

**ANALISIS PENGARUH JUMLAH DAN BENTUK SUDU TERHADAP
EFISIENSI DAYA TURBIN SAVONIUS**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

KHOIRUL ANWAR
NIM : 41321110064

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH JUMLAH DAN BENTUK SUDU TERHADAP
EFISIENSI DAYA TURBIN SAVONIUS**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Khoirul Anwar
NIM : 41321110064
Program Studi : Teknik Mesin

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

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH JUMLAH DAN BENTUK SUDU TERHADAP EFISIENSI DAYA TURBIN SAVONIUS

Disusun oleh:

Nama : Khoirul Anwar
NIM : 41321110064
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal : 15 Februari 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA



(Andi Firdaus Sudharma, S.T., M.Eng.)

NIP : 217810112

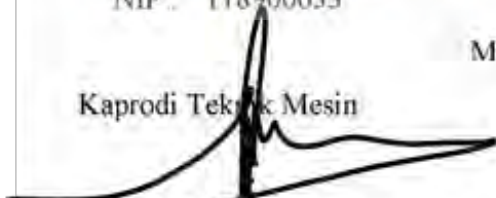
Penguji Sidang II



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

NIP : 118900633

Kaprodi Teknik Mesin



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

NIP : 118690617

Penguji Sidang I



(Dedik Romahadi, S.T., M.Sc.)

NIP : 0306029106

Penguji Sidang III



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

NIP : 118690617

Mengetahui,

Koordinator TA



Nurato, ST., M.T

NIP : 197580211

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khoirul Anwar

NIM : 41321110064

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : ANALISIS PENGARUH JUMLAH DAN BENTUK SUDU
TERHADAP EFISIENSI DAYA TURBIN SAVONIUS

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 menjiplak 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 sehat dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 08 Februari 2023



Khoirul Anwar

PENGHARGAAN

Penyusunan Laporan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan pelaksanaan Tugas Akhir dan sebagai salah satu syarat untuk menempuh ujian jenjang Sarjana Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak. Penyusun banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT dengan segala rahmat serta karunia-Nya yang memberikan kekuatan bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kepada kedua orang tua saya Bapak, Ibu, Kakak dan Adik yang senantiasa memberi dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik.
5. Kepada Bapak Muhamad Fitri, M,Si, Ph.D. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu buana.
6. Kepada Bapak Nurato, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah membimbing dan mengarahkan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.
7. Kepada Bapak Andi Firdaus Sudarma, ST, M.Eng. selaku Pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberi bimbingan dan nasihat agar penulis selalu melakukan sesuatu yang benar dan sesuai.
8. Saudara Muhamad Maizur dan Febrianto Wibowo sebagai tim yang telah membantu proses pengerjaan tugas akhir penulis.
9. Kepada Keluarga Besar Teknik Mesin Universitas Mercu Buana terutama Reguler 2 angkatan 2021 yang sama – sama berjuang untuk masa depan kita.
10. Kepada Raisna Khoiriah Herdianti yang selalu mendukung dan memberi semangat dalam proses penyusunan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan yang telah diberikan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis umumnya kepada para pembaca.

Jakarta, 08 Februari 2023



Khoirul Anwar



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	5
1.3 TUJUAN PENELITIAN	5
1.4 MANFAAT PENELITIAN	5
1.5 BATASAN MASALAH	6
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	8
2.2 ENERGI ANGIN	12
2.3 TURBIN ANGIN	15
2.4 TURBIN SAVONIUS	16
2.4.1 Prinsip Kerja Turbin Angin <i>Savonius</i>	18
2.4.2 Perhitungan Turbin <i>Savonius</i> dan Generator	20
2.5 PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB)	21
2.6 BATERAI	25

2.7	<i>INVERTER DC TO AC</i>	27
2.7.1	Jenis-Jenis <i>Inverter</i>	28
2.8	KAJIAN LITERATUR	30
2.8.1	Turbin <i>Savonius</i> Pada jalan Raya India	30
2.8.2	Pembangkitan Energi pada Jalan Raya Menggunakan Turbin Angin Sumbu Vertikal	31
2.9	TEORI DAN PERSAMAAN	33
2.9.1	Teori <i>Betz</i>	33
2.9.2	Segitiga Kecepatan	34
2.9.3	Sudut Serang (<i>Angle Of Attack</i>)	35
2.9.4	Daya Gaya Hambat (<i>Drag</i>) dan Gaya Angkat (<i>Lift</i>)	36
2.9.5	Daya pada Turbin Angin <i>Savonius</i>	36
BAB III METODOLOGI		39
3.1	DIAGRAM ALIR	39
3.2	TAHAPAN PENELITIAN	40
3.3	PEMODELAN TURBIN SAVONIUS	41
3.3.1	Pemilihan Poros dan <i>Bearing</i>	42
3.4	PENGUJIAN ALAT DAN PENGAMBILAN DATA	44
3.4.1	Proses Pengambilan Data	45
3.4.2	Pengujian <i>Blower</i>	47
3.5	PROSEDUR PENGAMBILAN DATA	48
3.6	ALAT DAN BAHAN	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1	PENGAMBILAN DATA TURBIN ANGIN	51
4.1.1	Data Torsi dan Kecepatan Angin	51

4.1.2	Data Daya Tubin	54
4.1.3	Data Efisiensi Tubin	55
4.1.4	Data Daya Listrik Turbin	55
4.2	ANALISA KINERJA TURBIN	56
4.2.1	Kinerja Turbin pada Sudu L	56
4.2.2	Kinerja Turbin pada Sudu Datar	57
4.3	PEMBAHASAN DAN ANALISIS	58
4.3.1	Hubungan Kecepatan Angin terhadap Putaran Turbin	58
4.3.2	Hubungan Kecepatan Angin terhadap Torsi	59
4.3.3	Hubungan antara Kecepatan Angin terhadap Efisiensi	60
4.3.4	Hubungan Kecepatan Angin terhadap Daya Listrik	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		62
5.1	KESIMPULAN	62
5.2	SARAN	63
DAFTAR PUSTAKA		64
LAMPIRAN		68

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Efisiensi Turbin Angin	13
Gambar 2. 2. (A) Turbin Angin Horizontal & (B) Turbin Angin Vertikal	16
Gambar 2. 3 Tipe rotor Savonius	16
Gambar 2. 4 (a) Rotor Savonius U, (b) Rotor Savonius L	17
Gambar 2. 5 Turbin Savonius	18
Gambar 2. 6. Prinsip kerja turbin angin <i>savonius</i>	18
Gambar 2. 7. <i>Coefficient of Drag</i> tiap-tiap bentuk sudu	19
Gambar 2. 8. PLTB Sidenreng, Sulawesi Selatan	22
Gambar 2. 9. Generator DC	23
Gambar 2. 10. Rangkaian ekuivalen Generator DC	23
Gambar 2. 11. Baterai (aki)	26
Gambar 2. 12. <i>Inverter DC to AC</i>	28
Gambar 2. 13 Rangkaian <i>Inverter</i> Sederhana	28
Gambar 2. 14. Desain Turbin di India	30
Gambar 2. 15. Ilustrasi Savonius pada Jalan Raya	32
Gambar 2. 16. (A) Savonius Dua Bilah, (B) Savonius Tiga Bilah, (C) Savonius Empat Bilah	32
Gambar 2. 17. Asumsi Teori <i>Betz</i>	34
Gambar 2. 18. Skema Segitiga Kecepatan	34
Gambar 2. 19. Sudu Serang (<i>Angle Of Attack</i>)	35
Gambar 2. 20. <i>Performance of main conventional wind machine</i>	37
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 3. 2 Pengambilan Data Kecepatan Angin dengan Anemometer	40
Gambar 3. 3 Desain Bracket Turbin Angin	41
Gambar 3. 4 Desain Instalasi PLTB Turbin <i>Savonius</i>	42
Gambar 3. 5 <i>Tachometer</i>	45
Gambar 3. 6 Timbangan Pegas	45

Gambar 4. 1 Grafik Kecepatan Angin terhadap Putaran Turbin	58
Gambar 4. 2 Grafik Kecepatan Angin terhadap Torsi	59
Gambar 4. 3 Grafik Kecepatan Angin terhadap Efisiensi	60
Gambar 4. 4 Grafik Kecepatan Angin Terhadap Daya Listrik	61



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	8
Tabel 2. 2. Kecepatan Angin rata-rata BMKG Jakarta 2020	12
Tabel 2. 3. Massa Jenis Zat Gas	14
Tabel 2. 4. Hubungan antara DOD dan usia pakai baterai	27
Tabel 2. 5. Hasil penelitian Turbin di India	31
Tabel 2. 6. <i>Drag</i> Base Turbin Savonius	33
Tabel 3. 1 Alat yang digunakan	49
Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan	50
Tabel 4. 1. Data Pengujian Kecepatan Angin & Torsi Sudu Bentuk L	51
Tabel 4. 2. Pengujian Kecepatan Angin & Torsi Sudu Bentuk Datar	52
Tabel 4. 3. Data Daya Turbin	54
Tabel 4. 4 Data Efisiensi Turbin	55
Tabel 4. 5 Data Daya Listrik Turbin	55

DAFTAR SIMBOL

v	Kecepatan Angin
m	Massa Udara
ρ	Densitas Udara
A	Luas Penampang Turbin
e	<i>Overlap Ratio</i>
C_d	<i>Coefficient Of Drag</i>
r	Jari – Jari Rotor
β	Panjang <i>Overlap Ratio</i>
P_t	Daya Turbin
H	Tinggi Rotor
E_k	Energi Kinetik
D	Diameter Rotor
N_t	Putaran Turbin
μ	Viskositas Absolut Fluida Dinamis
P_a	Daya Angin
P_t	Daya Turbin
T_t	Torsi
ω	Kecepatan <i>Angular</i>
rpm	<i>Revolution Per Minute</i>
λ	<i>Tip Speed Ratio</i>

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
PLTH	Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid
PLTB	Pembangkit Listrik Tenaga Bayu
EBT	Energi Baru Dan Terbarukan
ESDM	Energi Sumber Daya Dan Mineral
TASV	Turbin Angin Sumbu Vertikal
TASH	Turbin Angin Sumbu Horizontal
SOC	<i>State Of Charge</i>
DOD	<i>Deep Of Discharge</i>
PJU	Penerangan Jalan Umum
GGL	Gaya Gerak Listrik
DC	<i>Direct Current</i>
AC	<i>Alternating Current</i>
LED	<i>Light-Emitting Diode</i>

UNIVERSITAS
MERCU BUANA