

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN BENDUNG  
DESA KENDALSARI, KECAMATAN KEMALANG, KABUPATEN  
KLATEN, JAWA TENGAH**



Oleh:

**ELIA ZERAH SALAMBAUW**

**NIM:110016068**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

**2023**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PERENCANAAN BENDUNG  
DESA KENDALSARI, KECAMATAN KEMALANG, KABUPATEN  
KLATEN, JAWA TENGAH**



Dosen Pembimbing I

**Anggi Hermawan, ST, M.Eng**  
NIK : 1973 0335

Dosen Pembimbing II

**Oggi Heicqal Ardian, ST, M.Eng**  
NIK : 1973 0390

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERENCANAAN BENDUNG  
DESA KENDALSARI, KECAMATAN KEMALANG, KABUPATEN  
KLATEN, JAWA TENGAH**

Dipertahankan didepan Dewan Penguji Skripsi  
Program Studi Teknik Sipil S1 Institut Teknologi Nasional Yogyakarta  
Pada tanggal :

Oleh :

**ELIA ZERAH SALAMBAUW**

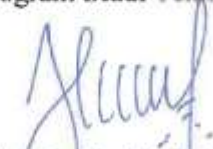
**110016068**

Diterima Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mengambil Tugas Akhir II

**DEWAN PENGUJI**

<b>NAMA</b>	<b>TANDA TANGAN</b>
1. <b><u>Anggi Hermawan, ST. M.Eng</u></b> Ketua Tim Penguji	 Tanggal : 4 Agustus 2023
2. <b><u>Oggi Heicgal Ardian, ST. M.Eng</u></b> Anggota Tim Penguji	 Tanggal : 04 Agustus 2023
3. <b><u>Andrea Sumarah Asih, ST. M.Eng</u></b> Anggota Tim Penguji	 Tanggal : 03 Agustus 2023

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik Sipil dan  
Perencanaan  
  
**Dr. Ir. Hj. Ani Pitra Handayani, S.T., M.T.**  
NIK : 19730078

Menyetujui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil  
  
**Sely Novita Sari, S.T., M.T.**  
NIK : 19730265

## **MOTTO**

“Tanpa KOMITMEN anda tidak akan MEMULAI dan yang lebih penting lagi, tanpa KONSISTENSI anda tidak akan MENYELESAIKAN”

(Denzel Washington).

## **PERSEMBAHAN**

Penyusun mempersembahkan Tugas Akhir ini untuk:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan rahmat-NYA.
2. Ibu dan Ayah, yang selalu menjadi motivator, pembangkit semangat, serta selalu mendoakan yang terbaik.
3. Saudara, yang menjadi penyemangat dalam pengerjaan Skripsi.
4. Bapak dan Ibu Dosen, untuk semua ilmu yang telah diberikan selama perkuliahan, semoga Allah SWT membalas semua kebaikannya.
5. Teman-teman yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian Skripsi ini, semoga penyusun dapat membalas dilain waktu.
6. Rekan-rekan Teknik Sipil angkatan 2016 seperjuangan, terimakasih atas semangat, motivasi, pengalaman, kerjasama dan kebersamaan selama menempuh pendidikan di kampus ITNY yang sangat luar biasa.
7. Seluruh anggota HMTS ITNY, untuk pengalamannya yang tidak bisa penyusun lupakan selama menempuh pendidikan baik pendidikan formal maupun non formal di kampus ITNY.

## ABSTRAK

Kebutuhan air irigasi untuk lahan pertanian di desa kendalsari sering mengalami permasalahan kekurangan air irigasi. Penelitian ini bertujuan melakukan perencanaan bendung di Kali Woro untuk memberikan solusi bagi kebutuhan masyarakat desa kendalsari.

Analisis yang dilakukan dimulai dengan analisis hidrologi yaitu menganalisis curah hujan DAS Kali Woro yang dimulai dari tahun 2010-2020 menggunakan metode *Thiessen Polygon* dan menggunakan aplikasi ArcGIS 10.3 untuk penggambaran dan perhitungan luas *Thiessen Polygon*. Analisis hidrograf satuan menggunakan metode HSS Nakayasu untuk menghasilkan debit banjir rencana dengan berbagai periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun, setelah diperoleh debit banjir rencana kemudian dilakukan analisis stabilitas bendung.

Berdasarkan hasil analisis stabilitas bendung dengan periode ulang 100 tahun disimpulkan bendung aman terhadap gaya guling, gaya geser, keruntuhan daya dukung tanah, dan bahaya *piping*.

**Kata Kunci:** analisis hidrologi, HSS Nakayasu, stabilitas bendung.

## **ABSTRACT**

Irrigation water needs for agricultural land in kendalsari village frequently suffer a problem lack of irrigation water. This study aim to do weir planning for provide a solution to the people of the kendalsari village.

The analysis was begin with hydrology analysis, that is analyze of the rainfall in the Kali Woro starting from 2010-2020 using the Thiessen Polygon method and using the ArcGIS 10.3 application for delineated and calculated of area. Unit hydrograph analysis using the HSS Nakayasu method to produce flood discharge plans with various return periods of 2 years, 5 years, 10 years, 25 years, 50 years, and 100 years. After obtained the plan of flood discharge, than do the stability analysis of the weir.

Based of the stability analysis result of weir are turn period of 100 years come to the conclusion it still safe to over tunning, sliding, bearing capacity faillure, and the danger of piping.

**Keywords** : hydrology analysis, HSS nakayasu, weir stability.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat rahmat-Nya penyusun dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul Perencanaan Bendung kali Woro, Desa Kendalsari Kecamatan Kemalang Kabupaten Klaten Propinsi Jawa Tengah, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata-1 program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.

Dalam menyusun dan menyelesaikan Skripsi ini, penyusun sangat membutuhkan kerja sama, bantuan, bimbingan, pengarahan, petunjuk dan saran dari berbagai pihak. Terimakasih penyusun haturkan kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Setyo Pambudi, M.T., Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Hj. Ani Tjitra Handayani, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Sipil Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
3. Ibu Lilis Zulaicha, S.T.,M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
4. Bapak Anggi Hermawan, ST,M.Eng., selaku dosen pembimbing I dan Ketua tim penguji Tugas Akhir.
5. Bapak Oggi Heicqal Ardian, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing II dan Anggota Tim Penguji Tugas Akhir.
6. Ibu Andrea Sumarah Asih ,ST,M.Eng., selaku dosen Institut Teknologi Nasional Yogyakarta. Dan Anggota Tim Penguji Tugas Akhir.
7. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta yang telah memberikan ilmunya.
8. Bapak, Ibu dan Saudara tersayang yang selalu memberi motivasi, semangat dan juga doa tiada henti kepada penyusun.

9. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2016 dan seluruh teman-teman teknik sipil yang tidak bisa penyusun sebutkan satu persatu. Terimakasih telah membantu dan memberikan semangat dalam menyelesaikan Skripsi.

Demikian dengan segala kerendahan hati penyusun memohon maaf bila terdapat kekurangan dalam Skripsi ini, oleh karena itu dengan lapang dada dan keterbukaan akan penyusun terima segala kritik dan saran yang membangun demi baiknya penyusunan ini. Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Yogyakarta, 2 Agustus 2023

Penyusun



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Bendung.....	4
2.2. Klasifikasi Bendung .....	4
2.3. Mercu Bendung .....	5
2.3.1. Mercu Bulat .....	6
2.3.2. Tinggi Mercu Bendung.....	8
2.3.3. Lebar Mercu Bendung.....	8
2.3.4. Elevasi Mercu Bendung.....	8
2.3.5. Langkah Penentuan Elevasi Mercu Bendung.....	9
2.4. Pengertian Hidrologi .....	10
2.5. Analisa Curah Hujan .....	11
2.5.1.3. Analisa Hujan Rencana .....	14

2.5.2. Analisa Distribusi Frekuensi .....	15
2.5.3. Uji Kecocokan Distribusi Hujan .....	17
2.5.3.1. Uji Smirnov Kolmogrov .....	17
2.5.3.2. Uji Chi-Kuadrat .....	18
2.5.4. Analisa Curah Hujan Efektif .....	19
2.5.5. Intensitas Curah Hujan .....	20
2.5.6. Curah Hujan Jam-Jaman.....	20
2.6. Debit Banjir Rencana .....	21
2.7. Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu .....	21
2.7.1. Perencanaan Tinggi Mercu Bendung .....	25
2.7.2. perencanaan Elevasi Mercu Bendung.....	25
2.7.3. Perencanaan Lebar Bendung .....	28
2.7.3.1. Tinggi Muka Air Diatas Mercu Bendung.....	28
2.7.3.2. Analisa Stabilitas Bendung.....	31
2.7.3.3. Gaya Berat Sendiri .....	32
2.7.3.4. Gaya Gempa .....	32
2.8. Gaya Hidrostatis.....	33
2.8.1. Gaya Tekan/ <i>Uplift Pressure</i> .....	34
2.8.1.1. Ketahanan Terhadap Gelincir .....	35
2.8.1.2. Ketahanan Terhadap Guling .....	36
2.8.1.3. Pintu Pengambilan.....	37
2.8.1.4. Rembesan dan Tekanan Air Tanah.....	39
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>	<b>40</b>
3.1. Lokasi Studi.....	40
3.2. Pengumpulan Data.....	40
3.3. Analisis Data.....	41
3.4. Dimensi Tubuh Bendung .....	41
3.5. Bagan Alir Penelitian .....	41

<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>46</b>
4.1. Analisis Hidrologi.....	46
4.1.1. Analisis Curah Hujan.....	46
4.2. Analisis Data Curah Hujan Yang Hilang.....	47
4.2.1. Analisis Frekuensi.....	49
4.2.2. Jenis Sebaran Hujan .....	51
4.2.3. Analisis Sebaran Log Pearson Tipe III.....	51
4.2.4 Uji Kecocokan Distribusi Curah Hujan.....	54
4.3. Uji Smirnov Kolmogorov.....	54
4.4. Uji Chi Kuadrat .....	55
4.5. Analisis Curah Hujan Efektif.....	56
4.6. Perhitungan Hidrograf Banjir Rencana.....	58
4.6.1. Parameter HSS Nakayasu.....	47
4.7. Hidrograf Debit Banjir Rancangan.....	61
5.1. Bangunan Utama Bendung.....	65
5.1.1. Elevasi Mercu Bendung.....	65
5.1.2. Lebar Efektif Bendung .....	66
5.1.3. Tinggi Air di Atas Mercu .....	67
5.1.4. Tinggi Air di Hilir Bendung .....	70
5.2. Penentuan Tipe Kolam Olak.....	71
5.3. Dimensi Kolam Olak .....	74
5.4. Perhitungan Panjang Jalur Rembesan.....	75
5.5. Analisa Stabilitas Bendung Pada Kondisi Air Normal .....	77
5.5.1. Akibat Berat sendiri .....	77
5.5.2. Akibat Gaya Gempa.....	78
5.5.3. Akibat Gaya Angkat.....	80
5.6. Akibat Gaya Hidrostatik .....	84
5.6.1. Tekanan Aktif dan Pasif.....	84
6.1. Perhitungan Panjang Lantai Hulu ( <i>Apron</i> ).....	86

6.2. Kontrol Stabilitas Bendung Pada Kondisi Air Normal.....	88
6.1.2. Terhadap Guling.....	88
6.1.3. Terhadap Geser .....	88
6.1.4. Erosi Bawah Tanah (Piping).....	89
6.1.5. Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah .....	89
6.2. Lebar Pintu Air Pembilas .....	90
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>90</b>
7.1. Kesimpulan .....	91
7.2. Saran.....	91
<b>PENUTUP.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>xviii</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>xix</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Lokasi kali woro.....	2
<b>Gambar 1.2.</b> Lokasi Kali Woro.....	2
<b>Gambar 2.1.</b> Bentuk Mercu bulat.....	7
<b>Gambar 2.2.</b> Bentuk Mercu Ogee.....	7
<b>Gambar 2.3.</b> Bentuk Mercu Ambang Lebar.....	7
<b>Gambar 2.4.</b> Siklus Hidrologi.....	11
<b>Gambar 2.5.</b> Poligon Thiessen.....	14
<b>Gambar 2.6.</b> Hidrograf Nakayasu.....	27
<b>Gambar 2.7.</b> Lebar Efektif Bendung.....	30
<b>Gambar 2.8.</b> Tinggi muka Air diatas Bendung.....	32
<b>Gambar 2.9.</b> Tekanan Pada Mercu Bendung Bulat.....	33
<b>Gambar 2.10.</b> Harga-harga Koefisien C0 untuk Bendung Ambang Bulat.....	33
<b>Gambar 2.11.</b> Koefisien C1 sebagai fungsi perbandingan P/H1.....	33
<b>Gambar 2.12.</b> Harga-hargaKoefisien C2 Perbandingan P/H1.....	34
<b>Gambar 2.13.</b> Faktor Pengurangan Aliran Tenggelam.....	34
<b>Gambar 2.14.</b> Gaya Hidrostatik Kondisi Air Banjir.....	37
<b>Gambar 2.15.</b> Gaya Angkat (Uplift Pressure).....	38
<b>Gambar 3.1.</b> Lokasi Penelitian.....	41
<b>Gambar 3.2.</b> Bagan Alir Perencanaan Bendung.....	43
<b>Gambar 4.1.</b> Luasan Poligon Theissen.....	34
<b>Gambar 2.15.</b> Gaya Angkat (Uplift Pressure).....	35
<b>Gambar 3.1.</b> Lokasi Penelitian.....	41
<b>Gambar 3.2.</b> Bagan Alir Perencanaan Bendung.....	41
<b>Gambar 4.1.</b> Gambar Titik Awal Perencanaan Bendung.....	61
<b>Gambar 4.2.</b> Luasan Poligon Thiessen.....	61

<b>Gambar 4.3.</b> Grafik Ordinat Nakayasu.....	43
<b>Gambar 4.4.</b> Grafik Hidrograf Debit Banjir Rancangan.....	64
<b>Gambar 5.1.</b> Lebar Efektif Bendung (Uplift Pressure).....	67
<b>Gambar 5.2.</b> Tinggi Air di Atas Mercu.....	68
<b>Gambar 5.3.</b> Jari – jari Mercu Bendung.....	69
<b>Gambar 5.4.</b> Tinggi Air di Hilir Bendung.....	71
<b>Gambar 5.5.</b> Kolam Olak Tipe Vlughter.....	73
<b>Gambar 5.6.</b> Dimensi Kolam Olak Vlughter .....	75
<b>Gambar 5.7.</b> Panjang Rembesan.....	76
<b>Gambar 5.8.</b> Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung.....	78
<b>Gambar 5.9.</b> Gaya Akibat Gempa.....	80
<b>Gambar 5.10.</b> Gaya Angkat Bendung.....	83
<b>Gambar 5.11.</b> Gaya Hidrostatik.....	84
<b>Gambar 5.12.</b> Tekanan Tanah Aktif dan Pasif .....	85
<b>Gambar 5.13.</b> Lantai Muka Bendung (Apron).....	87
<b>Gambar 5.14.</b> Pintu Pembilas.....	90

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Jenis Distribusi.....	16
<b>Tabel 2.2.</b> Nilai Kritis Do Untuk Uji Smirnov-Kolmogorov .....	20
<b>Tabel 2.3.</b> Koefisien Pengaliran .....	22
<b>Tabel 2.4.</b> Menentukan Elevasi Mercu Bendung.....	28
<b>Tabel 2.5.</b> Harga-harga Koefisien Konstraksi Pilar (Kp).....	30
<b>Tabel 2.6.</b> Harga-harga Koefisien Konstraksi Pangkal Bendung (Ka).....	31
<b>Tabel 2.7.</b> Harga-Harga Perkiraan untuk Koefisien Gesekan.....	39
<b>Tabel 2.8.</b> Tabel angka aman untuk Weighted-creep-ratio.....	43
<b>Tabel 4.1.</b> Perbandingan Luas Daerah Pengaruh Stasiun Hujan .....	47
<b>Tabel 4.2.</b> Data Curah Hujan Harian Maksimum.....	47
<b>Tabel 4.3.</b> Jarak Antar Stasiun Curah Hujan .....	47
<b>Tabel 4.4.</b> Analisis Curah Hujan Harian Maksimum Rata-rata.....	48
<b>Tabel 4.5.</b> Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan .....	49
<b>Tabel 4.6.</b> Parameter Statistik.....	50
<b>Tabel 4.7.</b> Pemilihan Jenis Sebaran.....	51
<b>Tabel 4.8.</b> Hasil Analisis Parameter Sebaran Log Pearson Tipe III.....	53
<b>Tabel 4.9.</b> Nilai K Untuk Setiap Nilai Cs = 0,159.....	54
<b>Tabel 4.10.</b> Analisis Log Pearson Tipe III .....	54
<b>Tabel 4.11.</b> Analisis Uji Chi Kuadrat .....	56
<b>Tabel 4.12.</b> Analisis Curah Hujan Rencana.....	57
<b>Tabel 4.13.</b> Distribusi Hujan Jam-jaman.....	58
<b>Tabel 4.14.</b> Ordinat Hidrograf.....	60
<b>Tabel 4.15.</b> Debit Maksimum Periode Ulang 50 Tahun.....	62
<b>Tabel 4.16.</b> Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan .....	63
<b>Tabel 4.17.</b> Debit Banjir Periode Ulang T Tahun .....	64

<b>Tabel 5.1.</b> Menentukan Elevasi Mercu Bendung.....	66
<b>Tabel 5.2.</b> Perhitungan H1 hulu dengan percobaan .....	67
<b>Tabel 5.3.</b> Perhitungan H hilir dengan percobaan .....	70
<b>Tabel 5.4.</b> Perhitungan Panjang Rembesan .....	76
<b>Tabel 5.5.</b> Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri .....	77
<b>Tabel 5.6.</b> Perhitungan Gaya Akibat Gaya Gempa .....	79
<b>Tabel 5.7.</b> Perhitungan Panjang Rembesan Pada Keadaan Air Normal.....	81
<b>Tabel 5.8.</b> Perhitungan Gaya Angkat .....	82
<b>Tabel 5.9.</b> Perhitungan Gaya Hidrostatik .....	84
<b>Tabel 5.10.</b> Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Tanah .....	85
<b>Tabel 5.11.</b> Panjang Aliran Lintasan Apron.....	86
<b>Tabel 5.12.</b> Perhitungan Gaya Akibat Berat sendiri Apron .....	87
<b>Tabel 5.13.</b> Rekapitulasi Gaya-gaya pada Kondisi Normal .....	88



