

# **TUGAS AKHIR**

## **TINJAUAN KEMBALI DIMENSI HIDROLIS SPILWAY BERDASARKAN FLOOD ROUTING WADUK KEDUNG OMBO**

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai  
Derajat sarjana S-1 Teknik Sipil



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**  
MERCU BUANA

Disusun oleh :

Fariandy Cahyo Prabowo

41107120037

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK PERENCANAAN & DESAIN  
UNIVERSITAS MERCUBUANA  
JAKARTA**

**2013**



LEMBAR PENGESAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK PERENCANAAN DAN  
DESAIN

Q

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2012/2013

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 Perencanaan dan Desain, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir: Tinjauan Kembali Dimensi Hidrolis Spillway Berdasarkan Flood Routing Waduk Kedung Ombo

Disusun Oleh :

Nama : Fariandy Cahyo Prabowo  
NIM : 41107120037  
Fakultas/ Program Studi : Teknik Perencanaan dan Desain / Teknik Sipil

Telah diajukan dan dinyatakan lulus pada sidang sarjana tanggal 20 Juli 2013 :

Jakarta, 27 Juli 2013

Pembimbing,

Ir. Hadi Susilo, MM

Ketua Sidang,

Acep Hidayat, ST,MT

Ketua Program Studi Teknik Sipil,

Ir. Mawardi Amin, MT



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK PERENCANAAN DAN  
DESAIN UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**Q**

No.Dokumen		<b>Distribusi</b>
Tgl. Efektif	27 Juli.2013	

## **SURAT PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

**Nama** : Fariandy Cahyo Prabowo  
**NIM** : 41107120037  
**Program Studi** : Teknik Sipil  
**Fakultas** : Teknik Perencanaan dan Desain

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya asli, bukan jiplakan (duplikat) 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 dipertanggung jawabkan sepenuhnya.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 27 Juli 2013

Yang memberikan pernyataan

Fariandy Cahyo Prabowo

## MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Dengan menyebut nama Allah  
yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang*

*”Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmu-lah hendaknya kamu berharap”*

*(Q. S. Insyirah: 6-8)*

*Dan janganlah kita bangga dengan keberhasilan yang kita raih dengan berlebihan karena akan mengubah niat kita kepada Allah, Rasulullah bersabda: “ Allah tidak melihat rupa dan harta kalian tetapi Allah melihat hati kalian”.*

*(H.R Muslim)*

*Semangat tinggi adalah induk dari setiap usaha, tanpa semangat tinggi takkan pernah ada hal besar yang dapat dicapai*

*(Ralph Waldo Emerson)*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT, Dia yang memiliki seluruh jiwa dan karena rahmat dan karunia-Nyalah karya sederhana ini dapat terselesaikan, kususun tugas akhir ini dan kupersembahkan kepada mereka yang kucintai*

- ❖ *Gusti Allah SWT beserta Rosul Muhammad SAW, Malaikat dan Wali-walinya yang telah memberi aku barokah dan hidayah hingga dapat kuselesaikan tugas akhir ini.*
- ❖ *Ayahanda dan Ibunda Tercinta dengan segala hormat dan sujud baktiku terima kasih atas kasih sayang ,doa ,dorongan semangat, nasehat dan bimbinganmu yang selalu menyejukkan hati dikala suka dan duka*
- ❖ *Keluarga Mbah Wignyo Disastro(Alm.Mbah Kakung, Mbah Putri, Pakde Budhe Soebroto,Pakde Budhe Unggung, Mamah Endang, Om Tante Budi, Om Tante Agus, Om Tante Yusuf ) terima kasih atas do'a dan restunya.*
- ❖ *Kakak-kakakqu (Djarot Hendro Setyawan Spd ,Mbak Dwi dan Ariyani Indah Setyowati) yang selalu memberikan motivasi dan kasih sayang selama ini.*
- ❖ *Seseorang yang aku sayangi Arum Wulansari Spd. Terima kasih atas kesetiaan, kasih sayang dan perhatian yang selama ini engkau berikan, sehingga memberikan arti penting dalam hidupku.*
- ❖ *My Best XII Friend's (Ali, Owie, Fajar Kucrit, Haryadi Ngantuk, Agus Klowor, Andi, Mukmin, Eko Kodok, Kartono, Doni Bongoh dan Rian Bacin) terima kasih atas persahabatan yang indah dan tak terlupakan.*

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh,

Alhamdulillahirobbil'alamin, Segala puji dan syukur hanya bagi Allah, atas karunia dan rahmat-Nya Alhamdulillah Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sampai dengan Selesai. Tak lupa shalawat serta salam semoga tercurah bagi junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta para sahabatnya, keluarga dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Dengan segala keterbatasan ilmu serta waktu, Penulis berusaha semaksimal mungkin untuk menyelesaikan tugas akhir ini sebaik-baiknya. Penulis menyadari bahwa untuk membuat suatu karya tulis yang baik dan bermutu diperlukan waktu yang cukup dan juga masukan-masukan yang membangun yang akan dijadikan sumber di dalam penulisan. Dengan segala keterbatasan yang ada, Penulis berusaha menghasilkan suatu karya yang mudah-mudahan dapat memberikan masukan dan dapat dijadikan sebagai bahan acuan yang dapat dipakai di lingkungan kerja.

Dalam melengkapi penulisan sampai dengan saat ini ini beberapa pihak telah memberikan masukan serta memberikan kontribusi yang positif, sehingga di dalam penulisan ini Penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan perhatiannya demi terselesaikannya tugas akhir ini, khususnya kepada :

1. Bapak Ir. Mawardi Amin, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Perencanaan & Desain Universitas Mercu Buana, dan juga selaku Koordinator Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Hadi Susilo, MM selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir

3. Bapak Acep Hidayat,ST,MT selaku Ketua Sidang Akhir.
4. Bapak Ir. Mohamad Taufiq, MT dan Bapak Acep Hidayat,ST,MT selaku dosen penguji.
5. Para Dosen Kelas Karyawan Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Perencanaan dan Desain Universitas Mercu Buana.
6. Para Staff dan Karyawan Program Kelas Karyawan Fakultas Teknik Perencanaan dan Desain Universitas Mercu Buana.
7. Direksi dan staff karyawan PT Rekagriya Mitra Buana, Terutama untuk team lantai 2 (Pak Didik,Pak Sarno, Pak Barkah, Mbak Ipung, Mas Sandi ,Jemi ,Tia ,Agus ,dan Heri) yang selalu memberikan dukungan kepada saya.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Kelas Karyawan Teknik Sipil Angkatan XII (Budi, Wahyu, Nanang, Didik, Andi, Trimanto, Supriyanto, Sholik, Ade, Doni dan Rudi) yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu saya dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini.

Semoga tulisan yang jauh dari kata bermutu ini mendapat kritik serta saran yang konstruktif dari pembaca demi perbaikan tulisan ini dan semoga dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan serta menambah wawasan bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh.

Jakarta, 27 Juli 2013

Fariandy Cahyo Prabowo

## DAFTAR NOTASI DAN ISTILAH

- A = Luas daerah Pengaliran (km<sup>2</sup>)
- C = Koefisien debit bangunan pelimpah (m<sup>1/2</sup>/dt)
- H = Tinggi energi dihitung dari elevasi mercu spillway (ml)
- I = Debit yang masuk ke dalam waduk (m<sup>3</sup>/dt)
- L = Panjang alur sungai (km)
- N = Jumlah stasiun pengamatan
- Q = Debit banjir maksimum (m<sup>3</sup>/dt)
- R = Curah hujan daerah (mm)
- S = Besarnya tampungan (storage) waduk (m)
- s = Deviasi Standar
- t = Waktu (jam)
- $\bar{X}$  = Nilai rata-rata
- X = Jumlah data
- Be = Lebar efektif ambang pelimpah (m)
- Ck = Koefisien Kurtosis
- Cs = Koefisien asimetri
- Cv = Koefisien Variasi
- Qa = Limpasan sebelum mencapai debit puncak ( m<sup>3</sup> /dt)
- QP = Debit puncak banjir ( m<sup>3</sup> /dt)
- Ro = Hujan satuan ( mm)
- Rt = Intensitas hujan satuan untuk jam ke-n (mm)
- tg = Waktu kosentrasi (jam)
- Tp = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak (jam)
- $\Delta t$  = Periode penelusuran (detik, jam atau hari)
- T0,3 = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit sampai menjadi 30 % dan puncak (jam)



$\Psi_1$	= Keadaan pada saat permulaan penelusuran (m <sup>3</sup> /dt)
$\Psi_2$	= Keadaan pada akhir penelusuran (m <sup>3</sup> /dt)
Bendungan	= Bangunan air yang dibangun khusus untuk membendung (menampung) air
Catchment Area	= Daerah tangkapan air
DAS	= Daerah aliran sungai
Debit Rencana	= Debit dengan periode ulang tertentu yang diperkirakan akan melalui suatu sungai atau bangunan air
DPS	= Daerah pengaliran sungai
Flood Routing	= Penelusuran banjir
Free Board	= Tinggi jagaan puncak bendung
Hydrograf	= Penyajian secara grafis hubungan salah satu unsur aliran yaitu debit (Q) terhadap waktu (t)
Inflow	= Volume air yang masuk ke dalam waduk
Outflow	= Volume air yang keluar dari waduk
Overtopping	= Limpasan air yang melalui puncak bendung
Periode Ulang	= Waktu hipotetik dimana suatu kejadian dengan nilai tertentu akan disamai atau dilampaui dalam 1 kali waktu hipotetik tersebut
PLTA	= Pembangkit listrik tenaga air
Reservoir	= Waduk
Spillway	= Bangunan pelimpah
Storage Capacity	= Kapasitas tampungan total waduk

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Rumus-rumus koefisien pengaliran .....	II-20
Tabel II.2 Nilai Koefisien Pengaliran (oleh Dr. Mononobe) ....., .....	II-24
Tabel II.3 Klasifikasi Kriteria Periode Ulang (Return Period).....	II-26
Tabel IV.i Pembagian Luas Daerah Tangkapan Dengan Metode Poligon Thiesen.....	IV-3
Tabel IV.ii Data Curah Hujan Maksimum (mm) Sta. Klimatologi Gede .....	IV-3
Tabel IV.iii Data Curah Hujan Maksimum (mm) Sta. Klimatologi Kemusu .....	IV-3
Tabel IV.iv Data Curah Hujan Maksimum (mm) Sta. Klimatologi Sambi.....	IV-4
Tabel IV.1a Perataan Hujan Metode Thiessen Pada Tahun 2001 .....	IV-4
Tabel IV.1b Perataan Hujan Metode Thiessen Pada Tahun 2002 .....	IV-5
Tabel IV.1c Perataan Hujan Metode Thiessen Pada Tahun 2003 .....	IV-5
Tabel IV.1d Perataan Hujan Metode Thiessen Pada Tahun 2004 .....	IV-6
Tabel IV.1e Perataan Hujan Metode Thiessen Pada Tahun 2005 .....	IV-6
Tabel IV.1f Perataan Hujan Metode Thiessen Pada Tahun 2006 .....	IV-7
Tabel IV.1g Perataan Hujan Metode Thiessen Pada Tahun 2007.....	IV-7
Tabel IV.1h Perataan Hujan Metode Thiessen Pada Tahun 2008 .....	IV-8
Tabel IV.1i Perataan Hujan Metode Thiessen Pada Tahun 2009 .....	IV-8
Tabel IV.1j Perataan Hujan Metode Thiessen Pada Tahun 2010 .....	IV-9
Tabel IV.1k Curah hujan maksimum hasil rata-rata Thiessen .....	IV-9
Tabel IV.2 Analisis Frekwensi Hujan DPS Waduk Kedung Ombo (Parameter Statistik).....	IV-10
Tabel IV.3 Analisis Frekwensi Hujan DPS Waduk Kedung Ombo (Parameter Logaritma).....	IV-11
Tabel IV.4 Analisis Distribusi Frekuensi Metode Gumbel Dan Log Pearson Type III.....	IV-13
Tabel IV.5 Tabel Nilai Reduce Standart Deviation (Sn) Dan Nilai Reduce Mean.....	IV-15

Tabel IV.6	Tabel Nilai Reduce Variabel.....	IV-15
Tabel IV.7	Perhitungan Hujan Rancangan Distribusi Gumbel.....	IV-16
Tabel IV.8	Tabel Nilai Variabel (k) Log Pearson Dengan $C_s=0,245$ .....	IV-17
Tabel IV.9	Perhitungan Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson Type III.....	IV-17
Tabel IV.10	Analisis Distribusi Frekuensi Metode Normal Dan Log Normal.....	IV-18
Tabel IV.11	Tabel Nilai Variabel (k) Distribusi Normal(Reduksi Gauss) .....	IV-19
Tabel IV.12	Perhitungan Hujan Rancangan Distribusi Normal .....	IV-19
Tabel IV.13	Tabel Nilai Variabel (k) Distribusi Log Normal (Reduksi Gauss) ..	IV-20
Tabel IV.14	Perhitungan Hujan Rancangan Distribusi Log Normal .....	IV-20
Tabel IV.15	Pemilihan Jenis Distribusi Menurut Kriteria .....	IV-21
Tabel IV.16	Pengurutan Data Hujan Dari Yang Terbesar Ke Terkecil .....	IV-22
Tabel IV.17	Perhitungan Nilai $X^2$ Untuk Distribusi Log Pearson Type III.....	IV-24
Tabel IV.18	Nilai Koefisien Pengaliran untuk periode ulang tertentu.....	IV-26
Tabel IV.19	Intensitas Hujan Satuan Untuk Jam Ke- n.....	IV-26
Tabel IV.20	Distribusi Hujan Satuan .....	IV-27
Tabel IV.21	Analisis Hujan Efektif .....	IV-27
Tabel IV.22	Ordinat Hidrograf Satuan Nakayasu .....	IV-29
Tabel IV.23	Hidrograf banjir rancangan periode ulang 100 tahun .....	IV-33
Tabel IV.24	Nilai Intensitas Hujan Menurut Melchior .....	IV-43
Tabel IV.25	Debit Banjir Rancangan Maksimum Hasil Dari Berbagai Metode .....	IV-44
Tabel IV.26	Hubungan elevasi muka air-tampungan-debit (H-S-D) .....	IV-46
Tabel IV.27	Penelusuran banjir lewat waduk dengan metode Puls Grapichal dengan $\Delta t = 1$ jam.....	IV-48
Tabel IV.28	Data untuk kapasitas pelimpahan waduk metode Goodrich's.....	IV-55
Tabel IV.29	Penelusuran banjir lewat waduk menggunakan metode Goodrich's dengan $\Delta t = 1$ jam.....	IV-57
Tabel IV.18	Hasil Pembahasan dari berbagai metode yang digunakan .....	IV-62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Peta Lokasi Waduk Kedung Ombo .....	I-3
Gambar II.1	Gambar Layout Waduk Kedung Ombo .....	II-1
Gambar II.2	Hitungan hujan dengan metode Rata-rata Aljabar .....	II-3
Gambar II.3	Hitungan hujan dengan metode <i>Poligon Thiessen</i> .....	II-5
Gambar II.4	Hitungan hujan dengan metode Isohyet .....	II-6
Gambar II.5	Peta Denah Aliran Sungai (DAS) Waduk Kedung Ombo.....	II-7
Gambar II.6	Sketsa Hidrograf Nakayasu.....	II-16
Gambar III.1	Bagan alir <i>flood routing</i> lewat waduk.....	III-4
Gambar IV.1	Peta Poligon Thyesen .....	IV-10
Gambar IV.2	Sketsa Hidrograf Nakayasu.....	IV-28
Gambar IV.3	Grafik Hubungan Inflow dan Outflow Metode Puls Graphical.....	IV-54
Gambar IV.4	Grafik Hubungan Elevasi dan Outflow Metode Puls Graphical.....	IV-54
Gambar IV.5	Grafik Hubungan Inflow dan Outflow Metode Goodrich's.....	IV-62
Gambar IV.6	Grafik Hubungan Elevasi dan Outflow Metode Goodrich'.....	IV-63
Gambar V.1	Grafik Hubungan Elevasi dan Outflow Existing Waduk.....	V-2
Gambar V.2	Grafik Hubungan Elevasi dan Outflow Metode Puls Graphical.....	V-2
Gambar V.1	Grafik Hubungan Elevasi dan Outflow Metode Goodrich's.....	V-2

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data Curah Hujan Bulanan Stasiun Karang Gede, Kemusu dan Stasiun Sambu
- Lampiran 2. Nilai Reduce Standart Deviation ( $S_n$ ) , Nilai Reduce Mean ( $Y_n$ ) Dan Reduce Variable (  $k$  ) Metode Gumbel
- Lampiran 3. Nilai Variable ( $k$ ) Log Pearson Type III
- Lampiran 4. Nilai Variable ( $k$ ) Distribusi Normal dan Log Normal (Reduksi Gauss)
- Lampiran 5. Karakteristik Waduk Kedung Ombo
- Lampiran 6. Grafik Inflow dam Outflow dan Grafik Hubungan Elevasi dan Outflow Metode Puls Grapichal
- Lampiran 7. Grafik Inflow dam Outflow dan Grafik Hubungan Elevasi dan Outflow Metode Goodrich's
- Lampiran 8. Peta Lokasi Waduk Kedung Ombo
- Lampiran 9. Peta Daerah Aliran Sungai Waduk Kedung Ombo
- Lampiran 10. Peta Stasiun Pencatat Hujan
- Lampiran 11. Peta Poligon Thiesen
- Lampiran 12. Gambar – Gambar

# DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR NOTASI DAN ISTILAH.....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
ABSTRAK .....	xii
<b>Bab 1   Pendahuluan</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-3
1.3 Maksud dan Tujuan .....	I-4
1.4 Batasan Masalah .....	I-4
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-5
<b>Bab II   Tinjauan Pustaka</b>	
2.1 Tinjauan Umum .....	II-1
2.2 Curah Hujan Rata-rata .....	II-2
2.2.1 Metode rata-rata aljabar (mean arithmetic method).....	II-2
2.2.2 Metode Poligon Thiessen .....	II-3
2.2.3 Metode Isohyet .....	II-5
2.3 Analisa Frekuensi .....	II-8
2.4 Analisa Hujan Rancangan .....	II-9
2.4.1 Distribusi Normal .....	II-9

2.4.2 Distribusi Log Normal.....	II-9
2.4.3 Distribusi Log Pearson Type III .....	II-11
2.4.4 Metode Gumbel .....	II-13
2.5 Uji Kesesuaian Distribusi .....	II-13
2.6 Banjir Rancangan .....	II-14
2.6.1 Perhitungan debit banjir menggunakan hidrograf satuan ..	II-14
2.6.2 Perhitungan debit banjir metode empiris .....	II-20
2.6.2.1 Metode Haspers .....	II-21
2.6.2.2 Metode Rasional Mononobe .....	II-22
2.6.2.3 Metode Melchior .....	II-25
2.7 Klasifikasi Kriteria Periode Ulang .....	II-26
2.8 Penelusuran Banjir Pada Waduk.....	II-27
2.7.1 Penelusuran Waduk Metode Puls Grapichal.....	II-29
2.7.2 Penelusuran Waduk Metode Goodrich.....	II-31

### **Bab III Metodologi Penelitian**

3.1 Lokasi Penelitian .....	III-1
3.2 Pengumpulan Data .....	III-1
3.3 Teknik Pengolahan Data.....	III-2
3.4 Data Teknis Waduk .....	III-5

### **Bab IV Analisis dan Pembahasan**

4.1 Uraian Umum .....	IV-1
4.2 Analisis Hujan Rencana.....	IV-1
4.3 Data Hujan.....	IV-2
4.4 Distribusi Curah Hujan Daerah.....	IV-2
4.5 Perhitungan Hujan Rancangan .....	IV-10
4.5.1 Uji Distribusi Frekuensi .....	IV-13
4.5.2 Uji Kesesuaian Distribusi .....	IV-22
4.6 Perhitungan Hidrograf Satuan Banjir Rancangan .....	IV-25
4.6.1 Koefisien Aliran .....	IV-25
4.6.2 Distribusi Hujan Satuan .....	IV-26
4.6.3 Hujan Efektif .....	IV-27
4.6.4 Ordinat Hidrograf Satuan Nakayatsu.....	IV-27

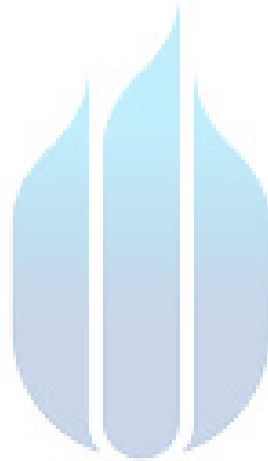
4.6.5	Ordinat Banjir Rancangan .....	IV-33
4.6.6	Perhitungan Metode Empiris .....	IV-38
4.7	Analisa Penelusuran Banjir Lewat Waduk Kedung Ombo .....	IV-45
4.8	Hasil Pembahasan .....	IV-62

## **Bab V Kesimpulan dan Saran**

5.1	Keimpulan .....	V-1
5.2	Saran.....	V-3

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN - LAMPIRAN**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA