



**INVESTIGASI PENGARUH *WIND LENS DEFLECTOR*
PADA *SAVONIUS WIND TURBINE SEMI-CIRCULAR*
TERHADAP TORSI DAN DAYA YANG DIHASILKAN**

SKRIPSI

MUHAMMAD RAFLI SUKMA

2110313033

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2024



**INVESTIGASI PENGARUH WIND LENS *DEFLECTOR*
PADA SAVONIUS *WIND TURBINE SEMI-CIRCULAR*
TERHADAP TORSI DAN DAYA YANG DIHASILKAN**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

MUHAMMAD RAFLI SUKMA

2110313033

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Rafli Sukma

NIM : 2110313033

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : investigasi pengaruh wind lens deflector pada savonius wind turbine semi-circular terhadap torsi dan daya yang dihasilkan

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



Purwo Joko Suranto, S.T., M.T.
Penguji Utama



Fathin Muhammad
Mahdudhu, S.T., M.Sc.

Penguji Lembaga

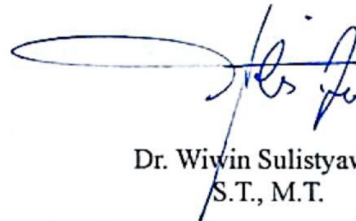


Dr. Muchamad Oktaviandri,
S.T., M.T., IPM., ASEAN
Eng
Plt. Dekan Fakultas Teknik



Fakhri Akbar Ayub, ST.,
M.Eng., Ph.D

Penguji 1 (Pembimbing)



Dr. Wiwin Sulistyawati,
S.T., M.T.

Kepala Program Studi
Teknik Perkapalan

Ditetapkan di
Tanggal Ujian

:
:

Depok
2 Juli 2025

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING
INVESTIGASI PENGARUH WIND LENS DEFLECTOR PADA
SAVONIUS WIND TURBINE SEMI-CIRCULAR TERHADAP TORSI
DAN DAYA YANG DIHASILKAN

Disusun Oleh:
Muhammad Rafli Sukma
2110313033

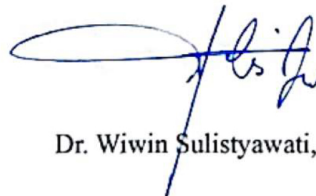
Menyetujui,

Pembimbing 1



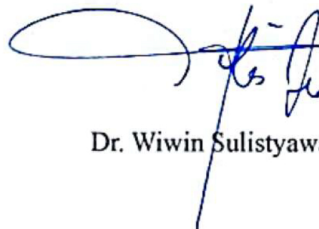
Fakhri Akbar Ayub, ST., M.Eng., Ph.D

Pembimbing 2



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT

Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Muhammad Rafli Sukma

NIM : 2110313033

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

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

Jakarta, 2 Juli 2025

Yang menyatakan,



Muhammad Rafli Sukma

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Muhammad Rafli Sukma

NIM : 2110313033

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

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

“INVESTIGASI PENGARUH WIND LENS DEFLECTOR PADA SAVONIUS WIND TURBINE SEMI-CIRCULAR TERHADAP TORSI DAN DAYA YANG DIHASILKAN”

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 saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 18 September 2024

Yang menyatakan,



Muhammad Rafli Sukma

INVESTIGASI PENGARUH *WIND LENS DEFLECTOR* PADA *SAVONIUS WIND TURBINE SEMI-CIRCULAR* TERHADAP TORSI DAN DAYA YANG DIHASILKAN

Muhammad Rafli Sukma

Abstrak

Kebutuhan energi listrik di wilayah perkotaan yang terus meningkat mendorong pemanfaatan energi terbarukan seperti turbin angin. Turbin *Savonius*, sebagai Turbin Angin Sumbu Vertikal (*VAWT*), memiliki potensi untuk aplikasi urban karena desainnya yang sederhana dan kemampuannya beroperasi pada kecepatan angin rendah, namun efisiensinya yang rendah menjadi tantangan utama. Penelitian ini melakukan investigasi numerik menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk menganalisis pengaruh penambahan *Wind lens deflector*—sebuah perangkat augmentasi yang dilaporkan mampu meningkatkan kinerja secara signifikan—terhadap performa turbin *Savonius* semi-sirkular. Simulasi 2D transien dilakukan menggunakan model turbulensi k-epsilon ($k-\epsilon$) Realizable pada berbagai *Tip Speed Ratio* (TSR). Setelah metode simulasi divalidasi dengan data eksperimental dari Hayashi et al. (2004) dengan eror rata-rata hanya 2.47%, analisis komparatif dilakukan. Berlawanan dengan hipotesis awal, hasil menunjukkan bahwa penambahan *Wind lens* justru menyebabkan penurunan kinerja yang drastis, berkisar antara 51% hingga 95%. Analisis mendalam pada pola aliran mengungkap adanya mekanisme kegagalan ganda: (1) kegagalan aliran jet berinersia tinggi untuk menempel pada sudu maju, yang mengurangi torsi positif, dan (2) pembentukan *vortex* masif di belakang turbin yang menciptakan *backflow* dan torsi negatif ekstrem pada sudu mundur. Disimpulkan bahwa konfigurasi *Wind lens* yang diuji bersifat kontra-produktif dan tidak cocok untuk meningkatkan efisiensi turbin *Savonius*.

Kata Kunci: Turbin Angin *Savonius*, *Wind lens Deflector*, CFD, *Coefficient of Power*, Analisis Torsi, Kegagalan Aerodinamis, Formasi *Vortex*.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF WIND LENS DEFLECTORS ON SEMI-CIRCULAR SAVONIUS WIND TURBINES ON TORQUE AND POWER GENERATION

Muhammad Rafli Sukma

Abstract

The rising demand for electrical energy in urban areas encourages the utilization of renewable energy sources such as wind turbines. The Savonius turbine, a type of Vertical Axis Wind Turbine (VAWT), holds potential for urban applications due to its simple design and ability to operate at low wind speeds, yet its low efficiency remains a primary challenge. This research conducts a numerical investigation using Computational Fluid Dynamics (CFD) to analyze the effect of adding a Wind lens deflector—an augmentation device reported to significantly improve performance—on a semi-circular Savonius turbine. A 2D transient simulation was performed using the k-epsilon ($k-\epsilon$) Realizable turbulence model across various Tip Speed Ratios (TSRs). After the simulation method was validated against experimental data from Hayashi et al. (2004) with an average error of only 2.47%, a comparative analysis was conducted. Contrary to the initial hypothesis, the results indicate that the addition of the Wind lens caused a drastic performance degradation, ranging from 51% to 95%. In-depth analysis of the flow patterns revealed a dual failure mechanism: (1) the failure of the high-inertia jet flow to attach to the advancing blade, which reduced positive torque, and (2) the formation of a massive vortex behind the turbine, creating backflow and extreme negative torque on the returning blade. It is concluded that the tested Wind lens configuration is counter-productive and unsuitable for enhancing the efficiency of the Savonius turbine.

Keywords: *Savonius Wind Turbine, Wind lens Deflector, CFD, Coefficient of Power, Torque Analysis, Aerodynamic Failure, Vortex Formation.*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Investigasi Pengaruh *Wind lens Deflector* pada *Savonius Wind Turbine Semi-Circular* terhadap Torsi dan Daya yang Dihasilkan” yang mana skripsi ini merupakan syarat kelulusan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, penulis ingin menyampaikan rasa syukur dan terima kasih serta penghargaan yang tak terhingga kepada:

1. Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
2. Fakhri Akbar Ayub, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing I yang telah membantu dan mengarahkan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Alm. Weni Hendriyani dan Alm. Indra Sukma selaku orang tua penulis yang tercinta atas jasa-jasa sehingga penulis bisa berada di posisi yang sekarang.
4. Lucy Agusti Wulandari selaku tante penulis yang sudah memberikan doa dan dorongan selama penulis Menyusun skripsi
5. Shiraishi Saki yang telah menjadi penyemangat penulis disaat Menyusun skripsi

Penulis menyadari bahwa skripsi ini terdapat banyak kekurangan baik dalam penyajian materi hingga sistematika penulisan, oleh sebab itu penulis sangat terbuka untuk kritik dan saran agar melengkapi kekurangan tersebut.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat menambah wawasan berpikir serta sebagai bahan referensi dan informasi yang bermanfaat bagi pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Perkapalan.

Jakarta, Juli 2025,

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
Abstrak.....	v
Abstract.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	5
1.3 Rumusan Masalah.....	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Aerodinamika.....	7
2.1.1 Reynolds Averaged Navier-Stokes (RANS).....	7
2.2 <i>Savonius</i> Wind Turbine.....	7
2.3 <i>Wind lens</i>	8
2.4 Komponen Perhitungan Daya Turbin	9
2.4.1 Torsi.....	9
2.4.2 Drag Force.....	9
2.4.3 Thrust Force	10
2.4.4 Coefficient Torque (Ct)	10
2.4.5 Tip-speed Ratio (λ).....	11
2.4.6 Coefficient Power (Cp).....	12
2.5 Betz Limit	13

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Ukuran Utama.....	16
3.2 Domain Komputasi	16
3.3 Meshing	19
3.4 Pengaturan Simulasi Numerik	21
3.4.1 Kondisi Operasi	21
3.4.2 Model dan Pengaturan Fisika	21
3.5 Prosedur Pengolahan Data dan Validasi turbin baseline.....	22
3.6 Penambahan Variasi <i>Wind lens</i>	23
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil Validasi	26
4.2 Grid Independence	27
4.3 Analisis Performa Turbin <i>Savonius</i> Baseline.....	28
4.4 Analisis Performa Turbin <i>Savonius</i> dengan <i>Wind lens</i>	32
4.5 Perbandingan performa turbin <i>Savonius</i> baseline dan Variasi	35
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
DAFTAR LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.2. Parameter Utama Turbin.....	16
Tabel 3.3. Angular velocity turbin	21
Tabel 3.4. Data Eksperimental.....	23
Tabel 4.1. Perbandingan data eksperimental dengan hasil simulasi di setiap TSR.....	27
Tabel 4.2. Cp hasil simulasi.....	30
Tabel 4.3. Perbandingan performa turbin	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.2. Jumlah Pelanggan Listrik di Provinsi DKI Jakarta.....	2
Gambar 1.3. Bentuk aliran udara di lingkungan perkotaan dan pedesaan.....	3
Gambar 1.4. Skema turbin angin <i>Savonius</i>	4
Gambar 2.1. Konfigurasi windlens pada turbin <i>Savonius</i>	8
Gambar 2.2. Konfigurasi windlens sebagai deflektor di turbin <i>Savonius</i>	9
Gambar 3.1. Alur pengerjaan	15
Gambar 3.2. Parameter utama turbin.....	16
Gambar 3.3. Domain Komputasi 2D	18
Gambar 3.4. Boundary condition di ansys discovery	18
Gambar 3.5. Inflation layer di sekitar blade turbin.....	20
Gambar 3.6. Pengaturan mesh motion pada ansys fluent.....	22
Gambar 3.7. Ukuran <i>Wind lens</i>	24
Gambar 3.8. Konfigurasi Windlens yang dipilih.....	24
Gambar 3.9. Penambahan variasi <i>Wind lens</i> pada program ansys discovery .	25
Gambar 4.1. Perbandingan data eksperimental dengan hasil simulasi di setiap TSR	26
Gambar 4.2. Mesh Independence Test.....	28
Gambar 4.3. (a) Velocity contour pada TSR 0.8 (b) Pressure contour pada TSR 0.8.....	29
Gambar 4.4. Grafik torsi turbin pada setiap TSR	29
Gambar 4.5. Velocity vector pada TSR (a) 0.6 (b) 0.7 (c) 0.8 (d) 0.9	31
Gambar 4.6. Pressure vector pada TSR (a) 0.6 (b) 0.7 (c) 0.8 (d) 0.9.....	32
Gambar 4.7. Kontur kecepatan aliran turbin dengan <i>Wind lens</i> pada TSR 0.8	33
Gambar 4.8. Vortex yang terbentuk di belakang turbin.....	33
Gambar 4.9. Fluktuasi Torsi pada turbin dengan <i>Wind lens</i>	34
Gambar 4.10. Velocity vector turbin dengan <i>Wind lens</i> pada TSR (a) 0.6 (b) 0.7 (c) 0.8 (d) 0.9	34
Gambar 4.11. Pressure vector turbin dengan <i>Wind lens</i> pada TSR (a) 0.6 (b) 0.7 (c) 0.8 (d) 0.9	35

Gambar 4.12. (a) Aliran pada turbin baseline (b) Aliran pada turbin dengan <i>Wind lens</i>	36
Gambar 4.13. Perbandingan torsi turbin baseline dan dengan <i>Wind lens</i>	37
Gambar 4.14. Aliran yang tidak menempel pada dinding blade	38
Gambar 4.15. Perbandingan CP antara turbin baseline dengan turbin <i>Wind lens</i>	38