

**ANALISIS PEMODELAN *VERTIKAL AXIS WIND TURBINE*
TIPE *SAVONIUS* MENGGUNAKAN PENGUAT ARAH
ANGIN (*WIND BOOSTERS*) DENGAN METODE
*COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC***



PANJI UTOMO
41316010001

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2020**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS PEMODELAN *VERTIKAL AXIS WIND TURBINE*
TIPE *SAVONIUS* MENGGUNAKAN PENGUAT ARAH
ANGIN (*WIND BOOSTERS*) DENGAN METODE
*COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC***



Disusun Oleh:

Nama : Panji Utomo
NIM : 41316010001
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JULI 2020**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PEMODELAN *VERTIKAL AXIS WIND TURBINE*
TIPE *SAVONIUS* MENGGUNAKAN PENGUAT ARAH
ANGIN (*WIND BOOSTERS*) DENGAN METODE
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC



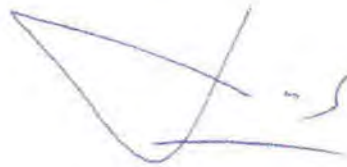
Disusun Oleh:

Nama : Panji Utomo
NIM : 41316010001
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing
Pada tanggal: 18 Juli 2020

Mengetahui

Dosen Pembimbing



Yuriadi Kusuma, Ir. M.Sc.

Koordinator Tugas Akhir



Alief Avicenna L, ST, M.Eng.

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Panji Utomo
NIM : 41316010001
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Pemodelan *Vertikal Axis Wind Turbine* (VAWT) Tipe *Savonius* Menggunakan Penguat Arah Angin (*Wind Boosters*) Dengan Metode *Computational Fluid Dynamic* (CFD)

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.

Deimikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 18 Juli 2020



Panji Utomo

PENGHARGAAN

Puji syukur selalu dan tak lupa penulis panjatkan kepada kehadiran Tuhan yang Maha Kuasa, Allah SWT, karena atas nikmat, ridho, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu dan dapat menyusun laporan Tugas Akhir. Penyusunan laporan Tugas Akhir merupakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan 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 proses melaksanakan kegiatan dan penyusunan laporan Tugas Akhir, penulis menyadari begitu banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara moral maupun langsung.

Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih sebesar – besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ngadiro Surip, MS. Selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Ir. Mawardi Amin, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Nanang Ruhyat, MT., selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Kedua orang tua, Ayahanda Mochamad Sodik dan Ibunda Eny Setyo Widayati yang telah membiayai kuliah penulis.
5. Alief Avicenna Luthfie, S.T., M.Eng. Sekertaris Program Studi selaku koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
6. Bapak Dosen sebagai dosen pembimbing Yuriadi Kusuma, Ir. M.Sc. yang telah memberikan pengarahan dan nasehat selama proses pembuatan laporan ini.
7. Teman – teman Tugas Akhir Panji Utomo, Rodivan Umar, Hardi Gunawan dan Teman lainnya yang telah membantu dalam segala hal.
8. Irna Novi Tri Yani yang telah memberikan semangat.
9. Teman-teman jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana angkatan 2016 yang selama ini memberikan bantuan dan dukungan.

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan ini hal tersebut tidak lain karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata, penulis berharap agar laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 18 Juli 2020



Panji Utomo



ABSTRAK

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan penting dalam kehidupan, Bahan bakar minyak atau energi fosil merupakan salah satu sumber energi yang bersifat tak terbarukan (*non renewable energy sources*) yang selama ini menjadi komoditas bahan bakar pembangkit energi listrik untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di seluruh sektor kegiatan yang semakin menipis persediannya di alam. Sistem Konversi Energi Angin *Vertikal Axis Wind Turbine (VAWT) Savonius*, menjadi solusi kebutuhan listrik pada daerah berkecepatan rendah. Turbin *Savonius Semi Circular* dipilih karena mudah dibuat, simulasi dilakukan dengan metode berbasis CFD menggunakan *Software ANSYS CFX*. Turbin *Savonius Semi Circular* dengan *Overlap ratio 0 %* atau tanpa celah angin diantara *Bucket* mendapatkan torsi sebesar 0,95 Nm dengan daya 1,9 *Watt*, Turbin *Savonius Overlap Ratio 10 %* mendapatkan nilai torsi sebesar 1,07 Nm dengan daya 4,5 *Watt*, dan Turbin *Savonius Overlap Ratio 10 %* dengan menggunakan *Wind Boosters* mendapatkan nilai torsi 1,12 Nm dengan daya 4,7 *Watt*. Simulasi yang dilakukan menggunakan kecepatan angin rata-rata 2 m/s pada wilayah perkotaan.

Kata kunci: Turbin *Savonius*, *Computational Fluid Dynamics*, *Wind Boosters*, Penguat Arah Angin.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

Electrical energy is one of the important needs in life, Oil fuel or fossil energy is one of the sources of energy that is non-renewable (non renewable energy sources) which has been a fuel commodity for electricity generation to meet the needs of electrical energy in all sectors of activity that are increasingly depleting its availability in nature. Savonius Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) Energy Energy Conversion System, is a solution for electricity demand in low speed areas. Savonius Semi Circular Trubin was chosen because it was easy to make, the simulation was carried out using a CFD based method using ANSYS CFX Software. Savonius Semi Circular Trubin with Overlap ratio of 0 % or without a wind gap between Buckets gets a torque of 0.95 Nm with a power of 1.9 Watt, Turbine Savonius Overlap Ratio of 10 % gets a torque value of 1.07 Nm with 4.5 Watt power, and Turbine Savonius Overlap Ratio of 10 % using Wind Boosters gets a torque value of 1.12 Nm with a power of 4.7 Watt. Simulations performed using an average wind speed of 2 m/s in urban areas.

Keywords: *Savonius Turbines, Computational Fluid Dynamics, Wind Boosters, Wind Direction Amplifiers.*



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. BATASAN DAN RUANG LINGKUP MASALAH	3
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 STUDI LITERATUR	5
2.2 ENERGI ANGIN	6
2.3 TURBIN SAVONIUS	8
2.4 GOOMETRI DAN PARAMETER TURBIN SAVONIUS	9
2.4.1 <i>Overlap Ratio</i>	10
2.4.2 <i>Aspect Ratio</i>	10
2.4.3 <i>End Plate</i>	11
2.4.4 <i>Jumlah Bucket</i>	12
2.4.5 <i>Bentuk Bucket</i>	13
2.4.6 <i>Stage And Shaft</i>	14
2.4.7 <i>Swept Area</i>	15
2.5 <i>COEFFICIENT OF POWER</i> DAN TSR	15

2.5.1	<i>Tip Speed Ratio</i>	16
2.6	<i>WIND BOOSTERS</i>	17
2.7	<i>SOLIDWORKS</i>	19
2.8	<i>COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)</i>	20
2.8.1	<i>Software Ansys CFX</i>	22
2.8.2	<i>Boundary Condition</i>	23
2.8.3	<i>Bilangan Reynold</i>	24
2.8.4	<i>Turbulence Intensity</i>	26
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1	DIAGRAM ALIR	27
3.2	ALAT DAN BAHAN	28
3.3	TAHAP PENELITIAN	28
3.3.1	Data Kecepatan Angin	28
3.3.2	Menentukan Karakteristik Turbin <i>Savonius</i>	29
3.3.3	Parameter Dan Geometri Desain	29
3.3.4	Simulasi Turbin Angin <i>Savonius</i> dan <i>Wind Boosters</i>	31
3.3.5	Gambar Teknik dan <i>Meshing Savonius</i>	35
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1	PERHITUNGAN DIMENSI GEOMETRI	38
4.2	PERHITUNGAN DAYA ANGIN DAN <i>TIP SPEED RATIO</i> (TSR)	40
4.3	PERHITUNGAN REYNOLD DAN INTENSITY TURBULANCE	41
4.4	HASIL SIMULASI	42
4.4.1	Turbin <i>Savonius Overlap Ratio</i> 0 %	42
4.4.2	Turbin <i>Savonius Overlap Ratio</i> 10 %	44
4.4.3	Turbin <i>Savonius Overlap Ratio</i> 10 % <i>Wind Boosters</i>	45
4.5	PERHITUNGAN DAYA DAN <i>COEFFICIENT OF POWER</i>	46
4.5.1	Daya Turbin	46

4.5.2	<i>Coefficient of Power Turbin Savonius</i>	47
BAB V	PENUTUP	49
5.1	KESIMPULAN	49
5.2	SARAN	50
	DAFTAR PUSTAKA	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 Efisiensi turbin angin Betz	8
Gambar 2.3 Desain dua dimensi	9
Gambar 2.4 Desain tiga dimensi	9
Gambar 2.5 <i>Aspect ratio</i>	10
Gambar 2.6 Grafik pengaruh <i>end plate</i>	11
Gambar 2.7 Dimensi berdasarkan jumlah <i>bucket</i>	12
Gambar 2.8 Grafik rata-rata <i>Coefficient of Power bucket</i>	12
Gambar 2.9 <i>Semi-circular</i> profil <i>bucket</i>	13
Gambar 2.10 <i>Twisted</i> profil <i>Bucket</i>	13
Gambar 2.11 <i>Helical</i> profil <i>Bucket</i>	14
Gambar 2.12 Jumlah <i>stage</i>	14
Gambar 2.13 <i>Shaft</i>	15
Gambar 2.14 Geometri <i>wind boosters</i> .	17
Gambar 2.15 Bentuk <i>Guide Vanes</i>	18
Gambar 2.16 Grafik C_p terhadap TSR sudut <i>Guide Vanes</i> .	19
Gambar 2.17 Logo <i>Solidworks</i>	20
Gambar 2.18 Kualitas <i>mesh skewness</i>	22
Gambar 2.19 <i>Computer fluid dynamic</i> contour	23
Gambar 3.1 Diagram alir.	27
Gambar 3.2 ANSYS <i>workbench</i> 19.2.	32
Gambar 3.3 Geometry ANSYS.	32
Gambar 3.4 <i>meshing Tetrahedron</i> .	32
Gambar 3.5 <i>Meshing rotor dan stator</i> .	33
Gambar 3.6 <i>Setup</i> ANSYS CFX.	34
Gambar 3.7 <i>Solution running</i> ANSYS <i>convergen</i> .	35
Gambar 3.8 <i>Result</i> ANSYS CFX.	35
Gambar 3.9 desain 3D dan 2D <i>Savonius Overlap Ratio 0 %</i> .	36
Gambar 3.10 desain 3D dan 2D <i>Savonius Overlap Ratio 10 %</i> .	36
Gambar 3.11 desain <i>Savonius Overlap Ratio 10 % Wind Boosters</i> .	37
Gambar 4.1 arah <i>Vector Velocity</i> .	42
Gambar 4.2 hasil Torsi <i>Savonius Overlap Ratio 0 %</i>	43
Gambar 4.3 <i>Pressure Contour Savonius Overlap Ratio 0 %</i> .	43
Gambar 4.4 hasil Torsi <i>Savonius Overlap Ratio 10 %</i> .	44
Gambar 4.5 <i>Pressure Contour Savonius Overlap Ratio 10 %</i>	44
Gambar 4.6 <i>Velocity Streamline Savonius Overlap Ratio 10 %</i> .	45
Gambar 4.7 hasil Torsi <i>Savonius Overlap Ratio 10 % Wind Boosters</i> .	45
Gambar 4.8 <i>Pressure Contour Savonius Overlap Ratio 10 % Wind Boosters</i> .	46
Gambar 4.9 grafik daya turbin.	47
Gambar 4.10 grafik C_p terhadap TSR.	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 kecepatan angin rata-rata BMKG Jakarta 2020.	6
Tabel 2.2 kecepatan <i>angular</i> dengan kecepatan angin.	18
Tabel 2.3 optimalisasi variabel bentuk <i>Guide Vanes</i> .	19
Tabel 3.1 Alat dan bahan.	28
Table 3.2 Data kecepatan angin perkotaan.	29
Tabel 3.3 Dimensi ukuran awal turbin angin <i>Savonius</i> .	30
Tabel 3.4 Parameter tetap <i>Bucket</i> .	31
Tabel 3.5 Dimensi ukuran <i>Wind Boosters</i> .	31
Tabel 3.6 pengaturan <i>meshing</i> .	33
Tabel 3.7 parameter <i>Setup</i> .	34
Tabel 3.8 jumlah <i>elements</i> dan <i>nodes</i> .	37
Tabel 4.1 Dimensi geometri Turbin <i>Savonius</i> .	39
Table 4.2 Hasil daya angin dan TSR.	41
Tabel 4.3 perhitungan bilangan <i>Reynold</i> dan <i>Intensity Turbulance</i> .	41
Tabel 4.4 daya turbin	47
Tabel 4.5 hasil perhitungan <i>Coefficient of Power</i>	48



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
β	Panjang <i>overlap ratio</i>
e	<i>Overlap ratio</i>
m	Masa udara
ρ	Masa jenis udara
r	Jari-jari rotor
v	Kecepatan angin
ω	Kecepatan angular
λ	<i>Tip speed ratio</i>
μ	<i>viskositas absolut</i> fluida dinamis
A	Swept area luas sapuan
Ar	<i>Aspect ratio</i>
Cp	<i>Coefficient of Power</i>
D	Diameter rotor
E	Energi
H	Tinggi rotor
I	<i>Turbulence intensity</i>
Pa	Daya angin
P_{out}	Daya output power
P_t	Daya turbin
P_a	Daya angin
R_f	<i>End plate</i>
RPM	<i>Revolution per Minute</i>
Re	Bilangan <i>reynold</i>
T	Torsi