

# LEMBAR PENGESAHAN

## LAPORAN TUGAS AKHIR

### DESAIN DAN PENANGANAN MUARA SUNGAI SILANDAK

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan  
Pendidikan Tingkat Sarjana Strata-1 (S-1) pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang

Disusun oleh :

**RIFKI HANSEN SUNASPI**  
**YULIYANTO TRI WIDODO**

**NIM. L2A 002 136**  
**NIM. L2A 002 175**

*Disetujui pada :*

Hari :  
Tanggal :

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

**Ir. Sumbogo Pranoto, MS**  
NIP. 131 596 963

**Ir. Hari Nugroho, MT**  
NIP. 132 014 455

*Mengetahui,*  
Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

**Ir. Sri Sangkawati, MS**  
NIP. 130 872 030

## KATA PENGANTAR



Segala puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, Rabb semesta alam atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir “Desain dan Penanganan Muara Sungai Silandak”.

*“Sesungguhnya sebuah pemikiran akan berhasil diwujudkan manakala kuat rasa keyakinan kepadanya, ikhlas dalam berjuang di jalannya, semakin bersemangat dalam merealisasikannya, dan kesiapan untuk beramal dan berkorban dalam mewujudkannya...”* ( Hasan Al Banna, “*Kepada Para Pemuda*“ ).

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan menyelesaikan studi pada program Strata-1 (S-1) Reguler Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Melalui Tugas Akhir ini, diharapkan mahasiswa akan semakin mempunyai keterampilan dan keahlian yang lebih dalam mempraktekkan ilmu dan pengetahuan yang telah didapatkan melalui perkuliahan.

Pada kesempatan ini, perkenankanlah kami menghaturkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu kami baik itu berupa tenaga, pemikiran, biaya, maupun saran-saran yang turut mendukung kelancaran penyusunan Tugas Akhir ini, dengan penuh rasa hormat kami menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Ir. Sri Sangkawati, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Bapak Ir. Sumbogo Pranoto, MS, dan Bapak Ir Hari Nugroho, MT, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama pengerjaan tugas akhir.
3. Ibu Ir. Siti Hardiyati, MT,SP1 dan Bapak Ir. Hari Nugroho, MT, selaku dosen wali kami.

4. Orang tua dan seluruh keluarga besar kami, untuk semua kasih sayang, perhatian, do`a dan semua dukungan moral dan materialnya.
5. Semua sahabat dan teman-teman jurusan Teknik Sipil Angkatan 2002 atas bantuan, kerjasama, persahabatan dan kekompakannya selama masa kuliah.
6. Semua anak "*GT Radikal*" and anak2 "*Mewah*", Thanks Buat persahabatannya.
7. Semua anak kost yang masih pada "*Jomblo*", mudah-mudahan cepet dapat jodoh!!!
8. Semua pihak yang telah banyak membantu kami, baik secara moril maupun materiil, yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu.

Tiada gading yang tak retak. Setiap hal yang telah dilakukan bahkan dengan penuh kerja keras pun, terkadang menghasilkan sesuatu yang jauh dari kesempurnaan. Begitu pula halnya dengan penyelesaian Tugas Akhir ini, yang tentunya tak luput dari kesalahan dan kekurangan, serta jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat kami harapkan.

Semoga Tugas Akhir dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta dapat dimanfaatkan oleh semua pihak yang membutuhkan.

Semarang, Februari 2008

Penulis

# DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan Tugas Akhir .....	ii
Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi .....	v
Daftar Tabel .....	x
Daftar Gambar .....	xiii
<b>BAB I</b> <b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1.    Uraian Umum.....	1
1.2.    Latar Belakang .....	1
1.3.    Maksud dan Tujuan Perencanaan.....	2
1.4.    Lokasi dan Ruang Lingkup Perencanaan.....	3
1.5.    Sistematika Penulisan Laporan .....	4
<b>BAB II</b> <b>STUDI PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1.    Tinjauan Umum .....	7
2.2.    Aspek Hidrologi .....	8
2.2.1. Curah Hujan .....	8
2.2.2. Intensitas Hujan .....	29
2.2.3. Perhitungan Debit Banjir Rencana .....	35
2.3.    Aspek Hidrolika .....	47
2.3.1. Muka Air Rencana .....	48
2.3.2. Kekasaran Dasar.....	51
2.3.3. Permodelan Dengan Program HEC-RAS .....	51
2.4.    Aspek Hidro – Oseanografi .....	52
2.4.1. Angin .....	52
2.4.2. Gelombang .....	59
2.4.3. Fluktuasi Muka Air Laut .....	79
2.4.4. Arus .....	87

	2.4.5. Sedimentasi .....	90
	2.4.6. Muara Sungai .....	94
2.5.	Aspek Penanganan Sungai .....	100
	2.5.1. Jenis Penanganan Sungai .....	100
	2.5.2. Pembangunan Tanggul ( Embankment, Levee ) .....	100
	2.5.3. Lapisan Pelindung ( Revetment ) .....	101
	2.5.4. Dinding Kendali ( Training Wall ) .....	102
	2.5.5. Tanggul Tangkis/Krib ( Groyne ) .....	102
	2.5.6. Pembuatan sudetan (cut-off) .....	104
	2.5.7. Normalisasi Alur Sungai .....	104
2.6.	Aspek Penanganan Pantai .....	104
	2.6.1. Kriteria Perencanaan .....	104
	2.6.2. Tembok Laut .....	106
	2.6.3. Revetmen .....	107
	2.6.4. Krib tegak lurus pantai (Groyne) .....	108
	2.6.5. Krib sejajar pantai ( Breakwater ) .....	109
	2.6.6. Tanggul Laut .....	110
	2.6.7. Penimbunan Pasir di Sekitar Garis Pantai .....	111
2.7.	Aspek Penanganan Muara Sungai .....	111
	2.7.1. Konstruksi Pengaman Muara Sungai .....	111
	2.7.2. Pertimbangan Dalam Pemilihan Bangunan .....	115
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI .....</b>	<b>120</b>
3.1.	Tinjauan Umum .....	120
3.2.	Metodologi Perencanaan .....	120
	3.2.1. Survey Pendahuluan .....	122
	3.2.2. Identifikasi Masalah .....	123
	3.2.3. Studi Pustaka .....	123
	3.2.4. Identifikasi Kebutuhan Data .....	123
	3.2.5. Pengumpulan Data .....	124
	3.2.6. Pengolahan Dan Analisis Data .....	126
	3.2.7. Pemilihan Alternatif Perencanaan .....	126
	3.2.8. Desain dan Perencanaan	

	Bangunan Muara Sungai .....	126
	3.2.9. Metode Pelaksanaan .....	127
	3.2.10. Perhitungan RAB Dan RKS .....	127
BAB IV	ANALISA DATA .....	128
	4.1. Analisa Permasalahan .....	128
	4.2. Analisa Hidrologi .....	132
	4.2.1. Hujan Rencana .....	132
	4.2.2. Debit Banjir Rencana .....	142
	4.3. Analisa Hidrolika .....	158
	4.4. Analisa Hidro – Oseanografi .....	163
	4.4.1. Analisa Data Angin .....	163
	4.4.2. Analisa Pasang Surut .....	164
	4.4.3. Peramalan Gelombang Angin .....	170
	4.4.4. Tinggi Muka Air Laut Rencana .....	185
	4.4.5. Sedimentasi .....	186
	4.5. Analisa Data Tanah .....	187
BAB V	RENCANA PENANGANAN .....	190
	5.1. Umum .....	190
	5.2. Penanganan Sungai .....	192
	5.3. Penanganan Muara Sungai .....	194
	5.4. Perencanaan Alternatif Terpilih .....	195
	5.4.1. Perhitungan Elevasi Puncak Bangunan .....	195
	5.4.2. Tinggi Bangunan .....	197
	5.4.3. Berat Butir Lapis Pelindung .....	197
	5.4.4. Menghitung Tebal Lapis Pelindung .....	200
	5.4.5. Lebar Puncak Bangunan .....	201
	5.4.6. Pelindung Kaki .....	202
	5.4.7. Jumlah Butir Per satuan Luas ( N ) .....	204
	5.4.8. Spesifikasi Tetrapod .....	208
	5.5. Perencanaan Bangunan Pelindung Pantai .....	210

	5.4.1. Perhitungan Elevasi Puncak Bangunan .....	211
	5.4.2. Tinggi Bangunan .....	214
	5.4.3. Berat Butir Lapis Pelindung .....	214
	5.4.4. Menghitung Tebal Lapis Pelindung .....	215
	5.4.5. Lebar Puncak Bangunan .....	216
	5.4.6. Pelindung Kaki .....	216
	5.4.7. Jumlah Butir tiap Satuan Luas ( N ) .....	219
<b>BAB VI</b>	<b>DOKUMEN PELELANGAN .....</b>	<b>221</b>
	6.1. Instruksi Kepada Peserta Lelang .....	221
	6.2. Data Lelang .....	236
	6.3. Syarat Umum Kontrak .....	240
	6.3.1. Ketentuan Umum .....	240
	6.3.2. Ketentuan Khusus .....	262
	6.4. Syarat Khusus Kontrak .....	264
	6.4.1. Ketentuan Umum .....	264
	6.4.2. Ketentuan Khusus .....	267
	6.5. Syarat - syarat Teknis .....	268
<b>BAB VII</b>	<b>METODE PELAKSANAAN .....</b>	<b>283</b>
	7.1. Umum .....	283
	7.2. Metode Pelaksanaan Bangunan .....	283
	7.2.1. Material atau Bahan .....	283
	7.2.2. Peralatan Kerja .....	285
	7.2.3. Pelaksanaan Pekerjaan .....	287
	7.2.4. Pekerjaan Persiapan .....	287
	7.2.5. Pekerjaan Pengerukan Dasar Sungai .....	288
	7.2.6. Pekerjaan Perkuatan Lereng Muara Sungai .....	288
	7.2.7. Pekerjaan Konstruksi Jetty .....	289
	7.2.8. Pembuatan Tetrapod .....	295
	7.2.9. Pekerjaan Bangunan Revetmen .....	296
	7.3. Perencanaan Kebutuhan Alat .....	301
<b>BAB VIII</b>	<b>ANALISA BIAYA PROYEK .....</b>	<b>324</b>

8.1.	Umum .....	324
8.2.	Daftar Harga Satuan Upah Tenaga, Bahan dan Alat .....	324
8.3.	Analisa Harga Satuan Pekerjaan .....	325
8.4.	Perhitungan Volume Pekerjaan .....	342
8.4.1.	Pekerjaan Pengerukan Dasar Sungai.....	342
8.4.2.	pekerjaan Perkuatan Lereng Pada Muara.....	344
8.4.3.	Pekerjaan Jetty .....	345
8.4.4.	Pekerjaan Revetmen .....	359
8.5.	Rencana Anggaran Biaya .....	365
8.6.	Jadwal Proyek .....	367
8.7.	Jaringan Kerja ( Network Planning ) .....	368
BAB IX	KESIMPULAN .....	369



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kriteria Penentuan Jenis Sebaran .....	18
Tabel 2.2.	Nilai Kritis untuk Distribusi Chi-Square .....	20
Tabel 2.3.	Nilai kritis ( $D_0$ ) untuk Uji Smirnov-Kolmogorov .....	22
Tabel 2.4.	Hubungan Reduced mean ( $Y_n$ ) dengan jumlah data (n) .....	23
Tabel.2.5.	Hubungan reduced mean ( $S_n$ ) dengan jumlah data (n) .....	24
Tabel 2.6.	Hubungan antara periode ulang( T ) dengan Reduced Variate ( $Y_t$ ) .....	24
Tabel 2.7.	Standard Variable ( $K_t$ ) .....	25
Tabel 2.8.	Koefisien untuk metode sebaran Log Normal .....	26
Tabel 2.9.	Harga K untuk Distribusi Log Pearson III .....	28
Tabel 2.10.	Contoh Data Kedalaman Curah Hujan Jangka Pendek .....	31
Tabel 2.11.	Intensitas Curah Hujan Perjam .....	31
Tabel 2.12.	Perhitungan Harga Tiap Suku untuk Perhitungan Tetapan – tetapan dalam Rumus Intensitas Curah Hujan .....	32
Tabel 2.13.	Perbandingan Kecocokan Rumus – rumus Intensitas Hujan .....	34
Tabel 2.14.	Koefisien Pengaliran .....	37
Tabel 2.15.	Faktor Reduksi (ARF) .....	41
Tabel 2.16.	Growth Factor (GF).....	41
Tabel 2.17.	Koefisien Kekasaran Manning .....	51
Tabel 2.18.	Contoh Persentase Kejadian Angin .....	53
Tabel 2.19.	Klasifikasi Gelombang .....	62
Tabel 2.20.	Koefisien Untuk Menghitung Deviasi Standar .....	65
Tabel 2.21.	Koefisien refleksi .....	73
Tabel 2.22.	Rumus Transport Sedimen Sepanjang Pantai .....	92
Tabel 2.23.	Keuntungan dan Kerugian Tipe Bangunan Laut .....	113
Tabel 2.24.	Kelebihan dan Kekurangan Berbagai Material Bangunan Pantai .....	114
Tabel 4.1.	Curah Hujan Harian Tahunan Maksimun selama 10 Tahun Untuk Tiga Stasiun .....	132
Tabel 4.2.	Luas Pengaruh Hujan .....	133

Tabel 4.3.	Curah Hujan Harian Tahunan Maksimum Tiap Stasiun .....	134
Tabel 4.4.	Curah Hujan Harian Tahunan Maksimum Berdasarkan Stasiun Semarang Klim .....	134
Tabel 4.5.	Curah Hujan Harian Tahunan Maksimum Berdasarkan Stasiun Simongan .....	135
Tabel 4.6.	Curah Hujan Harian Tahunan Maksimum Berdasarkan Stasiun Tugu .....	135
Tabel 4.7.	Rekapitulasi Curah Hujan Harian Tahunan Maksimum Tiga Stasiun .....	135
Tabel 4.8.	Parameter Statistik Curah Hujan .....	136
Tabel 4.9.	Parameter Pemilihan Distribusi Curah Hujan .....	138
Tabel 4.10.	Perhitungan Uji Chi-kuadrat .....	139
Tabel 4.11.	Uji Sebaran Smirnov – Kolmogorov .....	140
Tabel. 4.12.	Nilai kritis ( Do ) untuk Uji Smirnov-Kolmogorov .....	141
Tabel 4.13.	Perhitungan Curah Hujan Rencana .....	142
Tabel 4.14.	Perhitungan Debit Banjir Rencana Dengan Metode Rasional ...	143
Tabel 4.15.	Perhitungan Debit Banjir Rencana Dengan Metode Weduwen .	144
Tabel 4.16.	Perhitungan Debit Rencana Metode Haspers .....	146
Tabel 4.17.	Unit Resesi Hidrograf HSS Gamma I .....	148
Tabel 4.18.	Debit Banjir Rancangan 2 Tahunan .....	150
Tabel 4.19.	Debit Banjir Rancangan 5 Tahunan .....	151
Tabel 4.20.	Debit Banjir Rancangan 10 Tahunan .....	152
Tabel 4.21.	Debit Banjir Rancangan 25 Tahunan .....	153
Tabel 4.22.	Debit Banjir Rancangan 50 Tahunan .....	154
Tabel 4.23.	Debit Banjir Rancangan 100 Tahunan .....	155
Tabel 4.24.	Rekapitulasi Debit banjir Rancangan HSS GAMA 1 .....	156
Tabel 4.25.	Rekapitulasi Debit Rencana .....	157
Tabel 4.26.	Output Perhitungan dengan menggunakan HEC – RAS .....	162
Tabel 4.27.	Persentase Kecepatan Angin 1999 – 2006 .....	163
Tabel 4.28.	Pasang Surut Maksimum dan Minimum per Bulan selama Tahun 2006.....	165
Tabel 4.29.	Output Perhitungan dengan menggunakan HEC – RAS .....	170

Tabel 4.30.	Perhitungan Fetch Efektif .....	171
Tabel 4.31.	Perhitungan Kecepatan Gelombang Arah Maksimum ( Utara ) .....	173
Tabel 4.32.	Peramalan Tinggi Dan Periode Gelombang Arah Maksimum ..	174
Tabel 4.33.	Tinggi dan Periode Gelombang .....	174
Tabel 4.34.	Perhitungan Gelombang Dengan Periode Ulang ( Metode Fisher Tippett Type I ) .....	177
Tabel 4.35.	Tinggi Gelombang Dengan Periode Ulang Tertentu ( Metode Fisher Tippett Type I ) .....	178
Tabel 4.36.	Perhitungan Gelombang Dengan Periode Ulang (Metode Weibull) .....	179
Tabel 4.37.	Tinggi Gelombang dengan Periode Ulang Tertentu ( Metode Weibull ) .....	180
Tabel 4.38.	Rekapitulasi Perhitungan Tinggi Gelombang Dengan Periode Ulang Tertentu .....	180
Tabel 4.39.	Persentase Tinggi Gelombang Tahun 1999 – 2006 .....	181
Tabel 4.40.	Data Tanah .....	188
Tabel 5.1.	Daftar Harga $K_{\Delta}$ ( Koefisien Lapis ) .....	199
Tabel 5.2.	Koefisien Stabilitas $K_D$ Untuk Berbagai Jenis Butir .....	199
Tabel 5.3.	Spesifikasi Tetrapod untuk Bangunan Jetty .....	210
Tabel 6.1.	Spesifikasi Tetrapod untuk Bangunan Jetty .....	280
Tabel 7.1.	Rencana Schedule Pemakaian Alat Berat .....	322
Tabel 8.1.	Daftar Harga Sewa Alat .....	324
Tabel 8.2.	Daftar Harga Satuan Material .....	325
Tabel 8.3.	Daftar Harga Satuan Upah Tenaga Kerja .....	325
Tabel 8.4.	Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan .....	326
Tabel 8.5.	Rekapitulasi Harga Satuan Pekerjaan .....	341
Tabel 8.6.	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya .....	365
Tabel 8.7.	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya .....	367

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Lokasi Tugas Akhir .....	4
Gambar 2.1.	Metode rata – rata aljabar .....	9
Gambar 2.2.	Polygon Thiessen .....	10
Gambar 2.3.	Metode Isohiet .....	11
Gambar 2.4.	Plotting Data Pengukuran dan Prediksi dengan tiga Jenis Kurva Intensitas Hujan .....	34
Gambar 2.5.	Kurva dan Rumus Intensitas Hujan untuk Berbagai Periode Ulang Berdasarkan Rumus Talbot .....	35
Gambar 2.6.	Sketsa Hidrograf satuan sintetik Gama I .....	42
Gambar 2.7.	Sketsa Penetapan WF .....	43
Gambar 2.8.	Sketsa Penetapan RUA .....	44
Gambar 2.9.	Saluran Penampang Tunggal .....	46
Gambar 2.10.	Saluran Penampang Ganda .....	47
Gambar 2.11.	Definisi Untuk perhitungan Profil Muka Air dengan Metode Tahapan langsung .....	49
Gambar 2.12.	Contoh Mawar Angin ( Wind Rose ) .....	53
Gambar 2.13.	Hubungan Antara Kecepatan Angin Di Laut dan Darat .....	55
Gambar 2.14.	Contoh Perhitungan Fetch .....	57
Gambar 2.15.	Flow chart dan rumus peramalan gelombang .....	58
Gambar 2.16.	Sket Gelombang .....	61
Gambar 2.17.	Gelombang Di Laut Dangkal Atau Transisi .....	62
Gambar 2.18.	Gelombang Di Laut Dalam .....	63
Gambar 2.19.	Refraksi Gelombang .....	69
Gambar 2.20.	Perambatan Arah Gelombang Akibat Refraksi .....	69
Gambar 2.21.	Hukum Snell Untuk Refraksi Gelombang .....	70
Gambar 2.22.	Difraksi Gelombang .....	72
Gambar 2.23.	Profil Muka Air di Depan Bangunan Vertikal .....	73
Gambar 2.24.	Run Up Gelombang .....	74

Gambar 2.25.	Grafik Run-up Gelombang .....	75
Gambar 2.26.	Penentuan Tinggi Gelombang Pecah .....	77
Gambar 2.27.	Penentuan Kedalaman Gelombang Pecah .....	78
Gambar 2.28.	Daerah Rawan Tsunami Di Indonesia .....	81
Gambar 2.29.	Wave Set Up dan Wave Set Down .....	82
Gambar 2.30.	Perkiraan Kenaikan Muka Air Laut .....	84
Gambar 2.31.	Tipe – tipe Pasang Surut .....	86
Gambar 2.32.	Definisi Daerah Yang Dilalui Gelombang .....	88
Gambar 2.33.	Arus Di Dekat Pantai .....	89
Gambar 2.34.	Longshore Transport dan Onshore – Offshore Transport .....	90
Gambar 2.35.	Imbangan Sedimen Pantai .....	93
Gambar 2.36.	Pola Sedimentasi Muara Sungai Yang Didominasi Gelombang .....	95
Gambar 2.37.	Pola Sedimentasi Muara Sungai Yang Didominasi Debit Sungai .....	96
Gambar 2.38.	Pola Sedimentasi Muara Sungai Yang Didominasi Pasang Surut .....	97
Gambar 2.39.	Estuari Sudut Asin .....	98
Gambar 2.40.	Estuari Tercampur Sebagian .....	99
Gambar 2.41.	Estuari Tercampur Sempurna .....	100
Gambar 2.42.	Bangunan Pantai Sisi Miring .....	105
Gambar 2.43.	Bangunan Pantai Sisi Tegak .....	106
Gambar 2.44.	Sketsa Konstruksi Tembok Laut .....	107
Gambar 2.45.	Tampak Atas Konstruksi Revetmen .....	107
Gambar 2.46.	Konstruksi Revetmen .....	108
Gambar 2.47.	Tampak Atas Konstruksi Groin .....	109
Gambar 2.48.	Tampak Memanjang Dan Melintang Groin Dari Tumpukan Batu .....	109
Gambar 2.49.	Tampak Atas Krib Sejajar Pantai .....	110
Gambar 2.50.	Konstruksi Krib Sejajar Pantai .....	110
Gambar 2.51.	Sketsa Konstruksi Tanggul Laut .....	111
Gambar 2.52.	Macam – macam bentuk jetty .....	115

Gambar 2.53.	Sedimentasi dan Erosi pada Bagian Kanan dan Kiri Jetty .....	118
Gambar 2.54.	Pengaruh Jetty Terhadap Hulu Sungai.....	119
Gambar 3.1	Bagan Alir Desain dan Penanganan Muara Sungai Silandak .	122
Gambar 4.1.	Sketsa Kondisi Muara Sungai Silandak .....	128
Gambar 4.2.	Aktivitas Masyarakat di Sekitar Pantai Maron .....	129
Gambar 4.3.	Beberapa Aktivitas Perekonomian di Sekitar Pantai Maron....	129
Gambar 4.4.	Penampang Eksisting Sungai Silandak sekitar Beberapa Meter Dari Lokasi Muara .....	130
Gambar 4.5.	Kondisi Muara Sungai Silandak yang Mengalami Sedimentasi .....	131
Gambar 4.6.	Permukaan Sedimen yang Menutupi Mulut Sungai Silandak	131
Gambar 4.7.	Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Gamma I .....	149
Gambar 4.8.	Hidrograf HSS GAMA I .....	157
Gambar 4.9.	Input Geometri Aliran Sungai pada Jarak Satu Kilometer Dari Muara .....	158
Gambar 4.10.	Penampang Melintang Pada Jarak Satu Kilometer dari Muara ( Sta 1 + 053 Km ) .....	159
Gambar 4.11.	Penampang Sta 0 + 900 Km .....	159
Gambar 4.12.	Penampang Sta 0 + 800 Km .....	159
Gambar 4.13.	Penampang Sta 0 + 700 Km .....	160
Gambar 4.14.	Penampang Sta 0 + 600 Km .....	160
Gambar 4.15.	Penampang Sta 0 + 500 Km .....	160
Gambar 4.16.	Penampang Sta 0 + 400 Km .....	161
Gambar 4.17.	Penampang Sta 0 + 300 Km .....	161
Gambar 4.18.	Penampang Sta 0 + 200 Km .....	161
Gambar 4.19.	Penampang Sta 0 + 153 Km .....	162
Gambar 4.20.	Penampang Pada Muara Sungai ( Sta 0 + 000 Km ) .....	162
Gambar 4.21.	Windrose Kecepatan Angin Tahun 1999 – 2006 .....	163
Gambar 4.22.	Grafik Pasang Surut Tahun 2006 .....	165
Gambar 4.23.	Tingkatan Elevasi Muka Air Laut Tahun 2006 .....	166
Gambar 4.24.	Penampang Melintang Sungai Bagian Muara .....	166
Gambar 4.25.	Penampang Sta 0 + 153 Km .....	167

Gambar 4.26.	Penampang Sta 0 + 200 Km .....	167
Gambar 4.27.	Penampang Sta 0 + 300 Km .....	167
Gambar 4.28.	Penampang Sta 0 + 400 Km .....	168
Gambar 4.29.	Penampang Sta 0 + 500 Km .....	168
Gambar 4.30.	Penampang Sta 0 + 600 Km .....	168
Gambar 4.31.	Penampang Sta 0 + 700 Km .....	169
Gambar 4.32.	Penampang Sta 0 + 800 Km .....	169
Gambar 4.33.	Penampang Sta 0 + 900 Km .....	169
Gambar 4.34.	Penampang Melintang Pada Jarak Satu Kilometer dari Muara ( Sta 1 + 053 Km ) .....	170
Gambar 4.35.	Fetch Gelombang Arah Dominan .....	171
Gambar 4.36.	Hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat .....	172
Gambar 4.37.	Mawar Gelombang (Waverose) Tahun 1999 – 2006 .....	181
Gambar 4.38.	Grafik Penentuan Tinggi Gelombang Pecah .....	183
Gambar 4.39.	Grafik Penentuan Kedalaman Gelombang Pecah .....	184
Gambar 4.40.	Perkiraan Kenaikan Muka Air Laut .....	186
Gambar 4.41.	Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Sungai Silandak .....	189
Gambar 5.1.	Skema Rencana Penanganan .....	190
Gambar 5.2.	Kondisi Eksisting Muara Sungai Silandak .....	191
Gambar 5.3.	Grafik Run-up Gelombang .....	197
Gambar 5.4.	Potongan Melintang Jetty Bagian Kepala .....	206
Gambar 5.5.	Potongan Melintang Jetty Bagian Badan .....	207
Gambar 5.6.	Dimensi Tetrapod .....	209
Gambar 5.7.	Sedimentasi dan Erosi yang Terjadi pada Muara Sungai .....	210
Gambar 5.8.	Grafik Penentuan Gelombang Pecah Rencana di Kaki Bangunan .....	212
Gambar 5.9.	Grafik Run-up Gelombang .....	213
Gambar 5.10.	Pelindung Kaki Bangunan .....	216
Gambar 5.11.	Angka stabilitas $N_s$ untuk Pondasi Pelindung Kaki .....	218
Gambar 5.12.	Sketsa Penampang Melintang Revetmen .....	220
Gambar 6.1.	Gabungan Beberapa Batang Bambu	

	yang Diikat Menjadi Satu .....	276
Gambar 6.2.	Matras Bambu .....	276
Gambar 6.3.	Tetrapod .....	279
Gambar 7.1.	Flow Chart Pelaksanaan Pekerjaan Penanganan Muara Sungai Silandak.....	287
Gambar 7.2.	Pengerukan Mulut Muara .....	288
Gambar 7.3.	Pekerjaan Galian pada Lereng Muara Sungai .....	289
Gambar 7.4.	Flow Chart Pelaksanaan Pekerjaan Bangunan Jetty .....	289
Gambar 7.5.	Pemancangan Crucuk Bambu .....	290
Gambar 7.6.	Detail Crucuk Bambu .....	291
Gambar 7.7.	Pemasangan Matras Bambu .....	292
Gambar 7.8.	Detail Matras Bambu .....	292
Gambar 7.9.	Pemasangan Batu Pecah .....	294
Gambar 7.10.	Pemasangan Tetrapod .....	295
Gambar 7.11.	Flow Chart Pelaksanaan Pekerjaan Bangunan Revetmen .....	297
Gambar 7.12.	Pekerjaan Galian .....	298
Gambar 7.13.	Pemasangan Crucuk Bambu .....	298
Gambar 7.14.	Pekerjaan Lapis Pengisi .....	299
Gambar 7.15.	Pekerjaan Pelindung Kaki .....	300
Gambar 7.16.	Pekerjaan Lapis Pelindung Utama .....	300
Gambar 7.18.	Pekerjaan Isian Pasir .....	301
Gambar 8.1.	Pekerjaan Pengerukan Dasar Sungai .....	343
Gambar 8.2.	Pekerjaan Perkuatan Lereng .....	344
Gambar 8.3.	Potongan Melintang Jetty Bagian Kepala .....	346
Gambar 8.4.	Potongan Melintang Jetty Bagian Badan .....	347
Gambar 8.5.	Pekerjaan Crucuk Bambu .....	348
Gambar 8.6.	Pekerjaan Matras Bambu dan Geotekstil .....	349
Gambar 8.7.	Penampang Inti ( Core ) bagian Lengan .....	350
Gambar 8.8.	Penampang Inti ( Core ) bagian Kepala .....	350
Gambar 8.9.	Volume Pekerjaan Lapisan Inti pada Bagian Depan .....	351



Gambar 8.10.	Penampang Inti ( Core ) bagian Lengan pada kedalaman - 4,2 meter .....	352
Gambar 8.11.	Penampang Inti ( Core ) bagian Lengan pada kedalaman - 2,1 meter .....	352
Gambar 8.12.	Penampang Inti ( Core ) bagian Lengan pada kedalaman 0,0 meter .....	352
Gambar 8.13.	Pelindung Kaki ( Toe Protection ) .....	353
Gambar 8.14.	Perhitungan Volume Toe Protection bagian depan .....	354
Gambar 8.15.	Volume Tetrapod Bagian Badan .....	355
Gambar 8.16.	Volume Tetrapod Bagian Kepala .....	355
Gambar 8.17.	Volume Tetrapod Bagian Badan .....	356
Gambar 8.18.	Volume Tetrapod Bagian Kepala .....	356
Gambar 8.19.	Volume Tetrapod Bagian Depan .....	357
Gambar 8.20.	Volume Tetrapod Bagian Ekor .....	358
Gambar 8.21.	Volume Tetrapod Bagian Badan .....	358
Gambar 8.22.	Volume Tetrapod Bagian Badan .....	359
Gambar 8.23.	Sketsa Penampang Melintang Revetmen .....	360
Gambar 8.24.	Volume Pekerjaan Galian .....	361
Gambar 8.25.	Pekerjaan Batu Lapis Pengisi .....	362
Gambar 8.26.	Pekerjaan Pelindung Kaki .....	363
Gambar 8.27.	Pekerjaan Batu Lapis Pelindung Utama .....	363
Gambar 8.28.	Pekerjaan Isian Pasir .....	364