

**ANALISIS PERFORMA TURBIN ANGIN HYBRID SAVONIUS-
DARRIEUS DENGAN VARIASI POSISI PENEMPATAN TURBIN
DAN KECEPATAN ANGIN MENGGUNAKAN METODE CFD**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

NAMA : ADRIAN NAKALELU WIBISONO

NIM : 2011001

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INSIDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2024

**ANALISA PERFORMA TURBIN ANGIN HYBRID SAVONIUS-
DARRIEUS DENGAN VARIASI POSISI PENEMPATAN TURBIN
TERHADAP KECEPATAN ANGIN MENGGUNAKAN METODE
CFD**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

NAMA : ADRIAN NAKALELU WIBISONO

NIM : 2011001

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INSINDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2024

**ANALISA PERFORMA TURBIN ANGIN HYBRID SAVONIUS-
DARRIEUS DENGAN VARIASI POSISI PENEMPATAN TURBIN
TERHADAP KECEPATAN ANGIN MENGGUNAKAN METODE
CFD**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)
Jurusan Teknik Mesin

DISUSUN OLEH :

NAMA : ADRIAN NAKALELU WIBISONO
NIM : 2011001

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INSIDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

ANALISA PERFORMA TURBIN ANGIN *HYBRID* SAVONIUS-DARRIEUS TERHADAP VARIASI POSISI PENEMPATAN TURBIN TERHADAP KECEPATAN ANGIN MENGGUNAKAN METODE CFD



DISUSUN OLEH :

NAMA : ADRIAN NAKALELU WIBISONO

NIM : 2011001

Diperiksa / Disetujui
Dosen Pembimbing 1

Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.

NIP. P. 1031400477

Diperiksa / Disetujui
Dosen Pembimbing 2

Rosadila Febritasari, S.T., M.T.

NIP. P. 1032200602



Mengetahui
Wakil Dekan I FTI

Dr. Irrine Budi Sulistyawati, S.T., M.T.

NIP. 197706152005012002



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Adrian Nakalelu Wibisono
NIM : 2011001
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **ANALISA PERFORMA TURBIN ANGIN *HYBRID***
SAVONIUS-DARRIEUS DENGAN VARIASI POSISI
PENEMPATAN TURBIN TERHADAP KECEPATAN
ANGIN MENGGUNAKAN METODE CFD

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Kripsi jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari / Tanggal : Kamis 25 Juli 2024

Dengan Nilai : 82,75 (A)

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.
NIP. P. 1031400477

Sekretaris

Tutut Nani Prihatmi, SS., S.Pd.M.Pd.
NIP.P.1031500493

Anggota Penguji

Penguji I

Ir. Soeparno Djiwo, MT.
NIP. Y. 1018600128

Penguji II

Gerald Adtivo Pohan, ST., M. Eng.
NIP. P. 1031500492

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Adrian Nakalelu Wibisono**

NIM : **2011001**

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul **“ANALISA PERFORMA TURBIN ANGIN *HYBRID* SAVONIUS-DARRIEUS DENGAN VARIASI POSISI PENEMPATAN TURBIN TERHADAP KECEPATAN ANGIN MENGGUNAKAN METODE CFD”** adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 29 Agustus 2024.











Adrian Nakalelu Wibisono













2011001

**LEMBAR ASISTENSI
LAPORAN SKRIPSI**

Nama : Adrian Nakalelu Wibisono
NIM : 2011001
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **ANALISA PERFORMA TURBIN ANGIN *HYBRID*
SAVONIUS-DARRIEUS DENGAN VARIASI POSISI
PENEMPATAN TURBIN TERHADAP KECEPATAN
ANGIN MENGGUNAKAN METODE CFD**

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.
Dosen Pembimbing 2 : Rosadila Febritasari, S.T., M.T.

No.	Materi bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1	Pengajuan Judul	26 Februari 2024	
2	Bimbingan latar belakang pada BAB I	5 Maret 2024	
3	Bimbingan latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalah	6 Maret 2024	
4	Bimbingan variabel penelitian	11 Maret 2024	
5	Bimbingan menentukan jurnal untuk penelitian terdahulu	13 Maret 2024	
6	Bimbingan tentang teori energi angin, Jenis jenis turbin angin	15 Maret 2024	
7	Bimbingan menentukan jenis aliran fluida yang digunakan	18 Maret 2024	
8	Bimbingan tentang Coefficient of performance, dan Tip Speed of ratio.	20 Maret 2024	

9	Bimbingan tentang persamaan Drag Force dan Lift Force	21 Maret 2024	
10	Bimbingan tentang format penulisan	22 Maret 2024	
11	Bimbingan diagram alir penelitian	25 Maret 2024	
12	Bimbingan tentang teori Pre-Processing, Penentuan Model Aliran, Penentuan Boundary condition, Penentuan Goerning Equation, Penentuan Iterasi	26 Maret 2024	
13	Bimbingan penulisan pada Bab 1,2, dan 3	27 Maret 2024	
14	Seminar Proposal	4 April 2024	
14	Bimbingan Desain VAWT Hrybird Saonius-Darrieus kon. Vertikal dan horizontal	21 Mei 2024	
15	Bimbingan revisi Desain VAWT Hrybird Saonius-Darrieus kon. Vertikal dan horizontal	28 Mei 2024	
16	Bimbingan Meshing pada ANSYS Fluent	5 Juni 2024	
17	Bimbingan proses simulasi ANSYS Fluent	6 Juni 2024	
18	Bimbingan Element Size pada ANSYS Fluent	10 Juni 2024	
19	Bimbingan Data hasil simulasi Coeffcient of Drag dan Coefficient of Lift	13 Juni 2024	

20	Bimbingan hasil perhtingan data Coefficient of Performance dan Tip Speed of Ratio	19 Juni 2024	☺
21	Bimbingan Grafik perbandingan Cd dan Cl dengan Perbandingan Cp dan TSR	21 Juni 2024	☺
22	Bimbingan tabel spesifikasi kedua turbin	24 Juni 2024	☺
23	Bimbingan revisi penambahan tebal data nodes dan elements	25 Juni 2024	☺
24	Bimbingan revisi Grafik perbandingan Cd dan Cl dengan Perbandingan Cp dan TSR	27 Juni 2024	☺
25	Bimbingan penulisan dan pengurutan Kesimpulan	1 Juli 2024	☺
26	Seminar Hasil	4 Juli 2024	☺
27	Revisi Penulisan Pada Bab IV	9 Juli 2024	☺
28	Revisi Penambahan Teori <i>Turbulance K-Epsilon</i>	10 Juli 2024	☺
29	Revisi tentang velocity countour	12 Juli 2024	☺
30	Bimbingan Pembuatan Abstark, Daftar Isi, Daftar Pustaka, kata Bahasa inggris	15 Juli 2024	☺
31	Revisi Penambahan gambar jenis mesh	16 Juli 2024	☺
32	Revisi penulisan Bab I,II,III,IV dan V	18 Juli 2024	☺

33	Revisi, daftar gambar, daftar Pustaka, grafik nilai TSR terhadap Cp dan Diagram Alir	23 Juli 2024	Ⓟ
34	Ujian Komprehensif	25 Juli 2024	Ⓟ


LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Adrian Nakalelu Wibisono
NIM : 2011001
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **ANALISA PERFORMA TURBIN ANGIN *HYBRID*
SAVONIUS-DARRIEUS DENGAN VARIASI POSISI
PENEMPATAN TURBIN TERHADAP KECEPATAN
ANGIN MENGGUNAKAN METODE CFD**

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.
Dosen Pembimbing 2 : Rosadila Febritasari, S.T., M.T.

Tanggal Mengajukan Skripsi : 26 Februari 2024
Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 31 Agustus 2024
Telah Dievaluasikan Dengan Nilai : 85

Diperiksa / Disetujui
Dosen Pembimbing 1



Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.
NIP. P. 1031400477

Diperiksa dan disetujui
Dosen Pembimbing 2



Rosadila Febritasari, S.T., M.T.
NIP.P. 1032200602

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas penyertaan dan pimpinan Tuhan Yesus Kristus dalam pengerjaan skripsi ini. Dengan kesempatan yang Tuhan berikan, penulis sebagai mahasiswa Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang dapat menyelesaikan tugas akhir berupa skripsi dengan judul “ANALISA PERFORMA TURBIN ANGIN HYBRID SAVONIUS-DARRIEUS DENGAN VARIASI POSISI PENEMPATAN TURBIN TERHADAP KECEPATAN ANGIN MENGGUNAKAN METODE CFD” sebagai syarat kelulusan dan sebagai penerapan ilmu selama masa perkuliahan.

Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari adanya bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu saya sebagai penyusun skripsi ini ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D. Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang,
2. Bapak Eko Yohanes Setyawan, ST., MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1, Institut Teknologi Nasional Malang dan Dosen Pembimbing Skripsi,
3. Bapak Eko Yohanes Setyawan, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing satu Penyusunan Skripsi,
4. Ibu Rosadila Febritasari, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing dua Penyusunan Skripsi,
5. Bapak Dosen Penguji I dan Penguji II Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang,
6. Kedua orang tua dan sanak saudara yang selalu memberikan dukungan baik melalui doa maupun kebutuhan finansial penyusun,
7. Dan rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang yang telah banyak membantu terkait dengan penyusunan skripsi maupun dalam penelitian.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Untuk itu penulis harapkan kritik dan saran dari bapak/ibu dosen yang berguna untuk menyempurnakan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penyusun maupun bagi pembaca dalam melakukan setiap penelitian dan studi.

Analisa Performa Turbin Angin Hybrid Savonius-Darrieus Dengan Variasi Posisi Penempatan Turbin Terhadap kecepatan Angin Menggunakan Metode CFD

*Adrian Nakalelu Wibisono**, *Eko Yohanes Setyawan*, *Rosadila Febritasari*,
Program Studi Teknik Mesin SI, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo KM 2, Tasikmadu, Kec. Lowokwaru, Kota Malang.
**Email: Adriannakaleluwibisono@gmail.com*

Abstrak

Turbin angin adalah perangkat untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros. Perkembangan teknologi berinovasi dalam memenuhi kebutuhan energi terbarukan karena jumlah energi konvensional semakin menipis. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan dan menggabungkan 2 jenis Vertical axis wind turbine (VAWT), yaitu jenis Savonius dan Darrieus dengan konfigurasi vertikal dan horizontal untuk mengetahui performa turbin VAWT *hybrid* Savonius-Darrieus yang terbaik khususnya dalam nilai *Drag Coefficient*, *Lift Coefficient*, *Coefficient of Performance*, dan *Tip Speed of Ratio*. Metode penelitian ini menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dengan variasi kecepatan angin 3m/s, 5m/s dan 7m/s. Hasil penelitian menunjukkan turbin dengan konfigurasi Horizontal mengalami peningkatan *Drag Coefficient* sebesar 129% pada kecepatan angin 5m/s dan 75% pada kecepatan 7m/s yang berbanding lurus dengan meningkatnya kecepatan angin *free stream*, dibandingkan turbin dengan konfigurasi Vertikal yang mengalami penurunan *Drag Coefficient* sebesar 415% pada kecepatan angin 7m/s hingga nilai *negative*. Pada nilai *Lift Coefficient*, Turbin konfigurasi Horizontal dan Turbin konfigurasi Vertikal terjadi kenaikan pada saat kecepatan angin *free stream* naik dari 3m/s ke 5m/s sebesar 215% dan 741% serta penurunan terjadi pada kedua turbin saat angin *free stream* meningkat dari 5m/s ke 7m/s sebesar 21% pada Turbin konfigurasi Horizontal dan 463% hingga nilai *negative* pada Turbin konfigurasi Vertikal. Turbin dengan konfigurasi Vertikal menghasilkan nilai C_p yang berbanding terbalik dengan peningkatan kecepatan angin *free stream*, berbeda dengan turbin dengan konfigurasi Horizontal yang menghasilkan nilai C_p berbanding lurus. Persentase kenaikan nilai C_p pada turbin konfigurasi Horizontal, sebesar 175% pada kecepatan angin 5m/s dan 86,3% pada kecepatan angin 7m/s. Persentase penurunan nilai C_p pada turbin konfigurasi Horizontal, sebesar 98,28% pada kecepatan angin 5m/s dan 4540% pada kecepatan angin 7m/s hingga nilai *negatif*. Dapat diambil kesimpulan bahwa, VAWT dengan konfigurasi Horizontal lebih baik dibandingkan VAWT dengan konfigurasi Vertikal.

Kata Kunci: *Coefficient of Performance*, *Drag Coefficient*, *Lift Coefficient*, VAWT

Performance Analysis of Savonius-Darrieus Hybrid Wind Turbine with Variation of Turbine Placement Position against Wind Speed Using CFD Method

Adrian Nakalelu Wibisono¹, Eko Yohanes Setyawan², Rosadila Febritasari³,
Department of Mechanical Engineering S-1 Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Nasional Malang
Email: Adriannakaleluwibisono@gmail.com

Abstract

A wind turbine is a device for converting wind kinetic energy into mechanical energy in the form of shaft rotation. Technological developments innovate in meeting the needs of renewable energy because the amount of conventional energy is running out. The purpose of this research is to develop and combine 2 types of Vertical axis wind turbine (VAWT), namely Savonius and Darrieus types with vertical and horizontal configurations to determine the best performance of the Savonius-Darrieus hybrid VAWT turbine, especially in the value of Drag Coefficient, Lift Coefficient, Coefficient of Performance, and Tip Speed of Ratio. This research method uses Computational Fluid Dynamics (CFD) with wind speed variations of 3m/s, 5m/s and 7m/s. The results showed that the turbine with Horizontal configuration experienced an increase in Drag Coefficient of 129% at 5m/s wind speed and 75% at 7m/s speed which is directly proportional to the increase in free stream wind speed, compared to the turbine with Vertical configuration which experienced a decrease in Drag Coefficient of 415% at 7m/s wind speed to negative values. In the Lift Coefficient value, the Horizontal configuration Turbine and Vertical configuration Turbine increased when the free stream wind speed increased from 3m/s to 5m/s by 215% and 741% and a decrease occurred in both turbines when the free stream wind increased from 5m/s to 7m/s by 21% in the Horizontal configuration Turbine and 463% to negative values in the Vertical configuration Turbine. Turbines with vertical configurations produce C_p values that are inversely proportional to the increase in free stream wind speed, in contrast to turbines with horizontal configurations that produce C_p values that are directly proportional. The percentage increase in C_p value on the Horizontal configuration turbine is 175% at 5m/s wind speed and 86.3% at 7m/s wind speed. The percentage decrease in C_p value in the Horizontal configuration turbine, amounting to 98.28% at 5m/s wind speed and 4540% at 7m/s wind speed to negative values. It can be concluded that, VAWT with Horizontal configuration is better than VAWT with Vertical configuration.

Keyword: Coefficient of Performance, Drag Coefficient, Lift Coefficient, VAWT

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	v
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	vi
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
Abstrak.....	xiii
Abstract.....	xiv
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metode Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Energi Angin	8
2.3 Turbin Angin	9
2.4 Jenis – Jenis Turbin Angin	9
2.4.1 Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT)	9
2.4.2 Vertical Axis Wind Turbine (VAWT)	11
2.5 Turbin VAWT Hybrid Savonius-Darrieus	13
2.5.1 Savonius	13
2.5.2 Darrieus	14
2.6 Aliran Fluida.....	15
2.7 <i>Coefficient of Performance (Cp)</i>	17

2.8	<i>Tip Speed Of Ratio</i>	18
2.9	Gaya Angkat (Lift force), Gaya Hambat (Drag Force).....	19
2.10	<i>Computational Fluid Dynamic (CFD)</i>	19
2.11	Software Solidworks	22
2.12	Software Ansys Fluent	22
2.13	Proses Meshing	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		25
3.1	Diagram Alir Penelitian	25
3.2	Penejelasan Diagram Alir Penelitian	26
3.2.1	Studi Literatur dan Lapangan.....	26
3.2.2	Perancangan Turbin Angin Vertikal Hybrid.....	26
3.2.3	Variabel Penelitian	28
3.2.4	Pre-Processing.....	29
3.2.4.1	Pembuatan Mesh Pada Sudu	29
3.2.4.2	Penentuan Model Aliran Fluida dan Properti Material	30
3.2.4.3	Penentuan <i>Boundary Condition</i> dan Parameter.....	30
3.2.4.4	Penentuan Skema dan Diskritisasi	31
3.2.4.5	Penentuan Governing Equation.....	31
3.2.5	Simulation Processing.....	32
3.2.5.1	Simulasi ANSYS Fluent.....	32
3.2.5.2	Penentuan Iterasi	33
3.2.6	Post-Processing	33
3.2.6.1	Quantitive Data.....	33
3.2.6.2	Qualitative Data.....	34
3.2.7	Analisis Data dan Pembahasan	35
3.2.8	Perangkat Yang Digunakan Dalam Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Data Perancangan Turbin.....	37
4.1.1	Data Perancangan VAWT <i>Hybrid</i> Savonius-Darrieus Konfigurasi Horizontal.....	37
4.1.2	Data Perancangan VAWT <i>Hybrid</i> Savonius-Darrieus konfigurasi vertikal.....	38
4.2	Simulasi Data Perancangan Turbin.....	39

4.3.1 Simulasi Data Perancangan VAWT <i>hybrid Savonius-Darrieus</i> Konfigurasi Horizontal	40
4.2.2 Simulasi Data Perancangan Turbin VAWT <i>hybrid Savonius-Darrieus</i> Konfigurasi Vertikal	47
4.3 Analisa dan Pembahasan Hasil Simulasi	54
4.3.1 Analisa dan Pembahasan Hasil Simulasi VAWT <i>Hybrid Savonius-Darrieus</i> Konfigurasi Vertikal	54
4.3.2 Analisa dan Pembahasan Hasil Simulasi VAWT <i>Hybrid Savonius-Darrieus</i> Konfigurasi Horizontal	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 VAWT Hybrid Savonius-Darrieus Konfigurasi Horizontal	38
Gambar 4.2 VAWT Hybrid Savonius-Darrieus konfigurasi vertikal	39
Gambar 4.3 VAWT Hybrid konfigurasi Horizontal dengan velocity 3 m/s	44
Gambar 4.4 VAWT Hybrid konfigurasi Horizontal dengan velocity 5 m/s	45
Gambar 4.5 VAWT Hybrid konfigurasi Horizontal dengan velocity 7 m/s	46
Gambar 4.6 VAWT Hybrid konfigurasi Vertikal dengan velocity 3 m/s	51
Gambar 4.7 VAWT Hybrid konfigurasi Vertikal dengan velocity 5 m/s	52
Gambar 4.8 VAWT Hybrid konfigurasi Vertikal dengan velocity 5 m/s	53
Gambar 4.9 Nilai Cd dan Cl yang dihasilkan VAWT <i>hybrid</i> konfigurasi vertikal	54
Gambar 4.10 Perbandingan Cp dan TSR pada VAWT Konfigurasi Vertikal	55
Gambar 4.11 Nilai Cd dan Cl yang dihasilkan VAWT hybrid konfigurasi horizontal	57
Gambar 4.12 Perbandingan Cp dan TSR pada VAWT Konfigurasi Horizontal ..	58

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spesifikasi VAWT Hybrid Savonius-Darrieus konfigurasi horizontal	37
Tabel 4.2 Spesifikasi VAWT <i>Hybrid</i> Savonius-Darrieus konfigurasi horizontal .	38
Tabel 4.3 Nodes dan Elements dari 2 Turbin	40
Tabel 4.4 Nilai Drag Coefficient dan Lift Coefficient VAWT hybrid savonius- .	40
Tabel 4.5 Nilai RPM setiap Velocity.....	42
Tabel 4.6 Nilai ω setiap Velocity.....	42
Tabel 4.7 Nilai drag coefficient dan lift coefficient VAWT hybrid Savonius-Darrieus konfigurasi vertikal	47