

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN FASILITAS PLTA**  
**EMBUNG GODO DI KABUPATEN PATI**

*(Facility Power Station of Water Power Design for  
Godo Small Dam at Pati Regency)*

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Akademis  
Dalam Menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana (Strata-I)  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Disusun Oleh :

**AHMAD ZAIDI** NIM. L2A 301 002  
**ARLINGGA MARDI W.P** NIM. L2A 301 005

Disetujui Pada :

Hari :  
Tanggal : 2006

Disetujui,  
Dosen Pembimbing I

Disetujui,  
Dosen Pembimbing II

Ir. Hj. Sri Ekowahyuni, MS  
NIP. 130 898 929

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

Mengetahui,  
Ketua Pelaksana Program S1 Ekstensi  
Jurusan Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro

Ir. Moga Narayudha, SPI  
NIP. 130 810 731

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul Perencanaan Fasilitas PLTA Embung Godo Di Kabupaten Pati dengan lancar tanpa ada hambatan yang cukup berarti.

Laporan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi strata-1 dan menempuh ujian sarjana di Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Diponegoro Semarang.

Selama masa tersusunnya laporan Tugas Akhir, kami mendapat banyak dukungan dari berbagai pihak terkait. Oleh karena itu pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Bambang Pujiyanto, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Ir. Moga Narayudha, SP1, selaku Ketua Pelaksana Program Ekstensi Teknik Sipil Universitas Diponegoro.
3. Ir. Slamet Hargono, Dipl.Ing., selaku Sekretaris Pelaksana Program Teknik Sipil Ekstensi Universitas Diponegoro.
4. Ir. Hj. Sri Ekowahyuni, MS., selaku Dosen Pembimbing I Laporan Tugas Akhir.
5. Dyah Ari W, ST, MT., selaku Dosen Pembimbing II Laporan Tugas Akhir.
6. Ir. Frida Kistiani., selaku Dosen Wali.
7. Bapak, Ibu dan Adik tercinta serta keluarga yang telah memberikan doa serta dukungan moral dan material hingga terselesainya Laporan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman angkatan 2001 Teknik Sipil Universitas Diponegoro yang telah memberikan motivasi dan bantuan dalam penyelesaian laporan ini.
9. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan yang telah membantu terselesainya Laporan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari akan keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki, sehingga dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir masih banyak

---

kekurangannya. Oleh karena itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan rekan-rekan mahasiswa pada umumnya.

Semarang, Oktober 2006

Penulis



---



---

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	I-1
1.1. Tinjauan Umum .....	I-1
1.2. Latar Belakang .....	I-2
1.3. Maksud dan Tujuan .....	I-3
1.4. Ruang Lingkup Pembahasan .....	I-4
1.5. Lokasi .....	I-4
1.6. Sistematika Penulisan .....	I-5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	II-1
2.1. Tinjauan Umum .....	II-1
2.2. Analisis Hidrologi .....	II-1
2.2.1. Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata DTA .....	II-1
2.2.2. Perhitungan Parameter Statistik .....	II-7
2.2.3. Penentuan Jenis Distribusi Data .....	II-9
2.2.4. Perhitungan Curah Hujan Rencana .....	II-13
2.2.5. Perhitungan Intensitas Curah Hujan .....	II-20
2.2.6. Perhitungan Debit Banjir Rencana .....	II-22
2.3. Perhitungan Volume Embung .....	II-33
2.3.1. Perhitungan Angkutan Sedimen .....	II-33
2.3.2. Perhitungan Hubungan Elevasi - Luas Genangan - Volume Embung .....	II-36
2.3.3. Perhitungan Volume <i>Storage</i> .....	II-36
2.3.3.1. Volume <i>Dead Storage</i> .....	II-36
2.3.3.2. Volume <i>Efektive Storage</i> .....	II-36

2.3.4. Penelusuran Banjir ( <i>Flood Routing</i> ) .....	II-37
2.4. Simulasi Pemanfaatan Air .....	II-40
2.4.1. Perhitungan Simulasi Air Embung .....	II-40
2.4.2. Perhitungan Debit Andalan .....	II-40
2.4.3. Volume Kehilangan Air oleh Penguapan .....	II-50
2.4.4. Volume Kehilangan Air oleh Rembesan .....	II-50
2.4.5. Kebutuhan Air Baku .....	II-51
2.4.5.1. Standar Kebutuhan Air .....	II-51
2.4.5.2. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih .....	II-53
2.5. Perhitungan Tinggi Terjun ( <i>Head</i> ) .....	II-54
2.6. Kehilangan Energi ( <i>Head Loss</i> ) .....	II-55
2.7. Daya Yang Dihasilkan PLTA .....	II-56
2.7.1. Analisis Jenis PLTA .....	II-56
2.7.2. Klasifikasi PLTA .....	II-57
2.7.3. Macam daya yang dihasilkan .....	II-57
2.7.4. Perhitungan Daya .....	II-57
2.7.5. Perhitungan tenaga yang dibangkitkan .....	II-59
2.8. Perhitungan Pipa Pesat ( <i>Penstock</i> ) .....	II-59
2.9. Instalasi Pengatur Air .....	II-62
2.10. Saluran Pembuangan ( <i>Tail Race</i> ) .....	II-63
2.11. Pipa Hisap ( <i>Draft Tube</i> ) .....	II-64
<b>BAB III METODOLOGI</b> .....	III-1
3.1. Tinjauan Umum .....	III-1
3.2. Pengumpulan Data .....	III-1
3.3. Langkah Penyusunan .....	III-2
<b>BAB IV ANALISIS DATA</b> .....	IV-1
4.1. Tinjauan Umum .....	IV-1
4.2. Analisis Hidrologi .....	IV-1
4.2.1. Daerah Tangkapan Air (DTA) Embung Godo .....	IV-1
4.2.2. Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata DTA .....	IV-2
4.2.3. Perhitungan Parameter Statistik .....	IV-4

4.2.4.	Uji Keselarasan Metode <i>Chi Square</i> .....	IV-8
4.2.5.	Kesimpulan Analisis Data Curah Hujan .....	IV-11
4.2.6.	Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode <i>Log Pearson Tipe III</i> .....	IV-11
4.2.7.	Perhitungan Intensitas Curah Hujan .....	IV-12
4.2.8.	Perhitungan Debit Banjir Rencana .....	IV-14
4.2.8.1.	Metode <i>Haspers</i> .....	IV-14
4.2.8.2.	Metode <i>Rational</i> .....	IV-16
4.2.8.3.	Metode <i>Der Waduwen</i> .....	IV-14
4.2.8.4.	Metode Analisis <i>Hidrograf Satuan Sintetik</i> <i>Gama I</i> .....	IV-21
4.2.8.5.	<i>Passing Capacity</i> .....	IV-46
4.2.8.6.	Kesimpulan Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana .....	IV-47
4.2.9.	Perhitungan Debit Andalan .....	IV-14
4.3.	Perhitungan Angkutan Sedimen .....	IV-54
4.4.	Perhitungan Volume Embung .....	IV-56
4.4.1.	Perhitungan Hubungan Elevasi - Luas Genangan - Volume Embung .....	IV-56
4.4.2.	Perhitungan Volume <i>Storage</i> .....	IV-58
2.3.3.1.	Volume <i>Dead Storage</i> .....	IV-58
2.3.3.2.	Volume <i>Efektive Storage</i> .....	IV-59
4.4.3.	Penelusuran Banjir ( <i>Flood Routing</i> ) .....	IV-59
4.4.4.	Elevasi Muka Air Embung .....	IV-59
4.5.	Analisis Kebutuhan Air .....	IV-63
4.5.1.	Debit Rencana PLTA .....	IV-63
4.5.2.	Kebutuhan Air Baku .....	IV-65
4.5.3.	Volume Kehilangan Air oleh Penguapan .....	IV-67
4.5.4.	Volume Kehilangan Air oleh Rembesan .....	IV-68
<b>BAB V</b>	<b>PERENCANAAN BANGUNAN FASILITAS PLTA</b> .....	V-1
5.1.	Tinjauan Umum .....	V-1

5.2. Perencanaan Pipa Pesat ( <i>Penstock</i> ) .....	V-3
5.2.1. Dimensi Pipa Pesat .....	V-3
5.2.2. Stabilitas Pipa Pesat .....	V-4
5.3. Perencanaan Turbin .....	V-6
5.3.1. Tinggi Terjun ( <i>Head</i> ) .....	V-6
5.3.2. Kehilangan Tinggi Terjun ( <i>Head Loss</i> ) .....	V-6
5.3.3. Tinggi Terjun Bersih ( <i>Net Head</i> ) .....	V-8
5.3.4. Turbin .....	V-9
5.3.5. Pemilihan Tipe Turbin .....	V-12
5.4. Generator .....	V-13
5.4.1. Jenis dan Tipe Generator .....	V-13
5.4.2. Berat Generator .....	V-14
5.4.3. Daya yang Dihasilkan PLTA .....	V-14
5.5. <i>Power House</i> .....	V-14
5.6. Saluran Pembuangan ( <i>Tail Race</i> ) .....	V-15
5.7. Perencanaan Pintu Pengatur .....	V-16
5.7.1. Dimensi Profil Horisontal Dan Vertikal Pada Pintu .....	V-16
5.7.2. Dimensi Stang Ulir .....	V-20
5.7.3. <i>Sponning</i> .....	V-21
<b>BAB VI RENCANA ANGGARAN BIAYA</b> .....	VI-1
6.1. Perhitungan Volume Pekerjaan .....	VI-1
6.2. Daftar Harga Satuan Bahan Dan Upah .....	VI-3
6.3. Analisa Harga Satuan .....	VI-4
6.4. Daftar Harga Satuan Pekerjaan .....	VI-8
6.5. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya .....	VI-10
6.6. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya .....	VI-12
<b>BAB VII RENCANA KERJA DAN SYARAT-SYARAT</b> .....	VII-1
7.1. Syarat-Syarat Umum .....	VII-1
7.2. Syarat-Syarat Administrasi .....	VII-16
7.3. Syarat-Syarat Dan Ketentuan Teknis .....	VII-23

---

7.4. <i>Net Work Planning</i> (NWP) .....	VII-76
7.5. Time Schedule .....	VII-77
7.6. Diagram Tenaga Kerja .....	VII-78
<b>BAB VIII PENUTUP</b> .....	<b>VIII-1</b>
8.1. Kesimpulan .....	VIII-1
8.2. Saran .....	VIII-2
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>xv</b>
<b>LAMPIRAN-LAMNPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>





---



---

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar I-1	Peta Lokasi Studi .....	I-4
Gambar II-1	Sketsa Stasiun Curah Hujan Cara Rata-Rata Aljabar .....	II-2
Gambar II-2	Pembagian Daerah Pengaruh Metode Poligon <i>Thiessen</i> ....	II-3
Gambar II-3	Daerah Pengaruh Pada Metode <i>Isohyet</i> .....	II-5
Gambar II-4	Sketsa Hidrograf Satuan Sintetik .....	II-28
Gambar II-5	Sketsa Penetapan Panjang Dan Tingkat Sungai .....	II-29
Gambar II-6	Sketsa Penetapan RUA .....	II-30
Gambar II-7	Penampang Melintang Sungai Dibagi Menjadi Beberapa Bagian .....	II-31
Gambar II-8	Penampang Melintang Sungai Penampang Trapezium .....	II-32
Gambar II-9	Skema Perjalanan Air Hingga Menjadi Tenaga Listrik .....	II-57
Gambar III-1	Diagram Alir Rencana Kerja Tugas Akhir .....	III-3
Gambar IV-1	Penetapan DTA Embung Godo .....	IV-1
Gambar IV-2	Lokasi Stasiun Pengamatan Curah Hujan .....	IV-2
Gambar IV-3	Sketsa Penetapan WF Dan RUA .....	IV-22
Gambar IV-4	Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gama I .....	IV-27
Gambar IV-5	Penampang Sungai Tambar/Godo .....	IV-46
Gambar IV-6	Hidrograf Banjir Rencana Periode Ulang (T) 1000 Tahun .....	IV-48
Gambar IV-7	Grafik Hubungan Elevasi - Volume Embung - Luas Genangan Embung .....	IV-58
Gambar IV-8	Grafik Q Rencana Pemakaian PLTA .....	IV-64
Gambar V-1	Dimensi Pintu Air .....	V-16
Gambar VII-1	Bagian Depan Sampul Penawaran .....	VII-5
Gambar VII-2	Bagian Belakang Sampul Penawaran .....	VII-6

---



---

**DAFTAR TABEL**

Tabel II-1.	Syarat Distribusi Data .....	II-9
Tabel II-2.	Nilai Kritis Untuk Distribusi <i>Chi-Square</i> .....	II-11
Tabel II-3.	Nilai $\Delta$ Kritis Untuk Uji Keselarasan <i>Sminov</i> <i>Kolmogorof</i> .....	II-12
Tabel II-4.	Nilai <i>Variable Reduksi Gauss</i> (k) .....	II-13
Tabel II-5.	<i>Reduced Mean</i> ( $Y_n$ ) .....	II-15
Tabel II-6.	<i>Reduced Standard Deviation</i> ( $S_n$ ) .....	II-15
Tabel II-7.	<i>Reduced Variate</i> (YT) .....	II-16
Tabel II-8.	Harga k Untuk Distribusi <i>Log Pearson Tipe III</i> .....	II-18
Tabel II-9.	Faktor Frekuensi k Untuk Distribusi <i>Log Normal 3</i> Parameter .....	II-19
Tabel II-10a.	Harga Koefisien Limpasan ( <i>Run Off</i> ) .....	II-24
Tabel II-10b.	Rumus-Rumus Koefisien Limpasan (Koefisien Pengaliran) .....	II-25
Tabel II-11.	Nilai Koefisien <i>Manning</i> (n) Untuk Berbagai Bahan .....	II-33
Tabel II-12a.	Tabel Untuk Memperoleh Angka Satuan Sedimen di Daerah Tangkapan Air .....	II-34
Tabel II-12b.	Karakteristik Topografi Daerah Tangkapan Air .....	II-35
Tabel IV-13.	Contoh Bentuk Perhitungan Penelusuran Banjir ( <i>Flood</i> <i>Routing</i> ) .....	II-39
Tabel II- 14a.	Koefisien Suhu (tabel 1a – b) .....	II-44
Tabel II- 14b.	Koefisien Suhu (tabel 1a – b) .....	II-45
Tabel II- 14c.	Tekanan Udara (tabel 1a – b) .....	II-45
Tabel II- 14d.	Koefisien Tekanan Udara (tabel 1a – b) .....	II-46
Tabel II- 14e.	Koefisien Tekanan Udara Dan Angin (tabel Penman 2)....	II-46
Tabel II- 14f.	Koefisien Angin (tabel Penman 3) .....	II-47
Tabel II- 14g.	Tekanan Udara (tabel Penman 4) .....	II-47
Tabel II- 14h.	Koefisien Radiasi Matahari (tabel Penman 5) .....	II-48
Tabel II-15a.	Kategori Kebutuhan Air Non Domestik .....	II-52

Tabel II-15b.	Kebutuhan Air Non Domestik Kota Kategori I, II, III Dan IV .....	II-52
Tabel II-15c.	Kebutuhan Air Bersih Kategori V .....	II-53
Tabel II-15d.	Kebutuhan Air Bersih Domestik Kategori Lain .....	II-53
Tabel IV-1a.	Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Kedunglo...	IV-3
Tabel IV-1b.	Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Kedunglo Yang Dipakai .....	IV-4
Tabel IV-2.	Perhitungan Parameter Statistik .....	IV-4
Tabel IV-3.	Perhitungan Parameter Uji Distribusi Statistik Dalam <i>Log</i> .....	IV-6
Tabel IV-4.	Hasil Uji Distribusi Statistik .....	IV-7
Tabel IV-5.	Data Pengamatan Yang Diurutkan Dari Besar Ke Kecil .....	IV-9
Tabel IV-6.	Nilai kritis Untuk Uji <i>Chi-Square</i> .....	IV-10
Tabel IV-7.	Perhitungan $X^2$ .....	IV-10
Tabel IV-8.	Harga k Untuk Distribusi <i>Log Pearson Tipe III</i> .....	IV-11
Tabel IV-9.	Hasil Perhitungan Curah Hujan .....	IV-12
Tabel IV-10.	Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan .....	IV-13
Tabel IV-11.	Hasil Perhitungan Debit Banjir dengan Metode <i>Haspers...</i>	IV-15
Tabel IV-12.	Hasil Perhitungan Debit Banjir dengan Metode <i>Rasional...</i>	IV-17
Tabel IV-13.	Perhitungan <i>Trial Errorr</i> dengan Metode <i>Der Weduwen....</i>	IV-19
Tabel IV-14.	Hasil Perhitungan Debit Banjir dengan Metode <i>Der Weduwen</i> .....	IV-21
Tabel IV-15.	Parameter <i>Hidrograf Satuan Gama-1</i> .....	IV-24
Tabel IV-16.	Hasil Perhitungan <i>Infiltrasi</i> .....	IV-25
Tabel IV-17.	Hasil Perhitungan <i>Qt</i> .....	IV-26
Tabel IV-18.	Perhitungan Hujan Efektif Tiap Jam Pada Periode Ulang (T) Tahun .....	IV-28
Tabel IV-19a.	Perhitungan <i>Unit Hidrograf Satuan Sintetik Gama-I T=2</i> Tahun .....	IV-37

Tabel IV-19b.	Perhitungan <i>Unit Hidrograf Satuan Sintetik Gama-I</i> T=5 Tahun .....	IV-38
Tabel IV-19c.	Perhitungan <i>Unit Hidrograf Satuan Sintetik Gama-I</i> T=10 Tahun .....	IV-39
Tabel IV-19d.	Perhitungan <i>Unit Hidrograf Satuan Sintetik Gama-I</i> T=25 Tahun .....	IV-40
Tabel IV-19e.	Perhitungan <i>Unit Hidrograf Satuan Sintetik Gama-I</i> T=50 Tahun .....	IV-41
Tabel IV-19f.	Perhitungan <i>Unit Hidrograf Satuan Sintetik Gama-I</i> T=100 Tahun .....	IV-42
Tabel IV-19g.	Perhitungan <i>Unit Hidrograf Satuan Sintetik Gama-I</i> T=200 Tahun .....	IV-43
Tabel IV-19h.	Perhitungan <i>Unit Hidrograf Satuan Sintetik Gama-I</i> T=1000 Tahun .....	IV-44
Tabel IV-20.	Rekapitulasi <i>Unit Hidrograf Satuan Sintetik (UHSS) Gama-I</i> Berdasarkan Periode Ulang .....	IV-45
Tabel IV-21.	Perbandingan Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana ....	IV-47
Tabel IV-22.	Data Curah Hujan Rata-Rata Bulanan .....	IV-49
Tabel IV-23.	Data Hari Hujan Rata-Rata Bulanan Yang Terjadi .....	IV-49
Tabel IV-24.	Data Curah Hujan Rata-Rata Bulanan Yang Telah Diurutkan .....	IV-50
Tabel IV-25.	Data Klimatologi Daerah Proyek Dari Stasiun Rendole Pati .....	IV-51
Tabel IV-26.	Perhitungan Angka Evaporasi .....	IV-52
Tabel IV-27.	Perhitungan Debit Andalan .....	IV-53
Tabel IV-28a.	Tabel Untuk Memperoleh Angka Satuan Sedimen Di Daerah Tangkapan Air (DTA) .....	IV-54
Tabel IV-28b.	Karakteristik Topografi Daerah Tangkapan Air .....	IV-55
Tabel IV-29.	Perhitungan Hubungan Elevasi Terhadap Luas Genangan Dan Volume Embung .....	IV-57
Tabel IV-30.	Perhitungan Penelusuran Banjir ( <i>Flood Routing</i> ) .....	IV-60

Tabel IV-31.	Data Debit Andalan .....	IV-63
Tabel IV-32.	Debit Rencana Pemakaian PLTA .....	IV-64
Tabel IV-33.	Jumlah Penduduk Daerah Manfaat Air Baku .....	IV-65
Tabel IV-34.	Jumlah Kebutuhan Air Baku .....	IV-66
Tabel IV-39.	Perhitungan Volume Kehilangan Air Akibat Penguapan/ Evaporasi .....	IV-69
Tabel IV-40.	Simulasi Pemanfaatan Air Embung Godo .....	IV-70
Tabel VI-1.	Perhitungan Volume Pekerjaan .....	VI-1
Tabel VI-2.	Daftar Harga Satuan Bahan Dan Upah .....	VI-3
Tabel VI-3.	Analisa Harga Satuan .....	VI-4
Tabel VI-4.	Daftar Harga Satuan Pekerjaan .....	VI-8
Tabel VI-5.	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya .....	VI-10
Tabel VI-6.	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya .....	VI-12
Tabel VII-1.	Mutu Beton .....	VII-46
Tabel VII-2..	Persyaratan Gradasi Agregat .....	VII-49
Tabel VII-3.	Sifat Agregat Beton .....	VII-51

