

**STUDI EKSPERIMEN TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN
SUMBU *HORIZONTAL (TASH)* EMPAT BILAH
AKIBAT PENAMBAHAN WINGLET**



MENDIKO
41318120050

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCUBUANA
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMEN TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN
SUMBU *HORIZONTAL (TASH)* EMPAT BILAH
AKIBAT PENAMBAHAN WINGLET



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun oleh :

Nama : Mendiko
NIM : 41318120050
Program Studi : Teknik Mesin

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

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI EKSPERIMEN TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU *HORIZONTAL* (TASH) EMPAT BILAH AKIBAT PENAMBAHAN WINGLET

Disusun Oleh :

Nama : Mendiko
NIM : 41318120050
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal : 15 Juni 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,

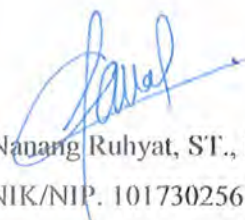
Pembimbing TA



(Dr. Abdul Hamid, B.Eng., M.Eng)

NIK/NIP. 190460031

Penguji Sidang I



(Dr. Nanang Ruhyat, ST., MT)

NIK/NIP. 101730256

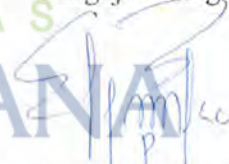
Penguji Sidang II



(Subekti, ST., M.T.)

NIK/NIP: 217730018

Penguji Sidang III



(Rikko Putra Youlia, ST., M.Eng)

NIK/NIP: 120930671

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin



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

NIK/NIP. 112750348

Koordinator TA



(Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T)

NIK/NIP. 221900211

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Mendiko

NIM : 41318120050

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Studi eksperimen terhadap kinerja turbin angin sumbu *horizontal (TASH)* empat bilah akibat penambahan winglet

Dengan 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.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 15 Juni 2023



Mendiko

PENGHARGAAN

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT., atas segala limpahan berkat dan karunia Nya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat waktu dan dapat menyusun laporan Tugas Akhir.

Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira ST, MT. selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah mengarahkan dan memberikan bimbingan penulis hingga menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Abdul Hamid, M.Eng selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah mengarahkan dan memberikan bimbingan penulis hingga menyelesaikan laporan Tugas Akhir
6. Kedua Orang Tua penulis Bapak Sutrisno dan Ibu Santiasih yang telah memberikan dorongan semangat yang tak henti untuk menyelesaikan laporan tugas akhir .
7. Teman-teman Tugas Akhir Rio, Kurtusi, Dhimaz dan teman-teman satu angkatan lainnya yang telah membantu dalam segala hal.
8. Semua pihak yang telah membantu seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar laporan ini nantinya dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jakarta, 15 Juni 2023



Mendiko

ABSTRAK

Kebutuhan akan energi seiring perkembangan jaman mengakibatkan peningkatan konsumsi listrik berbahan bakar fosil yang signifikan, oleh karena itu dibutuhkan pencarian sumber energi terbarukan dimana angin merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang pemanfaatannya dapat dimanfaatkan dengan menggunakan turbin angin sumbu horizontal (TASH). Dalam penelitian ini dirancang bangun prototipe empat bilah spiral TASH tipe *drag* yang disesuaikan dengan kondisi geografis Indonesia yang mempunyai kecepatan angin rendah juga dilakukan pengujian lapangan di pantai Muara Baru, Jakarta Utara, lokasi ini dipilih karena memiliki kecepatan angin yang bervariasi. Pengujian dilakukan pada berbagai variasi kecepatan angin dari 2,5 m/s hingga 4,5 m/s. Tujuan penelitian ini adalah untuk memverifikasi terhadap kinerja prototipe empat bilah spiral TASH tipe *drag* tersebut, akibat pengaruh penambahan winglet. Kinerja turbin dinilai melalui parameter terukur seperti nilai daya aktual, nilai torsi dan kecepatan rotor, juga dianalisa *Coefficient Power* (C_p), *Coefficient Torque* (C_t), dan *Tip Speed Ratio* (TSR) sebagai parameter non-dimensinya. Hasil pengujian tersebut ditabulasikan yang kemudian dilakukan kalkulasi dan analisa terhadap parameter parameter tersebut. Dari hasil perhitungan menghasilkan nilai efektif dengan winglet nilai C_p dan TSR efisien pada kecepatan angin 3,5 m/s dengan kecepatan putar 151,8 rpm dengan C_t yaitu 0,727. Sedangkan nilai C_p dan TSR pada kecepatan angin 3,5 m/s adalah 0,449 dan 0,6185.

Kata kunci: Turbin Angin Sumbu *Horizontal* (TASH), Empat Bilah Tipe *Spiral*, *Coefficient Power* (C_p), *Coefficient Torque* (C_t), *Tip Speed Ratio* (TSR).



**EXPERIMENTAL STUDY ON THE PERFORMANCE OF A FOUR-BLADE
HORIZONTAL AXIS WIND TURBINE (HAWT) DUE TO
EXPANSION OF WINGLETS**

ABSTRACT

The need for energy over time has resulted in a significant increase in fossil fuel electricity consumption, therefore it is necessary to find renewable energy sources where the wind is one of the renewable energy sources whose energy utilization can be utilized by using a horizontal axis wind turbine (TASH). In this research, a four-bladed TASH drag-type spiral blade prototype was designed and adapted to the geographical conditions of Indonesia, which has low wind speeds. Field tests were also carried out on Muara Baru beach, North Jakarta, this location was chosen because it has varying wind speeds. Tests were carried out at various variations of wind speed from 2.5 m/s to 4.5 m/s. The purpose of this study was to verify the performance of the drag-type TASH four-blade spiral prototype, due to the influence of the addition of winglets. Turbine performance is assessed through measured parameters such as actual power value, torque value, and rotor speed also analyzed for Coefficient Power (C_p), Coefficient Torque (C_t), and Tip Speed Ratio (TSR) as non-dimensional parameters. The test results are tabulated which is then calculated and analyzed for these parameters. From the calculation results, the effective value with winglet C_p and TSR values is efficient at a wind speed of 3.5 m/s with a rotational speed of 151.8 rpm with a C_t of 0.727. While the C_p and TSR values at a wind speed of 3.5 m/s are 0.497 and 0.6185.

Keywords: Horizontal Axis Wind Turbine (TASH), Four Spiral Type Blades, Coefficient Power (C_p), Coefficient Torque (C_t), Tip Speed Ratio (TSR).

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SIMBOL	xi

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 KAJIAN TERDAHULU	5
2.1.1 Tinjauan Pustaka	9
2.2 ENERGI ANGIN	10
2.3 TURBIN ANGIN	12
2.4 JENIS DAN TIPE TURBIN ANGIN	13
2.4.1 Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH)	13
2.4.2 Turbin Angin Sumbu Vertikal	14
2.5 KOMPONEN TURBIN ANGIN	15
2.5.1 Sudu (<i>Blade</i>)	15
2.5.2 Lengan Sudu (<i>Blade Arm</i>)	17
2.5.3 Poros	17
2.5.4 <i>Air Gap</i>	17

2.5.5	<i>Connector</i>	17
2.5.6	Bantalan Poros	18
2.5.7	Mur & Baut	18
2.5.8	Generator	18
2.6	RUMUS PERHITUNGAN	19
2.6.1	Koefisien Daya	19
2.6.2	<i>Power Turbine</i> (Daya Turbin)	19
2.6.3	<i>Wind Power</i> (Daya Angin)	20
2.6.4	<i>Coefficient Torque</i> (Koefisien Torsi)	20
2.6.5	<i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	21
2.6.6	Kecepatan Sudut	21
2.6.7	<i>Solidity Number</i>	22
2.6.8	<i>Gaya Sentrifugal</i>	22
BAB III	METODOLOGI	23
3.1	DIAGRAM ALIR	23
3.2	ALAT DAN BAHAN	30
3.3	METODE PENELITIAN	34
3.4	PROSEDUR PENELITIAN	37
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1	HASIL PENGUJIAN TURBIN ANGIN	39
4.2	HASIL PENGAMBILAN DATA	40
4.3	PENGOLAHAN DATA TURBIN ANGIN	41
4.3.1	Perhitungan nilai Koefisien Torsi	41
4.3.2	Perhitungan nilai Koefisien Daya	43
4.3.3	Perhitungan nilai <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	46
4.3.4	<i>Solidity Number</i>	47
4.3.5	Perhitungan gaya	48
BAB V	PENUTUP	49
5.1	KESIMPULAN	49
5.2	SARAN	50

DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	54



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peta Arah Angin dan Kecepatan Angin Wilayah Indonesia	12
Gambar 2.2. Variasi Jumlah Bilah pada TASH	14
Gambar 2.3. Variasi Jumlah Bilah pada TASV	15
Gambar 2.4. Jenis-Jenis Model Sudu	16
Gambar 2.5. Penampang Profil Sudu	16
Gambar 2.6. Generator	19
Gambar 3.1. Diagram Penelitian	23
Gambar 3.2. Komponen Turbin Angin	25
Gambar 3.3. Diagram Alir Pengujian	26
Gambar 3.4. Pemasangan Turbin	27
Gambar 3.5. Pengukuran Kecepatan Angin	27
Gambar 3.6. Pengukuran Tegangan	28
Gambar 3.7. Pengukuran Arus Listrik	29
Gambar 3.8. Pengukuran Putaran Turbin	29
Gambar 3.9. Pengukuran Torsi Turbin	30
Gambar 3.10. Frame Turbin	31
Gambar 3.11. Generator Listrik	31
Gambar 3.12. Turbin Angin Sumbu Horizontal	32
Gambar 3.13. Anemometer	32
Gambar 3.14. Multitester	33
Gambar 3.15. Tachometer	33
Gambar 3.16. Torsi Meter	34
Gambar 3.17. <i>Aluminium Sheet</i>	34
Gambar 3.18. Desain Turbin Angin	36
Gambar 4.1. Kerusakan saat Uji Coba Turbin angin	39
Gambar 4.2. Grafik C_t TASH tanpa winglet dan dengan winglet	42
Gambar 4.3. Grafik P_t & P_w TASH tanpa winglet & dengan winglet	44
Gambar 4.4. Grafik C_p TASH tanpa winglet dan dengan winglet	45
Gambar 4.5. Grafik TSR TASH tanpa winglet dan dengan winglet	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kajian Terdahulu	5
Tabel 2.2. Tingkat Kecepatan Angin Beaufort Scale	10
Tabel 3.1. Parameter Desain Model TASH Tipe Spiral	35
Tabel 4.1. Data Rata-rata Uji Turbin Angin Tanpa Winglet	40
Tabel 4.2. Data Rata-rata Uji Turbin Angin dengan Winglet	40
Tabel 4.3. Rekap Nilai C_t TASH Tanpa Winglet	41
Tabel 4.4. Rekap Nilai C_t TASH dengan Winglet	42
Tabel 4.5. Rekap Nilai C_p dari TASH tanpa winglet	43
Tabel 4.6. Rekap Nilai C_p dari TASH dengan winglet	44
Tabel 4.7. Rekap Nilai TSR dari TASH tanpa winglet	46
Tabel 4.8. Rekap Nilai TSR dari TASH dengan winglet	46
Tabel 4.9. Hasil Kalkulasi <i>Solidity Number</i>	48
Tabel 4.10. Hasil Kalkulasi Resultan Gaya	48

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
ρ	Massa jenis angin	kg/m ³
λ	<i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	
ω	Kecepatan Sudut	rad/s
ϕ	Phi	

