

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN ULANG BENDUNG KASANG II
BATANG AIR KANDIS KECAMATAN KOTO TANGAH**

**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 : HENRY AGUSWAHYUDI HAREFA

NPM : 1510015211073



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2022**

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN ULANG BENDUNG KASANG II BATANG AIR
KANDIS KECAMATAN KOTO TANGAH**

Oleh :

Nama : HenryAguswahyudi Harefa

NPM : 1510015211073

Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian komprehensif guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta - Padang.

Padang, 30 Juli 2022

Menyetujui:

Perubandang



Dr. Hazwa Djalil, S.T., M.T.

Dekan FTSP



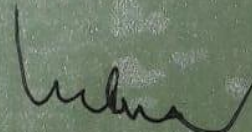
Prof. Dr. Ir. Nasrizal Carlo, M.Sc

Pembimbing D



Zulfimar, ST, MT

Ketua Program Studi



Indra Khaidir, ST, M.Sc

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ULANG BENDUNG KASANG II BATANG AIR KANDIS KECAMATAN KOTO TANGAH

Oleh :

Nama : Henry Aguswahyudi Harefa

NPM : 1510015211073

Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian komprehensif guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta - Padang.

Padang, 30 Juli 2022

Menyetujui :

Pembimbing I



Drs. Nazwar Diah, S.T., M.T.

Pembimbing II



Zafrimar, ST, MT

Penguji I



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

Penguji II



Dr. Ir. Afrizal Naumar, MT

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mahasiswa di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta,

Nama Mahasiswa : HENRY AGUSWAHYUDI HAREFA

Nomor Pokok Mahasiswa : 1510015211073

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis Tugas Akhir yang saya buat dengan judul **“PERENCANAAN ULANG BENDUNG KASANG II BATANG AIR KANDIS KECAMATAN KOTO TANGAH”** adalah :

- 1) Dibuat dan disesuaikan sendiri, dengan menggunakan data-data hasil pelaksanaan dan perencanaan sesuai metode kesipilan.
- 2) Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana Universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan di atas, maka Laporan Tugas Akhir ini batal.

Padang, 10 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



HENRY AGUSWAHYUDI HAREFA

PERENCANAAN ULANG BENDUNG KASANG II BATANG AIR KANDIS KECAMATAN KOTO TANGAH

Henry Aguswahyudi Harefa, Nazwar Djali, Zufrimar

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

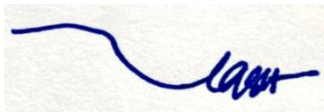
Email: henryharefa08@gmail.com Nazwardjali14@gmail.com zufrimar@bunghatta.ac.id

Abstrak

Bendung Kasang II terletak di Kota Padang Kecamatan Koto Tangah, berusia puluhan tahun dan hancur pada tahun 2016 akibat banjir bandang. Bendung ini mengairi Daerah Irigasi seluas 586 ha. Saat ini kondisi bendung mengalami patah pada bagian tengah mercu serta bagian kanan hancur terbawa arus dan kolam olak hancur. Sehingga bendung tidak lagi dapat berfungsi secara optimal dan perlu dilakukan perencanaan. Pada perencanaan Bendung Kasang II 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 peta topografi didapat *catchment area* seluas 27,28 km². Debit banjir rencana 100 tahun dengan metode Rasional didapat sebesar 631,65 m³/dt. Lebar total bendung 43,1 meter dan tinggi bendung 2,6 meter. Berdasarkan perhitungan stabilitas bendung dalam keadaan air normal didapat angka keamanan terhadap guling 2,998 > 1,5 dan geser 2,377 > 1,5. Pada saat air keadaan banjir didapat angka keamanan terhadap guling 1,63 > 1,5 dan geser 1,61 > 1,5. Dari hasil perhitungan tersebut bendung dinyatakan stabil.

Kata Kunci : Bendung, Debit Banjir, Daerah Irigasi, dan Stabilitas.

Pembimbing I



Drs.Nazwar Djali, ST,Sp-1

Pembimbing II



Zufrimar, ST, MT

REDESIGN OF THE KASANG II DAM BATANG AIR KANDIS KOTO TANGAH DISTRICT

Henry Aguswahyudi Harefa, Nazwar Djali, Zufrimar

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

Email: henryharefa08@gmail.com Naşwardjali14@gmail.com zufrimar@bunghatta.ac.id

Abstract

Kasang II Dam is located in Padang City, Koto Tangah District, decades old and destroyed in 2016 due to flash floods. This weir irrigates an irrigation area of 586 ha. Currently the condition of the weir is broken in the middle of the lighthouse and the right side is destroyed by the current and the stilling pond is destroyed. So that the weir can no longer function optimally and needs to be planned. In planning the Kasang II weir, hydrological analysis calculations, weir hydraulic calculations, and weir stability calculations were carried out. The data required include topographic maps and rainfall data for 15 years. From the topographic map, the catchment area is 27.28 km². The 100-year design flood discharge using the Rational method was obtained at 631.65 m³/sec. The total width of the weir is 43.1 meters and the height of the weir is 2.6 meters. Based on the calculation of the stability of the weir in normal water conditions, the safety value against overturning is $2,998 > 1.5$ and shear is $2,377 > 1.5$. When the water is flooded, the safety score against bolsters is $1.63 > 1.5$ and shearing is $1.61 > 1.5$. From the calculation results, the weir is declared stable.

Keywords: Weir, Flood Discharge, Irrigation Area, and Stability

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia yang telah diberikan-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir dengan judul **“Perencanaan Ulang Bendung Kasang II Batang Air Kandis Kecamatan Koto Tangah”** 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 penulis selesaikan. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, yaitu kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir Nasfryzal Carlo, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik dan Perencanaan.
2. Bapak Indra Khaidir, S.T, M.Sc, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
3. Bapak Drs. Nazwar Djali, ST, Sp-1, selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan motivasi, bimbingan, kritik dan saran kepada Penulis dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Zufrimar S.T, M.T selaku pembimbing II yang telah memberikan motivasi, bimbingan, kritik dan saran sehingga Tugas Akhir ini dapat Penulis selesaikan.
5. Kepada kedua Orang Tua penulis, yang tak henti-hentinya telah memberi dukungan berupa materil, moril, doa dan kasih sayang.
6. Kakak yang telah memberikan doa, dan kasih sayang yang tiada hentinya kepada penulis.
7. Kepada semua sahabat, keluarga, dan teman-teman seangkatan dan seperjuangan di jurusan Teknik Sipil yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang mendukung dari pembaca

akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, terutama bagi penulis sendiri.

Padang, Juli 2022

Henry Aguswahyudi Harefa

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN FAKULTAS	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN DATA	iii
ABSTRAK BAHASA INDONESIA	iv
ABSTRAK BAHASA INGGRIS	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan Tugas Akhir	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Analisis Hidrologi	5
2.1.1. Penentuan Hujan Kawasan (Daerah Aliran Sungai/DAS)	6
2.1.2. Pemilihan Jenis Sebaran	8
2.1.3. Pengujian Kecocokan Sebaran	11
2.1.4. Analisis Intensitas Hujan Rencana	13
2.1.5. Analisis Debit Banjir Rencana	15
2.2. Definisi Bendung	19
2.3. Jenis – Jenis Bangunan Utama Bendung	19
2.4. Bagian – Bagian Bangunan Bendung	21
2.5. Pemilihan Tipe Bendung	23
2.6. Pemilihan Lokasi Bendung	23
2.7. Perencanaan Hidraulis Bendung	27

2.7.1. Elevasi Mercu Bendung	27
2.7.2. Lebar Bendung	28
2.7.3. Lebar Efektif Bendung	28
2.7.4. Perencanaan Mercu Bendung	29
2.7.5. Peredam Energi	33
2.7.6. Analisa Stabilitas	41
BAB III METODE PENELITIAN	55
3.1. Lokasi Penelitian	55
3.2. Pengumpulan Data	55
3.3. Tahapan Penelitan	56
3.4. Flowchart	59
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	60
4.1. Daerah Aliran Sungai	60
4.2. Analisa <i>Polygon Thiessen</i>	61
4.3. Curah Hujan Maksimum Rata - Rata	62
4.4. Analisa Curah Hujan Rencana	63
4.4.1. Distribusi Probabilitas Normal	63
4.4.2. Distribusi Probabilitas Log Normal	64
4.4.3. Distribusi Probabilitas Gumbel	66
4.4.4. Distribusi Probabilitas Log Person III	67
4.5. Uji Distribusi Probabilitas	69
4.5.1. Metode Chi Kuadrat (χ^2)	69
4.5.2. Metode Smirnov Kolomogrof	75
4.6. Analisa Debit Banjir Rencana	82
4.6.1. Metode Rasional	82
4.6.2. Metode Weduwen	83
4.6.3. Metode Hasper	85
4.6.4. Metode Empiris Mononobe	86
4.7. Analisa Debit Lapangan	88
4.8. Penentuan Tipe Bendung	92
4.9. Perhitungan Hidraulis Bendung	93

4.9.1. Perhitungan Elevasi Mercu	93
4.9.2. Perhitungan Lebar Total Bendung	94
4.9.3. Pintu Pengambilan (Intake)	94
4.9.4. Lebar Efektif Bendung	96
4.9.5. Perhitungan Mercu Bendung.....	96
4.9.6. Tinggi Muka Air Banjir (h_d) Diatas Mercu	99
4.9.7. Perhitungan Muka Air Banjir di Hilir Bendung	100
4.9.8. Perhitungan Kolam Olak (Peredam Energi)	102
4.10. Perhitungan Air Balik (<i>Back Water</i>)	104
4.11. Perhitungan Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (Piping)	105
4.11.1. Penggambaran Rencana Bendung Mercu Bulat dan Pemecah Energi Tipe Bak Tenggelam	105
4.11.2. Perhitungan Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (Piping) Pada Kondisi Air Normal	105
4.11.3. Perhitungan Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (Piping) Pada Kondisi Air Banjir	109
4.12. Gaya – Gaya Yang Bekerja	112
4.12.1. Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung	112
4.12.2. Gaya Akibat Gempa	115
4.12.3. Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik	119
4.12.4. Gaya Akibat Tekanan Lumpur Atau Sedimen	122
4.12.5. Gaya Akibat <i>Uplift Pressure</i> (Gaya Angkat)	124
4.13. Kontrol Stabilitas Bendung	130
4.13.1. Kontrol Pada Kondisi Air Normal	130
4.13.2. Kontrol Pada Kondisi Air Banjir.....	133
BAB V PENUTUP	135
5.1. Kesimpulan	135
5.2. Saran	136
DAFTAR PUSTAKA.....	137
LAMPIRAN	138

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Kondisi Bendung Kasang II Dari Hilir Bendung.....	2
Gambar 2. 1. Metode Poligon Thiessen.....	7
Gambar 2. 2. Bangunan Pembilas.....	22
Gambar 2. 3. Penempatan Bendung Di Sudetan Sungai.....	26
Gambar 2. 4. Penempatan Bendung Di Palung Sungai	26
Gambar 2. 5. Bentuk-bentuk mercu.....	30
Gambar 2. 6. Bendung dengan Mercu Bulat	30
Gambar 2. 7. Tekanan pada mercu bendung bulat sebagai fungsi perbandingan H_1/r	31
Gambar 2. 8. Harga-harga koefisien C_0 untuk bendung ambang bulat sebagai fungsi perbandingan H_1/r	32
Gambar 2. 9. Koefisien C_1 sebagai fungsi perbandingan p/H_1	32
Gambar 2. 10. Harga-harga Koefisien C_2 untuk bendung mercu Ogee dengan muka hulu melengkung (menurut USBR, 1960).	33
Gambar 2. 11. Jenis locatan aliran pada kolam olak.	34
Gambar 2. 12. Peredam Energi tipe MDO.....	36
Gambar 2. 13. Peredam Energi Tipe Bak Tenggelam	36
Gambar 2. 14. Jari-jari minimum bak.....	38
Gambar 2. 15. Batas minimum tinggi air hilir	38
Gambar 2. 16. Batas Maksimum Tinggi Air Hilir.....	39
Gambar 2. 17. Kolam Olak USBR Type II.....	40
Gambar 2. 18. Kolam Olak USBR Type III	40
Gambar 2. 19. Kolam Olak USBR Type IV	41
Gambar 2. 20. Gaya angkat pada pondasi batuan.....	45
Gambar 2. 21. Gaya tekan keatas pada pondasi bendung.....	46
Gambar 2. 22. Tekanan air pada dinding tegak.	47
Gambar 2. 23. Tebal Lantai Kolam Olak.....	52
Gambar 2. 24. Metode Angka Rembesan Lane	53
Gambar 3. 1. Peta Lokasi Penelitian.....	55
Gambar 3. 2. Bagan Alir Perencanaan Bendung	59
Gambar 4. 1. Peta <i>Catchman Area</i> Bendung Kasang II dari Aplikasi ArcGIS	60
Gambar 4. 2. <i>Polygon Thiessen</i> Pada <i>Catchman Area</i> Bendung Kasang	61
Gambar 4. 3. Kondisi Penampang Di Lapangan	88
Gambar 4. 4. Penampang Sungai.....	89
Gambar 4. 5. Penampang Sungai Kondisi Air Banjir.....	90
Gambar 4. 6. Koefisien C_0 untuk bendung mercu bulat sebagai fungsi dari nilai banding H_1/r	98
Gambar 4. 7. Koefisien C_1 sebagai nilai banding fungsi p/H_1	98

Gambar 4. 8. Koefisien C_2 untuk bendung mercu bulat dengan muka hulu melengkung (menurut USBR,1960).	99
Gambar 4. 9. Tinggi muka air banjir (Hd) di atas mercu.....	99
Gambar 4. 10. Jari – Jari Minimum Bak.....	103
Gambar 4. 11. Batas MinimumTinggi Air Hilir	104
Gambar 4. 12. Analisa Rembesan Kondisi Air Normal	107
Gambar 4. 13. Analisa Rembesan Kondisi Air Banjir.....	110
Gambar 4. 14. Gaya – Gaya Akibat Berat Sendiri.....	113
Gambar 4. 15. Gaya – Gaya Akibat Gempa	117
Gambar 4. 16. Gaya – Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik Kondisi Normal.....	119
Gambar 4. 17. Gaya – Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik Kondisi Banjir.....	121
Gambar 4. 18. Gaya - Gaya Akibat Tekanan Lumpur.....	123
Gambar 4. 19. Gaya Akibat <i>Uplift</i> Horizontal dan Vertikal Kondisi Air Normal...	125
Gambar 4. 20. Gaya Akibat <i>Uplift</i> Horizontal dan Vertikal Kondisi Air Banjir.....	128

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Koefisien Pengaliran (α).....	16
Tabel 2. 2. Berat isi pasangan	42
Tabel 2. 3. Koefisien zona gempa, zona A, B, C, D, E, F	43
Tabel 2. 4. Periode ulang dan percepatan gempa dasar	44
Tabel 2. 5. Harga-harga ξ	45
Tabel 2. 6. Harga koefisien tanah aktif Rankine.....	48
Tabel 2. 7. Harga koefisien tanah pasif Rankine.	48
Tabel 2. 8. Harga \emptyset dan c.....	49
Tabel 2. 9. Harga-harga perkiraan untuk koefisien gesekan.....	50
Tabel 2. 10. Harga-harga minimum angka rembesan Lane (C_L).....	53
Tabel 4. 1. Perhitungan Hujan Maksimum Rata-rata	62
Tabel 4. 2. Perhitungan Distribusi Probalitas Normal	63
Tabel 4. 3. Perhitungan Parameter Statistik dari Distribusi Log Normal	65
Tabel 4. 4. Perkiraan Hujan Rencana DAS Batang Kandis dengan Distribusi Log Normal	66
Tabel 4. 5. Perhitungan Distribusi Probalitas Gumbel	67
Tabel 4. 6. Faktor Frekuensi K_T (G atau C_s).....	68
Tabel 4. 7. Parameter Statistik Distribusi Probabilitas Log Person Type III.....	68
Tabel 4. 8. Perkiraan Hujan Rencana Batang Kandis dengan Distribusi Log Pearson III	69
Tabel 4. 9. Data hujan yang telah diurutkan dari besar ke kecil.....	70
Tabel 4. 10. Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Normal	74
Tabel 4. 11. Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Gumbel.....	74
Tabel 4. 12. Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Log Normal	74
Tabel 4. 13. Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Log Person Type III	75
Tabel 4. 14. Rekapitulasi Nilai χ^2 dan χ^2_{cr}	75
Tabel 4. 15. Perhitungan Uji Distribusi Normal dengan Metode Smirnov Kolmogorof	76
Tabel 4. 16. Perhitungan Uji Distribusi Gumbel dengan Metode Smirnov Kolmogorof.....	78
Tabel 4. 17. Perhitungan Uji Distribusi Log Normal dengan Metode Smirnov Kolmogorof.....	79
Tabel 4. 18. Perhitungan Uji Distribusi Log Person Type III dengan Metode Smirnov Kolmogorof.....	81
Tabel 4. 19. Rekapitulasi Nilai Δp dan Δp_{kr}	81
Tabel 4. 20. Nilai curah hujan rancangan hasil analisis frekuensi Distribusi Log Normal	82
Tabel 4. 21. Perhitungan waktu Konsentrasi	83
Tabel 4. 22. Perhitungan intensitas hujan	83
Tabel 4. 23. Perhitungan hujan rencana metode rasional	83

Tabel 4. 24. Perhitungan intensitas hujan Metode Weduwen.....	84
Tabel 4. 25. Perhitungan hujan rencana metode weduwen.....	84
Tabel 4. 26. Perhitungan Intensitas Hujan Rencana	86
Tabel 4. 27. Perhitungan Debit Banjir Rencana metode Mononobe	87
Tabel 4. 28. Rekapitulasi debit banjir rencana.....	88
Tabel 4. 29. Perhitungan Luas Penampang Sungai Air Normal	89
Tabel 4. 30. Perhitungan Luas Penampang Sungai Air Banjir	91
Tabel 4. 31. Perhitungan Koefisien Debit (Cd).	97
Tabel 4. 32. Perhitungan tinggi muka air banjir (Hd) di atas mercu	100
Tabel 4. 33. Perhitungan Tinggi Air Banjir di Hilir Bendung.....	101
Tabel 4. 34. Perhitungan Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah Pada Kondisi Air Normal.	108
Tabel 4. 35. Perhitungan Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah Pada Kondisi Air Banjir.	111
Tabel 4. 36. Perhitungan Gaya - Gaya Akibat Berat Sendiri.....	114
Tabel 4. 37. Harga koefisien gempa n dan m	115
Tabel 4. 38. Harga koefisien gempa a_c	116
Tabel 4. 39. Perhitungan Gaya - Gaya Akibat Gempa.	118
Tabel 4. 40. Perhitungan Gaya - Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik Kondisi Air Normal.	120
Tabel 4. 41. Perhitungan Gaya Hidrostatik Saat Banjir.	122
Tabel 4. 42. Perhitungan Gaya- Gaya Akibat Tekanan Lumpur Atau Sedimen.	124
Tabel 4. 43. Perhitungan Gaya Akibat <i>Uplift Pressure</i> Horizontal Air Normal.	126
Tabel 4. 44. Perhitungan Gaya Akibat <i>Uplift Pressure</i> Vertikal Air Normal.	127
Tabel 4. 45. Perhitungan Gaya Akibat <i>Uplift Pressure</i> Horizontal Saat Air Banjir.	129
Tabel 4. 46. Perhitungan Gaya Akibat <i>Uplift Pressure</i> Vertikal Saat Air Banjir....	130
Tabel 4. 47. Rekapitulasi Gaya-gaya dan Momen Pada Kondisi Air Normal.....	130
Tabel 4. 48. Rekapitulasi Gaya-gaya dan Momen Pada Kondisi Air Banjir.	133