

**LAPORAN
TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN dan DISAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINI HIDRO
(PLTMH) PADA SALURAN IRIGASI KALIBAWANG**



Disusun Oleh :

RINO HADI SUSANTO
20020110079

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

2007

**LAPORAN
TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN dan DISAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINI
HIDRO (PLTMH) PADA SALURAN IRIGASI KALIBAWANG**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk Memperoleh Derajat
Strata 1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun Oleh :

RINO HADI SUSANTO

2002 011 0079

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

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN dan DISAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINI HIDRO (PLTMH) PADA SALURAN IRIGASI KALIBAWANG

Tugas Akhir ini Telah Dipertahankan Dan Disyahkan Di Depan
Dewan Penguji Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Pada hari / Tanggal : Desember / 2007



Tim Dewan Penguji :

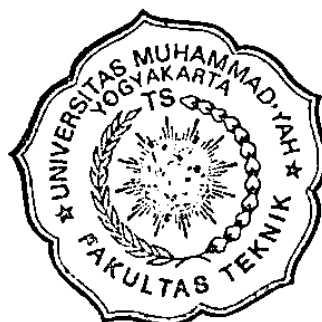
Surya Budi Lesmana, ST, MT.

Ketua Penguji

Tanggal : 18.12.07

Ir. H. Purwanto

Anggota Penguji



Tanggal : 19.12.07

Ir. H. Mandiyo Priyo, MT.

10.12.07

Ketahuiilah bahwa pertolongan itu datang bersamaan dengan kesabaran,

(Q.S An-Najm : 39-40)

(kepadanya).

Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya. Dan bahwasanya usahanya itu kelak akan diperlihatkan

(Q.S Ar-Ra'd : 11)

Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.

Halaman Motto

HALAMAN PERSEMBAHAN

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

⊕ *ALLAH S.W.T*

⊕ *Orang tuaku tercinta*

Bapak Bambang Tri Gono Susanto dan Ibu Mustarika

⊕ *Adeku tersayang*

Nida Nur Auwaliyah

⊕ *Dirikoe sendiri*

⊕ *Orang yang paling aku sayangi*

Cinta Dwi Pramesti

⊕ *Sobat-sobat terbaikku angkatan '02*

⊕ *Sobat-sobat Kos-an*

Ucapan terima kasih tak terhingga untuk :

- Bapak dan ibuku yang tercinta yang tak henti-hentinya memberikan do'a, spirit, dukungan.
- Keluarga besarku yang selalu mendo'akanku.
- Cewekku LOPE CUTE Yang Selalu Berada Disampingkoe Slama Nech dan selalu memberiku dukungan moril dan doa.
- Sobat-sobatku dikost-an, Anton, ST., Amy S.E. (Primer), Pak Leo, Fery, Oska (Gembel), Agung (Kemplu), Sigit, Danu, Budi, mas Anton, Jarwo, Kerispati, Angga.
- Sobatku Topik, Ilham (Boil), Ananto yang telah menjadi teman seperjuangan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
- Sahabat-sahabat terbaikku Co : Tosan, Iding, Dede, Ibenk, Edi, Bonsai, Ryan, Yudi, Memet, Yudo, Diar, Yandi, Yasir, Tesa, Q-jil, Juandra, Almi, Yudha, Dukun/ Febri, Zainul, Angga, Budhi, Seghe, pak Ndhut, Heri Pathok, Asep Tohir, Aris, Ivan, deden, Endro, Badrun, Ridho, Bintoro, Dayat, Andhit, Azis, Habibie, Kiqo, Ade Kabayan, Adnan, Ukik, Kadir, Robby, Hride, Ridho, Aank, Wahyuno, Edi jogja.
- Sahabat-sahabat terbaikku Ce : Athun, Gina, Tri, Nola, Wie2x, Maya, Yunita, Elfie, Lala, Dian Aceh, Febri, Lucy, Dian, Santi, Eka KD, Lita, Nita, Rina, Asti, Asma, Asna, Eko, Hesty, Memey, rini, widi.
- Hilnan, Upil, Ardi, Om Den, Tedi, Dede, Deni, si Ate, Mama Rini, Ate Imung, Anna, Ria, Reni, Mba Anggie, Mba Siska, Mba-mba ma Mas-mas Angkatan '01, '03, bu RT.
- K 5186 HL and K 5987 TL

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah Hirobbil'Alamin, segala puji dan syukur tidak lupa terucap kepada Allah Azza Wajala' atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya. Maha besar Allah yang telah membentangkan langit Lazuardi yang indah dan biru laksana atap tempat penyusun bernaung saat ini. Sholawat serta salam senantiasa disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan sahabat-sahabatnya yang dengan perantaranya penyusun mengenal keagungan-Nya sehingga penyusun dapat menikmati kebahagiaan dalam kondisi apapun, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul " Sudi Kelayakan Pembangunan PLTMH Dalam Aspek Ekonomi Finansial (Studi Kasus Semawung, Saluran Irigasi Kalibawang, Kulonprogo, DIY)", sebagai persyaratan untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini, penyusun menyadari sepenuhnya bahwa selesainya Tugas Akhir ini tidaklah terlepas dan kerjasama, bantuan, bimbingan, pengarahan, petunjuk dan saran-saran dari berbagai pihak untuk itu pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Bapak Surya Budi Lesmana, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Purwanto, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
3. Bapak Mandiyo Priyo ST., MT selaku Dosen Penguji Tugas Akhir dan Dosen Pembimbing Akademik.
4. Orang tua penyusun (Bapak Bambang Tri Gono Susanto dan Ibu Mustarika) yang selalu senantiasa melimpahkan seluruh doa, cinta, kasih sayang dan kesabarannya.
5. Adeku tersayang atas segala keceriaan yang memberikan hidup lebih berwarna.
6. Sahabat sahabat terhebatku yang ada di Yogyakarta, Sukabumi, Bandung, Riau

7. Para Dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas ilmu-ilmunya yang diberikan kepada penyusun.
8. Karyawan Tata Usaha dan Pengajaran atas bantuannya dalam mengurus segala administrasi penyusun.
9. Semua pihak yang telah membantu penyusun dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Hanya Allah SWT sajalah yang pantas memberi balasan yang lebih baik atas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penyusun.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan. Untuk itu segala kritik dan saran yang membangun sangat penyusun harapkan dari semua pihak. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya dan bernilai ibadah dihadapan Allah SWT.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, Desember 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xvii
INTISARI	xix
 BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian.....	4
C. Manfaat Penelitian.....	4
D. Keaslian Penelitian.....	4
E. Batasan Masalah.....	5
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Pengertian Mini hidro	6
B. Klasifikasi Pembangkit Hidropower	8
1. Kapasitas Disain.....	9
2. <i>Head</i> Disain.....	11
3. Tipe Disain	12
4. Tipe Lirip.....	14

C. <i>Lay Out</i> sistem PLTMH	14
D. Bagian-bagian Mini hidro	15
1. <i>Diversion Weir</i> (Dam atau bendung Pengalih)	16
2. <i>Intake</i>	16
3. <i>Stteling Basin</i> (Bak Pengendap).....	18
4. <i>Headrace</i> (Saluran Pembawa).....	20
5. Headtank (Bak Penenang).....	21
6. Peluap	21
7. <i>Penstock</i>	22
8. <i>Power House</i>	22
9. Turbin dan Generator	24
10. <i>Tailrace</i>	25
E. Jenis-jenis Instalasi PLTMH	25
F. Hidrologi	27
G. Irigasi dan Saluran terbuka.....	28
H. Kavitasi	29
BAB III. LANDASAN TEORI	
A. Perencanaan Proyek PLTMH.....	31
1. Tinjauan Umum	31
2. Studi Kelayakan	31
3. Survei Lapangan dan Pengumpulan Data	34
4. Investigasi.....	43
B. Metode Pengukuran <i>Head</i> dan Debit.....	49
1. <i>Head</i>	49
2. Debit	54
C. Perancangan Proyek PLTMH.....	63
1. <i>Engieering</i> (Teknis).....	63
2. Pelaksanaan Sipil.....	63
3. Pelaksanaan <i>Electrical Mechanical</i>	71

BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tahap Penelitian.....	85
B. Sumber Data	87
C. Kriteria Dasar Perancangan	87

BAB V. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Data.....	89
1. <i>Current Meter Method</i>	89
2. <i>Salt Dilution Method</i>	90
3. Hasil Perhitungan <i>Head</i> Menggunakan <i>Preassure Gauge</i>	93
4. Perhitungan Kapasitas <i>Output</i>	94
B. Perhitungan Sipil	94
1. <i>Intake</i> (pintu pengambilan).	94
2. <i>Penstock</i> (Pipa Pesat).	95
3. Rumah Pembangkit.	96
C. Gambar Disain Bangunan Sipil	97
D. Peralatan <i>Elektrical Mechanical</i>	104

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	105
B. Saran	106

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Material pipa pesat 1	68
Tabel 3.2 Material pipa pesat 2	69
Tabel 3.3 Tekanan atmosfer	72
Tabel 3.4 Tekanan uap jenuh	73
Tabel 3.5 Faktor kavitasi	73
Tabel 3.6 Daerah operasi turbin	76
Tabel 3.7 Kecepatan spesifik turbin air.....	78
Tabel 3.8 Putaran generator <i>sinkron</i>	81
Tabel 5.1 Data jarak, kecepatan dan kedalaman saluran.....	90
Tabel 5.2 Hasil perhitungan debit.....	90
Tabel 5.3 Faktor konversi (K) pada suhu °C.....	91
Tabel 5.4 Hasil pengukuran debit dengan <i>salt dilution method</i>	92
Tabel 5.5 Hasil perhitungan <i>head</i>	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bendungan sungai dengan head rendah	11
Gambar 2.2 <i>Head</i> rendah dengan saluran pengalih.....	11
Gambar 2.3 <i>Head</i> tinggi tanpa saluran pembawa	12
Gambar 2.4 <i>Head</i> tinggi dengan saluran pembawa.....	12
Gambar 2.5 Tipe <i>run-of-the-river</i>	13
Gambar 2.6 Sistem penampungan.....	13
Gambar 2.7 Komponen-komponen Besar dari sebuah Skema Mini Hidro.....	15
Gambar 2.8 Dam dan <i>intake</i>	17
Gambar 2.9 <i>Lay out</i> bangunan pengambilan.....	17
Gambar 2.10 Tipikal <i>lay out intake</i> sisi	17
Gambar 2.11 Bak pengendap	18
Gambar 2.12 Tipikal <i>lay out</i> bak pengendap	19
Gambar 2.13 Penampang melintang bak pengendap pasir	19
Gambar 2.14 Penampang memanjang bak pengendap pasir	20
Gambar 2.15 <i>Terminologi of a typical with sand trap</i>	20
Gambar 2.16 Saluran pembawa	21
Gambar 2.17 Bak penenang.....	21
Gambar 2.18 Pipa pesat.....	22
Gambar 2.19 Rumah pembangkit.....	23
Gambar 2.20 Rumah pembangkit.....	23
Gambar 2.21 Denah rumah pembangkit	24
Gambar 2.22 Turbin dan generator	25
Gambar 2.23 Instalasi PLTMH pada daerah pergunungan	26
Gambar 2.24 Siklus hidrologi	27
Gambar 3.1 Pengukuran jarak pada metode <i>carpenter's level</i>	38
Gambar 3.2 Pengukuran jarak pada metode selang pasir.....	38
Gambar 3.3 Pengukuran jarak pada metode alinometer	38

Gambar 3.4 Pengukuran jarak pada metode <i>auto set level</i>	39
Gambar 3.5 Pengukuran jarak pada metode <i>angular leveling</i>	39
Gambar 3.6 <i>Theodolit</i>	40
Gambar 3.7 <i>Barometric</i>	40
Gambar 3.8 Pengukuran jarak pada metode <i>stepping</i>	41
Gambar 3.9 Pengukuran menggunakan <i>clinometer</i> dan <i>abney level</i>	41
Gambar 3.10 Pengukuran jarak pada metode <i>dumpy level</i>	42
Gambar 3.11 Pengukuran jarak pada metode <i>orthogonal surveying</i>	42
Gambar 3.12 Pengukuran jarak pada metode <i>traversing</i>	43
Gambar 3.13 Pengukuran jarak pada metode <i>cross sections</i>	43
Gambar 3.14 Contoh peta geologi.....	44
Gambar 3.15 <i>Head</i> atau ketinggian vertikal.....	49
Gambar 3.16 <i>Preassure gauge</i>	50
Gambar 3.17 Persiapan pengukuran.....	51
Gambar 3.18 Langkah-langka pengukuran <i>Head</i>	52
Gambar 3.19 Konversi untuk <i>preassure gauge</i> dari bar kemeter	54
Gambar 3.20 Pengukuran debit pada metode bendung.....	56
Gambar 3.21 Pengukuran debit pada metode <i>bucket</i>	57
Gambar 3.22 Pengukuran debit pada metode <i>float</i>	59
Gambar 3.23 Pengukuran debit menggunakan <i>current meter</i>	59
Gambar 3.24 Pengukuran debit pada metode <i>salt dulation</i>	60
Gambar 3.25 <i>Conductivity meter</i>	61
Gambar 3.26 Turbin <i>turgo</i>	79
Gambar 3.27 Turbin <i>garlov</i>	79
Gambar 3.28 Turbin <i>francis</i>	79
Gambar 3.29 Turbin <i>pelton</i>	80
Gambar 3.30 Turbin <i>cross flow</i>	80
Gambar 3.31 Generator	82
Gambar 4.1 Ragan alir tahapan penelitian	86

Gambar 5.1 Pengukuran debit menggunakan current meter	89
Gambar 5.2 Potongan melintang saluran irigasi Semawung.....	89
Gambar 5.3 Pengukuran debit dengan menggunakan <i>salt dilution method</i>	91
Gambar 5.4 Lay out sistim PLTMH (tampak atas).....	97
Gambar 5.5 Lay out sistim PLTMH (tampak samping kiri)	97
Gambar 5.6 Potongan melintang bangunan pengambilan.....	98
Gambar 5.7 Potongan melintang <i>power house</i>	98
Gambar 5.8 Denah bangunan pengambilan (<i>intake</i>).....	99
Gambar 5.9 Potongan A-A.....	99
Gambar 5.10 Denah <i>power house</i>	100
Gambar 5.11 Potongan A-A.....	100
Gambar 5.12 Tampak depan	101
Gambar 5.13 Tampak belakang	101
Gambar 5.14 Tampak samping kiri.....	102
Gambar 5.15 Tampak samping kanan.....	102
Gambar 5.16 Ditail pintu.....	103
Gambar 5.17 Ditail jendela.....	103

DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.1 Hubungan biaya tahunan dan diameter optimum	70
Grafik 3.2 Diagram aplikasi berbagai jenis turbin	78
Grafik 3.3 Hubungan antara konduktivitas dan waktu	82

DAFTAR LAMPIRAN

1. *Lay out* sistim PLTMH tampak atas dan samping kiri..... Lampiran 1

..... Lampiran 2

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

PLTMH	= Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro
MHPP	= <i>Micro Hydro Power Project</i>
kW	= Kilo watt
MW	= Mega Watt
GTZ	= <i>Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit</i>
km	= Kilometer
m	= Meter
H	= <i>Head</i>
H _n	= <i>Head netto</i>
H _b	= <i>Head bruto</i>
PLN	= Perusahaan Listrik Negara
PLTS	= Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PLTA	= Pembangkit Listrik Tenaga Air
P _{el}	= Output daya
ρ	= Berat jenis air
g	= Gravitasi
Q	= Debit
η	= Efisiensi
O & M	= <i>Operation and Maintenance</i>
DAS	= Daerah Aliran Sungai
M	= Berat garam
K	= Faktor konversi
A	= Luas area
b	= Lebar saluran
h	= Tinggi saluran
<i>m</i>	= Kemiringan saluran
D	= Keliling basah

S	= <i>Slope</i>
k	= koefisien kekasaran Strikler
v	= Kecepatan aliran air
c	= Koefisien limpasan
L	= Panjang mercu
V	= Volume bak penenang
d	= Diameter butiran
D _{opt}	= Diameter optimum
T _p	= Tabal pipa
P _{hydr}	= Daya hidrolis
i	= Waktu

INTISARI

Pemerintahan Indonesia telah menggalakkan berbagai jenis energi terbarukan yang dapat menggantikan energi yang berasal dari fosil yang kondisinya semakin mengkhawatirkan. Peranan energi yang berasal dari fosil sekarang ini mencapai 63% (Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2005 – 2025). Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) sebagai salah satu alternatif pilihan untuk menggantikan sumber energi yang berasal dari fosil tersebut. Perkembangan pembangkit listrik yang menggunakan energi alternatif dewasa ini merupakan prasyarat terhadap perkembangan sosial dan ekonomi masyarakat. Sesuai Undang-undang Nomor 20 Tahun 2002 tentang Kelistrikan, pasal 7 menyebutkan bahwa Pemerintah dan Pemerintah Daerah menyediakan dana pembangunan sarana penyediaan tenaga listrik untuk membantu kelompok tidak mampu, pembangunan sarana penyediaan tenaga listrik di daerah yang belum berkembang.

Pada penelitian ini direncanakan disain sederhana yang disesuaikan dengan lokasi maupun data yang didapat di lapangan. Ada pun tujuan dari penelitian PLTMH ini adalah, menganalisis kelayakan pengembangan PLTMH secara teknis, dengan menghitung nilai debit dan head, sehingga didapat out put daya yang dihasilkan, instalasi PLTMH yang dibutuhkan untuk menggerakkan turbin, pemanfaatan sistim potensi tenaga air untuk menggerakkan generator pembangkit listrik dan mengembangkan sistem pembangkit yang ramah lingkungan.

Saluran irigasi Kalibawang Kulonprogo ini memiliki head dan debit yang berpotensi untuk pembangunan PLTMH. Untuk mengetahui kapasitas output daya yang dihasilkan pada pembangunan PLTMH ini, maka perlu diketahui parameter-parameter sebagai berikut: kecepatan aliran (menggunakan current meter), lebar saluran dan kedalaman saluran, sehingga diketahui nilai debitnya, juga beda ketinggian atau head (menggunakan preassure gauge). Dengan menggunakan asumsi-asumsi yang berdasar pada dasar skenario PLTMH.

Hasil penelitian setelah melakukan penelitian di lapangan dan pengolahan data terlihat bahwa, besar debit yang mengalir pada saluran irigasi tersebut adalah $6,367 \text{ m}^3/\text{detik}$. beda ketinggian kotor (H_b) pada lokasi adalah 10,2 meter. Setelah dikurangi 1,5 meter karena adanya power house, maka didapat ketinggian bersih sebesar 8,7 meter. Angka-angka ini lah yang akan digunakan untuk mencari