

**SIMULASI KINERJA PADA PROTOTYPE 750 WATT VAWT
MENGGUNAKAN SOLIDWORKS**



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

SIMULASI KINERJA PADA PROTOTYPE 750 WATT VAWT MENGGUNAKAN SOLIDWORKS

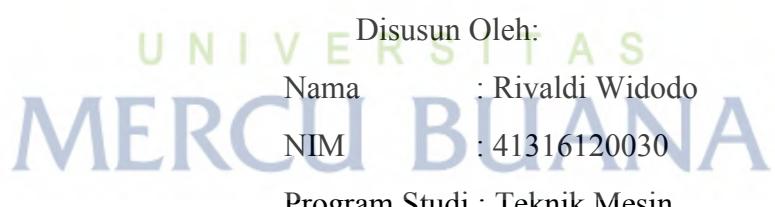


Disusun Oleh:

Nama : Rivaldi Widodo

NIM : 41316120030

Program Studi : Teknik Mesin



DITUNJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH

TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)

FEBRUARI 2021

HALAMAN PENGESAHAN

SIMULASI KINERJA PADA PROTOTYPE 750 WATT VAWT
MENGGUNAKAN SOLIDWORKS



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing
Pada tanggal: 30 Januari 2021

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Dr. Abdul Hamid, B.Eng., M.Eng.
NIP: 19046003

Koordinator Tugas Akhir

Arief Avicenna Luthfie, S.T., M.Eng.
NIP: 216910097

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Rivaldi Widodo

NIM : 41316120030

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul : SIMULASI KINERJA PADA PROTOTYPE 750 WATT VAWT
MENGGUNAKAN SOLIDWORKS

Dengan ini saya 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 plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

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

Jakarta, 30 Januari 2021

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**



Rivaldi Widodo

PENGHARGAAN

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan pengikutnya sampai akhir zaman.

Selama penulisan laporan Tugas Akhir ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa tidak sedikit hambatan yang dialami. Namun penulis begitu banyak mendapatkan doa, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana sekaligus koordinator Tugas Akhir.
2. Bapak Alief Avicenna Luthfie, S.T., M.Sc, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana sekaligus koordinator Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Abdul Hamid, B.Eng, M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk mengarahkan dan memberi masukan di sela-sela kesibukannya.
4. Seluruh dosen serta staff Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama kuliah. Semoga ilmu yang bapak dan ibu telah berikan mendapat keberkahan dari Allah SWT.
5. Rekan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis. Khususnya tim Alat Turbin VAWT yang telah bekerja sama menyelesaikan alat tersebut.
6. Teristimewa untuk kedua orang tua saya Bapak Misman Miharjo dan Ibu Sumirah yang selalu memberikan doa serta dukungan moril maupun materil kepada penulis.

Ucapan terima kasih juga ditunjukan pada semua pihak yang namanya tidak disebutkan satu per satu oleh penulis. Penulis mendoakan, semoga dibalas kebaikannya, diberikan kemudahan dan kelancaran segala urusannya, serta mendapatkan keberkahan dari Allah SWT.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam menyusun laporan Tugas Akhir secara sistematis adalah hal yang tidak mudah. Oleh karena itu penulis berharap pembaca dapat memberi kritik dan memberikan masukan yang membangun. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan wawasan kepada para pembaca dan dapat dikembangkan untuk Tugas Akhir dimasa mendatang.

Jakarta, 15 Februari 2021



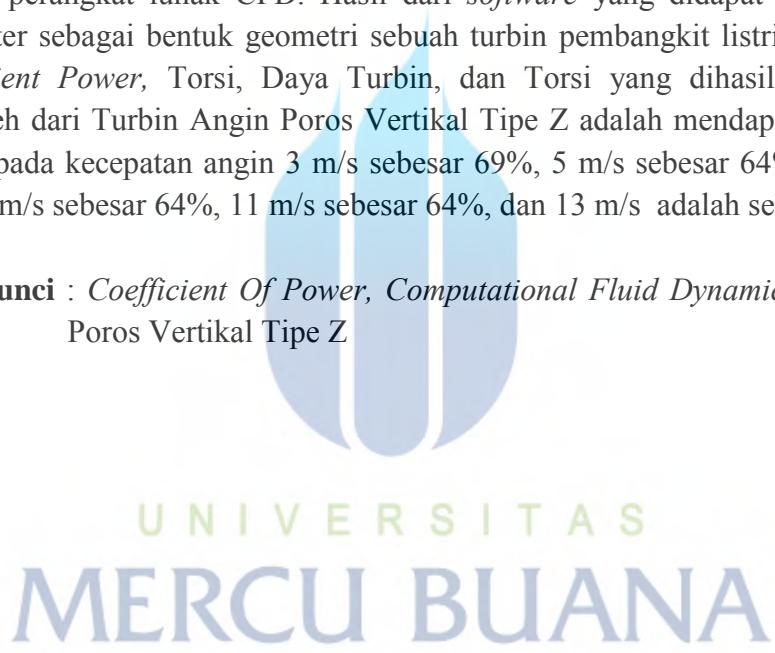
Rivaldi Widodo



ABSTRAK

Semakin tinggi konsumsi energi yang berasal dari bahan bakar fosil menyebabkan ketersediaan di alam yang mulai terbatas sehingga jumlahnya semakin berkurang, mengharuskan masyarakat mencari alternatif untuk memanfaatkan energi dari sumber energi lain. Energi angin untuk sekarang sangat penting untuk dimanfaatkan sejak adanya krisis energi dan isu lingkungan (polusi udara) akibat dari penggunaan bahan bakar fosil. Energi angin dimanfaatkan menggunakan turbin angin dengan cara mengubah gerakan angin menjadi energi listrik. Untuk itu perlu dikembangkan turbin angin yang sesuai dengan karakteristik di Indonesia dan memiliki efisiensi yang tinggi. Pada penelitian ini menggunakan Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Z sebagai turbin pembangkit listrik yang tepat untuk dapat dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia dan mendapatkan *Coefficient of Power* minimal sebesar 60%, dengan metode perangkat lunak CFD. Hasil dari *software* yang didapat yaitu parameter-parameter sebagai bentuk geometri sebuah turbin pembangkit listrik, yang meliputi *Coefficient Power*, Torsi, Daya Turbin, dan Torsi yang dihasilkan. Hasil yang diperoleh dari Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Z adalah mendapatkan *Coefficient Power* pada kecepatan angin 3 m/s sebesar 69%, 5 m/s sebesar 64%, 7 m/s sebesar 64%, 9 m/s sebesar 64%, 11 m/s sebesar 64%, dan 13 m/s adalah sebesar 87%.

Kata kunci : *Coefficient Of Power, Computational Fluid Dynamics, Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Z*



PERFORMANCE SIMULATION ON PROTOTYPE 750 WATT VAWT USING SOLIDWORKS

ABSTRACT

The higher the energy consumption that comes from fossil fuels causes the availability in nature to begin to be limited so that the number is decreasing, requiring people to look for alternatives to utilize energy from other energy sources. Wind energy is now very important to be utilized since the energy crisis and environmental issues (air pollution) resulting from the use of fossil fuels. Wind energy is utilized using wind turbines by converting wind movement into electrical energy. For this reason, it is necessary to develop wind turbines that are in accordance with the characteristics in Indonesia and have high efficiency. In this study, using the Vertical Axis Wind Turbine Type Z as the right power generator to be utilized by the Indonesian people and get a minimum Coefficient of Power of 60%, with the CFD software method. The results of the software obtained are parameters as the geometric shape of a power plant turbine, which includes the Coefficient of Power, Torque, Turbine Power, and the resulting torque. The results obtained from the Type Z Vertical Shaft Wind Turbine are getting the coefficient power at wind speed of 3 m / s by 69%, 5 m / s by 64%, 7 m / s by 64%, 9 m / s by 64%, 11 m / s is 64%, and 13 m / s is 87%. The results of the software obtained are parameters as the geometric shape of a power plant turbine, which includes the Coefficient of Power, Torque, Turbine Power, and the resulting torque. The results obtained from the Type Z Vertical Shaft Wind Turbine are getting the coefficient power at wind speed of 3 m / s by 69%, 5 m / s by 64%, 7 m / s by 64%, 9 m / s by 64%, 11 m / s is 64%, and 13 m / s is 87%. The results of the software obtained are parameters as the geometric shape of a power generator turbine, which includes the Coefficient of Power, Torque, Turbine Power, and the resulting torque. The results obtained from the Type Z Vertical Shaft Wind Turbine are getting the coefficient power at wind speed of 3 m / s by 69%, 5 m / s by 64%, 7 m / s by 64%, 9 m / s by 64%, 11 m / s is 64%, and 13 m / s is 87%.

Keywords: Coefficient Of Power, Computational Fluid Dynamics, Vertical Axis Wind Turbine Type Z

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	4
1.3. TUJUAN	4
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. STUDI LITERATUR	6
2.2. DASAR TEORI	10
2.2.1. Fluida	10
2.2.2. Angin	10
2.2.3. Energi Angin	11
2.2.4. Potensi Energi Angin di Indonesia	12
2.2.5. Turbin	14
2.3. TURBIN ANGIN POROS VERTIKAL TIPE Z	25
2.4. KARAKTERISTIK TURBIN ANGIN VAWT	26
2.5. PARAMETER TURBIN ANGIN VAWT	27
2.5.1. RPM	27
2.5.2. Coefficient Power (C_p)	27
2.5.3. Power Turbine	28
2.5.4. Torsi	28

2.5.5. Kecepatan Anguler	28
2.4.4. <i>Power Wind (PW)</i>	29
2.6. PERANGKAT LUNAK	29
2.6.1. <i>Solidworks</i>	29
2.6.2. <i>Computational Fluid Dynamic</i>	31
2.6.3. <i>Governing Equation</i> Pada CFD	31
2.6.4. Tahap Dasar Pada CFD	33
2.7. RINGKASAN RISET TERDAHULU	34
 BAB 3 METODE PENELITIAN	35
3.1. DIAGRAM ALIR	35
3.2. ALAT DAN BAHAN	37
3.3. PEMODELAN TURBIN ANGIN POROS VERTIKAL TIPE Z	38
3.4. SIMULASI MENGGUNAKAN <i>SOLIDWORKS FLOW SIMULATION</i>	40
 BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1. HASIL PERHITUNGAN DATA TURBIN	43
4.1.1. Hasil Perhitungan Geometri Turbin VAWT Tiga Sudut	43
4.1.2. Rangkaian Elektronik dan Mekanik Turbin.	45
4.2. HASIL SIMULASI MODEL	46
4.2.1. Hasil Simulasi Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Z Dengan Kecepatan 6 Variasi Kecepatan Angin	46
4.3. HASIL ANALISIS TURBIN ANGIN POROS VERTIKAL TIPE Z	49
4.4. PERBANDINGAN HASIL ANALISIS	54
4.4.1. Perhitungan Secara Teori	54
4.4.2. Hasil Perbandingan	58
 BAB 5 PENUTUP	59
5.1. KESIMPULAN	59
5.2. SARAN	60
 DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Turbin Gas	14
Gambar 2.2. Konfigurasi Turbin Angin	16
Gambar 2.3. Turbin Angin Jenis <i>Drag</i> dan <i>Lift</i> .	17
Gambar 2.4. Turbin Angin Sumbu <i>Horizontal</i>	18
Gambar 2.5. Macam-macam Jenis Turbin Sumbu Vertikal	19
Gambar 2.6. Sketsa Sederhana Kincir Angin.	20
Gambar 2.7. Gearbox Turbin	21
Gambar 2.8. <i>Break System</i> Turbin Angin	22
Gambar 2.9. Generator Turbin Angin	23
Gambar 2.10. Penyimpanan Energi Turbin Angin	24
Gambar 2.11. Prototype Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Z	26
Gambar 2.12. Logo Solidworks	30
Gambar 2.13. Contoh Menggambar di Solidwork.	30
Gambar 3.1. Blok Diagram Metodologi Penelitian	35
Gambar 3.2. Proses Pembuatan Poros Turbin	38
Gambar 3.3. Proses Pembuatan Ramgka Turbin VAWT	38
Gambar 3.4. Proses Pembuatan <i>Blade</i>	39
Gambar 3.5. Desain Turbin Angin VAWT	39
Gambar 3.6. Tampilan <i>Interface Solidworks</i>	40
Gambar 3.7. <i>Menu Flow Simulation</i>	40
Gambar 3.8. Tampilan <i>Menu Wizard</i>	41
Gambar 3.9. Tahap <i>Setup</i>	41
Gambar 3.10. Tahap Solver	42
Gambar 4.1. Dimensi Bilah Turbin	44
Gambar 4.2. Dimensi Diameter Turbin	45
Gambar 4.3. Rangkaian Elektronik Turbin	45
Gambar 4.4. <i>Pressure Turbine</i> Dengan Kecepatan Angin 3 m/s	46
Gambar 4.5. <i>Pressure Turbine</i> Dengan Kecepatan Angin 5 m/s	47
Gambar 4.6. <i>Pressure Turbine</i> Dengan Kecepatan Angin 7 m/s	47
Gambar 4.7. <i>Pressure Turbine</i> Dengan Kecepatan Angin 9 m/s	47
Gambar 4.8. <i>Pressure Turbine</i> Dengan Kecepatan Angin 11 m/s	48

Gambar 4.9. <i>Pressure Turbine</i> Dengan Kecepatan Angin 13 m/s	48
Gambar 4.10. Grafik Force Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Z	49
Gambar 4.11. Kecepatan Anguler Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Z	50
Gambar 4.12. <i>Pressure</i> Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Z	50
Gambar 4.13. <i>Torque</i> Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Z	51
Gambar 4.14. Daya Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Z	52
Gambar 4.15. Daya Angin Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Z	52
Gambar 4.16. <i>Coefficient Power</i> Turbin Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Z	53



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Data Potensi Energi Alternatif di Indonesia	8
Tabel 2.2. Potensi Bayu per Provinsi	13
Tabel 2.3. Kekurangan dan Kelebihan PLTG	15
Tabel 2.4 Kelebihan dan Kekurangan Turbin Kinetik	15
Tabel 2.5 Kelebihan dan Kekurangan Turbin Air	16
Tabel 2.6. Perbandingan Karakteristik dan Performansi HAWT dan VAWT	19
Tabel 2.7. Karakteristik dan Kinerja Turbin VAWT Yang Tersedia Di Pasar	25
Tabel 2.8. Ringkasan Riset Terdahulu	34
Tabel 3.1. Alat dan Bahan	37
Tabel 4.1. Menunjukkan Nilai Parameter Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Z	53
Tabel 4.2. Perbandingan Hasil Analisis	58



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
ρ	Massa Jenis
η	Efisiensi Turbin
ω	Kecepatan Sudut
h	Tinggi bilah
RPM	Revolution per Minute
C_p	<i>Coefficient Power</i>
P_t	Daya Turbin
P_w	Daya Angin
T	Torsi
F	Gaya
r	Jari – jari
N/m^3	<i>Pressure</i>

MERCU BUANA