



**ANALISIS VARIASI *ANGLE PATTERN FARM* TERHADAP
KINERJA TURBIN ANGIN DARRIEUS TIPE H
MENGUNAKAN METODE CFD**

SKRIPSI

**REINORDT
1910311054**

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2024



**ANALISIS VARIASI *ANGLE PATTERN FARM* TERHADAP
KINERJA TURBIN ANGIN DARRIEUS TIPE H
MENGUNAKAN METODE CFD**

SKRIPSI

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

**REINORDT
1910311054**

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2024

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh

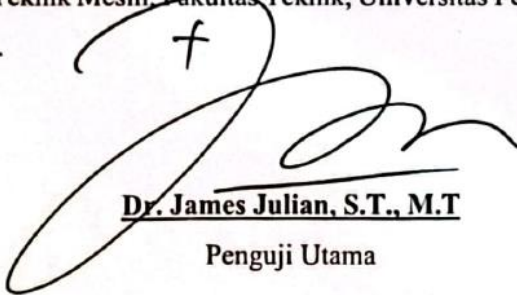
Nama : Reinordt

NIM : 1910311054

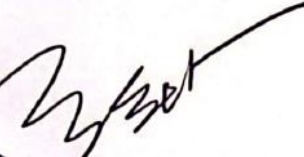
Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisis Variasi *Angle Pattern Farm* Terhadap kinerja Turbin Angin Darrieus Tipe H Menggunakan Metode CFD


Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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.



Dr. James Julian, S.T., M.T
Penguji Utama



Dr. Mohammad Galbi, M.T.
Penguji Lembaga



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri,
S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng.

Plt. Dekan Fakultas Teknik

Ditetapkan : Jakarta

Tanggal Ujian : 9 Januari 2023



Ir. Fahrudin S.T., M.T.
Penguji III (Pembimbing)



Ir. Fahrudin S.T., M.T.

Ka. Prodi S-1 Teknik Mesin

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh

Nama : Reinordt

NIM : 1910311054

Program Studi : S-I Teknik Mesin

Judul Skripsi Analisis Variasi Angle Pattern Farm Terhadap Kinerja Turbin Angin Darrieus Tipe H Menggunakan Metode CFD

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

Menyetujui,



Ir. Fahrudin S.T., M.T.

Pembimbing I



Dr. Damora Rhakasywi S.T.,
M.T.

Pembimbing II

Mengetahui



Ir. Fahrudin S.T., M.T.
Ka. Prodi S-I Teknik Mesin

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Reinordt

NIM : 1910311054

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

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

Jakarta, 9 Januari 2024

Yang Menyatakan,



Reinordt

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROPOSAL UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta,
Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Reinordt
NIM : 1910311054
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

Analisi Variasi Angle Pattern Farm Terhadap Kinerja Turbin Angin Darrieus Tipe H Menggunakan Metode CFD

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 mengaplikasikan proposal 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 : Januari 2024
Yang menyatakan,



(Reinordt)

ANALISIS VARIASI *ANGLE PATTERN FARM* TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN DARRIEUS TIPE H MENGUNAKAN METODE CFD

Reinordt

ABSTRAK

Pengembangan energi terbarukan turbin angin di Indonesia masih sangat kurang khususnya turbin angin jenis *vertical*. Turbin angin sumbu *vertical* jenis Darrieus merupakan salah satu teknologi yang dapat di terapkan di Indonesia karena pengaplikasiannya mudah dan dapat menghasilkan listrik bagi masyarakat. Maka dari itu penulis melakukan penelitian yang bertujuan untuk menggunakan turbin angin guna perkembangan turbin angin di Indonesia agar dapat diterapkan sebagai salah satu cara untuk mengkonversi energi terbarukan menjadi energi listrik. Untuk mendapatkan formasi *twin* turbin yang baik dengan penerapan variasi *angle pattern farm* dilakukan penelitian menggunakan metode CFD dengan *software ANSYS Fluent*. Dan penulis juga merekomendasi formasi *twin* turbin yang terbaik untuk pengaplikasian turbin angin jenis *vertical axis Darrieus*. Hasil kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa *twin* turbin angin *darrieus tipe H* dengan variasi *angle pattern farm* 60° dengan jarak 1 Diameter Pada TSR 2.5 memiliki kenaikan efisiensi koefisien daya (C_p) yang cukup *significant*. Kenaikan efisiensi daya (C_p) yang sebelumnya didapat oleh single turbin yaitu 0,307 menjadi 0,344 oleh *twin* turbin menggunakan variasi *angle pattern farm* 60° dengan jarak 1 Diameter dengan presentase kenaikan efisiensi sekitar 12%. Hal tersebut dapat terjadi karena pada penelitian ini menelitian dan menggunakan bantuan dari angin hasil buangan turbin 1 sebagai bantuan daya angin kepada turbin 2 sehingga turbin 2 mendapatkan koefisien daya (C_p) yang lebih baik. Sehingga setelah di rata-rata mendapatkan koefisien daya (C_p) yang lebih baik dibandingkan dengan *single* turbin.

Kata kunci: Energi Tebarukan, Angin, Turbin Angin Darrieus, Koefisien Daya (C_p), Angle Pattern Farm, CFD.

**ANALYSIS OF ANGLE PATTERN FARM VARIATIONS ON THE
PERFORMANCE OF THE DARRIEUS TYPE H WIND TURBINE
USING CFD METHOD**

Reinordt

ABSTRACT

The development of renewable energy wind turbines in Indonesia is still lacking, especially wind turbine types vertical. Axis wind turbine vertical Darrieus type is one of the technologies that can be applied in Indonesia because the application is easy and can generate electricity for the community. Therefore the authors conducted research that aims to use wind turbines for the development of wind turbines in Indonesia so that they can be applied as a way to convert renewable energy into electrical energy. To get formation twin good turbine with the application of variations angle pattern farm research was carried out using the CFD method with software ANSYS Fluent. And the author also recommends formations twin the best turbine for wind turbine applications vertical axis darrieus. The results of the conclusions of this study indicate that twin wind turbine darrieus tipe-H with variations angle pattern farm 60° with a distance of 1 Diameter at TSR 2.5 has a sufficient increase in the efficiency of the power coefficient (Cp) significant. The increase in power efficiency (Cp) which was previously obtained by a single turbine, namely 0.307 to 0.344 by twin turbine using variations angle pattern farm 60° with a distance of 1 Diameter with a percentage increase in efficiency of about 12%. This can happen because in this study researched and used the help of wind from turbine 1 exhaust as wind power assistance to turbine 2 so that turbine 2 gets a better power coefficient (Cp). So that after being averaged we get a better power coefficient (Cp) compared to single turbine.

Keywords: Renewable Energy, Wind, Darrieus Wind Turbine, Power Coefficient (Cp), Angle Pattern Farm, CFD.

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas seluruh karunia yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan baik dan tepat waktu. Adapun penulisan proposal skripsi ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan akademis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Program Studi S1 Teknik Mesin.

Dalam penyelesaiannya, penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini pun tak lepas dari bantuan berupa materi, informasi, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, di kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Tuhan YME yang telah memberikan karunia-Nya kepada penulis sehingga berhasil menyelesaikan proposal skripsi dengan baik.
2. Kedua orangtua penulis yang selalu mendoakan serta memberikan semangat kepada penulis.
3. Saudara Delfano Haryono Putra selaku mentor yang selalu membimbing dalam penyelesaian proposal skripsi ini.
4. Bapak Fahrudin, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan proposal skripsi ini.
5. Bapak Fahrudin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 dalam penulisan skripsi.
6. Bapak Dr. Damora Rakhasywi, ST, MT. selaku dosen pembimbing 2 dalam penulisan skripsi.
7. Seluruh jajaran dosen dan staff di Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah membantu semua proses perizinan serta administrasi.
8. Saudara Muhammad Aryasatya yang senantiasa membantu tata cara penulisan proposal skripsi.
9. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2019 yang telah memberikan dukungan dan juga doa.

Dengan rendah hati penulis pun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan proposal skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan proposal skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak di kemudian hari.

Jakarta, Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROPOSAL UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Sistematika Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Penelitian Terdahulu	6
2.2. Angin.....	7
2.3. Konversi Energi Angin	8
2.4. Turbin Angin.....	9
2.5. <i>Vertical Axis Wind Turbine</i>	10
2.6. Turbin Angin Darrieus	11
2.7. Parameter Turbin Angin Darrieus	11
2.7.1. Daya	11
2.7.2. Daya Angin	12
2.7.3. Koefisien Kinerja Turbin Angin	12
2.7.4. <i>Tip Speed Ratio (TSR)</i>	13
2.7.5. <i>Reynolds Number</i>	13
2.7.6. <i>Turbulence Model</i>	14
2.8. Proses Simulasi CFD	15
2.9. Program Ansys <i>Fluent</i>	16
2.9.1. <i>Mass Conservation</i>	17

2.9.2. <i>Momentum Conservation</i>	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	19
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2. Pengolahan Data	19
3.3. Pengumpulan Data	19
3.4. Diagram Alir Penelitian	20
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Hasil Simulasi Verifikasi	23
4.1.1. <i>Mesh Independence Test</i>	23
4.1.2. <i>Turbulence Models Independence Test</i>	24
4.1.3. Independensi Arah Putar Turbin	25
4.2. Simulasi Validasi	26
4.3. Hasil Simulasi Variasi.....	27
4.3.1. Variasi <i>Angle pattern farm</i>	27
4.3.2. Hasil <i>Streamline</i>	29
4.3.3. Hasil <i>Contour Velocity</i>	30
4.3.4. Hasil <i>Contour Pressure</i>	31
4.3.5. Hasil <i>Contour Vorticity</i>	33
4.3.6. Hasil Variasi <i>Angle Pattern Farm</i> dan TSR	34
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1. Kesimpulan	36
5.2. Saran.....	37

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengaruh <i>coefficient power</i> dengan <i>Reynolds number</i>	14
Gambar 2.2 Validasi <i>computational model</i> dengan <i>eksperiment</i>	15
Gambar 3.1 <i>Boundary Conditions</i>	22
Gambar 4.1 Grafik Hasil Simulasi <i>Turbulence Models Independence Test</i>	24
Gambar 4.2 Grafik Independensi Arah Putar <i>Twin Turbin</i>	25
Gambar 4.3 Perbandingan Validasi dengan Penelitian Lain.....	26
Gambar 4.4 Variasi <i>Angle 30°</i>	27
Gambar 4.5 Variasi <i>Angle 45°</i>	28
Gambar 4.6 Variasi <i>Angle 60°</i>	28
Gambar 4.7 <i>Streamline Twin Turbine</i>	29
Gambar 4.8 <i>Contour Velocity Twin Turbine</i> variasi jarak	30
Gambar 4.9 <i>Contour Velocity Twin Turbine</i> variasi <i>angle pattern farm</i>	31
Gambar 4.10 <i>Contour Pressure Twin Turbine</i> variasi jarak	32
Gambar 4.11 <i>Contour Twin Pressure Turbine</i> variasi <i>angle pattern farm</i>	32
Gambar 4.12 <i>Contour Vorticity Twin Turbine</i> variasi TSR.....	33
Gambar 4.13 Grafik Hasil Variasi <i>Angle Pattern Farm</i>	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Skala Beaufort.....	8
Tabel 4. 1 <i>Mesh Independence Test</i>	23
Tabel 4. 2 Variasi <i>Angle Pattern Farm</i> TSR 2.5	35
Tabel 4. 3 Variasi <i>Angle Pattern Farm</i> TSR 2.65	35