

**LAPORAN TUGAS SARJANA**

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO  
(PLMTH) DENGAN MENGGUNAKAN TURBIN CROSS FLOW DI SUNGAI  
BANJIR KANAL BARAT SEMARANG**

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat dalam Menyelesaikan Pendidikan  
Sarjana Strata-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro**



**Disusun oleh :  
Andi Kurniawan  
L2E 303 369**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2010**

## TUGAS SARJANA

Diberikan kepada NAMA : ANDI KURNIAWAN  
NIM : L2E 303 369

Jangka waktu :

Judul :“PERANCNAGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLMTH) MENGGUNAKAN TURBIN CROSS FLOW DI BENDUNGAN BANJIR KANAL BARAT”

Isi tugas : Memberikan suatu kontribusi sebagai salah satu pemanfaatan turbin air Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLMTH) dan memanfaatkan potensi energi air di Bendungan Banjir Kanal Barat

Semarang , Desember 2009

Dosen pembimbing

Ir. Sudargana, MT

NIP : 131 631 250

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas sarjana yang berjudul **”Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLMTH) Menggunakan Turbin Cross Flow di Bendungan Banjir Kanal Barat”** ini telah disetujui dan disahkan pada :

Hari : .....

Tanggal : .....

Menyetujui,  
Dosen pembimbing

Ir. Sudargana, MT  
NIP : 131 631 250

Mengetahui,  
Koordinator Tugas Akhir  
Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro

Dr. MSK Tony Suryo U, ST, MT  
NIP : 132 231 137

## ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan peradaban manusia, tingkat kebutuhan energi juga semakin meningkat dan mengakibatkan menipisnya bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama. Oleh karena itu diperlukan energi alternative yang terbarukan. Sungai Banjir Kanal Barat mempunyai potensi daya yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energy yang terbarukan. Pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) merupakan salah satu bentuk energi alternatif yang mengolah energi potensial air berubah menjadi energi listrik yang berguna untuk kebutuhan hidup masyarakat.

Perencanaan PLTMH dimulai dari survey lokasi perencanaan di Sungai Banjir Kanal Barat. Survey dilakukan untuk mendapatkan data perancangan berupa head dan debit air. Data tersebut dapat digunakan untuk menentukan besarnya potensi energi pada lokasi perencanaan PLMTH.

Pada perencanaan PLTMH di Sungai Banjir Kanal Barat diperoleh data debit air seluruhnya  $9,2 \text{ m}^3/\text{s}$  dan potensi energi listrik sebesar 231,05 kW. Penggunaan daya listrik sebesar 30 kVA sehingga debit air yang digunakan dalam perencanaan PLTMH sebesar  $1,37 \text{ m}^3/\text{s}$ . Perencanaan pipa penstock menggunakan pipa berdiameter 0,87 m dan tebal pipa 1,05 mm.

Kata kunci : Energi terbarukan, PLMTH, Turbin Cross flow, Sungai Banjir Kanal Barat.

## **ABSTRACT**

Along with human being civilization growth, gradient requirement energi also progressively mount and cause attenuate the fossil fuel as especial source energi. Therefore needed alternative renewable energy. Sungai Banjir Kanal Barat have potency energy which can be exploited as renewable energy source. The Micro Energy Alternator Hydro is one of the alternative energy that processing water potential energy conversion to electric energy of benefit to public life

Planning of PLTMH started from survey location in Sungai Banjir Kanal Barat. Survey doneto get data of scheme in the form of head and water debit. The data applicable to determine the level of potency energy at PLMTH location.

At planning PLTMH in Sungai Banjir Kanal Barat obtained data water debit entirely 9,2 m<sup>3</sup>/s, potency energy electrics equal to 231,05 kW. Electricity use equal to 30 kVA so that water water used in the plan PLTMH are 1,37 m<sup>3</sup>/s. Pipe penstock planning use pipe have diameter 0,87 m and thickness wall of pipe 1,05 mm.

Key word : The renewable energy, PLMTH, Cross flow Turbine, Sungai Banjir Kanal Barat.

## **KATA PENGANTAR**

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah - Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan baik.

Tugas Sarjana ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan ini, Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bpk. Ir. Sudargana, MT selaku dosen pembimbing utama yang telah membimbing Penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Sarjana ini.

Penulis sadar bahwa Tugas Sarjana ini masih jauh dari sempurna. Segala kritik dan saran yang sifatnya membangun guna perbaikan dimasa yang akan datang akan sangat dihargai. Semoga Tugas Sarjana ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Semarang, Februari 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	<i>i</i>
HALAMAN PENGESAHAN .....	<i>ii</i>
ABSTRAK .....	<i>iii</i>
ABSTRACT .....	<i>iv</i>
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	<i>v</i>
KATA PENGANTAR.....	<i>vi</i>
DAFTAR ISI .....	<i>vii</i>
DAFTAR GAMBAR.....	<i>x</i>
DAFTAR TABEL .....	<i>xii</i>
NOMENCLATUR .....	<i>xiii</i>
<b>BAB I    PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Perancangan .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Metodologi Perancangan .....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II   DASAR TEORI</b>	
2.1.Hydropower .....	5
2.2.Konversi Energi.....	8
2.3.Turbin Air .....	9
2.3.1. Turbin Impuls .....	10
a. Turbin Pelton .....	10
b. Turbin Turgo.....	12
c. Turbin Cross Flow .....	13
2.3.2. Turbin Reaksi .....	14

a. Turbin Francis.....	14
b. Turbin Kaplan dan Propeller .....	16
2.4.Prinsip Kerja Turbin Air.....	16
2.5.Perencanaan Turbin Cross Flow.....	17
2.5.1. Deskripsi Turbin Cross Flow.....	17
2.5.2. Garis Pancaran Melewati Turbin.....	23
2.5.3. Efisiensi .....	25
2.5.4. Perancangan Runner .....	29
a. Sudut sudu .....	29
b. Lebar keliling radial.....	30
c. Diameter dan lebar runner .....	35
d. Kurva sudu.....	37
e. Sudut tengah .....	38
2.6.Penstock .....	39
2.6.1. Diameter Pipa Penstock.....	39
2.6.2. Tebal Dinding Pipa.....	40
<b>BAB III</b> <b>METODOLOGI PERANCANGAN</b>	
3.1.Waktu dan Tempat .....	42
3.2.Diagram alir.....	42
3.3.Kriteria Design .....	43
3.3.1. Pengambilan data.....	43
a. Pemilihan lokasi .....	43
b. Pengambilan data.....	44
3.3.2. Pelaksanaan design.....	47
Diagram Alir Perancangan .....	47
<b>BAB IV</b> <b>PERHITUNGAN PERANCANGAN</b>	
4.1. Perancangan Turbin Cross Flow .....	48
4.1.1. Pengolahan Data.....	48
4.1.2. Kriteria Design Turbin Cross Flow .....	49



4.1.3.	Perhitungan Design Turbin Cross Flow .....	50
4.2.	Perencanaan Penstock.....	55
4.2.1.	Perhitungan Diameter Penstock.....	51
4.2.2.	Ketebalan Dinding Pipa Penstock .....	57
4.3.	Analisa Hasil Perancangan .....	58
BAB V	KESIMPULAN dan SARAN	
5.1.	Kesimpulan.....	59
5.2.	Saran .....	60
	DAFTAR PUSTAKA	
	LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bentuk Energi pada Aliran .....	9
Gambar 2.2	Turbin Pelton .....	11
Gambar 2.3a	Sudu .....	11
Gambar 2.3b	Nozzle .....	11
Gambar 2.4	Turbin Pelton dengan Banyak Nozzle .....	12
Gambar 2.5	Sudu Turbin Turgo dan Nozzle .....	12
Gambar 2.6	Turbin Cross Flow .....	13
Gambar 2.7	Runner Turbin Cross Flow .....	14
Gambar 2.8	Turbin Francis .....	15
Gambar 2.9	Sketsa Turbin Francis .....	15
Gambar 2.10	Turbin Kaplan .....	16
Gambar 2.11	Penampang Turbin Aliran Ossberger .....	18
Gambar 2.12	Skema Kontruksi dan Bagan Kecepatan .....	19
Gambar 2.13	Effisiensi Beberapa Turbin dengan Pengurangan Debit sebagai Variabel .....	21
Gambar 2.14	Konstruksi dari Turbin Impuls Ossberger .....	22
Gambar 2.15	Sketsa Air Memasuki Turbin .....	24
Gambar 2.16	Interferensi Filament yang Mengalir pada Runner .....	26
Gambar 2.17	Diagram Kecepatan .....	26
Gambar 2.18	Jarak Sudu .....	28
Gambar 2.19	Diagram Kecepatan Komposit .....	30
Gambar 2.20	Diagram Kecepatan .....	30
Gambar 2.21	Sketsa Pancaran dalam Runner .....	34
Gambar 2.21	Kurva pada Sudu .....	38

Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	42
Gambar 3.2	Sketsa bendungan .....	43
Gambar 3.3	Penentuan Head dengan Menggunakan <i>Water Pass</i> .....	45
Gambar 3.4	Diagram Alir Perancangan .....	47
Gambar 4.1	Sketsa Bendungan .....	48
Gambar 4.2	Kriteria Design Bendungan untuk Penentuan Head .....	50
Gambar 4.3	Jalan Air pada Turbin Crossflow.....	51
Gambar 4.4	Design Skematis Bendungan	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Pengelompokan Turbin.....	10
Tabel 2.2. Karakteristik Material Pipa Penstock .....	41
Tabel 4.1. Data Lapangan.....	48
Tabel 4.2. Jarak Diameter Runner Berdasarkan Lebar Turbin .....	52
Tabel 5.1. Data Runner dan Penstock.....	52