

**ANALISIS NUMERIS KINERJA TURBIN *HYDROCOIL* AKIBAT
PERUBAHAN DIAMETER *PESNTOCK* DI DESA SUKAJAYA
KECAMATAN LEMBANG JAWA BARAT**



IRFAN ALIF
NIM: 41318010016

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2022

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS NUMERIS KINERJA TURBIN *HYDROCOIL* AKIBAT
PERUBAHAN DIAMETER *PESNTOCK* DI DESA SUKAJAYA
KECAMATAN LEMBANG JAWA BARAT



Disusun Oleh :

Nama : Irfan Alif
NIM : 41318010016
Program Studi : Teknik Mesin

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

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS NUMERIS KINERJA TURBIN *HYDROCOIL* AKIBAT
PERUBAHAN DIAMETER *PESNTOCK* DI DESA SUKAJAYA
KECAMATAN LEMBANG JAWA BARAT

Disusun Oleh:

Nama : Irfan Alif
NIM : 41318010016
Program Studi : Teknik Mesin

Telah di periksa dan di setuju pada tanggal: 25 Januari 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA



(Agung Wahyudi B., ST, MT, MM)

NIP. 0329106901

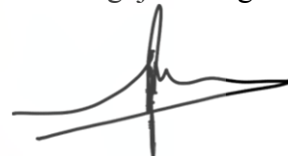
Penguji Sidang II



(Dr. Abdul Hamid)

NIP: 616460096

Penguji Sidang I



(Muhamad Fitri M.Si, Ph.D.)

NIP. 118690617

Penguji Sidang III



(Dadang Suhendra Permana, M.T.)

NIP: 61265044

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin



(Muhamad Fitri M.Si, Ph.D.)

NIP. 118690617

Koordinator TA



(Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T)

NIP. 221900211

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irfan Alif
NIM : 41316010016
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Numeris Kinerja Turbin *Hydrocoil* Akibat Perubahan Diameter *Penstock* Di Desa Sukajaya Kecamatan Lembang Jawa Barat

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya 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 serta bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu buana.

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

MERCU BUANA

Jakarta, 25 Desember 2022



Irfan Alif

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 terima kasih sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Muhamad Fitri M.Si, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan motivasi kepada setiap mahasiswa Teknik Mesin.
2. Bapak Alief Avicenna L, ST, M. Eng selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana sekaligus sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan nasehat serta arahan selama proses pengerjaan laporan ini
3. Bapak Gilang Awan Yudhistira, S.T., M.T. koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin
4. Bapak Agung Wahyudi Biantoro, ST, MT, MM selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pengetahuan untuk membimbing saya dalam penyusunan skripsi ini
5. Ketut Efta, Niko Eka Saputra, Fahmi Hidayat, dan Andre Adie sebagai teman satu tim dalam kegiatan Tugas Akhir ini yang selalu memberikan semangat dan kerja sama yang maksimal.
6. Teman-teman jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana angkatan 2018 yang selama ini memberikan bantuan dan dukungan.
7. Teman-teman penulis yang tidak dapat penulis cantumkan satu persatu namanya yang telah membantu dan memberikan dukungan penulis agar laporan ini selesai.

8. Sahabat yang selalu memberikan doa, dorongan dan saran agar laporan Tugas Akhir ini selesai.

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, 25 Desember 2022



Irfan Alif



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
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. MANFAAT PENULISAN	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA <i>MICROHYDRO</i>	9
2.2.1. Klasifikasi PLTMH	10
2.2.2. Pemilihan Lokasi PLTMH	11
2.2.3. Turbin Air	12
2.2.4. Turbin <i>Hydrocoil</i>	13
2.3. PERHITUNGAN ALIRAN AIR	17
2.3.1. Persamaan Bernoulli	17
2.3.2. Tekanan Total	20
2.3.3. Laju Aliran Masa	22
2.3.4. Head Efektif	22
2.3.5. Daya Potensial Air	23

2.4.	PERHITUNGAN KINERJA TURBIN AIR	23
2.4.1.	Daya Turbin	23
2.4.2.	Efisiensi Turbin	24
2.4.3.	Torsi	24
2.5.	<i>PENSTOCK</i> (PIPA PESAT)	25
2.5.1.	Material <i>Penstock</i>	26
2.5.2.	Diameter dan Tebal <i>Penstock</i>	26
2.5.3.	Persamaan Menghitung Diameter	26
2.6.	<i>COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC</i>	27
2.6.1.	<i>Physical Modeling</i>	28
2.6.2.	<i>Mathematical Modeling</i>	30
BAB III	METODOLOGI	32
3.1.	DIAGRAM ALIR	32
3.1.1.	Tahap <i>Geometry</i>	42
3.1.2.	Tahap <i>Meshing</i>	43
3.1.3.	Tahap <i>Setup</i>	45
3.1.4.	Tahap <i>Solution</i>	46
3.1.5.	Tahap <i>Result</i>	47
3.2.	ALAT DAN BAHAN	47
3.2.1.	Lokasi Penelitian	48
3.2.2.	Data Aliran Sungai	48
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1.	<i>CONTOUR VELOCITY</i> TURBIN PADA SETIAP VARIASI	49
4.1.1.	<i>Contour Velocity</i> pada Turbin Pipa <i>Penstock</i> 6 Inci	49
4.1.2.	<i>Contour Velocity</i> pada Turbin Pipa <i>Penstock</i> 8 Inci	51
4.1.3.	<i>Contour Velocity</i> pada Turbin Pipa <i>Penstock</i> 10 Inci	52
4.2.	<i>CONTOUR PRESSURE</i> TURBIN PADA SETIAP VARIASI	53
4.2.1.	<i>Contour Pressure</i> pada Turbin Pipa <i>Penstock</i> 6 Inci	53
4.2.2.	<i>Contour Pressure</i> pada Turbin Pipa <i>Penstock</i> 8 Inci	54
4.2.3.	<i>Contour Pressure</i> pada Turbin Pipa <i>Penstock</i> 10 Inci	55
4.3.	<i>STREAMLINE</i> TURBIN PADA SETIAP VARIASI	56

4.3.1.	<i>Streamline</i> pada Turbin Menggunakan Pipa <i>Penstock</i> 6 Inci	57
4.3.2.	<i>Streamline</i> pada Turbin Menggunakan Pipa <i>Penstock</i> 8 Inci	57
4.3.3.	<i>Streamline</i> pada Turbin Menggunakan Pipa <i>Penstock</i> 10 Inci	57
4.4.	HASIL KINERJA PADA TURBIN	58
4.4.1.	Torsi	58
4.4.2.	Daya Turbin	59
4.4.3.	Efisiensi Turbin	60
4.5.	ANALISIS KECEPATAN ALIRAN TERHADAP KINERJA TURBIN <i>HYDROCOIL</i>	62
BAB V	PENUTUP	64
5.1.	KESIMPULAN	64
5.2.	SARAN	65
DAFTAR PUSTAKA		66
LAMPIRAN		68



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ilustrasi Bentuk <i>Ribbon Drive</i> Menlengkung	13
Gambar 2.2. Bagian Kumparan <i>Ribbon Drive</i>	14
Gambar 2.3. Turbin <i>Hydrocoil</i>	14
Gambar 2.4. Grafik Kecepatan Putaran Terhadap Daya Turbin <i>Hydrocoil</i> pada <i>Head</i> Konstan 4,2 m	15
Gambar 2.5. Grafik Kecepatan Putaran Terhadap Efisiensi Turbin <i>Hydrocoil</i> pada <i>Head</i> Konstan 4,2 m	15
Gambar 2.6. Daya Turbin	16
Gambar 2.7. Efisiensi Turbin	16
Gambar 2.8 Sketsa Aliran di Dalam <i>Penstock</i>	17
Gambar 2.9 <i>Rectangular Channel</i>	20
Gambar 2.10 Hubungan Tekanan Total, Tekanan Statis dan Tekanan Dinamis	21
Gambar 3.1. <i>FlowChart</i> Penelitian	32
Gambar 3.2. <i>Penstock</i> Diameter 6 inci	34
Gambar 3.3. <i>Penstock</i> Diameter 8 inci	34
Gambar 3.4. <i>Penstock</i> Diameter 10 inci	35
Gambar 3.5. <i>Hydrocoil Penstock</i> 6 inci	36
Gambar 3.6. <i>Hydrocoil Penstock</i> 8 inci	36
Gambar 3.7. <i>Hydrocoil Penstock</i> 10 inci	37
Gambar 3.8. Diagram Alir Simulasi	41
Gambar 3.9. Tahap <i>Geometry</i>	43
Gambar 3.10. Tahap <i>Meshing</i>	44
Gambar 3.11. Tahap <i>Setup</i>	46
Gambar 3.12 Tahap <i>Solution</i>	47
Gambar 3.13. Lokasi Penelitian	48
Gambar 4.1 <i>Contour</i> Kecepatan Fluida Turbin <i>Hydrocoil</i> pada <i>Penstock</i> (a) 150 rpm (b) 350 rpm (c) 550 rpm (d) 750 rpm (e) 950 rpm (f) 1150 rpm	50
Gambar 4.2 <i>Contour</i> Kecepatan Fluida Turbin <i>Hydrocoil</i> pada <i>Penstock</i> (a) 150 rpm (b) 350 rpm (c) 550 rpm (d) 750 rpm (e) 950 rpm (f) 1150 rpm	51
Gambar 4.3 <i>Contour</i> Kecepatan Fluida Turbin <i>Hydrocoil</i> pada <i>Penstock</i> (a) 150 rpm (b) 350 rpm (c) 550 rpm (d) 750 rpm (e) 950 rpm (f) 1150 rpm	52

Gambar 4.4 <i>Contour</i> Tekanan Fluida Turbin <i>Hydrocoil</i> pada <i>Penstock</i> (a) 150 rpm (b) 350 rpm (c) 550 rpm (d) 750 rpm (e) 950 rpm (f) 1150 rpm	54
Gambar 4.5 <i>Contour</i> Tekanan Fluida Turbin <i>Hydrocoil</i> pada <i>Penstock</i> (a) 150 rpm (b) 350 rpm (c) 550 rpm (d) 750 rpm (e) 950 rpm (f) 1150 rpm	55
Gambar 4.6 <i>Contour</i> Tekanan Fluida Turbin <i>Hydrocoil</i> pada <i>Penstock</i> (a) 150 rpm (b) 350 rpm (c) 550 rpm (d) 750 rpm (e) 950 rpm (f) 1150 rpm	56
Gambar 4.7 <i>Streamline</i> pada Putaran 950 rpm	57
Gambar 4.8 <i>Streamline</i> pada Putaran 950 rpm	57
Gambar 4.9 <i>Streamline</i> pada Putaran 950 rpm	57
Gambar 4.10 Grafik Kecepatan Putar Terhadap Torsi pada Setiap <i>Penstock</i>	59
Gambar 4.11 Grafik Kecepatan Putar Terhadap Daya Turbin pada Setiap <i>Penstock</i>	60
Gambar 4.12 Grafik Kecepatan Putar Terhadap Efisiensi pada Setiap <i>Penstock</i>	61
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Kecepatan Putar Terhadap Kecepatan Aliran Turbin <i>Hydrocoil</i> pada Setiap Variasi <i>Penstock</i>	62



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	5
Tabel 3.1 Kualitas Nilai <i>Skewness</i>	44
Tabel 3.2 Data <i>Element</i> dan <i>Nodes Meshing</i>	45
Tabel 3.3 Data <i>Quality Meshing</i>	45
Tabel 3.4 Alat Proses Perancangan	47
Tabel 3.5 Alat Proses Pengambilan Data	48
Tabel 4.1 Nilai Torsi	58
Tabel 4.2 Nilai Daya Turbin	59
Tabel 4.3 Nilai Efisiensi Turbin	60
Tabel 4.4 Tabel Kecepatan Aliran	62



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
D	Diameter Pipa	[Inchi]
Q	Debit Aliran	[m ³ /detik]
P	Daya	[Kw]
H _{eff}	Tinggi Jatuh Efektif	[m]
v	Kecepatan Air	[m ² /detik]
g	Percepatan Gravitasi	[9,81 [m ² /detik]
E	Energi	[kWh]
z	Head Ketinggian	[m]
A	Luas Penampang Basah	[m ²]
y	Kedalaman sungai	[m]
b	Lebar sungai	[m]
V	Kecepatan Aliran Sungai	[m/s]
P _t	Daya Turbin	[kW]
P _l	Daya Generator	[kW]
T	Torsi	[Nm]
ω	Kecepatan Sudut	[Rad/s]
η _t	Efisiensi Turbin	[%]
N	Kecepatan Putaran	[rpm]
F _t	Gaya Turbin	[N]