

**SIMULASI TURBIN AIR POROS HORIZONTAL (*HORIZONTAL AXIS
WATER TURBINE/HAWT*) DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI
*FLOW SIMULATION SOLIDWORKS***

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik**



Oleh :

HARY PRASETYO
NIM. I 1413014

**PROGRAM STUDI 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 Kentingan 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 : **0649/TA/S1/09/2015**

Nama : **HARY PRASETYO**
NIM : **11413014**
Bidang : **Konversi Energi**
Pembimbing 1 : **DR ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT/197106151998021002**
Pembimbing 2 : **D. DANARDONO, ST, MT, PhD/196905141999031001**
Penguji : **1. PURWADI JOKO WIDODO, ST, M. KOM/**
197301261997021001
2. Dr. BUDI KRISTIAWAN, ST., MT./ 197104251999031001
3. Prof. Dr. DWI ARIES HIMAWANTO, ST, MT/
197403262000031001

Mata Kuliah Pendukung

- 1. KOMPUTASI PERPINDAHAN PANAS(MS06053-10)**
- 2. MANAJEMEN ENERGI(MS06123-10)**
- 3. SISTEM PERPIPAAN(MS03023-10)**

Judul Tugas Akhir

**"SIMULASI TURBIN AIR POROS HORIZONTAL
(HORIZONTAL AXIS WATER TURBINE/HAWT) DENGAN
MENGGUNAKAN APLIKASI FLOW SIMULATION
SOLIDWORKS"**



Surakarta, 2015-10-12 10:02:25
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.

SIMULASI TURBIN AIR POROS HORIZONTAL (HORIZONTAL AXIS WATER TURBINE/HAWT) DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI FLOW SIMULATION SOLIDWORKS

Disusun Oleh

HARY PRASETYO
NIM : 11413014

Dosen Pembimbing 1

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

Dosen Pembimbing 2

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

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **03-05-2016** pukul **10:00:00**, bertempat di **M.102, gd.1 FT-UNS**.

1. PURWADI JOKO WIDODO, ST, M. KOM
197301261997021001
2. Dr. BUDI KRISTIAWAN, ST., MT.
197104251999031001
3. Prof. Dr. DWI ARIES HIMAWANTO, ST, MT
197403262000031001

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. 197603231998021001

SIMULASI TURBIN AIR POROS HORIZONTAL (*HORIZONTAL AXIS WATER TURBINE/HAWT*) DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI *FLOW SIMULATION SOLIDWORKS*

Hary Prasetyo

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Surakarta, Indonesia

e-mail : get_hary_prasetyo@yahoo.co.id

Abstrak

Desain Turbin Air Poros Horizontal dalam perencanaan pembangkit listrik tenaga *picohydro* merupakan hal yang kompleks dan mempunyai banyak variasi. Untuk menyederhanakan biasanya digunakan simulasi dengan komputer. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan simulasi dengan variasi yang digunakan adalah jumlah sudu turbin, sudut kelengkungan sudu turbin, sudut *bucket* turbin dan sudut kemiringan *blocking system*. Keempat variasi tersebut saling dikombinasikan sehingga akan didapatkan desain turbin yang terbaik. Studi yang dilaksanakan menggunakan aplikasi *Flow Simulation Solidworks*, dan diperoleh data turbin berupa kecepatan, tekanan, gaya, dan torsi turbin. Tetapi penelitian yang dilakukan ini lebih berfokus pada nilai torsi turbin yang didapatkan. Desain turbin terbaik didapatkan pada turbin dengan jumlah sudu 6, sudut kelengkungan sudu 65° dan sudut *bucket* turbin 10° , serta sudut kemiringan *blocking system* sebesar 40° . Pada turbin yang terbaik tersebut dihasilkan nilai torsi sebesar 8,464 Nm.

Kata kunci: Simulasi, *Flow Simulation Solidworks*, Torsi, Variasi

Abstrack

The design of Horizontal Axis Water Turbine in pico hydro power plants is a complex matter and has many variations. To simplify that, usually using computer simulation is applied. This research performs simulation process variation on turbine blade number, turbine blade curvature angle, turbine bucket angle and blocking system tilt angle. Those four variations were combined in order to obtain the best design of turbine. The study used Flow Simulation Solidworks application, and obtain data on turbine speed, pressure, force, and torque. However, this research focused on turbine torque value. The best design of turbine was obtained in the turbine with 6 blades, blade curvature angle of 65° and bucket angle of 10° , and blocking system tilt angle of 40° . In the best turbine, the produced torque value was 8.464 Nm.

Keywords : *Simulation, Flow Simulation Solidworks, Torque, Variation*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah serta puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga Skripsi dengan judul “Simulasi Turbin Air Poros Horizontal (*Horizontal Axis Water Turbine/HAWT*) dengan Menggunakan Aplikasi Flow Simulation Solidworks” ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.

Pada kesempatan ini tidak lupa untuk menghaturkan penghargaan dan mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya Skripsi ini, kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Syamsul Hadi, S.T., M.T. selaku Pembimbing I yang senantiasa memberikan nasehat, arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak D. Danardono, S.T., M.T., Ph.D. selaku Pembimbing II yang telah turut serta memberikan bimbingan yang berharga bagi penulis.
3. Bapak Prof. Dr. Dwi Aries Himawanto, S.T., M.T., bapak Dr. Budi Kristiawan, S.T., M.T. dan bapak Purwadi Joko Widodo, S.T., M.Kom selaku dosen penguji tugas akhir yang telah memberi saran yang membangun.
4. Bapak Dr. Nurul Muhayat, S.T., M.T., selaku koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak Prof. Dr. Dwi Aries Himawanto, S.T., M.T., selaku Kepala Laboratorium Perpindahan Panas dan Termodinamika UNS yang telah memberikan izin serta fasilitas yang sangat berguna bagi penulis.
6. Seluruh Dosen serta Staff di Jurusan Teknik Mesin UNS, yang telah turut mendidik dan membantu penulis hingga menyelesaikan studi S1.
7. Bapak, Ibu, dan seluruh keluarga yang telah memberikan do’a restu, motivasi, dan dukungan material maupun spiritual selama penyelesaian Tugas Akhir.
8. Teman-teman satu Grup Riset Penelitian “Prototipe *Horizontal Axis Water Turbine* (HAWT) Untuk *Green Energy* di Bangunan Bertingkat” atas kerja samanya dengan gagasan-gagasan yang telah dicetuskan.

9. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin Non-Reguler Universitas Sebelas Maret angkatan 2012
10. Semua pihak yang telah membantu dalam melaksanakan dan menyusun laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Dalam penulisan Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan karena keterbatasan kemampuan pengetahuan. Oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang membangun guna untuk penyempurnaan skripsi ini.

Pada akhirnya semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi semua pihak.

Surakarta, April 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SURAT PENUGASAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	23
DAFTAR LAMPIRAN.....	27
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1. Latar Belakang Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.2. Perumusan masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.3. Batasan masalah	Error! Bookmark not defined.
1.4. Tujuan dan Manfaat	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	Error! Bookmark not defined.
2.1. Tinjauan Pustaka	Error! Bookmark not defined.
2.2. Dasar Teori.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1. Pembangkit Listrik Tenaga <i>Picohydro</i> (PLTPH)	Error! Bookmark not defined.
2.2.2. Turbin Air	Error! Bookmark not defined.
2.2.3. Perhitungan Torsi Turbin.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.4. Komputasi Dinamika Fluida/ <i>Computational Dynamics Fluid</i> (CFD)	Error! Bookmark not defined.
2.2.5. <i>Flow Simulation Solidworks</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2.6. Permodelan Numerik	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
3.1. Alat dan Bahan.....	Error! Bookmark not defined.
3.2. Metode Pengambilan Data Variasi	Error! Bookmark not defined.
3.3. Desain Variasi Turbin dan <i>Blocking System</i>	Error! Bookmark not defined.
3.4. Pra-Study.....	Error! Bookmark not defined.
3.5. Garis Besar Peniltian.....	Error! Bookmark not defined.
3.6. Pelaksanaan Penelitian	Error! Bookmark not defined.

3.7. Diagram Alir Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1. Validasi Metode Simulasi dengan Aplikasi <i>Flow Simulation</i> <i>Solidworks</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2. Nilai Torsi dan Pengaruh Keempat Parameter Variasi.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1. Pengaruh Perubahan Sudut Kelengkungan Turbin Terhadap Nilai Torsi dengan Sudut <i>Bucket</i> Sebesar 5°	Error! Bookmark not defined.
4.2.2. Pengaruh Perubahan Sudut Kelengkungan Turbin Terhadap Nilai Torsi dengan Sudut <i>Bucket</i> Sebesar 10°	Error! Bookmark not defined.
4.2.3. Pengaruh Perubahan Sudut Kelengkungan Turbin Terhadap Nilai Torsi dengan Sudut <i>Bucket</i> Sebesar 15°	Error! Bookmark not defined.
4.2.4. Pengaruh Perubahan Sudut Kelengkungan Turbin Terhadap Nilai Torsi dengan Sudut <i>Bucket</i> Sebesar 20°	Error! Bookmark not defined.
4.2.5. Analisa Desain turbin Terbaik dengan Nilai Torsi yang Tertinggi Akibat Pengaruh Jumlah Sudu Turbin, Sudut Kelengkungan Sudu Turbin, Sudut <i>Bucket</i> Turbin dan Sudut Kemiringan <i>Blocking System</i> . ..	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP.....	Error! Bookmark not defined.
5.1. Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2. Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Klasifikasi Daya Keluaran dari Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air.....	8
Tabel 4.1.	Nilai Data Validasi dan Data Percobaan	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Distribusi Kecepatan pada Turbin <i>Propeller</i>	6
Gambar 2.2. Distribusi Tekanan pada turbin dengan sudut sirip pengarah 70°	7
Gambar 2.3. Distribusi Kecepatan pada turbin dengan sudut sirip pengarah 70°	7
Gambar 2.4. Grafik Aplikasi Turbin	10
Gambar 2.5. Turbin Kaplan	10
Gambar 2.6. Turbin Francis	11
Gambar 2.7. Turbin Pelton	11
Gambar 2.8. Solid dan hollow <i>Drag-type Turbine</i>	12
Gambar 2.9. Gaya yang bekerja pada turbin	13
Gambar 2.10. <i>Flowchart</i> analisa aliran fluida menggunakan <i>SolidWorks</i> <i>Flow Simulation</i>	14
Gambar 2.11. <i>Computational Domain</i>	15
Gambar 2.12. <i>Computational Mesh</i>	16
Gambar 2.13. Kondisi Batas Saluran Masuk	17
Gambar 2.14. Kondisi Batas Saluran Keluar	17
Gambar 3.1. Variasi Jumlah Sudu Turbin	19
Gambar 3.2. Variasi Sudut Kelengkungan Sudu Turbin	19
Gambar 3.3. Variasi Sudut <i>Bucket</i> Turbin	19
Gambar 3.4. Variasi Sudut Kemiringan <i>Blocking System Turbin</i>	20
Gambar 3.5. Data validasi <i>meshing</i>	20
Gambar 3.6. Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 4.1. Distribusi Kecepatan Turbin <i>Propeller</i> Hasil Simulasi yang Dilakukan Oleh Yu War Myint	24
Gambar 4.2. Distribusi Kecepatan Turbin Propeler Hasil Simulasi <i>Running</i> Ulang	25
Gambar 4.3. Grafik Data Validasi (Myint) dan Data Percobaan	26
Gambar 4.4. Grafik Nilai Torsi pada Sudut Kelengkungan Turbin 65° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 5°	27

Gambar 4.5.	Distribusi Aliran Fluida Pada Turbin dengan Kelengkungan 65° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 5° dan Sudut <i>Blocking System</i> 40°	28
Gambar 4.6.	Grafik Nilai Torsi pada Sudut Kelengkungan Turbin 70° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 5°	29
Gambar 4.7.	Distribusi Aliran Fluida Pada Turbin dengan Kelengkungan 70° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 5° dan Sudut <i>Blocking System</i> 40°	30
Gambar 4.8.	Grafik Nilai Torsi pada Sudut Kelengkungan Turbin 75° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 5°	31
Gambar 4.9.	Distribusi Aliran Fluida Pada Turbin dengan Kelengkungan 75° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 5° dan Sudut <i>Blocking System</i> 40°	32
Gambar 4.10.	Grafik Nilai Torsi pada Sudut Kelengkungan Turbin 80° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 5°	33
Gambar 4.11.	Distribusi Aliran Fluida Pada Turbin dengan Kelengkungan 80° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 5° dan Sudut <i>Blocking System</i> 40°	34
Gambar 4.12.	Grafik Nilai Torsi pada Sudut Kelengkungan Turbin 65° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 10°	36
Gambar 4.13.	Distribusi Aliran Fluida Pada Turbin dengan Kelengkungan 65° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 10° dan Sudut <i>Blocking System</i> 40° ...	37
Gambar 4.14.	Grafik Nilai Torsi pada Sudut Kelengkungan Turbin 70° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 10°	38
Gambar 4.15.	Distribusi Aliran Fluida Pada Turbin dengan Kelengkungan 70° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 10° dan Sudut <i>Blocking System</i> 40° ...	39
Gambar 4.16.	Grafik Nilai Torsi pada Sudut Kelengkungan Turbin 75° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 10°	40
Gambar 4.17.	Distribusi Aliran Fluida Pada Turbin dengan Kelengkungan 75° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 10° dan Sudut <i>Blocking System</i> 40° ...	41
Gambar 4.18.	Grafik Nilai Torsi pada Sudut Kelengkungan Turbin 80° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 10°	42
Gambar 4.19.	Distribusi Aliran Fluida Pada Turbin dengan Kelengkungan 80° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 10° dan Sudut <i>Blocking System</i> 40° ...	43
Gambar 4.20.	Grafik Nilai Torsi pada Sudut Kelengkungan Turbin 65° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 15°	45

Gambar 4.21. Distribusi Aliran Fluida Pada Turbin dengan Kelengkungan 65° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 15° dan Sudut <i>Blocking System</i> 40°...	46
Gambar 4.22. Grafik Nilai Torsi pada Sudut Kelengkungan Turbin 70° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 15°	47
Gambar 4.23. Distribusi Aliran Fluida Pada Turbin dengan Kelengkungan 70° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 15° dan Sudut <i>Blocking System</i> 40°...	48
Gambar 4.24. Grafik Nilai Torsi pada Sudut Kelengkungan Turbin 75° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 15°	48
Gambar 4.25. Distribusi Aliran Fluida Pada Turbin dengan Kelengkungan 75° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 15° dan Sudut <i>Blocking System</i> 40°...	49
Gambar 4.26. Grafik Nilai Torsi pada Sudut Kelengkungan Turbin 80° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 15°	50
Gambar 4.27. Distribusi Aliran Fluida Pada Turbin dengan Kelengkungan 80° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 15° dan Sudut <i>Blocking System</i> 40°...	51
Gambar 4.28. Grafik Nilai Torsi pada Sudut Kelengkungan Turbin 65° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 20°	53
Gambar 4.29. Distribusi Aliran Fluida Pada Turbin dengan Kelengkungan 65° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 20° dan Sudut <i>Blocking System</i> 40°...	54
Gambar 4.30. Grafik Nilai Torsi pada Sudut Kelengkungan Turbin 70° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 20°	55
Gambar 4.31. Distribusi Aliran Fluida Pada Turbin dengan Kelengkungan 70° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 20° dan Sudut <i>Blocking System</i> 40°...	56
Gambar 4.32. Grafik Nilai Torsi pada Sudut Kelengkungan Turbin 75° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 20°	56
Gambar 4.33. Distribusi Aliran Fluida Pada Turbin dengan Kelengkungan 75° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 20° dan Sudut <i>Blocking System</i> 40°...	57
Gambar 4.34. Grafik Nilai Torsi pada Sudut Kelengkungan Turbin 80° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 20°	58
Gambar 4.35. Distribusi Aliran Fluida Pada Turbin dengan Kelengkungan 80° dan Sudut <i>Bucket</i> Turbin 20° dan Sudut <i>Blocking System</i> 40°...	59
Gambar 4.36. Desain Turbin dan Sudut <i>Blocking System</i> yang Terbaik	60
Gambar 4.37. <i>Pressure plot</i> dan distribusi aliran fluida pada turbin dengan	

jumlah sudu 6, sudut kelengkungan sudu turbin 65° dan sudut <i>bucket</i> 10°	61
Gambar 4.38. <i>Pressure plot</i> dan distribusi aliran fluida pada turbin dengan nilai torsi tertinggi dan terendah	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Hasil Percobaan	67
Lampiran 2	Gambar Trajektori Distribusi Kecepatan Aliran Fluida dan <i>Pressure Plot</i> Turbin Data Hasil Percobaan	73
Lampiran 3	Gambar Distribusi Kecepatan Aliran Fluida Pada Turbin dengan Jumlah Sudu berbeda dan <i>Blocking System</i> yang sama (40°)	105