

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PERENCANAAN DETAIL EMBUNG UNDIP
SEBAGAI PENGENDALI BANJIR
PADA BANJIR KANAL TIMUR
(DETAIL DESIGN EMBUNG UNDIP
AS A FLOOD CONTROL OF EAST FLOOD CHANNEL)

Disusun Oleh :

Anette Nisa
L2A0 002 011

Coki Romulus H
L2A0 002 036

Semarang, Juni 2008

Disetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Suseno Darsono, MSc. Ph.D.

NIP. 130 910 733

Priyo Nugroho, ST, M.Eng

NIP. 132 205 670

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Ir. Sri Sangkawati, MS

NIP.130 872 039

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Batasan Perencanaan	2
1.3 Lokasi Perencanaan	2
1.4 Maksud dan Tujuan	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II STUDI PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Umum	6
2.2 Analisis Hidrologi	6
2.2.1 Perhitungan Curah Hujan Wilayah	6
2.2.2 Perhitungan Curah Hujan Rencana	10
2.2.3 Uji Keselerasan	15
2.2.4 Perhitungan Intensitas Curah Hujan.....	18
2.2.5 Perhitungan Debit Banjir Rencana.....	21
2.3 Penelusuran Banjir (<i>Flood Routing</i>)	26
2.4 Embung	27
2.4.1 Tipe Embung	27
2.4.2 Pemilihan Lokasi dan Tipe Embung	30
2.4.3 Rencana Teknis Pondasi.....	30
2.4.4 Perencanaan Tubuh Embung	32
2.4.5 Stabilitas Embung.....	37
2.4.6 Rencana Teknis Bangunan Pelimpah	50

BAB III METODOLOGI

3.1	Tinjauan Umum	60
3.2	Aspek Hidrologi	60
3.3	Metodologi Perencanaan Embung	62
3.4	Stabilitas Konstruksi Embung.....	63
3.5	Bagan Alir Tugas Akhir	63

BAB IV ANALISA HIDROLOGI

4.1	Tinjauan Umum.....	66
4.2	Penentuan Daerah Aliran Sungai	67
4.3	Analisis Curah Hujan Rata-rata DAS	68
4.3.1	Data Curah Hujan Harian Maksimum	69
4.3.2	Analisis Data Curah Hujan Dengan Metode Thiessen	71
4.4	Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana	74
4.4.1	Pengukuran Dispersi	74
4.4.2	Pemilihan Jenis Sebaran	79
4.4.3	Pengujian Kecocokan Sebaran	81
4.4.3.1	Uji Sebaran Chi Kuadrat (Chi Square Test)	81
4.4.3.2	Uji Sebaran Smirnov – Kolmogorov	82
4.4.4	Hasil Pengujian	83
4.5	Perhitungan Curah Hujan Metode Log Pearson III.....	83
4.6	Analisis Hidrograf Banjir Rencana	84
4.6.1	Model HEC-HMS	84
4.7	Perhitungan Hubungan Elevasi dengan Volume embung	100
4.8	Flood Routing.....	102

BAB V PERENCANAAN KONSTRUKSI

5.1	Tinggi Embung	109
5.1.1	Tinggi Puncak	109
5.1.2	Lebar Mercu Embung.....	117
5.1.3	Penurunan Tubuh Embung.....	117

5.2	Perhitungan Stabilitas Embung	118
5.2.1	Stabilitas Embung Terhadap Filtrasi	118
5.2.2	Stabilitas Embung Terhadap Longsor	125
5.2.3	Perhitungan Stabilitas Lereng Dengan Geo-Slope... ..	137
5.3	Material Konstruksi.....	142
5.3.1	Lapisan Kedap Air (<i>Impervious Zone</i>).....	142
5.3.2	Perlindungan Lereng	143
5.4	Spillway	145
5.4.1	Saluran Pengarah Aliran	145
5.4.2	Saluran Transisi	147
5.4.3	Saluran Peluncur	148
5.4.4	Rencana Teknis Hidrolis	149
5.4.5	Peredam Energi	152
5.4.6	Perhitungan Struktur Dinding Saluran	157
5.4.7	Perhitungan Stabilitas.....	161
5.5	Pipa Penyalur	162

BAB VI RENCANA KERJA DAN SYARAT-SYARAT

6.1	Syarat-syarat Umum.....	165
6.2	Syarat-syarat Administrasi	171
6.3	Syarat-syarat Teknis	177
6.3.1	Syarat-syarat Teknis Umum	177
6.3.2	Syarat-syarat Teknis Khusus.....	183

BAB VII RENCANA ANGGARAN BIAYA

7.1	Pendahuluan	209
7.2	Rekapitulasi Volume Pekerjaan	209
7.3	Harga Satuan Biaya.....	210
7.4	Analisis Harga Satuan Pekerjaan	211
7.5	Rencana Anggaran Biaya	217
7.6	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya	219

BAB VIII PENUTUP

8.1 Kesimpulan.....	220
8.2 Saran.....	220

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 <i>Peta Lokasi Embung</i>	3
Gambar 2.1 <i>Metode Thiessen</i> ..	8
Gambar 2.2 <i>Metoda Isohyet</i>	9
Gambar 2.3 <i>Tinggi Embung</i>	32
Gambar 2.4 <i>Tinggi Jagaan</i>	33
Gambar 2.5 <i>Gaya Akibat Berat Sendiri</i>	38
Gambar 2.6 <i>Gaya Tekanan Hidrostatik pada Bidang Luncur</i> <i>(dalam Sosrodarsono dan Takeda,1989)</i>	39
Gambar 2.7 <i>Uraian Gaya yang Bekerja pada Bidang Luncur</i> <i>(dalam Sosrodarsono dan Takeda,1989)</i>	39
Gambar 2.8 <i>Cara Menentukan harga N dan T</i>	42
Gambar 2.9 <i>Skema Perhitungan Bidang Luncur dalam Kondisi Waduk</i> <i>Penuh Air (dalam Sosrodarsono dan Takeda,1989)</i>	44
Gambar 2.10 <i>Garis Depresi pada Embung Homogen</i> <i>(dalam Soedibyo,1993)</i>	46
Gambar 2.11 <i>Garis Depresi pada Embung Homogen</i> <i>(sesuai dengan garis parabola yang dimodifikasi)</i>	47
Gambar 2.12 <i>Grafik hubungan antara sudut bidang singgung</i> <i>(α) dengan $\frac{\Delta a}{a + \Delta a}$</i>	48
Gambar 2.13 <i>Jaringan Trayektori Aliran Filtrasi dalam Tubuh Embung</i>	49
Gambar 2.14 <i>Saluran Pengarah dan Ambang Pengatur debit pada sebuah</i> <i>Pelimpah (dalam Saedibyo, 1993)</i>	51
Gambar 2.15 <i>Bangunan Pelimpah</i>	51
Gambar 2.16 <i>Ambang Bebas (dalam Soedibyo)</i>	52
Gambar 2.17 <i>Ambang Pelimpah Tipe Ogee</i>	53
Gambar 2.18 <i>Skema Penampang Memanjang Aliran pada Saluran Pengatur</i> .	54

Gambar 2.19 Bentuk Kolam Olakan Datar Tipe I USBR (dalam Soedibyo, 1993).....	56
Gambar 2.20 Bentuk Kolam Olakan Datar tipe II USBR (dalam Soedibyo, 1993)	57
Gambar 2.21 Bentuk Kolam Olakan Datar tipe III USBR (dalam Soedibyo, 1993)	58
Gambar 2.22 Bentuk Kolam Olakan Datar tipe IV USBR (dalam Soedibyo, 1993)	59
Gambar 3.1 Diagram Alir Rencana Kerja Tugas Akhir.....	65
Gambar 4.1 Daerah aliran Sungai Banjir Kanal Timur	67
Gambar 4.2 Luas Pengaruh Stasiun Hujan Metode Thiessen.....	69
Gambar 4.3 Subbasin dan Tabel Luas Area.....	86
Gambar 4.4 Pemisahan Subbasin dan Pemberian Elemen	87
Gambar 4.5 Parameter Reservoir	88
Gambar 4.6 Parameter SCS Curve Number.....	89
Gambar 4.7 Parameter SCS Unit Hydrograh.....	90
Gambar 4.8 Parameter Recession Method	92
Gambar 4.9 Diagram Batas k dan x	93
Gambar 4.10 Parameter Muskingum pada Pemodelan Flood Routing	94
Gambar 4.11 Precipitation Gages.....	96
Gambar 4.12 Meteorologic Model	97
Gambar 4.13 Run Configuration.....	98
Gambar 4.14 Output Banjir Periode Ulang 100 tahunan (Banjir Kanal Timur)	99
Gambar 4.15 Daerah Genangan Embung UNDIP.....	101
Gambar 4.16 Grafik Korelasi antara Elevasi, Volume Tampungan dengan Luas Genangan	
Gambar 4.17 Grafik Flood Routing Reservoir-1 (Kali Parang).....	103
Gambar 4.18 Grafik Flood Routing Reservoir-2 (Kali Sedor).....	103
Gambar 4.19 Grafik Flood Routing Reservoir-3 (Kali Gede).....	104
Gambar 4.20 Grafik Flood Routing Reservoir-4 (Kali Meteseh).....	104

Gambar 4.21	<i>Grafik Flood Routing Reservoir-5 (Kali Gede).....</i>	105
Gambar 4.22	<i>Grafik Flood Routing Reservoir-6 (Kali Carikan).....</i>	105
Gambar 4.20	<i>Grafik Flood Routing Reservoir-7 (Embung UNDIP)</i>	106
Gambar 5.1	<i>Tinggi Jagaan (Free Board).....</i>	110
Gambar 5.2	<i>Grafik Perhitungan Metode SMB (dalam Suyono Sosrodarsono,1989)</i>	112
Gambar 5.3	<i>Pembagian Zona Gempa di Indonesia</i>	114
Gambar 5.4	<i>Garis Depresi pada Embung Homogen</i>	119
Gambar 5.5	<i>Irisan Bidang Luncur Kondisi Baru dibangun Hulu.....</i>	127
Gambar 5.6	<i>Irisan Bidang Luncur Kondisi Baru dibangun Hilir.....</i>	129
Gambar 5.7	<i>Irisan Bidang Luncur Kondisi Terisi Penuh Hulu</i>	131
Gambar 5.8	<i>Irisan Bidang Luncur Kondisi Terisi Penuh Hilir.....</i>	133
Gambar 5.9	<i>Irisan Bidang Luncur Kondisi Rapid Drawdown.....</i>	135
Gambar 5.10	<i>Bidang Luncur (Baru dibangun Hulu) dengan menggunakan GEO-SLOPE</i>	137
Gambar 5.11	<i>Tampilan Solve (Baru dibangun Hulu) pada GEO-SLOPE.....</i>	138
Gambar 5.12	<i>Parameter Hasil dari Contur (Baru dibangun Hulu pada GEO-SLOPE</i>	138
Gambar 5.13	<i>Bidang Luncur (Baru dibangun Hilir) dengan menggunakan GEO-SLOPE</i>	138
Gambar 5.14	<i>Tampilan Solve (Baru dibangun Hilir) pada GEO-SLOPE.....</i>	139
Gambar 5.15	<i>Parameter Hasil dari Contur (Baru dibangun Hilir) pada GEO-SLOPE</i>	139
Gambar 5.16	<i>Bidang Luncur (Terisi Penuh Hulu) dengan menggunakan GEO-SLOPE</i>	139
Gambar 5.17	<i>Tampilan Solve (Terisi Penuh Hulu) pada GEO-SLOPE</i>	140
Gambar 5.18	<i>Parameter Hasil dari Contur (Terisi Penuh Hulu pada GEO-SLOPE</i>	140
Gambar 5.19	<i>Bidang Luncur (Terisi Penuh Hilir) dengan menggunakan GEO-SLOPE</i>	140
Gambar 5.20	<i>Tampilan Solve (Baru dibangun Hulu) pada GEO-SLOPE.....</i>	141

Gambar 5.21 Parameter Hasil dari Contur (Terisi Penuh Hillir) pada GEO-SLOPE	141
Gambar 5.22 Gradasi Bahan Kedap Air.....	143
Gambar 5.23 Pelapisan embung Urugan	144
Gambar 5.24 Saluran Pengarah Aliran dan Ambang Pengatur Debit Pada Bangunan Pelimpah.....	145
Gambar 5.25 Skema Bagian Transisi Saluran Pengarah pada bangunan Pelimpah.....	147
Gambar 5.26 Penampang Melintang Saluran Pengatur.....	148
Gambar 5.27 Penampang Memanjang Saluran Peluncur.....	149
Gambar 5.28 Denah Bangunan Pelimpah.....	149
Gambar 5.29 Potongan Memanjang Spillway.....	150
Gambar 5.30 Penampang Memanjang (View Profile) Saluran Memanjang pada HEC-RAS.....	152
Gambar 5.31 Penampang Melintang Sungai di Hilir pada HEC-RAS	153
Gambar 5.32 Bentuk Kolam Olakan	154
Gambar 5.33 Grafik Hubungan Bilangan Froude & Panjang Kolam Olak	155
Gambar 5.34 Ukuran Gigi-Gigi Pemencar dan Gigi-GigiBenturan Aliran.....	156
Gambar 5.35 Penampang Melintang Saluran.....	157
Gambar 5.36 Pembebanan Struktur pada Dinding Saluran	158
Gambar 5.37 Diagram Bidang Momen yang Terjadi pada Dinding	158
Gambar 5.38 Gaya-Gaya Vertikal	161
Gambar 5.39 Skema Pengaliran dalam Penyalur Kondisi Pintu Terbuka.....	163

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan Reduced meand (Y_n) dengan besarnya sampel	11
Tabel 2.2 Hubungan Reduced Standard Deviation (S_n) dengan besarnya sampel	11
Tabel 2.3 Reduce Variate (Y_t).....	12
Tabel 2.4 Harga k untuk Distribusi Log Pearson Tipe III	13
Tabel 2.5 Faktor frekuensi untuk distribusi Log Normal 3 parameter	15
Tabel 2.6 Nilai kritis untuk Distribusi Chi Square	17
Tabel 2.7 Nilai delta maksimum untuk uji keselarasan Smirnov Komogorof	18
Tabel 2.8 Harga koefisien runoff	22
Tabel 2.9 Contoh Tabel Flood Routing dengan Step by Step Method	27
Tabel 2.10 Tinggi Jagaan	35
Tabel 2.11 Kemiringan Lereng Urugan	36
Tabel 4.1 Luas Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS Krengseng	68
Tabel 4.2 Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Gunungpati	69
Tabel 4.3 Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Susukan	70
Tabel 4.4 Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Plamongan	70
Tabel 4.5 Rekapitulasi Data Cutah Hujan Harian Maksimum.....	71
Tabel 4.6 Curah Hujan Area Berdasarkan Hujan Maksimum di Sta. Gunung Pati	72
Tabel 4.7 Curah Hujan Area Berdasarkan Hujan Maksimum di Sta. Susukan	72
Tabel 4.8 Curah Hujan Area Berdasarkan Hujan Maksimum di Sta Plamongan	73
Tabel 4.9 Curah Hujan Area Maksimum.....	73
Tabel 4.10 Parameter Statistik Curah Hujan	75
Tabel 4.11 Parameter Statistik (Logaritma)	77
Tabel 4.12 Parameter Pemilihan Distribusi Curah Hujan	79

Tabel 4.13 Posisi Plotting	80
Tabel 4.14 Chi square untuk menguji Distribusi Data Curah Hujan	
Metode Log Pearson III	82
Tabel 4.15 Uji Kecocokan Sebaran dengan Smirnov-Kolmogorov.....	82
Tabel 4.16 Harga k untuk Distribusi Log Pearson III.....	83
Tabel 4.17 Distribusi Sebaran Metode Log Pearson III.....	84
Tabel 4.18 Kondisi Banjir Kanal Timur sebelum dibangun	
embung di DAS	99
Tabel 4.19 Kondisi Banjir Kanal Timur setelah dibangun	
embung di DAS.....	99
Tabel 4.20 Perhitungan Volume Embung terhadap Elevasi	
dan Luas Permukaan	101
Tabel 4.21 Time Series Table pada HEC-HMS untuk Reservoir 7	106
Tabel 5.1 Koefisien Gempa.....	112
Tabel 5.2 Percepatan Dasar Gempa	113
Tabel 5.3 Faktor Koreksi	113
Tabel 5.4 Kondisi Perencanaan Teknis Material Urugan	
sebagai Dasar Perhitungan	126
Tabel 5.5 Perhitungan Metode Irisan Bidang Luncur pada Kondisi Baru	
Dibangun Hulu.....	128
Tabel 5.6 Perhitungan Metode Irisan Bidang Luncur pada Kondisi Baru	
Dibangun Hilir	130
Tabel 5.7 Perhitungan Metode Irisan Bidang Luncur pada Kondisi Terisi	
Penuh Hulu	132
Tabel 5.8 Perhitungan Metode Irisan Bidang Luncur pada Kondisi Terisi	
Penuh Hulu	134
Tabel 5.9 Perhitungan Metode Irisan Bidang Luncur pada Kondisi Rapid	
Drawdown.....	136
Tabel 5.10 Rekapitulasi Stabilitas Embung terhadap Longsor.....	137
Tabel 5.11 Ukuran Batu dan Ketebalan Hampanan Pelindung Rip-rap.....	144

Tabel 5.12	Hasil Perhitungan Hidrolis dengan Menggunakan Software	
	<i>HEC-RAS</i>	151
Tabel 6.1	Perbandingan Volume Semen dan Pasir	196
Tabel 6.2	Gradasi Kasar untuk Campuran Beton	199
Tabel 6.3	Syarat-syarat Agregat Halus yang Digunakan	
	<i>Dalam Campuran Beton</i>	200
Tabel 6.4	Macam-macam Mutu Campuran Beton	201
Tabel 6.5	Jumlah Tes untuk Tes Beton	205