

ANALISIS KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL TIGA BILAH  
SPIRAL DENGAN ASPEK RASIO 0,116



UNIVERSITAS  
ADJI NUR FADILAH  
NIM : 41320010039  
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2024

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL TIGA BILAH  
SPIRAL DENGAN ASPEK RASIO 0,116



Disusun Oleh:

Nama : Adji Nur Fadilah  
NIM : 41320010039  
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU(S1)

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Adji Nur Fadilah

NIM : 41320010039

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Laporan Skripsi : Analisis Kinerja Turbin Angin Sumbu Horizontal Tiga Bilah  
Spiral dengan Aspek Rasio 0,116

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Pembimbing : Wiwit Suprihatiningsih, S.Si, M.Si (  )

NIDN : 0307078004

Ketua Penguji : Haris Wahyudi, ST., M.Sc (  )

NIDN : 0329037803

Anggota Penguji : Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D (  )

NIDN : 1013126901

Anggota Penguji : Nurato, ST., MT (  )

NIDN : 0313047302

Jakarta, 20 Juli 2024

Mengetahui,

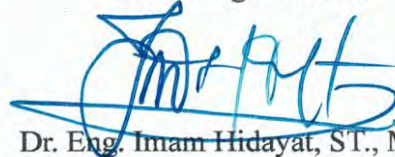
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP M.T

NIDN : 0307037202

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT.

NIDN : 0005087502

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Adji Nur Fadilah

NIM : 41320010039

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja Turbin Angin Sumbu Horizontal Tiga Bilah  
Spiral dengan Aspek Rasio 0,116

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat 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 sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

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

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 20 Juli 2024



Adji Nur Fadilah

## PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat anugrah dan tuntunanNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ANALISIS KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL TIGA BILAH SPIRAL DENGAN ASPEK RASIO 0,116” dengan begitu baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Dalam Proses ini Penulis menyadari bahwa ada keterbatasan dan kemampuan dalam penyusunan skripsi ini. Dalam proses penulisan skripsi ini penulis memperoleh bantuan, bimbingan, serta motivasi dari berbagai pihak, sehingga skripsi ini dapat selesai walaupun masih terdapat beberapa kekurangan dan keterbatasan dari penulis sendiri. Maka penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah selaku Rektor Universitas Mercu Buana,
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana,
3. Bapak Dr. Joni Hardi, ST, MT selaku Wakil Dekan Fakultas Teknis Universitas Mercu Buana,
4. Bapak Dr.Eng. Imam Hidayat, MT selaku Kepala Program Studi Fakultas Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta,
5. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST, MT selaku Sekretaris Program Studi Fakultas Teknik Mesin dan Koordinator Tugas Akhir Universitas Mercu Buana,
6. Ibu Wiwit Suprihatiningsih, M.Si selaku Dosen pembimbing dalam penulisan Laporan Tugas Akhir,
7. Bapak Prof. Dr. Abdul Hamid, B.Eng., M.Eng yang sudah mengarahkan dan membimbing dalam Projek ini,
8. Rekan-rekan projek TA Turbin Angin Sumbu Horizontal Bilah Spiral yang selalu berjuang untuk keberhasilan uji Turbin Angin Sumbu Horizontal Bilah Spiral dan selalu memberikan dukungan dalam segala bentuk dalam penyelesaian Tugas Akhir ini,
9. Kepada kedua orang tua saya, Bapak Agus Santoso dan Ibu Wijiati.

10. Teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Mesin angkatan 2020 Universitas Mercu Buana Jakarta yang selalu memberikan motivasi dan semangat dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.

Masih banyak lagi pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak disebutkan satu persatu namun tidak mengurangi rasa hormat dan terima kasih penulis.

Jakarta, 20 Juli 2024



Adji Nur Fadilah



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



## ABSTRAK

Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH) merupakan salah satu teknologi yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik dari energi angin, namun masih perlu adanya peningkatan dalam kinerjanya. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Turbin Angin Sumbu Horizontal dengan tiga Sudu Spiral dengan Aspek Rasio 0,116 untuk mengetahui seberapa besar pengaruh Aspek Rasio terhadap Performa Turbin Angin, Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan menganalisa parameter-parameter performansi utama turbin angin sumbu horizontal dengan tiga sudu spiral yang memiliki Aspek Rasio 0,116. Tujuan khususnya adalah untuk memahami pengaruh Aspek Rasio terhadap tegangan (volt), arus (ampere), kecepatan putar turbin (rpm) dan Torsi ( $\tau$ ), dan sejalan dengan kecepatan angin ( $\rho_w$ ) dalam menghasilkan energi listrik. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dimana turbin angin sumbu horizontal dengan tiga bilah spiral yang memiliki aspek rasio 0,116 akan dibangun dan diuji dalam lingkungan yang terkendali. Pengukuran parameter-parameter kinerja utama, termasuk tegangan, arus Listrik, kecepatan putar turbin, torsi dan kecepatan angin, akan dilakukan secara sistematis untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang kinerja turbin angin dalam menghasilkan energi listrik. Hasil percobaan TASH 3 Bilah spiral dengan Aspek Rasio 0,116 mendapatkan nilai maksimal pada pengujian TASH dengan menggunakan *Planetary Gearbox* dengan nilai rpm 24,23rpm, Tegangan 53,09V, Arus Listrik 1,25A, Torsi 30,94Nm pada kecepatan angin 5,0m/s. Sedangkan nilai minimum didapat pada pengujian TASH tanpa *Planetary Gearbox* dengan nilai rpm 105,89rpm, Tegangan 8,60V, Arus Listrik 0,05A, Torsi 2,85Nm pada kecepatan angin 2,5m/s. pada hasil perhitungan Koefisien Daya, Koefisien Torsi dan *Tip Speed Ratio* nilai minimum yang didapat pada pengujian Tanpa *Planetary Gearbox* dengan nilai Koefisien Daya 0,02 pada kecepatan angin 2,5m/s, Koefisien Torsi 0,22 pada kecepatan angin 2,5m/s, dan *Tip Speed Ratio* 0,11 pada kecepatan angin 2,5m/s. Mendapatkan Nilai maksimum pada pengujian menggunakan *Planetary Gearbox* dengan nilai Koefisien Daya 0,47, pada kecepatan angin 4,5m/s, Koefisien Torsi 0,68 pada kecepatan angin 4,0m/s, *Tip Speed Ratio* 0,75 pada kecepatan angin 5,0m/s.

**Kata Kunci** : Energi Terbarukan; Turbin angin sumbu horizontal; Bilah Spiral

*Performance Analysis of a Three-Blade Spiral Horizontal Axis Wind Turbine with an Aspect Ratio of 0,116*

**ABSTRACT**

*Horizontal Axis Wind Turbine (TASH) is one of the technologies used to produce electrical energy from wind energy, but there is still a need for improvement in its performance. This research was conducted using a Horizontal Axis Wind Turbine with three Spiral Blades with an Aspect Ratio of 0,116 to find out how much influence the Aspect Ratio has on Wind Turbine Performance, This study aims to measure and analyze the main performance parameters of horizontal axis wind turbines with three spiral Blades that have an Aspect Ratio of 0,116. The specific objective is to understand the effect of Aspect Ratio on voltage (volts), current (amperes), turbine rotational speed (rpm) and torque ( $\tau$ ), and in line with wind speed ( $\rho_w$ ) in producing electrical energy. This research uses an experimental method, where a horizontal axis wind turbine with three spiral Blades having an Aspect Ratio of 0,116 will be built and tested in a controlled environment. Measurements of key performance parameters, including voltage, current, turbine rotational speed, torque and wind speed, will be carried out systematically to gain an in-depth understanding of the wind turbine's performance in generating electrical energy. The results of the TASH experiment 3 Spirial Blades with Aspect Ratio 0,116 get the maximum value in TASH testing using Planetary Gearbox with a value of 24,23rpm rpm, Voltage 53,09V, Electric Current 1,25A, Torque 30,94Nm at wind speed 5,0m/s. While the minimum value is obtained in the TASH test without Planetary Gearbox with an rpm value of 105,89rpm, Voltage 8,60V, Electric Current 0,05A, Torque 2,85Nm at wind speed 2,5m/s. in the calculation of the Power Coefficient, Torque Coefficient and Tip Speed Ratio the minimum value obtained in the test without Planetary Gearbox with a Power Coefficient value of 0,02 at wind speed 2,5m/s, Torque Coefficient 0,22 at wind speed 2,5m/s, and Tip Speed Ratio 0,11 at wind speed 2,5m/s. Getting the maximum value in testing using a Planetary Gearbox with a Power Coefficient value of 0,47, at a wind speed of 4,5m/s, a Torque Coefficient of 0,68 at a wind speed of 4,0m/s, a Tip Speed Ratio of 0,75 at a wind speed of 5,0m/s.*

**Keywords:** *Renewable Energy; Horizontal axis wind turbine; Spiral blades*



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN	2
1.4 MANFAAT	3
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2 ENERGI ANGIN	12
2.3 TURBIN ANGIN	13
2.4 JENIS JENIS TURBIN ANGIN	14
2.4.1 TURBIN ANGIN HORIZONTAL	14

2.4.2	TERBIN ANGIN VERTIKAL	15
<b>2.5</b>	<b>KOMPONEN TURBIN ANGIN</b>	<b>16</b>
2.5.1	Bilah	16
2.5.2	Generator	17
2.5.3	<i>Planetary Gearbox</i>	18
2.5.4	Mekanisme <i>Yaw</i>	18
2.5.5	Tower/Menara	19
<b>2.6</b>	<b>PARAMETER PENGUJIAN</b>	<b>20</b>
2.6.1	Daya Aktual Eksperimen ( $P_{exp}$ )	20
2.6.2	Daya angin Teoritis ( $p_{th}$ )	20
2.6.3	Koefisien daya ( $C_p$ )	21
2.6.4	Nilai Torsi Teoritis ( $T_{th}$ )	21
2.6.5	Koefisien Torsi ( $C_T$ )	21
2.6.6	<i>Tip Speed Ratio (TSR)</i>	22
2.6.7	Aspek Rasio	22
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI</b>	<b>23</b>
3.1	DIAGRAM ALIR	23
3.2	ALAT DAN BAHAN	25
3.2.1	Prototype TASH Bilah Spiral tiga <i>Bilah</i>	26
3.2.2	Anemometer	26
3.2.3	<i>Voltmeter</i>	26
3.2.4	Amperemeter	27
3.2.5	<i>Tachometer</i>	27
3.2.6	<i>Torquemeter</i>	28
<b>3.3</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	<b>28</b>
<b>3.4</b>	<b>PROSEDUR PENELITIAN</b>	<b>30</b>
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>31</b>
<b>4.1</b>	<b>PENGAMBILAN DATA</b>	<b>31</b>
<b>4.2</b>	<b>ANALISIS DATA PENGUJIAN</b>	<b>35</b>
4.2.1	Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Putar rotor (rpm)	35

4.2.2 Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Tegangan	36
4.2.3 Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Arus	37
4.2.4 Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Torsi	37
4.2.5 Analisis Data Koefisien Daya ( $C_p$ )	38
4.2.6 Analisis Data Koefisien Torsi ( $C_t$ )	42
4.2.7 Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Tip Speed Rasio (TSR)	45
<b>BAB V PENUTUP</b>	<b>48</b>
5.1 KESIMPULAN	48
5.2 SARAN	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>52</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Angin	14
Gambar 2.2 Turbin Angin Sumbu Horizontal	15
Gambar 2.3 Turbin Angin Sumbu Vertikal	16
Gambar 2.4 Bilah	17
Gambar 2.5 Generator	18
Gambar 2.6 <i>Planetary Gearbox</i>	18
Gambar 2.7 mekanisme <i>yaw</i>	19
Gambar 2.8 Tower/Menara	19
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	23
Gambar 3.2 Pembuatan TASH	24
Gambar 3.3 Pengambilan Data TASH	25
Gambar 3.4 <i>Anemometer</i>	26
Gambar 3.5 <i>Voltmeter</i>	26
Gambar 3.6 <i>Amperemeter</i>	27
Gambar 3.7 <i>Techometer</i>	27
Gambar 3.8 <i>Torquemeter</i>	28
Gambar 3.9 Diagram Pengambilan Data	29
Gambar 3.10 pemasangan Komponen TASH	29
Gambar 4.1 Grafik kecepatan putar rotor terhadap kecepatan angin	35
Gambar 4.2 Grafik Tegangan Terhadap Kecepatan angin	36
Gambar 4.3 Grafik Kuat Arus terhadap Kecepatan angin	37
Gambar 4.4 Grafik Torsi Terhadap Kecepatan Angin	38
Gambar 4.5 Grafik Daya Aktual Eksperimen terhadap Kecepatan Angin	40
Gambar 4.6 Grafik Nilai Koefisien Daya Terhadap Kecepatan Angin	41
Gambar 4.7 Grafik Nilai Torsi terhadap Kecepatan Angin	43
Gambar 4.8 Grafik Koefisien Torsi Terhadap Kecepatan Angin	44
Gambar 4.9 Grafik TSR Terhadap Kecepatan Angin	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 3.1 Alat dan Bahan	25
Tabel 4.1 Tabel Pengujian <i>Planetary Gearbox</i>	32
Tabel 4.2 Tabel Pengujian Tanpa <i>Planetary Gearbox</i>	32
Tabel 4.3 Rata-rata nilai pengujian TASH <i>Planetary Gearbox</i>	33
Tabel 4.4 Rata-rata nilai pengujian TASH Tanpa <i>Planetary Gearbox</i>	34
Tabel 4.5 Hasil analisis data Koefisien Daya	39
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Analisis Data Koefisien Torsi (Ct)	43
Tabel 4.7 Hasil Analisis dan Perhitungan	46





## DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	KETERANGAN
$V$	Tegangan Listrik
$I$	Kuat Arus Listrik
$R$	Hambatan Listrik
$Q$	Muatan Listrik
$t$	Waktu
$n$	Kecepatan Putar Turbin
$C_s$	Kecepatan sudu
$\pi$	Nilai Konstanta
$v$	kecepatan angin
$d$	Diameter Lingkaran
$\rho_{\text{wind}}$	Daya Angin
$\rho$	Massa Jenis Udara
$A$	Luas Penampang



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
EBT	Energi Baru dan Terbarukan
TASH	Turbun Angin Sumbu Horizontal
JJA	Juni Juli Agustus
DJF	Desember Januari Februari
WIB	Waktu Indonesia Barat
MAM	Maret April Mei
SON	September Oktober November
rpm	<i>Revolutions Per Minute</i>
A	<i>Ampere</i>
kW	Kilowatt
Kg	Kilogram



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA