

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
**PERENCANAAN BANGUNAN PENGENDALI SEDIMEN
KEDUNG MUTER DI HULU WADUK KEDUNG OMBO
SUNGAI BRAHOLO KABUPATEN BOYOLALI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan
Pendidikan Tingkat Sarjana Strata I (S1) Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Disusun Oleh :

Anto Pandapotan Lubis	(L2A0 03 024)
Roy March Pardede	(L2A0 03 130)

Semarang, April 2010

Diperiksa/Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Dosen Pembimbing II Tugas Akhir

Ir. Sutarto Edhisono, Dipl.HE,MT
NIP. 195 312 221 980 031 004

Ir.Sugiyanto, M.Eng
NIP. 195 401 301 985 031 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Ir. Sri Sangkawati, MS.
NIP. 130 872 030

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas segala berkah, rahmat karunia, dan juga kekuatan yang diberikan-Nya, kami dapat menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir dengan judul “ Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen Kedung Muter di Hulu Waduk Kedung Ombo Kali Braholo Kabupaten Boyolali “, sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata I Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Dalam waktu kurang lebih selama enam bulan, kami telah berusaha menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, dimulai dengan mengumpulkan data-data yang diperlukan, mencari literatur-literatur yang berkaitan sebagai bahan penyusunan teori dan studi pustaka, menganalisa data, dan kemudian membuat perencanaan bangunan pengendali sedimen sampai dengan tahap siap untuk ditenderkan disertai dengan rencana anggaran biaya yang dibutuhkan. Oleh karena itu dengan adanya penyusunan laporan ini, maka kami berharap dapat menerapkannya jika pada suatu saat nanti menjadi praktisi dalam bidang ini dan semoga menjadi bekal yang bermanfaat bagi kami di kemudian hari.

Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih atas segala bantuan dan bimbingan yang telah diberikan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yang kami homati :

1. Ir. Sri Sangkawati, MS ,Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Ir. Agung Wibowo, Ph.D., MSc., MM.,Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Ir. Arif Hidayat, CES ,Koordinator Bidang Akademis Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
4. Ir. Sutarto Edhisono, Dipl.HE,MT ,Pembimbing I Tugas Akhir.
5. Ir. Sugiyanto, M.Eng ,Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
6. Ir. Moga Narayudha, SP1 ,Dosen Wali 2147
7. Alm.Ir. R.Arwanto,MT ,Dosen Wali 2151

8. Seluruh dosen, staf, dan karyawan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
9. Direksi dan karyawan Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana yang telah banyak membantu kami dalam memberikan informasi dan data-data yang dibutuhkan.
10. Orang tua dan keluarga kami yang tiada hentinya memberikan semangat dan bantuan, baik secara moril maupun materiil.
11. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Universitas Diponegoro, khususnya angkatan 2003.
12. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, untuk itu saran dan kritik yang membangun akan kami terima dengan senang hati.

Akhir kata semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang memerlukannya khususnya bagi mahasiswa Teknik Sipil Universitas Diponegoro. Amien.

Semarang, April 2010
Penyusun

Anto Pandapotan Lubis
L2A003024

Roy March Pardede
L2A003130

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMBANG	xvi
DAFTAR PUSTAKA	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	2
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Tujuan Studi.....	3
1.5. Manfaat	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II STUDI PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Umum	5
2.2. Erosi dan Sedimentasi.....	5
2.2.1 Proses Terjadinya Erosi dan Sedimentasi	6
2.2.2 Tipe-Tipe Erosi	7
2.2.3 Model prediksi erosi.....	8
2.2.4 Proses Pengangkutan Sedimen.....	16
2.2.5 Hasil Sedimen	17
2.2.6 Upaya Pengendalian Erosi dan Sedimentasi.....	18

2.3.	Analisis Data Hidrologi.....	19
2.3.1	Aplikasi Distribusi Peluang untuk Analisis Frekuensi Curah Hujan.....	19
2.3.2	Parameter Statistik	20
2.3.3	Distribusi Normal.....	22
2.3.4	Distribusi Log Normal	23
2.3.5	Distribusi Gumbel Tipe I	24
2.3.6	Distribusi Log Pearson Tipe III.....	26
2.3.7	Uji Kecocokan	28
2.3.8	Daerah Aliran Sungai (DAS)	30
2.3.9	Periode Ulang.....	31
2.3.10	Menaksir Pola Curah Hujan Tiap Jam dari Data Curah Hujan Harian.....	32
2.3.11	Metode Perhitungan Debit Banjir Rencana.....	34
2.4.	Perancangan Konstruksi.....	39
2.4.1	Perancangan Pelimpah	40
2.4.2	Perancangan <i>Main Dam</i>	43
2.4.3	Perancangan Pondasi.....	52
2.4.4	Perancangan Sayap	56
2.4.5	Perancangan <i>Sub Dam</i> dan Lantai Lindung.....	57
2.4.6	Perancangan Bangunan Pelengkap	61

BAB III METODOLOGI

3.1.	Survei Lapangan	62
3.2.	Lokasi Studi	62
3.3.	Pengumpulan Data	62
3.4.	Teknik Analisis Data.....	63
3.4.1	Analisis Data Hidrologi	63
3.4.2	Analisis Erosi dan Sedimentasi	64

3.5. Perencanaan Konstruksi.....	64
3.6. Pembuatan Dokumen Pelaksanaan Proyek	65
3.6.1 Rencana Kerja dan Syarat Teknis	65
3.6.2 Rencana Anggaran Biaya dan Gambar	65
3.6.3 <i>Time Schedule</i> dan <i>Network Planning</i>	65
3.7. Diagram Alir	66

BAB IV ANALISIS HIDROLOGI DAN SEDIMENTASI

4.1 Data DAS	68
4.2 Data Curah Hujan.....	68
4.3 Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum DAS Dengan Metode <i>Thiessen</i>	69
4.4 Perhitungan Curah Hujan Rencana	72
4.4.1 Penentuan Parameter Statistik.....	72
4.4.2 Pemilihan Jenis Sebaran.....	77
4.4.3 Pengujian Sebaran dengan Metode <i>Chi Kuadrat</i>	78
4.4.4 Curah Hujan Rencana	79
4.5 Perhitungan Debit Banjir Rencana.....	80
4.5.1 Metode Haspers.....	80
4.5.2 Metode Weduwen	82
4.5.3 Metode Rasional.....	83
4.5.4 Metode Melchior	85
4.5.5 Debit Banjir Rencana	88
4.6 Perhitungan Erosi Lahan dengan Metode USLE	89
4.6.1 Perhitungan Faktor Erosivitas Hujan (<i>R</i>)	89
4.6.2 Perhitungan Faktor Erodibilitas Tanah (<i>K</i>).....	95
4.6.3 Perhitungan Faktor Panjang-Kemiringan Lereng (<i>LS</i>)	97
4.6.4 Perhitungan Faktor Tanaman Penutup Lahan dan Manajemen Tanaman (<i>C</i>)	98
4.6.5 Perhitungan Faktor Konservasi Praktis (<i>P</i>).....	99
4.6.6 Erosi Lahan yang Terjadi (<i>E_a</i>).....	99

BAB V PERENCANAAN KONSTRUKSI

5.1	Perencanaan Peluap.....	101
5.1.1	Lebar Dasar pelimpah	101
5.1.2	Tinggi Air Di Atas Peluap	101
5.1.3	Kecepatan Air Di Atas Peluap	102
5.1.4	Tinggi Jagaan (<i>Free Board</i>).....	103
5.2	Perencanaan <i>Main Dam</i>	103
5.2.1	Tinggi Efektif <i>Main Dam</i>	103
5.2.2	Lebar Mercu Peluap	114
5.2.3	Penampang <i>Main Dam</i>	104
5.2.4	Kedalaman Pondasi <i>Main Dam</i>	105
5.3	Perencanaan Sayap <i>Main Dam</i>	106
5.3.1	Lebar Sayap.....	106
5.3.2	Tinggi Sayap	106
5.3.3	Penetrasi Sayap	106
5.4	Perencanaan Lantai Lindung dan <i>Sub Dam</i>	107
5.4.1	Panjang Lantai Lindung/ <i>Apron</i>	107
5.4.2	Tebal lantai Lindung	109
5.4.3	Lebar Mercu <i>Sub Dam</i>	110
5.4.4	Penampang <i>Sub Dam</i>	110
5.4.5	Tinggi <i>Sub Dam</i>	110
5.4.6	Kecepatan Aliran air diatas <i>Subdam</i>	110
5.4.7	Dimensi Sayap <i>Subdam</i>	112
5.5	Kontrol Keamanan Bangunan	113
5.5.1	Gaya-Gaya yang Bekerja	113
5.5.2	Perhitungan Stabilitas <i>Main Dam</i>	113
5.5.3	Perhitungan Stabilitas <i>Sub Dam</i>	116
5.5.4	Kontrol Terhadap Gerusan.....	119
5.5.5	Kontrol Terhadap Piping.....	120
5.6	Perencanaan Bangunan Pelengkap.....	122
5.6.1	Drain Hole.....	122
5.6.2	Dinding Tepi Sungai	122

BAB VI RENCANA ANGGARAN BIAYA

6.1 RAB	123
6.1.1 Perhitungan Volume Pekerjaan.....	123
6.1.2 Daftar Harga Satuan Bahan, Alat dan Upah	126
6.1.3 Analisa Harga Satuan Pekerjaan	128
6.1.4 Perhitungan RAB	133

BAB VII RENCANA KERJA DAN SYARAT TEKNIS

7.1. Rencana Kerja dan Syarat	135
7.1.1 Ketentuan dan Persyaratan Umum.....	135
7.1.2 Ketentuan dan Persyaratan Administrasi	145
7.1.3 Syarat – Syarat Teknis	164

BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN

8.1 Kesimpulan	187
8.2 Saran.....	188

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Bagan Alir Model Proses Erosi oleh Air	7
2.2 Skema Persamaan USLE	10
2.3 Nomograf K yang Dikembangkan Wischmeier.....	11
2.4 Nomograf untuk Menghitung Faktor <i>LS</i>	13
2.5 Macam-Macam Pengangkutan Sedimen.....	16
2.6 Nomograf untuk menghitung nilai SDR	18
2.7 Poligon <i>Thiessen</i>	33
2.8 Rangkaian <i>Check Dam</i>	40
2.9 Penampang Peluap.....	41
2.10 Perencanaan <i>Main Dam</i>	44
2.11 Gaya Berat Sendiri <i>Main Dam</i>	45
2.12 Gaya Tekan Air Statik.....	46
2.13 Gaya Tekan Akibat Sedimen	47
2.14 Gaya Angkat pada <i>Main Dam</i>	48
2.15 Gaya Inersia Saat Gempa.....	48
2.16 Gaya Tekan Air Dinamik.....	50
2.17 Resultan Gaya pada <i>Main Dam</i>	51
2.18 Penetrasi Pondasi pada <i>Main Dam</i>	54
2.19 Pemeriksaan Bahaya Piping.....	55
2.20 Kemiringan sayap 1 : <i>N</i>	56
2.21 Lebar Sayap.....	56
2.22 Penetrasi Sayap	57
2.23 Letak <i>Sub Dam</i>	58
2.24 Lubang Drainase/ <i>Drain Hole</i>	61
3.1 Diagram Alir Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen	66
3.2 Diagram Alir Analisis Data Hidrologi.....	67
4.1 Peta DAS Braholo Dan Poligon <i>Thiessen</i>	70
4.2 Gambar elips untuk mencari harga β	86

4.3	Segitiga Klas Tekstur Tanah.....	96
4.4	Perhitungan Faktor Erodibilitas Tanah dengan Nomograf K.....	97
5.1	Penampang Melintang pelimpah.....	101
5.2	<i>Main dam</i>	105
5.3	Sayap <i>Main Dam</i>	106
5.4	Letak <i>Sub Dam</i>	111
5.5	<i>Sub Dam</i>	112
5.6	Gaya-gaya yang Bekerja Pada <i>Main Dam</i>	114
5.7	Gaya-gaya yang Bekerja Pada <i>Sub Dam</i>	117
5.8	Tinggi Gerusan.....	120
5.9	Panjang Rembesan	121
5.10	Dinding Tepi Sungai	122
6.1	<i>Site Plan</i> Lokasi Proyek.....	123

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Nilai K untuk Beberapa Jenis Tanah di Indonesia.....	11
2.2 Klasifikasi Butir-Butir Primer Tanah.....	11
2.3 Penilaian Permeabilitas Tanah.....	12
2.4 Hubungan Nilai z dan S	12
2.5 Nilai factor C.....	14
2.6 Nilai Faktor P pada Beberapa Teknik Konservasi Tanah.....	15
2.7 Tabel Syarat Pemilihan Distribusi.....	22
2.8 Nilai Variabel Reduksi <i>Gauss</i>	23
2.9 Nilai Variabel Reduksi Gumbel.....	24
2.10 Hubungan Reduksi Variat Rata-rata (Y_n) dengan Jumlah Data (n).....	25
2.11 Hubungan Periode Ulang (T) dengan Reduksi Variat dari Variabel (Y).....	25
2.12 Hubungan antara Deviasi Standar dari Reduksi Variat (s_n) dengan Jumlah Data (n).....	26
2.13 Nilai k Distribusi Log Pearson Tipe III untuk Setiap Nilai CS (Koefisien <i>Skewness</i>).....	27
2.14 Nilai Kritis untuk Uji Chi Kuadrat.....	30
2.15 Kriteria Dasar Penentuan Periode Ulang Prasarana Pengendalian Banjir.....	31
2.16 Nilai Koefisien Larian (α) Untuk Persamaan Rasional.....	36
2.17 Tinggi Jagaan.....	43
2.18 Lebar Mercu Peluap.....	45
2.19 Nilai C_m	49
2.20 Gaya-Gaya yang Ditinjau untuk Keadaan Normal dan Banjir.....	50
2.21 Nilai-nilai Faktor Daya Dukung Tanah Terzaghi.....	53
2.22 Daya Dukung yang Diijinkan.....	53
2.23 Angka <i>Creep</i> untuk <i>Lane</i>	55

4.1	Data Curah Hujan Maksimum Das Braholo	68
4.2	Luas pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS Braholo.....	69
4.3	Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum Tiap Stasiun...	71
4.4	Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian dengan Metode <i>Thiessen</i>	72
4.5	Perhitungan Parameter Statistik Data Curah Hujan Harian Maksimum.	73
4.6	Parameter Statistik	74
4.7	Perhitungan Statistik (Logaritma) Curah Hujan Harian Maksimum	74
4.8	Parameter Statistik	75
4.9	Perhitungan Statistik (Logaritma) Curah Hujan Harian Maksimum	76
4.10	Parameter Statistik (Logaritma)	77
4.11	Pemilihan Jenis Sebaran.....	77
4.12	Nilai $\text{Ln } \bar{X}$	78
4.13	Perhitungan <i>Chi Square Test</i>	79
4.14	Curah Hujan Rencana Periode Ulang T Tahun DAS Braholo.....	80
4.15	Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Haspers	81
4.16	Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Weduwen.....	83
4.17	Nilai Koefisien <i>Runoff</i> (α) untuk Persamaan Rasional	84
4.18	Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Rasional	85
4.19	Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Melchior	88
4.20	Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana	88
4.21	Perhitungan nilai P_b , P_{max} dan N	90
4.22	Perhitungan Perhitungan R dan EI_{30}	91
4.23	Ukuran Partikel Tanah di DAS Braholo	95
4.24	Perhitungan Faktor Panjang Kemiringan Lereng (LS).....	98
4.25	Faktor Pengelolaan Tanaman (C) di Das Braholo	99
5.1	Perhitungan Momen <i>Main Dam</i>	114
5.2	Perhitungan Momen <i>Sub Dam</i>	117
5.3	Kontrol Terhadap Rembesan.....	121
6.1	Perhitungan Volume Pekerjaan Persiapan	124
6.2	Perhitungan Volume Pekerjaan Struktur dan Pasangan.....	124
6.3	Daftar Harga Satuan Alat	126

6.4	Daftar Harga Satuan Upah	127
6.5	Daftar Harga Satuan Bahan.....	127
6.6	Analisa Harga Satuan Pekerjaan Awal	128
6.7	Daftar Analisa Satuan Pekerjaan Tanah.....	130
6.8	Daftar Analisa Satuan Pekerjaan Struktur.....	131
6.9	Daftar Analisa Satuan Pekerjaan Akhir	133
6.10	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....	133
6.11	Rekapitulasi RAB	134

DAFTAR LAMBANG

α	: Koefisien limpasan air hujan
β	: Koefisien pengurangan daerah untuk curah hujan DAS
γ	: Berat jenis
π	: 3,14156
ϕ	: Sudut geser tanah
A	: Luas wilayah
b_2	: Panjang bidang geser (lebar dasar <i>check dam</i>)
B_1	: Lebar bagian bawah penampang pelimpah
B_2	: Lebar bagian atas penampang pelimpah
C	: Kohesi tanah
C_k	: Koefisien Kurtosis
CP	: Faktor indeks pengelolaan tanaman dan konservasi tanah
C_s	: Koefisien Skewnes
C_v	: Koefisien variasi
d	: Kedalaman air di atas mercu
e	: 2,171828
E_a	: Banyaknya tanah tererosi
E_{f_i}	: Banyaknya frekuensi yang diharapkan pada data ke i
EI_{30}	: Indeks erosi hujan bulanan
G	: Kecepatan gravitasi (9,81)
h	: Tinggi air di atas peluap + tinggi kecepatan
H	: Tinggi konstruksi
H_e	: Tinggi sedimen
h_v	: Tinggi kecepatan
h_3	: Tinggi air di atas peluap
I	: Intensitas hujan
i	: Kemiringan dasar sungai
K	: Faktor kepekaan erosi tanah/faktor erodibilitas tanah
k	: Faktor frekuensi

- L : Panjang sungai
 LS : Faktor panjang-kemiringan lereng
 M : Persentase pasir sangat halus dan debu x (100-% tanah liat)
 m_2 : Kemiringan tepi peluap
 n : jumlah data
 N : Jumlah hari hujan per bulan
 O : Persentase tanah organik
 Of_i : Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama pada data ke-i
 p : Kelas permeabilitas tanah
 P : Gaya tekan air statik
 P_b : Curah hujan bulanan
 P_d : Gaya tekan air dinamik
 P_{max} : Hujan maksimum harian (24 jam) dalam bulan yang bersangkutan
 P_s : Gaya tekan endapan sedimen
 P_{sh} : Gaya tekan sedimen horizontal
 P_{sv} : Gaya tekan sedimen vertical
 Q : Debit maksimum
 Q_n : Debit banjir rencana periode ulang T tahun
 q_{ult} : Daya dukung tanah
 R : Faktor erosivitas hujan
 \bar{R} : Curah hujan wilayah
 R_{24} : Curah hujan maksimum selama 24 jam
 S : Kode struktur tanah yang dipergunakan
 SD : Standar deviasi
 SF : Faktor keamanan
 S_n : *Reduced standart deviation*
 t : Waktu hujan
 U : Gaya angkat
 v : Kecepatan air di atas mercu
 W : Berat sendiri
 \bar{X} : Curah hujan rata-rata
 X^2Cr : Harga *Chi square*