

**ANALISIS JUMLAH MODULAR TURBIN GORLOV DALAM SATU
SUMBU VERTIKAL TERHADAP *COEFFICIENT POWER*
BERBASIS *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC***



DIDIK FERDY WIJAYATNO
NIM: 41318010036

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2022

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS JUMLAH MODULAR TURBIN GORLOV DALAM SATU SUMBU
VERTIKAL TERHADAP *COEFFICIENT POWER* BERBASIS
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC



Disusun oleh:

Nama : Didik Ferdy Wijayatno
NIM : 41318010036
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
MARET 2022



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Didik Ferdy Wijayatno

NIM : 41318010036

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis Variasi Jumlah Modular Turbin Gorlov Dalam Satu Sumbu Vertikal Terhadap *Coefficient Power* Berbasis *Computational Fluid Dynamic*

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 di kemudian 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.

MERCU BUANA

Jakarta, 16 Desember 2022



Didik Ferdy Wijayatno

PENGHARGAAN

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan Tugas Akhir dapat diselesaikan dengan baik yang berjudul “Analisis Variasi Jumlah Modular Turbin Gorlov Dalam 1 Sumbu Vertikal Terhadap *Coefficient Power* Berbasis *Computational Fluid Dynamic*”. Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak yang memudahkan urusan peneliti dengan memberikan berbagai bantuan baik materil maupun moril. Pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan ucapan terimakasih sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Andriansyah. M. Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Muhamad Fitri, S.T, M.Si, Ph.D. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Alief Avicenna Luthfie, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Program Studi.
5. Bapak Gilang Awan Yudhistira, S.T., MT. koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin.
6. Bapak Dr. Eng. Deni Shidqi Khaerudini selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan serta saran dalam penelitian dan penulisan laporan Tugas Akhir.
7. Kedua orang tua, Bapak Suyatno dan Ibu Umiyati yang telah mensupport dan senantiasa mendoakan peneliti dalam mengerjakan Tugas Akhir.
8. Sahabat yang selalu memberikan doa dan dukungan terhadap peneliti sehingga dapat menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir ini.
9. Team Tugas Akhir Teguh Budi Arnanto, Fajr Fadhila Ahmad, Wanda Islamiyanto
10. Keluarga Besar Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Angkatan 2018 yang selama ini telah memberikan bantuan dan dukungan.



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xv
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	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2. SUMBER ENERGI LAUT	12
2.3. PEMANFAATAN ARUS LAUT	13
2.4. TURBIN ARUS LAUT GORLOV	14

2.5.	EFISIENSI TURBIN GORLOV	15
2.6.	PENGARUH SUDUT SERANG (<i>ANGLE OF ATTACK</i>)	17
2.7.	KARAKTERISTIK TURBIN GORLOV	17
2.7.1.	Struktur (Geometri) <i>Airfoil</i> NACA	17
2.7.2.	Perhitungan <i>Chord</i> (Panjang <i>Airfoil</i>)	19
2.7.3.	<i>Solidity</i>	19
2.7.4.	Viskositas Air	20
2.7.5.	Tekanan Total	22
2.7.6.	Laju Aliran Massa	23
2.7.7.	<i>Reynold Number</i>	24
2.8.	PARAMETER KINERJA TURBIN GORLOV	24
2.8.1.	<i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	24
2.8.2.	<i>Power Water</i> (P_w)	25
2.8.3.	<i>Power Turbin</i> (P_t)	25
2.8.4.	<i>Coefficient Power</i> (C_p)	26
2.9.	PERANGKAT LUNAK (<i>SOFTWARE</i>)	27
2.9.1.	Solidworks	27
2.9.2.	<i>Computational Fluid Dynamic</i>	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		29
3.1.	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	29
3.2.	ALAT DAN BAHAN	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		48
4.1.	<i>CONTOUR</i> KECEPATAN TURBIN GORLOV PADA SETIAP VARIASI MODULAR TURBIN GORLOV	48
4.1.1.	<i>Contour</i> Kecepatan Turbin Gorlov Variasi 60°	48

4.1.2.	<i>Contour</i> Kecepatan Turbin Gorlov Variasi 30°	49
4.1.3.	<i>Contour</i> Kecepatan Turbin Gorlov Variasi 15°	50
4.2.	CONTOUR TEKANAN TURBIN GORLOV PADA SETIAP VARIASI MODULAR TURBIN GORLOV.	51
4.2.1.	<i>Contour</i> Tekanan Turbin Gorlov Variasi 60°	51
4.2.2.	<i>Contour</i> Tekanan Turbin Gorlov Variasi 30°	52
4.2.3.	<i>Contour</i> Tekanan Turbin Gorlov Variasi 15°	53
4.3.	ANALISIS <i>STREAMLINE</i> TURBIN PADA SETIAP VARIASI	54
4.4.	KINERJA TURBIN GORLOV	55
4.4.1.	Torsi	55
4.4.2.	Daya Turbin	57
4.4.3.	<i>Coefficient Power</i>	58
4.5.	PERBANDINGAN DENGAN PENELITIAN TERDAHULU	59
 BAB V PENUTUP		61
5.1.	KESIMPULAN	61
5.2.	SARAN	61
 DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN		66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gambar Skema Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut	14
Gambar 2.2. Turbin Gorlov	15
Gambar 2.3. Jenis Turbin Dengan Sumbu Vertikal	16
Gambar 2.4. Geometri <i>Airfoil</i>	18
Gambar 2.5. <i>Airfoil</i> NACA 4412	19
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2. Proses Memasukan Koordinat <i>Airfoil</i>	32
Gambar 3.3. <i>Airfoil</i> NACA 4412	33
Gambar 3.4. Poros Turbin Gorlov	33
Gambar 3.5. <i>Plate</i> Turbin Gorlov	34
Gambar 3.6. Proses Pembuatan <i>blade</i>	34
Gambar 3.7. <i>Blade</i> Turbin Gorlov	35
Gambar 3. 8. Desain Turbin Gorlov Sudut Penempatan <i>Blade</i> 60°	35
Gambar 3.9. Turbin Gorlov Variasi Sudut Penempatan <i>Blade</i> 60°	36
Gambar 3. 10. Desain Turbin Gorlov Sudut Penempatan <i>Blade</i> 30°	36
Gambar 3.11. Turbin Gorlov Variasi Sudut Penempatan <i>Blade</i> 30°	36
Gambar 3. 12. Desain Turbin Gorlov Sudut Penempatan <i>Blade</i> 15°	37
Gambar 3.13. Turbin Gorlov Variasi Sudut Penempatan <i>Blade</i> 15°	37
Gambar 3.14. Diagram Alir Simulasi	40
Gambar 3.15. Tahap <i>Geometry Stator</i>	41
Gambar 3.16. Tahap <i>Geometry Rotor</i>	41
Gambar 3.17. Tahap <i>Meshing Stator</i>	42
Gambar 3.18. Tahap <i>Meshing Rotor</i>	42
Gambar 3.19. Tahap <i>Set Up</i>	44
Gambar 3.20. Tahap <i>Solution</i>	46
Gambar 4.1. <i>Contour</i> Kecepatan Fluida Turbin Gorlov Variasi 60° (a) 200 rpm (b) 220 rpm (c) 240 rpm (d) 260	49
Gambar 4.2. <i>Contour</i> Kecepatan Fluida Turbin Gorlov Variasi 30° (a) 200 rpm (b) 220 rpm (c) 240 rpm (d) 260 rpm	50
Gambar 4.3. <i>Contour</i> Kecepatan Fluida Turbin Gorlov Variasi 15° (a) 200 rpm (b) 220 rpm (c) 240 rpm (d) 260 rpm	51

Gambar 4.4. <i>Contour</i> Tekanan Fluida Turbin Gorlov Variasi 60° (a) 200 rpm (b) 220 rpm (c) 240 rpm (d) 260 rpm	52
Gambar 4.5. <i>Contour</i> Tekanan Fluida Turbin Gorlov Variasi 30° (a) 200 rpm (b) 220 rpm (c) 240 rpm (d) 260 rpm	53
Gambar 4.6. <i>Contour</i> Tekanan Fluida Turbin Gorlov Variasi 15° (a) 200 rpm (b) 220 rpm (c) 240 rpm (d) 260 rpm	54
Gambar 4.7. <i>Streamline</i> Turbin Gorlov (a) Variasi 60° (b) Variasi 30° (c) Variasi 15° Pada Putaran 240 rpm	55
Gambar 4.8. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Putar Terhadap Torsi Turbin Gorlov Pada Setiap Variasi Sudut Penempatan <i>Blade</i>	56
Gambar 4.9. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Putar Terhadap Daya Turbin Gorlov Pada Setiap Variasi Sudut Penempatan <i>Blade</i>	57
Gambar 4.10. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Putar Terhadap Efisiensi Turbin Gorlov Pada Setiap Variasi Sudut Penempatan <i>Blade</i>	59



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2. Modular Turbin Gorlov Dalam Penelitian Terdahulu	12
Tabel 2.3. Efisiensi dan Kecepatan Arus Turbin	16
Tabel 2.4. Sifat - sifat Air	21
Tabel 3.1. Hasil Perhitungan Geometri Turbin Gorlov	32
Tabel 3.2. Data <i>Element</i> dan <i>Nodes Meshing</i>	43
Tabel 3.3. Data <i>Quality Meshing</i>	43
Tabel 3.4. Tahap <i>Set Up</i>	45
Tabel 3.5. Alat dan Bahan	47
Tabel 4.1. Nilai Torsi Turbin Gorlov Pada Setiap Variasi Sudut Penempatan <i>Blade</i>	56
Tabel 4.2. Nilai Daya Turbin Gorlov Pada Setiap Variasi Sudut Penempatan <i>Blade</i>	57
Tabel 4.3. Nilai Efisiensi Turbin Gorlov Pada Setiap Variasi Sudut Penempatan <i>Blade</i>	58

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
a	Sudut Bilah Turbin
c	Panjang <i>Chord</i> (m)
σ	Soliditas
τ	Tegangan Geser (N/m ²)
μ	Viskositas Dinamis (Ns/m ²)
d_c	Satuan Kecepatan (m/s)
d_y	Satuan Jarak (m)
ν'	Viskositas Kinematis (m ² /s)
P_{Tot}	Tekanan Total (Pa)
P_{Stat}	Tekanan Statis (Pa)
g	Percepatan Gravitasi (m/s ²)
ρ	Massa Jenis Fluida (kg/m ³)
λ	<i>Tip Speed Ratio</i>
ω	Kecepatan Sudut (rad/s)
r	Jari – jari (m)
v	Kecepatan Arus (m/s)
\dot{m}	Laju Aliran Massa (kg/s)
RPM	<i>Revolution Per Minute</i>
D	Diameter (m)
P_w	Daya Air
P_t	Daya Turbin

Simbol	Keterangan
F	Gaya (N)
A	Luas Area (m ²)
C_p	<i>Coefficient Power</i>
T	Torsi (Nm)
b	Jumlah Bilah
h_t	Tinggi Turbin (m)
h	Kedalaman titik ada fluida diam (m)
η	Efisiensi Turbin (%)



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
PLTAL	Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut
CFD	<i>Computational Fluid Dynamic</i>
OTEC	<i>Ocean Thermal Energy Conversion</i>
TSR	<i>Tip Speed Ratio</i>

