

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**EVALUASI DAN PERENCANAAN BENDUNG KALI KEBO**  
**KABUPATEN KLATEN JAWA TENGAH**

*( Evaluation and Design of Kali Kebo Weir  
at Klaten Regency Central Java )*

Disusun Oleh :

RAKHMANTO ARDHI EFFENDI      NIM. L2A 303 055

Semarang,    Agustus 2008

Diperiksa / disetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Dr. Ir. Suripin, M.Eng.**  
NIP. 131 668 511

**Ir. Abdul Kadir, Dipl. HE. MT.**  
NIP. 131 474 091

Mengetahui,  
Ketua Pelaksana Program S1 Ekstensi  
Jurusan Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro

**Ir. Moga Narayudha, SP1**  
NIP. 130 810 731

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya Laporan Tugas Akhir ini dapat tersusun dengan lancar tanpa ada hambatan yang cukup berarti.

Laporan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan menempuh ujian sarjana pada pada Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Diponegoro Semarang.

Selama masa tersusunnya laporan Tugas Akhir, kami mendapat banyak dukungan dari berbagai pihak terkait. Oleh karena itu pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Bambang Pujiyanto, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Ir. Moga Narayudha, SP1, selaku Ketua Pelaksana Program Ekstensi Teknik Sipil Universitas Diponegoro.
3. Ir. Slamet Hargono, Dipl.Ing., selaku Sekretaris Pelaksana Program Teknik Sipil Ekstensi Universitas Diponegoro.
4. Ir. Al Falah, MSc., selaku Dosen Wali.
5. Dr.Ir. Suripin, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I Laporan Tugas Akhir.
6. Ir. Abdul Kadir, Dipl. HE. MT, selaku Dosen Pembimbing II Laporan Tugas Akhir.
7. Bapak, Ibu dan Adik tercinta serta keluarga yang telah memberikan doa serta dukungan moral dan material hingga terselesainya Laporan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman Teknik Sipil Ekstensi Universitas Diponegoro angkatan 2003 yang telah memberikan motivasi dan bantuan dalam penyelesaian laporan ini.
9. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari akan keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki, sehingga dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini

dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan rekan-rekan mahasiswa pada umumnya.

Semarang, Agustus 2008

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	I-1
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Lokasi Bendung .....	I-2
1.3 Maksud dan Tujuan .....	I-3
1.4 Ruang Lingkup .....	I-3
1.5 Sistematika Laporan .....	I-4
<b>BAB II KONDISI BENDUNG SAAT INI</b> .....	II-1
2.1 Data Teknik Bendung Kali Kebo.....	II-1
2.1.1 Data Sungai .....	II-1
2.1.2 Dimensi Bendung dan Elevasi .....	II-1
2.2 Kondisi Sekarang .....	II-4
2.2.1 Bendung .....	II-4
2.2.2 <i>Intake</i> (Pengambilan Air) Bendung .....	II-4
<b>BAB III TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	III-1
3.1 Analisis Hidrologi .....	III-1
3.2 Curah Hujan Rencana .....	III-1
3.2.1 Cara Rata – rata Hitung .....	III-1
3.2.2 Cara Poligon Thiessen .....	III-2
3.2.3 Perhitungan Curah Hujan Rencana .....	III-3
3.2.3.1 Metode Gumbel .....	III-7
3.2.3.2 Metode Distribusi Log Pearson III .....	III-8

3.3	Debit Banjir Rencana .....	III-11
3.3.1	Metode Haspers .....	III-11
3.3.2	Metode Manual Jawa Sumatra .....	III-13
3.3.3	Metode Analisis Hidrograf Satuan Sintetik Gamma I .....	III-14
3.3.4	Metode Passing Capacity .....	III-17
3.4.	Kebutuhan Air Irigasi .....	III-18
3.4.1	Kebutuhan Air Untuk Pengolahan Tanah .....	III-19
3.4.2	Kebutuhan Air Untuk Pertumbuhan .....	III-20
3.4.3	Evapotranspirasi Potensial .....	III-21
3.4.4	Perkolasi .....	III-21
3.4.5	Curah Hujan Efektif .....	III-21
3.4.6	Koefisien Untuk Tanaman .....	III-22
3.4.5	Debit Andalan .....	III-22
3.4.8	Neraca Air .....	III-23
3.5	Tipe - tipe Bendung .....	III-23
3.5.1	Umum .....	III-23
3.5.2	Bendung Tetap .....	III-23
3.5.3	Bendung Gerak .....	III-24
3.6	Hidrolik Bangunan Bendung Tetap .....	III-25
3.6.1	Bentang Bendung .....	III-25
3.6.2	Macam – macam Mercu Bendung .....	III-26
3.6.2.1	Mercu Bulat .....	III-26
3.6.2.2	Mercu Ogee .....	III-27
3.6.3	Pangkal Bendung .....	III-29
3.6.4	Peredam Energi .....	III-29
3.6.5	Kolam Olak .....	III-30
3.6.5.1	Kolam Olak Tipe USBR .....	III-32
3.6.5.2	Kolam Olak Vlugter .....	III-35
3.6.5.3	Kolam Olak Bak Tenggelam .....	III-36
3.6.6	Bangunan Pengambilan (Intake) .....	III-36
3.6.7	Sedimentasi .....	III-38
3.6.8	Kantong Lumpur .....	III-40
3.6.8.1	Panjang dan Lebar Kantong Lumpur .....	III-40

3.6.8.2	Perhitungan In .....	III-41
3.6.8.3	Perhitungan Is .....	III-42
3.6.8.4	Tata Letak Kantong Lumpur .....	III-42
3.6.8.5	Saluran Pembilas .....	III-43
3.7	Stabilitas Bangunan .....	III-44
3.7.1	Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah .....	III-44
3.7.2	Stabilitas Terhadap Guling.....	III-44
3.7.3	Stabilitas Terhadap Geser .....	III-45
3.7.4	Stabilitas Terhadap Eksentrisitas .....	III-45
3.7.5	Stabilitas Terhadap Piping .....	III-46
3.7.6	Stabilitas Terhadap Gempa .....	III-46
3.7.7	Stabilitas Terhadap Gaya Lumpur .....	III-47
3.7.8	Stabilitas Tekanan Hidrostatik Kondisi Normal.....	III-47
3.7.9	Stabilitas Tekanan Hidrostatik Kondisi Banjir.....	III-47
3.8	Desain Hidrolis .....	III-48
3.8.1	Tinjauan Terhadap Gerusan .....	III-48
3.8.1.1	Metode Lacey .....	III-48
3.8.1.2	Metode Vendjik .....	III-48
3.8.1.3	Metode Shoclistch .....	III-48
3.8.2	Panjang Terjunan .....	III-48
3.8.3	Panjang Loncatan Air .....	III-49
3.8.4	Menentukan Ukuran Isian Batu .....	III-49
3.8.5	Kedalaman Gerusan Lokal Setelah Diisi Batu .....	III-50
<b>BAB IV</b>	<b>METODOLOGI .....</b>	<b>IV-1</b>
4.1	Metode Evaluasi .....	IV-1
4.1.1	Pengumpulan Data Primer .....	IV-1
4.1.2	Pengumpulan Data Sekunder .....	IV-1
4.1.3	Peta Topografi .....	IV-1
4.1.4	Data Hidrologi .....	IV-2
4.1.5	Data Klimatologi .....	IV-2
4.1.6	Data Morfologi .....	IV-2
4.1.7	Data Tanah .....	IV-2

4.1.8	Pengolahan Data .....	IV-3
4.1.9	Kesimpulan .....	IV-3
4.2	Metode Perbaikan .....	IV-3
4.3	Bagan Alir Tugas Akhir .....	IV-4
<b>BAB V</b>	<b>ANALISIS DATA .....</b>	<b>V-1</b>
5.1	Analisis Hidrologi .....	V-1
5.1.1	Data Curah Hujan Maksimum .....	V-2
5.1.2	Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Periode Ulang Tertentu .....	V-2
5.1.3	Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana .....	V-2
5.1.3.1	Pengukuran Dispersi .....	V-4
5.1.3.2	Pemilihan Jenis Sebaran .....	V-6
5.1.4	Pengujian Kecocokan Sebaran .....	V-7
5.1.4.1	Uji Keselarasan Chi Kuadrat.....	V-7
5.1.5	Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Gumbel .....	V-8
5.1.6	Analisis Debit Banjir Rencana .....	V-12
5.1.6.1	Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode Haspers V-.....	12
5.1.6.2	Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode FSR Jawa Sumatra .....	V-13
5.1.6.3	Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode HSS Gamma I.....	V-15
5.1.6.4	Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode <i>Passing Capacity</i> .....	V-27
5.1.7	Analisis Kebutuhan Air .....	V-29
<b>BAB VI</b>	<b>EVALUASI BENDUNG KALI KEBO .....</b>	<b>VI-1</b>
6.1	Data Teknis Bendung .....	VI-1
6.2	Evaluasi Kapasitas Bendung.....	VI-1
6.3	Evaluasi Kapasitas Debit <i>Intake</i> .....	VI-1
6.4	Evaluasi Struktur Bendung .....	VI-2
6.4.1	Analisa Stabilitas Bendung .....	VI-3

6.4.1.1	Pada Kondisi Air Normal.....	VI-3
6.4.1.1.1	Perhitungan Gaya Yang Bekerja.....	VI-3
6.4.1.1.2	Kontrol Stabilitas Bendung pada Kondisi Air Normal .....	VI-11
6.4.1.1.3	Perhitungan Garis Rembesan Lane .....	VI-13
6.4.1.1.4	Tebal Lantai Olakan.....	VI-14
6.4.1.2	Kondisi Air Banjir.....	VI-14
6.4.1.2.1	Perhitungan Gaya Yang Bekerja.....	VI-14
6.4.1.2.2	Kontrol Stabilitas Bendung pada Kondisi Air Normal .....	VI-18
6.4.2	Tinjauan Terhadap Gerusan .....	VI-20
6.4.2.1	Metode Lacey.....	VI-20
6.4.2.2	Metode Vendijk.....	VI-20
6.4.2.3	Metode Scholisch .....	VI-21
6.4.3	Panjang Terjunan.....	VI-21
6.4.4	Menentukan Ukuran Batu .....	VI-22
6.4.5	Kedalaman Gerusan Lokal Setelah di isi Batu.....	VI-23
6.5	Permasalahan .....	VI-24
6.6	Alternatif Penanganan .....	VI-26
<b>BAB VII</b>	<b>RENCANA KERJA DAN SYARAT-SYARAT .....</b>	<b>VII-1</b>
7.1	Syarat-syarat Umum dan Administrasi .....	VII-1
7.2	Syarat-syarat Teknis .....	VII-27
<b>BAB VIII</b>	<b>RENCANA ANGGARAN BIAYA .....</b>	<b>VIII-1</b>
8.1	Daftar Harga Satuan dan Upah .....	VIII-1
8.2	Analisa Rencana Anggaran Biaya .....	VIII-5
8.3	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya .....	VIII-6
8.4	Perhitungan <i>Man Power</i> .....	VIII-7



<b>BAB IX</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>IX-1</b>
9.1	Kesimpulan .....	IX-1
9.2	Saran .....	IX-2

**DAFTAR PUSTAKA** .....

**LAMPIRAN – LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Nilai Kritis Untuk Distribusi <i>Chi Kuadrat</i> .....	III - 5
Tabel 3.2	Nilai Delta Kritis Untuk Uji Keselarasan <i>Smirnov</i> <i>Kolmogorof</i> .....	III - 6
Tabel 3.3	<i>Reduced Mean (Yn)</i> .....	III - 7
Tabel 3.4	<i>Reduced Standard Deviation (S)</i> .....	III - 8
Tabel 3.5	<i>Reduced Variate (Yt)</i> .....	III - 8
Tabel 3.6	Harga k Untuk Distribusi <i>Log Pearson III</i> .....	III - 9
Tabel 3.7	Faktor Reduksi (ARF) .....	III - 13
Tabel 3.8	<i>Growth Factor (GF)</i> .....	III - 14
Tabel 3.9	Harga – harga koefisien Kontraksi .....	III - 26
Tabel 3.10	Harga – harga K dan n .....	III - 28
Table 3.11	Harga – harga minimum angka rembesan Lane .....	III - 46
Table 3.12	Kedalaman Gerusan Lokal.....	III - 50
Tabel 5.1	Koefisian Thiessen.....	VI - 2
Tabel 5.2	Data Curah Hujan pada tanggal yang sama.....	V - 3
Tabel 5.3	Analisa Statistik Curah Hujan Daerah .....	V - 5
Tabel 5.4	Parameter Penentu Jenis Sebaran .....	V - 6
Tabel 5.5	Perhitungan Uji <i>Chi Kuadrat</i> .....	V - 8
Tabel 5.6	Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Gumbel.....	V - 9
Tabel 5.7	Distribusi Hujan Jam- jaman .....	V - 9
Tabel 5.8	Intensitas Hujajan Jam – jaman .....	V - 10
Tabel 5.9	Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode <i>Haspers</i> .....	V -- 13
Tabel 5.10	Debit Banjir Rencana Metode <i>Haspers</i> .....	V – 13
Tabel 5.11	Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode FSR Jawa Sumatra .....	V - 14
Tabel 5.12	Debit Banjir Rencana Metode FSR Jawa Sumatra .....	V - 14
Tabel 5.13	Perhitungan Resesi Unit Hidrograf.....	V - 17
Tabel 5.14	Intensitas hujan efektif jam –jaman periode ulang T tahun.....	V - 18
Tabel 5.15	Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 2 Tahun .....	V - 19
Tabel 5.16	Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 5 Tahun .....	V - 20

Tabel 5.17	Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 10 Tahun .....	V -	21
Tabel 5.18	Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 25 Tahun .....	V -	22
Tabel 5.19	Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 50 Tahun .....	V -	23
Tabel 5.20	Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 100 Tahun .....	V -	24
Tabel 5.21	Rekapitulasi Hidrograf Banjir Rencana .....	V -	25
Tabel 5.22	Debit banjir rencana metode HSS Gamma I.....	V -	25
Tabel 5.23	Harga Koefisien Kekasaran Bazin (m) .....	V -	27
Tabel 5.24	Debit Banjir Rencana Periode Ulang T tahun.....	V -	28
Tabel 5.25	Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Periode Ulang T tahun.....	V -	29
Tabel 5.26	Data suhu Udara .....	V -	30
Tabel 5.27	Data kelembaban Udara.....	V -	30
Tabel 5.28	Data lama penyinaran matahari .....	V -	30
Tabel 5.29	Data kecepatan angin .....	V -	31
Tabel 5.30	Koefisien suhu .....	V -	31
Tabel 5.31	Koefisien suhu .....	V -	32
Tabel 5.32	Tekanan Udara.....	V -	32
Tabel 5.33	Koefisien Tekanan Udara .....	V -	33
Tabel 5.34	Koefisien Tekanan Udara dan angin.....	V -	33
Tabel 5.35	Koefisien angin .....	V -	34
Tabel 5.36	Tekanan Udara.....	V -	34
Tabel 5.37	Koefisien radiasi matahari .....	V -	34
Tabel 5.38	Kebutuhan air selama penyiapan lahan.....	V -	35
Tabel 5.39	Koefisien curah hujan untuk padi.....	V -	35
Tabel 5.40	Koefisien tanaman padi palawija menurut <i>Nedeco/ Prosida</i> .....	V -	36
Tabel 5.41	Data debit bulanan .....	V -	42
Tabel 5.42	Data Debit Bulanan rata -rata .....	V -	43
Tabel 5.43	perhitungan Evaporasi cara Penman .....	V -	44
Tabel 5.44	Kebutuhan air tanaman untuk padi .....	V -	45
Tabel 5.45	Kebutuhan air tanaman untuk palawija .....	V -	47
Tabel 5.46	Pola tanam .....	V -	48
Tabel 5.47	Perhitungan neraca Air .....	V -	49
Tabel 6.1	Perhitungan Gaya Berat Sendiri .....	VI -	3
Tabel 6.2	Perhitungan Gaya Gempa .....	VI -	5

Evaluasi dan Perencanaan Bendung Kali Kebo  
Kabupaten Klaten Jawa Tengah

Tabel 6.3	Perhitungan Gaya Uplift .....	VI - 6
Tabel 6.4	Perhitungan Gaya Uplift .....	VI - 6
Tabel 6.5	Perhitungan Gaya Hidrolis.....	VI - 7
Tabel 6.6	Perhitungan Tekanan Tanah .....	VI - 8
Tabel 6.7	Rekapitulasi Gaya .....	VI - 9
Tabel 6.8	Perhitungan Garis Rembesan Lane.....	VI - 13
Tabel 6.9	Perhitungan Gaya Berat Sendiri .....	VI - 15
Tabel 6.10	Perhitungan Gaya Gempa .....	VI - 15
Tabel 6.11	Perhitungan Gaya Uplift .....	VI - 16
Tabel 6.12	Perhitungan Gaya Uplift .....	VI - 17
Tabel 6.13	Perhitungan Gaya Hidrostatik .....	VI - 17
Tabel 6.14	Perhitungan Tekanan Tanah .....	VI - 17
Tabel 6.15	Perhitungan Gaya Berat Sendiri .....	VI - 18
Tabel 6.16	Kedalaman Gerusan.....	VI - 20
Tabel 8.1	Harga Satuan Upah, Bahan, & Peralatan.....	VIII - 1
Tabel 8.2	Analisa Harga Satuan Pekerjaan.....	VIII - 2
Tabel 8.4	Analisa Rencana Anggaran Biaya .....	VIII - 5
Tabel 8.5	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya.....	VIII - 6
Tabel 8.6	<i>Time Schedule</i> .....	VIII - 9
Tabel 8.7	<i>Kurve S</i> .....	VIII - 10

## DAFTAR GAMBAR

Gbr. 1.1	Peta Lokasi Bendung Kali Kebo.....	I-3
Gbr. 2.1	Denah Aliran Sungai Kuning .....	II-1
Gbr. 2.2	Denah Bendung .....	II-2
Gbr. 2.3	Potongan A-A .....	II-2
Gbr. 2.4	Kondiasi Bendung Kali Kebo pada musim kemarau .....	II-3
Gbr. 2.5	Tampak bagian hilir Bendung Kali Kebo .....	II-3
Gbr. 2.6	Kerusakan akibat gerusan pada ujung Bantalan Air .....	II-4
Gbr. 2.7	Sampah pada yang masuk ke dalam <i>Intake</i> .....	II-4
Gbr. 2.8	Kerusakan pada talud .....	II-5
Gbr. 3.1	Sketsa Stasiun Curah Hujan Cara Rata-rata Hitung .....	III-1
Gbr. 3.2	Pembagian Daerah Dengan Cara <i>Thiessen</i> .....	III-3
Gbr. 3.3	Sketsa Hidrograf Satuan Sintetis .....	III-14
Gbr. 3.4	Sketsa Penetapan Panjang dan Tingkat Sungai .....	III-15
Gbr. 3.5	Sketsa Penetapan RUA .....	III-15
Gbr. 3.6	Sketsa Penetapan RUA .....	III-16
Gbr. 3.7	Jenis - jenis Penampang.....	III-18
Gbr. 3.8	Penampang Melintang Bendung Tetap.....	III-23
Gbr. 3.9	Lay Out Bendung.....	III-24
Gbr. 3.10	Potongan Bendung Gerak .....	III-24
Gbr. 3.11	Lebar efektif mercu.....	III-25
Gbr. 3.12	Tipe Mercu Bulat .....	III-27
Gbr. 3.13	Tipe Mercu Ogee .....	III-28
Gbr. 3.14	Pangkal Bendung .....	III-29
Gbr. 3.15	Kondisi Aliran Diatas Mercu .....	III-30
Gbr. 3.16	Hubungan kedalaman air hulu dan hilir.....	III-31
Gbr. 3.17	Kolam olak tipe USBR I.....	III-33
Gbr. 3.18	Kolam olak tipe USBR II.....	III-33
Gbr. 3.19	Kolam olak tipe USBR III .....	III-34
Gbr. 3.20	Kolam olak tipe USBR IV .....	III-34
Gbr. 3.21	Kolam olak tipe Vlugter .....	III-35

Gbr. 3.22	Kolam olak tipe Bak Tenggelam .....	III-36
Gbr. 3.23	Bangunan Pengambilan / <i>Intake</i> .....	III-38
Gbr. 3.25	Kantung Lumpur .....	III-39
Gbr. 3.26	Tata Letak Kantung Lumpur.....	III-43
Gbr. 3.21	Tata letak Kantung Lumpur dan Saluran Primer .....	III-44
Gbr. 4.1	Bagan Alir Langkah-langkah Pembuatan Tugas Akhir .....	IV-4
Gbr. 5.1	<i>Probability Paper</i> Metode Gumbel .....	V-3
Gbr. 5.2	Unit Hidrograf Kali Kuning.....	V-11
Gbr. 5.3	Grafik Hidrograf Banjir .....	V-26
Gbr. 5.4	Grafik Neraca Air .....	V-50
Gbr. 6.1	Gambar Diagram Gaya – gaya pada Kondisi Air Normal .....	VI-10