

**STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN *HELIX* MENGGUNAKAN 3 BILAH
DENGAN SUDUT PUNTIR 180 DERAJAT DI SUNGAI CILANGKAP
KABUPATEN SUMEDANG**



UNIVERSITAS
FARHAN
NIM : 41316010032
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2021**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN *HELIX* MENGGUNAKAN 3 BILAH
DENGAN SUDUT PUNTIR 180 DERAJAT DI SUNGAI CILANGKAP
KABUPATEN SUMEDANG**



Nama : Farhan
NIM : 4131610032
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA 1 (S1)
MARET 2021**

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN *HELIX* MENGGUNAKAN 3 BILAH
DENGAN SUDUT PUNTIR 180 DERAJAT DI SUNGAI CILANGKAP
KABUPATEN SUMEDAANG

Disusun Oleh:

Nama : Farhan
NIM : 41316010032
Program Studi : Teknik Mesin

Telah di periksa dan di setujui pada tanggal: 24 Agustus 2021

Telah dipertahankan di depan penguji

Pembimbing TA

Ketua Sidang



(Agung Wahyudi B., ST, MT, MM)
NIP. 0329106901

(Andi Firdaus Sudarma, ST, M.Eng)
NIP: 217810112

Penguji Sidang I

Penguji Sidang II



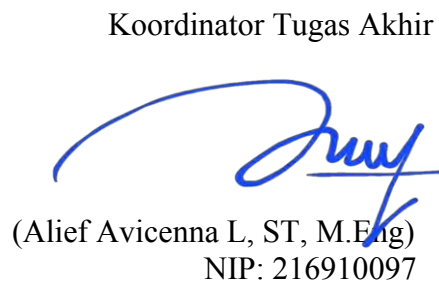
(Dr. Abdul Hamid, B.Eng. M.Eng)
NIP: 19046003

(Subekti, MT)
NIP: 217730018

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin

(Muhammad Fitr, M.Si, Ph.D)
NIP: 118690617

Koordinator Tugas Akhir

(Alief Avicenna L, ST, M.Eng)
NIP: 216910097

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Farhan
NIM : 41316010032
Jurusan : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Studi Eksperimental Turbin *Helix* Menggunakan 3 Bilah Dengan Sudut Puntir 180 Derajat Di Sungai Cilangkap Kabupaten Sumedang

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan serta bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 04 Agustus 2021



Farhan

PENGHARGAAN

Puji syukur selalu dan tak lupa penulis panjatkan kepada kehadiran Tuhan yang Maha Kuasa, Allah SWT, karena atas nikmat, ridho, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu dan dapat menyusun laporan Tugas Akhir. Penyusunan laporan Tugas Akhir merupakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir dan sebagai salah satu syarat untuk menempuh ujian jenjang Sarjana Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Dalam proses melaksanakan kegiatan dan penyusunan laporan Tugas Akhir, penulis menyadari begitu banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara moral maupun langsung. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih sebesar – besarnya kepada:

1. Rektor Universitas Mercu Buana Prof.Dr. Ngadino Surip
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Dr. Mawardi, M. TI
3. Bapak Muhamad Fitri M.Si, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan motivasi kepada setiap mahasiswa Teknik Mesin.
4. Bapak Alief Avicenna L, ST, M. Eng selaku Sekretaris Program Studi Dan koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana sekaligus sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan nasehat serta arahan selama proses pengerjaan laporan ini
5. Kedua orang tua, Ayahanda Sukram dan Ibunda Dastiah yang telah membiayai kuliah serta selalu mendoakan penulis.
6. Bapak Agung Wahyudi B., ST, MT, MM selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pengetahuan untuk membimbing saya dalam penyusunan skripsi ini
7. Septian Noval, Rendry agit dan Arif Rizki Fauzi sebagai teman satu tim dalam kegiatan Tugas Akhir ini yang selalu memberikan semangat dan kerjasama yang maksimal.
8. Teman-teman jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana angkatan 2016 yang selama ini memberikan bantuan dan dukungan.

9. Teman-teman penulis yang tidak dapat penulis cantumkan satu persatu namanya yang telah membantu dan memberikan dukungan penulis agar laporan ini selesai.
10. Sahabat Seperjuangan yang selalu memberikan doa, dorongan dan saran agar laporan Tugas Akhir ini selesai.

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan ini hal tersebut tidak lain karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata, penulis berharap agar laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.



Penulis

Farhan

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

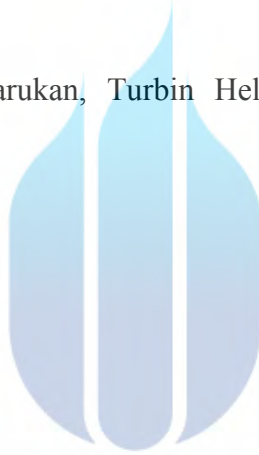
ABSTRAK

Indonesia mempunyai potensi energi terbarukan yang cukup banyak untuk dimanfaatkan, salah satunya energi air. Potensi ini belum bisa dimanfaatkan secara optimal karena keterbatasan teknologi turbin dalam memanfaatkan energinya.

Dalam penelitian ini dilakukan uji lapangan pada tiga variasi kecepatan air sungai terhadap turbin air *helix* di sungai Cilangkap kabupaten Sumedang. Pengukuran setiap kecepatan air sungai (m/s) dilakukan bersamaan dengan besar putaran turbin (rpm), tegangan (volt), arus listrik (Amp.) dan torsi (N.m).

Dari hasil pengujian lapangan didapat hasil dengan beban lampu 50 Watt, didapat Co-efisien performance, $C_p = 0.17$ pada kecepatan aliran 3,36 m/s, dengan beban lampu 150 Watt, didapat Co-efisien performance, $C_p = 0.06$ pada kecepatan aliran 3,36 m/s dan tanpa beban lampu, didapat Co-efisien performance, $C_p = 0.15$ pada kecepatan aliran 3,30 m/s,

Kata kunci: Energi terbarukan, Turbin Helix, Co-efisien performance, sungai Cilangkap, Sumedang.



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

***Experimental Study Using 3 Helix Turbine Blade With Twist Angle 180 Degrees
In Cilangkap River Sumedang***

ABSTRACT

Indonesia has a lot of renewable energy potential to be utilized, one of which is water energy. This potential cannot be utilized optimally due to the limitations of turbine technology in utilizing its energy.

In this study, field tests were carried out on three variations of river water velocity against helix water turbines in the Cilangkap river, Sumedang district. The measurement of each river water velocity (m/s) is carried out simultaneously with the turbine rotation (rpm), voltage (volts), electric current (Amp.) and torque (N.m).

From the results of field testing, the following results are obtained With a 50 Watt lamp load, the Co-efficient performance is obtained, $C_p = 0.17$ at a flow rate of 3.36 m/s, With a 150 Watt lamp load, the Co-efficient performance is obtained, $C_p = 0.06$ at a flow rate of 3.36 m/s, and without a lamp load, the Co-efficient performance is obtained, $C_p = 0.15$ at a flow speed of 3.30 m/s,.

Keywords: Renewable energy, Helix Turbine, Co-efisien performance, Experimental Study.



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. KAJIAN TERDAHULU	6
2.1.1. Pengaruh Beban Terhadap Putaran Turbin Helikal Untuk Pembangkit Listrik 6	
2.1.2. Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai Dengan Kombinasi Turbin Savonius dan Heliks	8
2.1.3. Pembuatan Turbin <i>Double Spherical</i> Sebagai Upaya Memperbaiki Kinerja Turbin <i>Spherical</i>	9
2.1.4. Kajian Eksperimental dan Numerikal Turbin Air Helikal Gorlov Untuk Twist Angle 60° dan 120°	11
2.1.5. Analisis Pengembangan Hidrokinetik Turbin Gorlov Akibat Penambahan Luas Bidang Tangkap	13
2.1.6. Studi Eksperimental Perancangan Turbin Air Terapung Tipe <i>Helical Blades</i>	14
2.2. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA)	27

2.3.	PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICOHIDRO	28
2.4.	KOMPONEN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO	28
2.5.	ENERGI ARUS SUNGAI	29
2.6.	TURBIN AIR	31
	2.6.1. Turbin Impuls	32
	2.6.2. Turbin Reaksi	33
2.7.	CARA KERJA TURBIN AIR	34
2.8.	TURBIN <i>HELIX</i>	34
	2.8.1. Efisiensi Dan Kelebihan Turbin Gorlov <i>Helix</i>	35
	2.8.2. Analisis Segitiga Kecepatan	38
	2.8.3. <i>Airfoil</i> NACA	39
	2.8.4. Panjang Airfoil (Chord)	41
2.9.	KARAKTERISTIK ALIRAN KANAL TERBUKA	41
2.10.	PARAMETER PENGUJIAN TURBIN	43
	2.9.1. Kecepatan Rotasi	43
	2.9.2. <i>Coefficient of Power</i> (C_p)	44
	2.9.3. Power Turbin (P_t)	45
	2.9.4. Power Water (P_w)	46
	2.9.5. Metode <i>Prony brake</i>	47
2.11.	ALAT UKUR	47
	2.11.1. Tachometer	47
	2.11.2. Multimeter	49
	2.11.3. Neraca Pegas	50
BAB III METODOLOGI		51
3.1.	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	51
3.2.	PERSIAPAN ALAT DAN BAHAN	52
	3.2.1. Data Kecepatan Aliran Sungai	52
3.3.	LANGKAH LANGKAH PENGAMBILAN DATA	53
	3.3.1. Tempat Pengujian	53
	3.3.2. Pengujian Putaran Pada Turbin	54
	3.3.3. Mengukur Tegangan dan Kuat Arus	55
	3.3.4. Pengujian Pada Torsi	55
	3.3.5. Prosedur Penelitian	56

3.4.	LANGKAH KERJA DAN PENGAMBILAN DATA	57
3.4.1.	Langkah – Langkah Pengujian Turbin <i>Helix</i>	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		60
4.1.	PENDAHULUAN	60
4.2.	DATA PENGUJIAN	60
4.2.1	Luas Penampang Aliran Sungai	60
4.2.2.	Kecepatan Aliran Sungai	61
4.2.3.	Debit Air	61
4.2.4.	Potensi Daya Air	62
4.3.	HASIL PENGUJIAN TURBIN	62
4.3.1.	Pengujian Hari Pertama	63
4.3.2.	Pengujian Hari Kedua	65
4.3.3.	Pengujian Hari Ketiga	68
4.4.	HASIL DAYA TURBIN PERHITUNGAN DAYA	71
4.4.1.	Hasil Perhitungan Daya Pada Aliran 2,36 m/s	71
4.4.2.	Hasil Perhitungan Daya Pada Aliran 2,30 m/s	74
4.4.3.	Hasil Perhitungan Daya Pada Aliran 2,25 m/s	77
4.5.	EFISIENSI TURBIN <i>HELIX</i>	80
BAB V PENUTUP		84
5.1.	KESIMPULAN	84
5.2.	SARAN	85
DAFTAR PUSTAKA		86
LAMPIRAN		90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rangkaian Turbin Helikal	7
Gambar 2. 2 Hasil Perancangan Tutbin Savonius Dam Heliks	9
Gambar 2. 3 Model Turbin Double Spherical	10
Gambar 2. 4 Bentuk Blade Turbin Air	12
Gambar 2. 5 Posisi Penempatan Komponen Pair Pada Turbin DNA	14
Gambar 2. 6 Jenis Turbin Air Dan Efisiensi	15
Gambar 2. 7 Skema Pembangkit Listrik Tenaga Air	29
Gambar 2. 8 Turbin Impuls	33
Gambar 2. 9 Turbin Reaksi	33
Gambar 2. 10 Rancangan Turbin <i>Helix</i>	35
Gambar 2. 11 Turbin Gorlov	36
Gambar 2. 12 Jenis Turbin Dan Efisiensinya	36
Gambar 2. 13 Geometri Airfoil	40
Gambar 2. 14 NACA <i>Airfoil</i> 6412	40
Gambar 2. 15 <i>Rectangular Channel</i>	42
Gambar 2. 16 Kemiringan aliran kanal terbuka	42
Gambar 2. 17 Tachometer	48
Gambar 2. 18 Multitester	49
Gambar 3. 1 Flow Chart Penelitian	51
Gambar 3. 2 Sungai Cilangkap	54
Gambar 3. 3 Pengujian Putaran Turbin	54
Gambar 3. 4 Mengukur Tegangan Dan Kuat Arus	55
Gambar 3. 5 Pengujian Torsi	56
Gambar 3. 6 Flow Chart Pengujian	57
Gambar 3. 7 Pengujian Turbin <i>Helix</i>	59
Gambar 4. 1 Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap RPM Hari Pertama	64
Gambar 4. 2 Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Tegangan Hari Pertama	64
Gambar 4. 3 Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Kuat Arus Hari Pertama	64
Gambar 4. 4 Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Torsi Hari Pertama	65
Gambar 4. 5 Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Daya Listrik Hari Pertama	65
Gambar 4. 6 Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap RPM Hari Kedua	66

Gambar 4. 7 Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Tegangan Hari Kedua	67
Gambar 4. 8 Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Kuat Arus Hari Kedua	67
Gambar 4. 9 Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Torsi Hari Kedua	67
Gambar 4. 10 Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Daya Listrik Hari Kedua	68
Gambar 4. 11 Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap RPM Hari Ketiga	69
Gambar 4. 12 Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Tegangan Hari Ketiga	69
Gambar 4. 13 Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Kuat Arus Hari Ketiga	70
Gambar 4. 14 Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Torsi Hari Ketiga	70
Gambar 4. 15 Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Daya Listrik Hari Ketiga	70
Gambar 4. 16 Grafik RPM Kecepatan Aliran 2,36 m/s Terhadap Daya Turbin	74
Gambar 4. 17 Grafik RPM Kecepatan Aliran 2,30 m/s Terhadap Daya Turbin	77
Gambar 4. 18 Grafik RPM Kecepatan Aliran 2,25 m/s Terhadap Daya Turbin	80
Gambar 4. 19 Efisiensi Turbin Pada Kecepatan Aliran 2,36 m/s	81
Gambar 4. 20 Efisiensi Turbin Pada Kecepatan Aliran 2,30 m/s	82
Gambar 4. 21 Efisiensi Turbin Pada Kecepatan Aliran 2,25 m/s	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Terdahulu	16
Tabel 2. 2 Klasifikasi Turbin Air Pada Pembangkit Tenaga Air	31
Tabel 3.1 Alat Dan Bahan	52
Tabel 3.2 Kecepatan Aliran Sungai Cilangkap Kabupaten Sumedang	53
Tabel 4. 1 Luas Penampang Sungai	61
Tabel 4. 2 Kecepatan Aliran	61
Tabel 4. 3 Debit Air	62
Tabel 4. 4 Potensi Daya Air	62
Tabel 4. 5 Hasil Eksperimen Hari Pertama	63
Tabel 4. 6 Hasil Experimen Hari Kedua	66
Tabel 4. 7 Hasil Experimen Hari Ketiga	68
Tabel 4. 8 Daya Dari Kecepatan Aliran 2,36 m/s	73
Tabel 4. 9 Daya Dari Kecepatan Aliran 2,30 m/s	76
Tabel 4. 10 Daya Dari Kecepatan Aliran 2,25 m/s	79
Tabel 4. 11 Efisiensi Dari Kecepatan Aliran 2,36 m/s	80
Tabel 4. 12 Efisiensi Dari Kecepatan Aliran 2,30 m/s	81
Tabel 4. 13 Efisiensi Dari Kecepatan Aliran 2,25 m/s	82

DAFTAR SIMBOL

A	Luas penampang (m^2)
b	Lebar sungai (m)
Cp	<i>Coefficient power</i>
D	Diameter (m)
F	Gaya (N)
g	Gravitasi
H	Tinggi air jatuh
m	Massa
n	Jumlah putaran turbin
Pt	Daya turbin (watt)
Pw	Daya air
Q	Debit air (m^3/s)
RPM	Revolution per Minute
S0	Kemiringan dasar kanal
T	Torsi (N.m)
u1	Kecepatan tangensial air masuk sudu
V	Kecepatan arus (m/s)
y	Kedalaman sungai
z1	Titik ketinggian
z2	Titik rendah
α_1	Sudut masuk
α_2	Sudut keluar
α	Sudut bilah turbin
ρ	Massa jenis air (kg/m^3)
β_2	Sudut masuk
β_3	Sudut keluar
ω	Kecepatan sudut (rad/s)
η	Efisiensi turbin (%)
λ	<i>Tip speed ratio</i>