

**HALAMAN PENGESAHAN**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN EMBUNG KERSULO**

**KABUPATEN PATI JAWA TENGAH**

*(Design of Kersulo Small Dam Pati Regency Central Java)*

**Disusun Oleh :**

**ADI WIBOWO**                      **NIM. L2A 001 005**  
**DIMAS NURCAHYO W.**        **NIM. L2A 001 041**

Semarang,      Juli 2007

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Ir. Pranoto S.A, M.T., Dipl. HE  
NIP. 131 459 439

DR. Ir. Robert J. Kodoatie, M. Eng  
NIP.131 596 960

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Ir. Bambang Pudjianto, MT  
NIP. 131 459 442

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala anugrah-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir pada Perencanaan Embung Kersulo Kabupaten Pati Jawa Tengah.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan akademis bagi mahasiswa jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah memperluas wawasan, memahami, dan mengembangkan rekayasa sipil berdasarkan mata kuliah yang telah didapat. Selain itu, supaya dapat berpikir secara menyeluruh dalam pengetahuan rekayasa sipil.

Namun waktu yang singkat ini telah membatasi Penulis untuk menguraikan seluruh perencanaan pembangunan proyek secara mendetail pada pembuatan laporan ini. Penulis juga menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam isi laporan ini. Hal ini disebabkan karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan Penulis. Oleh karena itu segala saran dan kritik yang dapat membantu dalam penyempurnaan isi laporan ini sangat kami harapkan.

Laporan Tugas Akhir ini Penulis susun berdasarkan data yang ada dan pengamatan Penulis. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih, atas segala bantuan dan bimbingan yang telah diberikan selama tugas akhir sampai tersusunnya laporan ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Bambang Pudjianto, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Bapak Ir. Arif Hidayat, CES., MT., selaku Ketua Bidang Akademis Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Bapak Ir. Pranoto S.A., M.T, Dipl. HE, selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak DR. Ir. Robert J. Kodoatie, M. Eng., selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Ir. Wahyudi Kushardjoko, M. T., selaku Dosen Wali 2135
6. Ibu Ir. Hari Budieni selaku Dosen Wali 2136

7. Orang tua dan keluarga Penulis, yang telah memberi dukungan moral, spiritual dan finansial.
8. Semua teman-teman angkatan 2001 yang telah memotivasi penyelesaian laporan ini.
9. Bagian administrasi yang telah membantu kelancaran dalam surat-menyurat, Pak Fauzun, Mas Jarwo, Mbak Anik, Mas Indro.
10. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis, baik secara moril maupun materil, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini dapat menambah referensi mata kuliah dan bermanfaat bagi perkembangan penguasaan ilmu rekayasa sipil di Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro.

Semarang, Juni 2007

Penulis

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan .....	2
1.3 Lingkup Pembahasan .....	3
1.4 Lokasi Perencanaan .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	7
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Umum .....	9
2.2 Perhitungan Curah Hujan Wilayah .....	9
2.2.1 Cara Rata-Rata Aljabar .....	10
2.2.2 Cara Polygon <i>Thiessen</i> .....	10
2.3.3 Metode <i>Isohyet</i> .....	12
2.3 Curah Hujan Rencana .....	13
2.3.1 Metode Gumbel 13 .....	13
2.3.2 Metode Log Normal .....	15
2.3.3 Metode Log Pearson III .....	16
2.4 Uji Keselarasan .....	19

2.4.1 Uji Keselarasan <i>Chi Square</i> .....	19
2.4.2 Uji Keselarasan <i>Smirnov Kolmogorof</i> .....	21
2.5 Perhitungan Debit Banjir Rencana .....	22
2.5.1 Metode Weduwen .....	22
2.5.2 Metode Haspers .....	23
2.5.3 Metode Manual Jawa Sumatra 24 .....	24
2.5.4 Metode Hidrograf Satuan Sintetik GAMA I .....	26
2.6 Jaringan Sungai .....	30
2.6.1 Definisi Sungai .....	30
2.6.2 Morfologi Sungai .....	31
2.6.2.1 Gambaran Fisik dari Bentuk Areal Sungai .....	32
2.6.2.2 Gambaran Relief Aliran ( <i>Discriptions of Catchment relief</i> ) .....	33
2.7 Analisis Kebutuhan Air .....	33
2.7.1 Kebutuhan Air Irigasi .....	33
2.7.1.1 Kebutuhan Air Untuk Tanaman .....	34
2.7.1.2 Kebutuhan Air Untuk Irigasi .....	40
2.7.2 Analisis Kebutuhan Air Baku .....	41
2.7.2.1 Standar Kebutuhan Air .....	41
2.7.2.2 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih .....	42
2.8 Analisis Debit Andalan .....	44
2.9 Neraca Air .....	46
2.10 Penelusuran Banjir ( <i>Flood Routing</i> ) .....	47
2.11 Perhitungan Volume Tampungan Embung .....	48
2.11.1 Volume Tampungan Untuk Melayani Kebutuhan .....	49
2.11.2 Volume Kehilangan Air Untuk Penguapan .....	49
2.11.3 Volume Resapan Embung .....	49
2.11.4 Volume yang Disediakan Untuk Sedimen .....	50

2.12 Embung .....	55
2.12.1 Tipe Embung .....	56
2.12.1.1 Pemanfaatan Embung .....	62
2.12.1.2 Sedimentasi .....	62
2.12.2 Pemilihan Lokasi .....	66
2.12.3 Rencana Teknis Pondasi .....	66
2.12.4 Perencanaan Tubuh Embung .....	68
2.12.5 Stabilitas Lereng Embung .....	75
2.12.6 Rencana Teknis Bangunan Pelimpah ( <i>Spillway</i> ) .....	89
2.12.7 Rencana Teknis Bangunan Penyadap .....	100

### BAB III METODOLOGI

3.1 Tinjauan Umum .....	107
3.2 Aspek Hidrologi .....	107
3.3 Metodologi Perencanaan Embung .....	109
3.3.1 Identifikasi Masalah .....	109
3.3.2 Studi Pustaka .....	109
3.3.3 Pengumpulan Data .....	109
3.3.4 Analisis Data .....	109
3.3.5 Perencanaan Konstruksi .....	109
3.3.6 RAB dan Gambar .....	109
3.4 Stabilitas Konstruksi Embung .....	110

### BAB IV ANALISIS HIDROLOGI

4.1 Tinjauan Umum .....	113
4.2 Penentuan Daerah Aliran Sungai .....	114
4.3 Analisis Curah Hujan Rata-rata Daerah Aliran Sungai .....	114
4.3.1 Data Curah Hujan Harian Maksimum .....	118
4.3.2 Analisis Data Curah Hujan Yang Hilang .....	118

4.3.3 Analisis Curah Hujan Dengan Metode Thiessen .....	122
4.3.4 Perhitungan Curah Hujan Rencana .....	125
4.4 Pengujian Kecocokan Sebaran .....	130
4.4.1 Uji Sebaran Chi Kuadrat ( <i>Chi Square Test</i> ) .....	130
4.4.2 Uji Sebaran Smirnov – Kolmogorov .....	132
4.4.3 Hasil Pengujian .....	133
4.5 Perhitungan Intensitas Curah Hujan .....	133
4.6 Debit Banjir Rancangan .....	135
4.6.1 Metode Perhitungan .....	135
4.6.2 Perhitungan Debit Banjir Rencana .....	136
4.6.2.1 Metode FSR Jawa dan Sumatra .....	136
4.6.2.2 Metode Weduwen .....	137
4.6.2.3 Metode Haspers .....	139
4.6.2.4 Metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama I .....	140
4.6.2.5 Metode <i>Passing Cappacity</i> .....	157
4.7 Analisis Kebutuhan Air .....	159
4.7.1 Kebutuhan Air Irigasi .....	159
4.7.1.1 Kebutuhan Air Untuk Tanaman .....	160
4.7.1.2 Kebutuhan Air Untuk Irigasi .....	174
4.7.2 Analisis Kebutuhan Air Baku .....	176
4.7.3 Jumlah Volume Air Embung Kersulo .....	177
4.8 Analisis Debit Andalan .....	178
4.9 Neraca Air .....	181
4.9.1 Perhitungan Hubungan Elevasi Dengan Volume Embung .....	182
4.9.2 Perhitungan Volume Tampungan Embung .....	185
4.9.2.1 Volume Tampungan Untuk Melayani Kebutuhan .....	185
4.9.2.2 Volume Kehilangan Air .....	190

4.9.2.3	Volume Resapan Embung .....	192
4.9.2.4	Volume Yang Disediakan Untuk Sedimen .....	192
4.9.2.5	Volume Tampungan Embung Total .....	196
4.10	Penelusuran Banjir Untuk Perencanaan Pelimpah .....	196
<b>BAB V PERENCANAAN KONSTRUKSI</b>		
5.1	Uraian Umum .....	204
5.2	Dimensi Embung .....	204
5.2.1	Kemiringan Lereng Urugan ( <i>Slope Gradient</i> ) .....	204
5.2.2	Tinggi Puncak Embung .....	204
5.2.3	Panjang Embung .....	213
5.2.4	Lebar Mercu Embung .....	213
5.3	Perhitungan Stabilitas Tubuh Embung .....	214
5.3.1	Stabilitas Lereng Embung Terhadap Aliran Filtrasi .....	214
5.3.1.1	Formasi Garis Depresi Tubuh Bendung Kondisi Sesuai Dengan Garis Parabola .....	214
5.3.1.2	Formasi Garis Depresi Tubuh Bendung Kondisi Dengan Menggunakan Drainase Kaki .....	216
5.3.1.3	Jaringan <i>Trayektori</i> Aliran Filtrasi ( <i>seepage flow-net</i> ) .....	217
5.3.1.4	Tinjauan Terhadap Gejala Sufosi ( <i>piping</i> ) dan Sembulan ( <i>boiling</i> ) .....	219
5.3.2	Stabilitas Lereng Embung Terhadap Longsor .....	220
5.3.2.1	Pada Saat Embung Baru Dibangun Belum Dialiri Air .....	221
5.3.2.2	Pada Saat Air Embung Mencapai Elevasi Penuh .....	221
5.3.2.3	Pada Saat Embung Mengalami Penurunan Air Mendadak ( <i>rapid drawdown</i> ) .....	221



5.4	Material Konstruksi .....	232
5.4.1	Lapisan Kedap Air ( <i>Impervious Zone</i> ) .....	232
5.4.2	Perlindungan Lereng .....	233
5.5	Perencanaan Bangunan Pelimpah .....	234
5.5.1	Saluran Pengarah Aliran .....	234
5.5.2	Saluran pengatur Aliran .....	235
5.5.2.1	Ambang Penyadap .....	235
5.5.2.2	Penampang Bendung .....	238
5.5.2.3	Bagian Transisi .....	239
5.5.3	Saluran Peluncur .....	240
5.5.4	Rencana Teknis Hidrolis .....	241
5.5.5	Peredam Energi .....	246
5.6	Analisis Stabilitas Bangunan Pelimpah .....	251
5.6.1	Kondisi Muka Air Normal .....	251
5.6.2	Kondisi Muka Air Banjir .....	256
5.7	Bangunan Penyadap .....	261

## BAB VI RENCANA KERJA DAN SYARAT-SYARAT

6.1	Syarat-syarat Umum .....	265
6.2	Syarat-syarat Administrasi .....	271
6.3	Syarat-syarat Teknik .....	278
6.3.1	Syarat-syarat Teknik Umum .....	278
6.3.2	Syarat-syarat Teknik Khusus .....	286

## BAB VII RENCANA ANGGARAN BIAYA

7.1	Pendahuluan RAB .....	313
7.1.1	Perhitungan Volume Galian dan Timbunan	
	Tubuh Embung .....	313

7.1.2	Perhitungan Volume Galian dan Timbunan	
	Saluran Pelimpah .....	314
7.1.3	Perhitungan Volume Pasangan Batu Kali .....	314
7.1.4	Perhitungan Volume Beton Bertulang .....	317
7.1.5	Perhitungan Pekerjaan Rip-Rap .....	317
7.1.6	Perhitungan Pekerjaan Gebalan Rumput .....	318
7.1.7	Perhitungan Volume Pekerjaan Paving Blok .....	318
7.1.8	Perhitungan Volume Pekerjaan Patok Batas .....	318
7.2	Harga Satuan Biaya .....	318
7.3	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya .....	326

## BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN

8.1	Kesimpulan .....	330
8.2	Saran .....	330

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Reduced mean ( $Y_n$ ) .....	14
Tabel 2.2	Reduced standard deviation ( $S_n$ ) .....	14
Tabel 2.3	Reduced variate ( $Y_t$ ) .....	14
Tabel 2.4	Variable standard ( $K_t$ ) .....	15
Tabel 2.5	Harga K untuk Distribusi Log Person III .....	18
Tabel 2.6	Nilai kritis untuk distribusi <i>Chi-Square</i> .....	20
Tabel 2.7	Nilai delta kritis untuk uji keselarasan Smirnov-Kolmogorof .....	22
Tabel 2.8	<i>Growth Factor</i> .....	25
Tabel 2.9	Koefisien Tanaman Untuk Padi dan Palawija Menurut Nedeco/Prosida .....	37
Tabel 2.10	Koefisien Curah Hujan Untuk Padi .....	38
Tabel 2.11	Koefisien Curah Hujan Rata-rata Bulanan dengan ET Tanaman Palawija Rata-rata Bulanan dan Curah Hujan Mean Bulanan .....	38
Tabel 2.12	Koefisien Kebutuhan Air Selama Penyiapan Lahan .....	39
Tabel 2.13	Contoh Tabel Flood routing Dengan Step By Step Method .....	48
Tabel 2.14	Faktor CP Untuk Berbagai Jenis Penggunaan Lahan di Pulau Jawa .....	52
Tabel 2.15	Karakteristik Bendungan Beton dan Urugan .....	55
Tabel 2.16	Tinggi Jagaan .....	70
Tabel 2.17	Lebar Puncak Bendungan Kecil (Embung) yang Dianjurkan .....	71
Tabel 2.18	Kemiringan Lereng Urugan .....	75

Tabel 2.19	Angka Aman Minimum Dalam Tinjauan Stabilitas Lereng Sebagai Fungsi dari Tegangan Geser. (*) .....	78
Tabel 2.20	Angka Aman Minimum Untuk Analisis Stabilitas Lereng .....	78
Tabel 2.21	Percepatan gempa horizontal .....	82
Tabel 4.1	Luas Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS Sungai Kersulo .....	115
Tabel 4.2	Data Curah Hujan Harian Maksimum Rata-rata di Lokasi Embung Kersulo .....	118
Tabel 4.3	Hasil Analisis Data Curah Hujan Harian Maksimum .....	121
Tabel 4.4	Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Harian Maksimum Dengan Metode Thiessen .....	122
Tabel 4.5	Persyaratan metode Distribusi .....	124
Tabel 4.6	Perhitungan distribusi hujan dengan metode sebaran Normal dan Gumbel DAS Kersulo .....	126
Tabel 4.7	Perhitungan distribusi hujan dengan metode sebaran Log Pearson III DAS Kersulo .....	126
Tabel 4.8	Perhitungan distribusi hujan dengan metode sebaran Log Normal DAS Kersulo .....	127
Tabel 4.9	Rekapitulasi hasil perhitungan distribusi hujan .....	128
Tabel 4.10	Distribusi Sebaran Metode Log Pearson Tipe III .....	129
Tabel 4.11	Pengujian Kecocokan Sebaran Dengan Metode Chi Square .....	130
Tabel 4.12	Uji Kecocokan Sebaran dengan Smirnov-Kolmogorov .....	131
Tabel 4.13	Perhitungan Intensitas Curah Hujan .....	132
Tabel 4.14	Debit untuk beberapa periode ulang .....	134
Tabel 4.15	Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode Weduwen .....	136
Tabel 4.16	Perhitungan Debit Banjir Rencana Dengan .....	138
Tabel 4.17	Perhitungan Resesi Unit Hidrograf Metode Haspers .....	140

Tabel 4.18 Hujan Efektif Tiap Jam Periode Ulang T Tahun .....	143
Tabel 4.19 Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang T Tahun .....	146
Tabel 4.20 Perhitungan Hidrograf banjir periode ulang 2 tahun .....	147
Tabel 4.21 Perhitungan Hidrograf banjir periode ulang 5 tahun .....	148
Tabel 4.22 Perhitungan Hidrograf banjir periode ulang 10 tahun .....	149
Tabel 4.23 Perhitungan Hidrograf banjir periode ulang 25 tahun .....	150
Tabel 4.24 Perhitungan Hidrograf banjir periode ulang 50 tahun .....	151
Tabel 4.25 Perhitungan Hidrograf banjir periode ulang 100 tahun .....	152
Tabel 4.26 Perhitungan Hidrograf banjir periode ulang 200 tahun .....	153
Tabel 4.27 Perhitungan Hidrograf banjir periode ulang 1000 tahun .....	154
Tabel 4.28 Rekapitulasi Hidrograf Banjir Rancangan .....	155
Tabel 4.29. Perbandingan Debit Banjir Rencana .....	158
Tabel 4.30 Suhu Udara .....	160
Tabel 4.31 Kelembaban Udara .....	161
Tabel 4.32 Kecepatan Angin .....	161
Tabel 4.33 Penyinaran Matahari 12 Jam (%) .....	161
Tabel 4.34 Perhitungan Evapotranspirasi Cara Penman .....	164
Tabel 4.35(a) Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman Padi .....	170
Tabel 4.35(b) Perhitungan Kebutuhan Air Palawija .....	172
Tabel 4.36 Pola Tanam Perhitungan Secara Teoritis .....	175
Tabel 4.37 Data Pertumbuhan Penduduk Kabupaten Pati .....	176
Tabel 4.38 Jumlah Penduduk Manfaat Air Baku .....	176
Tabel 4.39 Penentuan Tingkat Layanan Air Baku .....	177
Tabel 4.40 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air di Embung Kersulo .....	177
Tabel 4.41 Curah Hujan Bulanan .....	178
Tabel 4.42 Perhitungan Debit Andalan .....	180
Tabel 4.43 Tabel Ketersediaan Air .....	181
Tabel 4.44 Perhitungan Volume Embung Terhadap Elevasi Dan .....	183

Tabel 4.45	Perhitungan Volume Tampungan	
	Luas Permukaan .....	186
Tabel 4.46	Ketersediaan Air Setelah Ada Embung .....	188
Tabel 4.47	Perhitungan Volume Kehilangan Air Akibat Evaporasi .....	191
Tabel 4.48	Perhitungan Sedimentasi .....	194
Tabel 4.49	Perhitungan Debit Spillway .....	197
Tabel 4.50	Perhitungan Flood Routing Spillway .....	199
Tabel 4.50	Perhitungan Distribusi Debit Inflow dan Outflow	
	Hasil Routing Banjir 1000 Tahun .....	202
Tabel 5.1	Koefisien gempa .....	208
Tabel 5.2	Percepatan dasar gempa .....	208
Tabel 5.3	Kondisi perencanaan teknis material urugan sebagai dasar perhitungan .....	220
Tabel 5.4	Perhitungan metode irisan bidang luncur pada kondisi embung baru selesai di bangun bagian hulu .....	223
Tabel 5.5	Perhitungan metode irisan bidang luncur pada kondisi embung baru selesai di bangun bagian hilir .....	225
Tabel 5.6	Perhitungan metode irisan bidang luncur pada kondisi embung mencapai elevasi muka air banjir bagian hulu .....	227
Tabel 5.7	Perhitungan metode irisan bidang luncur pada kondisi embung mencapai elevasi muka air banjir bagian hilir .....	229
Tabel 5.8	Perhitungan metode irisan bidang luncur pada kondisi embung mengalami penurunan air mendadak (rapid drawdown) bagian hulu .....	231
Tabel 5.9.	Rekapitulasi stabilitas embung terhadap longsor .....	232
Tabel 5.11.	Koordinat penampang ambang bendung pelimpah .....	238
Tabel 5.12	Perhitungan Rembesan dan Tekanan Air Tanah	
	Kondisi Muka Air Normal .....	251

Tabel 5.13	Perhitungan Stabilitas Pelimpah Kondisi Muka Air Normal Gaya Horisontal .....	252
Tabel 5.14	Perhitungan Stabilitas Pelimpah Kondisi Muka Air Normal Gaya Vertikal .....	253
Tabel 5.15	Koefisien Daya Dukung Tanah Terzaghi .....	254
Tabel 5.16	Perhitungan Rembesan dan Tekanan Air Tanah Kondisi Muka Air Banjir .....	256
Tabel 5.17	Perhitungan Stabilitas Pelimpah Kondisi Muka Air Banjir Gaya Horisontal .....	257
Tabel 5.18	Perhitungan Stabilitas Pelimpah Kondisi Muka Air Banjir Gaya Vertikal .....	258
Tabel 5.19	Koefisien Daya Dukung Tanah Terzaghi .....	259
Tabel 5.20	Hasil analisis stabilitas bangunan pelimpah .....	261
Tabel 5.21	Perhitungan Debit Berdasarkan Prosentase Bukaannya Pintu .....	262
Tabel 6.1	Perbandingan Volume Semen dan Pas .....	299
Tabel 6.2	Gradasi Kasar Untuk Campuran Beton .....	302
Tabel 6.3	Syarat-syarat Agregat Halus yang Digunakan Dalam Campuran Beton .....	303
Tabel 6.4	Macam-macam Mutu Campuran Beton .....	305
Tabel 6.5	Jumlah Tes untuk Tes Beton .....	308
Tabel 7.1	Rekap Volume Galian dan Timbunan Tubuh Embung .....	313
Tabel 7.2	Rekap Volume Galian dan Timbunan Saluran Pelimpah .....	314
Tabel 7.3	Rekap Volume Pasangan Batu Kali Saluran Pelimpah .....	315
Tabel 7.4	Rekap Luas Plesteran 1 : 3 Saluran Pelimpah .....	316
Tabel 7.5	Rekap Luas Siar 1 : 2 Saluran Pelimpah .....	316
Tabel 7.6	Rekap Volume Pekerjaan Beton Bertulang .....	317
Tabel 7.7	Rekap Volume Pekerjaan Rip-Rap .....	317
Tabel 7.8	Rekap Volume Pekerjaan Gebalan Rumput .....	318

Tabel 7.9	Rekapitulasi harga satuan pekerjaan .....	325
Tabel 7.10	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Pembangunan Embung Kersulo .....	326



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Embung Kersulo .....	5
Gambar 1.2	Peta Daerah Aliran Sungai Kersulo .....	6
Gambar 2.1	Poligon <i>Thiessen</i> .....	11
Gambar 2.2	Metode <i>Isohyet</i> .....	12
Gambar 2.3	Sketsa Hidrograf Satuan Sintetik Gama I .....	26
Gambar 2.4	Sketsa Penetapan WF .....	27
Gambar 2.5	Sketsa Penetapan RUA .....	28
Gambar 2.6	<i>Main River</i> dan <i>Tributary</i> .....	31
Gambar 2.7	Percabangan Sungai Sebelum Masuk Laut/Danau .....	31
Gambar 2.8	Sketsa Definisi Untuk Orde Sungai .....	32
Gambar 2.9	Skema Embung Homogen.....	59
Gambar 2.10	Skema Embung Zonal Tirai .....	60
Gambar 2.11	Skema Embung Zonal Inti Miring .....	60
Gambar 2.12	Skema Embung Zonal Inti Vertikal .....	60
Gambar 2.13	Skema Embung Urugan Bersekat .....	61
Gambar 2.14	Tinggi Embung .....	68
Gambar 2.15	Tinggi Jagaan Pada Mercu Embung .....	69
Gambar 2.16	Lebar Puncak Pada Embung .....	71
Gambar 2.17	Grafik Hubungan Elevasi Terhadap Volume dan Luas .....	73
Gambar 2.18	Berat Bahan Yang Terletak Di Bawah Garis Depresi .....	79
Gambar 2.19	Gaya Tekanan Hidrostatik Pada Bidang Luncur .....	80
Gambar 2.20	Skema Pembebanan yang Disebabkan Oleh Tekanan Hidrostatik Yang Bekerja Pada Bidang Luncur .....	81
Gambar 2.21	Cara Menentukan Harga N dan T .....	84
Gambar 2.22	Skema Perhitungan Bidang Luncur Dalam Kondisi Air Waduk Penuh .....	86
Gambar 2.23	Garis Depresi Pada Embung Homogen.....	87

Gambar 2.24	Grafik Hubungan Antara Sudut Bidang ( $\alpha$ ) dengan $\frac{\Delta a}{a + \Delta a}$ ..	88
Gambar 2.25	Formasi Garis Depresi .....	88
Gambar 2.26	Saluran Pengarah Aliran dan Ambang Pengatur Debit Pada Sebuah Pelimpah .....	91
Gambar 2.27	Penampang Memanjang Bangunan Pelimpah .....	91
Gambar 2.28	Bentuk Mercu Bulat dan Ogee .....	92
Gambar 2.29	Skema Mercu Ogee .....	92
Gambar 2.30	Bagian Bentuk Terompet Dari Saluran Peluncur Pada Bangunan .....	94
Gambar 2.31	Peredam Bak Tenggelam ( <i>Bucket</i> ) .....	98
Gambar 2.32	Grafik Untuk Mencari Jari-Jari Minimum ( $R_{min}$ ) Bak .....	99
Gambar 2.33	Grafik Untuk Mencari Batas Minimum Tinggi Air Hilir.....	99
Gambar 2.34	Batas Maksimum Tinggi Air Hilir .....	100
Gambar 2.35	Komponen Bangunan Penyadap Tipe Sandar .....	101
Gambar 2.36	Skema Perhitungan Untuk Lubang Penyadap .....	103
Gambar 2.37	Contoh Bentuk Bangunan Penyadap Tipe Menara .....	105
Gambar 2.38	Tekanan Hidrostatik Yang Bekerja Pada Bidang Bulat Miring	106
Gambar 3.1	Diagram Alir Rencana Kerja Tugas Akhir .....	112
Gambar 4.1	Daerah Aliran Sungai Kersulo .....	116
Gambar 4.2	Poligon <i>Thiessen</i> DAS Kersulo.....	117
Gambar 4.3	Hidrograf Satuan Sintetik Gama I .....	144
Gambar 4.4	Grafik Hidrograf Banjir DAS Sungai Kersulo .....	156
Gambar 4.5	Potongan Melintang Sungai Pada As Embung .....	157
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Volume Air Tersedia dan Volume Air Kebutuhan Embung Kersulo Tanpa Embung .....	182
Gambar 4.7	Grafik Hubungan Antara Elevasi, Luas Genangan dan Volume Genangan.....	184
Gambar 4.8	Mass Curve Embung Kersulo .....	188
Gambar 4.9	Grafik Hubungan Volume Air Tersedia dan Volume Air Kebutuhan Embung Kersulo Setelah Ada Embung .....	189

Gambar 4.10	Grafik Perbandingan Volume Air Kebutuhan Dengan Volume Air Sebelum dan Sesudah Ada Embung .....	190
Gambar 4.11	Grafik Hubungan Debit Kumulatif Inflow dan Outflow Hasil Flood Routing .....	203
Gambar 5.1	Menentukan Tinggi Embung .....	205
Gambar 5.2	Grafik Perhitungan Metode SMB .....	207
Gambar 5.3	Pembagian Zone Gempa Indonesia .....	210
Gambar 5.4.	Tinggi Jagaan .....	213
Gambar 5.5	Lebar Mercu Embung .....	214
Gambar 5.6	Garis Depresi Pada Bendungan Homogen Sesuai Parabola ....	216
Gambar 5.7	Garis Depresi Pada Bendungan Homogen Dengan Drainase Kaki .....	217
Gambar 5.8	Jaringan Trayektori .....	219
Gambar 5.9	Stabilitas Lereng Embung Pada Kondisi Selesai Dibangun Dengan Metode Pias Hulu .....	222
Gambar 5.10	Stabilitas Lereng Embung Pada Kondisi Selesai Dibangun Dengan Metode Pias Hilir .....	224
Gambar 5.11	Stabilitas Lereng Embung Pada Kondisi Muka Air Banjir Dengan Metode Pias Hulu .....	226
Gambar 5.12	Stabilitas Lereng Embung Pada Kondisi Muka Air Banjir Dengan Metode Pias Hilir.....	228
Gambar 5.13	Stabilitas Lereng Embung Pada Kondisi Rapid Draw Down Dengan Metode Pias Hulu .....	230
Gambar 5.14	Gradasi Bahan Kedap Air .....	233
Gambar 5.15	Saluran Pengarah Aliran Pada Bangunan Pelimpah .....	235
Gambar 5.16	Ambang Pengatur Debit Pada Bangunan Pelimpah .....	236
Gambar 5.17	Koordinat Penampang Memanjang Ambang Pengatur Pada Bangunan Pelimpah.....	238
Gambar 5.18	Bagian Transisi Pada Bangunan Pelimpah .....	239
Gambar 5.19	Penampang Melintang Saluran Pengatur .....	239
Gambar 5.20	Penampang Memanjang Saluran Peluncur .....	240

Gambar 5.21	Bagian Berbentuk Terompet Pada Ujung Hilir	
	Saluran Peluncur .....	241
Gambar 5.22	Potongan Memanjang Spillway .....	241
Gambar 5.23	Skema Penampang Memanjang Aliran Pada Saluran .....	242
Gambar 5.24	Bentuk Kolam Olak .....	247
Gambar 5.25	Panjang Loncatan Hidrolis Pada Kolam Olak Datar.....	248
Gambar 5.26	Ukuran Gigi Pemencar dan Gigi Benturan .....	249
Gambar 5.27	Rembesan dan Tekanan Air Tanah Di Bawah Pelimpah	
	Kondisi MAN.....	251
Gambar 5.28	Stabilitas Pelimpah Pada Kondisi MAN .....	252
Gambar 5.29	Rembesan dan Tekanan Air Tanah Di Bawah Pelimpah	
	Kondisi MAB .....	256
Gambar 5.30	Stabilitas Pelimpah Pada Kondisi MAB .....	257
Gambar 5.31	Komponen Bangunan Penyadap Menara .....	261
Gambar 5.32	Grafik Debit Berdasarkan Prosentase Bukaan Pintu.....	263
Gambar 5.33	Skema Pengaliran Dalam Penyalur Kondisi	
	Pintu Terbuka 80%.....	263
Gambar 7.1	Network Planning Embung Kersulo .....	327