



**PENGUJIAN MODEL PROTOTIPE TURBIN  
*CROSSFLOW* UNTUK PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Siti Mailinda Puji Rahayu**  
**NIM 071710201075**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**



**PENGUJIAN MODEL PROTOTIPE TURBIN  
*CROSSFLOW* UNTUK PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

**Siti Mailinda Puji Rahayu  
NIM 071710201075**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk Ibunda Alfatul Fatimah dan Ayahanda  
Suparto tercinta

## **MOTTO**

Tiada suatu usaha yang besar akan berhasil tanpa dimulai dari usaha yang kecil.  
(Joeniarto)

Jadilah sabar dan sholat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah bersama  
orang-orang yang sabar.  
(QS. Al-Baqoroh: 153)

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Siti Mailinda Puji Rahayu

NIM : 071710201075

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul: “*Pengujian Model Prototipe Turbin Crossflow Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 1 Oktober 2011

Yang menyatakan,

Siti Mailinda Puji Rahayu  
NIM. 071710201075

**SKRIPSI**

**PENGUJIAN MODEL PROTOTIPE TURBIN  
*CROSSFLOW* UNTUK PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO**

Oleh

Siti Mailinda Puji Rahayu  
NIM. 071710201075

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Siswoyo Soekarno, STP, M.Eng

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Setiyo Harri, MS

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Pengujian Model Prototipe Turbin Crossflow Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro* telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Rabu, 26 Oktober 2011

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji  
Ketua,

Ir. Suhardjo Widodo, MS  
NIP.194905211977031001

Anggota I

Anggota II

Ir. Suryanto, MP  
NIP.196108061988021002

Ir. Muharjo Pudjojono  
NIP. 195206281980031002

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember,

Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng  
NIP 19691005 199402 1 001

## RINGKASAN

**PENGUJIAN MODEL PROTOTIPE TURBIN CROSSFLOW UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO**; Siti Mailinda Puji Rahayu, 071710201075: 59 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Pemanfaatan energi air merupakan salah satu energi terbarukan yang sangat berpotensi di Indonesia, yang salah satu pemanfaatannya untuk pembangkit listrik. Apabila energi air dimanfaatkan maka akan mengurangi krisis listrik di Indonesia. Masyarakat di pedesaan masih banyak yang belum mendapatkan aliran listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dapat membantu untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah yang belum terjangkau listrik. Pada penelitian ini pengujian turbin dengan skala prototipe akan memudahkan dalam pengaplikasian yang sebenarnya di lapang. Tujuan dari penelitian ini adalah a) untuk mengetahui model prototipe perancangan turbin *Crossflow*; b) untuk menghitung daya yang dihasilkan oleh turbin *Crossflow* dengan ketinggian dan debit tertentu yang telah ditentukan; c) untuk menghitung efisiensi turbin *Crossflow*. Metode yang digunakan terdiri atas beberapa tahap yaitu penelitian pendahuluan, perancangan turbin *Crossflow*, perakitan turbin *Crossflow*, pengujian turbin *Crossflow*, pengambilan data dan analisis data. Sumber data yang digunakan berupa data primer yang diperoleh pada saat penelitian dan data sekunder diperoleh dari literatur.

Hasil Penelitian meliputi komponen utama pada perancangan turbin *Crossflow* yaitu rumah turbin, sudu turbin, pipa PVC, bak penenang, *nozzle*, dan bak pembuangan. Daya yang dihasilkan pada pipa 1 inchi yaitu 43,2 Watt, pada pipa 1,5 inchi yaitu 83,2 Watt, sedangkan pada pipa 2 inchi yaitu 16,9 Watt. Pada pipa 1,5 inchi memiliki daya yang paling besar karena lebar *nozzle* yang digunakan sesuai dengan ukuran pipa, sehingga tidak ada udara yang terperangkap dalam *nozzle*, serta air yang masuk ke turbin tidak terlalu banyak.



## SUMMARY

**TESTING A PROTOTYPE MODEL TURBIN CROSSFLOW FOR MICRO HYDRO POWER;** Siti Mailinda Puji Rahayu, 071710201075: 59 pages; Agricultural Engineering Department, Faculty of Agricultural Technology University Jember.

Utilization of water energy is one of the great potential of renewable energy in Indonesia, which one of its utilization for power generation. If harnessed the energy of water will reduce the electricity crisis in Indonesia. Rural communities are still many who do not get the flow of electricity. Micro hydro power plant (MHP) can help to meet the electricity needs in areas not reached by electricity. In this study the scale prototype turbine testing will facilitate in the actual application in the field. Purpose of this research is a) to determine the design of a prototype model of Crossflow turbine; b) to calculate the power generated by the Crossflow turbine with a certain height and discharge have been determined; c) to calculate the efficiency of Crossflow turbine. The method used consists of several stages of preliminary research, Crossflow turbine design, Crossflow turbine assembly, Crossflow turbine testing, data retrieval and data analysis. Sources of data used in the form of primary data obtained during the research and secondary data obtained from literature.

The research results include a major component in the design of the turbine house Crossflow turbines, turbine blades, PVC pipe, forebay, nozzle, and sink disposal. Power generated at 1 inch pipe that is 43.2 Watt, on a 1.5 inch pipe that is 83.2 Watts, while the 2 inch pipe that is 16.9 Watt. At 1.5 inch pipe has the greatest power because of the width of the nozzle being used matches the size of the pipe, so that no air is trapped in the nozzle, and the water entering the turbine is not too much.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah yang berjudul *Pengujian Model Prototipe Turbin Crossflow untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program strata satu di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penulis menyadari kurang sempurnanya laporan ini tanpa bantuan, motivasi, bimbingan maupun masukan dari berbagai pihak sejak awal hingga terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya, terutama kepada pihak-pihak sebagai berikut.

1. Dr. Siswoyo Soekarno, STP, M. Eng., selaku Dosen Pembimbing Utama, Ir. Setiyo Harri, MS., selaku Dosen Pembimbing Anggota I yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Ir. Siswijanto, MP., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama menjalani aktivitas sebagai mahasiswa;
3. Ir. Suhardjo Widodo, MS, Ir. Suryanto, MP, dan Ir. Muharjo Pudjojono, selaku tim penguji yang telah memberikan saran demi kesempurnaan Karya Ilmiah Tertulis ini;
4. Dr. Ir. Iwan Taruna, M. Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
5. Segenap dosen, staf dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu;
6. Saifur Rahman dan Indah Septi Ayu yang selalu memberikan semangat dan doa;
7. Ditho Reza Muliandika yang telah memberikan motivasi, doa dan segala bentuk pengorbanan;
8. Sahabat-sahabatku yang selalu ada (Risti, Ayik, Upik, Hestik, dan Wiwin) yang telah memotivasi dan membantu penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis ini;

9. Tim turbin (Nanta, Febry, dan Rohikin) yang telah membantu penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis ini;
10. Teman - temanku angkatan 2007 yang selalu mendukungku selama kuliah.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 1 Oktober 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Perumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	2
<b>1.4 Tujuan</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Konservasi Energi</b> .....	4
<b>2.2 Manfaat Listrik Bagi Bidang Pertanian</b> .....	5
<b>2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro</b> .....	6
<b>2.4 Turbin Air</b> .....	7
<b>2.5 Klasifikasi Turbin Air</b> .....	8
2.5.1 Turbin Impuls.....	8
2.5.2 Turbin Reaksi.....	16
<b>2.4 Pengaruh Jumlah Sudu Roda Jalan (<i>Runner</i>) Terhadap Putaran Turbin</b> .....	18

<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 Tahapan Penelitian .....</b>	<b>20</b>
3.3.1 Penelitian Pendahuluan.....	20
3.3.2 Perancangan Prototipe Turbin <i>Crossflow</i> .....	21
3.3.3 Pengambilan Data .....	24
3.3.4 Prosedur Pengamatan.....	24
3.3.5 Metode Analisis Data dan Pengamatan .....	24
<b>3.4 Diagram Kerja Penelitian .....</b>	<b>27</b>
<b>BAB 4. PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 Deskripsi Perancangan Model Turbin <i>Crossflow</i> .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2 Perancangan Prototipe Turbin <i>Crossflow</i> .....</b>	<b>34</b>
4.2.1 Penentuan Jumlah Sudu Turbin .....	34
4.2.2 Penentuan Kelengkungan Sudu Turbin .....	34
<b>4.3 Daya yang Dihasilkan Turbin <i>Crossflow</i> .....</b>	<b>35</b>
4.3.1 Daya Pada Pipa 1 Inchi .....	35
4.3.2 Daya Pada Pipa 1,5 Inchi .....	37
4.3.3 Daya Pada Pipa 2 Inchi .....	38
<b>4.4 Pengaruh Tinggi Permukaan Air (Head) Terhadap Debit         yang Dihasilkan.....</b>	<b>39</b>
<b>4.5 Pengaruh Tinggi Permukaan Air (Head) Terhadap Daya         Aktual/Nyata .....</b>	<b>41</b>
<b>4.6 Efisiensi Turbin <i>Crossflow</i>.....</b>	<b>43</b>
<b>Bab 5. PENUTUP .....</b>	<b>44</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>44</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>44</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Data Pada Pipa 1 Inchi .....	36
4.2 Data Pada Pipa 1,5 Inchi .....	37
4.3 Data Pada Pipa 2 Inchi .....	38
4.4 Data Tinggi Permukaan Air ( <i>head</i> ) dan PPM .....	41

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
2.1	Garis tingkat energi (EGL) dan garis tingkat hidrolis (HGL) untuk sistem hidrolis yang realistis termasuk kerugian gesekan .	5
2.2	Turbin Pelton.....	10
2.3	Turbin <i>Crossflow</i> .....	10
2.4	Efisiensi Beberapa Turbin Dengan Pengurangan Debit Sebagai Variable .....	12
2.5	Diagram Efisiensi Pada Berbagai Debit.....	15
2.6	Turbin Francis .....	16
2.7	Turbin Kaplan .....	17
3.1	Sketsa Turbin Tampak Samping .....	21
3.2	Sketsa Turbin Tampak Atas .....	22
3.3	Sketsa Turbin Tampak Depan.....	22
3.4	Sketsa Turbin <i>Zoom</i> .....	23
3.5	Sketsa Rancangan Turbin .....	23
3.6	Diagram Alir Penelitian .....	27
4.1	Keseluruhan Perancangan Turbin .....	29
4.2	Rumah Turbin .....	29
4.3	Sudu Turbin.....	30
4.4	Celah Antara Sudu Turbin Dengan Diameter Dalam Turbin.....	31
4.5	Pipa PVC.....	31
4.6	Bak Penenang.....	32
4.7	<i>Nozzle</i> .....	33
4.8	Bak Pembuangan.....	33
4.9	Hubungan Antara Tinggi Air ( <i>Head</i> ) Dengan Daya Aktual .....	36
4.10	Hubungan Antara Tinggi Permukaan Air ( <i>Head</i> ) Dengan Daya Aktual (Pada Pipa 1,5 Inchi) .....	37
4.11	Hubungan Antara Tinggi Permukaan Air ( <i>Head</i> ) Dengan Daya Aktual (Pada Pipa 2 Inchi) .....	39

4.12	Pengaruh Tinggi Permukaan Air ( <i>Head</i> ) Terhadap Debit .....	40
4.13	Pengukuran PPM Menggunakan <i>Tachometer Digital</i> .....	42
4.14	Pengaruh Tinggi Permukaan Air ( <i>Head</i> ) Terhadap Daya Aktual Turbin.....	43
4.15	Hubungan Antara Ukuran Pipa Dengan Efisiensi Turbin.....	43



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Pengolahan data debit pada variasi ukuran pipa (liter/detik).....	49
A.1. Debit pipa 1 inchi (liter/detik).....	49
A.2. Debit pipa 1,5 inchi (liter/detik).....	49
A.3. Debit pipa 2 inchi (liter/detik).....	50
B. Pengolahan Data Pipa 1 inchi .....	51
B.1. Data PPM dan beban pada pipa 1 inchi.....	51
B.2. Daya teoritis turbin .....	51
B.3 Daya yang dihasilkan turbin.....	52
C. Pengolahan Data Pipa 1,5 inchi.....	54
C.1 Data PPM dan beban pada Pipa 1,5 inchi .....	54
C.2 Daya teoritis turbin .....	54
C.3 Daya yang dihasilkan turbin.....	54
D. Pengolahan Data Pipa 2 inchi .....	74
D.1 Data PPM dan beban pada Pipa 2 inchi .....	54
D.2 Daya teoritis turbin .....	54
D.3 Daya yang dihasilkan turbin .....	54