

**PERANCANGAN VORTEX *BLADELESS TURBINE* PADA PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA ANGIN SISTEM *FLOATING* DI INDONESIA**



FAJR FADHILA AHMAD
NIM: 41318010008

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2022

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN VORTEX *BLADELESS TURBINE* PADA PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA ANGIN SISTEM *FLOATING* DI INDONESIA



Disusun Oleh:

Nama : Fajr Fadhila Ahmad
NIM : 41318010008
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
(BULAN) 2021

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN VORTEX *BLADELESS TURBINE* PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN SISTEM *FLOATING* DI INDONESIA

Disusun Oleh:

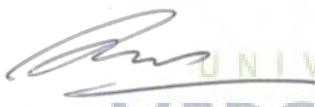
Nama : Fajr Fadhila Ahmad
NIM : 41318010008
Program Studi : Teknik Mesin

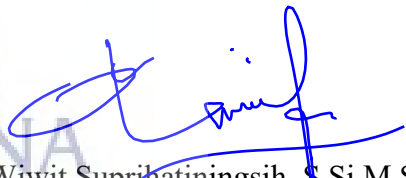
Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal: 21 Juli 2022

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA

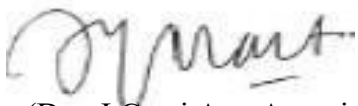
Penguji Sidang I

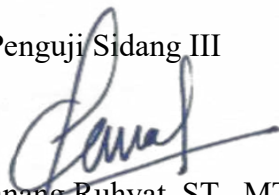

(Dr. Eng. Deni Shidqi Khaerudini, M. E.ng)
NIP. 216890126


(Wiwit Suprihatiningsih, S.Si M.Si)
NIP. 119800641

Penguji Sidang II

Penguji Sidang III



(Dra. I Gusti Ayu Arwati., Ph.D)
NIP. 114640433

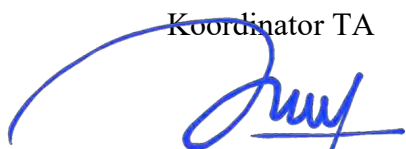

(Dr. Nanang Ruhayat, ST., MT)
NIP. 101730256

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin

Koordinator TA


(Muhamad Fitri, ST., M.Si., P.hD)
NIP. 118690617


(Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng)
NIP. 116910555

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Fajr Fadhila Ahmad
NIM : 41318010008
Jurusan : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Perancangan Vortex *Bladeless Turbine* pada
Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sistem
Floating Di Indonesia

Dengan ini 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 dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

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

Jakarta, 8 Agustus 2022



Fajr Fadhila Ahmad

PENGHARGAAN

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT atas segala limpahan berkat dan karunia-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat waktu dan dapat Menyusun laporan Tugas Akhir. Penyusunan laporan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk menempuh ujian jenjang Sarjana Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Dalam proses melaksanakan kegiatan dan penyusunan laporan Tugas Akhir, penulis menyadari begitu banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara moral dan langsung. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan Ucapan terima kasih ini dipersembahkan untuk orang-orang yang telah berjasa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Dr. Harwikarya M.T selaku rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Ir. Mawardi Amin, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Muhamad Fitri, ST., M.Si., P.hD selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng selaku koordinator Tugas Akhir Teknik mesin Universitas Mercu Buana
5. Dr. Eng. Deni Shidqi Khaerudini, M. E.ng selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Teknik mesin Universitas Mercu Buana.
6. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan terhadap penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
7. Sahabat, yang selalu memberikan doa dan dukungan terhadap penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
8. Team Tugas Akhir Didik Ferdy Wijayanto, Teguh Budi Arnanto, dan Wanda Islamiyanto.
9. Teman-teman Teknik mesin Universitas Mercu Buana yang selalu memberikan pengalaman dan masukan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.
10. Semua pihak yang telah membantu seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan dan jauh dari kata sempurna. Hal tersebut tidak lain karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar laporan ini nantinya dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jakarta, 8 Agustus 2022



Fajr Fadhila Ahmad



DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	II
HALAMAN PENGESAHAN	III
HALAMAN PERNYATAAN	IV
PENGHARGAAN	V
ABSTRAK	VII
ABSTRACT	VIII
DAFTAR ISI	IX
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR TABEL	XIV
DAFTAR SIMBOL	XV
DAFTAR SINGKATAN	XVI
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2. ENERGI ANGIN	10
2.3. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN	10

2.4.	VORTEX <i>BLADELESS TURBINE</i>	11
2.5.	KONSTRUKSI <i>BLADELESS TURBINE</i> MENGGUNAKAN SOLIDWORKS	12
2.6.	PARAMETER VORTEX <i>BLADELESS TURBINE</i>	14
2.6.1	Frekuensi <i>Vortex Shedding</i>	14
2.6.2	Reynolds <i>Number</i>	14
2.6.3	Strohaul <i>Number</i>	15
2.6.4	<i>Coefficient Drag</i>	15
2.7.	VORTEX <i>INDUCED VIBRATION</i>	16
2.8.	PERANGKAT LUNAK	17
2.8.1	Solidworks	17
2.8.2	Solidworks <i>Flow Simulation</i>	18
BAB III METODOLOGI		20
3.1.	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	20
3.2.	ALAT DAN BAHAN	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1.	HASIL PERANCANGAN DAN PERHITUNGAN	36
4.1.1.	Hasil Perhitungan Parameter VBT Dengan Kecepatan Udara 3 m/s	37
4.1.2.	Hasil Perhitungan Parameter VBT Dengan Kecepatan Udara 5,5 m/s	38
4.1.3.	Hasil Perhitungan Parameter VBT Dengan Kecepatan Udara 8 m/s	40
4.2.	HASIL SIMULASI VORTEX <i>BLADELESS TURBIN</i>	42
4.2.1	Hasil Simulasi <i>Vortex Bladesless Turbin</i> Dengan Kecepatan Angin 3 m/s	43

4.2.2.	Hasil Simulasi Vortex <i>Bladesless</i> Turbin Dengan Kecepatan Angin 5,5 m/s	45
4.2.3.	Hasil Simulasi Vortex <i>Bladesless</i> Turbin Dengan Kecepatan Angin 8 m/s	47
4.3.	HASIL ANALISIS DATA KONSTRUKSI VORTEX <i>BLADELESS</i> TURBIN	49
4.3.1	Konstruksi Vortex <i>Bladeless</i> Turbin dengan kecepatan angin 3 m/s	49
4.3.2	Konstruksi Vortex <i>Bladeless</i> Turbin Dengan Kecepatan angin 5,5 m/s	51
4.3.3	Konstruksi Vortex <i>Bladeless</i> Turbin Dengan Kecepatan Angin 8 m/s	52
4.4.	HASIL ANALISIS SIMULASI <i>STATIC</i> DAN <i>FREQUENCY</i> KONSTRUKSI VORTEX <i>BLADELESS</i> TURBIN	54
4.4.1	Hasil Analisis Simulasi <i>Static</i> Vortex <i>Bladeless</i> Turbin	54
4.4.2	Hasil Analisis Simulasi <i>Frequency</i> Vortex <i>Bladeless</i> Turbin	56
BAB V PENUTUP		60
5.1.	KESIMPULAN	60
5.2.	SARAN	60
DAFTAR PUSTAKA		62
LAMPIRAN		64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Angin	11
Gambar 2.2. Struktur <i>Vortex Bladeless Wind Turbine</i>	12
Gambar 2.3. Desain VBT A dan Desain B	13
Gambar 2.4. <i>Vortex Street Generation</i>	17
Gambar 2.5. Logo SolidWorks	17
Gambar 2.6. Logo SolidWorks <i>Flow Simulation</i>	19
Gambar 3.1. Diagram Alir	20
Gambar 3.2. Diagram Alir Perancangan <i>Vortex Bladeless</i> Turbin	22
Gambar 3.3. Gambar Perancangan <i>Vortex Bladeless</i> Turbin	23
Gambar 3.4. Bentuk <i>Support</i> untuk kaki – kaki Turbin	24
Gambar 3.5. Proses pembuatan kaki – kaki Turbin	24
Gambar 3.6. Ukuran Plat dudukan Per	25
Gambar 3.7. Proses pembuatan Per Turbin	25
Gambar 3.8. Proses Pembuatan Plat atas	26
Gambar 3.9. Pembuatan Lubang Plat	26
Gambar 3.10. Pembuatan Tiang Penahan Per	27
Gambar 3.11. Pembuatan Konstruksi Turbin	27
Gambar 3.12. Pembuatan Plat Lingkaran	28
Gambar 3.13. Pembuatan Konstruksi Turbin Atas	28
Gambar 3.14. Pembuatan <i>Cover</i> Generator	29
Gambar 3.15. Pembuatan <i>Cover</i> Turbin <i>Bladeless</i>	30
Gambar 3.16. Hasil Struktur Turbin	30
Gambar 3.17. Hasi Keseluruhan Turbin <i>Bladeless</i>	30
Gambar 3.18. Diagram Alir Simulasi Desain <i>Vortex Bladeless</i> Turbin	31
Gambar 3.19. Fitur <i>Flow Simulation</i>	32
Gambar 3.20. Tampilan Menu <i>Wizard</i>	33
Gambar 3.21. Tahap <i>Setup</i>	33
Gambar 3.22. Tahap <i>Solver</i>	34
Gambar 3.23. Tahap <i>Result</i>	34
Gambar 4.1. Konstruksi <i>Vortex Bladeless</i> Turbin	35

Gambar 4.2. Konstruksi VBT Desain (Francis et al., 2021)	36
Gambar 4.3. <i>Flow-Trajectories Pressure</i> Dengan Kecepatan Angin 3 m/s	43
Gambar 4.4. <i>Cut Plot Velocity</i> (m/s) Dengan Kecepatan Angin 3 m/s	44
Gambar 4.5. <i>Flow Trajectories</i> (m/s) Dengan Kecepatan Angin 3 m/s	44
Gambar 4.6. <i>Flow Trajectories Pressure</i> Dengan Kecepatan Angin 5,5 m/s	45
Gambar 4.7. <i>Cut-Plot Velocity</i> (m/s) Dengan Kecepatan Angin 5,5 m/s	46
Gambar 4.8. <i>Flow Trajectories</i> (m/s) Dengan Kecepatan Angin 5,5 m/s	46
Gambar 4.9. <i>Flow Trajectories Pressure</i> Dengan Kecepatan Angin 8 m/s	47
Gambar 4.10. <i>Cut-Plot Velocity</i> (m/s) Dengan Kecepatan Angin 8 m/s	48
Gambar 4.11. <i>Flow Trajectories</i> (m/s) Dengan Kecepatan Angin 8 m/s	48
Gambar 4.12. Grafik <i>Force</i> Dengan Kecepatan Angin 3 m/s	50
Gambar 4.13. Grafik <i>Velocity</i> Dengan Kecepatan Angin 3 m/s	50
Gambar 4.14. Grafik <i>Coefficient Drag</i> Dengan Kecepatan Angin 3 m/s	50
Gambar 4.15. Grafik <i>Force</i> Dengan Kecepatan Angin 5,5 m/s	51
Gambar 4.16. Grafik <i>Velocity</i> Dengan Kecepatan Angin 5,5 m/s	51
Gambar 4.17. Grafik <i>Coefficient Drag</i> Dengan Kecepatan Angin 5,5 m/s	52
Gambar 4.18. Grafik <i>Force</i> Dengan Kecepatan Angin 8 m/s	53
Gambar 4.19. Grafik <i>Velocity</i> Dengan Kecepatan Angin 8 m/s	53
Gambar 4.20. Grafik <i>Coefficient Drag</i> Dengan Kecepatan Angin 8 m/s	53
Gambar 4.21. <i>Displacement</i> VBT kecepatan angin 3 m/s	55
Gambar 4.22. <i>Displacement</i> VBT kecepatan angin 5,5 m/s	55
Gambar 4.23. <i>Displacement</i> VBT kecepatan angin 8 m/s	56
Gambar 4.24. Hasil Simulasi <i>Frequency Minimum</i>	57
Gambar 4.25. Hasil Simulasi <i>Frequency Maksimum</i>	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2. Detail konfigurasi untuk setiap bentuk turbin angin vortex <i>bladeless</i> yang diusulkan	13
Tabel 3.1. Alat dan Bahan	35
Tabel 4.1. Hasil Perhitungan Parameter VBT Dengan Kecepatan Udara 3 m/s	38
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Parameter VBT Dengan Kecepatan Udara 5,5 m/s	40
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Parameter VBT Dengan Kecepatan Udara 8 m/s	42



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
f	Frekuensi Vortex <i>shedding</i> (rad/s)
St	Strouhal <i>Number</i>
V	Kecepatan rata – rata aliran angin (m/s)
Φ	Panjang karakteristik struktur silinder (m)
D	Diameter turbin (m)
ρ	Massa jenis (kg/m ³)
v	Kecepatan arus (m/s)
c	Panjang <i>chord</i> (m)
μ	Dinamik viskositas (Kg/ms)
ν	Kinematic viskositas (m ² /s)
Re	Reynold <i>Number</i>
F_d	Gaya <i>drag</i> (N)
C_d	<i>Coefficient drag</i>
A	Luas area (m ²)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
VIV	<i>Vortex Induced Vibration</i>
CFD	<i>Computational Fluid Dynamic</i>
PLTB	Pembangkit Listrik Tenaga Bayu
VBT	<i>Vortex Bladeless Turbine</i>
HAWT	<i>Horizontal-Axis Wind Turbine</i>
VAWT	<i>Vertical Axis Wind Turbines</i>

