....	60
PERHITUNGAN dan PEMBAHASAN.....	60
4.1 Daerah Aliran Sungai	60
4.2 Analisa Curah Hujan Rerata menggunakan Poligon Thiessen.....	60
4.3 Analisa Curah Hujan Tahunan	62
4.4 Analisis Frekuensi	63
4.5 Uji Distribusi Probabilitas	70
4.6 Analisis Debit Banjir Rencana	82
4.7 Perhitungan Debit Lapangan	90
4.8 Penentuan Tipe Bendung.....	94
4.9 Perhitungan Hidrolis Bendung Lubuk Malako.....	94
4.10 Perhitungan Kolam Olak (Peredam Energi).....	105
4.11 Perhitungan Air Balik (<i>Back Water</i>)	107
4.12 Perhitungan Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (Piping)	108
4.13 Gaya-Gaya Yang Bekerja.....	112
4.14 Kontrol Stabilitas Bendung	125
BAB V	130
PENUTUP.....	130
5.1 Kesimpulan.....	130

5.2	Saran	130
DAFTAR PUSTAKA.....		131

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Bendung Lubuk Malako	2
Gambar 1. 2 Tampak posisi bendung Lubuk Malako dari atas	3
Gambar 2. 1 Kemungkinan-kemungkinan yang terjadi dari pola airan diatas bendung	8
Gambar 2. 2 Bangunan Pembilas.....	9
Gambar 2. 3 Metode Polygon Thiesen	14
Gambar 2. 4 Metode Ajabar	15
Gambar 2. 5 Metode Isohyet.....	16
Gambar 2. 6 Lebar Efektif	30
Gambar 2. 7 Bentuk-bentuk mercu.....	31
Gambar 2. 8 Tekanan pada mercu bulat sebagai fungsi perbandingan $H1/r$	32
Gambar 2. 9 Bendung dengan mercu bulat.....	32
Gambar 2. 10 Koefisien $C0$ sebagai fungsi perbandingan $H1/r$	33
Gambar 2. 11 Koefisien $C1$ sebagai fungsi perbandingan $p/H1$	33
Gambar 2. 12 Koefisien $C2$ sebagai fungsi perbandingan $P/H1$	34
Gambar 2. 13 Koefisien f sebagai fungsi perbandingan $H2/H1$	34
Gambar 2. 14 Profil bending mercu ogee	35
Gambar 2. 15 Faktor koreksi $C1$ selai untuk tinggi energy rencana bending mercu ogee.....	36
Gambar 2. 16 Faktor pengurangan aliran tenggelam sebagai fungsi $P2/H2$ dan $H2/H1$	36
Gambar 2. 17 Jenis loncatan aliran pada kolam olak	37
Gambar 2. 18 Peredam energy tipe MD0	39
Gambar 2. 19 Peredam energy tipe bak tenggelam	40
Gambar 2. 20 Jari-jari minimum bak.....	41
Gambar 2. 21 Batas minimum tinggi air hilir.....	42
Gambar 2. 22 Batas maksimum tinggi air hilir.....	43
Gambar 2. 23 Kurve pengempangan	44
Gambar 2. 24 Gaya angkat pada pondasi batuan.....	49

Gambar 2. 25 Gaya tekan keatas pada pondasi bendung.....	50
Gambar 2. 26 Tekanan air pada dinding tegak	51
Gambar 2. 27 Tebal lantai kolam olak.....	54
Gambar 3.1 Peta lokasi bendung Lubuk Malako.....	55
Gambar 3.2 Bagan alir perencanaan bendung	59
Gambar 4.1 Peta Daerah Aliran Sungai Bendung Lubuk Malako.....	60
Gambar 4.2 Poligon Thiessen Bendung Lubuk Malako.....	62
Gambar 4. 3 Potongan melintang sungai Lubuk Malako	91
Gambar 4. 4 Skema jaringan irigasi bendung Lubuk Malako	95
Gambar 4. 5 Mercu bendung	96
Gambar 4.6 Koefisien Untuk Bendung Mercu Bulat sebagai fungsi dari nilai banding $H1/r$	98
Gambar 4.7 Koefisien C1 Sebagai nilai banding fungsi $p/H1$	99
Gambar 4.8 Koefisien C2 Untuk Bendug Mercu Ogee Dengan Muka Hulu Melengkung (Menurut USBR, 1960)	99
Gambar 4.9 Tinggi muka air banjir (H_d) di atas mercu.....	99
Gambar 4. 10 Rencana pintu intake.....	104
Gambar 4.11 Jari-jari minimum bak.....	106
Gambar 4.12 Batas minimum tinggi air hilir	106
Gambar 4.13 Rencana penampang melintang bendung Lubuk Malako.....	108
Gambar 4.14 Gaya-gaya akibat berat sendiri bendung.....	112
Gambar 4.15 Gaya-gaya yang bekerja terhadap gempa	115
Gambar 4.16 Gaya yang bekerja akibat hidrostatis tekanan air	117
Gambar 4.17 Gaya yang bekerja akibat berat air.....	118
Gambar 4.18 Gaya-gaya akibat tekanan lumpur	119
Gambar 4.19 Gaya yang bekerja akibat uplift horizontal pada kondisi air normal .	121
Gambar 4.20 Gaya yang bekerja akibat uplift vertical pada kondisi air normal	122
Gambar 4.21 Gaya yang bekerja akibat uplift horizontal pada kondisi air banjir ...	123
Gambar 4.22 Gaya yang bekerja akibat uplift vertical saat kondisi air banjir.....	124
Gambar 4. 23 Diagram tegangan tanah saat air normal.....	127
Gambar 4. 24 Diagram tegangan tanah saat air banjir.....	129

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jaring-jaring pos penakar hujan.....	12
Tabel 2. 2 Luas DAS.....	12
Tabel 2. 3 Topografi DAS	12
Tabel 2. 4 Nilai Variabel Reduksi Gauss.....	17
Tabel 2. 5 Reduce Mean (Y_n) & Reduce Standart Deviation (S_n).....	18
Tabel 2. 6 Reduce Variabel Y_t	19
Tabel 2. 7 Nilai ΔP Kritis Smirnov-Kolmogorof.....	23
Tabel 2. 8 Koefisien Pengaliran (C)	25
Tabel 2. 9 Koefisien Kontraksi K_a dan K_p	30
Tabel 2. 10 Harga k dan n.....	35
Tabel 2. 11 Berat isi pasangan	46
Tabel 2. 12 Koefisien zona gempa.....	48
Tabel 2. 13 Periode ulang dan percepatan gempa dasar	48
Tabel 2. 14 Harga-harga ξ	49
Tabel 2. 15 Harga \emptyset dan c.....	52
Tabel 2. 16 Harga-harga erkiraan untuk koefisien gesekan.....	53
Tabel 4. 1 Curah hujan harian maksimum stasiun hujan Padang Aro.....	62
Tabel 4. 2 Perhitungan Distribusi Normal	64
Tabel 4. 3 Perhitungan Probabilitas Gumble	65
Tabel 4. 4 Perhitungan Probabilitas Log Normal	67
Tabel 4. 5 Perkiraan curah hujan rencana dengan distrbusi Log Normal.....	67
Tabel 4. 6 Statistik distribusi Log Person Type III.....	69
Tabel 4. 7 Perkiraan hujan rencana dengan distribusi Log Person III	70
Tabel 4. 8 Data X dari yang terbesar ke Terkecil	71
Tabel 4. 9 Perhitungan Chi Kuadrat dengan Distribusi Normal.....	75
Tabel 4. 10 Perhitungan Chi Kuadrat dengan Distribusi Gumble	75
Tabel 4. 11 Perhitungan Chi Kuadrat dengan Distribusi Log Normal	75
Tabel 4. 12 Perhitungan Chi Kuadrat dengan Log Person Type III	75
Tabel 4. 13 Hasil nilai X^2 dan X^2_{cr}	76

Tabel 4. 14 Uji distribusi Normal dengan Metode Smirnov Kolmogorof.....	77
Tabel 4. 15 Uji Distribusi Gumbel dengan Metode Smirnov Kolmogorof	78
Tabel 4. 16 Uji Distribusi Log Normal dengan metode Smirnov Kolmogorof.....	80
Tabel 4. 17 Uji Distribusi Log Pearson Type III dengan Metode Smirnov Kolmogorof.....	81
Tabel 4. 18 Rekapitulasi Nilai Δp dan Δp_{kritis}	82
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Nilai distribusi gumbel	82
Tabel 4. 20 Perhitungan waktu konsentrasi (T_c)	83
Tabel 4. 21 Perhitungan intensitan hujan.....	83
Tabel 4. 22 Perhitungan hujan rencana metode rasional	84
Tabel 4. 23 Perhitungan t dengan cara coba-coba agar $t_1=t$	85
Tabel 4. 24 Perhitungan Debit Banjir Metode Weduwen.....	85
Tabel 4. 25 Perhitungan nilai r_n dengan metode Hasper	87
Tabel 4. 26 Perhitungan besar intensitas curah hujan (I).....	88
Tabel 4. 27 Perhitungan Metode Hasper	88
Tabel 4. 28 Perhitungan Debit Banjir dengan Metode Manobe	89
Tabel 4. 29 Rekapitulasi Debit Banjir Maksimum	90
Tabel 4. 30 Rekapitulasi debit banjir rencana.....	98
Tabel 4. 31 Perhitungan tinggi muka air banjir (H_d) di atas mercu	100
Tabel 4. 32 Perhitungan Tinggi Air Banjir di Hilir Bendung.....	101
Tabel 4. 33 Perhitungan Stabilitas Terhadap Erosi bawah tanah Pada Kondisi Air Normal	109
Tabel 4. 34 Perhitungan stabilitas terhadap erosi bawah tanah pada kondisi banjir	111
Tabel 4. 35 Perhitungan gaya-gaya akibat berat sendiri.....	113
Tabel 4. 36 Harga Koefisien Gempa n dan m	114
Tabel 4. 37 Harga Koefisien Gempa	114
Tabel 4. 38 Perhitungan gaya-gaya akibat gempa	116
Tabel 4. 39 Perhitungan gaya-gaya akibat tekanan air normal.....	118
Tabel 4. 40 Perhitungan gaya-gaya akibat tekanan hidrostatis kondisi air banjir ...	118
Tabel 4. 41 Perhitungan gaya-gaya akibat tekanan lumpur.....	120
Tabel 4. 42 Perhitungan gaya akibat Uplift Pressure horizontal air normal.....	122
Tabel 4. 43 Perhitungan gaya akibat uplift pressure vertical air normal	123

Tabel 4. 44 Perhitungan gaya akibat Uplift Pressure horizontal saat air banjir.....	123
Tabel 4. 45 Perhitungan gaya akibat Uplift Pressure vertikal saat air banjir.....	124
Tabel 4. 46 Rekapitulasi Gaya-gaya dan Momen Pada Kondisi Air Normal.....	125
Tabel 4. 47 Rekapitulasi Gaya-gaya dan Momen Pada Kondisi Air Banjir	128

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Faktor frekuensi KT untuk distribusi log pearson tipe III (G atau Cs positif)
- Lampiran 2. Faktor frekuensi KT untuk distribusi log pearson tipe III (G atau Cs negatif)
- Lampiran 3. Tabel Nilai Parameter Chi- KuadratKritis, X^2_{cr}
- Lampiran 4. Wilayah Luas dibawah Kurva Normal
- Lampiran 5. Data curah hujan Stasiun Padang Aro
- Lampiran 6. Peta Situasi Bendung Lubuk Malako
- Lampiran 7. Hasil Uji Laboratorium Handbor Lubuk Malako
- Lampiran 8. Denah Bendung Lubuk Malako
- Lampiran 9. Peta topografi bendung Lubuk Malako