

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KAPASITAS TAMPUNGAN EFEKTIF DAN NERACA AIR WADUK**

**DRY DAM CIAWI KABUPATEN BOGOR JAWA BARAT**

**Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S1)**

**Program Studi Teknik Sipil**



**Radi Agratama                          41116010054**

**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 :** ANALISIS KAPASITAS TAMPUNGAN EFEKTIF DAN NERACA AIR WADUK DRY DAM CIAWI KABUPATEN BOGOR JAWA BARAT

Disusun oleh :

Nama

: RADI AGRATAMA

NIM

: 41116010054

Program Studi

: Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana :

Tanggal : 8 September 2020

Mengetahui

Pembimbing Tugas Akhir

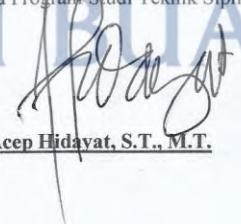


Suprapti, S.T., M.T.

Ketua Pengaji



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

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
**MERCU BUANA**  
  
Acep Hidayat, S.T., M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN  
SIDANG SARJANA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : RADI AGRATAMA  
Nomor Induk Mahasiswa : 41116010054  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 8 September 2020

Yang memberikan pernyataan



Radi Agratama

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

## ABSTRAK

Judul: ANALISIS KAPASITAS TAMPUNGAN EFEKTIF DAN NERACA AIR WADUK DRY DAM CIAWI KABUPATEN BOGOR JAWA BARAT. Nama: Radi Agratama. NIM: 41116010054. Dosen Pembimbing: Suprapti S.T., M.T. Tahun 2020

Kapasitas tampungan waduk dapat dihitung dan dianalisa dengan menggunakan beberapa metode, antara lain dengan menggunakan metode ripple dan menggunakan bantuan perangkat lunak (software) Surfer, Global Mapper, AutoCAD, dan lain-lain. Penggunaan software AutoCAD dan Global Mapper dalam perhitungan kapasitas tampungan waduk diharapkan dapat menambah ketelitian kalibrasi serta efektivitas waktu perhitungan. Selain perhitungan kapasitas tampungan efektif, analisa hidrologi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kapan kondisi bottom conduit penuh dan air akan mulai mengisi waduk. Kondisi tersebut dapat diketahui dengan melihat grafik neraca air bulanan yang ditinjau dari debit  $Q_{PMF}$ .

Berdasarkan perhitungan dengan software AutoCad lengkung kapasitas tampungan efektif dry dam Ciawi berada pada elevasi  $\pm 557$  m dengan volume tampungan sebesar  $\pm 6558106,026 \text{ m}^3$  dan luas genangan  $353155,075 \text{ m}^2$ . Dari analisis neraca air yang dilakukan, diketahui ketersediaan air terbesar terjadi pada bulan Januari sebesar  $3307,71 \text{ m}^3/\text{s}$ , dan kehilangan air terbesar terjadi pada bulan Maret sebesar  $1397,54 \text{ m}^3/\text{s}$ , dan dari grafik neraca air yang ditinjau dari debit banjir  $Q_{PMF}$  dapat disimpulkan tidak terjadi kondisi debit outflow lebih besar dari debit inflow, sehingga tubuh bendungan tidak dapat dipakai untuk fasilitas umum.

**Kata Kunci :** Bendungan kering, Kapasitas tampungan efektif, Kehilangan Air, Ketersediaan Air, Neraca air

## **ABSTRACT**

*Title: ANALYSIS OF EFFECTIVITY RESERVOIR CAPACITY AND WATER BALANCE OF DRY DAM CIAWI, BOGOR REGENCY, WEST JAVA. Name: Radi Agratama. NIM: 41116010054. Supervisor: Suprapti S.T., M.T. Year 2020*

*Reservoir storage capacity can be calculated and analyzed using several methods, including using the ripple method and using software Surfer, Global Mapper, AutoCAD, and others. The use of AutoCAD software and Global Mapper in calculating reservoir storage capacity is expected to increase calibration accuracy and effectiveness calculation time. Apart from calculating the effective storage capacity, hydrological analysis is carried out with a purpose to knowing when the bottom conduit conditions are full and water will start filling the reservoir. This condition can be seen by looking at the monthly water balance graph in terms of the  $Q_{PMF}$  discharge.*

*Based on calculations with the AutoCad software, the effective storage capacity of the Ciawi dry dam is at an elevation of  $\pm 557$  m with a storage volume of  $\pm 6558106.026$   $m^3$  and an inundation area of  $353155.075$   $m^2$ . From the water balance analysis, it is known that the largest water availability occurred in January at  $3307.71$   $m^3/s$ , and the largest water loss occurred in March at  $1397.54$   $m^3/s$ , and from the water balance graph in terms offlood discharge  $Q_{PMF}$  it can be concluded that the outflow discharge is not greater than the inflow discharge, so that the dry dam cannot be used for public facilities.*

**Keywords :** Dry dam, Effectivity reservoir capacity, Water loss, Water availability, Water Balance

---

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan limpahan rahmat dan karunianya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar. Dalam penelitian ini saya mengangkat judul tentang “**ANALISIS KAPASITAS TAMPUNGAN EFEKTIF DAN NERACA AIR WADUK DRY DAM CIAWI KABUPATEN BOGOR JAWA BARAT**” yang disusun dan diajukan sebagai persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana teknik pada program studi teknik sipil di Universitas Mercu Buana - Jakarta. Semoga penelitian ini dapat memberikan informasi tentang analisis perbandingan kapasitas tampungan waduk antara perhitungan metode *ripple* dan bantuan *software AutoCAD*, selain itu juga dapat memberikan informasi kapan waduk akan mulai terisi air dengan perhitungan grafik neraca air. Serta memberikan ilmu yang bermanfaat untuk saya khususnya, peneliti-peneliti lain, dan masyarakat pada umumnya.

Tidak lupa ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada semua pihak yang telah banyak membantu saya memberikan kontribusi, saran, masukan, bimbingan serta semangat dan dorongan kepada saya sehingga akhirnya dapat menyelesaikan penelitian ini, khususnya kepada:

1. Kedua orang tua dan adik saya yang senantiasa mendo'akan dan memberikan motivasi untuk menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak Acep Hidayat, ST, MT selaku ketua program studi teknik sipil fakultas teknik Universitas Mercu Buana - Jakarta.
3. Ibu Suprapti, ST, MT selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan dan motivasi sehingga penelitian tugas akhir ini selesai.

4. Bapak Ir. Hadi Susilo, ST, MM selaku dosen program studi teknik sipil fakultas teknik Universitas Mercu Buana – Jakarta yang telah membantu perhitungan *Outflow*.
5. Bapak Reza Ferial Ashadi ST, MT selaku dosen program studi teknik sipil Universitas Mercu Buana yang telah membantu peneliti mempelajari *software AutoCAD*.
6. Mas Dovi ST selaku pekerja di proyek pembangunan *dry dam* Ciawi yang telah memberikan data-data untuk membantu perhitungan penelitian ini.
7. Youtube dan Spotify yang telah menemani saya selama penelitian tugas akhir ini.
8. Teman-teman mahasiswa teknik sipil Universitas Mercu Buana - Jakarta yang telah berjuang bersama, selalu memberikan semangat dan dukungan kepada saya.

Akhir kata dalam penulisan penelitian ini saya menyadari bahwa masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu saya sangat mengharapkan masukan, saran serta kritik yang membangun sehingga kedepanya dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan teknik sipil khususnya mengenai perhitungan kapasitas tampungan waduk dan analisa-analisa lain terutama di *dry dam* Ciawi.

Jakarta, 26 Agustus 2020



Hormat saya,

Radi Agratama

---

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I : PENDAHULUAN .....</b>	<b>I - 1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	I - 1
1.2 Identifikasi Masalah.....	I - 4
1.3 Perumusan Masalah .....	I - 5
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	I - 5
1.5 Manfaat Penelitian .....	I - 5
1.6 Pembatasan Masalah .....	I - 6
1.7 Sistematika Penulisan .....	I - 7
<b>BAB II : LANDASAN TEORI .....</b>	<b>II – 1</b>
2.1 Waduk.....	II – 1
2.2 Peta Topografi.....	II – 1
2.3 <i>Google earth</i> .....	II – 2
2.4 <i>Global Mapper</i> .....	II – 3
2.5 <i>AutoCAD</i> .....	II – 4
2.6 Perhitungan Debit .....	II – 5

---

2.7	Evapotranspirasi.....	II – 21
2.8	Analisis Ketersediaan Air (Metode F J Mock) .....	II – 21
2.9	Kehilangan Air.....	II – 22
2.10	Neraca Air.....	II – 24
2.11	Bendungan Ciawi.....	II – 24
2.12	Penelitian Terdahulu .....	II – 26
<b>BAB III : METODE PENELITIAN.....</b>		III – 1
3.1	Metode Penelitian .....	III – 1
3.2	Tempat, Waktu, dan Lokasi Penelitian .....	III – 1
3.3	Alat dan Data .....	III – 2
3.4	Prosedur Penelitian .....	III – 2
3.5	Diagram Alir .....	III – 8
<b>BAB IV : HASIL DAN ANALISA .....</b>		IV – 1
4.1	Data <i>Dry Dam</i> Ciawi .....	IV – 1
4.2	Data Iklim .....	IV – 2
4.3	Data Curah Hujan .....	IV – 3
4.4	Analisa Topografi .....	IV – 4
4.5	Analisa Hidrologi.....	IV – 15
<b>BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		V – 1
5.1	Kesimpulan .....	V – 1
5.2	Saran .....	V – 2
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		DP - 1
<b>LAMPIRAN .....</b>		LP - 1

---

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta topografi kecamatan Ciawi .....	II – 2
Gambar 2.2 Tampilan <i>google earth pro</i> .....	II – 3
Gambar 2.3 Tampilan <i>TCX Converter</i> .....	II – 4
Gambar 2.4 Tampilan awal plot <i>Surfer 16</i> .....	II – 5
Gambar 2.5 Tampilan <i>AutoCAD 2012</i> .....	II – 6
Gambar 3.1 Lengkung kapasitas waduk .....	III – 5
Gambar 4.1 Peta rencana pembangunan dan denah rencana <i>dry dam</i> Ciawi ....	IV – 1
Gambar 4.2 Layout dan kontur <i>dry dam</i> Ciawi .....	IV – 2
Gambar 4.3 Peta DAS Ciliwung Hulu dan Stasiun .....	IV – 4
Gambar 4.4 Area genangan <i>dry dam</i> Ciawi.....	IV – 5
Gambar 4.5 Peta kontur area genangan <i>dry dam</i> Ciawi di <i>global mapper</i> .....	IV – 6
Gambar 4.6 Peta kontur area genangan <i>dry dam</i> Ciawi di <i>AutoCAD</i> .....	IV – 6
Gambar 4.7 Lengkung kapasitas waduk Ciawi dengan <i>software Global Mapper</i> .....	IV – 10
Gambar 4.8 Lengkung kapasitas waduk Ciawi dengan <i>software AutoCAD</i> .....	IV – 14
Gambar 4.9 Polygon Thiessen dengan <i>software ArcMAP</i> .....	IV – 15
Gambar 4.10 Grafik nilai <i>factor adjustment</i> .....	IV – 28
Gambar 4.11 Grafik nilai <i>factor adjustment</i> .....	IV – 29
Gambar 4.12 Grafik nilai <i>factor adjustment</i> .....	IV – 29
Gambar 4.13 Nilai Km.....	IV – 30
Gambar 4.14 Unit Hidrograf.....	IV – 38
Gambar 4.15 Grafik Hidrograf Nakayasu.....	IV – 79

---

Gambar 4.16 Grafik Evapotranspirasi .....	IV – 84
Gambar 4.17 Grafik Ketersediaan Air.....	IV – 93
Gambar 4.18 Desain <i>Bottom Outlet Dry Dam Ciawi</i> .....	IV – 94
Gambar 4.19 Detail <i>Bottom Outlet Dry Dam Ciawi</i> .....	IV – 94
Gambar 4.20 Sudut <i>Bottom Outlet Dry Dam Ciawi</i> .....	IV – 95
Gambar 4.21 Nilai koefisien pada bentuk inlet .....	IV – 99
Gambar 4.22 Grafik Hubungan Q dan Elevasi.....	IV – 115
Gambar 4.23 Grafik Hubungan Q dan Elevasi.....	IV – 115
Gambar 4.24 Grafik Hubungan Q dan Elevasi <i>Bottom Outlet</i> .....	IV – 116
Gambar 4.25 Grafik Penelusuran Banjir <i>Bottom Outlet</i> $Q_{PMF}$ .....	IV – 119
Gambar 4.26 Grafik Pengendalian Banjir <i>dry dam Ciawi</i> .....	IV – 127
Gambar 4.27 Grafik Hubungan Q dan H <i>Bottom Outlet + Spillway</i> .....	IV – 132
Gambar 4.28 Grafik Evaporasi .....	IV – 136
Gambar 4.29 Debit Keluar <i>Bottom Outlet &amp; Spillway</i> .....	IV – 137
Gambar 4.30 Grafik Total Kehilangan Air.....	IV – 138
Gambar 4.31 Grafik Neraca Air .....	IV – 140

**MERCU BUANA**

---

## DAFTAR TABEL

---

Tabel 2.1 <i>State of The Art</i> .....	II – 12
Tabel 4.1 Data iklim maksimum stasiun Citeko tahun 2019 .....	IV – 3
Tabel 4.2 Data hujan maksimum Citeko, Gadog, dan Gunung Mas .....	IV – 4
Tabel 4.3 Hasil perhitungan luas dan volume waduk <i>dry dam</i> Ciawi dengan.... <i>Software Global Mapper</i> .....	IV – 7
Tabel 4.4 Hasil perhitungan luas dan volume waduk <i>dry dam</i> Ciawi dengan.... <i>Software AutoCAD</i> .....	IV – 11
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Data Topografi Kapasitas Tampungan Efektif .... Elevasi +557 .....	IV – 15
Tabel 4.6 Luas area hujan DAS Ciliwung Hulu .....	IV – 16
Tabel 4.7 Curah Hujan Maksimum Stasiun Citeko .....	IV – 16
Tabel 4.8 Curah Hujan Maksimum Stasiun Gadog .....	IV – 17
Tabel 4.9 Curah Hujan Maksimum Stasiun Gunung Mas .....	IV – 17
Tabel 4.10 Curah Hujan Rata-Rata .....	IV – 18
Tabel 4.11 Parameter Statistik Curah Hujan Max Normal dan Gumbel .....	IV – 19
Tabel 4.12 Parameter Statistik Curah Hujan Max Normal dan Gumbel .....	IV – 21
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Dispersi .....	IV – 22
Tabel 4.14 Besarnya Curah Hujan Distribusi Normal .....	IV – 23
Tabel 4.15 Besarnya Curah Hujan Metode Gumbel Tipe 1 .....	IV – 24
Tabel 4.16 Besarnya Curah Hujan Metode Log Pearson III.....	IV – 24
Tabel 4.17 Besarnya Curah Hujan Metode Distribusi Log Normal .....	IV – 25
Tabel 4.18 Rekapitulasi Semua Jenis Sebaran.....	IV – 25
Tabel 4.19 Parameter Pemilihan Distribusi Jenis Sebaran Hujan .....	IV – 25

Tabel 4.20 Uji Sebaran Chi Kuadrat.....	IV – 26
Tabel 4.21 Uji Sebaran Chi Kuadrat .....	IV – 27
Tabel 4.22 Intensitas Curah Hujan .....	IV – 32
Tabel 4.23 Nilai Rasio Hujan Harian Maksimum .....	IV – 34
Tabel 4.24 Distribusi Hujan Efektif.....	IV – 34
Tabel 4.25 Unit Hidrograf Nakayasu.....	IV – 37
Tabel 4.26 Hidrograf Satuan Banjir Rancangan Periode 2 Tahun .....	IV – 40
Tabel 4.27 Hidrograf Satuan Banjir Rancangan Periode 5 Tahun .....	IV – 44
Tabel 4.28 Hidrograf Satuan Banjir Rancangan Periode 10 Tahun .....	IV – 48
Tabel 4.29 Hidrograf Satuan Banjir Rancangan Periode 20 Tahun .....	IV – 52
Tabel 4.30 Hidrograf Satuan Banjir Rancangan Periode 25 Tahun .....	IV – 56
Tabel 4.31 Hidrograf Satuan Banjir Rancangan Periode 50 Tahun .....	IV – 60
Tabel 4.32 Hidrograf Satuan Banjir Rancangan Periode 100 Tahun .....	IV – 64
Tabel 4.33 Hidrograf Satuan Banjir Rancangan Periode 1000 Tahun .....	IV – 68
Tabel 4.34 Hidrograf Satuan Banjir Rancangan PMF .....	IV – 72
Tabel 4.35 Tabel Perhitungan HSS Nakayasu .....	IV – 75
Tabel 4.36 Interpolasi ea.....	IV – 82
Tabel 4.37 Interpolasi (W) elevasi +557 .....	IV – 82
Tabel 4.38 Interpolasi Ra 6°39'34" S .....	IV – 82
Tabel 4.39 Interpolasi f(T) terhadap Rn1 .....	IV – 82
Tabel 4.40 Evapotranspirasi Metode Penmann Modifikasi.....	IV – 83
Tabel 4.41 Nilai m <i>Exposed Surface</i> .....	IV – 86
Tabel 4.42 Ketersediaan Air .....	IV – 90
Tabel 4.43 Kondisi Aliran Bebas.....	IV – 97
Tabel 4.44 Kondisi Aliran Tertekan .....	IV – 101

*Daftar Tabel*

Tabel 4.45 Debit lewat <i>bottom outlet</i> .....	IV – 105
Tabel 4.46 Tabel K <sub>s</sub> i, Psi, Elevasi, dan Volume Tampungan .....	IV – 110
Tabel 4.47 Debit <i>Bottom Outlet</i> Q <sub>PMF</sub> .....	IV – 118
Tabel 4.48 Rekapitulasi Penelusuran Banjir <i>Spillway</i> .....	IV – 121
Tabel 4.49 Tabel Interpolasi Elevasi <i>Spillway</i> .....	IV – 124
Tabel 4.50 Debit yang melimpah pada bendungan.....	IV – 125
Tabel 4.51 Tabel Hubungan Elevasi dan Q .....	IV – 128
Tabel 4.52 Perhitungan Evaporasi .....	IV – 135
Tabel 4.53 Total Kehilangan Air .....	IV – 138
Tabel 4.54 Tabel Neraca Air.....	IV – 139

