

**ANALISIS KONSTRUKSI *TUNNEL* PEMBANGKIT LISTRIK ARUS LAUT
DALAM PENERAPAN ENERGI TERBARUKAN**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**HARDI GUNAWAN
41316010042**

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

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS KONSTRUKSI *TUNNEL* PEMBANGKIT LISTRIK ARUS LAUT
DALAM PENERAPAN ENERGI TERBARUKAN**



Disusun Oleh :

Nama : Hardi Gunawan
NIM : 41316010042
Program Studi : Teknik Mesin

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

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KONSTRUKSI *TUNNEL* PEMBANGKIT LISTRIK ARUS LAUT
DALAM PENERAPAN ENERGI TERBARUKAN**



Di Susun Oleh:

Nama : Hardi Gunawan

NIM : 41316010042

Program Studi : Teknik Mesin

Telah di periksa oleh dan disetujui oleh dosen pembimbing

Pada tanggal 06 Agustus 2020

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Ir. Yuriadi Kusuma, M.Sc.

Koordinator Tugas Akhir

Alief Ancenna Luthfi, ST, M.Eng

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Hardi Gunawan

NIM : 41316010042

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis Konstruksi *Tunnel* Pembangkit Listrik Arus
Laut Dalam Penerapan Energi Terbarukan

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 tidak ada paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 06 Agustus 2020



Hardi Gunawan

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. Dalam proses penyusunan laporan Tugas Akhir, penulis menyadari banyak dukungan dari berbagai pihak. 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 laporan tugas akhir dengan baik.
2. Bapak Abdul Syukur S.Pd dan Ibu Sumiati selaku kedua orangtua penulis yang senantiasa membimbing dan mendukung baik moril maupun materil, semoga rahmat Allah menyertai mereka.
3. Bapak Dr. Nanang Ruhyat Selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Bapak Dr. Abdul Hamid dan Bapak Yuriadi Kusuma M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Teman – teman Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Mercu Buana angkatan 2016 yang selama ini memberikan dukungan dan Team Pembangkit Listrik Hybrid, Diki Permana, Panji Utomo, dan Muhamad Rodivan.
6. Sahabat – Sahabat Pergerakan Mahasiswa Islam Indonesia Cabang Jakarta Barat, yang selalu menjadi motivasi dalam berproses.
7. Miftahul Janah yang selalu memberikan semangat tanpa pamrih

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata penulis berharap agar laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 04 Agustus 2020



Hardi Gunawan

ABSTRAK

Analisis konstruksi *tunnel* pada pembangkit listrik tenaga arus laut dilakukan dalam meningkatkan efisiensi turbin arus laut. Dibutuhkan bagaimana desain konstruksi *tunnel* pada pembangkit listrik tenaga arus laut yang mampu menerima kecepatan arus laut sebesar 0,5 m/s sampai dengan 2,0 m/s dalam penerapan energi baru terbarukan. Dari beberapa sumber literatur, masih banyak yang harus dilakukan pengkajian dan penelitian tentang *tunnel* arus laut untuk kecepatan rendah khususnya arus laut di Indonesia. Terowongan atau *tunnel* ini digunakan sebagai tempat aliran arus laut yang akan menuju ke bilah turbin, dan juga konstruksi *tunnel* dibuat agar aliran arus laut yang menuju ke arah bilah turbin dapat mengalir secara baik sehingga menjadikan putaran turbin yang lebih efisien. Simulasi yang dilakukan pada konstruksi *tunnel* pembangkit listrik tenaga arus laut menggunakan perangkat lunak *Solidworks Flow Simulation*, dengan variasi kecepatan arus 0,5 m/s, 1,0 m/s, 1,5 m/s, 2,0 m/s didapatkan peningkatan kecepatan arus laut setelah arus memasuki konstruksi tunnel. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan konstruksi tunnel dapat meningkatkan efisiensi turbin pembangkit listrik arus laut dikarenakan efisiensi turbin berbanding lurus dengan kecepatan arus laut.

Kata Kunci: Konstruksi *tunnel*, efisiensi, simulasi, kecepatan, arus laut, pembangkit listrik tenaga arus laut.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

The design of tunnel construction in sea current power plants is done in increasing the efficiency of sea current turbines. What is needed is the design of tunnel construction in a sea current power plant capable of receiving sea current speeds of 0.5 m/s to 2.0 m/s in the application of new renewable energy. From a number of sources of literature, there is still much that needs to be done in the study and research on sea current tunnels for low speeds, especially ocean currents in Indonesia. Tunnel or tunnel is used as a place for the flow of sea currents that will go to the turbine blades, and also tunnel construction is made so that the flow of sea currents that head towards the turbine blades can flow properly so as to make turbine turns more efficient. Simulations performed on the construction of sea current power plant tunnels using Solidworks Flow Simulation software, with variations in current speed of 0.5 m/s, 1.0 m/s, 1.5 m/s, 2.0 m/s obtained an increase in the speed of ocean currents after currents enter tunnel construction. The results of this study indicate that the use of tunnel construction can increase the turbine efficiency of ocean current power plants because turbine efficiency is directly proportional to the speed of ocean currents.

Keywords: *Tunnel construction, efficiency, simulation, speed, ocean currents, sea power plants*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SIMBOL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN	2
1.4. BATASAN MASALAH	2
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. STUDI LITERATUR	4
2.2. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS LAUT	5
2.3. POTENSI ARUS LAUT INDONESIA	6
2.4. ENERGI HIDROKINETIK	6
2.5. MEKANIKA FLUIDA	7
2.6. ALIRAN FLUIDA	7
2.6.1. Reynold Number	8
2.6.2 Viskositas	9
2.6.3 Debit Aliran Fluida	10
2.6.4 Persamaan Kontinuitas	11
2.6.5 Persamaan Bernoulli	12
2.6.6. Komputasi Dinamika Fluida	12
2.7. PERANGKAT LUNAK	14
2.7.1 <i>Solidworks</i>	14
2.7.2. Solidworks Flow Simulation	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16

3.1. DIAGRAM ALIR PENELITIAN	16
3.2. ALAT DAN BAHAN	17
3.3. STUDI LITERATUR	17
3.4. DESAIN PENELITIAN	17
3.4.1. Desain Konstruksi <i>Tunnel</i>	17
3.5. PERHITUNGAN	18
3.6. SIMULASI <i>TUNNEL</i>	19
3.6.1. Simulasi Menggunakan <i>Solidworks Flow Simulation</i>	19
3.7. VALIDASI HASIL	22
3.8. ANALISIS DATA	22
3.9. HASIL DAN KESIMPULAN	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. HASIL PERHITUNGAN DAN ANALISIS DATA	24
4.1.1. Hasil Perhitungan Re Dan Debit Air Dengan Kecepatan Arus 0,5 m/s	24
4.1.2. Hasil Perhitungan Re Dan Debit Air Dengan Kecepatan Arus 1,0 m/s	25
4.1.3. Hasil Perhitungan Re Dan Debit Air Dengan Kecepatan Arus 1,5 m/s	26
4.1.4. Hasil Perhitungan Re Dan Debit Air Dengan Kecepatan Arus 2,0 m/s	27
4.2. HASIL SIMULASI <i>TUNNEL</i>	28
4.2.1. Hasil Simulasi Konstruksi <i>Tunnel</i> Dengan Kecepatan Arus 0,5 m/s	29
4.2.2. Hasil Simulasi Konstruksi <i>Tunnel</i> Dengan Kecepatan Arus 1,0 m/s	30
4.2.3. Hasil Simulasi Konstruksi <i>Tunnel</i> Dengan Kecepatan Arus 1,5 m/s	32
4.2.4. Hasil Simulasi Konstruksi <i>Tunnel</i> Dengan Kecepatan Arus 2,0 m/s	33
4.3. HASIL ANALISIS DATA KONSTRUKSI <i>TUNNEL</i>	35
4.3.1. Konstruksi <i>Tunnel</i> Dengan Kecepatan Arus 0,5 m/s	35
4.3.2. Konstruksi <i>Tunnel</i> Dengan Kecepatan Arus 1,0 m/s	38
4.3.3. Konstruksi <i>Tunnel</i> Dengan Kecepatan Arus 1,5 m/s	40
4.3.4. Konstruksi <i>Tunnel</i> Dengan Kecepatan Arus 2,0 m/s	43
BAB V PENUTUP	46
5.1. KESIMPULAN	46
5.2. SARAN	46
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN A	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Data kecepatan Arus Laut Indonesia	6
Gambar 2.2 Aliran laminar dan turbulen	8
Gambar 2.2 Sifat – sifat air	9
Gambar 2.3. Logo <i>Solidworks</i>	14
Gambar 2.4. Logo Solidworks Flow Simulation	15
Gambar 3.1. Diagram Alir	16
Gambar 3.2. Konstruksi <i>Tunnel</i>	18
Gambar 3.5. Menu <i>Flow Simulation</i>	20
Gambar 3.6. Tampilan Menu <i>Wizard</i>	20
Gambar 3.7. Tahap <i>Setup</i>	21
Gambar 3.8. Tahap <i>Solver</i>	21
Gambar 3.9. Tahap <i>Result</i>	22
Gambar 4.1. <i>Contour Pressure</i> (N/m ²) Dengan Kecepatan Arus Laut 0,5 m/s	29
Gambar 4.2. <i>Cut-Plot Velocity</i> (m/s) Dengan Kecepatan Arus Laut 0,5 m/s	29
Gambar 4.3. <i>Flow Trajectories</i> (m/s) Dengan Kecepatan Arus Laut 0,5 m/s	30
Gambar 4.4. <i>Contour Pressure</i> (N/m ²) Dengan Kecepatan Arus Laut 1,0 m/s	30
Gambar 4.5. <i>Cut-Plot Velocity</i> (m/s) Dengan Kecepatan Arus Laut 1,0 m/s	31
Gambar 4.6. <i>Flow Trajectories</i> (m/s) Dengan Kecepatan Arus Laut 1,0 m/s	31
Gambar 4.7. <i>Contour Pressure</i> (N/m ²) Dengan Kecepatan Arus Laut 1,5 m/s	32
Gambar 4.8. <i>Cut-Plot Velocity</i> (m/s) Dengan Kecepatan Arus Laut 1,5 m/s	32
Gambar 4.9. <i>Flow Trajectories</i> (m/s) Dengan Kecepatan Arus Laut 1,5 m/s	33
Gambar 4.10. <i>Contour Pressure</i> (N/m ²) Dengan Kecepatan Arus Laut 2,0 m/s	33
Gambar 4.11. <i>Cut-Plot Velocity</i> (m/s) Dengan Kecepatan Arus Laut 2,0 m/s	34
Gambar 4.12. <i>Flow Trajectories</i> (m/s) Dengan Kecepatan Arus Laut 2,0 m/s	34
Gambar 4.13 Grafik Kontinuitas1	35
Gambar 4.14 Grafik Kontinuitas2	36
Gambar 4.15 Grafik <i>Velocity</i> Terhadap Kontinuitas1	37
Gambar 4.16 Grafik <i>Velocity</i> Terhadap Kontinuitas2	37
Gambar 4.17 Grafik Kontinuitas1	38
Gambar 4.18 Grafik Kontinuitas2	38
Gambar 4.19 Grafik <i>Velocity</i> Terhadap Kontinuitas1	39
Gambar 4.20 Grafik <i>Velocity</i> Terhadap Kontinuitas2	40
Gambar 4.21 Grafik Kontinuitas1	40

Gambar 4.22 Grafik Kontinuitas2	41
Gambar 4.23 Grafik <i>Velocity</i> Terhadap Kontinuitas1	42
Gambar 4.24 Grafik <i>Velocity</i> Terhadap Kontinuitas2	42
Gambar 4.25 Grafik Kontinuitas1	43
Gambar 4.26 Grafik Kontinuitas2	43
Gambar 4.27 Grafik <i>Velocity</i> Terhadap Kontinuitas1	44
Gambar 4.28 Grafik <i>Velocity</i> Terhadap Kontinuitas2	45



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Daftar Alat dan Bahan	17
Tabel 3.2. Spesifikasi Konstruksi <i>Tunnel</i>	18
Tabel 4.1. Perhitungan Debit Air Dengan Kecepatan Arus 0,5 m/s	25
Tabel 4.2. Perhitungan Debit Air Dengan Kecepatan Arus 1,0 m/s	26
Tabel 4.3. Perhitungan Debit Air Dengan Kecepatan Arus 1,5 m/s	27
Tabel 4.4. Perhitungan Debit Air Dengan Kecepatan Arus 2,0 m/s	28
Tabel 4.5 Nilai Parameter Konstruksi <i>Tunnel</i> Kecepatan Arus 0,5 m/s	36
Tabel 4.6 Nilai Parameter Konstruksi <i>Tunnel</i> Kecepatan Arus 1,0 m/s	39
Tabel 4.7 Nilai Parameter Konstruksi <i>Tunnel</i> Kecepatan Arus 1,5 m/s	41
Tabel 4.8 Nilai Parameter Konstruksi <i>Tunnel</i> Kecepatan Arus 2,0 m/s	44



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
A	Luas Penampang
d_c	Satuan Kecepatan
d_y	Satuan Jarak
E_r	Energi Total
g	Percepatan Gravitasi
h	Tinggi Suatu Titik Dari Permukaan
l	Lebar
m	Laju Aliran Massa
p	Panjang
P	Tekanan Pada Suatu Titik Aliran Fluida
Pr	Bilangan Prandtl
q	Heat Flux
Q	Debit Aliran
Re	Bilangan Reynold
t	Waktu
u	Komponen Kecepatan ke arah sumbu X
v	Komponen Kecepatan ke arah sumbu Y
v	Kecepatan Aliran Fluida
ν'	Viskositas Kinematis
w	Komponen Kecepatan ke arah sumbu Z
x	Koordinat Sumbu X
y	Koordinat Sumbu Y
z	Koordinat Sumbu Z
μ	Viskositas Dinamis
ρ	Massa Jenis
τ	Tegangan Geser