



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISA UNJUK KERJA *TEST BED* TURBIN *SCREW*
ARCHIMEDES DENGAN VARIASI DEBIT AIR DAN
SUDUT KEMIRINGAN PEMASANGAN TURBIN**

PROYEK AKHIR

OLEH:

**Verma Ardian
40040220650088**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
DESEMBER 2024**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISA UNJUK KERJA *TEST BED* TURBIN *SCREW*
ARCHIMEDES DENGAN VARIASI DEBIT AIR DAN
SUDUT KEMIRINGAN PEMASANGAN TURBIN**

PROYEK AKHIR

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

OLEH:

**Verma Ardian
40040220650088**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
DESEMBER 2024**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Proyek Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : VERMA ARDIAN

NIM : 40040220650088

Tanda Tangan



Tanggal : 30 Agustus 2024



SURAT TUGAS PROYEK AKHIR

No. 1600/PA/RPM/VI/2024

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:

Nama : Verma Ardian
NIM : 40040220650088
Judul Proyek Akhir : Analisa Unjuk Kerja Test Bed Screw Archimedes
dengan Variasi Debit Air dan Sudut Kemiringan
Pemasangan Turbin
Dosen Pembimbing : Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP : 197609152003122001

Isi Tugas:

1. Membuat test bed turbin air jenis archimedes
2. Menganalisis kinerja turbin archimedes berupa daya efisiensi, dan putaran dalam kondisi yang terkendali dan terukur
3. Menganalisis pengaruh sudut kemiringan pemasangan turbin ulir archimedes terhadap kinerja turbin
4. Menganalisis pengaruh debit air terhadap kinerja turbin

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 27 Mei 2024
Ketua Prodi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik

Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP 197609152003122001

Tembusan:

1. Ketua Prodi
2. Bagian pengajaran
3. Mahasiswa ybs


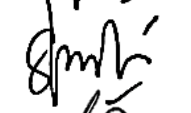

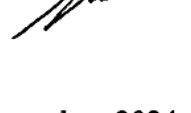
HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Verma Ardian
NIM : 40040220650088
Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Proyek Akhir : Analisa Unjuk Kerja Test Bed Turbin *Screw*
Archimedes dengan Variasi Debit Air dan Sudut
Kemiringan Pemasangan Turbin.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.) pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Sri Utami Handayani, S.T., M.T. ()
Penguji I : Sri Utami Handayani, S.T., M.T. ()
Penguji II : Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T. ()
Penguji III : Susastro, S.T., M.T. ()

Semarang, 13 Desember 2024
Ketua Program Studi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik



Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP. 197609152003122001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Verma Ardian
NIM : 40040220650088
Jurusan/Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen : Teknologi Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Proyek Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberika kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Analisa Unjuk Kerja *Test Bed* Turbin Screw Archimedes dengan Variasi Debit Air dan Sudut Kemiringan Pemasangan Turbin”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 30 Agustus 2024

Yang menyatakan



Verma Ardian

MOTTO

1. *"Ya Rabbku, lapangkanlah untukku dadaku, dan mudahkanlah untukku urusanku, dan lepaskanlah kekakuan dari lidahku, supaya mereka mengerti perkataanku"* – QS. Thaha 25-28
2. *"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya"* – QS. Al Baqarah 286
3. *"Ilmu akan menghidupkan jiwa"* – Ali bin Abi Thalib
4. *"Pengetahuan yang baik adalah yang memberikan manfaat, bukan yang diingat"* – Imam Syafi'i
5. Persembahan

Dengan rasa syukur Proyek Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Orang tua yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan semangat ketika penulis berupaya menyelesaikan Proyek Akhir ini.
2. Kakak tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat.
3. Diri sendiri yang selalu kuat dalam melewati proses kehidupan yang memiliki tantangan dan rintangan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat Nya kepada penulis, sehingga peneliti dapat menyelesaikan penyusunan proposal proyek akhir dengan judul “Analisa Unjuk Kerja *Test Bed* Turbin *Screw* Archimedes dengan Variasi Debit Air dan Sudut Kemiringan Pemasangan Turbin” dengan baik.

Selama proses penyusunan proposal proyek akhir ini, peneliti banyak mendapatkan dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Ibu Sri Utami Handayani, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi STR. Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro. Sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberi semangat dalam proses penyusunan proposal proyek akhir.
3. Bapak Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T., selaku Dosen Wali.
4. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik yang telah memberikan perhatian, pengalaman, dan ilmu yang tak ternilai harganya.

5. Keluarga yang selalu memberikan dukungan secara mental maupun materi.
6. Teman seperjuangan Fikri, Bagus, Sundhari yang telah membantu dalam penyusunan dan penelitian proyek akhir.
7. Teman-teman satu angkatan 2020 Program Studi Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik yang selalu memberikan semangat dan banyak membantu.
8. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari nilai sempurna karena adanya keterbatasan ilmu dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, semua kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan senang hati. Penulis berharap, Semoga laporan ini bisa menambah wawasan para pembaca dan bisa bermanfaat untuk perkembangan dan peningkatan ilmu pengetahuan.

Semarang, 30 Agustus 2024



Verma Ardian

ABSTRAK

ANALISA UNJUK KERJA *TEST BED* TURBIN *SCREW* ARCHIMEDES DENGAN VARIASI DEBIT AIR DAN SUDUT KEMIRINGAN PEMASANGAN TURBIN

Energi listrik berbahan bakar fosil masih memegang peran penting dalam memenuhi kebutuhan energi manusia, namun cadangan yang semakin terbatas mendorong pencarian sumber energi alternatif. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan salah satu solusi potensial, terutama di daerah terpencil. Turbin ulir Archimedes menjadi pilihan karena mampu beroperasi pada head rendah, ramah lingkungan, *fish-friendly*, dan tidak memerlukan sistem kontrol yang rumit. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan test bed turbin ulir Archimedes untuk pengujian laboratorium serta menganalisis performanya berdasarkan variasi debit air dan sudut kemiringan pemasangan turbin. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan variabel bebas berupa debit air dan sudut kemiringan, serta variabel terikat berupa putaran, daya, dan efisiensi turbin. Tahapan penelitian meliputi tinjauan literatur untuk menentukan dasar teori dan parameter utama, perhitungan dan perancangan spesifikasi teknis, pembuatan desain 3D untuk acuan fabrikasi, fabrikasi komponen, dan uji fungsi kerja. Pengujian dilakukan dengan variasi debit air dari 400 hingga 800 liter per menit dengan kenaikan setiap 100 lpm dan variasi sudut kemiringan pemasangan turbin dari 29° hingga 35° dengan kenaikan setiap 0,5°. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi debit air dan sudut kemiringan memiliki pengaruh signifikan terhadap performa turbin. Pada debit air 500 lpm dan sudut kemiringan 29°, diperoleh efisiensi maksimum sebesar 62,04%. Penelitian ini memberikan landasan bagi pengembangan lebih lanjut terhadap penerapan turbin ulir Archimedes untuk memanfaatkan potensi energi air di Indonesia.

Kata Kunci: Turbin Archimedes, Energi Terbarukan, PLTMH, Test bed, Efisiensi, Daya

ABSTRACT

PERFORMANCE ANALYSIS OF ARCHIMEDES SCREW TURBINE TEST BED WITH VARIATIONS IN WATER FLOW RATE AND TURBINE INCLINATION ANGLE

Fossil fuel-based electricity remains a vital component in meeting human energy needs; however, diminishing reserves drive the search for alternative energy sources. Micro-hydropower plants (MHPP) offer a potential solution, particularly in remote areas. The Archimedes screw turbine is a favorable option due to its ability to operate at low head, its environmentally friendly nature, fish-friendly design, and minimal control requirements. This research aims to develop a test bed for the Archimedes screw turbine for laboratory testing and to analyze its performance based on variations in water flow rate and turbine installation angle. The study employs an experimental method with independent variables of water flow rate and installation angle, and dependent variables of turbine rotation, power, and efficiency. The research stages include a literature review to establish theoretical foundations and key parameters, technical specifications calculation and design, 3D modeling for fabrication reference, component fabrication, and functional testing. Testing was conducted with water flow rates varying from 400 to 800 liters per minute (in 100 lpm increments) and turbine installation angles ranging from 29° to 35° (in 0.5° increments). Results indicate that variations in water flow rate and installation angle significantly impact turbine performance. At a flow rate of 500 lpm and an installation angle of 29°, a maximum efficiency of 62.04% was achieved. This study provides a foundation for further development in the application of the Archimedes screw turbine to harness water energy potential in Indonesia.

Keywords: Archimedes turbine, Renewable energy, Micro-hydro power plants, Test bed, Efficiency, Power

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
SURAT TUGAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Pembatasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	5
1.5 Luaran.....	5
1.6 Manfaat.....	5
1.7 Sistematika Laporan Tugas Akhir	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Test Bed.....	9
2.2 Hydropower	9
2.3 Turbin Ulir Archimedes (Archimedes Screw Turbine).....	10
2.4 Generator	12
2.5 Dasar Perhitungan Turbin Ulir	13
2.5.1 Daya Teoritis Turbin Air	14

2.5.2 Geometri Sudu	14
2.5.3 Sudut Kemiringan Instalasi Turbin Ulir	16
2.5.4 Panjang Turbin Ulir	16
2.5.5 Jumlah Sudu	17
2.5.6 Rasio Diameter	17
2.5.7 Jarak Antar Sudu	18
2.5.8 Diameter Luar Turbin Ulir	18
2.5.9 Putaran Turbin Teoritis.....	19
2.6 Mekanika Teknik.....	20
2.6.1 Momen.....	20
2.6.2 Tegangan	20
2.6.3 Faktor Keamanan.....	21
2.7 Poros	23
2.7.1 Daya Rencana	24
2.7.2 Beban Rantai.....	24
2.7.3 Momen Puntir	25
2.7.4 Diameter Poros	25
2.7.5 Defleksi Puntiran	28
2.8 Pasak.....	29
2.8.1 Menghitung Tegangan Geser Ijin	30
2.8.2 Menghitung Gaya Tangensial.....	30
2.8.3 Menentukan Panjang Pasak	31
2.9 Bantalan	32
2.9.1 Bantalan Radial.....	32
2.9.2 Bantalan Aksial.....	33
2.9.3 Bantalan Gelinding Khusus	33
2.10 Daya Aktual.....	33
2.11 Torsi.....	34
2.12 Efisiensi	34
2.13 Luas Permukaan Efektif	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	36
3.1 Flowchart	36

3.2 Tahap Penelitian	37
3.2.1 Studi Literatur	37
3.2.2 Perancangan dan Perhitungan	37
3.2.3 Fabrikasi Alat	59
3.2.4 Uji Fungsi	59
3.2.5 Pengambilan Data	60
3.2.6 Pengolahan Data	62
3.2.7 Analisa Data	62
3.2.8 Penyusunan Laporan	63
3.3 Variabel Penelitian	63
3.4 Gambar Rancangan Alat	63
3.5 Alat dan Bahan	65
3.5.1 Alat	65
3.5.2 Bahan	65
3.6 Prosedur Perancangan	73
3.6.1 Pembuatan Rangka	73
3.6.2 Pembuatan <i>Reservoir Penstock</i>	75
3.6.3 Pembuatan Turbin Ulir	76
3.6.4 Pemasangan <i>Penstock</i>	78
3.6.5 Assembly Komponen	80
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	83
4.1 Hasil Perancangan dan Fabrikasi <i>Test Bed Turbine Screw Archimedes</i>	83
4.2 Data Penelitian	84
4.3 Pengolahan Data	84
4.3.1 Daya Aktual	85
4.3.2 Daya Teoritis	86
4.3.3 Torsi	88
4.3.4 Efisiensi	89
4.3.5 Luas Permukaan Efektif	91
4.4 Hubungan Debit dan Sudut terhadap Putaran Turbin	93
4.5 Hubungan Debit dan Sudut terhadap Daya aktual	95
4.6 Hubungan Debit dan Sudut terhadap Torsi	98

4.7 Hubungan Debit dan Sudut terhadap Efisiensi.....	100
BAB V KESIMPULAN & SARAN	103
5.1 KESIMPULAN	103
5.2 SARAN.....	104
DAFTAR PUSTAKA	106
LAMPIRAN.....	112

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Optimasi turbin ulir.....	15
Tabel 2.2 Nilai konstanta ulir.....	17
Tabel 2.3 Putaran operasi turbin ulir.....	19
Tabel 2.4 Nilai faktor hasil las	23
Tabel 2.5 Ukuran-ukuran dimensi pasak	29
Tabel 2.6 Faktor keamanan SF_{k2}	30
Tabel 3.1 Ukuran-ukuran pasak dan alur pasak(mm)	53
Tabel 3.2 Tabel pengambilan data	62
Tabel 3.3 Variabel penelitian	63
Tabel 4.1 Hasil pengambilan data.....	84
Tabel 4.2 Hasil perhitungan daya aktual.....	85
Tabel 4.3 Hasil perhitungan daya teoritis	87
Tabel 4.4 Hasil perhitungan torsi	89
Tabel 4.5 Hasil perhitungan efisiensi.....	90
Tabel 4.6 Hasil perhitungan luas permukaan efektif	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbandingan head-debit berbagai jenis turbin	11
Gambar 2.2 Generator	12
Gambar 2.3 Parameter geometri turbin ulir archimedes	13
Gambar 3.1 Flowchart pelaksanaan proyek akhir	36
Gambar 3.2 Desain detail turbin ulir	41
Gambar 3.3 Desain full turbin ulir	42
Gambar 3.4 Flow sistem transmisi	49
Gambar 3.5 Gaya yang berkerja pada poros	49
Gambar 3.6 Flowchart pengambilan data	61
Gambar 3.7 Gambar isometrik test bed mikrohidro	64
Gambar 3.8 Besi hollow	65
Gambar 3.9 Container box	65
Gambar 3.10 Pompa air	66
Gambar 3.11 Generator	67
Gambar 3.12 Converter DC to DC voltage reducer	68
Gambar 3.13 Voltmeter dan amperemeter	69
Gambar 3.14 Tachometer	69
Gambar 3.15 Flowmeter	70
Gambar 3.16 Rantai	71
Gambar 3.17 Sprocket	71
Gambar 3.18 Flexible pipe	72
Gambar 3.19 Car jack	72
Gambar 3.20 Desain base frame	74
Gambar 3.21 Desain frame reservoir penstock	74
Gambar 3.22 Dokumentasi hasil fabrikasi dan pengecatan frame test bed	75
Gambar 3.23 Desain resevoir	76
Gambar 3.24 Dokumentasi hasil fabrikasi reservoir	76
Gambar 3.25 Desain turbin archimedes	78
Gambar 3.26 Dokumentasi hasil fabrikasi ulir turbin archimedes	78
Gambar 3.27 Desain reservoir dan penstock	79
Gambar 3.28 Dokumentasi hasil fabrikasi penstock	80
Gambar 3.29 Dokumentasi assembly test bed	82
Gambar 3.30 Dokumentasi assembly panel sensor	82
Gambar 4.1 Dokumentasi test bed screw archimedes	83
Gambar 4.2 Hubungan antara debit dan sudut terhadap putaran turbin	93
Gambar 4.3 Hubungan sudut kemiringan terhadap putaran turbin	94
Gambar 4.4 Hubungan antara debit dan sudut terhadap daya aktual	95

Gambar 4.5 Hubungan sudut kemiringan terhadap daya aktual	96
Gambar 4.6 Hubungan debit dan sudut terhadap torsi	98
Gambar 4.7 Hubungan sudut kemiringan terhadap daya Torsi.....	99
Gambar 4.8 Hubungan debit dan sudut terhadap efisiensi.....	100
Gambar 4.9 Hubungan sudut kemiringan terhadap efisiensi	102

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Pertama kali muncul Halaman
N	Jumlah Sudu	13
θ	Sudut Pemasangan	13
Λ	<i>Pitch</i> Atau Kisar Ulir	13
De	Diameter Eksternal	13
Di	Diameter Internal	13
α	Sudut Ulir Bagian Luar	13
β	Sudut Ulir Bagian Dalam	13
L	Panjang Ulir	13
ρ	Massa Jenis Air	14
g	Percepatan Gravitasi	14
H	<i>Head</i>	14
Q	Debit	14
Re	Jari-Jari Eksternal	14
Ri	Jari-Jari Internal	14
S	Pitch Turbin	18
k	Konstanta Ulir	18
n	Putaran Operasi Turbin Ulir	18
ωt	Putaran Turbin Teoritis	19
V	Kecepatan Aliran	19
A	Luas Penampang	19
F_x	Gaya Yang Berkerja Pada Sumbu X	20
F_y	Gaya Yang Berkerja Pada Sumbu Y	20
M	Momen Gaya	20
F	Gaya	20
s	Jarak	20
σ	Tegangan(kg/mm ²)	21

A	Luas Penampang	21
SF	<i>Safety Factor</i>	21
σ_{ijin}/τ_a	Tegangan Ijin(Kg/mm ²)	21
$\sigma_{max}/\tau_{kerja}$	Tegangan Maksimal/Kerja(Kg/Mm ²)	21
P _d	Daya Rencana	24
F _c	Faktor Koreksi	24
v	Kecepatan Rantai	24
z ₁	Jumlah Gigi Sprocket Kecil	24
n ₁	Putaran Sprocket Kecil, Reduksi	24
p	Jarak Bagi Rantai	24
T	Momen Punter	25
τ	Tegangan Geser	25
d _i	Diameter Dalam Poros	26
d _o	Diameter Luar Poros	26
K _m	Faktor Koreksi Beban Lentur	27
K _t	Faktor Koreksi Momen Puntir	27
K _r	Perbandingan Diameter D _i / D _o	27
l	Panjang Poros	28
G	Modulus Geser	28
J	Momen Inersia	28
τ_{ka}	Tegangan Geser Yang Diiijinkan	29
σ_y	Kekuatan Luluh	29
SF _{k1}	Faktor Keamanan K1	29
SF _{k2}	Faktor Keamanan K1	29
d _s	Diameter Poros	30
b	Lebar Pasak	30
l ₁	Panjang Pasak	30
p _a	Tekanan Permukaan Yang Diiijinkan	31
t ₁	Kedalaman Alur Pasak Pada Poros	31
t ₂	Kedalaman Alur Pasak Pada Poros	31
P _{out}	Daya Aktual	34
V	Tegangan	34
I	Kuat Arus	34
T	Torsi	34
η	Efisiensi	35
P _{in}	Daya Teoritis	35
A _E	Area Efektif	35
D _o	Diameter Luar Turbin	35
ω	Putaran Turbin	35

