

STUDI EKSPERIMEN TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL (TASV) 2 SUSUN 4
BLADE DI TANGGUL MUARA BARU



Ronald Ogi Pratama
41318120016
UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMEN TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL (TASV) 2 SUSUN 4
BLADE DI TANGGUL MUARA BARU



Nama : Ronald Ogi Pratama
NIM : 41318120016
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
DESEMBER 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Ronald Ogi Pratama

NIM : 41318120016

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Laporan Skripsi : Studi Eksperimen Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV) 2
Susun 4 Blade Di Tanggul Muara Baru

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.

Disahkan Oleh:

Pembimbing : Swandya Eka Pratiwi, S.T, M.Sc

NIDN : 0320059101



Penguji 1 : Dr. Rita Sundari, M.Sc

NIDN : 8836901019



Penguji 2 : Henry Carles, M.T.

NIDN : 0301087304



Jakarta, 19 Desember 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)

Kaprodi Teknik Mesin



(Dr. Eng. Umam Hidayat, S.T., M.T.)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ronald Ogi Pratama
NIM : 41318120016
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Studi Eksperimen Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV) 2
Susun 4 *Blade* Di Tanggul Muara Baru

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 dikemudian 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.

Tangerang, 01 September 2023



07506ALX060057231

Ronald Ogi Pratama

PENGHARGAAN

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan dapat menyusun Laporan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini adalah salah satu mata kuliah yang wajib ditempuh di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Laporan Tugas Akhir ini berjudul Studi Eksperimen Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV) 2 Susun 4 *Blade* Di Tanggul Muara Baru.

Selesainya laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan-masukan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Andriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira, M.T selaku koordinator Tugas Akhir Teknik mesin Universitas Mercu Buana.
5. Ibu Swandya Eka Pratiwi, S.T, M.Sc selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah banyak memberikan arahan dan masukan kepada penulis dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
6. Kedua orang tua penulis Bapak Paidi dan Ibu Sudarsih yang selalu memotivasi dan memberi semangat dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
7. Eko Nugroho dan Kurniawan Widiono selaku rekan dalam satu tim pengerjaan Tugas Akhir ini dan juga teman-teman satu angkatan lainnya yang telah membantu dalam segala hal.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dari laporan ini, secara materi maupun teknik penyajiannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga laporan ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis umumnya bagi kita semua.

Penulis



Ronald Ogi Pratama



ABSTRAK

Energi diperlukan seiring dengan pertumbuhan ekonomi, populasi, dan konsumsi energi yang luar biasa. Sementara permintaan energi dunia terus meningkat, bahan bakar fosil menyumbang lebih dari 86% dari total energi. Karena berlimpah dan dapat diperbaharui, energi angin adalah sumber energi terbarukan yang sangat berpotensi untuk dikembangkan. Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV) dianggap ideal untuk digunakan di lingkungan dengan kecepatan angin rendah, kecepatan angin di Indonesia umumnya berkisar antara 3 m/s dan 6 m/s. Dalam penelitian ini dilakukan studi baik secara eksperimen maupun teori terhadap kinerja rancang bangun TASV dengan blade model limas dan pengujian TASV dilakukan di lapangan (field test) di Tanggul Muara Baru, Jakarta Utara serta eksperimen dilakukan baik tanpa beban maupun dengan beban planetary gearbox rasio 1:50. Kinerja turbin dinilai secara bersamaan melalui parameter terukur seperti kecepatan angin, kecepatan putar rotor, nilai tegangan dan arus listrik dan nilai torsi, juga menganalisis koefisien daya (C_p), koefisien torsi (C_t) dan *tip speed ratio* (TSR) sebagai parameter tidak terukur (*non-dimensional*). Hasil pengujian didapatkan melalui perhitungan dan analisis seperti data dan parameter-parameter. Dari hasil perhitungan dan analisis menghasilkan nilai efektif koefisien daya (C_p) dan koefisien torsi (C_t) efisien pada kecepatan angin 4.2 m/s dengan kecepatan putar rotor 7.2 RPM dengan nilai 0.59 % dan 0.000662 % serta *tip speed ratio* (TSR) dengan nilai 0.00111 pada kecepatan angin 7.4 m/s.

Kata Kunci: Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV); Koefisien Daya (C_p); Koefisien Torsi (C_t); *Tip Speed Ratio* (TSR); *Planetary Gearbox*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

EXPERIMENTAL STUDY OF A 2 STACK 4 BLADE VERTICAL AXIS WIND TURBINE (VAWT) AT MUARA BARU EMBANKMENT

ABSTRACT

Energy is needed as the economy, population and energy consumption grow tremendously. While the world's energy demand continues to rise, fossil fuels account for more than 86% of total energy. Being abundant and renewable, wind energy is a renewable energy source that has great potential to be developed. Vertical Axis Wind Turbine (TASV) are considered ideal for use in environments with low wind speeds, wind speeds in Indonesia generally ranging between 3 m/s and 6 m/s. In this research, both experimental and theoretical studies were conducted on the performance of the TASV design with a pyramid blade model and TASV testing was carried out in the field (field test) at Muara Baru Embankment, North Jakarta and experiments were carried out both without load and with a planetary gearbox load ratio of 1:50. Turbine performance was assessed simultaneously through measurable parameters such as wind speed, rotor rotational speed, voltage and current values and torque values, as well as analyzing the coefficient of power (C_p), coefficient of torque (C_t) and tip speed ratio (TSR) as non-dimensional parameters. The test results are obtained through calculation and analysis such as data and parameters. From the results of calculations and analysis, the effective value of the power coefficient (C_p) and torque coefficient (C_t) is efficient at a wind speed of 4.2 m/s with a rotor rotational speed of 7.2 RPM with a value of 0.59% and 0.000662% and tip speed ratio (TSR) with a value of 0.00111 at a wind speed of 7.4 m/s.

Keywords: Vertical Axis Wind Turbine (TASV); Coefficient Power (C_p); Coefficient Torque (C_t); Tip Speed Ratio (TSR); Planetary Gearbox

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
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN	2
1.4 MANFAAT	2
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2 ENERGI ANGIN	6

2.3	TURBIN ANGIN	8
2.4	JENIS-JENIS TURBIN ANGIN	9
2.4.1	Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV)	9
2.4.2	Kelebihan dan Kekurangan Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV)	10
2.4.3	Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH)	11
2.4.4	Kelebihan dan Kekurangan Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH)	12
2.4.5	Komponen Turbin Angin	12
2.6	RUMUS PERHITUNGAN TURBIN	14
2.6.1	Nilai Torsi Teoritis (T_{th})	14
2.6.2	Koefisien Torsi (C_t)	14
2.6.3	Daya Aktual Eksperimen (P_{exp})	15
2.6.4	Daya Teoritis (P_w)	15
2.6.5	Koefisien Daya (C_p)	16
2.6.6	<i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	16
2.6.7	<i>Solidity Number</i> (σ)	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		18
3.1	DIAGRAM ALIR	18
3.2	ALAT DAN BAHAN	25
3.3	METODE PENELITIAN	35
3.3.1	Desain TASV	35
3.4	PROSEDUR PENELITIAN	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	HASIL PENGUJIAN TURBIN ANGIN	39

4.2	HASIL PENGAMBILAN DATA	39
4.3	PENGOLAHAN DATA TURBIN ANGIN	40
4.3.1	Perhitungan Koefisien Torsi (C_t)	41
4.3.2	Perhitungan Koefisien Daya (C_p)	42
4.3.3	Perhitungan <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	44
4.3.4	Perhitungan <i>Solidity Number</i> (σ)	46
4.4	PEMBAHASAN DAN HASIL ANALISIS	46
4.4.1	Grafik Kecepatan Angin Terhadap Kecepatan Putar Rotor (RPM)	46
4.4.2	Grafik Kecepatan Angin Terhadap Nilai Tegangan (V)	47
4.4.3	Grafik Kecepatan Angin Terhadap Nilai Arus (A)	48
4.4.4	Grafik Kecepatan Angin Terhadap Nilai Torsi Experimen (T_{exp}) dan Torsi Teoritis (T_{th})	49
4.4.5	Grafik Kecepatan Angin Terhadap Nilai Daya Aktual Experimen (P_{exp}) dan Daya Teoritis (P_w)	51
4.4.6	Grafik Nilai Koefisien Torsi (C_t)	52
4.4.7	Grafik Nilai Koefisien Daya (C_p)	53
4.4.8	Grafik Nilai <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	54
BAB V PENUTUP		55
5.1	KESIMPULAN	55
5.2	SARAN	56
DAFTAR PUSTAKA		57
LAMPIRAN		60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Bentuk-bentuk dari TASV.	10
Gambar 2. 2. Bentuk-bentuk dari TASH.	11
Gambar 2. 3. Nilai <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR) dan Koefisien Daya (C_p) Pada Berbagai Jenis Turbin Angin.	17
Gambar 3. 1. Diagram Alir Proses Penelitian TASV.	18
Gambar 3. 2. Komponen Turbin Angin.	20
Gambar 3. 3. Pemasangan TASV.	21
Gambar 3. 4. Pengukuran Kecepatan Angin.	22
Gambar 3. 5. Pengukuran Tegangan dan Arus TASV.	23
Gambar 3. 6. Menghitung Putaran TASV.	23
Gambar 3. 7. Pengukuran Torsi TASV.	24
Gambar 3. 8. Peta Lokasi Pengambilan Data Turbin.	24
Gambar 3. 9. Rangka Utama Turbin, Hub <i>Blade</i> dan Poros Turbin.	25
Gambar 3. 10. Rotor Turbin Angin Sumbu Vertikal.	26
Gambar 3. 11. Servo Motor.	27
Gambar 3. 12. <i>Planetary Gearbox</i> Dengan Rasio 1:50.	27
Gambar 3. 13. Torsi Meter Digital.	28
Gambar 3. 14. Anemometer.	29
Gambar 3. 15. Tachometer.	30
Gambar 3. 16. Digital Multimeter.	31
Gambar 3. 17. Digital Clamp Meter.	32
Gambar 3. 18. Pelat Aluminium.	34
Gambar 3. 19. Pelat Seng Galvanis.	35
Gambar 3. 20. Desain TASV Dengan <i>Blade</i> Model Limas.	36
Gambar 3. 21. Arah Pergerakan Angin Saat Mengenai <i>Blade</i> Model Limas.	37
Gambar 4. 1. Grafik Kecepatan Angin Terhadap Nilai Kecepatan Putar Rotor (RPM).	47
Gambar 4. 2. Grafik Kecepatan Angin Terhadap Nilai Tegangan (V).	48

Gambar 4. 3. Grafik Kecepatan Angin Terhadap Nilai Arus (A).	49
Gambar 4. 4. Grafik Kecepatan Angin Terhadap Nilai Torsi ($N.m$).	50
Gambar 4. 5. Grafik Kecepatan Angin Terhadap Nilai Daya Aktual Eksperimen (P_{exp}).	51
Gambar 4. 6. Grafik Kecepatan Angin Terhadap Nilai Daya Teoritis (P_w).	51
Gambar 4. 7. Grafik Nilai Koefisien Torsi (C_t).	52
Gambar 4. 8. Grafik Nilai Koefisien Daya (C_p).	53
Gambar 4. 9. Grafik Nilai <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR).	54



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu.	5
Tabel 2. 2. Tingkat Keceptan Angin <i>Beufort Scale</i> .	7
Tabel 3. 1. Spesifikasi Torsi Meter Digital.	28
Tabel 3. 2. Spesifikasi Anemometer.	29
Tabel 3. 3. Spesifikasi Tachometer.	30
Tabel 3. 4. Spesifikasi Digital Multimeter.	31
Tabel 3. 5. Spesifikasi Digital Clamp Meter	33
Tabel 3. 6. Parameter Desain TASV Dengan <i>Blade</i> Model Limas.	35
Tabel 3. 7. Spesifikasi TASV.	36
Tabel 4. 1. Data Hasil Pengujian TASV.	40
Tabel 4. 2. Kesimpulan Hasil Perhitungan Data Koefisien Torsi (C_t).	41
Tabel 4. 3. Kesimpulan Hasil Perhitungan Data Koefisien Daya (C_p).	43
Tabel 4. 4. Kesimpulan Hasil Perhitungan Data <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR).	45



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
ρ	Massa jenis angin
λ	<i>Tip Speed Ratio</i>
σ	<i>Solidity number</i>



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>
GW	Giga Watt
AC	<i>Alternating Current</i>
DC	<i>Direct Current</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>

