

**OPTIMALISASI DESAIN TURBIN PLTA PICO-
HYDRO UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAYA
DENGAN BANTUAN SOFTWARE CFD DAN KONSEP
REVERSE ENGINEERING**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**



**Disusun Oleh :
Aip Pradipta Farhan
I 1413004**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2016**



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SEBELAS MARET - FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TRANSFER TEKNIK MESIN

Jl Ir Sutami No. 36A Ketingan Surakarta Telp. 0271 632163 web: mesin.ft.uns.ac.id

SURAT TUGAS PEMBIMBING DAN PENGUJI TUGAS AKHIR
PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN UNS
Program Studi : **S1 Transfer Teknik Mesin**
Nomor : **0624/TA/S1/06/2015**

Nama : **AIP PRADIPTA FARHAN**
NIM : **11413004**
Bidang : **Konversi Energi**
Pembimbing 1 : **Prof. Dr. DWI ARIES HIMAWANTO, ST,
MT/197403262000031001**
Pembimbing 2 : **D. DANARDONO, ST, MT, PhD/196905141999031001**
Penguji : **1. DR ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT/ 197106151998021002**
2. EKO PRASETYO B., ST,MT/ 197109261999031002
**3. Sukmaji Indro Cahyono, ST, MEng/
198308182014041001**

Mata Kuliah Pendukung
1. SISTEM PERPIPAAN(MS03023-10)
2. PERANCANGAN UNTUK KETERBUATAN(MS05023-10)
3. POMPA DAN KOMPRESOR(MS06103-10)

Judul Tugas Akhir

**"OPTIMALISASI DESAIN TURBIN PLTA PICO-HYDRO
UNTUK MENINGKATKAN EFFISIENSI DAYA DENGAN
BANTUAN SOFTWARE CFD DAN KONSEP REVERSE
ENGINEERING"**



Surakarta, 2016-01-21 01:11:21
Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin,

DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST, MT
NIP. 197106151998021002

Tembusan :

1. Mahasiswa ybs.
2. Dosen Pembimbing TA ybs.
3. Koordinator TA.
4. Arsip.

**OPTIMALISASI DESAIN TURBIN PLTA PICO-HYDRO UNTUK MENINGKATKAN
EFISIENSI DAYA DENGAN BANTUAN SOFTWARE CFD DAN KONSEP REVERSE
ENGINEERING**

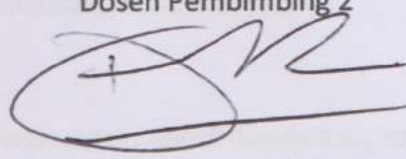
Disusun oleh:

AIP PRADIPTA FARHAN
NIM. 11413004

Dosen Pembimbing 1

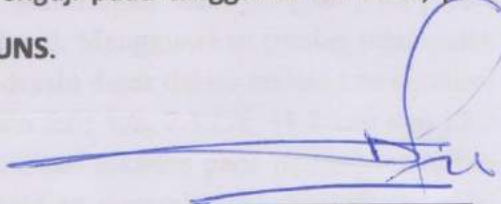

Prof. Dr. DWI ARIES HIMAWANTO., ST,
MT
NIP. 197404362000031001

Dosen Pembimbing 2

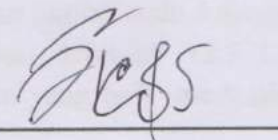

D. DANARDONO, ST, MT, PhD
NIP. 196905141999031001

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **27-01-2016**, pukul **10:00:00**, bertempat di **R.Gambar, Gd. 1 FT-UNS**.

1. **DR ENG. SYAMSUL HADI, ST, MT**
NIP. 197106151998021002




2. **SUKMAJI INDRO CAHYONO, ST, MT**
NIP. 198308182014041001



Kepala Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta


DR ENG. SYAMSUL HADI, ST, MT
NIP. 197106151998021002

Koordinator Tugas Akhir


DR. NURUL MUHAYAT, ST, MT
NIP. 197003231998021001

**OPTIMALISASI DESAIN TURBIN PLTA PICO-HYDRO UNTUK
MENINGKATKAN EFISIENSI DAYA DENGAN BANTUAN SOFTWARE
CFD DAN KONSEP REVERSE ENGINEERING**

Aip Pradipta Farhan

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Surakarta Indonesia

Email: aippradiptafarhan@gmail.com

Abstrak

Piko hidro adalah energi yang ramah lingkungan, dapat diandalkan, murah dan mampu untuk memenuhi kebutuhan listrik untuk penduduk didaerah terpencil, meskipun daya yang dihasilkan kurang dari 5 kW. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui peningkatan nilai torsi pada turbin dengan menggunakan variasi jumlah sudu dan kemiringan sudu yang ditinjau dengan besaran debit yang sudah ditentukan. Simulasi piko hidro menggunakan Solidworks.

Penelitian dilakukan dengan variasi kemiringan sudu 50°, 60°, 70°, 80°. Variasi jumlah sudu turbin adalah 3, 4, 5 dan 6. Menggunakan rincian pemodelan (Patrick Ho-yan, 2012) digunakan sebagai desain dasar dalam melakukan simulasi CFD, dengan variasi laju aliran volume yaitu 5.61 L/s, 7.3 L/s, 11.1 L/s, dan 12.9 L/s. Simulasi yang didapatkan berupa visualisasi tekanan pada permukaan turbin dan torsi yang mengenai turbin. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan nilai torsi yang maksimal terdapat pada kemiringan sudu 70° dan jumlah sudu 6 dengan menghasilkan nilai torsi sebesar 2.134 Nm pada variasi debit air 12.9 L/s. Simulasi penelitian ini mampu memberikan desain turbin yang baik untuk piko hidro.

Kata kunci : Piko hidro, *reverse engineering*, turbin propeler , *computational fluid dynamic (CFD)*

**OPTIMIZATION DESIGN TURBINE HYDROPOWER-PICO TO
INCREASE POWER EFFICIENCY WITH SOFTWARE CFD AND
CONCEPT OF REVERSE ENGINEERING.**

Aip Pradipta Farhan

Departement of Mechanical Engineering
Engineering Faculty of Sebelas Maret University
Surakarta Indonesia

Email: aipradiptafarhan@gmail.com

Abstract

Pico hydro is a green energy, cheap and capable to supply electricity for residents in remote areas, with the power generated is less than 5kW. This research was conducted to find out increase in the torque value on the turbine, using variation the number of blades and blade angles, with different flow rates that have been determined. The software for CFD analysis is SolidWorks.

In this research, using a variation of the blade angle is 50°, 60°, 70° and 80°. Variation the number of turbine blade is 3, 4, 5 and 6. Model of a propeller turbine is made based on data of thesis (Patrick Ho-yan, 2012) is taken for the reference for simulation work, with a variation of the flow rate is 5.61 L/s, 7.3 L/s, 11.1 L/s, and 12.9 L/s. Simulations results which are obtained is pressure visualization on the surface of turbine and turbine torque. The results showed an increase in maximum torque value generated by the turbine with blade angles 70° and number of blades 6, generating a torque of 2.134 Nm at variation flow rates 12.9 L/s. This simulation research can provide a best turbine design for pico hydro.

Kata kunci : *Pico hydro, reverse engineering, pico turbine, computational fluid dynamic (CFD)*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan rahmat, hidayah serta kekuatan kepada Penulis, sehingga Penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul, "**OPTIMALISASI DESAIN TURBIN PLTA PICO-HYDRO UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAYA DENGAN BANTUAN SOFTWARE CFD DAN KONSEP *REVERSE ENGINEERING***" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak yang sangat berarti demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Oleh sebab tersebut pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih sedalam dalamnya kepada:

1. DR ENG. Syamsul Hadi, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin UNS.
2. Bapak Prof. Dr. Dwi Aries Himawanto, ST, MT, selaku Pembimbing I tugas akhir, atas bimbingan, nasehat, kesabaran, motivasi dan ilmu pengetahuan yang diajarkannya.
3. Bapak D. Danardono, ST, MT, PhD, selaku Pembimbing II tugas akhir, atas bimbingan, nasehat, dan ilmu pengetahuan yang diajarkannya.
4. Bapak Sukmaji Indro Cahyono, ST, MEng, selaku Pembimbing teknis dan lapangan atas bimbingan, nasehat, dan ilmu pengetahuan yang diajarkannya.
5. Bapak Eko Prasetyo B., ST, MT, selaku Pembimbing Akademik.
6. Bapak-bapak dosen dan staf karyawan di lingkungan Teknik Mesin UNS, atas didikan, nasehat, ilmu yang diajarkan dan kerjasamanya.
7. Ayah, Ibu dan adik yang selalu memberikan dorongan semangat dan doa kepada Penulis terima kasih untuk kasih sayangnya.
8. Teman-teman Teknik Mesin transfer angkatan 2013 dan teman-teman Teknik Mesin UNS.
9. Seluruh pihak yang telah membantu Penulis dalam menyelesaikan skripsi ini termasuk bengkel las Pak Yadi dan warga kaplingan RT 02.

Dengan segenap bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis semoga akan mendapat limpahan berkah dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum dapat dikatakan sempurna, untuk itu dengan sangat dan rendah hati penulis menerima kritikan maupun saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir tersebut. Akhir kata penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Surakarta, 27 Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Surat Penugasan.....	ii
Halaman Pengesahan.....	iii
Abstrak	iv
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Persamaan	xii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan masalah.....	3
1.3 Batasan masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Rekayasa Ulang (<i>Reverse Engineering</i>).....	7
2.2.2 Piko Hidro	10
2.2.3 Jenis dan Karakteristik Fluida.....	10
2.2.4 Turbin	12
2.2.5 Daya (Power).....	15
2.2.6 Kecepatan Spesifik Turbin	17
2.2.7 Segitiga kecepatan sudu turbin.....	19
2.2.8 CFD (Computational Fluid Dynamics).....	21
2.2.9 <i>Meshing</i>	22

BAB III.....	24
3.1 Peralatan yang digunakan	24
3.2 Pemodelan.....	24
3.3 Variasi Turbin.....	25
3.4 Kondisi Batas	26
3.5 <i>Meshing</i>	28
3.6 Validasi Jurnal	29
3.7 Garis besar pelaksanaan penelitian	30
3.8 Jadwal Penelitian.....	32
BAB IV	33
4.1 Pengaruh Kemiringan Sudu Terhadap Torsi	33
4.2 Pengaruh Debit Terhadap Torsi.....	34
4.3 Pengaruh Debit Pada Kontur Tekanan	35
4.4 Analisa Jumlah Sudu Terhadap Torsi.....	37
4.5 Analisa Aliran Kecepatan.....	39
BAB V.....	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran.....	40
Daftar Pustaka	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Langkah-langkah <i>Reverse Engineering Concept</i>	7
Gambar 2.2.	<i>Reverse Engineering Concept and Methodology</i>	8
Gambar 2.3.	Jenis Aliran Fluida.....	11
Gambar 2.4.	Jenis-jenis turbin piko hidro.....	13
Gambar 2. 5.	Bagian-bagian turbin propeler open flume.....	14
Gambar 2. 6.	PLTA skala piko	16
Gambar 2. 7.	Tipe turbin berdasarkan kecepatan spesifik dan head air.	18
Gambar 2. 8.	Segitiga kecepatan.....	19
Gambar 2. 9	Sudut dan gaya-gaya pada profil sudu turbin <i>propeller</i>	20
Gambar 2. 10.	Penggambaran mesh bekerja berdasarkan bentuk domain.....	22
Gambar 3. 1.	Detail model piko hidro.....	24
Gambar 3. 2	Variasi turbin piko hidro.....	25
Gambar 3. 3.	Sudut kemiringan sudu.....	26
Gambar 3. 4.	Kondisi batas aliran masuk	27
Gambar 3. 5.	Kondisi batas aliran keluar.....	28
Gambar 3. 6.	Grafik validasi data simulasi dengan Ho-Yan	29
Gambar 3. 7.	Diagram alir pelaksanaan penelitian.....	32
Gambar 4. 1.	Grafik torsi dengan variasi jumlah sudu dan debit aliran.....	33
Gambar 4. 2.	Grafik torsi pada kemiringan sudu 70° dan jumlah sudu 6.....	34
Gambar 4. 3.	Kontur tekanan pada kemiringan sudu 70° dan jumlah sudu 6	36
Gambar 4. 4.	Grafik torsi terhadap jumlah sudu pada kemiringan sudu 70° dan debit 12,9 L/s	38
Gambar 4. 5.	Aliran kecepatan pada turbin dengan kemiringan sudu 70°, jumlah sudu 6 dan debit air 12,9 L/s.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Klasifikasi turbin berdasarkan jenis pembangkit dan <i>head</i>	10
Tabel 2.2.	Pengelompokan jenis turbin	13
Tabel 2.3.	Kecepatan spesifik beberapa turbin	19
Tabel 3. 1.	Definisi pengaturan umum simulasi	26
Tabel 3. 2.	Validasi meshing	28
Tabel 3. 3.	Jadwal penelitian	32
Tabel 4. 1.	Presentase kenaikan nilai torsi.....	37

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2.1)	Bilangan reynolds.....	11
Persamaan (2.2)	Kecepatan aliran.....	12
Persamaan (2.3)	Laju aliran	12
Persamaan (2.4)	Daya (power) air.....	15
Persamaan (2.5)	Efisiensi Turbin	17
Persamaan (2.6)	Daya (power) turbin	17
Persamaan (2.7)	Daya turbin (kecepatan sudut).....	17
Persamaan (2.8)	Kecepatan Spesifik.....	18