

**TUGAS AKHIR**

**TINJAUAN STABILITAS STRUKTUR TUBUH BENDUNGAN (*DRY DAM*)  
CIAWI (CIPAYUNG), KABUPATEN BOGOR, PROVINSI JAWA BARAT**



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**2020**



**LEMBAR PENGESAHAN SIDANG  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**Q**

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

**Judul Tugas Akhir** : TINJAUAN STABILITAS STRUKTUR TUBUH  
BENDUNGAN (*DRYDAM*) CIAWI (CIPAYUNG),  
KABUPATEN BOGOR, PROVINSI JAWA BARAT.

Disusun oleh :

**Nama** : REGI HARIANDI

**NIM** : 41116010119

**Program Studi** : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan **LULUS** pada sidang sarjana :

Tanggal : 08 September 2020

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

UNIVERSITAS

Ketua Penguji

Acep Hidayat, S.T., M.T.

MERCU BUANA

Suprapti, S.T., M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Acep Hidayat, S.T., M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN**  
**SIDANG SARJANA KOMPREHENSIF LOKAL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS MERCUBUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Regi Hariandi

Nomor Induk Mahasiswa : 41116010119

Program Studi/Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikasi) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat dipertanggungjawabkan sepenuhnya.

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Jakarta, 21 Agustus 2020

Yang memberikan pernyataan

  
Regi Hariandi

## ABSTRAK

*Judul : “TINJAUAN STABILITAS TUBUH BENDUNGAN (DRYDAM) CIAWI (CIPAYUNG), KABUPATEN BOGOR, PROVINSI JAWA BARAT”. Penulis : Regi Hariandi, Nim :41116010119, Hidroteknik Fakultas Teknik Universitas Mercubuana. Pembimbing : Acep Hidayat, ST., MT.*

*Bendungan Ciawi merupakan sebuah bendungan yang dirancang pada aliran bagian hulu Ciliwung dengan luas DAS sebesar 88.5 km<sup>2</sup>, dan terletak di Kabupaten Bogor. Provinsi Jawa Barat. Dimana, bendungan ini dimaksudkan atau direncanakan sebagai pengendali banjir terhadap aliran sungai Ciliwung tersebut. Dengan alasan tersebut maka dilakukan hal yang berbeda daripada bendungan yang lainnya, yaitu dengan menggunakan konsep yang bernama drydam, konsep ini adalah dimana pada saat awal musim hujan, elevasi muka air waduk akan diatur berada pada elevasi terendah, sehingga pada awal banjir air akan secara bebas melalui terowongan (bottom outlet), sedangkan ketika air berada dititik yang sangat besar maka akan ditampung hingga melewati pelimpah bendungan.*

*Dalam hal ini penulis membuat suatu analisis yang menitik beratkan pergerakan elevasi muka air terhadap stabilitas tubuh bendungan Ciawi ini. Analisa ini meliputi penjabaran akan aliran debit yang masuk, kondisi pondasi bendungan, kapasitas rembesan yang masuk dibawah tubuh bendungan, bahaya terhadap piping dan serta analisa keamanan stabilitas lereng menggunakan perhitungan manual metode Bishop dengan bantuan program Geostudio2012. Dari hal tersebut berdasarkan analisis didapat nilai lugeon yang tidak sesuai dengan ketentuan, angka rembesan yang terjadi sebesar  $2.38 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{det}$  pada muka air banjir, untuk masalah piping tidak akan terjadi piping karena  $V_s > V_c$ , dan untuk stabilitas lereng pada kondisi normal, banjir, jenuh dikatakan aman berdasarkan  $F_s \text{ hitung} > F_s \text{ izin}$ .*

*Kata kunci : Tubuh Bendungan (Drydam) Ciawi, Analisa Debit, Stabilitas Lereng*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkah dan rahmat-Nya lah saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul **“TINJAUAN STABILITAS STRUKTUR TUBUH BENDUNGAN (DRY DAM) CIAWI (CIPAYUNG), KABUPATEN BOGOR, PROVINSI JAWA BARAT”**. diajukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Program Strata 1 pada Fakultas Teknik Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.

Tugas Akhir ini akan diuraikan tentang cara mengevaluasi suatu stabilitas pada salah satu bagian terpenting bendungan yaitu pada bagian tubuh bendungan, dengan menampilkan perhitungan secara kondisi hidrologi dan sampai perhitungan dalam mencari apakah suatu tubuh bendungan itu aman untuk dibangun atau tidak yang berdasarkan safety factor yang tertera pada suatu standarisasi hasil perhitungan.

Penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat adanya bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan, masukan, support, dan saran yang sangat berguna bagi penulis. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan memberikan nikmat serta hidayahnya dalam setiap keadaan dan waktu.
2. Ayah , Ibu dan Keluarga Besar dari penulis yang tercinta dan tersayang yang selalu memberikan doa, support dan motivasi yang sangat besar.
3. Acep Hidayat, ST., MT. dan Suprapti, ST., MT. selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan.
4. Acep Hidayat, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Para Dosen Penguji.
6. Para dosen dan staf pengajar jurusan Teknik Sipil yang telah mendidik dan memberi bekal ilmu kepada penulis selama mengikuti studi pada fakultas Teknik program studi Teknik Sipil.



7. Alif, Radi, Renno, dan Rezi dan semua sahabat dan teman yang telah membantu, memberi masukan, bertukar pikiran, dan memberi semangat dalam pengerjaan tugas akhir ini.
8. Rekan-rekan Teknik Sipil angkatan 2016 - sekarang yang telah membantu, mendukung, memberi saran, dan kritikan kepada penulis.
9. Rekan-rekan Teknik Sipil yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas doa, dukungan, dan bantuan selama pengerjaan penelitian ini.

Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat-Nya dan berkat yang berlimpah bagi mereka semua yang telah membantu.

Akhir kata Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan sangat membantu. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita, Aamiin.



Jakarta, 15 April 2020

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Regi Hariandi

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b> .....	<b>I-1</b>
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah .....	I-3
1.3 Rumusan Masalah .....	I-4
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	I-4
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-4
1.6 Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah .....	I-4
1.7 Sistematika Penulisan .....	I-5
<b>BAB II : TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>II-1</b>
2.1 Bendungan .....	II-1
2.1.1 Pembagian Tipe Bendungan Berdasarkan Fungsinya .....	II-1
2.1.2 Pembagian Tipe Bendungan Berdasarkan Aspek Hidraulik .....	II-3
2.1.3 Pembagian Tipe Bendungan Berdasarkan Material .....	II-3
2.1.4 Kriteria Dasar dan Umum.....	II-6
2.2 Analisa Kesenjangan (Gap) .....	II-7
2.3 Penentuan Debit Air (Hidrologi) .....	II-8

2.3.1 Analisa Curah Hujan Rata – Rata Daerah .....	II-8
2.3.2 Curah Hujan Rencana .....	II-10
2.3.3 Uji Kecocokan Sebaran .....	II-17
2.3.4 Intensitas Curah Hujan .....	II-19
2.3.5 Perhitungan Debit Banjir Rencana .....	II-20
2.3.6 Metode Hidrograf Satuan Nakayasu .....	II-20
2.3.7 Volume Tampungan Bendungan .....	II-22
2.3.7.1 Elevasi Muka Air Bendungan .....	II-23
2.4 Perencanaan Tubuh Bendungan .....	II-23
2.4.1 Konstruksi Bendungan .....	II-23
2.4.2 Stabilitas Bendungan Terhadap Filtrasi atau Rembesan.....	II-24
2.4.3 Stabilitas Bendungan Terhadap Piping .....	II-24
2.4.4 Kelongsoran Lereng .....	II-26
2.4.5 Analisa Stabilitas Lereng Bidang Keruntuhan Silindris .....	II-26
2.4.6 Perhitungan Stabilitas Lereng .....	II-27
2.3.6.1 Perhitungan Stabilitas Lereng Metode Fellenius .....	II-28
2.3.6.2 Perhitungan Stabilitas Lereng Metode Bishop .....	II-28
2.3 Gaya – Gaya yang Bekerja Pada Bendungan Tipe Urugan .....	II-29
2.5.1 Beban Berat Tubuh Bendungan .....	II-29
2.5.2 Tekanan Hidrostatik .....	II-30
2.5.3 Tekanan Air Pori .....	II-30
2.5.4 Beban Gempa .....	II-31
<b>BAB III : METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>III-1</b>
3.1 Metode Penelitian .....	III-1
3.2 Lokasi Penelitian .....	III-1
3.3 Flow Chart Tugas Akhir .....	III-2
3.4 Pengumpulan Data .....	III-5



3.5 Metode Peninjauan Stabilitas Bendungan .....	III-5
<b>BAB IV : HASIL DAN ANALISIS .....</b>	<b>IV-1</b>
4.1 Data <i>Drydam</i> Ciawi .....	IV-1
4.2 Analisa Peta Topografi .....	IV-1
4.3 Polygon Thiessen .....	IV-4
4.4 Analisis Curah Hujan .....	IV-6
4.4.1 Data Hujan .....	IV-6
4.4.2 Analisa Curah Hujan Area .....	IV-8
4.5 Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana .....	IV-9
4.5.1 Parameter Statistik Curah Hujan Normal dan Gumbel .....	IV-9
4.5.2 Parameter Statistik Curah Hujan Log Normal dan Log Pearson III .....	IV-11
4.5.3 Analisis Jenis Sebaran .....	IV-13
4.5.3.1 Metode Normal .....	IV-13
4.5.3.2 Metode Gumbel Tipe 1 .....	IV-14
4.5.3.3 Metode Log Pearson III .....	IV-15
4.5.3.4 Metode Log Normal .....	IV-15
4.5.3.5 Rekapitulasi Jenis Sebaran .....	IV-16
4.5.4 Uji Keselarasan Jenis Sebaran .....	IV-16
4.5.4.1 Uji Sebaran Chi Kuadrat .....	IV-16
4.6 Perhitungan Curah Hujan Rencana PMF .....	IV-17
4.7 Intensitas Curah Hujan .....	IV-22
4.8 Curah Hujan Efektif .....	IV-23
4.9 Penentuan Debit Banjir .....	IV-23
4.9.1 Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu .....	IV-24
4.9.2 Debit Hec HMS V4.1 .....	IV-31
4.9.3 Hasil Debit Q50 .....	IV-33
4.10 Tinggi Muka Air .....	IV-34
4.10 Kondisi Pondasi <i>Drydam</i> Ciawi .....	IV-34

4.12 Kapasitas Rembesan .....	IV-39
4.13 Analisa Kemungkinan Bahaya Terhadap <i>Piping</i> .....	IV-39
4.9.1 Pemeriksaan Stabilitas Lereng .....	IV-42
<b>BAB V : PENUTUP</b> .....	<b>V-1</b>
5.1 Kesimpulan .....	V-1
5.2 Saran .....	V-2
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Tinjauan Pustaka .....	II-8
Tabel 2.2 <i>Reduce Variate</i> Sebagai Fungsi Waktu .....	II-11
Tabel 2.3 Harga – Harga $S_n$ dan $Y_n$ .....	II-11
Tabel 2.4 Harga $k$ Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III .....	II-13
Tabel 2.5 Faktor Frekuensi $k$ Untuk Distribusi Log Normal 3 .....	II-15
Tabel 2.6 Standar Variabel .....	II-15
Tabel 2.7 Faktor Reduksi Areal (ARF) .....	II-17
Tabel 2.8 Harga kritis ( $\Delta_{cr}$ ) untuk uji Smirnov-Kolmogorov .....	II-19
Tabel 2.9 Faktor izin SNI M-03-2002 .....	II-29
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Luas dan Volume Berdasarkan Peta Topografi .....	IV-4
Tabel 4.2 Luas Area Hujan di DAS Ciliwung Hulu .....	IV-6
Tabel 4.3 Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Citeko .....	IV-6
Tabel 4.4 Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Gadog .....	IV-7
Tabel 4.5 Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Gunungmas .....	IV-7
Tabel 4.6 Curah Hujan Rata – Rata .....	IV-8
Tabel 4.7 Parameter Statistik Curah Hujan Max Normal dan Gumbel .....	IV-9
Tabel 4.8 Parameter Statistik Curah Hujan Max Log Normal dan Log Pearson .....	IV-11
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Dispersi .....	IV-13
Tabel 4.10 Besarnya Curah Hujan Metode Normal .....	IV-14
Tabel 4.11 Besarnya Curah Hujan Metode Gumbel Tipe 1 .....	IV-14
Tabel 4.12 Besarnya Curah Hujan Metode Log Pearson III .....	IV-15
Tabel 4.13 Besarnya Curah Hujan Metode Log Normal .....	IV-15
Tabel 4.14 Rekapitulasi Jenis Sebaran .....	IV-16
Tabel 4.15 Parameter Pemilihan Distribusi Jenis Sebaran Hujan .....	IV-16
Tabel 4.16 Uji Sebaran Chi Kuadrat .....	IV-17
Tabel 4.17 Perhitungan Nilai Log Variant $X_i$ .....	IV-18
Tabel 4.18 Intensitas Curah Hujan .....	IV-22

Tabel 4.19 Nilai Rasio Hujan Maksimum .....	IV-23
Tabel 4.20 Distribusi Hujan Efektif .....	IV-23
Tabel 4.21 Unit Hidrograf Nakayasu .....	IV-26
Tabel 4.22 Hidrograf Satuan Banjir Rancangan Periode 2 Tahun .....	IV-29
Tabel 4.23 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Debit Banjir .....	IV-30
Tabel 4.24 Klasifikasi Batuan Pondasi Bendungan Ciawi .....	IV-36
Tabel 4.25 Perhitungan Stabilitas Lereng Kosong Hulu Tanpa Gempa .....	IV-50
Tabel 4.26 Perhitungan Stabilitas Lereng LWL Hulu Tanpa Gempa .....	IV-51
Tabel 4.27 Perhitungan Stabilitas Lereng NWL Hulu Tanpa Gempa .....	IV-52
Tabel 4.28 Perhitungan Stabilitas Lereng FWL Hulu Tanpa Gempa .....	IV-53
Tabel 4.29 Perhitungan Stabilitas Lereng Jenuh Hulu Tanpa Gempa .....	IV-54
Tabel 4.30 Perhitungan Stabilitas Lereng Kosong Hilir Tanpa Gempa .....	IV-55
Tabel 4.31 Perhitungan Stabilitas Lereng LWL, NWL, FWL Hilir Tanpa Gempa .....	IV-56
Tabel 4.32 Perhitungan Stabilitas Lereng Jenuh Hilir Tanpa Gempa .....	IV-57
Tabel 4.33 Perhitungan Stabilitas Lereng Kosong Hulu Dengan Gempa .....	IV-58
Tabel 4.34 Perhitungan Stabilitas Lereng LWL Hulu Dengan Gempa .....	IV-59
Tabel 4.35 Perhitungan Stabilitas Lereng NWL Hulu Dengan Gempa .....	IV-60
Tabel 4.36 Perhitungan Stabilitas Lereng FWL Hulu Dengan Gempa .....	IV-61
Tabel 4.37 Perhitungan Stabilitas Lereng Jenuh Hulu Dengan Gempa .....	IV-62
Tabel 4.38 Perhitungan Stabilitas Lereng Kosong Hilir Dengan Gempa .....	IV-63
Tabel 4.39 Perhitungan Stabilitas Lereng LWL, NWL, FWL Hilir Dengan Gempa .....	IV-64
Tabel 4.40 Perhitungan Stabilitas Lereng Jenuh Hilir Dengan Gempa .....	IV-65
Tabel 4.41 Hasil Rekapitulasi Stabilitas Lereng Berbagai Kondisi .....	IV-70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen Hidrograf Satuan .....	II-20
Gambar 2.2 Gambaran Tampungan di Dalam Waduk .....	II-22
Gambar 2.3 Bidang Longsor Circular .....	II-27
Gambar 2.3 Bidang Longsor Non-Circular .....	II-27
Gambar 3.1 Peta Situasi Bendungan Ciawi .....	III-2
Gambar 3.2 <i>Flow Chart</i> Penelitian .....	III-4
Gambar 4.1 Layout dan Bentuk Kontur <i>Drydam</i> Ciawi .....	IV-1
Gambar 4.2 Data Teknis Bendungan Ciawi .....	IV-2
Gambar 4.3 Hasil Pengolahan Peta Topografi Global Mapper .....	IV-3
Gambar 4.4 Pencarian Luas Area Dengan AutoCAD .....	IV-3
Gambar 4.5 Polygon Thiessen Dengan Menggunakan ArcMap 10.8 .....	IV-5
Gambar 4.6 Peta Polygon Thiessen .....	IV-5
Gambar 4.7 Grafik Nilai Faktor <i>Adjustment</i> $X_n$ .....	IV-19
Gambar 4.8 Grafik Nilai Faktor <i>Adjustment</i> $S_n$ .....	IV-19
Gambar 4.9 Grafik Nilai Faktor Koreksi $X_n$ dan $S_n$ .....	IV-20
Gambar 4.10 Grafik Nilai $K_m$ .....	IV-21
Gambar 4.11 Unit Hidrograf .....	IV-21
Gambar 4.12 Grafik Hidrograf HSS Nakayasu .....	IV-31
Gambar 4.13 Basin Model .....	IV-31
Gambar 4.14 Meteorologic Model .....	IV-32
Gambar 4.15 Control Specification .....	IV-32
Gambar 4.16 Hasil Analisa HechMS 4.1 .....	IV-33
Gambar 4.17 Hasil Analisa Tinggi Muka Air Banjir .....	IV-34
Gambar 4.18 Kurva Hubungan Elevasi – Volume ; Elevasi Luas Genangan .....	IV-35
Gambar 4.19 Kondisi Muka Air Banjir Hulu .....	IV-66
Gambar 4.20 Kondisi Muka Air Normal Hulu .....	IV-67
Gambar 4.21 Kondisi <i>Dead Storage</i> Hulu.....	IV-68
Gambar 4.22 Kondisi Jenuh Setelah Banjir Hulu .....	IV-69

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran-1 Usulan Parameter Desain Beberapa Zona Material Bendungan Ciawi

Lampiran-2 Rencana Pola Lubang *Grouting* Bendungan Ciawi

Lampiran-3 Desain Potongan Melintang *Main Dam* Bendungan Ciawi

Lampiran-4 Kartu Asistensi Tugas Akhir

