



**OPTIMASI DAYA *OUTPUT* DENGAN PENDEKATAN
VARIASI JARAK *OVERLAP* SUDU PADA TURBIN
SAVONIUS *ELLIPTICAL-BLADED* MENGGUNAKAN
*COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS***

SKRIPSI

MUHAMMAD DWI ADHA HASRAN

1710311003

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
2021**



**OPTIMASI DAYA *OUTPUT* DENGAN PENDEKATAN
VARIASI JARAK *OVERLAP* SUDU PADA TURBIN
SAVONIUS *ELLIPTICAL-BLADED* MENGGUNAKAN
*COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS***

SKRIPSI

**DIAJUKAN SEBAGAI SALAH SATU SYARAT UNTUK
MEMPEROLEH GELAR SARJANA TEKNIK**

MUHAMMAD DWI ADHA HASRAN

1710311003

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Muhammad Dwi Adha Hasran

NIM : 1710311003

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : OPTIMASI DAYA *OUTPUT* DENGAN PENDEKATAN
VARIASI JARAK *OVERLAP* PADA TURBIN
SAVONIUS *ELLIPTICAL-BLADED* MENGGUNAKAN
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Fahrudin, ST. MT

Penguji Utama



Ir. M. Galbi Bethalembah, MT

Pengaji Lembaga



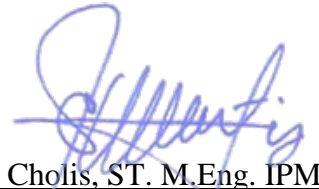
Dr. Ir. Reda Rizal, B.Sc. M.Si

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Damora Rhakasywi, ST. MT. IPP

Penguji Pembimbing



Nur Cholis, ST. M.Eng. IPM

Ka. Prodi Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 13 Juli 2021

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Muhammad Dwi Adha Hasran

NIM : 1710311003

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : OPTIMASI DAYA *OUTPUT* DENGAN PENDEKATAN
VARIASI JARAK *OVERLAP* PADA TURBIN
SAVONIUS *ELLIPTICAL-BLADED* MENGGUNAKAN
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS.

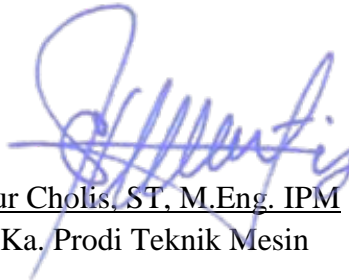
Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis berdasarkan arahan oleh dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Dr. Damora Rhakasywi, S.T.,M.T.,IPP
Dosen Pembimbing I



Muhamad As'Adi, MT, IPM.
Dosen Pembimbing II



Nur Cholis, ST, M.Eng. IPM
Ka. Prodi Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 13 Juli 2021

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Dwi Adha Hasran

NIM : 1710311003

Program Studi : Teknik Mesin

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 23 Juli 2021

Yang menyatakan,



(Muhammad Dwi Adha Hasran)

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Dwi Adha Hasran

NIM : 1710311003

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**OPTIMASI DAYA *OUTPUT* DENGAN PENDEKATAN VARIASI JARAK
OVERLAP PADA TURBIN SAVONIUS *ELLIPTICAL-BLADED*
MENGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*.**

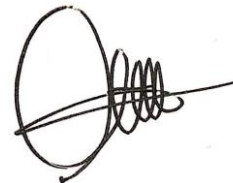
Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi/PKL saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 23 Juli 2021

Yang menyatakan,



(Muhammad Dwi Adha Hasran)

**OPTIMASI DAYA *OUTPUT* DENGAN PENDEKATAN
VARIASI JARAK *OVERLAP* SUDU PADA TURBIN SAVONIUS
ELLIPTICAL-BLADED MENGGUNAKAN
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS.**

Muhammad Dwi Adha Hasran

ABSTRAK

Turbin angin merupakan alat yang dapat memanfaatkan energi tersebut untuk memenuhi kebutuhan listrik manusia. Turbin angin sumbu vertikal savonius *elliptical-bladed* merupakan salah satu desain baru dalam sedekade ini dan pada penelitian sebelumnya menunjukkan secara aerodinamis memiliki kenaikan performa dibandingkan dengan tipe *semi-circular*. Pada penelitian ini modifikasi variasi pada jarak *overlap* dengan jarak sudu sebesar 20 mm, 30 mm dan 40 mm dilakukan untuk menemui karakteristik desain jarak *overlap* yang optimal untuk menghasilkan koefisien daya maksimum serta Daya maksimum dengan menggunakan variasi kecepatan angin 2-5 m/s. Penelitian dilakukan dengan simulasi menggunakan *computational fluid dynamics* (CFD). Hasilnya Turbin angin savonius *elliptical-bladed* menghasilkan nilai koefisien daya maksimum 0.3 pada varian jarak *overlap* 20 mm dengan kecepatan angin 3 m/s pada TSR 0.4. Lalu Daya maksimum yang dihasilkan yaitu 5.68 Watt pada varian jarak *overlap* 20 mm dengan kecepatan angin 5 m/s pada TSR 0.5. Sedangkan nilai koefisien daya dan Daya yang dihasilkan pada varian jarak *overlap* 30 mm dan 40 mm lebih rendah dibandingkan pada varian jarak *overlap* 20 mm. Berdasarkan hasil tersebut maka bisa disimpulkan bahwa jarak *overlap* mempengaruhi nilai koefisien daya serta Daya yang dihasilkan.

Kata Kunci : Turbin Angin Sumbu Vertikal, *overlap*, Savonius, *Elliptical-Bladed*, CFD

**POWER OUTPUT OPTIMIZATION OF SAVONIUS
ELLIPTICAL-BLADED TURBINE
WITH VARIATIONS OF OVERLAP DISTANCE USING
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS**

Muhammad Dwi Adha Hasran

ABSTRACT

Wind turbine is a device that can produce the electrical energy for human. Elliptical-bladed savonius turbine is one of the new model for savonius turbine in this decade that can produce more power than the semi-circular model. In this research there is an implementations for the overlap distance with variations such as 20 mm, 30 mm and 40 mm. the purpose is to find the optimum characteristics of the overlap distance to generating maximum power output and maximum coefficient of power. this research is using computational fluid dynamics. The result is elliptical-bladed savonius turbine with 20 mm overlap distance produce the maximum coefficient of power with 0.3 value on TSR 0.4 with 3 m/s wind speed and maximum power output 5.68 Watt on TSR 0.5 with 5 m/s wind speed. The variations of 30 mm and 40 mm overlap distance produce the minimum value of power output and coefficient of power than the 20 mm overlap distance. Based on the results it can be concluded that the implementations of variations overlap distance influences the difference value of power output and coefficient of power.

Keywords : Vertical Axis Wind Turbine, Savonius, Overlap, Elliptical-bladed, CFD.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada ALLAH SWT, karena telah melimpahkan rahmat dan karunia – Nya yang tak pernah terhingga meskipun saat penulisan skripsi ini dilakukan pada masa pandemi. Hal tersebut membuat penulis memanjatkan rasa syukur yang tak terhingga karena hal tersebut merupakan salah satu bukti dari kebesaran ALLAH SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “OPTIMASI DAYA *OUTPUT* DENGAN PENDEKATAN VARIASI JARAK *OVERLAP* PADA TURBIN SAVONIUS *ELLIPTICAL-BLADED* MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*.”. Skripsi ini dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan akademis untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Dalam proses penulisan skripsi ini, penulis sangat menyadari segala kekurangan dan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terimakasih yang setinggi-tingginya kepada berbagai pihak yang telah membantu, membimbing, mendoakan, memberi semangat, membahagiakan, dan memotivasi penulis dalam proses pembuatan hingga menyelesaikan skripsi ini. Dengan rasa syukur, penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. ALLAH SWT atas rahmat dan karunia – Nya yang tak terhingga kepada penulis sehingga penulis dapat melakukan penelitian ini dan menyelesaikannya dengan sebuah kelancaran.
2. Kedua orang tua, ayah saya Letnan Kolonel Cba Ir. Muhammad Hasran yang menjadi inspirasi saya sejak kecil, lalu ibu saya Christyanti Hardyantari yang selalu menyayangi saya tanpa henti, serta abang saya Muhammad Aditya Ramadhan Hasran S.KG yang telah mendoakan dan mendukung untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Reda Rizal, M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
4. Bapak Nur Choliz ST. M.Eng. IPM. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

5. Bapak Dr. Damora Rhakasywi, ST.,MT.,IPP. selaku dosen pembimbing I (satu) yang telah bersedia membantu dan meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan konsep penelitian serta masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan baik dan lancar.
6. Bapak Muhamad As'adi, ST.,MT. selaku dosen pembimbing II (dua) yang telah membantu dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam penyelesaian skripsi dengan baik.
7. Seluruh Dosen fakultas teknik dan seluruh staff fakultas teknik yang membantu baik secara administrasi dan lainnya dalam menyelesaikan pembelajaran selama 8 semester.
8. Tsabita Ananda Harahap yang merupakan teman, sahabat, saudari dan keluarga yang tak tergantikan yang selalu menemani disaat keadaan apapun dan selalu memberi dukungan kepada penulis.
9. Seluruh kawan sejawat saya yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu yang telah bersama saling membantu dalam melaksanakan masa perkuliahan.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang membaca skripsi ini untuk membangun kesempurnaan dari skripsi ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi siapapun yang membacanya.

Jakarta, 23 Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAM PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Energi Angin	5
2.2 Turbin Angin	6
2.2.1 Sistem Konversi Energi Angin	7
2.2.2 Mekanika Fluida	12
2.3 Klasifikasi Turbin Angin	13
2.3.1 Turbin Angin Sumbu Horizontal	14
2.3.2 Turbin Angin Sumbu Vertikal	15
2.4 <i>Computational Fluid Dynamic</i>	19
2.4.1 <i>Meshing</i>	22
2.4.2 <i>Mesh Independence Test</i>	23
2.4.3 <i>Pre-Processor</i>	24
2.4.4 <i>Solver</i>	24
2.4.5 <i>Post-Processor</i>	25
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat Penelitian	26
3.2 Waktu Penelitian	26
3.3 <i>Software</i> yang digunakan	26
3.2.1 CAD (<i>Computer Aided Design</i>)	26
3.2.2 CFD (<i>Computational Fluid Dynamics</i>)	26
3.4 Diagram Alir Penelitian	27
3.5 Pemodelan Turbin Angin Savonius <i>Elliptical-bladed</i>	28
3.6 Metode Simulasi	29

3.7 Parameter Simulasi	33
3.8 Pengambilan Data dan Pembahasan	33
3.9 Diagram Alir Simulasi	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Kecepatan Angin	35
4.2 Hasil Data Simulasi	35
4.2.1 Turbin <i>Elliptical-bladed</i> jarak <i>overlap</i> 20 mm	35
4.2.2 Turbin <i>Elliptical-bladed</i> jarak <i>overlap</i> 30 mm	37
4.2.3 Turbin <i>Elliptical-bladed</i> jarak <i>overlap</i> 40 mm	39
4.3 Pembahasan Data	40
4.3.1 Kontur	41
4.3.2 Analisis Pengaruh Jarak <i>Overlap</i> Terhadap Daya	44
4.3.3 Analisis Pengaruh Jarak <i>Overlap</i> Terhadap Koefisien Daya	45
4.3.4 Analisis Pengaruh TSR Terhadap Koefisien Daya	46
BAB V KESIMPULAN	
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	
RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Ukuran geometri turbin	29
Tabel 3.2 Parameter Simulasi	33
Tabel 4.2 Data hasil simulasi dengan jarak <i>overlap</i> 20 mm	35
Tabel 4.3 Data hasil simulasi dengan jarak <i>overlap</i> 30 mm	37
Tabel 4.4 Data hasil simulasi dengan jarak <i>overlap</i> 40 mm	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Angin <i>planetary</i> pada atmosfer bumi	5
Gambar 2.2 Pergerakan arah angin akibat letak geografis bukit dan pegunungan ..	6
Gambar 2.3 Profil kecepatan angin melewati penampang rotor	8
Gambar 2.4 <i>Cross-section</i> dari turbin angin savonius	10
Gambar 2.5 Perbandingan faktor daya (C_p) dan TSR pada berbagai desain turbin angin	11
Gambar 2.6 Bentuk aliran (a) aliran laminar, (b) aliran turbulen	12
Gambar 2.7 Ilustrasi aliran laminar, transisi dan turbulen	12
Gambar 2.8 Konfigurasi turbin angin sumbu horizontal sesuai arah angin	14
Gambar 2.9 Variasi <i>blade</i> pada turbin angin sumbu horizontal	15
Gambar 2.10 Variasi turbin angin sumbu vertikal	16
Gambar 2.11 Variasi rotor savonius	16
Gambar 2.12 (a) Rotor savonius tipe-U, dan (b) Rotor savonius tipe-L	17
Gambar 2.13 Skema jarak <i>overlap</i> (celah) pada sudu savonius	17
Gambar 2.14 Bagian perpotongan yang akan menjadi rotor	18
Gambar 2.15 Desain rotor <i>elliptical-bladed</i>	18
Gambar 2.16 Tiga (3) bidang ilmu yang terkandung dalam CFD	20
Gambar 2.17 hubungan elemen utama dalam proses analisis pada CFD	21
Gambar 2.18 Profil <i>mesh</i> dalam 2D	22
Gambar 2.19 Variasi ukuran dan jenis <i>mesh</i>	23
Gambar 2.20 Nilai C_p dengan variasi ukuran dan jenis <i>mesh</i>	23
Gambar 3.1 Perangkat lunak CAD	26
Gambar 3.2 Perangkat lunak CFD	27
Gambar 3.3 Diagram alir penelitian	27
Gambar 3.4 Pemodelan geometri	28
Gambar 3.5 (a) Tampak samping, (b) Tampak atas, (c) Turbin savonius <i>elliptical- bladed</i>	29
Gambar 3.6 Pemodelan 2D pada perangkat lunak CFD	30
Gambar 3.7 <i>mesh metric orthogonal quality</i> (a) detail <i>mesh</i> pada geometri turbin, (b) spektrum kualitas dari <i>mesh orthogonal</i>	31
Gambar 3.8 Parameter <i>general</i> pada simulasi	31
Gambar 3.9 Parameter <i>models</i> pada simulasi	31
Gambar 3.10 Parameter <i>cell zone conditions</i> pada simulasi	32
Gambar 3.11 Grafik simulasi dengan kondisi <i>transient</i>	32
Gambar 3.12 Diagram alir simulasi penelitian	34
Gambar 4.1 Grafik TSR terhadap Koefisien Daya (C_p) pada setiap varian kecepatan angin	36
Gambar 4.2 Grafik RPM terhadap Daya (Watt) pada setiap varian kecepatan angin	37
Gambar 4.3 Grafik TSR terhadap Koefisien Daya (C_p) pada setiap varian kecepatan angin	38
Gambar 4.4 Grafik RPM terhadap Daya (Watt) pada setiap varian kecepatan angin	38
Gambar 4.5 Grafik TSR terhadap Koefisien Daya (C_p) pada setiap varian kecepatan angin	40

Gambar 4.6 Grafik RPM terhadap Daya (Watt) pada setiap varian kecepatan angin	40
Gambar 4.7 Kontur kecepatan pada kondisi mencapai koefisien daya terbaik (a) jarak <i>overlap</i> 20 mm, (b) jarak <i>overlap</i> 30 mm, (c) jarak <i>overlap</i> 40 mm	41
Gambar 4.8 Kontur garis alir dan vektor kecepatan angin yang terjadi pada setiap varian jarak <i>overlap</i> pada kondisi mencapai koefisien daya terbaik (a) jarak <i>overlap</i> 20 mm, (b) jarak <i>overlap</i> 30 mm, (c) jarak <i>overlap</i> 40 mm	42
Gambar 4.9 Kontur distribusi tekanan pada rotor turbin ketika mencapai koefisien daya terbaik (a) jarak <i>overlap</i> 20 mm, (b) jarak <i>overlap</i> 30 mm, (c) jarak <i>overlap</i> 40 mm	44
Gambar 4.10 Grafik varian jarak <i>overlap</i> terhadap Daya (Watt) maksimum yang dihasilkan	45
Gambar 4.11 Grafik perbandingan varian jarak <i>overlap</i> terhadap koefisien daya (C_p) maksimum yang dihasilkan	45
Gambar 4.12 Grafik TSR terhadap koefisien daya (C_p) maksimum yang terjadi pada setiap varian jarak <i>overlap</i> dengan varian kecepatan yang optimal	46

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Gambar teknik geometri turbin jarak *overlap* 20 mm
- Lampiran 2 Gambar teknik geometri turbin jarak *overlap* 30 mm
- Lampiran 3 Gambar teknik geometri turbin jarak *overlap* 40 mm
- Lampiran 4 Data kecepatan angin kota bandung february 2021
- Lampiran 5 Pernyataan bebas *plagiarism*
- Lampiran 6 Hasil *turn it in*