



PROYEK TUGAS AKHIR

TEKNOLOGI REKAYASA KONSTRUKSI PERKAPALAN

DESAIN BALING-BALING TURBIN ANGIN MENGGUNAKAN POLA FIBONACCI UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi sebagai persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Terapan

Disusun oleh :

MUHAMMAD HUSSAIN AS SAJJAD

40040421650021

**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 : Muhammad Hussain As Sajjad

NIM : 40040421650015

Judul Tugas Akhir : DESAIN BALING-BALING TURBIN ANGIN
MENGUNAKAN POLA FIBONACCI UNTUK
MENINGKATKAN EFISIENSI ENERGI

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulis 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, 25 Juni 2025
Yang membuat pernyataan



Muhammad Hussain As Sajjad
40040421650021

**HALAMAN PENGESAHAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

**DESAIN BALING-BALING TURBIN ANGIN MENGGUNAKAN POLA FIBONACCI
UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI ENERGI**

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

Oleh :

**Muhammad Hussain As Sajjad
40040421650021**

Diajukan pada
Sidang Laporan Tugas Akhir
Tanggal 23 Juni 2025

Dinyatakan Lulus / ~~Tidak Lulus~~
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

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

Pembimbing

.....

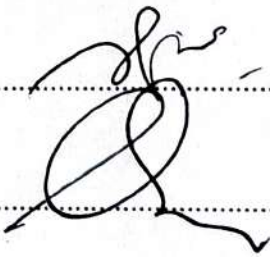

Dr. Aulia Windyandari, S.T., M.T.

Penguji 1

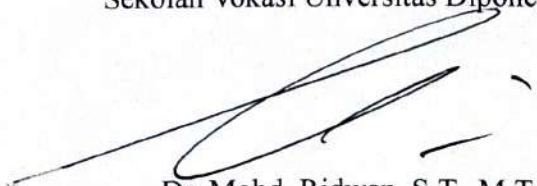
.....


Prof. Dr. Eng. Ahmad Fauzan
Zakki, S.T., M.T., IPM., MRINA

Penguji 2

.....


Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro


Dr. Mohd. Ridwan, S.T., M.T.
NIP 197008271999031002

ABSTRAK

Krisis energi global dan meningkatnya kesadaran akan pentingnya pemanfaatan energi terbarukan mendorong penelitian terhadap desain turbin angin yang lebih efisien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis baling-baling turbin angin dengan menerapkan pola Fibonacci guna meningkatkan efisiensi konversi energi. Metode yang digunakan berupa pemodelan numerik dengan software CAD dan simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) menggunakan ANSYS Fluent. Desain turbin dikembangkan berdasarkan geometri Archimedes spiral yang dimodifikasi mengikuti distribusi bilah berdasarkan deret Fibonacci. Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain turbin dengan pola Fibonacci menghasilkan torsi sebesar 25,14 Nm dan daya mekanik 667,71 Watt pada kecepatan angin 8,3 m/s, jauh lebih tinggi dibandingkan turbin konvensional dengan daya 273,40 Watt. Validasi terhadap produk komersial AWM-750D pada kecepatan 3 m/s menghasilkan daya bersih 95–118 Watt, membuktikan bahwa desain ini layak untuk aplikasi energi skala kecil hingga menengah di wilayah berangin moderat seperti Indonesia. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan pola Fibonacci secara signifikan dapat meningkatkan efisiensi energi turbin angin dan layak dikembangkan lebih lanjut.

Kata kunci: turbin angin, pola *fibonacci*, efisiensi energi, CFD, ANSYS *Fluent*, *Archimedes spiral*

ABSTRACT

The global energy crisis and increasing awareness of the importance of renewable energy utilization have driven research into the development of more efficient wind turbine designs. This study aims to design and analyze wind turbine blades by applying the Fibonacci pattern to enhance energy conversion efficiency. The methodology involves numerical modeling using CAD software and Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation via ANSYS Fluent. The turbine design is based on an Archimedes spiral geometry, modified with blade distributions following the Fibonacci sequence. Simulation results show that the Fibonacci-based turbine generates a torque of 25.14 Nm and mechanical power of 667.71 Watts at a wind speed of 8.3 m/s—significantly higher than the conventional turbine, which produces only 273.40 Watts. Validation with the commercial AWM-750D product at a 3 m/s wind speed yielded net power between 95–118 Watts, confirming the practical applicability of the design for small to medium-scale renewable energy systems in moderate wind regions such as Indonesia. This research concludes that the application of the Fibonacci pattern can significantly improve wind turbine energy efficiency and holds promising potential for further development.

Keywords: wind turbine, Fibonacci pattern, energy efficiency, CFD, ANSYS Fluent, Archimedes spiral

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 saya yang selalu memberikan dukungan dalam segala hal khususnya selama proses pengerjaan “Proyek Tugas Akhir” dan umumnya selama penulis hidup di dunia.
6. Ucapan terima kasih yang paling dalam saya sampaikan kepada Umi, sosok ibu yang selalu mendoakan, mendampingi, dan memberikan kekuatan batin di setiap langkah saya. Doa-doa Umi yang tak pernah putus menjadi cahaya dan semangat utama yang mengiringi saya hingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Segala pencapaian ini tak lepas dari kasih sayang dan pengorbanan yang tulus sepanjang hidupnya.
7. Saya juga mengucapkan terima kasih yang tulus kepada Kakak Fafa tercinta, yang selalu hadir dan membantu saya di saat-saat tersulit. Dukungan, nasihat, dan bantuannya menjadi kekuatan yang berarti dalam menyelesaikan setiap tantangan selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
8. Saya juga menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada sahabat saya, Nauval Althav Indyawan, yang dengan tulus dan tanpa pamrih selalu bersedia meminjamkan motornya selama proses pengerjaan tugas akhir ini. Dukungan dan kebaikan yang diberikan sangat membantu mobilitas saya dalam menyelesaikan berbagai kegiatan penelitian, pengambilan data, serta keperluan akademik lainnya.
9. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada sahabat-sahabat saya, Napu dan Riyos, yang selalu hadir menemani di setiap fase kehidupan dalam suka, duka, susah, maupun bahagia. Kebersamaan, dukungan, dan canda tawa kalian menjadi pelipur lara sekaligus penguat semangat selama perjalanan panjang menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Teman-teman Angkatan 2021 “Lecturnal” Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan yang telah banyak membantu penulis khususnya dalam menyelesaikan

proposal usulan tugas akhir ini dan umunya selama penulis berkuliah di Universitas Diponegoro.

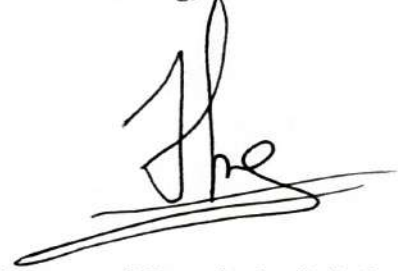
11. Kepada Gunung Slamet, sosok alam yang agung dan penuh diam, terima kasih telah menjadi saksi bisu perjalanan batin ini. Di lerengmu yang sunyi dan di puncakmu yang menggigilkan jiwa, aku belajar tentang keteguhan, keikhlasan, dan makna hidup yang sesungguhnya. Setiap langkah mendaki, setiap napas yang tersengal, adalah pengingat bahwa perjuangan selalu membawa cahaya bahkan dari ketinggian yang sunyi sekalipun. Engkau bukan sekadar gunung, tetapi guru kehidupan yang mengajarkan arti ketabahan dalam diam.
12. Untuk seseorang yang namanya tidak dapat penulis sebutkan, terima kasih atas setiap cerita, tawa, dan dukungan yang pernah hadir di tengah perjalanan ini. Terima kasih pula atas luka, kehilangan, dan patah hati yang justru menjadi bahan bakar bagi penulis untuk terus melangkah maju. Kepergianmu, meski menyakitkan, telah membuka ruang untuk memahami makna kedewasaan, penerimaan, dan nilai dari sebuah kehilangan. Engkau pernah menjadi bagian yang indah sekaligus perih dari proses pendewasaan ini. Pada akhirnya, penulis belajar bahwa tak semua janji ditakdirkan untuk ditepati, sebagian hanya hadir sebagai pengingat bahwa kehidupan adalah serangkaian pelajaran tentang bertumbuh dan melepaskan.

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 sistem perpipaan.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Semarang, 26 Juni 2025



Muhammad Hussain As Sajjad
NIM 40040421650021

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	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 Luaran Tugas Akhir	4
BAB II TEORI PENUNJANG DAN KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 Energi angin.....	5
2.1.2 Fibonacci	5
2.1.3 Turbin Angin.....	7
2.1.4 Koefisien Daya	9
2.1.5 Aliran Fluida	9
2.2 Kajian Penelitian Terdahulu	10
BAB III ANALISIS PERMASALAHAN & METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Rencana Desain	13
3.2 Alat	13
3.3 Tempat Pelaksanaan.....	14
3.4 Metode Penelitian	14
3.5 Variabel Penelitian	14

3.6 Flowchart Penelitian	14
3.6.1 Studi literatur	16
3.6.2 Identifikasi masalah	16
3.6.3 Perancangan konsep baling-baling	17
3.6.4 Simulasi numerik	17
3.6.5 Analisi data	17
3.6.6 Penyajian hasil dan kesimpulan	17
BAB IV	19
4.1 Deskripsi Simulasi dan Geometri	19
4.1.1 Desain turbin angin konvensional	19
4.1.2 Desain Wind Turbine dengan Pola Fibonacci	20
4.1.3 Validasi Desain Turbin Angin Pola Fibonacci	20
4.1.4 Archimedes Spiral Rotor with Terminal Flow Deflector (ASR-TFD)	21
4.2 Simulasi di Ansys untuk Desain Turbin Angin dengan Pola <i>Fibonacci</i>	22
4.2.1 Geometry Modeling	22
4.2.2 Meshing	23
4.2.3 Setup dan Konfigurasi Simulasi	25
4.3 Analisi Hasil Simulasi	26
4.3.1 Grafik Residuals	26
4.3.2 Grafik torsi	27
4.3.3 Visualisasi Aliran Fluida Menggunakan Pathlines	29
4.4 Hasil Simulasi pada Desain ASR-TFD	30
4.4.1 Meshing	30
4.4.2 Setup	31
4.4.3 Visualisasi Hasil Countur pada ASR-TFD	33
4.5 Perbandingan Turbin Angin	34
BAB V	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
Lampiran 1	xiii
Lampiran 2	xiv
Lampiran 3	xv
Lampiran 4	xvi
Lampiran 5	xvii

DAFTAR GAMBAR

gambar 2. 1 Angka Fibonacci Pertama dan Derivasi	6
gambar 2. 2 fibonacci sequence.....	6
gambar 2. 3 spiral curve	6
gambar 2. 4 Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT)	7
gambar 2. 5 Turbin angin tipe screw 3 sudu.....	8
Gambar 3. 1 Logo software Solidroks 2023.....	13
Gambar 3. 2 Logo software ANSYS Fluent.....	14
Gambar 3. 3 Flowchart	16
Gambar 4. 1 Desain turbin angin konvensional (HAWT).....	19
Gambar 4. 2 Geometri Desain Turbin Angin dengan Pola Fibonacci	20
Gambar 4. 3 Hasil Simulasi dari kecepatan 3m/s.....	20
Gambar 4. 4 Geometri desain Archimedes Spiral Rotor with Terminal Flow Deflector	22
Gambar 4. 5 Domain fluida	23
Gambar 4. 6 Histogram distribusi nilai orthogonal quality	24
Gambar 4. 7 Histogram Distribusi Nilai Skewness	24
Gambar 4. 8 Grafik Residuals	26
Gambar 4. 9 Grafik Torsi.....	27
Gambar 4. 10 hasil visualisasi pathlines.....	29
Gambar 4. 11 Histogram Nilai skewness pada ASR-TFD	30
Gambar 4. 12 Histogram Nilai Orthogonal Quality pada ASR-TFD	31
Gambar 4. 13 Grafik Residualas pada ASR-TFD.....	32
Gambar 4. 14 Grafik Torsi dari ASR-TFD	32
Gambar 4. 15 Hasil visualisasi kontur distribusi kecepatan.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data Turbin Angin Archimedes AWM 750D.....	13
Tabel 4. 1 Nama-nama komponen	23
Tabel 4. 2 Perbandingan Kinerja Turbin Angin Pola Fibonacci dan HAWT Konvensional	35

DAFTAR RUMUS DAN PERSAMAAN

Rumus Perhitungan Koefisien Daya	(2.1)
Rumus Daya Aliran Angin	(2.2)
Rumus Perhitungan <i>Rotational Velocity</i>	(4.1)
Rumus RPM	(4.2)
Rumus <i>Rotational Mechanical Power</i>	(4.3)

DAFTAR NOTASI

C_p	= Koefisien daya
ρ	= Densitas udara
p	= Daya mekanik
A	= Area penampang rotor
v	= Kecepatan angin
τ	= Torsi
ω	= <i>Omega</i> / kecepatan sudut rotasi
TSR	= Tips Speed Ratio
U	= Kecepatan angin