



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**PERENCANAAN TEKNIS EMBUNG BENGAWAN  
TARAKAN – KALIMANTAN TIMUR**  
*(Design of Bengawan Small Dam Tarakan – East Kalimantan)*

**DORRI ANDRI PAMUNGKAS S**

**L2A 605 025**

**SAKTYO DANIESWORO**

**L2A 605 051**

Semarang, Juni 2011

Disetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Sutarto Edhisono, Dipl. HE. MT.  
NIP. 195312221980031004

Ir. Slamet Hargono, Dipl. Ing  
NIP. 195310171980031002

Mengetahui,  
Ketua Program Reguler II  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro

Ir. Moga Narayudha, SP1  
NIP. 195202021980031005

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas akhir ini adalah hasil karya kami sendiri dan semua sumber baik yang dikutip ataupun yang dirujuk telah kami nyatakan dengan benar.**

1. NAMA : DORRI ANDRI P. S  
NIM : L2A 605 025

Tanda tangan : .....

2. NAMA : SAKTYO DANIESWORO  
NIM : L2A 605 051

Tanda tangan : .....

Tanggal : Juni 2011

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

1. NAMA : DORRI ANDRI PAMUNGKAS S  
NIM : L2A 605 025
  2. NAMA : SAKTYO DANIESWORO  
NIM : L2A 605 051
- Jurusan : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : PERENCANAAN TEKNIS EMBUNG BENGAWAN  
TARAKAN – KALIMANTAN TIMUR

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

### TIM PENGUJI

- Dosen Penguji 1 : Ir. Sutarto Edhisono, Dipl. HE. MT. ( )
- Dosen Penguji 2 : Ir. Slamet Hargono, Dipl. Ing. ( )
- Dosen Penguji 3 : Dr. Ir. Suseno Darsono, MSc, PhD ( )

Semarang, Juni 2011

Program Reguler II Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Ketua,

Ir. Moga Narayudha, SP1

NIP. 195202021980031005

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Nama : Petrus Adi Pusvita  
NIM : L2A 604 048
2. Nama : Zaenal Arifin  
NIM : L2A 604 067
- Jurusan : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif ( *Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah kami yang berjudul :

### **PERENCANAAN JARINGAN AIR BERSIH DI KAMPUS UNIVERSITAS DIPONEGORO TEMBALANG SEMARANG**

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pagkalan data (*data base*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir kami selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian surat pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Semarang

Pada tanggal : Juni 2011

Yang menyatakan,

Mahasiswa I

Mahasiswa II

Dorri Andri Pamungkas S

Saktyo Daniesworo

L2A 605 025

L2A 605 051

**KATA PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmatNya, sehingga penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul **“Perencanaan Teknis Embung Bengawan, Tarakan – Kalimantan Timur”** dapat terselesaikan.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh setiap mahasiswa dan merupakan tahap akhir dalam menyelesaikan pendidikan tingkat sarjana program strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari beberapa pihak, maka pada kesempatan ini ingin menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua Orang Tua tercinta untuk semua doa, dukungan moral, material yang tidak ternilai harganya, dan energi yang selalu terus diberikan selama ini kepada penyusun, terima kasih engkau telah berhasil mendidik kami menjadi orang yang pantang menyerah dan tegar.
2. Ibu Ir. Sri Sangkawati, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Bapak Ir Moga Narayudha, Sp1., selaku Ketua Program Reguler II Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
4. Hardi Wibowo, ST., M.Eng., selaku sekretaris Program Reguler II.
5. Bapak Ir. Sutarto Edhisono, Dipl.HE.MT, selaku Dosen Pembimbing I.
6. Bapak Ir. Slamet Hargono, Dipl. Ing, selaku Dosen Pembimbing II, dan Dosen Wali (2053).
7. Bapak Ir. Salamun, MS, selaku Dosen Wali (2054).
8. Seluruh Dosen Program Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

9. Seluruh staf administrasi Program Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
10. Keluarga Besar Teknik Sipil UNDIP Angkatan 2005 yang telah memberikan dukungan dan bantuannya, semoga kita semua sukses di masa depan yang membentang luas.
11. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu secara moral dan material dalam menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam menyusun Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi pembahasan, segi pengkajian maupun cara penyusunan, hal tersebut karena keterbatasan kemampuan kami, maka dari itu kami harapkan pendapat, saran dan kritik yang membangun demi penyusunan masa yang akan datang.

Akhir harapan kami, semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua dan terutama bagi penyusun sendiri untuk pedoman dan bekal kami melakukan tugas.

Semarang, Juni 2011

Penyusun

1. Dorri Andri Pamungkas S

L2A 605 025

2. Saktyo Daniesworo

L2A 605 051

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN UJIAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Tinjauan Umum.....	I – 1
1.2. Latar Belakang.....	I – 1
1.3. Lokasi Perencanaan.....	I – 2
1.4. Maksud dan Tujuan Perencanaan.....	I – 3
1.5. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah.....	I – 4
1.6. Sistematika Penulisan.....	I – 4
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	
2.1. Tinjauan Umum.....	II – 1
2.2. Penentuan Luas DAS (Daerah Aliran Sungai).....	II – 1
2.3. Curah Hujan Area.....	II – 2
2.3.1. Metode Poligon Thiessen.....	II – 2
2.4. Analisis Frekuensi.....	II – 4
2.4.1. Parameter Statistik.....	II – 4
2.4.2. Pemilihan Jenis Metode.....	II – 5
2.4.3. Uji Keselarasan Distribusi.....	II – 8
2.5. Intensitas Curah Hujan.....	II – 10
2.6. Hujan Berpeluang Maksimum ( <i>Probable Maximum Precipitation, PMP</i> ).....	II – 11
2.7. Banjir Berpeluang Maksimum ( <i>Probable Maximum Flood, PMF</i> ).....	II – 13
2.8. Debit Banjir Rencana.....	II – 13
2.9. Debit Andalan (Metode F.J Mock).....	II – 21
2.10. Analisis Kebutuhan Air.....	II – 23
2.10.1. Standar Kebutuhan Air Baku.....	II – 23
2.11. Neraca Air.....	II – 27
2.12. Penelusuran Banjir ( <i>Flood Routing</i> ).....	II – 27
2.13. Embung.....	II – 29
2.13.1. Pemilihan Lokasi Embung.....	II – 29

2.13.2. Tipe Embung.....	II – 29
2.13.3. Desain Pondasi.....	II – 33
2.13.4. Perencanaan Tubuh Embung.....	II – 34
2.13.5. Gaya-Gaya yang Bekerja pada Embung Urugan.....	II – 41
2.13.6. Stabilitas Lereng Embung Terhadap Longsor.....	II – 44
2.13.7. Stabilitas Embung Terhadap Aliran Filtrasi.....	II – 48
2.14. Volume Tampunguan Embung.....	II – 51
2.14.1. Volume Tampunguan untuk Melayani Kebutuhan (Vu).....	II – 51
2.14.2. Volume Kehilangan Air oleh Penguapan (Ve).....	II – 52
2.14.3. Volume Resapan Embung (Vi).....	II – 52
2.14.4. Volume yang Disediakan untuk Sedimen (Vs).....	II – 53
2.15. Desain Bangunan Pelimpah.....	II – 54
2.16. Terowongan Saluran Pengelak.....	II – 62
2.17. Desain Bangunan Penyadap.....	II – 63

### **BAB III METODOLOGI**

3.1. Tinjauan Umum.....	III – 1
3.2. Aspek Hidrologi.....	III – 1
3.3. Metodologi Perencanaan Embung.....	III – 2
3.4. Stabilitas Konstruksi Embung.....	III – 3
3.5. Bagan Alir Tugas Akhir.....	III – 4

### **BAB IV ANALISIS HIDROLOGI**

4.1. Tinjauan Umum.....	IV – 1
4.2. Penentuan Daerah Aliran Sungai (DAS).....	IV – 2
4.3. Analisis Curah Hujan.....	IV – 3
4.3.1. Analisis Curah Hujan Harian DAS.....	IV – 3
4.4. Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana.....	IV – 3
4.4.1. Pengukuran Dispersi.....	IV – 4
4.5. Pemilihan Jenis Sebaran.....	IV – 5
4.6. Uji Kecocokan Jenis Sebaran (Uji <i>Chi-Square</i> ).....	IV – 6
4.7. Uji Kecocokan Sebaran <i>Smirnov-Kolmogorov</i> .....	IV – 7
4.8. Analisis Metode Perhitungan Curah Hujan Terpilih (Metode Log Normal Tipe III).....	IV – 8
4.9. Hujan Berpeluang Maksimum ( <i>Probable Maximum Precipitation, PMP</i> ).....	IV – 9
4.10. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Rencana.....	IV – 10
4.11. Perhitungan Debit Banjir Rencana.....	IV – 11
4.11.1. Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gama I.....	IV – 11
4.11.2. Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode <i>Passing Capacity</i> .....	IV – 30
4.12. Perhitungan Debit Andalan.....	IV – 32
4.12.1. Data Curah Hujan.....	IV – 32
4.12.2. Evapotranspirasi.....	IV – 32



4.12.3. Keseimbangan Air pada Permukaan Tanah.....	IV – 33
4.12.4. Limpasan ( <i>Run Off</i> ) dan Tampungannya Air Tanah ( <i>Ground Water Storage</i> ).....	IV – 33
4.12.5. Aliran Sungai.....	IV – 34
4.13. Analisis Hubungan Elevasi dengan Volume Embung.....	IV – 63
4.13.1. Lokasi Embung.....	IV – 63
4.13.2. Perhitungan Elevasi Terhadap Volume Embung.....	IV – 67
4.14. Perhitungan Volume Tampungannya Embung.....	IV – 74
4.14.1. Volume Tampungannya Untuk Kebutuhan Air Baku.....	IV – 74
4.14.2. Volume Resapannya Embung.....	IV – 79
4.14.3. Volume yang Disediakan untuk Angkutan Sedimen.....	IV – 79
4.14.4. Kehilangan Air Karena Penguapan.....	IV – 82
4.15. Penentuan Elevasi Mercu, Lebar Mercu, dan Tinggi Mercu Embung.....	IV – 85
4.16. Penentuan Volume Tampungannya Embung pada Elevasi +21 dan +22 untuk Kebutuhan Air Baku.....	IV – 86
4.17. Neraca Air.....	IV – 86
4.18. Perhitungan Penelusurannya Banjir Melalui Pelimpah.....	IV – 97

## **BAB V PERENCANAAN KONSTRUKSI**

5.1. Tinjauannya Umum.....	V – 1
5.2. Dimensi Embung.....	V – 1
5.2.1. Kemiringannya Lereng ( <i>Slope Gradient</i> ).....	V – 1
5.2.2. Tinggi Puncaknya Embung.....	V – 1
5.2.3. Tinggi Ombak yang disebabkan oleh Angin ( $h_w$ ).....	V – 3
5.2.4. Tinggi Ombak yang disebabkan oleh Gempa ( $h_e$ ).....	V – 7
5.2.5. Kenaikannya Permukaan Air Embung yang disebabkan oleh ketidaknormalannya Operasi Pintu Bangunan ( $h_a$ ).....	V – 9
5.2.6. Angka Tambahan Tinggi Jagaannya yang didasarkan pada Tipe Embung ( $h_i$ ).....	V – 9
5.3. Tinggi Mercu Embung.....	V – 10
5.4. Lebar Mercu Embung.....	V – 11
5.5. Panjang Dasarnya Embung.....	V – 11
5.6. Penimbunannya Ekstra.....	V – 11
5.7. Bangunannya Pelimpah ( <i>Spillway</i> ).....	V – 12
5.7.1. Data Teknis Perencanaannya.....	V – 12
5.7.2. Lebar Efektif <i>Spillway</i> .....	V – 12
5.7.3. Tinggi Air Banjir di Atas Mercu <i>Spillway</i> .....	V – 13
5.7.4. Salurannya Pengarah Bangunannya Pelimpah.....	V – 14
5.7.5. Salurannya Pengatur Alirannya Bangunannya Pelimpah.....	V – 15
5.7.6. Rencananya Teknis Hidrolis.....	V – 18
5.7.7. Perencanaannya Peredam Energinya.....	V – 21
5.8. Tinjauannya Terjadinya <i>Scouring</i> .....	V – 24

5.9. Fasilitas Keamanan Embung (Bdsf).....	V – 25
5.10. Kemiringan Tubuh Embung.....	V – 26
5.11. Material Konstruksi.....	V – 27
5.11.1. Uji Lapisan Kedap Air (Impervious Zone).....	V – 27
5.11.2. Perlindungan Lereng.....	V – 29
5.12. Perencanaan Bangunan Pengelak.....	V – 34
5.12.1. Perencanaan Dimensi Terowongan Pengelak.....	V – 34
5.12.2. Analisa Hidrolika pada Terowongan.....	V – 34
5.12.3. Kondisi Aliran Bebas.....	V – 35
5.12.4. Dimensi Bendungan Pengelak.....	V – 40
5.12.5. Perhitungan Lebar Puncak Bendung Pengelak.....	V – 41
5.12.6. Perhitungan Penulangan Box Culvert.....	V – 42
5.13. Bangunan Penyadap.....	V – 51
5.13.1. Pipa Penyalur.....	V – 52
5.13.2. Perhitungan Dimensi Pipa Pengambilan.....	V – 54
5.13.3. Perhitungan Konstruksi Pintu Air.....	V – 55
5.14. Perhitungan Stabilitas Tubuh Embung.....	V – 57
5.14.1. Stabilitas Lereng Embung terhadap Longsor.....	V – 57
5.15. Perhitungan Stabilitas <i>Spillway</i> .....	V – 69
5.15.1. Analisis Stabilitas Pelimpah pada Keadaan Normal.....	V – 69
5.15.2. Perhitungan Stabilitas untuk Kondisi Muka Air Normal...	V – 72
5.16. Analisis Stabilitas Pelimpah pada Keadaan Banjir.....	V – 76
5.16.1. Perhitungan Gaya yang Bekerja pada Tubuh Pelimpah pada Keadaan Banjir.....	V – 76
5.16.2. Perhitungan Stabilitas untuk Kondisi Muka Air Banjir.....	V – 79
<b>BAB VI RENCANA KERJA DAN SYARAT-SYARAT (RKS)</b>	
6.1. Syarat-syarat Umum dan Administrasi.....	VI – 1
6.1.1. Ketentuan dan Persyaratan Umum.....	VI – 1
6.1.2. Ketentuan dan Persyaratan Administrasi.....	VI – 9
6.2. Syarat-syarat Teknis.....	VI – 26
<b>BAB VII RENCANA ANGGARAN BIAYA</b>	
7.1. Pendahuluan.....	VII – 1
7.1.1. Pekerjaan Pengelakan Aliran Sungai.....	VII – 2
7.1.2. Pekerjaan Bangunan Pengelak dan Bangunan Utama Embung.....	VII – 3
7.1.3. Pekerjaan Bangunan Pelimpah.....	VII – 3
7.1.4. Penutupan Saluran Pengelak.....	VII – 3
7.1.5. Pekerjaan Prasarana Jalan dan Jembatan.....	VII – 4
7.1.6. Pengadaan dan Pemasangan Peralatan dan Instrumen.....	VII – 4
7.2. Jadwal Pelaksanaan.....	VII – 4
7.3. Rencana Anggaran Biaya.....	VII – 5

7.3.1. Perhitungan Volume Pekerjaan.....	VII – 7
7.3.2. Analisa Harga Satuan Biaya.....	VII – 8
7.3.3. Analisa Harga Satuan Pekerjaan.....	VII – 11
7.3.4. Rencana Anggaran Biaya.....	VII – 27
7.4. Sumber atau Bahan Material.....	VII – 29
7.5. Man Power.....	VII – 29
7.6. Time Schedule.....	VII – 30
7.7. Jaringan Kerja ( <i>Network Planning</i> ).....	VII – 30
<b>BAB VIII PENUTUP</b>	
8.1. Kesimpulan.....	VIII – 1
8.2. Saran.....	VIII – 1

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Pedoman Pemilihan Sebaran.....	II – 5
Tabel 2.2.	Harga K untuk Distribusi Log Pearson III.....	II – 7
Tabel 2.3.	Nilai Kritis untuk Distribusi <i>Chi-Square</i> .....	II – 9
Tabel 2.4.	Kategori Kebutuhan Air.....	II – 23
Tabel 2.5.	Kebutuhan Air Non Domestik Kota Kategori I, II, III, dan IV..	II – 24
Tabel 2.6.	Kebutuhan Air Bersih Kategori V.....	II – 24
Tabel 2.7.	Kebutuhan Air Bersih Domestik Kategori Lain.....	II – 24
Tabel 2.8.	Koefisien Gempa.....	II – 36
Tabel 2.9.	Percepatan Dasar Gempa.....	II – 37
Tabel 2.10.	Faktor Koreksi.....	II – 37
Tabel 2.11.	Tinggi Jagaan Embung Urugan.....	II – 38
Tabel 2.12.	Kemiringan Lereng Urugan.....	II – 39
Tabel 2.13.	Tabel untuk Memperoleh Angka Satuan Sedimen di Daerah Aliran Sungai.....	II – 52
Tabel 2.14.	Karakteristik Topografi Daerah Aliran Sungai.....	II – 52
Tabel 4.1.	Luas DAS dan Panjang Sungai Rencana Bangunan.....	IV – 3
Tabel 4.2.	Data Curah Hujan Rata-rata Harian Maksimum Stasiun Juata..	IV – 3
Tabel 4.3.	Parameter Statistik Curah Hujan.....	IV – 4
Tabel 4.4.	Parameter Logaritmik Curah Hujan.....	IV – 5
Tabel 4.5.	Parameter Statistik untuk Mementukan Jenis Sebaran.....	IV – 5
Tabel 4.6.	Uji <i>Chi Kuadrat</i> Distribusi Metode Log Pearson Tipe III.....	IV – 7
Tabel 4.7.	Uji Kecocokan Sebaran dengan <i>Smirnov-Kolmogorov</i> .....	IV – 8
Tabel 4.8.	Perhitungan Curah Hujan Berdasarkan Nilai K.....	IV – 9
Tabel 4.9.	Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson Tipe III.....	IV – 9
Tabel 4.10.	Perhitungan Intensitas Curah Hujan Rencana Metode <i>Mononobe</i> .....	IV – 11
Tabel 4.11.	Perhitungan Unit Resesi Hidrograf.....	IV – 16
Tabel 4.12.	Intensitas Curah Hujan Efektif Jam-jaman Metode HSS Gama I.....	IV – 18
Tabel 4.13.	Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 2 Tahun.....	IV – 19
Tabel 4.14.	Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 5 Tahun.....	IV – 20
Tabel 4.15.	Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 10 Tahun.....	IV – 21
Tabel 4.16.	Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 25 Tahun.....	IV – 22
Tabel 4.17.	Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 50 Tahun.....	IV – 23
Tabel 4.18.	Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 100 Tahun.....	IV – 24
Tabel 4.19.	Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 500 Tahun.....	IV – 25
Tabel 4.20.	Perhitungan Hidrograf Banjir Periode Ulang 1000 Tahun.....	IV – 26

Tabel 4.21.	Perhitungan Hidrograf Banjir PMF.....	IV – 27
Tabel 4.22.	Rekapitulasi Perhitungan Banjir Rancangan Metode HSS Gama I.....	IV – 28
Tabel 4.23.	Debit Rencana Periode Ulang T Tahun Metode HSS Gama I...	IV – 29
Tabel 4.24.	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Q.....	IV – 31
Tabel 4.25.	Curah Hujan Bulanan Rata-rata Stasiun Juata.....	IV – 32
Tabel 4.26.	Data Klimatologi Rata-rata Bulanan Stasiun Juata (Suhu Udara).....	IV – 34
Tabel 4.27.	Data Klimatologi Rata-rata Bulanan Stasiun Juata (Kelembapan Udara).....	IV – 34
Tabel 4.28.	Data Klimatologi Rata-rata Bulanan Stasiun Juata (Penyinaran Matahari).....	IV – 35
Tabel 4.29.	Data Klimatologi Rata-rata Bulanan Stasiun Juata (Kecepatan Angin).....	IV – 35
Tabel 4.30.	Perhitungan Evapotranspirasi Metode <i>Penman</i> .....	IV – 36
Tabel 4.31.	Perhitungan Debit Andalan dengan <i>Base Flow</i> 1999.....	IV – 37
Tabel 4.32.	Perhitungan Debit Andalan dengan <i>Base Flow</i> 2000.....	IV – 38
Tabel 4.33.	Perhitungan Debit Andalan dengan <i>Base Flow</i> 2001.....	IV – 39
Tabel 4.34.	Perhitungan Debit Andalan dengan <i>Base Flow</i> 2002.....	IV – 40
Tabel 4.35.	Perhitungan Debit Andalan dengan <i>Base Flow</i> 2003.....	IV – 41
Tabel 4.36.	Perhitungan Debit Andalan dengan <i>Base Flow</i> 2004.....	IV – 42
Tabel 4.37.	Perhitungan Debit Andalan dengan <i>Base Flow</i> 2005.....	IV – 43
Tabel 4.38.	Perhitungan Debit Andalan dengan <i>Base Flow</i> 2006.....	IV – 44
Tabel 4.39.	Perhitungan Debit Andalan dengan <i>Base Flow</i> 2007.....	IV – 45
Tabel 4.40.	Perhitungan Debit Andalan dengan <i>Base Flow</i> 2008.....	IV – 46
Tabel 4.41.	Perhitungan Debit Andalan dengan <i>Base Flow</i> 2009.....	IV – 47
Tabel 4.42.	Rekapitulasi Debit Andalan dengan <i>Base Flow</i> .....	IV – 48
Tabel 4.43.	Penentuan Debit Andalan dengan <i>Base Flow</i> untuk Kebutuhan Air Baku.....	IV – 49
Tabel 4.44.	Perhitungan Debit Andalan tanpa <i>Base Flow</i> 1999.....	IV – 50
Tabel 4.45.	Perhitungan Debit Andalan tanpa <i>Base Flow</i> 2000.....	IV – 51
Tabel 4.46.	Perhitungan Debit Andalan tanpa <i>Base Flow</i> 2001.....	IV – 52
Tabel 4.47.	Perhitungan Debit Andalan tanpa <i>Base Flow</i> 2002.....	IV – 53
Tabel 4.48.	Perhitungan Debit Andalan tanpa <i>Base Flow</i> 2003.....	IV – 54
Tabel 4.49.	Perhitungan Debit Andalan tanpa <i>Base Flow</i> 2004.....	IV – 55
Tabel 4.50.	Perhitungan Debit Andalan tanpa <i>Base Flow</i> 2005.....	IV – 56
Tabel 4.51.	Perhitungan Debit Andalan tanpa <i>Base Flow</i> 2006.....	IV – 57
Tabel 4.52.	Perhitungan Debit Andalan tanpa <i>Base Flow</i> 2007.....	IV – 58
Tabel 4.53.	Perhitungan Debit Andalan tanpa <i>Base Flow</i> 2008.....	IV – 59
Tabel 4.54.	Perhitungan Debit Andalan tanpa <i>Base Flow</i> 2009.....	IV – 60
Tabel 4.55.	Rekapitulasi Debit Andalan tanpa <i>Base Flow</i> .....	IV – 61

Tabel 4.56.	Penentuan Debit Andalan tanpa <i>Base Flow</i> untuk Kebutuhan Air Baku.....	IV – 62
Tabel 4.57.	Perhitungan Elevasi Terhadap Volume Embung Alternatif 1....	IV – 67
Tabel 4.58.	Perhitungan Elevasi Terhadap Volume Embung Alternatif 2....	IV – 68
Tabel 4.59.	Perhitungan Elevasi Terhadap Volume Embung Alternatif 3....	IV – 68
Tabel 4.60.	Rekapitulasi Hubungan Antara Elevasi, Luas Genangan, dan Kapasitas Embung Alternatif 1.....	IV – 69
Tabel 4.61.	Rekapitulasi Hubungan Antara Elevasi, Luas Genangan, dan Kapasitas Embung Alternatif 2.....	IV – 70
Tabel 4.62.	Rekapitulasi Hubungan Antara Elevasi, Luas Genangan, dan Kapasitas Embung Alternatif 3.....	IV – 70
Tabel 4.63.	Tabel Kebutuhan Air Non Domestik.....	IV – 75
Tabel 4.64.	Perhitungan Jumlah Kebutuhan Air per Jiwa.....	IV – 75
Tabel 4.65.	Kebutuhan Air Baku Bulanan Kecamatan Tarakan Utara (100%) Penduduk.....	IV – 76
Tabel 4.66.	Kebutuhan Air Baku Bulanan Kecamatan Tarakan Utara (40%) Penduduk.....	IV – 76
Tabel 4.67.	Neraca Air Kecamatan Tarakan Utara dengan <i>Base Flow</i> .....	IV – 77
Tabel 4.68.	Neraca Air Kecamatan Tarakan Utara tanpa <i>Base Flow</i> .....	IV – 77
Tabel 4.69.	Tabel untuk Memperoleh Angka Satuan Sedimen di Daerah Aliran Sungai.....	IV – 80
Tabel 4.70.	Karakteristik Topografi Daerah Aliran Sungai.....	IV – 80
Tabel 4.71.	Perhitungan Volume Kehilangan Air karena Penguapan.....	IV – 84
Tabel 4.72.	Neraca Air Baku Kecamatan Tarakan Utara Sebelum ada Embung dengan <i>Base Flow</i> .....	IV – 87
Tabel 4.73.	Neraca Air Baku Kecamatan Tarakan Utara Sebelum ada Embung tanpa <i>Base Flow</i> .....	IV – 88
Tabel 4.74.	Neraca Air Baku Kecamatan Tarakan Utara Sesudah ada Embung dengan <i>Base Flow</i> .....	IV – 89
Tabel 4.75.	Neraca Air Baku Kecamatan Tarakan Utara Sesudah ada Embung tanpa <i>Base Flow</i> .....	IV – 90
Tabel 4.76.	Neraca Air Total Kecamatan Tarakan Utara Sesudah ada Embung dengan <i>Base Flow</i> .....	IV – 91
Tabel 4.77.	Neraca Air Total Kecamatan Tarakan Utara Sesudah ada Embung tanpa <i>Base Flow</i> .....	IV – 92
Tabel 4.78.	Perhitungan <i>Flood Routing</i> PMF.....	IV – 98
Tabel 4.79.	Perhitungan <i>Flood Routing</i> Periode Ulang 100 Tahun.....	IV – 100
Tabel 5.1.	Koefisien Gempa.....	V – 7
Tabel 5.2.	Percepatan Dasar Gempa.....	V – 7
Tabel 5.3.	Faktor Koreksi.....	V – 7
Tabel 5.4.	Tinggi Jagaan Embung Urugan.....	V – 9
Tabel 5.5.	Nilai Froude dengan Asumsi Kecepatan Aliran yang Berbeda di Titik B.....	V – 20
Tabel 5.6.	Peralatan dan Fasilitas Keamanan Embung.....	V – 25
Tabel 5.7.	Kemiringan Embung yang Dianjurkan.....	V – 26

Tabel 5.8.	<i>Flood Routing</i> Cofferdam Q 2 Tahunan Diameter Terowongan 1,2 m.....	V – 37
Tabel 5.9.	Perhitungan Gaya Dalam pada <i>Box Culvert</i> .....	V – 47
Tabel 5.10.	Perhitungan Debit Berdasarkan Prosentase Bukaannya.....	V – 52
Tabel 5.11.	Kondisi Perencanaan Teknis Material Urugan Sebagai Dasar Perhitungan.....	V – 57
Tabel 5.12.	Perhitungan Metode Irisan Bidang Luncur pada Kondisi Embung Baru Selesai Dibangun Bagian Hulu.....	V – 59
Tabel 5.13.	Perhitungan Metode Irisan Bidang Luncur pada Kondisi Embung Baru Selesai Dibangun Bagian Hilir.....	V – 60
Tabel 5.14.	Rekapitulasi Stabilitas Embung Terhadap Longsor.....	V – 69
Tabel 5.15.	Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri.....	V – 70
Tabel 5.16.	Perhitungan Gaya Akibat Gempa.....	V – 70
Tabel 5.17.	Perhitungan Tekanan Hidrostatik.....	V – 71
Tabel 5.18.	Perhitungan Gaya Hidrostatik Keadaan Muka Air Normal.....	V – 71
Tabel 5.19.	Perhitungan Tekanan Tanah.....	V – 72
Tabel 5.20.	Rekapitulasi Gaya pada Tubuh Pelimpah Keadaan Normal.....	V – 72
Tabel 5.21.	Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri.....	V – 76
Tabel 5.22.	Perhitungan Gaya Akibat Gempa.....	V – 77
Tabel 5.23.	Perhitungan Tekanan Hidrostatik.....	V – 77
Tabel 5.24.	Perhitungan Gaya Hidrostatik Keadaan Muka Air Normal.....	V – 77
Tabel 5.25.	Perhitungan Tekanan Tanah.....	V – 79
Tabel 5.26.	Rekapitulasi Gaya-gaya yang Bekerja pada Tubuh Pelimpah...	V – 79
Tabel 7.1.	Estimasi Biaya Terowongan Pengelak.....	VII – 3
Tabel 7.2.	Estimasi Biaya Bendung Pengelak.....	VII – 4
Tabel 7.3.	Total Biaya Bangunan Pengelak.....	VII – 4
Tabel 7.4.	Volume Pekerjaan.....	VII – 7
Tabel 7.5.	Harga Satuan Upah.....	VII – 9
Tabel 7.6.	Harga Satuan Biaya Sewa Peralatan.....	VII – 9
Tabel 7.7.	Harga Satuan Bahan.....	VII – 10
Tabel 7.8.	Analisa Harga Satuan Pekerjaan.....	VII – 11
Tabel 7.9.	Perhitungan RAB Embung Bengawan, Tarakan.....	VII – 27
Tabel 7.10.	Rekap Perhitungan RAB Embung Bengawan, Tarakan.....	VII – 28



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Pulau Tarakan Kalimantan Timur.....	I – 3
Gambar 1.2.	Lokasi Perencanaan Embung Bengawan.....	I – 4
Gambar 2.1.	Metode Poligon Thiessen.....	II – 3
Gambar 2.2.	Hubungan Nilai Km dengan Hujan Maksimum Rata-rata Tahunan.....	II – 12
Gambar 2.3.	Penyesuaian Xn dan Sn untuk Data Maksimum yang diamati..	II – 13
Gambar 2.4.	Sketsa Hidrograf Satuan Sintetik Gama I.....	II – 17
Gambar 2.5.	Sketsa Penetapan WF.....	II – 19
Gambar 2.6.	Sketsa Penetapan RUA.....	II – 19
Gambar 2.7.	Embung On Stream.....	II – 31
Gambar 2.8.	Embung Of Stream.....	II – 31
Gambar 2.9.	Embung Tipe Urugan.....	II – 32
Gambar 2.10.	Tipe-tipe Embung Beton.....	II – 32
Gambar 2.11.	Tinggi Embung.....	II – 35
Gambar 2.12.	Tinggi Jagaan pada Mercu Embung.....	II – 35
Gambar 2.13.	Grafik Perhitungan Tinggi Ombak Metode SMB.....	II – 37
Gambar 2.14.	Pembagian Zona Gempa di Indonesia.....	II – 38
Gambar 2.15.	Berat Bahan yang Terletak di Bawah Garis Depresi.....	II – 42
Gambar 2.16.	Gaya Tekanan Hidrostatik pada Bidang Luncur.....	II – 42
Gambar 2.17.	Skema Pembebanan yang Disebabkan oleh Tekanan Hidrostatik yang Bekerja pada Bidang Luncur.....	II – 43
Gambar 2.18.	Cara Menentukan Harga N dan T.....	II – 46
Gambar 2.19.	Skema Perhitungan Bidang Luncur dalam Kondisi Embung Penuh Air.....	II – 47
Gambar 2.20.	Garis Depresi pada Embung Homogen.....	II – 48
Gambar 2.21.	Grafik Hubungan antara Sudut Bidang Singgung ( $\alpha$ ) dengan $\frac{\Delta a}{a + \Delta a}$ .....	II – 49
Gambar 2.22.	Formasi Garis Depresi.....	II – 50
Gambar 2.23.	Saluran Pengarah Aliran dan Ambang Pengatur Debit pada Sebuah Pelimpah.....	II – 56
Gambar 2.24.	Penampang Memanjang Sebuah Pelimpah.....	II – 56
Gambar 2.25.	Skema Penampang Memanjang Saluran Peluncur.....	II – 57
Gambar 2.26.	Bentuk Kolam Olakan Datar Tipe I USBR.....	II – 60
Gambar 2.27.	Bentuk Kolam Olakan Datar Tipe II USBR.....	II – 60
Gambar 2.28.	Bentuk Kolam Olakan Datar Tipe III USBR.....	II – 61
Gambar 2.29.	Bentuk Kolam Olakan Datar Tipe IV USBR.....	II – 61
Gambar 2.30.	Komponen Bangunan Penyadap Tipe Sandar.....	II – 63

Gambar 2.31.	Skema Perhitungan untuk Lubang-lubang Penyadap.....	II – 64
Gambar 2.32.	Bangunan Penyadap Menara.....	II – 65
Gambar 2.33.	Tekanan Hidrostatik Air.....	II – 66
Gambar 4.1.	Peta DAS Embung Bengawan.....	IV – 2
Gambar 4.2.	Skema Penentuan Jumlah dan Pertemuan Sungai.....	IV – 12
Gambar 4.3.	Sketsa Penentuan Wu dan Wi.....	IV – 12
Gambar 4.4.	Sketsa Penentuan Au.....	IV – 13
Gambar 4.5.	Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Gama I.....	IV – 17
Gambar 4.6.	Hidrograf Banjir Rancangan.....	IV – 29
Gambar 4.7.	Perbandingan Q dengan Berbagai Metode.....	IV – 31
Gambar 4.8.	Penampang Melintang Sungai Alternatif 1.....	IV – 64
Gambar 4.9.	Penampang Melintang Sungai Alternatif 2.....	IV – 65
Gambar 4.10.	Penampang Melintang Sungai Alternatif 3.....	IV – 66
Gambar 4.11.	Hubungan Elevasi dengan Luas Genangan dan Volume Genangan Alternatif 1.....	IV – 71
Gambar 4.12.	Hubungan Elevasi dengan Luas Genangan dan Volume Genangan Alternatif 2.....	IV – 71
Gambar 4.13.	Hubungan Elevasi dengan Luas Genangan dan Volume Genangan Alternatif 3.....	IV – 72
Gambar 4.14.	Tampungan Embung Bengawan.....	IV – 73
Gambar 4.15.	Grafik Hubungan Volume Air Tersedia dan Volume Air Kebutuhan dengan <i>Base Flow</i> .....	IV – 78
Gambar 4.16.	Grafik Hubungan Volume Air Tersedia dan Volume Air Kebutuhan tanpa <i>Base Flow</i> .....	IV – 78
Gambar 4.17.	Penentuan Elevasi Dead Storage.....	IV – 82
Gambar 4.18.	Grafik Hubungan Volume Air Tersedia dan Volume Air Kebutuhan Setelah ada Embung dengan <i>Base Flow</i> .....	IV – 93
Gambar 4.19.	Grafik Hubungan Volume Air Tersedia dan Volume Air Kebutuhan Setelah ada Embung tanpa <i>Base Flow</i> .....	IV – 93
Gambar 4.20.	Grafik Perbandingan Volume Air Tersedia dan Volume Air Sebelum dan Setelah ada Embung dengan <i>Base Flow</i> .....	IV – 94
Gambar 4.21.	Grafik Perbandingan Volume Air Tersedia dan Volume Air Sebelum dan Setelah ada Embung tanpa <i>Base Flow</i> .....	IV – 94
Gambar 4.22.	Grafik Neraca Air Komulatif Sebelum ada Embung Bengawan dengan <i>Base Flow</i> .....	IV – 95
Gambar 4.23.	Grafik Neraca Air Komulatif Sebelum ada Embung Bengawan tanpa <i>Base Flow</i> .....	IV – 95
Gambar 4.24.	Grafik Neraca Air Komulatif Sesudah ada Embung Bengawan dengan <i>Base Flow</i> .....	IV – 96
Gambar 4.25.	Grafik Neraca Air Komulatif Sesudah ada Embung Bengawan tanpa <i>Base Flow</i> .....	IV – 96
Gambar 4.26.	Grafik <i>Flood Routing</i> PMF.....	IV – 99
Gambar 4.27.	Grafik <i>Flood Routing</i> Periode Ulang 100 Tahun.....	IV – 101
Gambar 5.1.	Tinggi Jagaan ( <i>Free Board</i> ).....	V – 2

Gambar 5.2.	Kondisi Banjir Abnormal.....	V – 3
Gambar 5.3.	Panjang Lintasan Ombak Efektif.....	V – 3
Gambar 5.4.	Grafik Perhitungan Tinggi Ombak dengan Metode SMB.....	V – 4
Gambar 5.5.	Pembagian Zona Gempa di Indonesia.....	V – 6
Gambar 5.6.	Gambar Elevasi NWL, HWL, dan Dead Storage Embung.....	V – 10
Gambar 5.7.	Saluran Pengarah Aliran dan Ambang Pengatur Debit pada Bangunan Pelimpah.....	V – 14
Gambar 5.8.	Saluran Pengarah Aliran dan Ambang Pengatur Debit pada Bangunan Pelimpah.....	V – 15
Gambar 5.9.	Penampang Memanjang Saluran Peluncur.....	V – 17
Gambar 5.10.	Skema Penampang Memanjang Aliran pada Saluran.....	V – 18
Gambar 5.11.	Potongan Memanjang <i>Spillway</i> .....	V – 19
Gambar 5.12.	Blok Muka dan Ambang Ujung Hilir Kolam Olakan.....	V – 22
Gambar 5.13.	Grafik untuk Perencanaan Ukuran Batu Kosong.....	V – 24
Gambar 5.14.	Gradasi Bahan yang Dapat Dipergunakan untuk Penimbunan Zona Kedap Air Embung Urugan Homogen.....	V – 27
Gambar 5.15.	Pelapisan Embung Urugan.....	V – 29
Gambar 5.16.	<i>Flood Routing</i> Cofferdam.....	V – 39
Gambar 5.17.	Grafik Hubungan Diameter Terowongan Pengelak dengan Elevasi Bendungan Pengelak.....	V – 40
Gambar 5.18.	Penampang Melintang <i>Box Culvert</i> .....	V – 42
Gambar 5.19.	Model Pembebanan pada <i>Box Culvert</i> .....	V – 47
Gambar 5.20.	Bidang Momen <i>Box Culvert</i> .....	V – 48
Gambar 5.21.	Komponen dari Bangunan Menara Penyadap.....	V – 51
Gambar 5.22.	Skema Pengaliran dalam Penyalur dalam Kondisi Pintu Terbuka 80 %.....	V – 53
Gambar 5.23.	Gaya Tekanan Air yang Terjadi pada Pintu.....	V – 55
Gambar 5.24.	Skema Tekanan Hidrolis dari Plat Baja yang Didukung oleh Balok-balok Cabang Vertikal.....	V – 56
Gambar 5.25.	Stabilitas Tubuh Embung Kondisi Baru Selesai Dibangun Bagian Hulu.....	V – 58
Gambar 5.26.	Stabilitas Tubuh Embung Kondisi Baru Selesai Dibangun Bagian Hilir.....	V – 60
Gambar 5.27.	Langkah 2 Analisis <i>Slope</i> Dengan <i>Geostudio 2007</i> .....	V – 61
Gambar 5.28.	Langkah 3 Analisis <i>Slope</i> Dengan <i>Geostudio 2007</i> .....	V – 61
Gambar 5.29.	Langkah 4 Analisis <i>Slope</i> Dengan <i>Geostudio 2007</i> .....	V – 62
Gambar 5.30.	Langkah 5 Analisis <i>Slope</i> Dengan <i>Geostudio 2007</i> .....	V – 63
Gambar 5.31.	Langkah 6 Analisis <i>Slope</i> Dengan <i>Geostudio 2007</i> .....	V – 63
Gambar 5.32.	Langkah 7 Analisis <i>Slope</i> Dengan <i>Geostudio 2007</i> .....	V – 64
Gambar 5.33.	Langkah 8 Analisis <i>Slope</i> Dengan <i>Geostudio 2007</i> .....	V – 64
Gambar 5.34.	Hasil Analisis Embung Bagian Hulu.....	V – 65
Gambar 5.35.	Hasil Analisis Tubuh Embung 1 Bagian Hulu.....	V – 66
Gambar 5.36.	Hasil Analisis Tubuh Embung 1 Bagian Hilir.....	V – 66

Gambar 5.37.	Hasil Analisis Tubuh Embung 2 Bagian Hulu.....	V – 67
Gambar 5.38.	Hasil Analisis Tubuh Embung 2 Bagian Hilir.....	V – 67
Gambar 5.39.	Hasil Analisis Tubuh Embung 3 Bagian Hulu.....	V – 68
Gambar 5.40.	Hasil Analisis Tubuh Embung 3 Bagian Hilir.....	V – 68
Gambar 5.41.	<i>Spillway</i> dalam Kondisi Normal.....	V – 69
Gambar 5.42.	Diagram Kondisi Air Normal.....	V – 69
Gambar 5.43.	<i>Spillway</i> dalam Kondisi Air Banjir.....	V – 76
Gambar 5.44.	Diagram Kondisi Air Banjir.....	V – 76
Gambar 7.1.	Grafik Hubungan Biaya Terowongan Pengelak dengan Biaya Bangunan Pengelak Secara Keseluruhan.....	VII – 4