

**PERANCANGAN KONSTRUKSI *TUNNEL* PADA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA ARUS LAUT (PLTAL) MENGGUNAKAN METODE
*COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)***



TEGUH BUDI ARNANTO
NIM: 41318010042

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2022

PERANCANGAN KONSTRUKSI *TUNNEL* PADA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA ARUS LAUT (PLTAL) MENGGUNAKAN METODE
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)



Disusun oleh:

Nama : Teguh Budi Arnanto
NIM : 41318010042
Program Studi : Teknik Mesin

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

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN KONSTRUKSI *TUNNEL* PADA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA ARUS LAUT (PLTAL) MENGGUNAKAN METODE
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)

Disusun oleh:

Nama : Teguh Budi Arnanto
NIM : 41318010042
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)

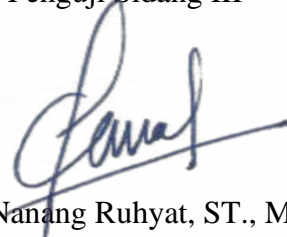
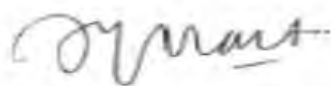
(Wiwit Suprihatningsih, S.Si., M.Si)

NIP. 216890126

NIP. 119800641

Penguji Sidang II

Penguji Sidang III



(Dra. I Gusti Ayu., Ph.D)

(Dr. Nanang Ruhyat, ST., MT)

NIP. 114640433

NIP. 101730256

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin

Koordinator TA



(Muhammad Fitri, ST., M.Si., P.hD)



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

NIP. 118690617

NIP. 216910097

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Teguh Budi Arnanto

NIM : 41318010042

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Kerja Praktik : Perancangan Konstruksi *Tunnel* Pada Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) Menggunakan Metode *Computational Fluid Dynamic (CFD)*

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, 21 Juli 2022



Teguh Budi Arnanto

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. Bapak Dr. Harwikarya M.T selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Mawardi Amin M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Muhammad Fitri, S.T, M.Si, Ph.D selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng, selaku Sekretaris Program Studi dan Koordinator Tugas Akhir Universitas Mercu Buana.
5. Gian Villany Golwa, ST., MT, selaku Koordinator Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
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 Marnata dan Ibu Suparni yang telah mensupport dan senantiasa mendoakan peneliti dalam mengerjakan Tugas Akhir.
8. Team Tugas Akhir Didik Ferdy Wijayatno, Fajr Fadhila Ahmad, Wanda Islamiyanto
9. Keluarga Besar Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Angkatan 2018 yang selama ini telah memberikan bantuan dan dukungan.
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, 21 Juli 2022



Teguh Budi Arnanto



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	xiv
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 LAUT	13
2.3. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS LAUT	14
2.4. POTENSI ARUS LAUT INDONESIA	14
2.5. KONTRUKSI <i>TUNNEL</i>	16
2.6. TURBIN GORLOV	17
2.7. ENERGI HIDROKINETIK	17
2.8. ALIRAN FLUIDA	18

2.8.1.	Reynolds <i>Number</i> (Re)	19
2.8.2.	Viskositas Air Laut	19
2.8.3.	Debit Aliran Fluida	21
2.8.4.	Persamaan Kontinuitas	22
2.8.5.	Persamaan Bernoulli	23
2.8.6.	<i>COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC</i>	23
2.9.	PERANGKAT LUNAK	26
2.9.1.	Solidworks	27
2.9.2.	Solidworks <i>Flow Simulation</i>	27
BAB III METODOLOGI		29
3.1.	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	29
3.2.	ALAT DAN BAHAN	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		42
4.1.	HASIL PERANCANGAN DAN PERHITUNGAN	42
4.1.1.	Hasil Perhitungan Re dan Debit Air Kecepatan Arus 0,5 m/s	44
4.1.2.	Hasil Perhitungan Re dan Debit Air Kecepatan Arus 1,0 m/s	45
4.1.3.	Hasil Perhitungan Re dan Debit Air Kecepatan Arus 1,5 m/s	46
4.2.	HASIL SIMULASI KONSTRUKSI <i>TUNNEL</i>	47
4.2.1.	Hasil Simulasi Konstruksi <i>Tunnel</i> Dengan Kecepatan Arus 0,5 m/s	48
4.2.2.	Hasil Simulasi Konstruksi <i>Tunnel</i> Dengan Kecepatan Arus 1,0 m/s	49
4.2.3.	Hasil Simulasi Konstruksi <i>Tunnel</i> Dengan Kecepatan Arus 1,5 m/s	51
4.3.	HASIL ANALISIS DATA KONSTRUKSI <i>TUNNEL</i>	53
4.3.1.	Konstruksi <i>Tunnel</i> Dengan Kecepatan Arus 0,5 m/s	54
4.3.2.	Konstruksi <i>Tunnel</i> Dengan Kecepatan Arus 1,0 m/s	57
4.3.3.	Konstruksi <i>Tunnel</i> Dengan Kecepatan Arus 1,5 m/s	59

4.4.	HASIL ANALISIS DATA TURBIN GORLOV	62
BAB V PENUTUP		65
5.1.	KESIMPULAN	65
5.2.	SARAN	66
DAFTAR PUSTAKA		67
LAMPIRAN		70
LAMPIRAN A. KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR		70
LAMPIRAN B. GAMBAR DESAIN KONSTRUKSI <i>TUNNEL</i>		71



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gambar Perancangan Konstruksi <i>Tunnel</i>	16
Gambar 2.2. Turbin Gorlov	17
Gambar 2.3. Aliran Laminar dan Turbulent	18
Gambar 2.4. Tampilan Logo Solidworks	27
Gambar 2.5. Logo Solidworks <i>Flow Simulation</i>	28
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2. Diagram Alir Perancangan Konstruksi <i>Tunnel</i>	31
Gambar 3.3. Gambar Perancangan Konstruksi <i>Tunnel</i>	32
Gambar 3.4. Menu <i>Home</i> Solidworks	33
Gambar 3.5. <i>Plane</i> Solidworks	33
Gambar 3.6. Panjang dan Lebar Konstruksi <i>Tunnel</i>	34
Gambar 3.7. Panjang dan Lebar dalam Ruang Konstruksi <i>Tunnel</i>	34
Gambar 3.8. <i>3D Sketch</i>	35
Gambar 3.9. Membuat Krangka Konstruksi <i>Tunnel</i>	35
Gambar 3.10. Diagram Alir Simulasi Konstruksi <i>Tunnel</i>	36
Gambar 3.11. Menu Solidworks <i>Flow Simulation</i>	37
Gambar 3.12. Tampilan <i>Menu Wizard</i>	38
Gambar 3.13. Tahap <i>Setup</i>	38
Gambar 3.14. Tahap <i>Solver</i>	39
Gambar 3.15. Tahap <i>Result</i>	39
Gambar 4.1. Hasil Perancangan Konstruksi <i>Tunnel</i>	42
Gambar 4.2. Sketch Perancangan Konstruksi <i>Tunnel</i>	43
Gambar 4.3. Konstruksi <i>Tunnel</i> dengan Turbin	43
Gambar 4.4. <i>Contour Pressure</i> (N/m ²) Dengan Kecepatan Arus Laut 0,5 m/s	48
Gambar 4.5. <i>Cut-Plot Velocity</i> (m/s) Dengan Kecepatan Arus Laut 0,5 m/s	48
Gambar 4.6. <i>Flow Trejectories</i> (m/s) Dengan Kecepatan Arus Laut 0,5 m/s	49
Gambar 4.7. <i>Contour Pressure</i> (N/m ²) Dengan Kecepatan Arus Laut 1,0 m/s	50
Gambar 4.8. <i>Cut-Plot Velocity</i> (m/s) Dengan Kecepatan Arus Laut 1,0 m/s	50
Gambar 4.9. <i>Flow Trejectories</i> (m/s) Dengan Kecepatan Arus Laut 1,0 m/s	51
Gambar 4.10. <i>Contour Pressure</i> (N/m ²) Dengan Kecepatan Arus Laut 1,5 m/s	52
Gambar 4.11. <i>Cut-Plot Velocity</i> (m/s) Dengan Kecepatan Arus Laut 1,5 m/s	52

Gambar 4.12. <i>Flow Trejectories</i> (m/s) Dengan Kecepatan Arus Laut 1,5 m/s	53
Gambar 4.13. Grafik Kontinuitas 1 Kecepatan Arus 0,5 m/s	54
Gambar 4.14. Grafik Kontinuitas 2 Kecepatan Arus 0,5 m/s	55
Gambar 4.15 Grafik <i>Velocity</i> Terhadap Kontinuitas 1 Arus 0,5 m/s	56
Gambar 4.16 Grafik <i>Velocity</i> Terhadap Kontinuitas 2 Arus 0,5 m/s	56
Gambar 4.17. Grafik Kontinuitas 1 Kecepatan Arus 1 m/s	57
Gambar 4.18. Grafik Kontinuitas 2 Kecepatan Arus 1 m/s	57
Gambar 4.19. Grafik <i>Velocity</i> Terhadap Kontinuitas 1	58
Gambar 4.20. Grafik <i>Velocity</i> Terhadap Kontinuitas 2	59
Gambar 4.21. Grafik Kontinuitas 1 Kecepatan Arus 1,5 m/s	59
Gambar 4.22. Grafik Kontinuitas 2 Kecepatan Arus 1,5 m/s	60
Gambar 4.23. Grafik <i>Velocity</i> Terhadap Kontinuitas 1	61
Gambar 4.24. Grafik <i>Velocity</i> Terhadap Kontinuitas 2	61
Gambar 4.25. Grafik <i>Velocity</i> Terhadap RPM	63
Gambar 4.26. Grafik <i>Velocity</i> Terhadap <i>Torque</i>	63
Gambar 4.27. Grafik <i>Velocity</i> Terhadap Daya Turbin	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2. Data Kecepatan Arus Laut Indonesia	15
Tabel 2.3. Sifat - sifat Air	20
Tabel 3.1. Tabel Alat dan Bahan	40
Tabel 3.2. Tabel Spesifikasi Laptop	41
Tabel 3.3. <i>Conditions and Parameter of the CFD</i>	41
Tabel 4.1. Perhitungan Debit Air dengan Kecepatan Arus 0,5 m/s	45
Tabel 4.2. Perhitungan Debit Air dengan Kecepatan Arus 1 m/s	46
Tabel 4.3. Perhitungan Debit Air Dengan Kecepatan Arus 1,5 m/s	47
Tabel 4.4. Hasil Parameter Konstruksi <i>Tunnel</i> dengan Kecepatan Arus 0,5 m/s	55
Tabel 4.5. Hasil Parameter Konstruksi <i>Tunnel</i> dengan Kecepatan Arus 1,0 m/s	58
Tabel 4.6. Hasil Parameter Konstruksi <i>Tunnel</i> dengan Kecepatan Arus 1,5 m/s	61
Tabel 4.7. Nilai Parameter Turbin Gorlov pada Konstruksi <i>Tunnel</i>	62

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
A	Luas Penampang (m^2)
d_c	Satuan Kecepatan (m/s)
d_y	Satuan Jarak (m)
E_r	Energi Total
g	Percepatan Gravitasi (m/s^2)
h	Tinggi Suatu Titik Dari Permukaan (m)
l	Lebar
\dot{m}	Laju Aliran Massa
p	Panjang
P	Tekanan Pada Suatu Titik Aliran Fluida (Pa)
Pr	Bilangan Prandtl
q	Heat Flux
Q	Debit Aliran (m^3/s)
Re	Bilangan Reynold
t	Waktu
u	Komponen Kecepatan ke arah sumbu X
v	Komponen Kecepatan ke arah sumbu Y
V	Kecepatan Aliran Fluida (m/s)
ν	Viskositas Kinematis
w	Komponen Kecepatan ke arah sumbu Z
x	Koordinat Sumbu X
y	Koordinat Sumbu Y
z	Koordinat Sumbu Z
ρ	Massa Jenis (kg/m^3)
τ	Tegangan Geser (N/m^2)
μ	Viscositas (Ns/m^2)
kg	Kilogram (kg)

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
PLTAL	Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut
PIV	<i>Particle Image Velocimetry</i>
CFD	<i>Computational Fluid Dynamic</i>

