

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
UNDERGRADUATE THESIS	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
NASKAH SOAL	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xx
INTISARI	xxiii
<i>ABSTRACT</i>	xxiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Konsep Dasar Energi Angin dan Potensi	6
2.1.1 Definisi Energi Angin	6

2.1.2 Potensi Energi Angin di Indonesia	6
2.2 Turbin Angin	7
2.2.1 Turbin Angin Sumbu Horizontal	8
2.2.2 Karakteristik dan Keunggulan HAWT	8
2.2.3 Tantangan HAWT	9
2.2.4 Turbin Angin Sumbu Vertikal	11
2.2.5 Karakteristik dan Keunggulan VAWT	11
2.2.6 Tantangan VAWT	12
2.2.7 Perbandingan Kinerja Daya	13
2.3 Prinsip Dasar Aerodinamika	13
2.3.1 Hukum Betz (<i>Betz Law</i>)	13
2.3.2 Tip Speed Ratio (TSR)	15
2.3.3 <i>Power Curve</i>	16
2.3.4 Gaya yang Bekerja pada Turbin Angin	17
2.4 Turbin <i>Rose</i>	18
2.5 Generator Turbin Angin	20
2.5.1 Generator Turbin Angin Berdasarkan Sumbu Rotasi dan Struktur Magnetik	20
2.5.2 Berdasarkan Kecepatan Rotasi Turbin	21
2.5.3 Generator Magnet Permanen Sinkron (PMSG)	21
2.6 <i>Composite Sandwich Structures</i>	22
2.7 Studi Perancangan Terdahulu	24
BAB III LANDASAN TEORI	27
3.1 Teori Energi Angin	27
3.2 Koefisien Daya (C_p) dan Daya Aktual Turbin	28

3.3 Analisis Beban Mekanikal Struktural	29
3.3.1 Gaya Sentrifugal (F_c)	29
3.3.2 Torsi (T)	29
3.4 Teori Validasi Struktural (<i>Finite Element Method</i>)	30
3.4.1 Prinsip Dasar FEM atau FEA	30
3.4.2 CAD	32
3.4.3 CAM	33
3.4.4 Tegangan von Mises (σ_v)	34
3.4.5 Faktor Keamanan (<i>Safety Factor</i>)	36
3.5 Teori Komposit dan Manufaktur	38
3.5.1 Prinsip 3D <i>Printing</i> FDM	38
3.5.2 Prinsip Teknik <i>Hand Lay-Up</i> Komposit	39
BAB IV METODE PENELITIAN	41
4.1 Kerangka Penelitian	41
4.2 Alat dan Bahan Penelitian	41
4.2.1 Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	41
4.2.2 Alat Manufaktur Turbin <i>Rose</i> dan Rangka Utama Tower Turbin	42
4.2.3 Alat Integrasi dan Uji Fungsional	44
4.2.4 Bahan Penelitian	46
4.3 Objek dan Lokasi Penelitian	52
4.3.1 Objek Penelitian	52
4.3.2 Lokasi Penelitian	52
4.4 Perancangan dan Perhitungan Beban	53
4.4.1 Adaptasi Desain dan Penentuan Dimensi Akhir <i>Blade</i>	53
4.4.2 Kriteria Dan Justifikasi Pemilihan Material Untuk Struktur Rangka	56

4.4.3 Perhitungan Beban Desain Maksimum	58
4.4.4 Tahap Manufaktur Bilah	60
4.5 Uji Statis Struktur Rangka Utama Tower Turbin	68
4.6 Tahap Integrasi Sistem Elektrikal	70
4.6.1 Diagram Rangkaian Listrik	70
4.6.2 Prosedur Perakitan Prototipe	72
4.7 Rekapitulasi Biaya Keseluruhan Pembuatan Prototipe	73
4.7.1 Biaya Pembuatan Bilah Turbin	73
4.7.2 Biaya Pembuatan Tower Rangka	74
4.7.3 Biaya Komponen Elektrikal	75
4.7.4 Total Biaya Pembuatan Satu Prototipe VAWT	77
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	78
5.1 Hasil Perancangan Rangka Utama Tower VAWT	78
5.2 Perhitungan Momen dan Gaya Rotor	80
5.2.1 Perhitungan Momen Inersia dan Momen Puntir	80
5.2.2 Perhitungan Gaya Sentrifugal	82
5.3 Analisis Uji Statis Struktur Rangka Utama	83
5.3.1. Analisis Tegangan von Mises	83
5.3.2. Analisis Deformasi	85
5.3.3 Analisis <i>Safety Factor</i>	86
5.3.4 Pembahasan Hasil	87
5.4 Integrasi Sistem dan Demonstrasi Fungsionalitas	88
5.4.1 Perakitan Rangkaian Listrik	88
5.4.2 Perakitan Mekanik	90
5.4.3 Uji Fungsionalitas	92

5.5 Rekapitulasi Data Performa Turbin	96
5.6 Analisis Perbandingan Teoritis dan Aktual	97
5.6.1 Komparasi Teoritis Daya dan Torsi	97
5.6.2 Komparasi Koefisien Daya (C_p) Hasil Eksperimen dengan Studi Rendianto (2025)	98
5.6.3 Analisis Kinerja Aktual Desain Penulis	99
5.7 Analisis Torsi dan Implikasi pada Desain Mekanis	100
5.8 Analisis Kinerja Turbin dan Sistem Generator	100
5.9 Ringkasan Hasil Pengujian dan Pembahasan Menyeluruh	101
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	104
6.1 Kesimpulan	104
6.2 Saran	105
DAFTAR PUSTAKA	107
LAMPIRAN	112