

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
**PERENCANAAN OPERASI DAN KONSERVASI
WADUK MRICA (JEND. SOEDIRMAN)
BANJARNEGARA**

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

Disusun Oleh :

Alifah Setyantiningtyas (L2A 005 002)
Ajeng Febry Hapsari (L2A 005 014)

Semarang, Agustus 2010

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Dosen Pembimbing II Tugas Akhir

Ir. Pranoto SA, Dipl. HE, MT
NIP. 19540203 1985031 001

DR. Ir. Suharyanto, MSc
NIP. 19630914 1988031 012

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Ir. Sri Sangkawati, MS.
NIP. 19540930 1980032 001

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 Operasi dan Konservasi Waduk Mrica (PB. Soedirman) Banjarnegara ” sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata I Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Dalam waktu kurang lebih selama sepuluh 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 ingin mengucapkan terima kasih atas segala bantuan dan bimbingan yang telah diberikan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, antara lain kepada :

1. Ir. Sri Sangkawati, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Ir. Agung Wibowo, MM, MSc, Ph.D, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Ir. Arif Hidayat, CES selaku Koordinator Bidang Akademis Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
4. Ir. Pranoto SA, Dipl, HE, MT selaku dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
5. DR. Ir. Suharyanto, MSc selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
6. Ir. S. Hargono, Dipl, Ing selaku Dosen Wali.
7. Seluruh dosen, staf, dan karyawan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

8. Direksi dan karyawan PT. Indonesia Power Banjarnegara yang telah banyak membantu kami dalam memberikan informasi dan data-data yang dibutuhkan .
9. Direksi dan karyawan Balai PSDA Propinsi Jawa Tengah yang telah banyak membantu kami dalam memberikan informasi dan data-data yang dibutuhkan .
10. Direksi dan karyawan BAPPEDA Propinsi Jawa Tengah yang telah banyak membantu kami dalam memberikan informasi dan data-data yang dibutuhkan.
11. Laboratorium Pengaliran Universitas Diponegoro yang telah banyak membantu kami dalam memberikan informasi dan data-data yang dibutuhkan.
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, Agustus 2010

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Abstrak.....	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	xiv
Daftar Tabel	xix
Daftar Lambang	xxiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Permasalahan	I-1
1.3 Maksud dan Tujuan	I-4
1.4 Lokasi Proyek.....	I-4

BAB II DATA PROYEK

II-1

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Umum	III-1
3.1.1.Klasifikasi Penggunaan Waduk.....	III-2
3.1.2 Karakteristik Waduk	III-2
3.2 Pola Operasi.....	III-3
3.3 Simulasi	III-12
3.4 Evaluasi Unjuk Kerja Waduk	III-15

3.5 Erosi dan Sedimentasi.....	III-21
3.5.1 Erosi.....	III-21
3.5.2 Erosi yang Dijinkan.....	III-24
3.5.2.1 Erosivitas Hujan.....	III-26
3.5.2.2 Erodibilitas Tanah.....	III-27
3.5.2.3 Kemiringan dan Panjang Lereng.....	III-29
3.5.2.4 Penutupan Lahan.....	III-30
3.5.2.5 Konservasi Praktis.....	III-34
3.5.3 Sedimentasi.....	III-35
3.5.3.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sedimentasi.....	III-36
3.5.3.2 Mekanisme Pengangkutan Sedimen.....	III-37
3.5.3.3 Hasil Sedimen.....	III-38
3.5.3.4 Upaya Pengendalian Sedimentasi.....	III-39
3.5.3.4.1 Secara Teknis.....	III-40
3.5.3.4.2 Secara Non Teknis.....	III-40
3.6 Analisis Hidrologi.....	III-46
3.6.1 Daerah Aliran Sungai.....	III-47
3.6.2 Analisa Distribusi Curah Hujan.....	III-51
3.6.3 Metode Perhitungan Curah Hujan Rencana.....	III-54
3.6.3.1 Metode Distribusi Normal.....	III-56
3.6.3.2 Metode Distribusi Log Normal.....	III-56
3.6.3.3 Metode Distribusi Gumbel Tipe I.....	III-56
3.6.3.4 Metode Log Pearson III.....	III-58
3.6.4 Uji Keselarasan.....	III-61
3.6.4.1 Uji Sebaran Chi Square Test.....	III-62
3.6.4.2 Uji Sebaran Plotting Data.....	III-63
3.6.4.3 Uji Keselarasan Smirnov-Kolmogorof.....	III-65
3.6.5 Metode Perhitungan Debit Banjir Rencana.....	III-66
3.6.5.1 Metode Hasper.....	III-66
3.6.5.2 Metode Rasional.....	III-67
3.6.5.3 Metode Melchoir.....	III-70
3.7 Perencanaan Konstruksi Bangunan Pengendali Sedimen.....	III-71

3.7.1	Prosedur Perencanaan Teknis	III-72
3.7.1.1	Perencanaan Peluap	III-73
3.7.1.2	Perencanaan Main Dam	III-76
3.7.1.3	Perencanaan Pondasi.....	III-85
3.7.1.4	Perencanaan Sayap	III-89
3.7.1.5	Perencanaan Sub Dam dan Lantai Lindung	III-91
3.7.1.6	Perencanaan Bangunan Pelengkap	III-94
3.7.2	Daya Tampung <i>Check Dam</i>	III-95

BAB IV METODOLOGI

4.1	Desain Penelitian Operasi Waduk	IV-1
4.1.1	Pengumpulan Data.....	IV-3
4.1.2	Skenario Pola Debit Inflow Waduk.....	IV-7
4.1.3	Simulasi Pengoperasian	IV-9
4.1.3.1	Simulasi Berdasarkan Data Eksisting	IV-9
4.1.3.2	Simulasi Berdasarkan SOP	IV-12
4.1.3.3	Simulasi Berdasarkan Rule Curve	IV-15
4.2.4	Analisa Kinerja Waduk.....	IV-17
4.2	Desain Penelitian Konservasi	IV-19
4.2.1	Metode Pengumpulan Data.....	IV-19
4.2.2	Ketersediaan Data	IV-20
4.2.3	Analisis Data.....	IV-20
4.2.3.1	Evaluasi Sedimen pada DAS dan Alternatif Penanganannya	IV-20
4.2.3.2	Analisis Data Hidrologi	IV-20
4.2.4	Perhitungan Pengaruh <i>Check Dam</i> terhadap Umur Waduk.....	IV-21
4.2.5	Perencanaan Konstruksi Bangunan Pengendali Sedimen.....	IV-22

BAB V SIMULASI, HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1	Umum	V-1
5.2	Skenario Pola Debit Inflow.....	V-2

5.3 Kebutuhan Air (<i>Demand</i>) Waduk.....	V-6
5.4 Perhitungan Besarnya Evaporasi	V-11
5.5 Simulasi Pengoperasian Waduk.....	V-13
5.5.1 Simulasi Eksisting	V-17
5.5.2 Simulasi SOP	V-22
5.5.3 Simulasi <i>Rule Curve</i>	V-27
5.6 Hasil Simulasi Pengoperasian Waduk	V-32
5.6.1 Kinerja Pengoperasian Waduk berdasarkan Pelepasan Eksisting ...	V-32
5.6.1.1 Keandalan (<i>reliability</i>)	V-32
5.6.1.2 Kelentingan (<i>resiliency</i>).....	V-32
5.6.1.3 Kerawanan (<i>vulnerability</i>)	V-33
5.6.2 Kinerja Pengoperasian Waduk berdasarkan Pelepasan SOP.....	V-33
5.6.2.1 Keandalan (<i>reliability</i>)	V-33
5.6.2.2 Kelentingan (<i>resiliency</i>).....	V-33
5.6.2.3 Kerawanan (<i>vulnerability</i>)	V-34
5.6.3 Kinerja Pengoperasian Waduk berdasarkan Pelepasan SOP.....	V-34
5.6.3.1 Keandalan (<i>reliability</i>)	V-34
5.6.3.2 Kelentingan (<i>resiliency</i>).....	V-34
5.6.3.3 Kerawanan (<i>vulnerability</i>)	V-35
5.7 Analisis Simulasi Waduk.....	V-38
5.7.1 Hubungan Antara Elevasi-Bulan	V-38
5.7.2 Hubungan Antara Volume Tampungan-Bulan.....	V-42
5.7.3 Hubungan Antara Outflow-Demand-Bulan.....	V-46
5.8 Pembahasan Hasil Kinerja	V-50
5.8.1 Pengoperasian Waduk Berdasarkan Pelepasan Eksisting	V-50
5.8.2 Pengoperasian Waduk Berdasarkan Pelepasan SOP	V-50
5.8.3 Pengoperasian Waduk Berdasarkan Pelepasan <i>Rule Curve</i>	V-50
5.9 Simulasi SOP Berdasarkan Kurva Elevasi-Volume-Luas Genangan	
Kondisi 0 Tahun, 10 Tahun dan 20 Tahun.....	V-51
5.10 Kinerja Pengoperasian SOP Berdasarkan Kurva Elevasi-Volume-	
Luas Genangan 0 Tahun, 10 Tahun dan 20 Tahun.....	V-66
5.10.1 Berdasarkan Kurva Elevasi-Volume-Luas Genangan 0 Tahun	V-66

5.10.1.1 Keandalan (<i>reliability</i>).....	V-66
5.10.1.2 Kelentingan (<i>resiliency</i>)	V-66
5.10.1.3 Kerawanan (<i>vulnerability</i>).....	V-66
5.10.2 Berdasarkan Kurva Elevasi-Volume-Luas Genangan 10 Tahun	V-67
5.10.2.1 Keandalan (<i>reliability</i>).....	V-67
5.10.2.2 Kelentingan (<i>resiliency</i>)	V-67
5.10.2.3 Kerawanan (<i>vulnerability</i>).....	V-67
5.10.3 Berdasarkan Kurva Elevasi-Volume-Luas Genangan 10 Tahun	V-68
5.10.3.1 Keandalan (<i>reliability</i>).....	V-68
5.10.3.2 Kelentingan (<i>resiliency</i>)	V-68
5.10.3.3 Kerawanan (<i>vulnerability</i>).....	V-68
5.11 Analisis Simulasi Waduk Tahun 0, Tahun 10 dan Tahun 20	V-71
5.11.1 Hubungan Antara Volume Tampungan-Bulan.....	V-71
5.11.2 Hubungan Antara Outflow-Demand-Bulan	V-76
5.12 Kesimpulan	V-81

BAB VI ANALISIS HIDROLOGI

6.1 Tinjauan Umum	VI-1
6.2 Penentuan Daerah Aliran Sungai	VI-1
6.3 Analisis Curah Hujan Rata-rata Daerah Aliran Sungai	VI-2
6.3.1 Data Curah Hujan Harian Maksimum	VI-4
6.4 Perhitungan Curah Hujan Rencana	VI-7
6.4.1 Penentuan Parameter Statistik	VI-7
6.4.2 Pemilihan Jenis Sebaran	VI-10
6.4.3 Pengujian Sebaran dengan Metode Chi Kuadrat	VI-11
6.4.4 Plotting Data	VI-12
6.4.5 Uji Smirnov-Kolmogorof	VI-15
6.4.6 Curah Hujan Rencana	VI-15
6.5 Perhitungan Debit Banjir Rencana	VI-16
6.5.1 Metode Haspers	VI-16
6.5.2 Metode Melchoir	VI-18

6.5.3 Metode Rasional	VI-20
6.6 Debit Banjir yang Dipakai	VI-22

BAB VII ANALISIS EROSI DAN SEDIMENTASI

7.1 Perhitungan Erosi Lahan dengan Metode USLE	VII-1
7.1.1 Perhitungan Faktor Erosivitas Hujan (<i>R</i>).....	VII-1
7.1.2 Perhitungan Faktor Erodibilitas Tanah (<i>K</i>).....	VII-9
7.1.3 Perhitungan Faktor Panjang-Kemiringan Lereng (<i>LS</i>)	VII-10
7.1.4 Perhitungan Faktor Tanaman Penutup Lahan dan Manajemen Tanaman (<i>C</i>)	VII-12
7.1.5 Perhitungan Faktor Konservasi Praktis (<i>P</i>).....	VII-13
7.1.6 Erosi Lahan yang Terjadi (<i>E_a</i>)	VII-13
7.2 Perhitungan Hasil Sedimen.....	VII-14
7.2.1 Perhitungan Sediment Delivery Ratio	VII-14
7.2.2 Hasil Sedimen	VII-14

BAB VIII PERENCANAAN CHECK DAM

8.1 Perencanaan Peluap	VIII-1
8.1.1 Lebar Dasar Peluap	VIII-1
8.1.2 Tinggi Air Di Atas Peluap	VIII-1
8.1.3 Kecepatan Air Di Atas Peluap	VIII-2
8.1.4 Tinggi Jagaan (<i>Free Board</i>).....	VIII-4
8.2 Perencanaan <i>Main Dam</i>	VIII-4
8.2.1 Tinggi Efektif <i>Main Dam</i>	VIII-4
8.2.2 Lebar Mercu Peluap	VIII-5
8.2.3 Penampang <i>Main Dam</i>	VIII-5
8.2.4 Kedalaman Pondasi <i>Main Dam</i>	VIII-6
8.3 Perencanaan Sayap dan Tanggul	VIII-7
8.3.1 Lebar Sayap	VIII-7
8.3.2 Tinggi Sayap	VIII-8
8.3.3 Penetrasi Sayap	VIII-8

8.4	Perencanaan <i>Sub Dam</i> dan Lantai Lindung	VIII-8
8.4.1	Lebar Mercu <i>Sub Dam</i>	VIII-9
8.4.2	Penampang <i>Sub Dam</i>	VIII-9
8.4.3	Tinggi <i>Sub Dam</i>	VIII-9
8.4.4	Letak <i>Sub Dam</i>	VIII-10
8.4.5	Kecepatan Air di Atas <i>Sub Dam</i>	VIII-12
8.4.6	Dimensi Sayap <i>Sub Dam</i>	VIII-15
8.4.7	Tebal Lantai Lindung.....	VIII-15
8.5	Perhitungan Stabilitas <i>Chek Dam</i>	VIII-16
8.5.1	Gaya-gaya yang Bekerja Pada <i>Main Dam</i> Saat Muka Air Banjir	VIII-17
8.5.2	Perhitungan Stabilitas <i>Main Dam</i> Saat Muka Air Banjir.....	VIII-22
8.5.3	Gaya-Gaya yang Bekerja Pada <i>Main Dam</i> Saat Muka Air Normal	VIII-24
8.5.4	Perhitungan Stabilitas <i>Main Dam</i> Saat Muka Air Normal	VIII-28
8.5.5	Akibat Gaya Gempa Pada <i>Main Dam</i>	VIII-30
8.5.6	Perhitungan Stabilitas <i>Main Dam</i> Saat Muka Air Banjir+Gempa	VIII-31
8.5.7	Perhitungan Stabilitas <i>Main Dam</i> Saat Muka Air Normal+Gempa.....	VIII-33
8.5.6	Gaya-Gaya yang Bekerja Pada <i>Sub Dam</i> Saat Muka Air Banjir ..	VIII-36
8.5.7	Perhitungan Stabilitas <i>Sub Dam</i> Saat Muka Air Banjir	VIII-40
8.5.8	Gaya-Gaya yang Bekerja Pada <i>Sub Dam</i> Saat Muka Air Normal	VIII-42
8.5.9	Perhitungan Stabilitas <i>Sub Dam</i> Saat Muka Air Normal.....	VIII-45
8.5.10	Akibat Gaya Gempa Pada <i>Sub Dam</i>	VIII-47
8.5.10.1	Perhitungan Stabilitas <i>Sub Dam</i> Saat Muka Air Banjir + Gempa.....	VIII-48
8.5.10.2	Perhitungan Stabilitas <i>Sub Dam</i> Saat Muka Air Normal+Gempa	VIII-50
8.6	Kontrol Terhadap Gerusan	VIII-52
8.7	Kontrol Terhadap Piping	VIII-53
8.8	Elevasi Rencana Peluap	VIII-54
8.9	Daya Tampung Bangunan Pengendali Sedimen	VIII-55
8.10	Jumlah <i>Check Dam</i>	VIII-56

8.11 Perencanaan Bangunan Pelengkap.....	VIII-57
8.11.1 <i>Drain Hole</i>	VIII-57
8.11.2 Tembok Tepi.....	VIII-57
8.11.3 Bronjong	VIII-57

BAB IX RENCANA KERJA DAN SYARAT-SYARAT

9.1 Tinjauan Umum	IX-1
9.1.1 Syarat-syarat Umum	IX-1
9.1.2 Syarat-syarat Administrasi.....	IX-6
9.1.3 Syarat-syarat Teknis.....	IX-12

BAB X RENCANA ANGGARAN BIAYA

10.1 Perhitungan Volume Pekerjaan	X-1
10.2 Daftar Harga Satuan Bahan, Upah dan Peralatan	X-8
10.3 Daftar Analisa Pekerjaan	X-10
10.4 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya	X-15

BAB XI PENUTUP

11.1 Kesimpulan	XI-1
11.2 Saran	XI-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LAMPIRAN SURAT-SURAT

LAMPIRAN DATA HIDROLOGI

LAMPIRAN DATA GEOTEKNIK

LAMPIRAN DAFTAR HARGA SATUAN

LAMPIRAN GAMBAR TEKNIK

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Volume Sedimen Waduk Mrica Tahun 1988-2009.....	I-2
1.2 Perkembangan Laju Sedimentasi Waduk PB. Soedirman.....	I-3
1.3 Peta Lokasi Waduk Mrica.....	I-5
1.4 Lay Out Waduk Mrica.....	I-5
3.1 Karakteristik Waduk.....	III-3
3.2 Indikator Unjuk Kerja yang Mempunyai Nilai Rerata dan Variasi Sama, Tapi Menunjukkan Perilaku yang Berlainan.....	III-16
3.3 Nomograf K yang Dikembangkan Wischmeier.....	III-27
3.4 Nomograf untuk Menghitung Faktor <i>LS</i>	III-30
3.5 Nomograf untuk Menghitung Nilai SDR.....	III-39
3.6 Pembagian Daerah dengan Cara Poligon Thiessen.....	III-49
3.7 Metode Isohyet.....	III-51
3.8 Rangkaian Chekdam.....	III-73
3.9 Penampang Peluap.....	III-74
3.10 Perencanaan <i>Main Dam</i>	III-77
3.11 Gaya Berat Sendiri <i>Main Dam</i>	III-79
3.12 Gaya Tekan Air Statik.....	III-79
3.13 Gaya Tekan Akibat Sedimen.....	III-80
3.14 Gaya Angkat pada <i>Main Dam</i>	III-81
3.15 Gaya Inersia Saat Gempa.....	III-81
3.16 Gaya Tekan Air Dinamik.....	III-83
3.17 Resultan Gaya pada <i>Main Dam</i>	III-84
3.18 Penetrasi Pondasi pada <i>Main Dam</i>	III-88
3.19 Pemeriksaan Bahaya Piping.....	III-89
3.20 Kemiringan sayap 1 : <i>N</i>	III-90
3.21 Lebar Sayap.....	III-90
3.22 Penetrasi Sayap.....	III-91
3.23 Letak <i>Sub Dam</i>	III-91
3.24 Lubang Drainase/ <i>Drain Hole</i>	III-95

4.1	Bagan Alir Desain Penelitian Simulasi Eksisting, SOP dan Rule Curve	IV-1
4.2	Bagan Alir Simulasi Eksisting.....	IV-11
4.3	Bagan Alir Simulasi SOP	IV-14
4.4	Bagan Alir Simulasi Rule Curve	IV-16
5.1	Statistik Penurunan Volume Waduk PLTA PB. Soedirman.....	V-1
5.2	Grafik Kondisi Eksisting Debit Inflow.....	V-2
5.3	Grafik Debit Inflow Tahunan Rata-rata Waduk PB. Soedirman	V-3
5.4	Pengelompokan Pola Debit Inflow Berdasarkan Presentase Waktu Disamai atau Terlampaui.....	V-5
5.5	Grafik Pengelompokan Demand Waduk PB. Soedirman	V-11
5.6	Grafik Hubungan Volume Efektif dengan Elevasi Waduk	V-14
5.7	Grafik Hubungan Volume dengan Luas Genangan.....	V-15
5.8	Grafik Elevasi Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2002/2003	V-38
5.9	Grafik Elevasi Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2003/2004.....	V-38
5.10	Grafik Elevasi Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2004/2005	V-38
5.11	Grafik Elevasi Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2005/2006.....	V-39
5.12	Grafik Elevasi Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2006/2007	V-40
5.13	Grafik Elevasi Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2007/2008.....	V-40
5.14	Grafik Elevasi Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2008/2009	V-41
5.15	Grafik Tampungan Total Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2002/2003.....	V-42
5.16	Grafik Tampungan Total Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2003/2004.....	V-42
5.17	Grafik Tampungan Total Waduk pada beberapa macam pola	

operasi waduk tahun 2004/2005.....	V-43
5.18 Grafik Tampungan Total Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2005/2006.....	V-43
5.19 Grafik Tampungan Total Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2006/2007.....	V-44
5.20 Grafik Tampungan Total Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2007/2008.....	V-44
5.21 Grafik Tampungan Total Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2008/2009.....	V-45
5.22 Grafik Outflow Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2002/2003.....	V-46
5.23 Grafik Outflow Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2003/2004.....	V-46
5.24 Grafik Outflow Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2004/2005.....	V-47
5.25 Grafik Outflow Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2005/2006.....	V-47
5.26 Grafik Outflow Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2006/2007.....	V-48
5.27 Grafik Outflow Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2007/2008.....	V-48
5.28 Grafik Outflow Waduk pada beberapa macam pola operasi waduk tahun 2008/2009.....	V-49
5.29 Grafik Tampungan Total Waduk 0 tahun, 10 tahun dan 20 tahun Dengan Pola Operasi SOP Tahun 2002/2003.....	V-72
5.30 Grafik Tampungan Total Waduk 0 tahun, 10 tahun dan 20 tahun Dengan Pola Operasi SOP Tahun 2003/2004.....	V-72
5.31 Grafik Tampungan Total Waduk 0 tahun, 10 tahun dan 20 tahun Dengan Pola Operasi SOP Tahun 2004/2005.....	V-73
5.32 Grafik Tampungan Total Waduk 0 tahun, 10 tahun dan 20 tahun Dengan Pola Operasi SOP Tahun 2005/2006.....	V-73

5.33	Grafik Tampungan Total Waduk 0 tahun, 10 tahun dan 20 tahun Dengan Pola Operasi SOP Tahun 2006/2007.....	V-74
5.34	Grafik Tampungan Total Waduk 0 tahun, 10 tahun dan 20 tahun Dengan Pola Operasi SOP Tahun 2007/2008.....	V-74
5.35	Grafik Tampungan Total Waduk 0 tahun, 10 tahun dan 20 tahun Dengan Pola Operasi SOP Tahun 2008/2009.....	V-75
5.36	Grafik Outflow Waduk Waduk 0 tahun, 10 tahun dan 20 tahun Dengan Pola Operasi SOP Tahun 2002/2003.....	V-76
5.37	Grafik Outflow Waduk Waduk 0 tahun, 10 tahun dan 20 tahun Dengan Pola Operasi SOP Tahun 2003/2004.....	V-76
5.38	Grafik Outflow Waduk Waduk 0 tahun, 10 tahun dan 20 tahun Dengan Pola Operasi SOP Tahun 2004/2005.....	V-77
5.39	Grafik Outflow Waduk Waduk 0 tahun, 10 tahun dan 20 tahun Dengan Pola Operasi SOP Tahun 2005/2006.....	V-77
5.40	Grafik Outflow Waduk Waduk 0 tahun, 10 tahun dan 20 tahun Dengan Pola Operasi SOP Tahun 2006/2007.....	V-78
5.41	Grafik Outflow Waduk Waduk 0 tahun, 10 tahun dan 20 tahun Dengan Pola Operasi SOP Tahun 2007/2008.....	V-78
5.42	Grafik Outflow Waduk Waduk 0 tahun, 10 tahun dan 20 tahun Dengan Pola Operasi SOP Tahun 2008/2009.....	V-79
6.1	Poligon Thiessen dari Stasiun Pengamatan Hujan	VI-3
6.2	Probability Paper Log Pearson Type III	VI-14
7.1	Perhitungan Faktor Erodibilitas Tanah dengan Nomograf K	VII-10
7.2	Lokasi Pengukuran Panjang Lereng & Kemiringan Lereng pada Peta ...	VII-11
7.3	Perhitungan Nilai SDR dengan Nomograf	VII-14
8.1	Penampang Melintang Peluap	VIII-1
8.2	Nilai h_3 Hasil Perhitungan <i>Trial and Error</i>	VIII-2
8.3	Kecepatan Air di atas <i>Main Dam</i>	VIII-4
8.4	Tinggi Efektif <i>Main dam</i>	VIII-5
8.5	<i>Main Dam</i>	VIII-7
8.6	Sayap <i>Main Dam</i>	VIII-8
8.7	<i>Sub Dam</i> dengan Lantai	VIII-8

8.8	Kecepatan Air di atas <i>Sub Dam</i>	VIII-14
8.9	Letak <i>Sub Dam</i>	VIII-14
8.10	<i>Sub Dam</i>	VIII-16
8.11	Gaya Akibat Berat Sendiri Pada <i>Main Dam</i>	VIII-17
8.12	Gaya Akibat Tekanan Air Statik Pada Saat <i>Main Dam</i> Saat Muka Air Banjir	VIII-18
8.13	Gaya Akibat Tekanan Sedimen Pada <i>Main Dam</i>	VIII-19
8.14	Titik Pada <i>Main Dam</i> yang Ditinjau Dalam Perhitungan Gaya <i>Uplift Pressure</i>	VIII-20
8.15	Gaya <i>Uplift Pressure</i> Pada <i>Main Dam</i> Saat Muka Air Banjir	VIII-21
8.16	Gaya Akibat Tekanan Air Statik Pada <i>Main Dam</i> Saat Muka Air Normal	VIII-25
8.17	Titik pada <i>Main Dam</i> yang Ditinjau dalam Perhitungan Gaya <i>Uplift Pressure</i>	VIII-26
8.18	Gaya <i>uplift Pressure</i> pada <i>Main Dam</i> Saat Muka Air Normal.....	VIII-27
8.19	Gaya Akibat Gempa Pada <i>Main Dam</i>	VIII-30
8.20	Gaya Akibat Berat Sendiri pada <i>Sub Dam</i>	VIII-36
8.21	Gaya Akibat Tekanan Air Statik Pada Sub Dam <i>Sub Dam</i> Saat Muka Air Banjir	VIII-36
8.22	Gaya Akibat Tekanan Sedimen pada <i>Sub Dam</i> Saat Muka Air Banjir	VIII-37
8.23	Titik pada <i>Sub Dam</i> yang Ditinjau dalam Perhitungan Gaya <i>uplift Pressure</i>	VIII-38
8.24	Gaya <i>Uplift Pressure</i> Pada <i>Sub Dam</i> Saat Muka Air Banjir	VIII-39
8.25	Gaya Akibat Tekanan Air Statik <i>Sub Dam</i> Saat Muka Air Normal	VIII-42
8.26	Titik Pada <i>Sub Dam</i> yang Ditinjau Dalam Perhitungan Gaya <i>Uplift Pressure</i>	VIII-44
8.27	Gaya <i>uplift</i> pada <i>Sub Dam</i> Saat Muka Air Normal	VIII-44
8.28	Gaya Akibat Gempa Pada <i>Sub dam</i>	VIII-47
8.29	Panjang Rembesan	VIII-52
8.30	<i>Drain Hole</i>	VIII-57

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Batas Maksimum Laju Erosi yang Dapat Diterima untuk Berbagai Macam Kondisi Tanah.....	III-24
3.2 Penilaian Struktur Tanah	III-28
3.3 Klasifikasi Butir-Butir Primer Tanah	III-28
3.4 Penilaian Permeabilitas Tanah.....	III-28
3.5 Hubungan Nilai z dan S	III-30
3.6 Nilai Faktor C dari Beberapa Jenis Pertanaman di Indonesia	III-31
3.7 Nilai P pada Beberapa Teknik Konservasi Tanah	III-34
3.8 Macam-Macam Bahan Pemantap Tanah yang Banyak Digunakan untuk Memperbaiki Struktur Tanah.....	III-46
3.9 Tabel Syarat Pemilihan Distribusi	III-54
3.10 Nilai Variabel Reduksi Gauss.....	III-55
3.11 Nilai Variabel Reduksi Gumbel I	III-57
3.12 Hubungan Reduksi Variat Rata-rata (Y_n) dengan Jumlah Data (n)	III-57
3.13 Reduced Standard Deviation (S_n).....	III-58
3.14 Nilai k Distribusi Log Pearson III untuk Setiap Nilai CS (Koefisien Kewness).....	III-60
3.15 Nilai Kritis untuk Kecocokan Uji Chi Kuadrat	III-63
3.16 Nilai Delta untuk Uji Keselarasan Smirnov-Kolmogorof	III-65
3.17 Nilai Koefisien Larian (α) Untuk Persamaan Rasional	III-68
3.18 Tinggi Jagaan	III-76
3.19 Lebar Mercu Peluap.....	III-78
3.20 Nilai C_m	III-82
3.21 Nilai-nilai Faktor Daya Dukung Tanah Terzaghi.....	III-86
3.22 Daya Dukung yang Diijinkan	III-87
3.23 Angka <i>Creep</i> untuk <i>Lane</i>	III-89
4.1 Ketersediaan Data dari Tahun 2000-2009	IV-5
5.1 Debit Inflow Bulanan Waduk PB. Soedirman (Juta m^3)	V-3

5.2	Pengelompokan Pola Debit Inflow Berdasarkan Presentase Waduk Disamai atau Terlampaui	V-5
5.3	Kebutuhan Air Irigasi	V-7
5.4	Pengelompokan Demand Waduk PB. Soedirman (Juta m ³).....	V-10
5.5	Evaporasi Bulanan (Juta m ³ /hari)	V-12
5.6	Elevasi dan Volume Efektif.....	V-13
5.7	Elevasi dan Luas Genangan.....	V-15
5.8	Simulasi Eksisting Pengoperasian Waduk PB. Soedirman	V-13
5.9	Simulasi SOP Pengoperasian Waduk PB. Soedirman	V-22
5.10	Simulasi Rule Curve Pengoperasian Waduk PB. Soedirman	V-27
5.11	Hasil Analisis Simulasi Kinerja Pengoperasian Waduk PB. Soedirman Tahun 2002/2003 – 2008/2009.....	V-36
5.12	Simulasi SOP Pengoperasian Jika Dihitung Berdasarkan Kurva Elevasi-Volume-Luas Genangan 0 Tahun	V-53
5.13	Simulasi SOP Pengoperasian Jika Dihitung Berdasarkan Kurva Elevasi-Volume-Luas Genangan 10 Tahun	V-57
5.14	Simulasi SOP Pengoperasian Jika Dihitung Berdasarkan Kurva Elevasi-Volume-Luas Genangan 20 Tahun	V-61
5.15	Hasil Simulasi Kinerja Pengoperasian SOP Jika Dihitung Berdasarkan Kurva Elevasi-Volume-Luas Genangan Kondisi Waduk 0 Tahun,10 Tahun dan 20 Tahun.....	V-69
6.1	Luas Pengaruh Stasiun Hujan terhadap DAS Serayu Hulu	VI-4
6.2	Data Curah Hujan Harian Maksimum	VI-4
6.3	Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum dengan Metode Thiessen	VI-6
6.4	Perhitungan Parameter Statistik Data Curah Hujan Maksimum	VI-7
6.5	Parameter Statistik	VI-8
6.6	Perhitungan Statistik (Logaritma) Curah Hujan Harian Maksimum	VI-9
6.7	Parameter Statistik (Logaritma).....	VI-10
6.8	Pemilihan Jenis Sebaran	VI-10
6.9	Nilai Log R yang Sudah Diurutkan	VI-11
6.10	Perhitungan Chi Square Test	VI-12
6.11	Perhitungan Peringkat Periode Ulang.....	VI-13

6.12	Harga Kritis Smirnov-Kolmogorof.....	VI-15
6.13	Curah Hujan Rencana Periode Ulang T Tahun	VI-16
6.14	Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Haspers	VI-18
6.15	Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Melchoir	VI-20
6.16	Nilai Koefisien Limpasan (C) di DAS Serayu Hulu.....	VI-21
6.17	Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Rasional	VI-22
6.18	Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana	VI-22
7.1	Perhitungan Pb, Pmax dan N	VII-2
7.2	Perhitungan Perhitungan R dan EI_{30}	VII-4
7.3	Perhitungan Faktor Panjang Kemiringan Lereng (LS)	VII-11
7.4	Faktor Pengelolaan Tanaman (C) di DAS Serayu Hulu Lahan dan Manajemen Tanaman (C)	VII-12
8.1	Data-Data yang Dibutuhkan Dalam Perhitungan	VIII-17
8.2	Gaya Pada <i>Main Dam</i> Akibat Beban Sendiri	VIII-18
8.3	Gaya Akibat Tekanan Air Statik Pada <i>Main Dam</i> Saat Muka Air Banjir	VIII-19
8.4	Gaya Akibat Tekanan Sedimen Pada <i>Main Dam</i>	VIII-19
8.5	Tekanan Pada Tiap Titik Tubuh <i>Main Dam</i> Saat Muka Air Banjir	VIII-21
8.6	Gaya <i>Uplift Pressure</i> Pada <i>Main Dam</i> Saat Muka Air Banjir.....	VIII-22
8.7	Rangkuman Gaya yang Bekerja pada <i>Main Dam</i> Saat Muka Air Banjir	VIII-22
8.8	Gaya Akibat Tekanan Air Statik Pada <i>Main Dam</i> Saat Muka Air Normal.....	VIII-25
8.9	Tekanan Pada Tiap Titik Tubuh <i>Main Dam</i> Pada Saat Muka Air Normal.....	VIII-27
8.10	Gaya <i>Uplift Pressure</i> Pada <i>Main Dam</i> Saat Muka Air Normal.....	VIII- 28
8.11	Rangkuman Gaya yang Bekerja pada <i>Main Dam</i> Saat Muka Air Normal	VIII-28
8.12	Gaya Akibat Gempa Pada <i>Main Dam</i>	VIII-31
8.13	Gaya pada <i>Sub Dam</i> Akibat Beban Sendiri.....	VIII-36

8.14	Gaya Akibat Tekanan Air Statik Pada <i>Sub Dam</i> Saat Muka Air Banjir	VIII-37
8.15	Gaya Pada <i>Sub Dam</i> Akibat Tekanan Sedimen	VIII-37
8.16	Tekanan Pada Tiap Titik Pada Tubuh <i>Sub Dam</i> Saat Muka Air Banjir	VIII-39
8.17	Gaya <i>Uplift Pressure</i> Pada Tubuh <i>Sub Dam</i> Saat Muka Air Banjir	VIII-39
8.18	Rangkuman Gaya yang Bekerja pada <i>Sub dam</i> Saat Muka Air Banjir ...	VIII-40
8.19	Gaya Akibat Tekanan Air Statik Pada <i>Sub Dam</i> Saat Muka Air Normal	VIII-43
8.20	Tekanan Pada Tiap Titik Pada Tubuh <i>Sub dam</i> Saat Muka Air Normal	VIII-44
8.21	Gaya <i>Uplift Pressure</i> pada <i>Sub Dam</i> Saat Muka Air Normal	VIII-45
8.22	Rangkuman Gaya yang Bekerja pada <i>Sub dam</i> saat Muka Air Normal	VIII-45
8.23	Gaya Akibat Gempa pada <i>Sub Dam</i>	VIII-48
8.24	Kontrol Terhadap Rembesan	VIII-54
10.1	Perhitungan Volume Pekerjaan	X-1
10.2	Daftar Harga Satuan Bahan	X-8
10.3	Daftar Harga Satuan Upah Tenaga Kerja	X-9
10.4	Daftar Harga Satuan Alat Berat	X-9
10.5	Daftar Analisa Pekerjaan	X-10

DAFTAR LAMBANG

α	: Koefisien limpasan air hujan
β	: Koefisien pengurangan daerah untuk curah hujan DAS
γ	: Berat jenis
ρ_s	: Berat volume sedimen
ρ_w	: Berat volume air
π	: 3,14156
\emptyset	: Sudut geser tanah
A	: Luas wilayah
b_2	: Panjang bidang geser (lebar dasar <i>check dam</i>)
B	: Lebar sungai rata-rata
B_1	: Lebar bagian bawah penampang Peluap
B_2	: Lebar bagian atas penampang Peluap
c	: Koefisien kekasaran <i>manning</i>
C	: Kohesi tanah
Ck	: Koefisien Kurtosis
CP	: Faktor indeks pengelolaan tanaman dan konservasi tanah
Cs	: Koefisien Skewnes
Cv	: Koefisien variasi
d	: Kedalaman air di atas mercu
D	: Dalamnya gerusan di bawah muka air
Dm	: Diameter median butiran dasar sungai
D_{50}	: Diameter butiran rata-rata
e	: 2,17182
Ea	: Banyaknya tanah tererosi
Ef_i	: Banyaknya frekuensi yang diharapkan pada data ke i
EI_{30}	: Indeks erosi hujan bulanan
f	: Lacey's silt factor
G	: Kecepatan gravitasi (9,81)
h	: Tinggi air di atas peluap + tinggi kecepatan
h_v	: Tinggi kecepatan
h_3	: Tinggi air di atas peluap

H	: Tinggi konstruksi
He	: Tinggi sedimen
i	: Kemiringan dasar sungai
I	: Intensitas hujan
I _o	: Kemiringan dasar sungai asli
I _s	: Kemiringan dasar sungai stabil
k	: Faktor frekuensi
K	: Faktor kepekaan erosi tanah/faktor erodibilitas tanah
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
Pd	: Gaya tekan air dinamik
P _{max}	: Hujan maksimum harian (24 jam) dalam bulan yang bersangkutan
Ps	: Gaya tekan endapan sedimen
P _{sh}	: Gaya tekan sedimen horizontal
P _{sv}	: Gaya tekan sedimen vertical
q	: Debit sungai persatuan lebar
q _{ult}	: Daya dukung tanah
Q	: Debit banjir rencana
Qn	: Debit banjir rencana periode ulang T tahun
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
Sn : *Reduced standart deviation*
t : Waktu hujan
U : Gaya angkat
v : Kecepatan air di atas mercu
V_s : Volume sedimen yang ditampung (m³)
W : Berat sendiri
 \bar{X} : Curah hujan rata-rata
X²Cr : Harga *Chi square*