

**STUDI EKSPERIMEN TUBRIN ANGIN SUMBU VERTIKAL (TASV)
DELAPAN BILAH DI TANGGUL MUARA BARU, JAKARTA UTARA**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
UNIVERSITAS
MERCU BUANA
RAFLI DIBYO ILYASSYAH
NIM: 41320010045

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2024

LAPORAN TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMEN ANGIN SUMBU VERTIKAL (TASV) DELAPAN BILAH
DI TANGGUL MUARA BARU, JAKARTA UTARA



Disusun Oleh :

Nama : Rafli Dibyo Ilyassyah
NIM : 41320010045
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JUNI 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Rafli Dibyo Ilyassyah
NIM : 41320010045
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Skripsi : Studi Eksperimen Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV)
Delapan Bilah Di Tanggul Muara Baru, Jakarta Utara

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

Disahkan Oleh:

Pembimbing : Swandya Eka Pratiwi, S.T., M.Sc
NIDN : 0320059101
Ketua Penguji : Dafit Feriyanto, S.T., M.Eng., Ph.D
NIDN : 0310029004
Anggota Penguji : Dra. I Gusti Ayu Arwati, M.T., Ph.D
NIDN : 00101146408

()
()
()

Jakarta, 20 Juli 2024

MENGETAHUI,
MERCU BUANA

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 : Rafli Dibyo Ilyassyah

NIM : 41320010045

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Studi Eksperimen Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV)

Delapan Bilah Di Tanggul Muara Baru, Jakarta Utara

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



Rafli Dibyo Ilyassyah

PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat anugrah dan tuntunanNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Eksperimen Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV) Delapan Bilah Di Tanggul Muara Baru, Jakarta Utara” dengan begitu baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi 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. Ir. Andi Adriansyah M.Eng 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 BuanaKranggan,
6. Ibu Swandya Eka Pratiwi, S.T., M.Sc. 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. Kepada kedua orang tua saya, Bapak Ilyas Sudiono dan Ibu Any Aryati, serta adik saya Fadhil Muhib Ilyassyah yang selalu memberikan motivasi, semangat dan do'a.
9. Rekan-rekan projek TA Turbin Angin yang selalu berjuang untuk keberhasilan alat uji coba Turbin Angin dan selalu memberikan dukungan dalam segala bentuk dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

10. Teman-teman mahasiswa Jurusan 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, 20 Juli 2024



Rafli Dibyo Ilyassyah



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Sumber daya alam seperti batu bara, minyak bumi, gas bumi, air terjun, sinar matahari, kincir angin, dan sebagainya dapat digunakan untuk menghasilkan energi. Energi angin merupakan sumber energi terbarukan yang melimpah dan ramah lingkungan. Turbin angin adalah kincir angin yang dapat menghasilkan listrik dengan menggunakan tenaga angin. Penelitian ini dilakukan menggunakan Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV) Delapan Bilah dengan penempatan blade yang sejajar dan penambahan collector pada bagian ujung blade apakah mampu beroperasi pada kecepatan angin yang rendah berdasarkan kondisi geografis Indonesia. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis TASV dengan model blade limas pada kecepatan angin tertentu dan pengujian TASV dilakukan menggunakan metode uji lapangan (*field test*) di Tanggul Muara Baru, Jakarta Utara. Kinerja turbin akan dievaluasi secara simultan melalui parameter-parameter terukur seperti kecepatan angin, nilai tegangan (V), nilai arus (Amp), kecepatan putaran turbin (RPM) dan nilai torsi (N.m), juga menganalisis koefisien daya (C_p), koefisien torsi (C_t) dan *tip speed ratio* (TSR) sebagai parameter tidak terukur (non-dimensional). Dari hasil pengujian lapangan dicapai nilai tertinggi menggunakan *Planetary Gearbox* pada kecepatan angin 5,0 m/s menghasilkan nilai tegangan sebesar 58,72 V, nilai arus 1,56 A, dan nilai torsi 35,40 pada kecepatan putaran turbin 33,75 rpm. Hasil pengujian didapatkan melalui perhitungan dan analisis, dari hasil perhitungan dan analisis menghasilkan nilai tertinggi menggunakan *Planetary Gearbox* pada koefisien daya (C_p) sebesar 0,4624 pada kecepatan angin 4,5 m/s, koefisien torsi (C_t) sebesar 0,5689 pada kecepatan angin 4,0 m/s dan *Tip Speed Ratio* (TSR) sebesar 0,9649 pada kecepatan angin 5,0 m/s.

Kata Kunci : Energi Terbarukan; Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV); *Planetary Gearbox*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

EXPERIMENTAL STUDY OF AN EIGHT BLADE VERTICAL AXIS WIND TURBINE (TASV) ON MUARA BARU, JAKARTA UTARA

ABSTRACT

Natural resources such as coal, oil, gas, waterfalls, sunlight, wind turbines, and so on can be used to generate energy. Wind energy is an abundant and environmentally friendly renewable energy source. A wind turbine is a wind hose that can generate electricity using wind power. The research was carried out using an Eight-Ball Vertical Axis Wind Turbine (TASV) with a parallel blade placement and the addition of a collector at the end of the blade whether it is capable of operating at low wind speeds based on Indonesian geographical conditions. The purpose of this study is to analyze the TASV with a limas blade model at a specific wind speed and the testing of the TasV is carried out using the field test method in Tanggul Muara Baru, North Jakarta. The performance of the turbine will be evaluated simultaneously through measured parameters such as wind speed, voltage value (V), current value (Amp), turbin rotation speed (RPM) and torque value (N.m), also analyzing the power coefficient (C_p), torque factor (C_t) and tip speed ratio (TSR) as non-measured parameter (non-dimensional). From the field test results the highest value achieved using the Planetary Gearbox at a wind speed of 5.0 m/s resulted in a voltage value of 58.72 V, a current value of 1.56 A, and a torque value of 35.40 at a turbine rotation speed of 33.75 rpm. The test results were obtained through calculation and analysis, from the calculations and analysis resulted the best value using the planetary gearbox at the power coefficient (C_p) of 0.4624 at wind velocity of 4.5m/s, the torque factor (C_t) of 0.5689 at wind speed 4.0 m/sec and the Tip Speed Ratio (TSR) of 0,9649 at windspeed 5.0 m/s.

Keywords: Renewable Energy; Vertical Axis Wind Turbine (TASV); Planetary Gearbox

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2. ENERGI ANGIN	8
2.3. TURBIN ANGIN	10
2.4. JENIS-JENIS TURBIN ANGIN	10
2.4.1. Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV)	11
2.4.2. Kelebihan Turbin Angin Sumbu Vertikal	12
2.4.3. Kekurangan Turbin Angin Sumbu Vertikal	12

2.4.4. Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH)	13
2.4.5. Kelebihan Turbin Angin Sumbu Horizontal	14
2.4.6. Kekurangan Turbin Angin Sumbu Horizontal	14
2.5. KOMPONEN TURBIN ANGIN	15
2.5.1. Bilah/Sudu	15
2.5.2. Generator	16
2.5.3. Lengan Sudu	16
2.5.4. Bantalan Poros	17
2.5.5. Poros	17
2.5.6. <i>Planetary Gearbox</i>	18
2.6. PARAMETER PENGUJIAN	18
2.6.1. Daya Aktual Eksperimen (P_{exp})	19
2.6.2. Daya Teoritis (P_w)	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
BAB III METODOLOGI	22
3.1. DIAGRAM ALIR PENELITIAN	22
3.2. ALAT DAN BAHAN	25
3.3. METODOLOGI PENELITIAN	30
3.3.1. Desain TASV	30
3.4. PROSEDUR PENELITIAN	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1. HASIL PENGAMBILAN DATA	35
4.2. PENGOLAHAN DATA DAN HASIL	39
4.2.1. Perhitungan Koefisien Daya (C_p)	40

4.2.2. Perhitungan Koefisien Torsi (C_t)	42
4.2.3. Perhitungan <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	45
BAB V PENUTUP	47
5.1. KESIMPULAN	47
5.2. SARAN	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	52



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peta Kecepatan Angin di Indonesia	9
Gambar 2.2. Macam-macam Desain Kincir Angin TASV	12
Gambar 2.3. Jenis-jenis Turbin Angin Sumbu Horizontal	13
Gambar 2.4. Jenis Turbin Angin Berdasarkan Jumlah Sudu	14
Gambar 2.5. Bilah/Sudu	15
Gambar 2.6. Fisik Generator (Priyaningsih 2017)	16
Gambar 2.7. Lengan Sudu TASV	17
Gambar 2.8. Bantalan Poros Turbin Angin Sumbu Vertikal	17
Gambar 2.9. Poros Turbin Angin Sumbu Vertikal	18
Gambar 2.10. <i>Planetary Gearbox</i>	18
Gambar 3.1. Diagram Alir Proses Penelitian TASV	22
Gambar 3.2. <i>Anemometer</i>	26
Gambar 3.3. <i>Tachometer</i>	27
Gambar 3.4. Torsi Meter Digital	27
Gambar 3.5. <i>Digital Clamp Meter</i>	28
Gambar 3.6. <i>Digital Multitester</i>	28
Gambar 3.7. <i>Planetary Gearbox</i> Rasio 1:50	29
Gambar 3.8. Pelat Aluminium	29
Gambar 3.9. TASV 8 Bilah	30
Gambar 3.10. Pemasangan Bilah Turbin Angin	32
Gambar 3.11. Mengukur Kecepatan Angin	32
Gambar 3.12. Mengukur Tegangan dan Arus	33
Gambar 3.13. Mengukur Putaran Turbin Angin	34
Gambar 3.14. Mengukur Torsi Turbin Angin	34
Gambar 4.1. Grafik Tegangan Terhadap Kecepatan Angin	36
Gambar 4.2. Grafik Kuat Arus Terhadap Kecepatan Angin	37
Gambar 4.3. Grafik Kecepatan Putar Turbin Terhadap Kecepatan Angin	38
Gambar 4.4. Grafik Torsi Terhadap Kecepatan Angin	39
Gambar 4.5. Grafik Daya Aktual Eksperimen Terhadap Kecepatan Angin	40
Gambar 4.6. Grafik Koefisien Daya Terhadap Kecepatan Angin	41
Gambar 4.7. Grafik Kecepatan Angin Terhadap Torsi Aktual & Teoritis	43

Gambar 4.8. Grafik Koefisien Torsi Terhadap Kecepatan Angin

44

Gambar 4.9. Grafik TSR Terhadap Kecepatan Angin

45



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.2. Tingkatan Kecepatan Angin Berdasarkan Kondisi Alam	9
Tabel 3.1. Spesifikasi Alat dan Bahan	25
Tabel 3.1. Spesifikasi TASV 8 Bilah	31
Tabel 4.1. Hasil Pengujian TASV 8 Bilah dengan Planetary	35
Tabel 4.2. Hasil Pengujian TASV 8 Bilah Non Planetary	36
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Koefisien Daya (C_p)	40
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Koefisien Torsi (C_t)	42
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Tip Speed Ratio	45



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
ρ	Massa jenis angin
ω	Kecepatan sudut
λ	<i>Tip Speed Ratio</i>
π	<i>Phi</i>
n	Putaran turbin
v	Kecepatan angin
r	Jari-jari rotor
σ	<i>Solidity Number</i>
V	Tegangan Listrik
A	Luas Area
I	Arus Listrik



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Keterangan
TASV	Turbin Angin Sumbu Vertikal
TASH	Turbin Angin Sumbu Horizontal
TSR	<i>Tip Speed Ratio</i>
RPM	<i>Revolution Per Minute</i>
VAWT	<i>Vertical Axis Wind Turbine</i>
HAWT	<i>Horizontal Axis Wind Turbine</i>
SKEA	Sistem Konversi Energi Angin
MW	<i>Mega Watt</i>
GW	<i>Giga Watt</i>
KW	<i>Kilo Watt</i>
GGL	<i>Gaya Gerak Listrik</i>



UNIVERSITAS
MERCU BUANA