

**ANALISIS STABILITAS BENDUNG KAMIJORO DENGAN BEBERAPA  
DEBIT TAHUN RENCANA**

**PROYEK AKHIR**

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta untuk  
Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik



Oleh :

Bambang Zakki Wahyu Pamungkas

NIM 16510134001

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

# ANALISIS STABILITAS BENDUNG KAMIJORO DENGAN BEBERAPA DEBIT TAHUN RENCANA

Disusun oleh:

Bambang Zakki Wahyu Pamungkas  
16510134001

## ABSTRAK

Bendung dapat dikatakan aman apabila stabil terhadap bahaya dan gaya-gaya yang terjadi pada bendung. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai angka aman bendung kamijoro terhadap bahaya penggulingan, pergeseran, erosi bawah tanah (*piping*) dan ditinjau daya dukung tanahnya.

Lokasi penelitian ini berada di Desa Sendang Sari, Pajangan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Data sekunder yang dibutuhkan yaitu data gambar dan spesifikasi bendung, data tanah setempat, dan data debit banjir.

Hasil analisis stabilitas bendung dan telah direkapitulasi maka didapat hasil sebagai berikut: angka keamanan untuk penggulingan yaitu  $Q_{100}$  SF = 157,43 > 1,5,  $Q_{200}$  SF = 157,93 > 1,5, dan  $Q_{1000}$  SF = 156,82 > 1,5. Untuk pergeseran yaitu  $Q_{100}$  SF = 18,82 > 1,5,  $Q_{200}$  SF = 19,46 > 1,5, dan  $Q_{1000}$  SF = 21,29 > 1,5. Pada tinjauan daya dukung tanah yaitu untuk debit banjir  $Q_{100}$  dihasilkan  $\sigma_1 = 532,549 \text{ kN/m}^2 < 1867,68 \text{ kN/m}^2$  dan  $\sigma_2 = 203,814 \text{ kN/m}^2 > 0$ , untuk debit banjir  $Q_{200}$  dihasilkan  $\sigma_1 = 535,077 \text{ kN/m}^2 < 1867,68 \text{ kN/m}^2$  dan  $\sigma_2 = 205,993 \text{ kN/m}^2 > 0$ , dan untuk debit banjir  $Q_{1000}$  dihasilkan  $\sigma_1 = 538,464 \text{ kN/m}^2 < 1867,68 \text{ kN/m}^2$  dan  $\sigma_2 = 209,456 \text{ kN/m}^2 > 0$ . Dan untuk bahaya *piping*, diperoleh WCR = 9,55 > 5, untuk debit banjir  $Q_{200}$ , WCR = 9,15 > 5, untuk debit banjir  $Q_{200}$ , dan WCR = 8,33 > 5 (nilai WCR jenis pasir kasar). Dari persyaratan keamanan tersebut, dapat dikatakan bahwa Bendung Kamijoro aman terhadap bahaya penggulingan, pergeseran, *piping*, dan ditinjau dari daya dukung tanah.

**Kata kunci:** Bendung Kamijoro, debit rencana, stabilitas bendung

# THE ANALYSIS OF KAMIJORO WEIR STABILITY BASED ON FLOOD DESIGNS DISCHARGE

By:

Bambang Zakki Wahyu Pamungkas  
16510134001

## ABSTRACT

A weir can be considered safe when it is stable in facing possible dangers and forces. The objective of this research is to find out the safety value that Weir Kamijoro has in overcoming the dangers of overtuning, sliding, and piping, by also observing the load-carrying capacity of the ground.

This research took place in Sendang Sari Village, Pajangan, Bantul, DIY. This research based on secondary data that covered the picture and the specification of the weir, the information about the local ground, and the maximum flood discharge.

The result of the weir stability analysis which had been recapitulated showed the following outcomes: the safety number for overtuning was  $Q_{100} SF = 157,43 > 1,5$ ,  $Q_{200} SF = 157,93 > 1,5$ , and  $Q_{1000} SF = 156,82 > 1,5$ . The ones for sliding were  $Q_{100} SF = 18,82 > 1,5$ ,  $Q_{200} SF = 19,46 > 1,5$ , and  $Q_{1000} SF = 21,29 > 1,5$ . In monitoring the load-carrying capacity of the ground,  $Q_{100}$  flood discharge resulted  $\sigma_1 = 532,549 \text{ kN/m}^2 < 1867,68 \text{ kN/m}^2$  and  $\sigma_2 = 203,814 \text{ kN/m}^2 > 0$ , while  $Q_{200}$  flood discharge resulted  $\sigma_1 = 535,077 \text{ kN/m}^2 < 1867,68 \text{ kN/m}^2$  and  $\sigma_2 = 205,993 \text{ kN/m}^2 > 0$ , and  $Q_{1000}$  resulted  $\sigma_1 = 538,464 \text{ kN/m}^2 < 1867,68 \text{ kN/m}^2$  and  $\sigma_2 = 209,456 \text{ kN/m}^2 > 0$ . For piping dangers, the result was  $WCR = 9,55 > 5$ , for flood discharge  $Q_{200}$ ,  $WCR = 9,15 > 5$ , for flood discharge  $Q_{200}$ , and  $WCR = 8,33 > 5$  (WCR value of coarse sand type). According to the results of the safety condition, it can be concluded that Weir Kamijoro is safe from the dangers of overtuning, sliding, piping, and the load-carrying capacity observing.

**Keywords:** *Weir Kamijoro, discharge designs, weir stability*

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang betanda tangan dibawah ini :

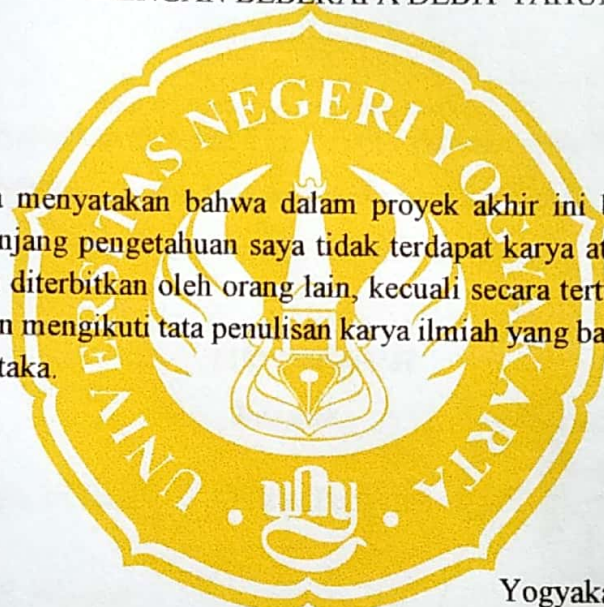
Nama : Bambang Zakki Wahyu Pamungkas

NIM : 16510134001

Progam Studi : D3 TEKNIK SIPIL

Judul : ANALISIS STABILITAS BENDUNG KAMIJORO  
DENGAN BEBERAPA DEBIT TAHUN RENCANA

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam proyek akhir ini benar-benar karya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang baku dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Yogyakarta, 06 Mei 2019

Yang menyatakan

Bambang Zakki W.P.  
NIM. 16510134001

**HALAMAN PENGESAHAN**

**Proyek Akhir**

**ANALISIS STABILITAS BENDUNG KAMIJORO DENGAN BEBERAPA  
DEBIT TAHUN RENCANA**

Disusun oleh:

**Bambang Zakki Wahyu Pamungkas**

**16510134001**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Proyek Akhir Program Studi  
D3 Teknik Sipil Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas  
Teknik Universitas Negeri Yogyakarta



**TIM PENGUJI**

<b>Nama</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Tanda Tangan</b>	<b>Tanggal</b>
Didik Purwantoro, M.Eng.	Ketua Penguji		20/5/2019
Dr. Ing. Satoto E. Nayono, M.Sc., M.Eng.	Penguji utama		22/5/2019
Dian Eksana Wibowo, M.Eng.	Sekretaris		22/05/19

Yogyakarta, 21 Mei 2019

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Yogyakarta



**Dr. Widarto, M.Pd.**  
NIP. 19631230 198812 1 001

## **MOTTO**

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. (Q.S Al-Insyirah 6-7)

Sebaik-baiknya manusia adalah yang paling bermanfaat bagi orang lain  
(HR. Tabrani & Daruquthni)

Great things are not done by impulse, but by a series of small things brought together. (Vincent van Gogh)

Start where you are. Use what you have. Do what you can.  
(Arthur Ashe)

Opportunities don't happen. You create them.  
(Chris Grosser)

kawula mung saderma, mobah-mosik kersaning Hyang sukmo  
(Lakukan yang kita bisa, setelahnya serahkan kepada Tuhan)

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Seiring rasa syukur kepada Allah SWT, karya ini saya persembahkan untuk:

Bapak Nur Cholis dan Ibu Katminah atas semua dukungan moril dan materiil

Kakakku, Usman Syaifudin atas motivasi dan pengarahannya

Keluarga besar Divisi Rancang Bangun UKM Rekayasa Teknologi dan HMTSP  
FT UNY yang telah menjadi tempat belajar dan bertukar pengalaman selama  
perkuliahan

Teman-teman JPTSP 2016 dan Teman-teman Fakultas Teknik UNY 2016

UKM Rekayasa Sosial atas motivasi mental dan pengalaman kehidupan

Teman-teman seperjuangan D3 Teknik Sipil 2016, yang telah menjadi bagian  
suka dan duka tiga tahun terakhir

Dian Fitri Utami, untuk selalu mendampingi dan membuat saya terus dan lebih  
melangkah maju daripada yang lain

## PENGANTAR



Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq serta hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir dalam rangka untuk memenuhi sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar Ahli Madya Teknik dengan judul “Analisis Stabilitas Bendung Kamijoro Dengan Beberapa Debit Tahun Rencana” dapat disusun sesuai dengan harapan. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya dan sahabatnya yang selalu dinantikan syafa’atnya di yaumul akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam proses terselesaikannya proyek akhir ini tak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Dengan selesainya Proyek Akhir ini penulis mengucapkan puji syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT dan tidak lupa penulis menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungannya. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Orang tua tercinta Ibu Katminah dan Bapak Nur Choliz yang telah memberikan kasih sayang, nasehat, do’a, motivasi, dan semangat serta bantuan secara moril maupun materiil.
2. Bapak Didik Purwantoro, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir yang telah memberikan banyak semangat, dorongan, bimbingan selama penyusunan Proyek Akhir ini
3. Bapak Dr. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Bapak Drs. Darmono, M.T. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Bapak Dr. Ir. Sunar Rochmadi, M.E.S. selaku Ketua Prodi Teknik Sipil-D3 Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.



6. Bapak Ikhwanuddin, M.T. Selaku Dosen Pembimbing Akademik Teknik Sipil-D3/2016 Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
7. Seluruh rekan-rekan seperjuangan kelas D3 Teknik Sipil 2016 yang telah memberikan motivasi, informasi, semangat, kebahagiaan dan keceriannya.
8. Semua pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dan tidak dapat disebutkan satu demi satu yang ikut membantu penyusunan Proyek Akhir.

Penulis telah berusaha dengan semaksimal mungkin untuk dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini dengan sebaik-baiknya. Penulis menyadari dalam penyusunan Proyek Akhir ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu Penulis memohon maaf serta memohon kritik dan saran yang membangun sehingga tulisan ini dapat lebih baik kedepannya. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua.

Yogyakarta, 06 Mei 2019  
Penulis,

Bambang Zakki W.P.  
NIM. 16510134001

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
ABSTRAK (dalam bahasa Indonesia) .....	ii
ABSTRACT (in English).....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
MOTTO .....	vi
PERSEMBAHAN .....	vii
PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi

### **BAB I PENDAHULUAN**

A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah .....	4
E. Tujuan .....	4
F. Manfaat .....	5
G. Keaslian Gagasan .....	5

### **BAB II DASAR TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA**

A. Bendung .....	6
B. Bendung Pelimpah .....	7
1. Tubuh Bendung .....	7
2. Lebar Bendung .....	7
3. Mercu Bendung .....	8
4. Pelimpah Gigi Gergaji.....	10
5. Pangkal Bendung.....	10
6. Peredam Energi .....	11
C. Gaya-gaya yang Bekerja pada Bendung .....	13
1. Tekanan Air.....	14
2. Tekanan Lumpur .....	17
3. Tekanan Tanah .....	17
4. Gaya Gempa.....	20

	Halaman
5. Berat Sendiri Bendung .....	21
6. Reaksi Pondasi .....	22
D. Stabilitas Bendung .....	24
1. Kontrol Terhadap Pergeseran.....	24
2. Kontrol Terhadap Penggulingan .....	26
3. Kontrol Terhadap Eksentrisitas.....	27
4. Kontrol Terhadap Daya Dukung Tanah.....	28
5. Kontrol Terhadap Erosi Bawah Tanah (piping).....	29

### **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Tinjauan Umum .....	31
B. Metode Pengumpulan Data.....	32
C. Pengolahan Data Sekunder .....	33
D. Diagram Alir Proyek Akhir.....	33

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Perhitungan Tinggi Muka Air di Atas Mercu .....	35
1. Perhitungan Lebar Efektif Bendung.....	35
2. Perhitungan Tinggi Muka Air di Atas Mercu .....	36
B. Perhitungan Gaya-gaya dan Momen yang Bekerja pada Debit $Q_{100}$ .....	38
1. Perhitungan Gaya Vertikal.....	38
2. Perhitungan Gaya Horizontal.....	44
3. Rekapitulasi Total Gaya dan Momen yang Bekerja.....	51
C. Perhitungan Analisis Stabilitas Bendung pada Debit Normal dan Debit Banjir $Q_{100}$ .....	52
1. Stabilitas Terhadap Penggulingan.....	52
2. Stabilitas Terhadap Pergeseran .....	53
3. Tinjauan Terhadap Eksentrisitas .....	54
4. Tinjauan Terhadap Daya Dukung Tanah .....	56
5. Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (piping) .....	58
D. Perhitungan Gaya-gaya dan Momen yang Bekerja Beserta Analisis Stabilitas Bendung pada Debit Banjir $Q_{200}$ .....	59
1. Perhitungan Tinggi Muka Air di Atas Mercu .....	59
2. Perhitungan Berat Air yang Membebani Bangunan .....	61
3. Perhitungan Gaya Angkat Air (uplift).....	61
4. Perhitungan Tekanan Air .....	62
5. Rekapitulasi Total Gaya dan Momen yang Bekerja.....	63
6. Kontrol Keamanan Stabilitas Bendung.....	64
E. Perhitungan Gaya-gaya dan Momen yang Bekerja Beserta Analisis Stabilitas Bendung pada Debit Banjir $Q_{1000}$ .....	66
1. Perhitungan Tinggi Muka Air di Atas Mercu .....	66
2. Perhitungan Berat Air yang Membebani Bangunan .....	68
3. Perhitungan Gaya Angkat Air (uplift).....	68
4. Perhitungan Tekanan Air .....	69

	Halaman
5. Rekapitulasi Total Gaya dan Momen yang Bekerja.....	70
6. Kontrol Keamanan Stabilitas Bendung.....	71
F. Pembahasan.....	72
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</b>	
1. Simpulan.....	77
2. Saran.....	78
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>79</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>80</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Harga-harga koefisien $K_a$ dan $K_p$ .....	8
Tabel 2. Harga-harga $\xi$ .....	15
Tabel 3. Harga-harga koefisien tegangan aktif $K_a$ untuk dinding miring kasar dengan permukaan tanah datar/horizontal .....	15
Tabel 4. Harga-harga koefisien tegangan aktif $K_p$ untuk dinding miring kasar dengan permukaan tanah datar/horizontal .....	23
Tabel 5. Koefisien jenis tanah.....	20
Tabel 6. Periode ulang dan percepatan dasar gempa, $a_c$ .....	21
Tabel 7. Nilai berat volume bahan .....	21
Tabel 8. Nilai-nilai faktor kapasitas dukung Terzaghi (1943).....	29
Tabel 9. Harga-harga angka minimum rembesan lane ( $C_L$ ).....	30
Tabel 10. Debit banjir .....	32
Tabel 11. Perhitungan H hulu dengan cara coba-coba.....	36
Tabel 12. Perhitungan berat bangunan.....	38
Tabel 13. Perhitungan berat air saat normal.....	39
Tabel 14. Perhitungan berat air saat air banjir .....	40
Tabel 15. Perhitungan berat lumpur per $m^1$ .....	41
Tabel 16. Perhitungan gaya angkat pada titik x pada saat normal .....	42
Tabel 17. Perhitungan gaya angkat pada titik x pada saat banjir .....	42
Tabel 18. Perhitungan gaya <i>uplift</i> dan momen pada saat normal .....	43
Tabel 19. Perhitungan gaya <i>uplift</i> dan momen pada saat banjir .....	43
Tabel 20. Perhitungan tekanan air di hulu bendung saat normal .....	44
Tabel 21. Perhitungan tekanan air di hulu bendung saat air banjir .....	44
Tabel 22. Perhitungan tekanan air di hilir bendung .....	45

Tabel 23. Rekapitulasi tekanan tanah.....	49
Tabel 24. Rekapitulasi tekanan lumpur.....	49
Tabel 25. Rekapitulasi gaya gempa akibat struktur .....	51
Tabel 26. Rekapitulasi total gaya dan momen pada saat muka air normal .....	51
Tabel 27. Rekapitulasi total gaya dan momen pada saat muka air banjir .....	52
Tabel 28. Perhitungan H hulu dengan cara coba-coba.....	60
Tabel 29. Perhitungan berat air saat air banjir .....	61
Tabel 30. Perhitungan gaya angkat pada titik x pada saat banjir .....	61
Tabel 31. Perhitungan gaya <i>uplift</i> dan momen pada saat banjir .....	62
Tabel 32. Perhitungan tekanan air di hulu bendung saat air banjir .....	62
Tabel 33. Perhitungan tekanan air di hilir bendung saat air banjir .....	63
Tabel 34. Rekapitulasi total gaya dan momen pada saat muka air banjir .....	63
Tabel 35. Perhitungan H hulu dengan cara coba-coba.....	66
Tabel 36. Perhitungan berat air saat air banjir .....	68
Tabel 37. Perhitungan gaya angkat pada titik x pada saat banjir .....	68
Tabel 38. Perhitungan gaya <i>uplift</i> dan momen pada saat banjir .....	69
Tabel 39. Perhitungan tekanan air di hulu bendung saat air banjir .....	69
Tabel 40. Perhitungan tekanan air di hilir bendung saat air banjir .....	69
Tabel 41. Rekapitulasi total gaya dan momen pada saat muka air banjir .....	70

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Bentuk-bentuk mercu bendung .....	9
Gambar 2. Pangkal bendung .....	11
Gambar 3. Peredam energi .....	12
Gambar 4. Gaya-gaya yang bekerja pada bendung.....	13
Gambar 5. Gaya angkat untuk bangunan pada pondasi batuan .....	15
Gambar 6. Gaya angkat pada pondasi bendung .....	16
Gambar 7. Tegangan samping aktif dan pasif cara pemecahan Rankine.....	18
Gambar 8. Tekanan aktif (a) dan Tekanan pasif (b) menurut Rankine.....	19
Gambar 9. Keofisien zona gempa di Indonesia .....	21
Gambar 10. Unsur-unsur persamaan distribusi tekanan pada pondasi .....	24
Gambar 11. Metode angka rembesan Lane.....	30
Gambar 12. Lokasi pekerjaan .....	31
Gambar 13. Diagram alir analisis stabilitas Bendung Kamijoro bagian 1 .....	33
Gambar 14. Diagram alir analisis stabilitas Bendung Kamijoro bagian 2.....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Denah Bendung Kamijoro
- Lampiran 2. Potongan A-A Bendung Kamijoro
- Lampiran 3. Potongan D-D Bendung Kamijoro
- Lampiran 4. Potongan F-F Bendung Kamijoro
- Lampiran 5. Gaya gempa dan berat sendiri bendung
- Lampiran 6. Gaya *uplift*
- Lampiran 7. Gaya berat air di atas bendung dan tekanan tanah
- Lampiran 8. Tekanan air di hulu dan hilir bendung dan tekanan lumpur