

**ANALISIS KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL
TIPE H-DARRIEUS DENGAN NACA 0015 PADA
GEDUNG PERKANTORAN**



FATHI RAHMA SUSIANTO
NIM: 41319120112

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2022**

ANALISIS KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL
TIPE H-DARRIEUS DENGAN NACA 0015 PADA
GEDUNG PERKANTORAN



Disusun oleh:

Nama : Fathi Rahma Susianto
NIM : 41319120112
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
AGUSTUS 2022

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL TIPE H- DARRIEUS DENGAN NACA 0015 PADA GEDUNG PERKANTORAN

Disusun oleh:

Nama : Fathi Rahma Susianto
NIM : 41319120112
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal 20 Agustus 2022

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA

Penguji Sidang I


(Vera Septy Sayeva S., S.T., M.T)


(Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng)


NIK/NIP. 197580940

NIK/NIP. 216910097

Penguji Sidang II

Penguji Sidang III


(Dafit Feriyanto, S.T., M.Eng., Ph.D)


(Gilang Awan Yudhistira, ST, MT)


NIK/NIP: 118900633

NIK/NIP: 221900211

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin

Koordinator TA


(Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D)


(Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng)

NIK/NIP. 118690617

NIK/NIP. 216910097

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Fathi Rahma Susianto

NIM : 41319120112

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe H-Darrieus dengan NACA 0015 pada Gedung Perkantoran

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, 19 Agustus 2022



Fathi Rahma Susianto


PENGHARGAAN

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kelancaran dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Serta saya haturkan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Harwikarya, M.T. selaku Plt. Rektor Universitas Mercubuana;
2. Dr. Ir. Mawardi Amin, MT selaku Dekan Fakultas Teknik;
3. Muhamad Fitri, Ph.D, selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin;
4. Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng, selaku Sekretaris Program Studi dan Koordinator Tugas Akhir serta sebagai Dosen Penguji I pada Sidang Akhir Tugas Akhir;
5. Gian Villany Golwa, ST., MT, selaku Koordinator Laboratorium Program Studi Teknik Mesin;
6. Vera Septy Sayeva Simbolon., S.T., M.T, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir;
7. Dafit Feriyanto, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Dosen Penguji II pada Sidang Akhir Tugas Akhir;
8. Gilang Awan Yudhistira, ST, MT selaku Dosen Penguji III pada Sidang Akhir Tugas Akhir;
9. Andi Firdaus Sudarma, ST, M.Eng selaku Dosen Penguji pada Sidang Kemajuan Tugas Akhir;
10. Nicolas Yoga Pranasmarra dan Hillarius Brian Rinardhio selaku rekan satu tim dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini;
11. Gracia Ivonka, M.Psi sebagai psikolog yang telah membantu regulasi emosi dalam kelancaran Tugas Akhir ini;
12. Kedua orang tua dan kedua adik saya yang telah memberikan dukungan dan semangatnya;
13. Bapak Awan selaku vendor yang telah membantu pembuatan Turbin Angin;
14. Rekan-rekan saya yang selalu membantu memberikan dukungan dan semangatnya;
15. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Sekali lagi saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya karena dengan bantuan dari para pihak tersebut saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan dapat menyelesaikan pendidikan sarjana strata satu (S1) di Universitas Mercubuana.

Jakarta, 19 Agustus 2022



Fathi Rahma Susianto



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
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
2.2.1. Jenis Aliran Angin	11
2.2.2. Profil Angin	13
2.2.3. Potensi Energi Angin di Indonesia	13
2.3. TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL	15
2.3.1. Daya Input Angin	17
2.3.2. Teori Momentum Elementer Betz (Hukum <i>Betz Limit</i>)	18
2.3.3. Daya Output Turbin Angin	19
2.3.4. Koefisien Daya	20
2.3.5. Daya Efektif Turbin Angin	20

2.3.6.	Efisiensi Turbin	20
2.4.	SUDU (<i>AIRFOIL</i>)	21
2.5.	SUDUT BILAH SUDU/SUDUT <i>PITCH</i> (β)	22
2.6.	PENEMPATAN TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL	23
BAB III	METODOLOGI	24
3.1.	DIAGRAM ALIR	24
3.1.1.	Studi Literatur	25
3.1.2.	Persiapan Alat dan Bahan	27
3.1.3.	Pengujian TASV	28
3.1.4.	Analisis dan Pembahasan	32
3.1.5.	Kesimpulan	32
3.2.	ALAT DAN BAHAN	32
3.2.1.	Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV)	33
3.2.2.	Anemometer	34
3.2.3.	<i>Micro Controller</i>	35
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1.	HASIL PENGUJIAN	37
4.1.1.	Kecepatan Angin	37
4.1.2.	Variasi Sudut Bilah Sudu	39
4.1.3.	Variasi Jumlah Bilah Sudu	42
4.2.	PEMBAHASAN	46
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1.	KESIMPULAN	49
5.2.	SARAN	49
	DAFTAR PUSTAKA	50
	LAMPIRAN	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Potensi Energi Angin di Jakarta	1
Gambar 2.1. Aliran Laminar	12
Gambar 2.2. Aliran Transisi	12
Gambar 2.3. Aliran Turbulen	12
Gambar 2.4. Profil Angin Pada Berbagai Wilayah	13
Gambar 2.5. Jenis Turbin Angin Sumbu Vertikal	15
Gambar 2.6. Jenis Turbin Angin sesuai dengan Nilai <i>Tip Speed Ratio</i> terhadap Koefisien Daya	16
Gambar 2.7. Model Aliran Teori Momentum Betz	18
Gambar 2.8. Koefisien Daya Berbanding dengan Perbandingan dari Kecepatan Angin Sebelum dan Sesudah Dikonversikan	19
Gambar 2.9. <i>Airfoil</i> NACA	22
Gambar 2.10. Pengaruh Variasi Gedung terhadap Aliran Angin	23
Gambar 3.1. Diagram Alir	24
Gambar 3.2. Informasi Stasiun Metereologi Kemayoran	25
Gambar 3.3. Data Kecepatan Angin Stasiun Kemayotan Periode Maret 2021 s/d Februari 2022	26
Gambar 3.4. Data Energi Angin pada Ketinggian 50 m	26
Gambar 3.5. Diagram Alir Persiapan Alat Uji dan Alat Ukur	27
Gambar 3.6. Diagram Alir Proses Pengujian TASV Variasi Sudut Bilah Sudu	30
Gambar 3.7. Diagram Alir Pengujian Variasi Jumlah Bilah Sudu	31
Gambar 3.8. Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV)	33
Gambar 3.9. Komponen Model Uji	34
Gambar 3.10. Anemometer	34
Gambar 3.11. Rangkaian <i>Micro Controller</i>	35
Gambar 3.12. Skematik Diagram <i>Data Acquisition</i>	36
Gambar 4.1. Grafik Kecepatan Angin Berdasarkan Waktu (Pagi, Siang, dan Sore Hari) pada Hari Ke-1 sampai dengan Hari Ke-4	38
Gambar 4.2. Grafik Kecepatan Angin dan Daya Turbin pada 2 (Dua) Bilah Sudu dengan Sudut 0^0 (Atas), 15^0 (Tengah), dan 30^0 (Bawah)	39

Gambar 4.3. Grafik Kecepatan Angin dan Daya Turbin pada 3 (Tiga) Bilah Sudu dengan Sudut 0^0 (Atas), 15^0 (Tengah), dan 30^0 (Bawah)	40
Gambar 4.4. Grafik Daya Turbin Angin terhadap Kecepatan Angin dengan Variasi Sudut Bilah Sudu pada 3 Bilah Sudu (Atas) dan 2 Bilah Sudu (Bawah)	41
Gambar 4.5. Grafik Perbandingan Nilai Efisiensi dan Daya Turbin dengan Variasi Sudut Bilah Sudu pada 2 Bilah Sudu 30^0 (Atas), 3 Bilah Sudu 15^0 (Tengah), dan 3 Bilah Sudu 30^0 (Bawah)	42
Gambar 4.6. Grafik Kecepatan Angin dan Daya Turbin per Satuan Waktu dengan 2 (Dua) Bilah Sudu pada Pagi Hari (Atas), Siang Hari (Tengah), dan Sore Hari (Bawah)	43
Gambar 4.7. Grafik Kecepatan Angin dan Daya Turbin per Satuan Waktu dengan 3 (Tiga) Bilah Sudu pada Pagi Hari (Atas), Siang Hari (Tengah), dan Sore Hari (Bawah)	44
Gambar 4.8. Grafik Daya Turbin Angin terhadap Kecepatan Angin dengan Variasi Jumlah Sudu	45
Gambar 4.9. Grafik Nilai Efisiensi dan Daya TASV 2 (Dua) Bilah Sudu pada Pagi Hari (Atas), Siang Hari (Tengah), dan Sore Hari (Bawah)	45
Gambar 4.10. Grafik Nilai Efisiensi dan Daya TASV 3 (Tiga) Bilah Sudu pada Pagi Hari (Atas), Siang Hari (Tengah), dan Sore Hari (Bawah)	46
Gambar 4.11. Stretch pada Bilah Sudu	47
Gambar 4.12. Deformasi Struktur pada Bilah Sudu	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2. Potensi Energi Angin Indonesia	14
Tabel 2.3. Tipe Turbin Angin dan Kegunaannya	17
Tabel 3.1. Variabel Penelitian	28



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
E	Energi kinetik [joule]
m	Massa udara [kg]
v	Kecepatan angin [m/s]
P_a	Daya angin [watt]
ρ	Kerapatan udara [kg/m^3]
A	Luas sapuan angin [m^2]
P_{mt}	Daya mekanik turbin [watt]
P_t	Daya turbin [watt]
P_g	Daya generator [watt]
V	Tegangan output generator [V]
I	Arus output generator [A]
c_p	Koefisien daya
η	Efisiensi [%]
λ	<i>Tip Speed Ratio</i>
β	Sudut bilah sudu/Sudut <i>pitch</i> [°]

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
TASV	Turbin Angin Sumbu Vertikal
BMKG	Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
TASH	Turbin Angin Sumbu Horizontal

