



PROYEK TUGAS AKHIR

TEKNOLOGI REKAYASA KONSTRUKSI PERKAPALAN

DESAIN TURBIN ANGIN VERTIKAL TIPE SAVONIUS MENGUNAKAN SIMULASI CFD PADA KECEPATAN ANGIN RENDAH

Diajukan untuk memenuhi sebagai persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Terapan

Disusun oleh :

Nauval Althav Indyawan

40040421650031

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONSTRUKSI PERKAPALAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2025

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nauval Althav Indyawan
NIM : 40040421650031
Judul Tugas Akhir : DESAIN TURBIN ANGIN VERTIKAL TIPE SAVONIUS
MENGGUNAKAN SIMULASI CFD PADA KECEPATAN
ANGIN RENDAH

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir ini berdasarkan hasil penelitian, dan pemaparan asli saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena Tugas Akhir ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Diponegoro.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Semarang, 19 Desember 2025
Yang membuat pernyataan



Nauval Althav Indyawan
40040421650031

HALAMAN PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

DESAIN TURBIN ANGIN VERTIKAL TIPE SAVONIUS MENGGUNAKAN SIMULASI CFD PADA KECEPATAN ANGIN RENDAH

Laporan Tugas Akhir ini diajukan kepada
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Oleh :

Nauval Althav Indyawan
40040421650031

Diajukan pada
Sidang Laporan Tugas Akhir
Tanggal 19 Desember 2025

Dinyatakan Lulus / Tidak Lulus
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Muhammad Sawal Baital, S.T., M.T.

Pembimbing



Dr. Mohd Ridwan, S.T., M.T.

Penguji 1



Dr. Aulia Windyandari S.T., M.T.

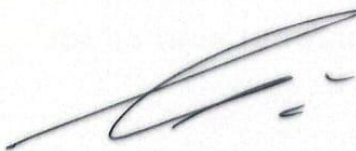
Penguji 2



Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro



Dr. Mohd. Ridwan, S.T., M.T.

NIP 197008271999031002

ABSTRAK

Penelitian ini membahas analisis kinerja turbin angin vertikal tipe Savonius pada kondisi kecepatan angin rendah melalui pendekatan simulasi numerik menggunakan Computational Fluid Dynamics (CFD) dan validasi data kecepatan angin lapangan. Model turbin dengan diameter 0,30 m dan tinggi 0,50 m dirancang menggunakan perangkat lunak CAD, kemudian dianalisis menggunakan ANSYS Fluent dengan model turbulensi $k-\omega$ SST. Data kecepatan angin diperoleh dari pengukuran langsung di Sekolah Vokasi UNDIP Tembalang sebesar 3,8 m/s dan divalidasi dengan data BMKG Semarang dengan selisih 5,56%, sehingga dinilai layak digunakan sebagai data input simulasi. Hasil simulasi menunjukkan pola aliran yang sesuai dengan karakteristik khas Savonius, yaitu adanya zona separasi dan vorteks yang menyebabkan torsi positif dan negatif secara bergantian. Torsi rata-rata yang terbentuk menghasilkan nilai Tip Speed Ratio (TSR) mendekati 1 dan daya mekanis yang berada dalam rentang tipikal turbin Savonius pada kecepatan angin rendah. Nilai koefisien daya (C_p) yang diperoleh berada dalam kisaran performa teoritis turbin Savonius yang umum dilaporkan dalam penelitian terdahulu. Studi ini membuktikan bahwa turbin Savonius dapat beroperasi secara efektif pada kecepatan angin rendah dan memberikan dasar kuat untuk pengembangan desain serta optimasi performa melalui pendekatan CFD dan pengujian eksperimental.

Kata kunci: Turbin Savonius, CFD, ANSYS Fluent, torsi, koefisien daya, kecepatan angin rendah.

ABSTRACT

This study discusses the performance analysis of a vertical-axis Savonius wind turbine under low wind-speed conditions through a numerical simulation approach using Computational Fluid Dynamics (CFD) and validation of field-measured wind-speed data. The turbine model, with a diameter of 0.30 m and a height of 0.50 m, was designed using CAD software and analyzed in ANSYS Fluent employing the $k-\omega$ SST turbulence model. Wind-speed data were obtained from direct measurements at the Vocational School of Diponegoro University (UNDIP) Tembalang, recording 3.8 m/s, and validated against BMKG Semarang data with a deviation of 5.56%, making it suitable for use as simulation input. The simulation results demonstrate flow patterns typical of the Savonius rotor, including separation zones and vortex formation that generate alternating positive and negative torque. The average torque produced yields a Tip Speed Ratio (TSR) approaching 1 and a mechanical power output consistent with the typical performance range of Savonius turbines under low wind-speed conditions. The obtained power coefficient (C_p) also falls within the theoretical performance range commonly reported in previous studies. This study confirms that the Savonius turbine can operate effectively in low wind-speed environments and provides a strong foundation for further design development and performance optimization through CFD-based analysis and experimental validation.

Keywords: Savonius turbine, CFD, ANSYS Fluent, torque, power coefficient, low wind speed.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, serta segala puji bagi-Nya, penulis menyampaikan penghargaan dan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, petunjuk, dan kekuatan yang telah melimpahkan keberhasilan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini disusun sebagai bagian dari pemenuhan syarat untuk meraih gelar Sarjana Terapan pada Diploma Empat Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan, Universitas Diponegoro.

Kelancaran penulisan Proyek Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu:

1. Allah SWT. Yang telah memberikan Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal usulan tugas akhir ini dengan baik dan lancar.
2. Bapak Dr. Mohd Ridwan, S.T., M.T. selaku Ketua program studi D4 Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.
3. Bapak Muhammad Sawal Baital, S.T., M.T. selaku Pembimbing “Proyek Tugas Akhir” pada program studi D4 Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.
4. Dosen-dosen Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan yang telah memberikan banyak ilmu, wawasan dan pengetahuan yang bermanfaat bagi penulis.
5. Keluarga kecil saya yang selalu memberikan dukungan dalam segala hal khususnya selama proses pengerjaan “Proyek Tugas Akhir” dan umumnya selama penulis hidup di dunia.
6. Teman-teman Angkatan 2021 dan 2022 Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan dan REDACTED yang telah banyak membantu penulis khususnya dalam menyelesaikan proposal usulan tugas akhir ini dan umumnya selama penulis berkuliah di Universitas Diponegoro

Dalam penyusunan Proyek Tugas Akhir ini tentunya masih banyak terdapat kekurangan, kesalahan dan kekhilafan karena keterbatasan kemampuan penulis, untuk itu sebelumnya penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi perbaikan yang bersifat membangun atas laporan ini.

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga laporan Proyek Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan dapat menjadi referensi baik bagi pembaca khususnya mahasiswa yang hendak meneliti lebih lanjut terkait turbin angin khususnya turbin angin vertikal.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Semarang, 19 Desember 2025



Nauval Althav Indyawan
NIM 40040421650031

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR ISTILAH.....	x
DAFTAR RUMUS DAN PERSAMAAN.....	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian Tugas Akhir	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Relevansi atau Manfaat	3
1.6 Hipotesa	3
1.7 Rencana Luaran Tugas Akhir	3
BAB II TEORI PENUNJANG DAN KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 Dasar Teori Energi Angin	5
2.1.2 Turbin Angin.....	6
2.1.3 Savonius	7
2.1.4 Persamaan Matematika.....	7
2.2 Kajian Penelitian Terdahulu	8
BAB III ANALISA PERMASALAHAN & METODE PENELITIAN	11
3.1 Rencana Desain	11
3.2 Alat	11
3.3 Tempat Pelaksanaan.....	12
3.4 Metode Penelitian	12
3.5 Variabel Penelitian	12

3.6 Flowchart Penelitian	13
3.6.1 Penjelasan Mengenai Flowchart	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Pengambilan Data Kecepatan Angin	18
4.1.1 Lokasi Pengambilan Data Kecepatan Turbin Angin Savonius	19
4.1.2 Validasi Kecepatan Turbin Angin Savonius di Lokasi dan BMKG.....	19
4.2 Pemodelan Desain Turbin Angin Savonius	21
4.3 Simulasi dan Geometri pada CFD	22
4.3.1 Kondisi Batas (Boundary Conditions).....	22
4.3.2 Meshing dan Independensi Mesh	23
4.3.3 Kriteria Konvergensi	23
4.4 Simulasi di Ansys Fluent untuk Menjalankan Simulasi Turbin Angin Savonius	24
4.4.1 Model Geometri.....	24
4.4.2 Meshing	25
4.4.3 Setup dan Konfigurasi Simulasi	26
4.4.4 Grafik Residual.....	27
4.4.5 Pemodelan Menggunakan Pathlines	29
4.5 Hasil Simulasi dan Analisis	31
4.6 Mencari Nilai dari Simulasi yang Telah Diterapkan pada Ansys Fluent.....	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Angin Savonius.....	7
Gambar 3.1 Logo Software SOLIDWORKS 2023.....	11
Gambar 3.2 Logo Software ANSYS Fluent.....	11
Gambar 3.3 Flowchart.....	14
Gambar 4.1 Kecepatan Angin pada BMKG.....	18
Gambar 4.2 Hasil Perhitungan Perbandingan Kecepatan Angin.....	19
Gambar 4.3 Desain Turbin Angin Savonius Menggunakan SOLIDWORKS.....	22
Gambar 4.4 Proses Pemodelan Geometri.....	24
Gambar 4.5 Proses Meshing 1.....	25
Gambar 4.6 Proses Meshing 2.....	26
Gambar 4.7 Grafik Scaled Residual.....	28
Gambar 4.8 Pemodelan Pathlines.....	29
Gambar 4.9 Pemodelan Contour Turbin.....	30

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Turbin Angin Savonius.....	11
Tabel 4.1 Data Perbandingan Sekolah Vokasi Undip dengan BMKG.....	20
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Perbandingan Kecepatan Angin.....	21
Tabel 4.3 Nama-nama Komponen.....	25
Tabel 4.4 Hasil Simulasi.....	31

DAFTAR ISTILAH

HAWT : *Horizontal Axis Wind Turbine*

VAWT : *Vertical Axis Wind Turbine*

CFD: *Computational Fluid Design*

CAD: *Computer-Aided Design*

SKEA: Sistem Konversi Energi Angin

DAFTAR RUMUS DAN PERSAMAAN

2.1.....	7
2.2.....	8
2.3.....	8
4.1.....	21
4.2.....	21
4.3.....	31
4.4.....	31
4.5.. ..	31
4.6.. ..	31

DAFTAR NOTASI

P = Daya yang dihasilkan (watt)

ρ = Massa jenis udara (kg/m^3)

A = Luas sapuan turbin (m^2)

V = Kecepatan angin (m/s)

C_p = *Coefficient of Power*

λ = *Tip Speed Ratio*

ω = Kecepatan sudu turbin (rad/s)

R = Jari jari turbin (m)

v_w = Kecepatan angin (m/s)

$\text{N}\cdot\text{m}$ = *Newton Meter*