

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN DAN DISAIN  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO  
SALURAN TAPEN KABUPATEN BANJARNEGARA  
JAWATENGAH**



**Disusun Oleh :**

**ANANTO SUDRAJAD**

**2002 011 0013**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2008**

# LEMBAR PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR PERENCANAAN DAN DISAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO SALURAN TAPEN KABUPATEN BANJARNEGARA JAWATENGAH

Disusun Oleh :

Ananto Sudrajad

2002 011 0013

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar sarjana  
Strata-1 (S-1) di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

**Surva Budi Lesmana, ST., MT**

Dosen Pembimbing I / Ketua Tim Penguji



Tanggal : 29.01.08

**Ir. H. Purwanto**

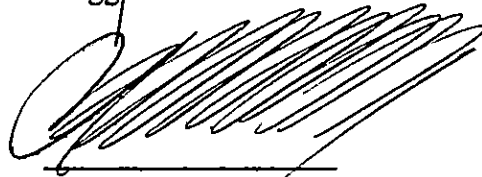
Dosen Pembimbing II / Anggota Tim Penguji



Tanggal : 24.01.08

**Ir. M. Riang Endarto Bs., Ms**

Anggota Tim Penguji II merangkap Sekretaris



Tanggal : 24-1-08

*"Tanpa pengetahuan, akal akan menjadi seperti orang miskin yang tak mempunyai rumah. Dan pengetahuan tanpa akal seperti sebuah rumah yang tak dirawat"*  
(Kahlil Gibran)

*"Jidup ini sesungguhnya menyengangkan kalau kita dapat menyembangkannya antara akal sehat dan keimanan"*  
(Mohammad Wastu)

*"Jangan khawatir kegagalan yang mungkin terjadi, tetapi khawatirlah kesempatan yang hilang ketika engkau sama sekali tidak mencobanya. Karena kegagalan adalah kesuksesan yang tertunda-tunda"*  
(Henry Gray)

*"Ilmu itu lebih baik daripada harta, ilmu akan menyagamu, sedangkan harta harus engkau jaga. Harta kita akan terfiks habis, dan penumpuk harta akan lenyap bersamaan dengan habisnya kekayaan"*  
(H. R. Ali Bin Abi Thalib r.a)

## **PERSEMBAHAN**

Dengan tidak mengurangi rasa hormat, cinta, kasih sayang, jasa dan pengorbanan orang-orang di sekitar, maka Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada:

1. Kedua orang tuaku. Terima kasih atas do'a dan dukungan yang telah diberikan sehingga penyusun dapat menyelesaikan studi dengan baik.
2. Kepada Jurusan Teknik Sipil UMY, semoga laporan ini dapat dimanfaatkan sebaik mungkin.

## KATA PENGANTAR



الشكر لله وحده  
والحمد لله وحده  
والصلاة والسلام  
على من لا نبي بعده

Puji Syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penelitian beserta laporannya. Sholawat serta salam senantiasa kami curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan sahabat – sahabatnya yang telah membawa kita dari alam kebodohan menuju alam yang penuh ilmu pengetahuan seperti sekarang ini.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan dan Disain Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Saluran Tapen Kabupaten Banjarnegara Jawa Tengah” dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan studi sarjana pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Laporan ini disusun berdasarkan hasil penelitian di lapangan dan analisis.

Selama melakukan penelitian di lapangan dan penyusunan laporan ini, penyusun banyak menerima bantuan, bimbingan, pengarahan dan saran – saran dari banyak pihak. Pada kesempatan kali ini penyusun ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Nikmat, Rahmat dan Hidayah-Nya.
2. Bapak Ir. Wahyu Widodo, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Ir. Gendut Hantoro, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Surya Budi Lesmana, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing I. Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama proses penyusunan laporan ini.

5. Bapak Ir. H. Purwanto, selaku Dosen Pembimbing II. Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahannya dan bimbingan selama penyusunan melakukan penelitian di lapangan dan proses penyusunan laporan ini.
6. Bapak Ir. M. Riang Endarto Bs., Ms., selaku Dosen Penguji.
7. Segenap Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah banyak memberikan ilmunya.
8. Staf dan karyawan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
9. Kedua orang tua beserta keluarga besar Wonojoyo bin Wonotani yang selalu memberikan dukungan serta do'a tanpa henti – hentinya. Semua itu diberikan untuk kesuksesan anak – anaknya.
10. Rekan satu tim (Topik, Ilham dan Rhino). Yang banyak melewati suka duka bersama, terima kasih atas dukungan dan bantuannya.
11. Rekan-rekan yang bekerja di PUSPER (Anggi, Juta, Shiska, Saibun, dan Sulis Banjarnegara). Terima kasih atas bantuannya.
12. Sahabatku Herawan dan keluarga. Terima kasih atas dukungannya.
13. Teman-teman jurusan teknik sipil dari angk. '99 sampai '07 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Terima kasih atas dukungan dan doanya.

Penyusun menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih mempunyai banyak kekurangan dan kesalahan baik isi, materi maupun teknik penulisannya, dan penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Akhir kata, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, khususnya di bidang teknik sipil.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, Januari 2008

**Ananto Sudrajad**

**2002 011 0013**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
MOTTO .....	iii
PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Pengantar.....	1
B. Latar Belakang .....	3
C. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian .....	6
E. Batasan Masalah.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Pengertian Mikrohidro .....	8
B. Hidrologi Umum .....	10
1. Umum.....	10
2. Hidrologi dan Hidrometeorologi.....	11
3. Cabang-cabang hidrologi .....	11
4. Daur hidrologi sebagai suatu sistem .....	12
5. Persamaan hidrologis .....	13
C. Limpasan dan Aliran Sungai.....	18
1. Proses limpasan.....	18
2. Analisis aliran sungai .....	21
D. Prinsip Kerja PLTMH.....	21

### BAB III LANDASAN TEORI

A. Penelitian Terdahulu .....	23
B. Perencanaan Proyek PLTMH.....	24
1. Tinjauan umum .....	24
2. Studi kelayakan .....	25
3. Survei lapangan dan pengumpulan data.....	29
4. Investigasi .....	45
5. Rencana pengembangan.....	50
C. Perancangan Proyek PLTMH .....	61
1. Kriteria dasar perancangan.....	61

### BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian.....	117
B. Sumber Data.....	117
C. Pelaksanaan Perencanaan.....	118

### BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Data .....	120
1. Data <i>head</i> / ketinggian vertikal .....	120
2. Data dimensi saluran irigasi dan <i>debit</i> saluran.....	120
B. Analisis.....	124
1. Perhitungan <i>debit</i> .....	124
2. Perhitungan kapasitas <i>output</i> .....	126
3. Perhitungan bangunan sipil.....	127
4. Perhitungan elektrikal – mekanikal.....	135

### BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan .....	136
B. Saran.....	137

DAFTAR PUSTAKA .....	138
----------------------	-----

LAMPIRAN.....	129
---------------	-----



## DAFTAR TABEL

Tabel	3.1.	Klasifikasi kapasitas disain.....	52
Tabel	3.2.	Lapisan saluran pembawa.....	77
Tabel	3.3.	Material pipa pesat 1.....	85
Tabel	3.4.	Material pipa pesat 2.....	85
Tabel	3.5.	Ciri-ciri mesin hidrolis .....	100
Tabel	3.6.	Daerah operasi turbin.....	107
Tabel	3.7.	Kecepatan spesifik turbin air .....	108
Tabel	3.8.	Formula estimasi perhitungan kecepatan spesifik turbin.....	109
Tabel	3.9.	Putaran generator sinkron ( <i>rpm</i> ).....	111
Tabel	5.1.	Data kedalaman saluran irigasi.....	121
Tabel	5.2.	Data kecepatan air.....	122
Tabel	5.3.	Tabel data <i>conductivity</i> menggunakan alat <i>salt dilution</i> .....	123
Tabel	5.4.	<i>Conversion factor</i> k pada suhu °C .....	123
Tabel	5.5.	Hasil perhitungan dengan metode <i>current meter</i> .....	124
Tabel	5.6.	Hasil perhitungan dengan metode <i>salt dilution</i> .....	124

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Skala Ekonomi dari Mikro-Hidro (berdasarkan data tahun 1985).....	10
Gambar 2.2.	Peredaran air sebagai suatu sistem.....	12
Gambar 2.3.	Siklus hidrologi.....	13
Gambar 2.4.	Aliran menuju alur sungai .....	20
Gambar 2.5.	Sistem curah hujan - limpasan .....	20
Gambar 3.1.	Kurva pada analisa dan perencanaan.....	29
Gambar 3.2.	Pengukuran jarak pada metode <i>carpenter' level</i> .....	34
Gambar 3.3.	Pengukuran jarak pada metode selang air/ <i>waterpass</i> .....	35
Gambar 3.4.	Pengukuran jarak pada metode <i>clinometer</i> .....	35
Gambar 3.5.	Pengukuran jarak pada metode <i>auto set level</i> .....	35
Gambar 3.6.	Pengukuran jarak pada metode <i>angular leveling</i> .....	36
Gambar 3.7.	<i>Theodolit</i> .....	36
Gambar 3.8.	<i>Barometric</i> .....	36
Gambar 3.9.	Pengukuran jarak pada metode <i>stepping</i> .....	37
Gambar 3.10.	Pengukuran jarak tidak langsung menggunakan <i>clinometer</i> pada metode <i>abney level</i> .....	37
Gambar 3.11.	Pengukuran jarak tidak langsung pada metode <i>dumpy level</i> .....	37
Gambar 3.12.	Pengukuran jarak pada metode <i>orthogonal surveying</i> .....	38
Gambar 3.13.	Pengukuran jarak pada metode <i>traversing</i> .....	38
Gambar 3.14.	Pengukuran jarak pada metode <i>cross sections</i> .....	38
Gambar 3.15.	Pengukuran <i>debit</i> pada metode bendung .....	39
Gambar 3.16.	Pengukuran <i>debit</i> pada metode <i>bucket</i> .....	39
Gambar 3.17.	Pengukuran <i>debit</i> pada metode <i>float</i> .....	39
Gambar 3.18.	Pengukuran <i>debit</i> menggunakan <i>current meter</i> .....	40
Gambar 3.19.	Pengukuran <i>debit</i> pada metode <i>salt dilution</i> .....	40
Gambar 3.20.	Skema <i>debit</i> pada metode <i>salt dilution</i> .....	40
Gambar 3.21.	Contoh grafik <i>hidrograf</i> .....	41

Gambar 3.22.	Contoh grafik <i>flow duration curve</i> .....	41
Gambar 3.23.	Contoh <i>catchment area</i> .....	41
Gambar 3.24.	Contoh grafik hubungan antara <i>debit</i> dan luas daerah tangkapan.....	42
Gambar 3.25.	Contoh grafik hubungan antara persediaan dan permintaan daya.....	43
Gambar 3.26.	Contoh grafik hubungan antara <i>debit</i> dan persentase tahunan.....	44
Gambar 3.27.	Contoh peta geologi.....	46
Gambar 3.28.	Bendung sungai dengan <i>head</i> rendah .....	54
Gambar 3.29.	<i>Head</i> rendah dengan saluran pengalih.....	54
Gambar 3.30.	<i>Head</i> tinggi tanpa saluran pembawa.....	54
Gambar 3.31.	<i>Head</i> tinggi dengan saluran pembawa.....	54
Gambar 3.32.	Tipe <i>run-of-the-river</i> .....	55
Gambar 3.33.	Sistem penampungan .....	56
Gambar 3.34.	Instalasi PLTMH pada daerah pegunungan.....	57
Gambar 3.35.	Bangunan pengambilan .....	62
Gambar 3.36.	Bangunan pengambilan 2 .....	64
Gambar 3.37.	<i>Layout</i> bangunan pengambilan .....	67
Gambar 3.38.	Tipikal <i>layout intake</i> sisi.....	68
Gambar 3.39.	Tipikal <i>layout</i> bendung <i>tyrolean</i> .....	69
Gambar 3.40.	Grafik kecepatan turun butir .....	69
Gambar 3.41.	Tipikal <i>layout</i> bak pengendap pasir .....	72
Gambar 3.42.	Penampang melintang bak pengendap pasir.....	72
Gambar 3.43.	Penampang memanjang bak pengendap pasir .....	73
Gambar 3.44.	<i>Terminology of a typical intake with sand trap</i> .....	73
Gambar 3.45.	Saluran pembawa.....	75
Gambar 3.46.	Saluran pembawa pipa bertekanan rendah .....	78
Gambar 3.47.	Bak penenang.....	79
Gambar 3.48.	Hubungan biaya tahunan dan diameter optimum .....	84
Gambar 3.49.	Pipa pesat .....	86

Gambar 3.50.	Bebannya adalah sebuah penggergajian kayu .....	88
Gambar 3.51.	Rumah pembangkit .....	91
Gambar 3.52.	Potongan rumah pembangkit .....	92
Gambar 3.53.	Denah rumah pembangkit.....	92
Gambar 3.54.	Saringan .....	93
Gambar 3.55.	Turbin <i>Impuls</i> .....	95
Gambar 3.56.	Turbin <i>Reaksi</i> .....	96
Gambar 3.57.	Tinggi $H_{netto}$ pada turbin <i>reaksi</i> .....	96
Gambar 3.58.	Tinggi $H_{netto}$ pada turbin <i>impuls</i> .....	96
Gambar 3.59.	Turbin <i>Pelton</i> .....	101
Gambar 3.60.	Hubungan persentase efisiensi dengan <i>debit</i> dan <i>daya</i> .....	102
Gambar 3.61.	Turbin <i>Francis</i> .....	103
Gambar 3.62.	Beberapa bentuk <i>runner</i> pada turbin <i>Francis</i> .....	104
Gambar 3.63.	Katup pemandu.....	105
Gambar 3.64.	Turbin <i>Kaplan</i> .....	106
Gambar 3.65.	Turbin <i>Propeller</i> .....	107
Gambar 3.66.	Diagram aplikasi berbagai jenis turbin ( <i>head</i> dan <i>debit</i> ).....	110
Gambar 3.67.	<i>Head</i> / ketinggian vertikal .....	114
Gambar 3.68.	Generator .....	116
Gambar 4.1.	Bagan alir tahapan penelitian.....	119
Gambar 5.1.	Potongan melintang saluran irigasi.....	120
Gambar 5.2.	Dimensi saluran .....	121
Gambar 5.3.	Data kecepatan dan kedalaman pada saluran.....	121
Gambar 5.4.	Pelaksanaan metode <i>salt dilution</i> .....	122
Gambar 5.5.	Potongan melintang pintu <i>intake</i> .....	127
Gambar 5.6.	Tampak atas bak pengendap / bak penenang.....	128
Gambar 5.7.	Grafik kecepatan turun butir .....	129
Gambar 5.8.	Penampang atas bangunan <i>intake</i> sampai bak penenang.....	131
Gambar 5.9.	Rencana <i>penstock</i> .....	133

Gambar 5.10.	Denah rumah pembangkit.....	134
Gambar 5.11.	Tampak samping kiri dan kanan rumah pembangkit.....	134
Gambar 5.12.	Potongan A – A rumah pembangkit .....	135
Gambar 5.13.	Tampak potongan saluran pembuangan .....	135
Gambar 5.14.	Tampak penempatan <i>penstock</i> pada rumah pembangkit .....	135

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tabel Perhitungan Bak Pengendap/Bak Penenang.....	139
Lampiran 2	Site Plan Saluran Irigasi Tapen Banjarnegara .....	140
Lampiran 3	Rencana Pengembangan Bangunan Sipil pada Saluran Irigasi Tapen Banjarnegara.....	141
Lampiran 4	Tampak Atas bak pengendap/bak penenang.....	142
Lampiran 5	Potongan A-A bak pengendap/bak penenang.....	142
Lampiran 6	Tampak Depan Rumah Pembangkit .....	143
Lampiran 7	Tampak Belakang Rumah Pembangkit .....	143
Lampiran 8	Tampak Samping Kiri Rumah Pembangkit.....	143
Lampiran 9	Tampak Samping Kanan Rumah Pembangkit.....	143
Lampiran 10	Denah Rumah Pembangkit .....	144
Lampiran 11	Potongan A-A Rumah Pembangkit .....	144
Lampiran 12	Detail Jendela.....	144
Lampiran 13	Detail Pintu .....	144