

**ANALISIS KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL TIGA
BILAH *SPIRAL* DENGAN *ASPECT RATIO* 0,128**



RYANTAMA RIZKI SANTOSO
NIM: 41320010016

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2024

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL TIGA BILAH
SPIRAL DENGAN *ASPECT RATIO* 0,128



Disusun oleh:

Nama : Ryantama Rizki Santoso
NIM : 41320010016
Program Studi : Teknik Mesin

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

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Ryantama Rizki Santoso
NIM : 41320010016
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Skripsi : Analisis Kinerja Turbin Angin Sumbu Horizontal Tiga Bilah *Spiral* Dengan *Aspect Ratio* 0,128

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

Disahkan oleh

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

NIDN : 0307078004

()

Ketua Penguji : Nurato, ST., MT

NIDN : 0313047302

()

Anggota Penguji : Haris Wahyudi, ST., M.Sc

NIDN : 0329037803

()

Jakarta, 18 Juli 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, MT
NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi



Dr.Eng. Imam Hidayat, ST., MT
NIDN: 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ryantama Rizki Santoso
NIM : 41320010016
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja Turbin Angin Sumbu Horizontal Tiga Bilah *Spiral* Dengan *Aspect Ratio* 0,128

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan 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, 18 Juli 2024



Ryantama Rizki Santoso

PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah diberikan Rahmat dan anugerah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISIS KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL TIGA BILAH *SPIRAL* DENGAN *ASPECT RATIO* 0,128”**.

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. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana,
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana,
3. Dr. Joni Hardi, ST, MT selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana,
4. Dr.Eng. Imam Hidayat, MT. selaku Kepala Program Studi Fakultas Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta,
5. Gilang Awan Yudhistira, ST, MT selaku Sekretaris Program Studi Fakultas Teknik Mesin dan Koordinator Tugas Akhir Universitas Mercu Buana,
6. Wiwit Suprihatiningsih, S.Si., M.Si selaku Dosen pembimbing dalam penulisan Laporan Tugas Akhir,
7. Prof. Dr. Abdul Hamid, B.Eng., M.Eng yang sudah mengarahkan dan membimbing dalam Proyek ini,
8. Rekan-rekan proyek TA Turbin Angin Sumbu Horizontal yang selalu berjuang untuk keberhasilan alat uji coba Turbin Angin Sumbu Horizontal dan selalu memberikan dukungan dalam segala bentuk dalam penyelesaian Tugas Akhir ini,
9. Kepada kedua orang tua saya, Heri Santoso, S.E., M.M dan Nuryanti Oktavia, S.M, serta Adik saya Ryno Julian Santoso dan Raga Santoso yang selalu memberikan motivasi, semangat, dan do'a,
10. Teman-teman mahasiswa Program Studi Teknik Mesin angkatan 2020 Universitas Mercu Buana 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, 18 Juli 2024



Ryantama Rizki Santoso



ABSTRAK

Listrik dapat dihasilkan dari berbagai sumber energi primer terbarukan dan tidak terbarukan. Ada banyak energi alternatif alami yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik, salah satunya adalah pemanfaatan tenaga angin. Penelitian ini dilakukan menggunakan Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH) Tiga Bilah *Spiral* Dengan *Aspect Ratio* 0,128 untuk mengetahui seberapa besar pengaruh nilai aspect ratio 0,128 pada kinerja Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH) Tiga Bilah *Spiral*. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis variasi tiga bilah *spiral* Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH) dengan *Aspect Ratio* 0,128 guna menganalisis apakah turbin angin dengan *aspect ratio* 0,128 dapat beroperasi lebih optimal dan efisien pada kecepatan angin tertentu. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu uji lapangan dilakukan dalam tiga sesi pengujian. Dimulai dari jam 09:00 – 17:00. Pengujian TASH dilakukan untuk memverifikasi terhadap kinerja *aspect ratio* dan mendapatkan parameter terukur seperti nilai tegangan (V), arus (Amp), torsi (Nm), dan kecepatan putar turbin (RPM) maupun non-dimensional parameter seperti koefisien daya (C_p), koefisien torsi (C_t), *tip speed ratio* (TSR) pada kecepatan angin di Muara Baru, Jakarta Utara. Setelah dilakukan penelitian dicapai nilai tertinggi menggunakan *Planetary Gear* pada kecepatan angin 5,0 m/s menghasilkan tegangan sebesar 55,37 V, arus 1,28 A, dan torsi 29,54 pada kecepatan turbin 29,48 Rpm. Koefisien daya (C_p), koefisien torsi (C_t), dan *Tip Speed Ratio* (TSR) tertinggi dicapai menggunakan *Planetary Gear* sebesar 0,6139 pada kecepatan angin 4,5 m/s. 0,8791 pada kecepatan angin 4,0 m/s, dan 0,7604 pada kecepatan angin 5,0 m/s.

Kata kunci: Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH), Bilah *Spiral*, Energi Terbarukan, *Aspect Ratio*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

HORIZONTAL AXIS WIND TURBINE PERFORMANCE ANALYSIS OF THREE SPIRAL BLADES WITH 0,128 ASPECT RATIO

ABSTRACT

Electricity can be generated from various sources of renewable and non-renewable primary energy. There are many alternative natural energy sources that can be used to generate electricity, such as wind power. The research was conducted using a Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT) with a Three-Bladed Spiral Blade, with an aspect ratio of 0,128, to determine the impact of the aspect ratio 0,128 on the performance of the HAWT. The purpose of the research is to analyze the performance of the three-bladed spiral HAWT with an aspect ratio of 0,128 to determine if the wind turbine with this aspect ratio can operate more optimally and efficiently at certain wind speeds. The research method used in this study is field testing, which was conducted in three testing sessions. The testing sessions took place from 9:00 AM to 5:00 PM. The turbine was tested to verify the performance of the aspect ratio and to obtain the voltage and current at specific wind speeds in Muara Baru, North Jakarta. After conducting research, the highest value was achieved using a Planetary Gear at a wind speed of 5,0 m/s producing a voltage of 55,37 V, a current of 1,28 A, and a torque of 29,54 at a turbine speed of 29,48 Rpm. The highest power coefficient (C_p), torque coefficient (C_t), and Tip Speed Ratio (TSR) were achieved using a Planetary Gear of 0,6139 at a wind speed of 4,5 m/s, 0,8791 at a wind speed of 4,0 m/s, and 0,7604 at a wind speed of 5,0 m/s.

Keywords: HAWT (Horizontal Axis Wind Turbine), Spiral Blades, Renewable Energy, Aspect Ratio.

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 SIMBOL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2 ENERGI ANGIN	11
2.3 TURBIN ANGIN	12
2.4 JENIS – JENIS TURBIN ANGIN	13
2.4.1 Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH)	13
2.4.2 Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV)	14
2.5 KOMPONEN TURBIN ANGIN	14
2.5.1 Bilah (<i>Blade</i>)	14
2.5.2 <i>Generator</i>	15
2.5.3 <i>Planetary Gear</i>	16
2.5.4 Mekanisme <i>Yaw</i>	17
2.5.5 Menara (<i>Tower</i>)	17

2.6	KARAKTERISTIK TURBIN ANGIN (Parameter Pengujian)	18
2.6.1	Daya Aktual Eksperimen (P_{exp})	18
2.6.2	Daya Teoritis (P_{th})	19
2.6.3	Koefisien Daya (C_p)	20
2.6.4	Nilai Torsi Teoritis (T_{th})	20
2.6.5	Koefisien Torsi (C_T)	21
2.6.6	<i>Tip Speed Ratio (TSR)</i>	21
2.6.7	<i>Aspect Ratio</i>	22
BAB III METODOLOGI		23
3.1	DIAGRAM ALIR	23
3.2	ALAT DAN BAHAN	25
3.2.1	<i>Anemometer</i>	26
3.2.2	<i>Tachometer</i>	26
3.2.3	<i>Torque Meter</i>	27
3.2.4	<i>Volt Meter</i>	27
3.2.5	<i>Amperemeter</i>	28
3.2.6	<i>Generator</i>	28
3.2.7	<i>Planetary Gear</i>	29
3.2.8	Plat Aluminium	29
3.2.9	Bilah (<i>Blade</i>)	30
3.2.10	Mekanisme <i>Yaw</i>	31
3.2.11	Menara (<i>Tower</i>)	32
3.3	METODE PENELITIAN	33
3.4	PROSEDUR PENELITIAN	35
3.5	PENGOLAHAN DATA	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	PENGAMBILAN DATA	39
4.2	ANALISIS DATA DAN HASIL	48
4.2.1	Hasil Analisis Data Koefisien Daya (C_p)	48
4.2.2	Hasil Analisis Data Koefisien Torsi (C_T)	53
4.2.3	Analisis <i>Tip Speed Ratio (TSR)</i>	57
BAB V PENUTUP		60

5.1	KESIMPULAN	60
5.2	SARAN	60
	DAFTAR PUSTAKA	62
	LAMPIRAN	64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis Turbin Sumbu Horizontal (TASH) (Adlie A et al., 2015)	13
Gambar 2. 2 Jenis Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV) (Adlie A et al., 2015)	14
Gambar 2. 3 <i>Blade</i> TASH 3 Bilah <i>Spiral</i>	15
Gambar 2. 4 <i>Generator</i>	16
Gambar 2. 5 <i>Planetary Gear</i>	16
Gambar 2. 6 Mekanisme <i>Yaw</i>	17
Gambar 2. 7 Menara (<i>Tower</i>)/Struktur	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir	23
Gambar 3. 2 <i>Anemometer</i>	26
Gambar 3. 3 <i>Tachometer</i>	27
Gambar 3. 4 <i>Torque Meter</i>	27
Gambar 3. 5 <i>Volt Meter</i>	28
Gambar 3. 6 <i>Amperemeter</i>	28
Gambar 3. 7 <i>Generator</i>	29
Gambar 3. 8 <i>Planetary Gear</i> rasio 1:50	29
Gambar 3. 9 Plat aluminium	30
Gambar 3. 10 <i>Blade</i> TASH 3 Bilah <i>Spiral</i>	31
Gambar 3. 11 Mekanisme <i>Yaw</i>	32
Gambar 3. 12 Menara (<i>Tower</i>)	32
Gambar 3. 13 Diagram Proses Pengambilan Data	33
Gambar 3. 14 Persiapan Alat dan Bahan	35
Gambar 3. 15 Pemasangan Komponen	35
Gambar 3. 16 Menempatkan TASH Pada Tempat Lokasi Pengujian	36
Gambar 3. 17 Mengukur Kecepatan Angin	36
Gambar 3. 18 Mengukur Putaran Poros	36
Gambar 3. 19 Mengukur Besaran Tegangan	37
Gambar 3. 20 Mengukur Besaran Arus	37
Gambar 3. 21 Mengukur Besaran Torsi	37
Gambar 4. 1 Grafik Kecepatan Putar Turbin Terhadap Kecepatan Angin	44
Gambar 4. 2 Grafik Tegangan Terhadap Kecepatan Angin	45
Gambar 4. 3 Grafik Kuat Arus Terhadap Kecepatan Angin	46

Gambar 4. 4 Grafik Torsi Terhadap Kecepatan Angin	47
Gambar 4. 5 Grafik Daya Aktual Eksperimen terhadap Kecepatan Angin	51
Gambar 4. 6 Grafik Nilai Koefisien Daya Terhadap Kecepatan Angin	52
Gambar 4. 7 Grafik Nilai Torsi terhadap Kecepatan Angin.	55
Gambar 4. 8 Grafik Koefisien Torsi Terhadap Kecepatan Angin	56
Gambar 4. 9 Grafik TSR Tehadadap Kecepatan Angin	59



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan	25
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian TASH	39
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Analisis Data Koefisien Daya (C_p)	50
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Analisis Data Koefisien Torsi (C_t)	54
Tabel 4. 4 Hasil Analisis dan Perhitungan	58



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
M	<i>Meter</i>
H	Tinggi Turbin
D	Diameter Turbin
V	Tegangan Listrik
I	Arus Listrik
W	Daya Listrik
ρ	Massa Jenis Udara
A	Luas Area
v	Kecepatan Angin
λ	<i>Tip Speed Ratio</i>

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
EBT	Energi Baru Terbarukan
TASH	Turbin Angin Sumbu Horizontal
TASV	Turbin Angin Sumbu Vertikal
PLTB	Pembangkit Listrik Tenaga Bayu
PLTD	Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
<i>AC</i>	<i>Alternating Current</i>
<i>DC</i>	<i>Direct Current</i>
<i>M</i>	<i>Meter</i>
<i>P_{exp}</i>	Daya Aktual Eksperimen
<i>P_{th}</i>	Daya Teoritis
<i>C_p</i>	Koefisien Daya
<i>T_{exp}</i>	Torsi Aktual Eksperimen
<i>T_{th}</i>	Torsi Teoritis
<i>C_T</i>	Koefisien Torsi
<i>TSR</i>	<i>Tip Speed Ratio</i>
<i>Ar</i>	<i>Aspect Ratio</i>
<i>AMP</i>	<i>Ampere</i>
<i>RPM</i>	<i>Revolution Per Minute</i>
<i>TSR</i>	<i>Tip Speed Ratio</i>
<i>Ar</i>	<i>Aspect Ratio</i>
<i>MW</i>	<i>Mega Watt</i>
<i>GW</i>	<i>Giga Watt</i>
<i>KW</i>	<i>Kilo Watt</i>