

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH *PITCH RATIO* TERHADAP
UNJUK KERJA *ARCHIMEDES SCREW TURBINE* (AST) PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *PICOHYDRO***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Oleh:

ILHAM IMRON ROSYIDI
NIM. I0415048

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2019**



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SEBELAS MARET - FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 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 Teknik Mesin**

Nomor : **0881/TA/S1/03/2019**

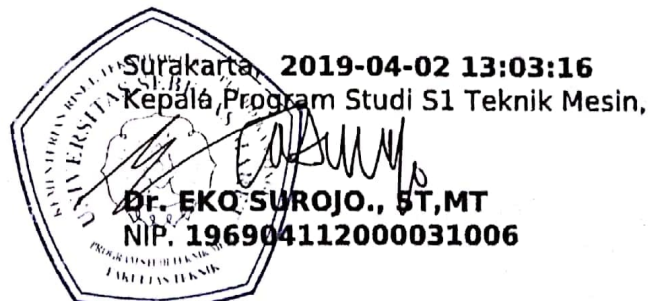
Nama : **ILHAM IMRON ROSYIDI**
NIM : **I0415048**
Bidang : **Konversi Energi**
Pembimbing 1 : **Prof. Dr. DWI ARIES HIMAWANTO, ST,
MT/197403262000031001**
Pembimbing 2 : **PURWADI JOKO WIDODO, ST, M.
KOM/197301261997021001**
Penguji : **1. D. DANARDONO, ST, MT, PhD/ 196905141999031001
2. DR. ZAINAL ARIFIN, S.T., M.T./ 197303082000031001**

Mata Kuliah Pendukung

- 1. MANAJEMEN ENERGI(MS06123-15)**
- 2. SISTEM PERPIPAAN(MS03023-15)**
- 3. MOTOR BAKAR(MS06013-15)**

Judul Tugas Akhir

**"STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PITCH RATIO
TERHADAP UNJUK KERJA ARCHIMEDES SCREW
TURBINE (AST) PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
PICOHYDRO"**



Tembusan :

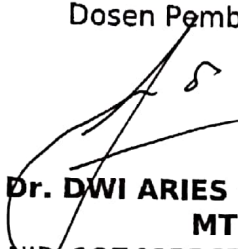
1. Mahasiswa ybs.
2. Dosen Pembimbing TA ybs.
3. Koordinator TA.
4. Arsip.

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PITCH RATIO TERHADAP UNJUK
KERJA ARCHIMEDES SCREW TURBINE (AST) PADA PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA PICOHYDRO**

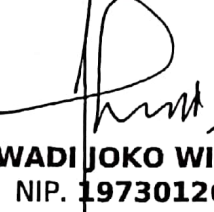
Disusun Oleh

ILHAM IMRON ROSYIDI
NIM : **I0415048**

Dosen Pembimbing 1

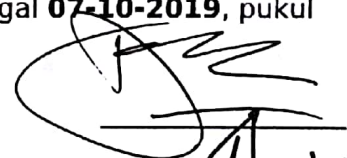

Prof. Dr. DWI ARIES HIMAWANTO, ST, PURWADI JOKO WIDODO, ST, M. KOM
MT
NIP. **197403262000031001**

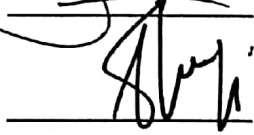
Dosen Pembimbing 2


NIP. **197301261997021001**


Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **07-10-2019**, pukul **13:00:00**, bertempat di **M.101, Gd.1 FT-UNS**.

1. D. DANARDONO, ST, MT, PhD
196905141999031001
2. DR. ZAINAL ARIFIN, S.T., M.T.
197303082000031001
- 3.





Kepala Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta


Dr. EKO SUROJO., ST, MT
NIP. **196904112000031006**

Koordinator Tugas Akhir


DR. NURUL MUHAYAT, ST, MT
NIP. **197003231998021001**

PERNYATAAN INTEGRITAS PENULIS

Saya mahasiswa Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ilham Imron Rosyidi
NIM : I0415048
Judul tugas akhir : STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH *PITCH RATIO* TERHADAP UNJUK KERJA *ARCHIMEDES SCREW TURBINE (AST)* PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *PICOHYDRO*

Menyatakan bahwa tugas akhir atau skripsi yang saya susun ini benar-benar hasil karya saya sendiri dan bebas dari plagiat karya ilmiah orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip dalam naskah dan disebut dalam daftar pustaka. Apabila ternyata di dalam naskah skripsi terdapat unsur-unsur plagiasi saya bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Surakarta, 22 Oktober 2019

Ilham Imron Rosyidi

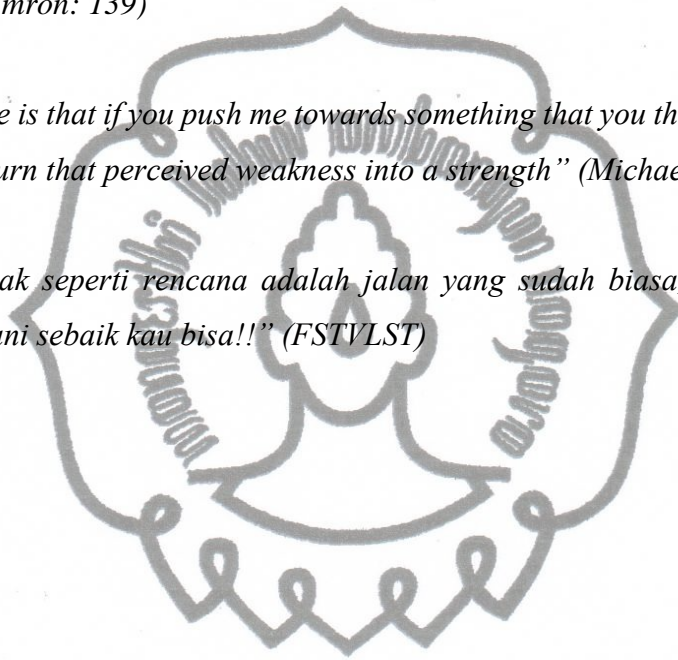
I01415048

MOTTO

“Kemudian apabila kamu telah membulatkan tekad, maka bertaqwalah kepada Allah” (Al-Imron: 139)

“My attitude is that if you push me towards something that you think is a weakness, then I will turn that perceived weakness into a strength” (Michael Jordan)

“Berjalan tak seperti rencana adalah jalan yang sudah biasa, dan jalan satu-satunya jalani sebaik kau bisa!!” (FSTVLST)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati ku persembahkan tulisan ini untuk:

1. Kepada Bapak saya Sarimo, Ibu saya Umi Latifah dan Kakak saya Nikmah Latif Purnama Sari yang selalu mendedikasikan doá, kasih sayang, kerja keras dan dukungannya teruntuk saya agar dapat menjadi anak yang saleh dan berguna bagi sesama.
2. Kepada Staf Dosen dan Karyawan Universitas Sebelas Maret yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan ilmunya dan menuntun saya menjadi sarjana.
3. Kepada Prof. Dr. Dwi Aries Himawanto, S.T, M.T yang telah memberi ilmunya selama saya bergabung dengan asisten riset grup.
4. Kepada team riset picohidro dan team satu bimbingan skripsi Ihsan Pratama dan Naufal Akbar S.
5. Kepada teman-teman Teknik Mesin terutama angkatan 2015 yang selamanya akan menjadi keluarga saya di Universitas Sebelas Maret.
6. Kepada teman-teman yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan do'a dan dukungannya kepada saya.

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH *PITCH RATIO* TERHADAP
UNJUK KERJA *ARCHIMEDES SCREW TURBINE* (AST) PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *PICOHYDRO***

Ilham Imron Rosyidi

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Surakarta

Indonesia

Email: ilhamimron14@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia memiliki banyak potensi sumber daya air dengan *head* yang rendah, dan sangat berpotensi apabila dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga pikohidro. Pikohidro adalah pembangkit listrik tenaga air yang mampu menghasilkan daya listrik dibawah 5 kilowatt dengan *head* dibawah 10 m. Turbin Archimedes merupakan turbin yang dapat menghasilkan listrik dari sumber daya air dengan head yang rendah. Unjuk kerja turbin Archimedes dipengaruhi oleh beberapa factor salah satunya adalah *pitch ratio*. Besar kecilnya *pitch ratio* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap unjuk kerja turbin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh *pitch ratio* terhadap unjuk kerja turbin Archimedes. Variasi *pitch ratio* yang diuji adalah 0,8; 1; 1,2 dengan debit air 2,3 l/s; 5,3 l/s; 7,5 l/s; 8,6 l/s dan 10,6 l/s. Hasil maksimal diperoleh pada turbin dengan *pitch ratio* 1,2 dengan debit 10,6 l/s menghasilkan daya listrik sebesar 7,84 Watt.

Kata Kunci: *Pikohidro*, Turbin Archimedes, *Pitch Ratio*

***EXPERIMENTAL STUDY THE EFFECT OF PITCH RATIO ON
ARCHIMEDES SCREW TURBINE'S PERFORMANCE IN PICOHYDRO
POWER PLANT***

Ilham Imron Rosyidi

Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering Sebelas Maret
University Surakarta

Indonesia

Email: ilhamimron14@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia has a lot of potential water resources with a low head, and it is very potential if used as a picohydro power plant. Picohydro is a hydroelectric power plant that's can generate electricity below 5 kilowatts using head below 10 m. Archimedes screw turbine can generate electricity from water resources with a low head. Archimedes screw turbine's performance depends on several factors, one of them is the pitch ratio. The size of the pitch ratio has a significant effect on turbine performance. The purpose of this study is to determine the effect of pitch ratio on Archimedes turbine performance. The variations of pitch ratio tested were 0.8; 1; 1,2 with water flow rate 2,3 l / s; 5.3 l / s; 7.5 l / s; 8.6 l / s and 10.6 l / s. The maximum result obtained from turbine that have a pitch ratio of 1.2 with a discharge of 10.6 l / s and generate electrical power of 7.84 Watts.

Keywords: *Turbine, Pikohidro, Archimedes Screw*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh.

Puji syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah SWT berkat nikmat, rahmat, karunia dan ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PITCH RATIO TERHADAP UNJUK KERJA ARCHIMEDES SCREW TURBINE (AST) PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICOHYDRO”** ini dengan baik.

Skripsi merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan tingkat Sarjana pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret. Skripsi ini tentu tidaklah mungkin dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung ataupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis dengan segala hormat dan kerendahan hati ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Eko Surojo, S.T., M.T. selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Bapak Prof. Dr. Dwi Aries Himawanto, S.T, M.T selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan dan menyempurnakan Skripsi.
3. Bapak Purwadi Joko Widodo, S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan dan menyempurnakan Skripsi.
4. Seluruh Dosen, Staf, dan karyawan teknik mesin fakultas teknik Universitas Sebelas Maret atas jasa-jasanya selama penulis menuntut ilmu.
5. Orang Tua yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam pembuatan Skripsi ini.
6. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret sebagai keluarga yang selalu memotifasi untuk segera menyelesaikan Skripsi ini.

7. Semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu sehingga mengantarkan mengatarkan penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, dan jauh dari sempurna untuk itu penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan bagi penulis sendiri khususnya serta pembaca pada umumnya.

Surakarta, 22 Oktober 2019

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN SURAT TUGAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS PENULIS	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR PERSAMAAN.....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Pikohidro.....	7
2.2.2 Turbin air.....	8
2.2.3 Turbin ulir Archimedes	9
2.2.4 Gaya pada turbin	11
2.2.5 Segitiga kecepatan.....	11
2.3 Parameter Unjuk Kerja.....	12
2.3.1 Daya input air.....	12
2.3.2 Daya mekanik turbin	12
2.3.3 Daya listik generator	13
2.3.4 Efisiensi <i>Archimedes screw turbine</i>	13
2.3.5 Gaya berat air pada <i>bucket</i>	13
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Spesimen Benda Pengujian	16
3.4 Teknik dan Instrumen Mengumpulkan Data.....	17
3.4.1 Daya input air.....	18
3.4.2 Daya mekanik turbin.....	18
3.4.3 Daya listrik generator	19
3.5 Analisis Data dan Pembahasan	20
3.6 Gambar Alat Uji.....	20
3.7 Prosedur Penelitian.....	22

3.8 Diagram Alir	23
BAB IV DATA HASIL DAN PERSEMBAHAN	24
4.1 Daya Air	24
4.2 Daya Mekanik	25
4.2.1 Torsi turbin.....	25
4.2.2 Kecepatan putaran turbin	27
4.2.3 Daya mekanik turbin.....	28
4.3 Efisiensi <i>Archimedes Screw Turbine</i>	30
4.4 Daya Generator	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	37



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Instalasi alat pengujian	4
Gambar 2.2 Model turbin ulir yang digunakan	4
Gambar 2.3 Hasil pengujian turbin tanpa pembebanan	5
Gambar 2.4 Pitch ratio 2.0	5
Gambar 2.5 Pitch ratio 0.5	6
Gambar 2.6 Hasil simulasi CFD	6
Gambar 2.7 Hubungan efisiensi turbin dengan <i>pitch ratio</i>	7
Gambar 2.8 Hubungan torsi dengan <i>pitch ratio</i>	7
Gambar 2.9 Turbin propeller, francis, turgo, pelton, dan archimedes	9
Gambar 2.10 Bentuk geometri dasar turbin Archimedes	10
Gambar 2.11 Komponen gaya air dan kecepatan	11
Gambar 3.1 Turbin Archimedes	14
Gambar 3.2 Generator	15
Gambar 3.3 Pompa Sentrifugal	15
Gambar 3.4 Multimeter	15
Gambar 3.5 Tachometer	15
Gambar 3.6 Timbangan	16
Gambar 3.7 Skema turbin ulir Archimedes	16
Gambar 3.8 Desain spesimen benda pengujian	17
Gambar 3.9 Rangkaian <i>prony brake</i>	19
Gambar 3.10 Skema pemasangan turbin tampak atas	20
Gambar 3.11 Skema pemasangan turbin tampak samping	21
Gambar 3.12 Skema instalasi alat uji	21
Gambar 3.13 Diagram alir penelitian	23
Gambar 4.1 Perbandingan daya input air dengan debit	24
Gambar 4.2 Perbandingan torsi dengan <i>pitch ratio</i> untuk variasi debit	25
Gambar 4.3 Perbandingan torsi dengan debit untuk variasi <i>pitch ratio</i>	26
Gambar 4.4 Perbandingan kecepatan putar dengan <i>pitch ratio</i> untuk variasi debit	27
Gambar 4.5 Perbandingan kecepatan putar dengan debit untuk variasi <i>pitch ratio</i>	28
Gambar 4.6 Perbandingan daya mekanik turbin dengan <i>pitch ratio</i> untuk variasi debit	29
Gambar 4.7 Perbandingan efisiensi turbin dengan <i>pitch ratio</i> untuk variasi debit	30
Gambar 4.8 Perbandingan tegangan dengan <i>pitch ratio</i> unruk variasi debit	31
Gambar 4.9 Perbandingan kuat arus dengan <i>pitch ratio</i> unruk variasi debit	31
Gambar 4.10 Perbandingan daya generator dengan <i>pitch ratio</i> unruk variasi debit	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi PLTA berdasarkan kapasitas daya yang dihasilkan8
Tabel 3.1 Rincian Pelaksanaan Penelitian14



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Daya Hidrolik Air	12
Persamaan 2.2 Daya Mekanik Turbin	12
Persamaan 2.3 Torsi Turbin	12
Persamaan 2.4 Daya Listrik Generator	13
Persamaan 2.5 Koefisien Daya	13
Persamaan 2.6 Gaya Berat pada <i>Bucket</i>	13



DAFTAR NOTASI

Nomenclature

g	= Percepatan gravitasi	[m/s ²]
H	= <i>Head</i> fluida	[m]
i	= <i>Electrical current</i>	[Ampere]
v	= <i>Voltage</i>	[Volt]
P_{in}	= Daya input	[Watt]
P_o	= Daya output	[Watt]
P_t	= Daya Mekanik	[Watt]
Q	= Aliran fluida masuk	[m ³ /s]
t	= Waktu yang dibutuhkan air mencapai volume x liter	[s]
n	= Kecepatan putar rotor	[rpm]

Parameter tanpa dimensi

η = *Efficiency*

Greek Symbol

ω	= Kecepatan sudut	[rad/s]
ρ	= Massa jenis air	[kg/m ³]
τ	= Torsi	[Nm]

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan.....	38
Lampiran 2 Data Daya Input Air	40
Lampiran 3 Data Torsi	41
Lampiran 4 Data Daya Mekanik Turbin	42
Lampiran 5 Data Efisiensi.....	43
Lampiran 6 Data Pengujian Generator.....	44
Lampiran 7 Instalasi.....	45

