

**PEMBUATAN DAN PENGUJIAN TURBIN PROPELLER DALAM
PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
AIR PIKO HIDRO (PLTA-PH) DENGAN VARIASI DEBIT ALIRAN**

SKRIPSI

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



Disusun Oleh :

Henanto Pandu Dewanto

I1413015

**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 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 : **0623/TA/S1/06/2015**

Nama : **HENANTO PANDU DEWANTO**
NIM : **11413015**
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. MANAJEMEN ENERGI(MS06123-10)
2. POMPA DAN KOMPRESOR(MS06103-10)
3. TEKNOLOGI DAN PROSES PEMESINAN(MS05013-10)

Judul Tugas Akhir

**"PEMBUATAN DAN PENGUJIAN TURBIN PROPELLER
DALAM PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA AIR PIKO HIDRO (PLTA-PH) DENGAN
VARIASI DEBIT ALIRAN"**



Surakarta, 2015-12-22 04:58:35
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.

**PEMBUATAN DAN PENGUJIAN TURBIN PROPELLER DALAM
PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR PIKO
HIDRO (PLTA-PH) DENGAN VARIASI DEBIT ALIRAN**


Disusun Oleh

HENANTO PANDU DEWANTO
NIM : 11413015

Dosen Pembimbing 1


**Prof. Dr. DWI ARIES HIMAWANTO, ST,
MT**
NIP. 197403262000031001

Dosen Pembimbing 2


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


Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **22-01-2016**, pukul
08:00:00, bertempat di **M.101, Gd.1 FT-UNS**.

1. DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST, MT
197106151998021002
2. EKO PRASETYO B., ST, MT
197109261999031002
3. Sukmaji Indro Cahyono, ST, MEng
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

MOTTO

Fokus, Tulus, Tembus

You can if you think you can

Always be yourself and never be anyone else

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S. Al Insyirah : 6)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kemampuannya”

(Q.S. Al Baqarah : 86)

“Dan aku tidak menciptakan jin dan manusia kecuali hanya untuk beribadah kepada-Ku.”

(Q.S. Adz Dzaariyaat : 56)

PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati seraya mengucapkan syukur kehadiran Illahi, kupersembahkan tulisan ini kepada:

1. Allah SWT, Pemilik segala keagungan, kemuliaan, kekuatan dan keperkasaan. Segala yang kualami adalah kehendak-Mu, semua yang kuhadapi adalah kemauan-Mu, segala puji hanya bagi-Mu, Ya Allah, Pengatur alam semesta, tempat bergantung segala sesuatu, tempatku memohon pertolongan.
2. Junjungan Nabi besar Muhammad SAW, Manusia terbaik di muka bumi, uswatun hasanah, penyempurna akhlak, sholawat serta salam semoga selalu tercurah padanya, keluarga, sahabat dan pengikutnya yang istiqomah sampai akhir zaman.
3. Kasih sayang dan cinta yang tak pernah putus dari Papi, Mami, Kakak dan Kamu serta keluarga tercinta. Kasih sayang kalian tak akan pernah kulupakan sepanjang hidupku.
4. Bapak Prof. Dr. Dwi Aries Himawanto, ST, MT, Bapak D. Danardono, ST, MT, PhD dan Bapak Sukmaji Indro Cahyono, ST, MEng yang tak pernah lelah untuk membimbing tugas akhir saya.
5. Seluruh dosen, karyawan, dan mahasiswa Teknik Mesin UNS.
6. Abdillah Zuhud Supraba, Aip Pradipta Farhan, Akhmad Nurdin, Awak Sigit Wibowo serta rekan-rekan seperjuangan Non Reg 13 yang telah memberikan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.

PEMBUATAN DAN PENGUJIAN TURBIN PROPELER DALAM PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR PIKO HIDRO (PLTA-PH) DENGAN VARIASI DEBIT ALIRAN

Henanto Pandu Dewanto

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Surakarta Indonesia

E-mail: Henan90.hpd@gmail.com

Abstrak

Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) dengan kapasitas pembangkit listrik kurang dari 5 kW disebut “Piko Hidro” (PLTA-PH). Piko Hidro merupakan salah satu sumber energi terbaru yang ramah lingkungan. Pada penelitian ini bertujuan untuk: (1) pembuatan pembangkit listrik tenaga air Piko Hidro yang hemat energi, terbarukan, dan ramah lingkungan; (2) mengetahui efisiensi dari turbin dengan pengujian variasi debit aliran. (3) Mengetahui efisiensi generator. Mendesain dan membuat turbin air portabel yang mudah dalam pembuatan, pengoperasian, dan perawatan serta memiliki efisiensi dan efektivitas yang tinggi dapat menggunakan metode *reverse engineering*. Proses produksi yang dibutuhkan untuk membuat turbin yaitu dengan cara proses bubut dan proses pengelasan. Sedangkan bahan yang digunakan adalah *mild steel*.

Hasil penelitian ini ditemukan bahwa: (1) proses pembuatan dari pembangkit listrik tenaga air Piko Hidro dapat dilakukan dengan mudah oleh masyarakat; (2) jenis turbin yang dipakai dalam pengujian PLTA-PH adalah turbin *propeller* dengan 4 buah jumlah sudu; (3) pengukuran debit dengan metode V-Notch didapat hasil debit aktual sebagai berikut $5,38 \times 10^{-3}$ (m^3/s), $6,62 \times 10^{-3}$ (m^3/s), $7,69 \times 10^{-3}$ (m^3/s) dan $8,84 \times 10^{-3}$ (m^3/s). Efisiensi turbinnya yaitu 3,59%, 4,26 %, 5,66 % dan 7,54 %. Sedangkan efisiensi generator mempunyai nilai 39,31 %, 40,51 %, 32,55 % dan 30,45%.

Kata kunci: pembuatan PLTA-PH, turbin *propeller*, *reverse engineering*, metode V-Notch.

MANUFACTURE AND TESTING OF PROPELLER TURBINE IN DEVELOPING HYDROPOWER-PICO TECHNOLOGY WITH FLOW RATE VARIATION

Henanto Pandu Dewanto

Departement of Mechanical Engineering
Engineering Faculty of Sebelas Maret University
Surakarta Indonesia
E-mail: Henan90.hpd@gmail.com

Abstract

Hydroelectric power plants (hydropower) with a power generated capacity of less than 5 kW called "Pico Hydro" (hydropower-PH). Pico Hydro is one of the renewable energy sources that are environmentally friendly. In this study aims to: (1) the manufacture hydropower plants Pico Hydro energy-efficient, renewable and environmentally friendly; (2) determine the efficiency of the turbine with the testing of flow variation. (3) determine the efficiency of generator. Designing and making portable water turbines are easily in the manufacture, operation, and maintenance and has a high efficiency and effectiveness that can use the method of reverse engineering. The production process is performed to create a turbine by the lathe and welding processes. While the materials used are mild steel.

Results of this study were found that: (1) the manufacturing process of hydropower plants Pico Hydro can be performed easily by the public; (2) the type of turbine used in hydropower-PH testing is a propeller turbine with 4 blades; (3) flow measurement with V-Notch method showed the following actual debit are 5.38×10^{-3} (m³/s), 6.62×10^{-3} (m³/s), 7.69×10^{-3} (m³/s) and 8.84×10^{-3} (m³/s). Turbine efficiency is 3.59 %, 4.26 %, 5.66 % and 7.54 %. The efficiency of the generator has a value of 39.31 %, 40.51 %, 32.55 % and 30.45 %.

Keywords: manufacture hydropower-PH, propeller turbine, reverse engineering, V-Notch method

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah kepada penulis sehingga mampu melaksanakan dan menyelesaikan skripsi dengan judul “PEMBUATAN DAN PENGUJIAN TURBIN PROPELER DALAM PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR PIKO HIDRO (PLTA-PH) DENGAN VARIASI DEBIT ALIRAN” dengan baik.

Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam mengerjakan skripsi ini tidaklah mungkin dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak atas segala bantuan dan perhatian selama penulis menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dwi Aries Himawanto, ST., MT selaku Dosen pembimbing I yang senantiasa memberikan nasehat, arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak D. Danardono, ST., MT., PhD selaku Dosen Pembimbing II yang turut serta memberikan motivasi, arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Sukmaji Indro Cahyono, ST, MEng selaku Dosen Pembimbing teknis yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan arahan dalam menyelesaikan skripsi di Universitas Sebelas Maret ini.
4. Bapak DR Eng. Syamsul Hadi, ST, MT, dan Bapak Sukmaji Indro Cahyono, ST, MEng selaku dosen penguji tugas akhir saya yang telah memberi saran yang membangun.

5. Bapak Eko Prasetyo B., ST, MT selaku pembimbing akademis yang telah berperan sebagai orang tua dalam menyelesaikan studi di UNS.
6. Bapak DR Eng. Syamsul Hadi, ST, MT selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
7. Bapak DR. Nurul Muhayat, ST, MT selaku koordinator Tugas Akhir.
8. Seluruh staf dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret yang telah turut serta mendidik penulis hingga menyelesaikan studi S1.
9. Seluruh staf karyawan administrasi Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret yang telah memberikan kemudahan dalam hal administrasi.
10. Papi, Mami, Kakak dan Kamu atas do'a restu, nasihat, motivasi, dukungan material dan spiritual dalam menyelesaikan skripsi.
11. Rekan-rekan seperjuangan Non Reg 13, kakak tingkat dan adik tingkat di Jurusan Teknik Mesin UNS, *M-solidarity forever*.
12. *Special thanks* to Abdillah Zuhud Supraba, Aip Pradipta Farhan, Akhmad Nurdin dan Awak Sigit Wibowo serta Kamu terimakasih atas kesabarannya untuk segala perhatian serta pengertiannya.
13. Bapak Yadi yang telah banyak memberi arahan dalam *manufacturing and troubleshooting* alat.
14. Dan semua pihak yang telah mendukung kelancaran skripsi penulis yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Pada akhirnya penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak supaya menjadi masukan yang sangat berguna bagi penulis untuk memperbaiki dan menyempurnakan penulisan lain yang akan datang. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua dan bagi penulis pada khususnya.

Surakarta, 22 Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Surat Penugasan	ii
Halaman Pengesahan	iii
Motto.....	iv
Persembahan	v
Abstrak	vi
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Pengertian Dasar Turbin Air Piko Hidro	9
2.3. Klasifikasi Turbin Air Piko Hidro	10
2.4. Seleksi Awal Jenis Turbin	12
2.5. <i>Prony Brake</i>	16
2.6. Analisa Keputusan Turbin PLTA Piko Hidro.....	17
2.6.1 Langkah-langkah dalam Analisa Keputusan	18
2.7. Analisis Pemilihan Bahan	20
2.8. Ketahanan Material Sudu Turbin.....	22
2.8.1 Korosi Erosi	22
2.8.2. Kavitasi.....	23

2.9. Proses Produksi Turbin	24
2.9.1 Proses Bubut	24
2.9.2. Proses Pengelasan.....	27
2.10. Pengukuran Debit dengan V-Notch	28
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Alat dan Bahan.....	31
3.1.1. Alat	31
3.1.2. Bahan	33
3.2. Proses Pembuatan Komponen dan Pengujian PLTA-PH ...	33
3.2.1. Tahap 1 Mencari data	33
3.2.2. Tahap 2 Desain Komponen PLTA-PH.....	33
3.2.3. Tahap 3 Pembuatan PLTA-PH.....	34
3.2.4. Tahap 4 Pengujian Hasil dan Analisa.....	34
3.3. Skema Uji <i>Rig</i> PLTA-PH.....	34
3.4. Diagram Alir Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN ANALISIS	
4.1. Komponen-komponen PLTA Piko Hidro	37
4.2. Hasil Uji Daya Air	49
4.2.1 Persiapan Pengujian.....	49
4.2.2 Mengukur Debit Aliran	50
4.2.3 Rumus dalam perhitungan debit aliran.....	50
4.2.4 Perhitungan Debit Aliran.....	51
4.2.5 Perhitungan Daya Air	56
4.3. Hasil Uji Turbin	57
4.3.1 Putaran Poros Turbin.....	57
4.3.2 Perhitungan Daya Turbin	58
4.3.3 Perhitungan Efisiensi Turbin.....	60
4.4. Hasil Uji Generator	61
4.4.1 Mengukur Tegangan Listrik Generator	61
4.4.2 Mengukur Arus Listrik Generator	62
4.4.3 Perhitungan Daya Output dari Generator	63
4.4.4 Perhitungan Efisiensi Generator.....	64

BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	66
5.2. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Karat dan Erosi Terjadi pada Turbin yang Dibuat dengan Material Metal.....	2
Gambar 2.1 Grafik perbandingan rpm, Daya Turbin dan <i>Head</i> dari Ho Yan.....	7
Gambar 2.2 Grafik perbandingan efisiensi turbin dengan rpm dari Ho Yan	8
Gambar 2.3 Skema Pembangkit Listrik Skala Kecil	9
Gambar 2.4 Jenis – jenis Turbin Air	11
Gambar 2.5 Turbin Impuls	11
Gambar 2.6 Turbin Reaksi	12
Gambar 2.7 Pemilihan Tipe Turbin Berdasarkan Kecepatan Spesifik dan <i>Head Air</i>	15
Gambar 2.8 Karakteristik dan aplikasi turbin (H vs Q)	15
Gambar 2.9 <i>Prony brake</i>	17
Gambar 2.10 Siklus Analisa Keputusan.....	19
Gambar 2.11 Hubungan antara Desain, Material, dan Proses Produksi.....	21
Gambar 2.12 Proses bubut (1) bubut rata, (2) bubut permukaan, dan (3) bubut tirus	24
Gambar 2.13 Bendung V-Notch.....	28
Gambar 3.1 Komponen Penyusun PLTA-PH	31
Gambar 3.2 Skema Uji Rig PLTA-PH.....	35
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian.....	36
Gambar 4.1 Parameter Desain Sudu.....	38
Gambar 4.2 Turbin <i>Propeller</i> 4 Sudu.....	39
Gambar 4.3 Sudu Pengarah	40
Gambar 4.4 Las Oksigen Memotong Plat	41
Gambar 4.5 Las Listrik untuk Penyambungan.....	41
Gambar 4.6 V-Notch 90°	42
Gambar 4.7 Proses <i>Draft Tube</i>	43

Gambar 4.8	Poros	43
Gambar 4.9	<i>Housing</i>	44
Gambar 4.10	Bak Air	45
Gambar 4.11	Gerinda potong	46
Gambar 4.12	Penyambungan dengan Las Listrik	47
Gambar 4.13	Penyambungan Las Oksigen	47
Gambar 4.14	Generator	48
Gambar 4.15	PLTA-PH.....	49
Gambar 4.16	Grafik perbandingan Debit Aktual dengan Tinggi Permukaan	53
Gambar 4.17	Grafik perbandingan Debit Teoretis dengan Tinggi Permukaan	54
Gambar 4.18	Grafik perbandingan Debit Teoretis dengan Debit Aktual	55
Gambar 4.19	Grafik perbandingan Debit Aktual dan Debit Teoretis dengan Koefisien Aliran.....	55
Gambar 4.20	Grafik perbandingan Debit Aliran dengan Daya Air	57
Gambar 4.21	Grafik perbandingan Debit Aliran, rpm, dan Daya Turbin	59
Gambar 4.22	Grafik perbandingan Debit Aliran dengan Efisiensi Turbin	61
Gambar 4.23	Grafik perbandingan Debit Aliran, Efisiensi Generator, dan Daya Generator	64

DAFTAR TABEL

	Halaman	
Tabel 2.1	Klasifikasi Turbin Berdasarkan Jenis Pembangkit dan Head.....	10
Table 2.2	Jenis-jenis Turbin Air dan Kisaran Kecepatan Spesifiknya (N_s)	14
Table 2.3	Perbandingan dari Teknologi Turbin untuk Pemilihan Jenis Turbin	20
Tabel 2.4	Tekanan Uap Air Maksimum Pada Temperatur Tertentu .	24
Table 4.1	Hasil Percobaan	51
Table 4.2	Data Hasil Perhitungan.....	53
Table 4.3	Putaran Poros Turbin.....	58
Tabel 4.4	Tegangan Listrik Generator.....	62
Table 4.5	Arus Listrik Pada Generator.....	63