

SIMULASI KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL 1500 WATT
MENGUNAKAN ANSYS



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2020

LAPORAN TUGAS AKHIR

SIMULASI KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL 1500 WATT
MENGUNAKAN ANSYS



Disusun Oleh :

Nama : Angga Pambudi
Nim : 41316120027
Program Studi : Teknik Mesin

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

HALAMAN PENGESAHAN

**SIMULASI KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL 1500 WATT
MENGUNAKAN ANSYS**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing
Pada Tanggal : 9 Februari 2021

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Dr. Abdul Hamid, B.Eng., M.Eng



Alief Avicenna Luthfe, ST, M.Eng

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Angga Pambudi

NIM : 41316120027

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Simulasi Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal 1500 Watt
Menggunakan Ansys

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisa 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.

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

Jakarta, 9 Februari 2021

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Angga Pambudi

PENGHARGAAN

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan petunjuknya saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu kurikulum di jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Pada kesempatan ini, saya mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak pihak yang telah mendukung, memberikan pembelajaran-pembelajaran, bimbingan, dan bantuan hingga terselesaikannya laporan ini. Adapun pihak-pihak tersebut adalah:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya.
2. Bapak, Prof.Dr. Ngadino Surip selaku rektor Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Nanang Ruhyat ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
4. Bapak Alief Avicenna Luthfie ST, M.Eng selaku koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Abdul Hamid B.Eng., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
6. Kedua orang tua dan keluarga atas doa, perhatian, bantuan moral maupun moril dan nasihatnya.
7. Kepada rekan Mahasiswa Universitas Mercu Buana yang telah membantu dan memberikan masukan untuk dapat menyusun dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan Rahmat dan Hidayahnya atas segala kebaikan yang telah diberikan. Sangat disadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan pada Laporan Tugas Akhir ini, oleh karena itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca dalam penyempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi rekan mahasiswa Teknik Mesin pada umumnya.

Jakarta, 9 Februari 2021



Angga Pambudi

ABSTRAK

Energi kinetik angin merupakan sumber energi terbarukan ramah lingkungan yang semakin berkembang sebagai energi pengganti energi fosil yang dapat mengakibatkan pemanasan global dan perubahan iklim dunia. Turbin angin mampu mengubah energi angin menjadi energi listrik dengan bantuan generator. Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV) ini didesain sesuai dengan kecepatan angin di Indonesia yaitu rata rata 4 sd 6 m/s, mempunyai ukuran Tinggi Turbin $H=3.0$ m, Diameter $D=3.41$ dengan Aspek Rasio (H/D) $AR=0.88$, dapat menangkap angin dari segala arah. Studi simulasi terhadap TASV ini bertujuan untuk mencari besar nilai koefisien daya C_p dan mencari nilai daya poros turbin P_t . Perancangan ini di desain 2D & 3D menggunakan software SolidWorks dan kemudian di import ke software Ansys Fluent untuk dilakukan simulasi pada turbin ini. Simulasi yang dilakukan untuk mencari hasil dari torsi, gaya, dan tekanan pada turbin. Dari hasil perhitungan didapat hasil koefisien daya (C_p) adalah 0,375 dengan hasil experiment di wind tunnel dengan prototype turbin angin vertikal yang sama, dan daya poros turbin yang mencapai 1500 watt adalah dengan kecepatan angin 9 m/s.

Kata kunci: turbin angin, *vertical axis wind turbine* (VAWT), CFD, SolidWorks, Ansys



SIMULATION OF VERTICAL AXIS WIND TURBINE PERFORMANCE OF 1500 WATT USING ANSYS

ABSTRACT

Wind kinetic energy is an environmentally friendly renewable energy source that is increasingly developing as a substitute for fossil energy which can lead to global warming and world climate change. Wind turbines are able to convert wind energy into electrical energy with the help of generators. This Vertical Axis Wind Turbine (TASV) is designed according to the wind speed in Indonesia, which is an average of 4 to 6 m / s, has a turbine height $H = 3.0$ m, Diameter $D = 3.41$ with an Aspect Ratio (H / D) $AR = 0.88$, can catch the wind from any direction. This simulation study of Vertical Axis Wind Turbine aims to find the value of the power coefficient C_p and to find the value of the turbine shaft power P_t . This design is designed in 2D & 3D using SolidWorks software and then imported into Ansys Fluent software to simulate this turbine. Simulations are carried out to find the results of torque, force, and pressure. From the calculation results, the power coefficient (C_p) is 0.375 with the results of the experiment in the wind tunnel with the same vertical wind turbine prototype, and the turbine shaft power which reaches 1500 watts is at a wind speed of 9 m / s.

Keywords : wind turbine, vertical axis wind turbine (VAWT), CFD, SolidWorks, Ansys



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 STUDI LITERATURE	5
2.2 DASAR TEORI	11
2.2.1 Energi Angin	12
2.2.2 Turbin Angin Vertikal	15
2.2.3 Prinsip Konversi Energi Angin	15
2.2.4 Daya Turbin dan Daya Poros Turbin	15
2.2.5 Kecepatan Angular	16
2.2.6 Geometri Vertikal Axis Wind Turbine	17
2.2.7 Tip Speed Ratio	28
2.3 MODELING SOLIDWORKS	19
2.4 <i>COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS</i> (CFD)	20
2.4.1 Pengertian umum CFD	21

2.4.2	Penggunaan CFD	22
2.4.3	Manfaat CFD	22
2.5	LANGKAH – LANGKAH PENGGUNAAN <i>ANSYS FLUENT</i>	23
2.5.1	Persiapan geometri	23
2.5.2	Tahap Pre-Processing	24
2.5.3	Tahap Meshing	24
2.5.4	Tahap Setup	24
2.5.5	Tahap Post – Processing	25
 BAB III METODOLOGI		 26
3.1	DIAGRAM ALIR	26
3.1.1	Mempelajari literature dan <i>software</i>	29
3.1.2	Membuat desain VAWT menggunakan SolidWorks	29
3.1.3	Perhitungan Kecepatan Angular	29
3.1.4	Meshing	29
3.1.5	Pengaturan Simulasi	29
3.1.6	Perhitungan Koefisien Daya	30
3.1.7	Validasi Hasil Daya Poros Turbin	30
3.1.8	Analisa Data	30
3.1.9	Kesimpulan	30
3.2	ALAT DAN BAHAN	30
3.3	MATERIAL TURBIN ANGIN VERTIKAL	32
3.4	TAHAPAN SIMULASI SOFTWARE ANSYS	33
3.4.1	Persiapan Geometri	33
3.4.2	Tahap Meshing	35
3.4.3	Tahap Setup	37
3.4.4	Tahap Solution	39
 BAB IV HASIL PEMBAHASAN DAN SIMULASI		 41
4.1	PERHITUNGAN GEOMETRI <i>VERTICAL AXIS WIND TURBINE</i>	41
4.1.1	Perhitungan diameter turbin angin vertikal	41
4.1.2	Perhitungan panjang blade turbin	42
4.1.3	Perhitungan luas penampang area turbin angin vertikal	43

4.2	HASIL NILAI PARAMETER TURBIN ANGIN VERTIKAL	44
4.2.1	Perhitungan kecepatan anguler	44
4.2.2	Hasil Nilai Simulasi Force (Fx)	47
4.2.3	Perhitungan Torque (Nm)	48
4.2.4	Perhitungan Daya Angin	48
4.2.5	Perhitungan Koefisien Daya dan Daya Poros Turbin	50
4.3	HASIL SIMULASI PROTOTIPE <i>VERTICAL AXIS WIND TURBINE</i>	52
4.3.1	Hasil simulasi pressure VAWT pada kecepatan angin 3m/s	53
4.3.2	Hasil simulasi pressure VAWT pada kecepatan angin 5m/s	54
4.3.3	Hasil simulasi pressure VAWT pada kecepatan angin 7m/s	54
4.3.4	Hasil simulasi pressure VAWT pada kecepatan angin 9m/s	55
4.3.5	Hasil simulasi pressure VAWT pada kecepatan angin 11m/s	56
4.3.6	Hasil simulasi pressure VAWT pada kecepatan angin 13m/s	57
4.4	HASIL NILAI PARAMETER <i>VERTICAL AXIS WIND TURBINE</i>	58
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1	KESIMPULAN	60
5.2	SARAN	61
	DAFTAR PUSTAKA	62
	LAMPIRAN A	65
	LAMPIRAN B	70

DAFTAR GAMBAR

2.1 Jenis Turbin Angin Vertikal	13
2.2 Turbin Angin Vertikal Desain baru	13
2.3 Nilai efektifitas daya terhadap jumlah blade	14
2.4 Nilai Cp dan TSR untuk berbagai turbin angin	19
2.5 Halaman Depan software Solidworks	20
2.6 Software Ansys	21
3.1 Diagram Alir Penelitian	27
3.2 Diagram Alir Ansys	28
3.3 Logo software SolidWorks	31
3.4 Logo software Ansys	32
3.5 Halaman depan Ansys 15.0	33
3.6 Import Desain ke Ansys	34
3.7 Tampilan turbin angin vertikal	34
3.8 Domain Simetri	34
3.9 Mesh Tipe Unstructured Menggunakan Elemen Tetrahedral	35
3.10 Penampang Mesh Pada Bagian Tengah	36
3.11 Mesh Metrik Element Quality	36
3.12 Jumlah Elemen Mesh	36
3.13 Tahap Setup General	37
3.14 Tahap Setup Models	38
3.15 Tahap Setup Setting Cell Zone Conditions	39
3.16 Tahap Setup Setting Boundary Conditions Inlet	39
3.17 Tahap Setup Setting Boundary Conditions Outlet	39
3.18 Tahap Setup Setting Boundary Conditions Wall Turbine	40
3.19 Tahap Solution Methods	40
4.1 Ukuran Diameter Turbin Angin Vertikal 3410 mm	42
4.2 Ukuran Panjang Blade Turbin Angin Vertikal 1200 mm	43
4.3 Grafik Kecepatan Anguler pada Turbin Angin Vertikal	46
4.4 Grafik Force pada Turbin Angin Vertikal	47
4.5 Grafik Torque pada Turbin Angin Vertikal	48

4.6 Grafik Daya Angin	50
4.7 Hasil Experiment Model Test VAWT Type Z di Wind Tunnel	50
4.8 Grafik Daya Poros Turbin Angin Vertikal	52
4.9 Pressure VAWT dengan Kecepatan Angin 3 m/s	53
4.10 Pressure VAWT dengan Kecepatan Angin 5 m/s	54
4.11 Pressure VAWT dengan Kecepatan Angin 7 m/s.	55
4.12 Pressure VAWT dengan Kecepatan Angin 9 m/s.	56
4.13 Pressure VAWT dengan Kecepatan Angin 11 m/s.	57
4.14 Pressure VAWT dengan Kecepatan Angin 13 m/s.	58



DAFTAR TABEL

Tabel. 2.1 Karakteristik dan kinerja VAWT yang tersedia di market	6
Tabel 2.2 Analisa karakteristik geometris dan kondisi operasi dari VAWT	9
Tabel 2.3 Analisis katareristik kinerja dari VAWT	10
Tabel 2.4 Analisis karakteristik beban VAWT pada koefisien daya maksimum	10
Tabel 3.1 Spesifikasi Laptop yang digunakan	31
Tabel 3.2 Jenis-jenis fiberglass	33
Tabel 4.1 Nilai Parameter Vertical Axis Wind Turbine	59



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
C_p	Koefisien daya
ρ	Kepadatan udara (kg/m^3)
P_t	Daya poros (watt)
P_w	Daya angin (watt)
V_w	Kecepatan angin (m/s)
r	Jari-jari turbin (m)
ω	Kecepatan angular (rad/s)
λ	<i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)
τ	Torsi (Nm)
A	Luas penampang area turbin (m^2)
n	Putaran turbin (rpm)
D	Diameter turbin (m)
H	Tinggi turbin (m)



UNIVERSITAS
MERCU BUANA