

**PENGUJIAN ALAT SIMULASI TURBIN AIR *CROSS FLOW***

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Program Strata Satu (S.I)  
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Padang*



**Oleh :**

**DIO UTAMA PUTRA  
1106787 / 2011**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2016**

**PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

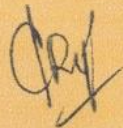
**PENGUJIAN ALAT SIMULASI TURBIN AIR *CROSS FLOW***

Nama : Dio Utama Putra  
NIM/BP : 1106787/2011  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2016

Disetujui Oleh

Pembimbing I



Arwizet K. ST, MT  
Nip. 19690920199802 1 001

Pembimbing II



Drs. Purwantono, M. Pd  
Nip. 19630804198603 1 002

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik UNP



Arwizet K. ST, MT  
Nip. 19690920199802 1 001

## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

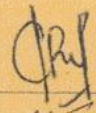

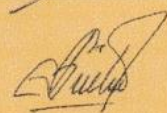
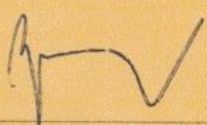
*Dinyatakan lulus ujian setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir  
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*

**Judul** : **PENGUJIAN ALAT SIMULASI TURBIN AIR  
CROSS FLOW**

Nama : Dio Utama Putra  
NIM/BP : 1106787/2011  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2016

### Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Arwizet K, ST, MT	
2. Sekretaris	: Drs. Purwantono, M.Pd	
3. Anggota	: Drs. Syahrui, M.Si	
4. Anggota	: Zonny Amanda Putra, ST, MT	

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, Februari 2016

Yang menyatakan,



Dio Utama Putra

Nim. 1106787

## ABSTRAK

### **Dio utama Putra : Pengujian Alat Simulasi Turbin Air *Cross Flow***

Pembuatan tugas akhir ini bertujuan untuk melakukan uji unjuk kerja turbin terhadap: (1) Hubungan putaran dengan efisiensi, (2) Hubungan head dengan efisiensi, (3) Hubungan torsi dengan efisiensi. Penelitian ini menganalisis perbandingan variasi tinggi air, sehingga diperoleh putaran, daya yang dihasilkan turbin, daya efektif dan efisiensi turbin. Pada penelitian ini melakukan pengujian tinggi air dengan melakukan bukaan kran air yang bervariasi.

Proses pengambilan data melalui penelitian lapangan yaitu Siapkan instalasi penelitian dan turbin *cross flow*, atur sudut kemiringan saluran bukaan penuh  $90^\circ$ , atur *Spring balance* dan hidupkan pompa air. Pengambilan data berupa kecepatan putaran, gaya pengereman, debit pada turbin air *cross flow*. Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali dengan 5 variasi gaya pengereman. Selanjutnya lakukan pengambilan data pada bukaan  $70^\circ$  dan  $50^\circ$ . Data dimasukkan pada tabel pengujian, kemudian dianalisa.

Hasil pengujian yang dilakukan pada turbin cross flow didapatkan putaran yang tertinggi dihasilkan pada sudut bukaan penuh  $90^\circ$  yaitu **342 rpm** dan terendah dihasilkan pada sudut bukaan  $50^\circ$  yaitu **325 rpm**. Torsi yang tertinggi dihasilkan pada gaya pengereman **9 N** yaitu **0,18 Nm** dan yang terendah dihasilkan pada gaya pengereman **5 N** yaitu **0,1 Nm**. Efisiensi yang tertinggi dihasilkan pada sudut bukaan  $50^\circ$  yaitu **29,36%** dan yang terendah dihasilkan pada sudut bukaan penuh  $90^\circ$  yaitu **9,94%**.

**Keywords:** *Simulation, Turbine, Testing, Relationship, Efficiency.*

## KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran **Allah S.W.T** yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengujian Alat Simulasi Turbin Air *Cross Flow*”**. Salawat beriring salam penulis hadiahkan kepada nabi Muhammad S.A.W yang telah meninggalkan dua pedoman hidup bagi umat yang dicintainya sebagai bekal dunia akhirat.

Tugas Akhir ini di tulis dalam rangka untuk memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan baik materil maupun moril dari berbagai pihak. Sehingga dengan itu pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan tarima kasih. Pihak-pihak tersebut antara lain:

1. Bapak Arwizet K, ST.MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin FT UNP, sekaligus selaku Dosen Pembimbing I.
2. Bapak Drs. Purwantono, M.Pd, selaku Dosen Pembimbing II.
3. Bapak Drs. Syahril, ST, MSCE, Ph.D, selaku Penasehat Akademis (PA).
4. Bapak Drs. Syahrul, M.Si, selaku Sekretaris Jurusan FT UNP, sekaligus Dosen Penguji I.
5. Bapak Zonny Amanda Putra, ST, MT, selaku Dosen Penguji II.
6. Staf Dosen dan Teknisi Jurusan Teknik Mesin FT UNP.

7. Kedua orang tua dan saudara-saudara yang selalu memberi do`a restu dan motivasi penuh sehingga penulis bisa menyelesaikan Skripsi ini.
8. Semua sahabat, teman dan rekan-rekan mahasiswa teknik mesin yang telah banyak membantu dan memberi dukungan kepada penulis.

Semoga bantuan yang telah diberikan menjadi amal ibadah dan diterima serta dibalas oleh Allah SWT, Amin. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan. Semoga Tuhas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua terutama untuk penulis sendiri.

Padang, Februari 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	5
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah .....	6
E. Tujuan Penelitian .....	6
F. Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Sumber Energi .....	8
B. Sumber Energi Air ( <i>Hydropower</i> ) .....	10
C. Turbin Air .....	11
D. Klasifikasi Turbin Air .....	12
E. Pemilihan Jenis Turbin Air .....	16
F. Turbin <i>Cross Flow</i> .....	17
G. Kerangka Konseptual .....	20

### **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Jenis Penelitian .....	21
B. Waktu dan tempat .....	21
C. Jenis dan Sumber Data .....	21
D. Komponen Mesin Simulasi Turbin Air .....	22
E. Diagram Alir Pengujian Turbin Air Crossflow .....	23
F. Prosedur Penelitian.....	24
G. Alat-alat Penelitian.....	25
H. Variabel Penelitian .....	25
I. Analisis Data Pengujian .....	26

### **BAB IV HASIL PENELITIAN**

A. Hasil Penelitian .....	29
B. Pembahasan .....	36

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan .....	41
B. Saran .....	42

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>43</b>
-----------------------------	-----------

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Turbin Aliran Tangensial .....	13
Gambar 2 Model Turbin Aliran Aksial .....	13
Gambar 3 Model Turbin Aliran Aksial- Radial .....	14
Gambar 4 Empat Macam <i>Runner</i> Turbin <i>Konvensional</i> .....	15
Gambar 5 Hubungan Antara Tinggi Jatuh Net Dan Debit Aliran .....	17
Gambar 6 Efisiensi Beberapa Turbin dengan Pengurangan Debit Sebagai Variabel .....	19
Gambar 8 Kerangka Konseptual .....	20
Gambar 9 Struktur Mesin Alat Simulasi Turbin Air Crossflow .....	22
Gambar 10 Diagram Alir Pengujian Mesin .....	24
Gambar 11 Grafik Hubungan Putaran terhadap Efisiensi bukaan penuh 90° .	36
Gambar 12 Grafik Hubungan Putaran terhadap Efisiensi bukaan 70° .....	37
Gambar 13 Grafik Hubungan Putaran terhadap Efisiensi bukaan 50° .....	38
Gambar 14 Grafik Hubungan Head terhadap Efisiensi Efisiensi .....	39
Gambar 15 Grafik Hubungan Torsi terhadap Efisiensi pada bukaan .....	40

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 : Data Hasil Pengujian dengan bukaan kran air penuh/sudut 90° .....	29
Tabel 2 : Data Hasil Pengujian dengan bukaan kran air sudut 70° .....	29
Tabel 3 : Data Hasil Pengujian dengan bukaan kran air sudut 50° .....	30
Tabel 4 : Analisa Data Hasil Pengujian .....	35

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk, kebutuhan akan energi listrik di Indonesia meningkat dengan pesat. Kesalahan perencanaan yang terjadi di masalalu, kebutuhan energi listrik meningkat jauh lebih pesat dibanding yang bisa disediakan oleh PT. PLN. Akibatnya, terjadi pemadaman bergilir dimana-mana.

Krisis energi adalah masalah yang sangat mendasar di Indonesia, termasuk didalamnya ialah masalah energi listrik. Krisis energi terjadi kurangnya pemanfaatan sumber daya penghasil energi listrik itu sendiri. Energi listrik merupakan energi yang sangat diperlukan bagi manusia modern dan tidak bisa dibayangkan apa yang akan terjadi listrik tiba-tiba padam. Semua kegiatan yang ada bisa terhenti seketika.

Energi listrik saat ini memegang peranan yang sangat penting dalam pengembangan ekonomi nasional. Energi listrik merupakan suatu hal yang tidak dipersoalkan lagi, bahkan oleh Negara-negara yang telah maju, maupun oleh Negara yang sedang berkembang bahwa penggunaan energi secara tepat dan berdaya guna tinggi merupakan syarat yang mutlak untuk meningkatkan kegiatan ekonomi. Indonesia merupakan Negara yang memiliki berbagai jenis sumber energi dalam jumlah yang cukup melimpah. Pengelolaan sumber

energi secara tepat kiranya akan memberikan manfaat dan akan meningkatkan kesejahteraan masyarakat secara umum.

Tenaga listrik merupakan sumber energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia, baik untuk kegiatan industri, kegiatan komersial maupun dalam kegiatan sehari-hari rumah tangga. Energi listrik dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan penerangan dan juga proses produksi yang melibatkan barang-barang elektronik dan alat-alat mesin industri. Sumber energi pembangkit listrik terutama yang berasal dari sumber daya yang tak terbarui keberadaannya terbatas. Tingginya tingkat penggunaan BBM sebagai sumber pembangkit energi listrik membuat pemerintah mempertimbangkan untuk mengurangi pemakaian BBM sebagai sumber pembangkit listrik. Pemerintah Indonesia sedang gencar menerapkan kebijakan dalam memanfaatkan sumber energi baru dan terbarukan yang lebih ramah lingkungan. Sungai yang dianggap mampu memberikan sumbangan bagi pembangkit listrik tenaga air. Pemanfaatan sungai ini tentu akan membantu pemerintah dalam mengurangi penggunaan BBM sebagai sumber pembangkit listrik.

Kementerian Energi Sumber Daya Mineral (ESDM) kini mulai mengarahkan pengembangan energi terbarukan hidro dengan memanfaatkan aliran-aliran sungai besar dan kecil di Tanah Air. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 3 Tahun 2005 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 10 Tahun 1989 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Tenaga Listrik, bahwa penyediaan tenaga listrik dilakukan dengan

memanfaatkan seoptimal mungkin sumber energi primer setempat dengan kewajiban mengutamakan pemanfaatan sumber energi terbarukan. Dalam rangka diversifikasi energi dan pemanfaatan energi terbarukan tersebut, pasokan tenaga listrik pada tahun 2020 menggunakan minimal 5 % berasal dari energi terbarukan. Diperlukan sumber energi alternatif yang tersedia di lingkungan masyarakat. Mikrohidro adalah salah, selain komponen mikrohidro mudah dibuat tetapi juga mudah didapat dipasaran. Biasanya Mikrohidro dibangun berdasarkan kenyataan bahwa adanya air yang mengalir di suatu daerah dengan kapasitas dan ketinggian yang memadai. Istilah kapasitas mengacu kepada jumlah volume aliran air persatuan waktu (flow capacity) sedangkan beda ketinggian daerah aliran sampai keinstalasi dikenal dengan istilah head.

Tenaga air skala kecil merupakan salah satu energi baru terbarukan atau sering disebut dengan mikrohidro atau disebut juga Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Disebut mikro karena daya yang dihasilkan tergolong kecil (masih dalam hitungan ratusan Watt hingga beberapa kW). Tenaga air ini biasanya berasal dari saluran sungai, saluran irigasi, air terjun alam, atau bahkan sekedar parit, asal airnya kontinu. Prinsip kerjanya adalah memanfaatkan tinggi terjunnya air dan juga jumlah debit air.

Secara teknis, Mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sumber energi), turbin dan generator. Air yang mengalir dengan kapasitas tertentu disalurkan dari ketinggian tertentu menuju rumah instalasi (rumah turbin). Di rumah instalasi air tersebut akan menumbuk turbin dimana

turbin sendiri dipastikan akan menerima energi air tersebut dan mengkonversikannya menjadi energi mekanik berupa berputarnya poros turbin. Poros yang berputar tersebut kemudian ditransmisikan ke generator, dari generator akan dihasilkan energi listrik yang akan masuk ke sistem control arus listrik sebelum dialirkan kerumah-rumah atau keperluan lainnya (beban).

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro, salah satunya adalah turbin *cross flow*. Turbin air *cross flow* telah banyak digunakan diberbagai Negara, salah satunya adalah Negara Indonesia. Keunggulan dari turbin ini dapat beroperasi pada *head* dan debit air yang sedang, serta ketersediaan bahan baku untuk pembuatan turbin ini mudah di dapatkan di pasaran. Proses pembuatan dari komponen-komponennya tidak serumit dari mesin turbin lainnya.

Turbin air *cross flow* telah banyak diproduksi untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro, namun untuk pratikum sebagai penambah pengetahuan dan pemahaman mahasiswa tentang alat simulasi turbin air *cross flow* pada labor konversi energi jurusan teknik mesin FT UNP belum ada.

Berdasarkan penjelasan di atas maka penulis termotivasi untuk membuat dan melakukan suatu pengujian alat Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTPH) yaitu “Melakukan pengujian alat simulasi turbin air *cross flow*” yang nantinya diharapkan dapat membantu menambah pengetahuan dan pemahaman mahasiswa pembaca tentang pengujian simulasi turbin *cross flow*.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang diuraikan di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah yaitu sebagai berikut :

1. Masih banyaknya potensi tenaga air yang tersedia dilingkungan kita yang belum dimanfaatkan secara optimal.
2. Terbatasnya potensi sumber energi air yang memiliki *head* tinggi.
3. Belum diketahui variasi head turbin cross flow yang tepat untuk menghasilkan putaran, daya dan efisiensi yang maksimal.
4. Krisis energi yang mengakibatkan mahalnya harga bahan bakar fosil

## **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah yang diungkapkan, maka diperlukan suatu batasan yang merupakan ruang lingkup pembahasan pada penulisan tugas akhir ini, batasan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Pengujian alat simulasi turbin air *cross flow* untuk mendapatkan daya output turbin yang optimal.
2. Pengujian alat simulasi turbin air *cross flow* dalam skala labor.
3. Pengujian head bervariasi dan debit air konstan.
4. Pengujian debit air konstan dengan gaya pengereman yang diatur.

#### D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang ada, maka rumusan masalah yang penulis ajukan adalah bagaimana “*Melakukan uji unjuk kerja turbin air cross flow dengan hubungan putaran terhadap efisiensi, head terhadap efisiensi dan torsi terhadap efisiensi*”.

#### E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Tujuan umum:

- a. Untuk memenuhi syarat bagi penulis dalam menyelesaikan studi pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
- b. Untuk mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh selama menjalankan pendidikan di bangku kuliah.

2. Tujuan khusus

Melakukan uji unjuk kerja turbin *cross flow* terhadap:

- a. Hubungan putaran dengan efisiensi
- b. Hubungan head dengan efisiensi
- c. Hubungan torsi dengan efisiensi.

## **F. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai pengembangan ilmu dan menambah kompetensi mahasiswa dalam bidang pembuatan dan pengujian sebuah alat.
2. Memberikan kontribusi pemikiran terhadap inovasi teknologi yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhannya.
3. Sebagai referensi bagi mahasiswa atau pihak-pihak yang membutuhkan informasi tentang bagaimana metode pengujian Head yang bervariasi pada turbin air cross flow yang dapat bekerja dengan baik.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan pada perhitungan analisa dan hasil pengujian dari mesin simulasi turbin air *cross flow* didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Putaran turbin cross flow naik seiring bertambahnya tinggi air dan efisiensi yang diperoleh kecil karena gaya pengereman yang kecil. Putaran tertinggi terjadi pada bukaan penuh  $90^\circ$  yaitu 342 rpm dan efisiensinya adalah 9,94%
2. Head pada bukaan  $50^\circ$  menghasilkan efisiensi yang tertinggi. Terjadi karena gaya pengereman yang besar maka torsi semakin besar sehingga mengakibatkan daya efektif yang dihasilkan semakin besar, maka didapat efisiensi yang besar yaitu 29,36%.
3. Torsi turbin cross flow besar karena bertambah besarnya gaya pengereman yang terjadi. Torsi tertinggi terjadi pada gaya pengereman 9 N yaitu 0,18 Nm. Semakin besar torsi maka daya efektif yang dihasilkan akan semakin besar sehingga menghasilkan efisiensi yang besar.

## **B. Saran**

Berdasarkan dari hasil pengujian alat maka perlu diperhatikan saran - saran berikut ini :

1. Rencanakanlah alat yang akan dibuat sebegus mungkin untuk memudahkan proses pembuatan dan pengujian.
2. Sebelum melakukan pengujian sebaiknya periksa semua perlengkapan alat uji dan kalibrasikan semua peralatan sebelum memulai pengujian.
3. Perhatikan cara pemakaian peralatan yang ada, jangan menyimpang dari prosedur kerja, sebab akan memberikan kemungkinan kerusakan pada alat uji yang dipakai.
4. Melakukan perawatan rutin kepada setiap komponen alat untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan umur mesin semakin lama.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto. (2004). *Penggerak Mula Turbin*. Bandung : ITB
- Dandekar, M.M dan K.N Sharma. (1991). *Pembangkit Listrik Tenaga Air*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Dietzel, Fritz. (1993). *Turbin Pompa dan Kompresor*. Jakarta : Erlangga.
- Haimerl,L.A. (1960). *The Cross Flow Turbine*. Jerman Barat.
- Himran Syukri. (2006). *Dasar-Dasar Merencanakan Turbin Air*. Makassar : CV. Bintang Lamumpatue.
- Mosonyi, Emil. (1960). *Water Power Development*. Bedupes : Hungarian Academy Of Sciences.
- Penche, C, & Minas, i. d. (1998). *Layman`s Guidebook on How to Develop a Small Hydro site*. Brussel : European Small Hydropower Association.
- Sato.G. Takeshi, H.N.Sugiarto. (1994). *Menggambar Mesin*. Jakarta : Pradya Paramita.
- Sularso & Suga, Kiyokatsu. (2008), *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Jakarta : Pradya Paramita.
- Susatyo, Anjar. (2003). *Pengembangan Turbin Air Type Cross-flow Diameter Runner 400 mm*. Bandung : Pusat Penelitian Tenaga Listrik Dan Mekatronik Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jurnal.
- UNP (2009), *Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir / Skripsi Universitas Negeri Padang*. Padang : UNP
- Wibowo, Nan Ady. (2013). *Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Wamena di kabupaten Jayawijaya Provinsi Papua*. Malang: Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Jurnal.