

TUGAS AKHIR

**TINJAUAN PERENCANAAN DIMENSI BENDUNG PADA
PLTM WAEMALA – MALUKU TENGAH**

Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S – 1)



NAMA : EKO MARDIYANTO

NIM : 41109110046

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

2014



**LEMBAR PENGESAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK PERENCANAAN DAN
DESAIN**

Q

Semester : Ganjil

Tahun Akademik : 2013/2014

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 Dimensi Bendung Pada PLTM Waemala –
Maluku Tengah**

Disusun Oleh :

Nama : Eko Mardiyanto
NIM : 41109110046
Fakultas/ Program Studi : Teknik Perencanaan dan Desain / Teknik Sipil

Telah diajukan dan dinyatakan lulus pada sidang sarjana tanggal 21 Juli 2014 :

Jakarta, 21 Juli 2014

Pembimbing,

Ir. Hadi Susilo, MM

Ketua Sidang,

Acep Hidayat, ST, MT

Ketua Program Studi Teknik Sipil,

M. Wardi Amin, MT



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

Q

No. Dokumen		Distribusi
Tgl. Efektif	22 Februari 2014	

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Eko Mardiyanto
NIM : 41109110046
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.

Jakarta, 21 Juli 2014

Yang memberikan pernyataan

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Eko Mardiyanto

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “ Tinjauan Perencanaan Dimensi Bendung Pada PLTM Waemala – Maluku Tengah”. Tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Perencanaan dan Design Universitas Mercubuana, Jakarta.

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 referensi atau 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 beberapa pihak telah memberikan masukan serta memberikan kontribusi yang positif, sehingga didalam 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 dan Desain Universitas Mercubuana, selaku Koordinator Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Hadi Susilo, MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Bapak Acep Hidayat ,ST ,MT dan Ibu Gneis Setia Graha ,ST ,MT selaku dosen penguji.
4. Para Dosen Kelas Karyawan Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Perencanaan dan Desain Universitas Mercubuana.
5. Para Staf dan Karyawan Program Kelas Karyawan Fakultas Teknik Perencanaan dan Desain Universitas Mercubuana.
6. Staff karyawan PT. Adhimix Precast Indonesia, khususnya team laboratorium teknik taman anggrek (Bapak Aji Prasetyo serta rekan-rekan yang lainnya) yang selalu memberikan dukungan kepada saya.
7. Rekan – rekan Mahasiswa Kelas Karyawan Teknik Sipil angkatan 2009 (Eko , Mukmin, Muzakir, Daniel, Trio, Tutun , Rizki, Wandi) yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu saya dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini.

Semoga tulisan yang jauh dari kata bermutu ini mendapatkan 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.

Jakarta, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR NOTASI DAN ISTILAH.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Maksud dan Tujuan.....	I-2
1.3. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah.....	I-3
1.4. Lokasi Proyek	I-3
1.5. Sistematika Penulisan	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Bendung	II-1
2.1.1 Tipe – tipe bendung.....	II-1
2.1.2 Hidrolika Bangunan Bendung Tetap	II-3
2.1.2.1 Bentang Bendung	II-4

2.1.2.2 Bentuk Mercu Bendung.....	II-5
2.1.2.3 Pangkal Bendung.....	II-9
2.1.2.4 Peredam Energi.....	II-10
2.1.2.5 Kolam Olak	II-11
2.2 Dasar-dasar Analisis Data.....	II-19
2.2.1 Analisis Data Curah hujan	II-19
2.2.1.1 Metode Rata-rata Aljabar (Arithmetic Mean)	II-20
2.2.1.2 Metode Polygon Thiesen	II-20
2.2.2 Uji Sebaran.....	II-22
2.2.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan	II-27
2.2.3.1 Metode Gumbel	II-27
2.2.3.2 Metode Distribusi Log Pearson III	II-30
2.2.4 Analisis Debit Banjir Rencana.....	II-32
2.2.4.1 Metode Hasper	II-32
2.2.4.2 Metode Analisis Hidrograft Satuan Sintetik Gamma I	II-35
2.2.4.3 Metode Passing Capacity	II-41
2.3 Desain Hidrolis Bagian Hilir Bendung	II-42
2.3.1 Tinjauan Terhadap Gerusan	II-42
2.3.1.1 Metode Lacey	II-42
2.3.1.2 Metode Vendjik	II-43
2.3.1.3 Metode Shoclistch	II-43
2.3.2 Panjang Terjunan	II-43
2.3.3 Panjang Loncatan Air.....	II-44
2.3.4 Menentukan Ukuran Isian Batu	II-44

2.3.5 Kedalaman Gerusan Lokal Setelah Diisi Batu	II-45
2.4 Stabilitas Bangunan	II-46
2.4.1 Stabilitas terhadap Daya dukung tanah	II-46
2.4.2 Stabilitas Terhadap Guling	II-47
2.4.3 Stabilitas Terhadap Geser	II-48
2.4.4 Stabilitas Terhadap Eksentrisitas	II-48
2.4.5 Stabilitas Terhadap Piping (erosi bawah tanah).....	II-49
2.4.6 Stabilitas Terhadap Gempa	II-50
2.4.7 Stabilitas Terhadap Gaya Lumpur	II-50
2.4.8 Stabilitas Terhadap Tekanan Hidrostatik Kondisi Normal	II-51
2.4.9 Stabilitas Terhadap Tekanan Hidrostatik Kondisi Banjir	II-52

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Uraian Umum.....	III-1
3.2. Tahap Persiapan	III-1
3.3. Tahap Pengumpulan Data	III-2
3.4. Kriteria Perencanaan.....	III-3
3.5. Bagan Alir Tugas Akhir	III-7

BAB IV ANALISIS HIDROLOGI

4.1. Uraian umum	IV-1
4.2. Pengumpulan Data Klimatologi.....	IV-2
4.2.1 Data Klimatologi	IV-2
4.2.2 Daerah Pengaliran Sungai Waemala	IV-3
4.3 Analisis Hidrologi.....	IV-3
4.3.1 Hujan Rancangan (Design Rainfall).....	IV-4

4.3.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan	IV-4
4.3.3 Uji Kesesuaian Distribusi	IV-18
4.3.3.1 Uji Sebaran Metode Smirnov Kolmogorof	IV-18
4.3.3.2 Uji Sebaran Metode Chi Kuadrat	IV-21
4.3.4 Perhitungan Intensitas Curah Hujan	IV-24
4.4 Perhitungan Debit Banjir Rencana	IV-36
4.4.1 Analisis Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	IV-36
4.4.2 Metode Empiris Hasper	IV-41
BAB V PERENCANAAN KONSTRUKSI BENDUNG	
5.1 Perencanaan Hidrolis Bendung	V-1
5.1.1 Menentukan Elevasi Mercu Bendung.....	V-1
5.1.2 Menentukan Muka Air Banjir (MAB) di Hilir Rencana Bendung..	V-1
5.1.3 Menentukan Lebar Efektif Bendung	V-5
5.1.4 Menentukan Muka Air Banjir (MAB) di Atas Mercu Bendung	V-7
5.1.5 Menentukan Dimensi Mercu/Profil Puncak Pelimpah	V-11
5.1.6 Kolam Olak (Peredam Energi)	V-14
5.2 Stabilitas Bendung	V-19

5.2.1 Dasar Perhitungan	V-19
5.2.2 Gaya-Gaya yang Bekerja Pada Tubuh Bendung	V-23
5.2.3 Perhitungan Daya Dukung Tanah	V-47
5.2.4 Kontrol Stabilitas	V-49
5.2.4.1 Kontrol Stabilitas Pada Keadaan Air Normal	V-49
5.2.4.2 Kontrol Stabilitas Pada Keadaan Air Banjir	V-51

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan	VI-1
6.2 Saran	VI-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR NOTASI

- A = Luas Daerah Pengaliran (km²)
- C = Koefisien debit bangunan pelimpah
- L = Panjang alur sungai (km)
- N = Jumlah Stasiun Pengamatan
- Q = Debit banjir maksimum (m³/dt)
- R = Curah hujan daerah (mm)
- S = Standart deviasi
- t = Waktu (jam)
- \bar{X} = Nilai rata-rata
- X = Jumlah Data
- Be = Lebar efektif ambang pelimpah (m)
- Ck = Koefisien Kurtosis
- Cs = Koefien Asimetri
- Cv = Koefisien Variasi
- Qa = Limpasan sebelum mencapai debit puncak (m³/dt)
- Qp = Debit Puncak banjir (m³/dt)
- Ro = Hujan Satuan (mm)

R_t = Intensitas hujan satuan untuk jam ke-n (mm)

T_g = Waktu Konsentrasi

T_p = Tenggang Waktu dari permulaan hujan sampai puncak (jam)

Δt =Periode Penelusuran (detik,jam atau hari)

DAS =Daerah Aliran Sungai

PLTM = Pembangkit Listrik Tenaga Minihydro

N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung yang tergantung dari besarnya sudut geser dalam (ϕ).



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Harga - harga Koefisien Konstruksi.....	II-5
Tabel 2.2	Harga - harga k dan n	II-8
Tabel 2.3	Nilai kritis untuk distribusi <i>Chi Kuadrat</i>	II-24
Tabel 2.4	Nilai delta kritis untuk Uji keselarasan	II-26
Tabel 2.5	<i>Reduced Mean (Yn)</i>	II-28
Tabel 2.6	<i>Reduced Standard Deviation (S)</i>	II-29
Tabel 2.7	<i>Reduced Variate (Yt)</i>	II-29
Tabel 2.8	Harga k untuk Distribusi <i>Log Pearson III</i>	II-30
Tabel 2.9	Kedalaman gerusan lokal	II-45
Tabel 2.10	Harga - harga minimum angka rembesan <i>Lane (CL)</i>	II-49
Tabel 4.1	Data Klimatologi Bulanan	IV-3
Tabel 4.2	Curah hujan Maksimum Harian Sungai Waemala	IV-4
Tabel 4.3	Nilai Reduksi Gauss	IV-5
Tabel 4.4	Perhitungan Statistik Curah Hujan maksimum harian Sungai Waemala	IV-6
Tabel 4.5	Perhitungan Parameter Statistik Distribusi Curah Hujan	IV-7
Tabel 4.6	Besar curah hujan yang terjadi dengan periode ulang T tahun...	IV-8
Tabel 4.7	Hubungan periode ulang (T) dengan Reduksi variat (Yt).....	IV-9
Tabel 4.8	Hubungan Reduksi Variat Rata-Rata (Yn) dengan Jumlah Data (n)	IV-9
Tabel 4.9	Hubungan Deviasi Standart (Sn) dengan Jumlah Data (n).....	IV-10
Tabel 4.10	Analisis Frekuensi dengan metode Distribusi Gumbell ...	IV-11

Tabel 4.11	Besar curah hujan rancangan yang terjadi dengan periode ulang T tahun Metode Gumbell	IV-13
Tabel 4.12	Nilai K Distribusi Pearson III dan Log Pearson III untuk koefisien kemencengan Cs	IV-14
Tabel 4.13	Perhitungan Statistik (Logaritma) Curah Hujan maksimum harian Sungai Waemala.	IV-15
Tabel 4.14	Perhitungan parameter statistic logaritma Distribusi curah hujan	IV-16
Tabel 4.15	Besar curah hujan rancangan yang terjadi dengan periode ulang T tahun Metode Log Pearson III.	IV-17
Tabel 4.16	Hasil uji Distribusi Statistik Stasiun meteorologi Kelas III Amahai	IV-17
Tabel 4.17.	Wilayah Luas di bawah kurva normal uji smirnov kolmogorof untuk $\alpha = 5\%$	IV-19
Tabel 4.18.	Nilai Kritis (Do) uji Smirnov Kolmogorof.....	IV-20
Tabel 4.19 Uji Smirnov Kolmogorof Metode Distribusi Log Pearson III	IV-21
Tabel 4.20	Pengurutan Data Hujan dari yang terbesar ke terkecil	IV-23
Tabel 4.21	Perhitungan	X ² IV-23
Tabel 4.22	Besar curah hujan rancangan yang terpilih (Metode Log Pearson III).	IV-24
Tabel 4.23	Distribusi Curah Hujan Jam-jaman DAS Sungai Waemala	IV-27

Tabel 4.24	Koefisien	Pengaliran
	IV-29	
Tabel 4.25	Distribusi Curah Hujan Netto	jam-jaman
	IV-29	
Tabel 4.26	Perhitungan Koefisien Untuk Periode Ulang 2 Tahun.	IV-32
Tabel 4.27	Perhitungan intensitas curah hujan Metode Talbot	IV-34
Tabel 4.28	Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	IV-40
Tabel 4.29	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana.....	IV-44
Tabel 5.1	Perhitungan Debit Banjir Rencana	V-4
Tabel 5.2	Harga – harga K dan n	V-12
Tabel 5.3	Perhitungan Berat Sendiri Bendung.....	V-23
Tabel 5.4	Koefisien Jenis Tanah (KP-06 Parameter Bangunan ,1986)	V-26
Tabel 5.5	Periode Ulang dan Percepatan Dasar Gempa (KP-06 Parameter Bangunan ,1986	V-26
Tabel 5.6	Gaya Akibat Gempa.....	V-27
Tabel 5.7	Gaya Akibat Tekanan Lumpur.....	V-29
Tabel 5.8	Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik Normal	V-30
Tabel 5.9	Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik Kondisi Banjir	V-31
Tabel 5.10	Gaya Akibat Tekanan Tanah Kontak	V-34
Tabel 5.11	Gaya Akibat Tekanan Uplift Pressure Keadaan Air Normal.....	V-37
Tabel 5.12	Gaya Akibat Tekanan Uplift Pressure Vertikal Keadaan Air Normal ...	V-38
Tabel 5.13	Gaya Akibat Tekanan Uplift Pressure Horizontal Keadaan Air Normal	V-38
Tabel 5.14	Gaya Akibat Tekanan Uplift Pressure Keadaan Air Kondisi Banjir	V-41
Tabel 5.15	Gaya Akibat Tekanan Uplift Pressure Vertikal Keadaan Air Banjir	V- 42

Tabel 5.16	Gaya Akibat Tekanan Uplift Pressure Horizontal Keadaan Air Banjir . V- 43.....
Tabel 5.17	Rekapitulasi Gaya-Gaya dan Momen Keadaan Air Normal..... V- 46
Tabel 5.18	Rekapitulasi Stabilitas Konstruksi Keadaan Air Normal..... V- 48
Tabel 5.19	Rekapitulasi Gaya-Gaya dan Momen Keadaan Air Banjir V- 48
Tabel 5.20	Rekapitulasi Stabilitas Konstruksi Keadaan Air Banjir..... V- 50

