

**PERANCANGAN TURBIN ARUS LAUT DI PERAIRAN LAUT CILEGEON
MENGUNAKAN TURBIN GORLOV BERBASIS *COMPUTATIONAL*
*FLUID DYNAMIC***



DIKI PERMANA
41316010026

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2020**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN TURBIN ARUS LAUT DI PERAIRAN LAUT CILEGEON
MENGUNAKAN TURBIN GORLOV BERBASIS *COMPUTATIONAL
FLUID DYNAMIC***



Disusun Oleh:

Nama : Diki Permana
NIM : 41316010026
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
AGUSTUS 2020**

HALAMAN PENGESAHAN

**PERANCANGAN TURBIN ARUS LAUT DI PERAIRAN LAUT CILEGON
MENGUNAKAN TURBIN GORLOV BERBASIS *COMPUTATIONAL
FLUID DYNAMIC***



Disusun Oleh:

Nama : Diki Permana

NIM : 41316010026

Program Studi : Teknik Mesin

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing
Pada tanggal: 5 Agustus 2020

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Dr. Abdul Hamid, B.Eng. M.Eng.

Koordinator Tugas Akhir

Alief Avicenna L, ST, M.Eng.

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Diki Permana
NIM : 41316010026
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Kerja Praktik : Perancangan Turbin Arus Laut di Perairan Laut Cilegon
Menggunakan Turbin Gorlov 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.

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

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 5 Agustus 2020



Diki Permana

PENGHARGAAN

Puji syukur selalu dan tak lupa penulis panjatkan kepada kehadiran Tuhan yang Maha Kuasa, Allah SWT, karena atas nikmat, ridho, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu dan dapat menyusun laporan Tugas Akhir. Penyusunan laporan Tugas Akhir merupakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir dan sebagai 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 maupun langsung.

Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih sebesar – besarnya kepada:

1. Allah SWT, karena berkat izin dan kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan rangkaian kegiatan Tugas Akhir dan menyusun laporan Tugas Akhir dengan baik.
2. Kedua orang tua, Ayahanda Purwanto dan Ibunda Mila Roesnelin yang telah membiayai kuliah penulis.
3. Bapak Nanang Ruhyat selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan motivasi kepada setiap mahasiswa Teknik Mesin.
4. Bapak Sekertaris Program Studi selaku koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Abdul Hamid sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan nasehat selama proses pembuatan laporan ini.
6. Teman – teman Tugas Akhir Panji Utomo, Rodivan Umar, Hardi Gunawan dan Teman lainnya yang telah membantu dalam segala hal.
7. Teman-teman jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana angkatan 2016 yang selama ini memberikan bantuan dan dukungan

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan ini hal tersebut tidak lain karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran yang bersifat

membangun. Akhir kata, penulis berharap agar laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 5 Agustus 2020



Diki Permana



ABSTRAK

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan penting dalam masyarakat pesisir terutama di wilayah pulau – pulau kecil yang tidak terjangkau jaringan listrik nasional. Dalam tugas akhir ini, penulis meneliti pemanfaatan potensi energi arus laut, dengan karakteristik arus laut di Indonesia. Berdasarkan potensi tersebut untuk memaksimalkan energi arus laut, penulis melakukan pengembangan perancangan turbin Gorlov sebagai turbin pembangkit listrik tepat guna sesuai karakteristik laut di Indonesia, dengan metode berbasis perangkat lunak CFD. Hasil dari software yang didapat yaitu parameter – parameter sebagai bentuk geometri sebuah turbin pembangkit listrik, yang meliputi besarnya gaya hidrodinamik, *coefficient power*, *coefficient drag* dan torsi yang dihasilkan. Hasil yang diperoleh dari Turbin Gorlov 4 Sudu dengan *chord* 0,15 m yang mendapatkan nilai C_p maksimal sebesar 0,2 atau 20% menggunakan kecepatan arus 2 m/s. Hasil tersebut merupakan *Coefficient Power* terbaik dari ketiga model, dengan menghasilkan daya sebesar 55 watt.

Kata kunci: Turbin Gorlov, *Computational Fluid Dynamics*, *Ocean Current*.



DESIGN OF SEA CURRENT TURBINE IN CILEGEON SEA WATER USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC BASED GORLOV TURBINE

ABSTRACT

Electrical energy is one of the important needs in coastal communities, especially in small islands that are not reached by the national electricity grid. In this thesis, the author examines the potential utilization of ocean current energy, with the characteristics of ocean currents in Indonesia. Based on this potential to maximize the energy of ocean currents, the authors developed the design of the Gorlov turbine as an efficient power generation turbine in accordance with the characteristics of the sea in Indonesia, using a CFD based software method. The results of the software obtained are parameters as a geometrical form of a power plant turbine, which includes the magnitude of the hydrodynamic force, the coefficient of power, the coefficient of drag and the torque produced. The results obtained from the Turbine Gorlov 4 Turbine with a 0.15 m chord that get a maximum C_p value of 0.2 or 20% using a current speed of 2 m / s. These results are the best Coefficient Power of the three models, with a power of 55 watts.

Key word: *Turbine Gorlov, Computational Fluid Dynamics, Ocean Current.*



DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. ENERGI LAUT	5
2.2. TURBIN GORLOV	6
2.3. EFISIENSI DAN KELEBIHAN TURBIN ARUS LAUT GORLOV	7
2.4. KARAKTERISTIK TURBIN GORLOV	9
2.4.1. Geometri Airfoil NACA	9
2.4.2. Panjang Airfoil (Chord)	10
2.4.3. Solidity	10
2.4.4. Viskositas Air	11
2.4.5. Reynolds Number (Re)	12
2.5. PARAMETER TURBIN GORLOV	13
2.5.1. RPM	13
2.5.2. Tip Speed Ratio	13

2.5.3. Coefficient Power (C_p)	14
2.5.4. Power Turbin (P_t)	14
2.5.5. Power Water (P_w)	15
2.5.6. Coefficient Drag (C_d)	15
2.5.7. Coefficient Lift (C_l)	16
2.6. PERANGKAT LUNAK	17
2.6.1. Solidworks	17
2.6.2. Solidworks Flow Simulation	18
BAB III METODOLOGI	19
3.1. DIAGRAM ALIR PENELITIAN	19
3.2. TAHAPAN PENELITIAN	20
3.2.1. Alat dan Bahan	20
3.2.2. Permodelan Turbin Gorlov	20
3.2.3. Simulasi Menggunakan Solidworks Flow Simulation	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1. HASIL PERHITUNGAN DATA TURBIN	28
4.1.1. Hasil Perhitungan Geometri Turbin Gorlov Tiga Sudu Dengan Chord 0,15 m	28
4.1.2. Hasil Perhitungan Geometri Turbin Gorlov Empat Sudu Dengan Chord 0,15 m	30
4.1.3. Hasil Perhitungan Geometri Turbin Gorlov Tiga Sudu Dengan Chord 0,10 m	32
4.2. HASIL SIMULASI MODEL	33
4.2.1. Hasil Simulasi Turbin Gorlov Tiga Sudu Dengan Chord 0,15 m	34
4.2.2. Hasil Simulasi Turbin Gorlov Empat Sudu Dengan Chord 0,15 m	36
4.2.3. Hasil Simulasi Turbin Gorlov Tiga Sudu Dengan Chord 0,10 m	38
4.3. HASIL ANALISIS DATA TURBIN GORLOV	41
BAB V PENUTUP	69
5.1. KESIMPULAN	69
5.2. SARAN	69
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	74

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Turbin Gorlov	7
Gambar 2.2 Jenis turbin air dan Efisien	8
Gambar 2.3 Geometri Airfoil	9
Gambar 2.4 NACA Airfoil 6412	10
Gambar 2.5 Sifat - sifat Air	11
Gambar 2.6 Logo Solidworks	17
Gambar 2.7 Logo Solidworks Flow Simulation	18
Gambar 3.1 Flow Chart Peneletian	19
Gambar 3.2 Proses Pembuatan Poros Turbin	21
Gambar 3.3 Proses Pembuatan Plate Turbin dan Bilah	21
Gambar 3.4 Turbin Gorlov 3 Blade	22
Gambar 3.5 Turbin Gorlov 4 Blade	22
Gambar 3.6 Turbin Gorlov 3 Blade dengan chord 10 cm	23
Gambar 3.7 Setelah Proses Pembentukan Kembali Plate	24
Gambar 3.8 Tampilan Interface Solidworks	24
Gambar 3.9 Menu Flow Simulation	25
Gambar 3.10 Tampilan menu wizard	25
Gambar 3.11 Tahap Setup	26
Gambar 3.12 Tahap Solver	26
Gambar 4.1 Geometri Turbin Gorlov 1	30
Gambar 4.2 Geometri Turbin Gorlov 2	31
Gambar 4.3 Geometri Turbin Gorlov 3	33
Gambar 4.4 Contour Pressure [N/m ²] Dengan Kecepatan Arus 1 m/s	34
Gambar 4.5 Contour Pressure [N/m ²] Dengan Kecepatan Arus 1,5 m/s	34
Gambar 4.6 Contour Pressure [N/m ²] Dengan Kecepatan 2 m/s	34
Gambar 4.7 Cut-Plot Velocity [m/s] Dengan Kecepatan Arus 1 m/s	35
Gambar 4.8 Cut-Plot Velocity [m/s] Dengan Kecepatan Arus 1,5 m/s	35
Gambar 4.9 Cut-Plot Velocity [m/s] Dengan Kecepatan Arus 2 m/s	35
Gambar 4.10 Contour Pressure [N/m ²] Dengan Kecepatan Arus 1 m/s	36

Gambar 4.11 Contour Pressure [N/m ²] Dengan Kecepatan Arus 1,5 m/s	36
Gambar 4.12 Contour Pressure [N/m ²] Dengan Kecepatan Arus 2 m/s	37
Gambar 4.13 Cut-Plot Velocity [m/s] Dengan Kecepatan Arus 1 m/s	37
Gambar 4.14 Cut-Plot Velocity [m/s] Dengan Kecepatan Arus 1,5 m/s	37
Gambar 4.15 Cut-Plot Velocity [m/s] Dengan Kecepatan Arus 2 m/s	38
Gambar 4.16 Contour Pressure [N/m ²] Dengan Kecepatan Arus 1 m/s	38
Gambar 4.17 Contour Pressure [N/m ²] Dengan Kecepatan Arus 1,5 m/s	39
Gambar 4.18 Contour Pressure [N/m ²] Dengan Kecepatan Arus 2 m/s	39
Gambar 4.19 Cut-Plot Velocity [m/s] Dengan Kecepatan Arus 1 m/s	40
Gambar 4.20 Cut-Plot Velocity [m/s] Dengan Kecepatan Arus 1,5 m/s	40
Gambar 4.21 Cut-Plot [m/s] Dengan Kecepatan Arus 2 m/s	40
Gambar 4.22 Grafik Force (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s. (c) Kecepatan Arus 2 m/s	42
Gambar 4.23 Grafik Torque (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s. (c) Kecepatan Arus 2 m/s	43
Gambar 4.24 Grafik RPM (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s. (c) Kecepatan Arus 2 m/s	44
Gambar 4.25 Grafik Daya Turbin (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	45
Gambar 4.26 Grafik Daya Air (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	46
Gambar 4.27 Grafik Coefficient Power (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	47
Gambar 4.28 Grafik Coefficient Drag (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	48
Gambar 4.29 Grafik Velocity Terhadap RPM	49
Gambar 4.30 Grafik Velocity Terhadap Torque	49
Gambar 4.31 Grafik Velocity terhadap Daya Turbin	50
Gambar 4.32 Grafik Force (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	51
Gambar 4.33 Grafik Torque (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	52
Gambar 4.34 Grafik RPM (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	53

Gambar 4.35 Grafik Daya Turbin (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	54
Gambar 4.36 Grafik Daya Air (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	55
Gambar 4.37 Grafik Coefficient Power (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	56
Gambar 4.38 Grafik Coefficient Drag (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	57
Gambar 4.39 Grafik Velocity Terhadap RPM	58
Gambar 4.40 Grafik Velocity Terhadap Torque	58
Gambar 4.41 Grafik Velocity Terhadap Daya Turbin	59
Gambar 4.42 Grafik Force (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	60
Gambar 4.43 Grafik Torque (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	61
Gambar 4.44 Grafik RPM (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	62
Gambar 4.45 Grafik Daya Turbin (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	63
Gambar 4.46 Grafik Daya Air (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	64
Gambar 4.47 Grafik Coefficient Power (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	65
Gambar 4.48 Grafik Coefficient Drag (a) Kecepatan Arus 1 m/s. (b) Kecepatan Arus 1,5 m/s (c) Kecepatan Arus 2 m/s	66
Gambar 4.49 Grafik Velocity Terhadap RPM	67
Gambar 4.50 Grafik Velocity Terhadap Torque	67
Gambar 4.51 Grafik Velocity Terhadap Daya Turbin	68

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Estimasi Potensi Energi Laut	6
Tabel 2.2 Perbandingan Efisiensi dan Kecepatan Arus Turbin	8
Tabel 3.1 Daftar Alat dan Bahan	20
Tabel 3.2 Geometri Turbin Gorlov	23
Tabel 4.1 Geometri Turbin Gorlov Tiga Sudu Dengan Chord 0,15 m	29
Tabel 4.2 Geometri Turbin Gorlov Empat Sudu Dengan Chord 0,15 m	31
Tabel 4.3 Geometri Turbin Gorlov Tiga Sudu Dengan Chord 0,10 m	33
Tabel 4.4 Menunjukkan Nilai Parameter Turbin Gorlov 1	49
Tabel 4.5 Menunjukkan Nilai Parameter Turbin Gorlov 2	58
Tabel 4.6 Menunjukkan Nilai Parameter Turbin Gorlov 3	67



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
α	Sudut Bilah Turbin
λ	<i>Tip Speed Ratio</i>
σ	Soliditas
τ	Tegangan Geser
μ	Viskositas Dinamis
d_c	Satuan Kecepatan
d_y	Satuan Jarak
ν'	Viskositas Kinematis
ρ	Massa Jenis
η	Efisiensi Turbin
ω	Kecepatan Sudut
C	Panjang <i>Chord</i>
D	Diameter
b	Jumlah Bilah
h	Tinggi bilah
<i>RPM</i>	Revolution per Minute
C_p	<i>Coefficient Power</i>
P_t	Daya Turbin
P_w	Daya Air
T	Torsi

F	Gaya
r	Jari – jari
A	Luas Area
C_d	<i>Coefficient Drag</i>
C_l	<i>Coefficient Lift</i>

