

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
**PERENCANAAN
BENDUNG SIDOREJO DAN BANGUNAN PELENGKAPNYA
DAERAH IRIGASI SIDOREJO KECAMATAN PURWODADI
KABUPATEN GROBOGAN**

*DESIGN OF SIDOREJO WEIR AND BUILDING UTILITIES
SIDOREJO IRRIGATION AREA PURWODADI GROBOGAN*

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

Disusun Oleh :

Fitria Dwi Wibawanti (L2A 001 066)
Suci Handani (L2A 001 140)

Semarang, November 2006

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Dosen Pembimbing II Tugas Akhir

Ir. Hary Budienny, MT.
NIP. 131 773 821

Dyah Ari Wulandari, ST. MT.
NIP. 132 205 686

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Ir. Bambang Pudjianto, MT.
NIP. 131 459 442

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 Bendung Sidorejo Dan Bangunan Pelengkapny Daerah Irigasi Sidorejo Kecamatan Purwodadi Kabupaten Grobogan“, sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata I Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Dalam waktu kurang lebih selama lima 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. Bapak Ir. Bambang Pudjianto, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Bapak Ir. Arif Hidayat, CES selaku Koordinator Bidang Akademis Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Ibu Ir. Hary Budienny, MT dan Ibu Dyah Ari Wulandari, ST. MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Bapak Kami Hari Basuki, ST . MT selaku Dosen Wali 2137
5. Ibu Ir. Han Aylie, MEng selaku Dosen Wali 2139
6. Seluruh dosen, staf, dan karyawan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

7. Direksi dan karyawan yang telah banyak membantu kami dalam memberikan informasi dan data-data yang dibutuhkan.
8. Orang tua kami yang tiada hentinya memberikan semangat dan bantuan, baik secara moril maupun materiil.
9. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Universitas Diponegoro, khususnya angkatan 2001.
10. 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, November 2006

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Lokasi Studi.....	1
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Maksud dan Tujuan.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3

BAB II STUDI PUSTAKA

2.1. Umum.....	5
2.2. Definisi Bendung.....	5
2.3. Dasar-dasar Analisa Data.....	6
2.3.1. Analisa Data Curah Hujan.....	6
2.3.1.1. Metode <i>Arithmetic Mean</i>	6
2.3.1.2. Metode <i>Polygon Thiesen</i>	6
2.3.1.3. Metode <i>Isohyet</i>	7
2.3.2. Analisa Frekuensi Curah Hujan.....	8
2.3.2.1. Distribusi <i>Log – Normal</i>	8
2.3.2.2. Distribusi <i>Gumbel</i>	9
2.3.2.3. Distribusi <i>Log Pearson Type III</i>	11

2.3.3.	Uji Sebaran.....	14
2.3.3.1.	Metode <i>Chi Kwadrat</i> (“ <i>Chi Square Test</i> ”).....	14
2.3.3.2.	Metode <i>Smirnov Kolmogorov</i>	15
2.3.4.	Analisis Debit banjir Rencana	15
2.3.4.1.	Metode Rasional(Luas DPS $\leq 300 \text{ km}^2$)....	16
2.3.4.2.	Metode <i>Haspers</i> (Luas DPS $< 300 \text{ km}^2$)	16
2.3.4.3.	Metode <i>Passing Capacity</i>	17
2.4.	Kebutuhan Air.....	18
2.4.1.	Penyiapan Lahan.....	18
2.4.2.	Penggunaan Konsumtif.....	20
2.4.3.	Perkolasi dan Rembesan	21
2.4.4.	Curah Hujan Efektif.....	28
2.4.5.	Debit Andalan	29
2.5.	Perencanaan Bendung.....	32
2.5.1.	Pemilihan Tipe Bendung.....	32
2.5.1.1.	Bendung Tetap	32
2.5.1.2.	Bendung Gerak	32
2.5.2.	Pemilihan Lokasi	34
2.5.3.	Tinggi Mercu Bendung	34
2.5.4.	Lebar Bendung.....	34
2.5.5.	Tipe Mercu Bendung	35
2.5.5.1.	Mercu Bulat	35
2.5.5.2.	Mercu <i>Ogee</i>	36
2.5.6.	Perhitungan Hidrolis Bendung.....	37
2.5.6.1.	Tinggi Air di Atas Mercu.....	37
2.5.6.2.	Tinggi Air Banjir di Hilir Bendung	38
2.5.6.3.	Kolam Olak.....	38
2.5.6.3.1	Tipe USBR.....	40
2.5.6.3.2	Tipe <i>Vlugter</i>	43
2.5.6.3.3	Tipe Bak Tenggelam.....	44

2.5.7.	Stabilitas Konstruksi	44
2.5.7.1.	Gaya Akibat Berat Sendiri	45
2.5.7.2.	Gaya Akibat Gempa.....	45
2.5.7.3.	Gaya Angkat	46
2.5.7.4.	Gaya Akibat Tekanan Tanah Aktif dan Pasif.....	46
2.5.7.5.	Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik	47
2.5.7.6.	Gaya Akibat Tekanan Lumpur.....	47
2.5.7.7.	Kontrol Stabilitas Bendung.....	47
2.6.	Bangunan Pelengkap.....	48
2.6.1.	Pintu	48
2.6.2.	Kantung Lumpur	49
2.6.2.1.	Panjang dan Lebar Kantung Lumpur	49
2.6.2.2.	Perhitungan In.....	51
2.6.2.3.	Perhitungan Is	51
2.6.2.4.	Tata Letak Kantung Lumpur, pembilas Kantung Lumpur dan Pengambilan di Saluran Primer	51

BAB III METODOLOGI

3.1.	Umum	53
3.2.	Metode Pengumpulan Data.....	53
3.3.	Analisis Data Hidrologi	54
3.4.	Perencanaan Bendung.....	55
3.4.1.	Perencanaan Struktur	55
3.4.2.	Analisis Stabilitas Struktur	55
3.5.	Pembuatan Dokumen Kontrak.....	55
3.5.1.	Syarat Umum dan Teknis.....	55
3.5.2.	Rencana Anggaran Biaya dan Gambar	56
3.5.3.	<i>Time Schedule</i> dan <i>Network Planning</i>	56
3.5.4.	Diagram Tenaga Kerja.....	56

BAB IV ANALISIS HIDROLOGI

4.1	Umum	58
4.2	Penentuan Daerah Aliran Sungai	58
4.3	Analisa Curah Hujan Rata-rata Daerah Aliran Sungai	59
4.4	Analisa Frekuensi Curah Hujan Rencana dan <i>Outflow</i> Waduk Kedung Ombo	61
4.4.1	Analisa Frekuensi Curah Hujan Rencana	61
4.4.1.1	Pengukuran Dispersi	61
4.4.1.2	Pengujian Kecocokan Sebaran	64
4.4.1.3	Distribusi Curah Hujan rencana	65
4.4.1.4	Perhitungan Debit Banjir Rencana	66
4.4.1.4.1	Metode <i>Rasional</i>	67
4.4.1.4.2	Metode <i>Haspers</i>	68
4.4.1.4.3	Metode <i>Passing Capacity</i>	69
4.4.2	Analisa Frekuensi <i>Outflow</i> Waduk Kedung Ombo ...	70
4.4.2.1	Pengukuran Dispersi	70
4.4.2.2	Pengujian Kecocokan Sebaran	73
4.4.2.3	Distribusi <i>Outflow</i> Waduk Kedung Ombo..	74
4.5	Debit Banjir yang Digunakan	75
4.6	Analisa Kebutuhan Air	75
4.6.1	Kebutuhan Air untuk Tanaman	77
4.6.2	Kebutuhan Air untuk Pertumbuhan	86
4.6.3	Kebutuhan Air untuk Irigasi	89
4.7	Analisa Debit Andalan	92
4.8	Neraca Air	96

BAB V PERENCANAAN BENDUNG

5.1	Umum	97
5.2	Pemilihan Bendung	97
5.3	Perhitungan Tinggi Mercur Bendung	98

5.4	Perhitungan Lebar Efektif Bendung	98
5.5	Perhitungan Tinggi Air di Atas Mercu	99
5.6	Perhitungan Tinggi Air di Hilir Bendung	101
5.7	Perhitungan Kolam Olak.....	103
	5.7.1 Penentuan Tipe Kolam Olak.....	103
	5.7.2 Dimensi Kolam Olak	105
5.8	Perhitungan rembesan.....	106
	5.8.1 Penentuan Koefisien <i>Creep Line</i>	106
	5.8.2 Perhitungan Jalur Rembesan.....	107
	5.8.3 Perhitungan Lantai Muka	107
5.9	Analisa Gaya-gaya yang Bekerja pada Bendung.....	110
	5.9.1 Analisa Stabilitas pada Kondisi Air Normal	110
	5.9.2 Kontrol Stabilitas pada Kondisi Air Normal	118
	5.9.3 Analisa Stabilitas pada Kondisi Air Banjir.....	120
	5.9.4 Kontrol Stabilitas pada Kondisi Air Banjir	125
5.10	Perhitungan Dimensi Saluran Induk.....	126
5.11	Perhitungan Pintu Romijin.....	127
5.12	Perhitungan Kantong Lumpur.....	129
	5.12.1 Perhitungan Dimensi Katung Lumpur	129
	5.12.2 Perhitungan Saluran Kantung Lumpur	130
	5.12.3 Perhitungan Panjang Kantung Lumpur	132
	5.12.4Pintu Penguras Kantung Lumpur.....	133
	5.12.5Periode Pengurasan kantong Lumpur	133
5.13	Perhitungan Pintu Pengambilan (<i>Intake</i>)	134
5.14	Perhitungan Pintu Pembilas	135

BAB VI DOKUMEN PROYEK

6.1	Syarat-syarat Umum dan Teknis.....	137
	6.1.1 Syarat-syarat Umum	137
	6.1.2 Syarat-syarat Administrasi.....	143
	6.1.3 Syarat-syarat Teknis.....	148

6.2. Rencana Anggaran Biaya.....	161
6.2.1. Perhitungan Volume Pekerjaan.....	161
6.2.2. Daftar Harga Satuan Bahan, Upah dan Peralatan	167
6.2.3. Analisa Harga Satuan.....	168
6.2.4. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya	174
6.2.5. Rekapitulasi Anggaran Biaya	175
6.3. <i>Network Planning</i>	176
6.4 Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja.....	178
6.5 <i>Bar Chart</i> dan Kurva S	180

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan	182
7.2 Saran	182

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN DATA

LAMPIRAN GAMBAR

LAMPIRAN SURAT

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Situasi Bendung Sidorejo	2
Gambar 2.1. Sketsa Metode <i>Polygon Thiesen</i>	7
Gambar 2.2. Sketsa Metode <i>Isohyet</i>	8
Gambar 2.3. Penampang Melintang Bendung Tetap	32
Gambar 2.4. <i>Lay Out</i> Bendung Gerak	33
Gambar 2.5. Potongan Bendung Gerak	33
Gambar 2.6. Tipe Mercu Bulat	36
Gambar 2.7. Tipe Mercu <i>Ogee</i>	37
Gambar 2.8. Hubungan Kedalaman Air di Hulu dan Hilir	39
Gambar 2.9. Kolam Olak Tipe USBR I	41
Gambar 2.10. Kolam Olak Tipe USBR II	41
Gambar 2.11. Kolam Olak Tipe USBR III	42
Gambar 2.12. Kolam Olak Tipe USBR IV	42
Gambar 2.13. Kolam Olak Tipe <i>Vlugter</i>	43
Gambar 2.14. Kolam Olak Tipe Bak Tenggelam	44
Gambar 2.15. Tata Letak Kantung Lumpur	52
Gambar 3.1. Bagan Alir Pembuatan Tugas Akhir	57
Gambar 4.1. Sketsa Aliran Bendung Sidorejo	59
Gambar 4.2. Sketsa Penampang Untuk <i>Passing Capacity</i>	69
Gambar 5.1. Jari-jari mercu bendung	101
Gambar 5.2. Penampang hilir sungai	102
Gambar 5.3. Elevasi air di hulu dan hilir bendung	103
Gambar 5.4. Kolam olak tipe <i>vlugter</i>	106
Gambar 5.5. Perhitungan panjang rembesan	107
Gambar 5.6. Sketsa bendung	109
Gambar 5.7. Gaya-gaya yang bekerja pada kondisi air normal	110
Gambar 5.8. <i>Up lift</i> pada kondisi air normal	114
Gambar 5.9. Gaya-gaya yang bekerja pada kondisi air banjir	120
Gambar 5.10. <i>Up Lift</i> pada kondisi air banjir	123
Gambar 5.11. Potongan melintang saluran primer	127

Gambar 5.12. Potongan memanjang pintu romijin	128
Gambar 5.13. Potongan melintang kantung Lumpur	129
Gambar 5.14. Pot melintang kantung lumpur dalam keadaan penuh pada Q_n ...	130
Gambar 5.15. Pot melintang kantung lumpur dalam keadaan kosong pada Q_s ..	131
Gambar 5.16. Potongan memanjang katung lumpur	132
Gambar 5.17. Potongan memanjang penguras kantung lumpur	133
Gambar 5.18. Potongan memanjang <i>intake</i>	135
Gambar 6.1 Diagram tenaga kerja	181

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. <i>Reduced Variate</i> Sebagai Fungsi Waktu Balik	10
Tabel 2.2. Hubungan <i>Reduced Mean</i> Y_n dengan Besarnya Sampel n	10
Tabel 2.3. Hubungan <i>Reduced Standard Deviation</i> s_n dengan Besarnya Sampel n	11
Tabel 2.4. Nilai k untuk setiap nilai C_s (Koefisien <i>Skewness</i>).....	13
Tabel 2.5. Kebutuhan air selama penyiapan lahan.....	20
Tabel 2.6. Koefisien tanaman padi dan palawija	22
Tabel 2.7. Koefisien suhu (tabel 1a-b)($f(T.ai).10^{-2}$).....	23
Tabel 2.8. Koefisien suhu (1a-b)($d.^{-1}.10^2$)	24
Tabel 2.9. Tekanan udara (Tabel 1a-b)(($Pwa.z$) sa).....	24
Tabel 2.10. Koefisien tekanan udara (Tabel 1a-b)($g+h$).....	25
Tabel 2.11. Koefisien tekanan udara dan angin (Tabel Penman 2)($f(T.dp)$).....	25
Tabel 2.12. Koefisien angin (Tabel Penman 3)($g.f(u^2)$).....	26
Tabel 2.13. Tekanan udara (Tabel Penman 4)($OA.Hsh.10^{-2}$)	26
Tabel 2.14. Koefisien radiasi matahari (Tabel Penman 5)($a.sh.f(a)$)	27
Tabel 2.15. Koefisien curah hujan untuk padi	28
Tabel 2.16. Harga-harga K dan n	36
Tabel 4.1. Data curah hujan harian maksimum(mm) Stasiun Ngambak Kapung	60
Tabel 4.2. Data <i>outflow</i> Waduk Kedung Ombo	60
Tabel 4.3. Parameter statistik curah hujan	61
Tabel 4.4. Parameter statistik logaritma curah hujan.....	63
Tabel 4.5. Syarat-syarat uji sebaran yang memenuhi.....	64
Tabel 4.6. Nilai kritis untuk uji <i>chi kuadrat</i> curah hujan	64
Tabel 4.7. Perhitungan uji <i>chi kuadrat</i> curah hujan	65
Tabel 4.8. Parameter statistik <i>outflow</i> Waduk Kedung Ombo.....	70
Tabel 4.9. Parameter statistik logaritma <i>outflow</i> Waduk Kedung Ombo.....	72
Tabel 4.10. Syarat-syarat uji sebaran yang memenuhi.....	73
Tabel 4.11. Perhitungan uji <i>chi kuadrat outflow</i> Waduk Kedung Ombo.....	74
Tabel 4.12. Debit banjir yang digunakan	75
Tabel 4.13. (a) Data suhu udara rata-rata ($^{\circ}C$)	78

Tabel 4.13. (b) Kelembaban udara relatif rata-rata (%)	78
Tabel 4.13. (c) Kecepatan angin rata-rata (m/dtk)	79
Tabel 4.13. (d) Penyinaran matahari 12 jam (%)	79
Tabel 4.14. Perhitungan evapotranspirasi Metode Penman Stasiun Ngambak Kapung	80
Tabel 4.15. Perhitungan curah hujan efektif dan 20% kering	83
Tabel 4.16. Daftar urutan hujan efektif 20% kering	83
Tabel 4.17. Koefisien Curah Hujan Untuk Padi.....	84
Tabel 4.18. Koefisien curah hujan rata-rata bulanan dengan ET Palawija rata-rata bulanan.....	85
Tabel 4.19. Koefisien Kebutuhan Air Selama Penyiapan Lahan.....	86
Tabel 4.20. (a)Perhitungan kebutuhan air untuk padi	87
Tabel 4.20. (b)Perhitungan kebutuhan air untuk palawija	88
Tabel 4.21. Pola dan tata tanam Daerah Irigasi Bendung Sidorejo.....	90
Tabel 4.22. Perhitungan debit andalan	95
Tabel 4.23. Perhitungan neraca air Daerah Irigasi Bendung Sidorejo	96
Tabel 5.1. Perhitungan H_1 dengan cara coba-coba.....	100
Tabel 5.2. Perhitungan h dengan cara coba-coba.....	102
Tabel 5.3. Perhitungan rembesan	107
Tabel 5.4. Perhitungan panjang rantai muka	108
Tabel 5.5. Perhitungan gaya akibat berat sendiri pada kondisi air normal	110
Tabel 5.6. Perhitungan gaya gempa pada kondisi air normal	111
Tabel 5.7. Perhitungan jalur rembesan dan tekanan pada kondisi air normal.....	113
Tabel 5.8. Perhitungan gaya angkat pada kondisi air normal	115
Tabel 5.9. Perhitungan gaya hidrostatis pada kondisi air normal	115
Tabel 5.10. Perhitungan gaya akibat tekanan tanah pada kondisi air normal	117
Tabel 5.11. Perhitungan gaya akibat tekanan lumpur pada kondisi air normal	117
Tabel 5.12. Resume gaya-gaya pada kondisi air normal.....	117
Tabel 5.13. Perhitungan jalur rembesan dan tekanan pada kondisi air banjir.....	121
Tabel 5.14. Perhitungan gaya angkat pada kondisi air banjir	124
Tabel 5.15. Perhitungan gaya hidrostatis pada kondisi air banjir	124
Tabel 5.16. Perhitungan gaya akibat tekanan tanah pada kondisi air banjir	124
Tabel 5.17. Perhitungan gaya akibat tekanan lumpur pada kondisi air banjir	125
Tabel 5.18. Resume gaya-gaya pada kondisi air banjir.....	125

Tabel 5.19 Tipe pintu romijin	128
Tabel 6.1. Perhitungan Volume Pekerjaan.....	161
Tabel 6.2. Daftar Harga Satuan Bahan, Upah dan Peralatan	167
Tabel 6.3. Analisa Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Struktur dan Pasangan	168
Tabel 6.4. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....	174
Tabel 6.5. Rekapitulasi Anggaran.....	175
Tabel 6.6. Notasi <i>Network Planning</i>	177
Tabel 6.7 Perhitungan kebutuhan tenaga kerja	178
Tabel 6.8 <i>Bar chart</i> dan kurva s.....	180