

ANALISIS PERFORMASI POMPA SENTRIFUGAL SEBAGAI TURBIN AIR  
PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH)  
DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



AL FARIDZI AHLUL PRATAMA

NIM: 41313010050

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2017

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PERFORMASI POMPA SENTRIFUGAL SEBAGAI TURBIN AIR  
PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH)  
DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUIDA DYNAMICS*



UNIVERSITAS  
Disusun Oleh:  
MERCU BUANA  
Nama : Al Faridzi Ahlul Pratama

NIM : 41313010050

Program Studi : Teknik Mesin

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 201

**LEMBAR PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Al Faridzi Ahlul Pratama  
NIM : 41313010050  
Jurusan : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Analisis Performasi Pompa Sentrifugal sebagai Turbin Air Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Dengan Metode Computational Fluid Dynamics

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan tugas akhir inidengan sesungguhnya dan hasil hasil penulisan tugas akhir yang telah saya buat ini hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata kemudiaan hari penulisa tugas akhir ini merupakan hasil plagiat atau menjiplaik 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.

Jakarta, 3 Januari 2017



(Al faridzi Ahlul Pratama)

**LEMBAR PENGESAHAN**

Analisis Performasi Pompa Sentrifugal Sebagai Turin Air Pada Pembangkit Listrik  
Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Dengan Metode *Computational Fluid Dynamics*

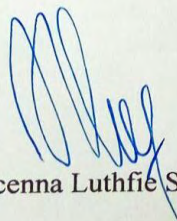


Disusun Oleh:

Nama : Al Faridzi Ahlul Pratama  
NIM : 41313010050  
Program Studi : Teknik Mesin

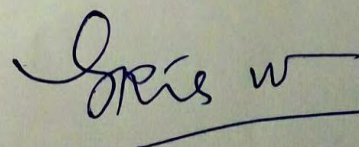
Mengetahui,

Dosen Pembimbing



(Alief Avicenna Luthfie ST., M.Eng)

Koordinator Tugas Akhir



(Haris Wahyudi ST., M.Sc)



## PENGHARGAAN

Puji syukur penulis panjatkan kepada tuhan yang maha esa, yang telah memberikan kasih dan karunia-Nya sehingga penulisan laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Performasi Pompa Sentrifugal sebagai Turbin Air Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Dengan Metode Computational Fluid Dynamics”

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Pendidikan Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Mesin di Universitas Mercu Buana Jakarta.

Tidak llupa penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun secara tidak langsung kepada penulis pada saat penulisan tugas akhir ini hingga selesai, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada :

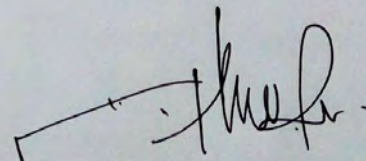
1. Dr. Arissetyanto Nugroho selaku Kepala Rektorat Universitas Mercu Buana.
2. Sagir Alva, S.Si, M.Sc, Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
3. Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng selaku dosen pembimbing yang selalu membimbing dan memeberikan petunjuk serta semangat.
4. Kedua orang tua saya yang telah memberikan bantuan secara moril mauoun materil serta motivasi dan doa sehingga terselesaikannya tugas akhir ini.
5. Khairul Siddik yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini saat ada kesulitan.
6. Hendrik Gumarang Sihombing telah memberikan semangat untuk segera menyelesaikan tugas akhir.

7. Jckson Simpai yang selalu memberikan masukan positif untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Jumpa yang selalu menemani penulis saat mengerjakan tugas akhir ini agar cepat selesai.
9. Rahmat Hidayat yang telah membantu penulis saat mengalami kesulitan dalam saat mengerjakan tugas akhir ini.
10. Citra Kartini yang selalu memberikan semangat dan mendoakan penulis agar cepat menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas semua pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan karya tulis ini dan penulis mengharapkan saran dan kritik demi perbaikan dimasa mendatang.

Jakarta, 6 Agustus 2017



(Al Faridzi Ahlul Pratama)

## ABSTRAK

### ANALISIS PERFORMASI POMPA SENTRIFUGAL SEBAGAI TURBIN AIR PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) DENGAN METODE COMPUTATIONAL FLUIDA DYNAMICS

**Al Faridzi Ahlul Pratama**

Email: [Alfaridzipratama@gmail.com](mailto:Alfaridzipratama@gmail.com)

Dosen Pembimbing: Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta

Pemanfaatan pompa sentrifugal sebagai turbin pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan alternatif yang bijak untuk mengatasi krisis energi listrik dan pemerataan energi listrik ke pedesaan. Selain itu juga mendukung program pemerintah untuk memanfaatkan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Pompa sentrifugal yang difungsikan sebagai turbin air adalah dengan dengan cara membalik putarannya yaitu memasukan air dari saluran keluar dan mengeluarkan air dari saluran masuk pompa, Pada aplikasi pompa sebagai turbin (PAT), prinsip kerja pompa dibalik - yaitu diberi jatuhan airdari ketinggian tertentu untuk memutar impeller pompa. *Computational Fluid Dynamic* (CFD) ilmu yang mempelajari cara memprediksi aliran fluida, perpindahan panas, reaksi kimia, dan fenomena lainnya dengan menyelesaikan persamaan-persamaan matematika (model matematika).

***Kata Kunci:*** PLTMH, Pump As Turbine, Computational Fluid Dynamic (CFD)

## DAFTAR ISI

		<b>Halaman</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b>		i
<b>LEMBARAN PENGESAHAN</b>		ii
<b>PENGHARGAAN</b>		iii
<b>ABSTRAK</b>		v
<b>DAFTAR ISI</b>		vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b>		viii
<b>DAFTAR TABEL</b>		x
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b>		xi
<b>BAB I</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	4
1.3	Tujuan	5
1.4	Batasan dan Ruang Lingkup Penelitian	5
	1.4.1 Batasan Penelitian	5
	1.4.2 Ruang Lingkup Penelitian	5
1.5	Sistematika Penulisan	5
<b>BAB II</b>	<b>LANDASAN TEORI</b>	
2.1	Pengertian Mikro Hidro	7
2.2	Parameter <i>Penstock</i>	11
2.3	Pengertian PAT ( <i>Pump As Turbine</i> )	18
2.4	<i>Computational Fluid Dynamic</i>	21
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	
3.1	Diagram Alur Penelitian	26
3.2	Metode Pengumpulan data	28
3.3	Prosedur Penelitian	28
	3.3.1 Prosedur Penelitian Tahap Desain	28
3.4	Simulasi Menggunakan ANSYS CFX	30



<b>BAB IV</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1	Hasil Perhitungan Paramater <i>penstock</i>	33
4.2	Hasil Simulasi Turbin Sentrifugal	37
4.3	Hasil Torsi, Daya, dan Efisiensi	46
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	52
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		53
<b>LAMPIRAN</b>		
A.	Lampiran A	55



\

## DAFTAR GAMBAR

No. gambar		Halaman
1.1	Skema PLTMH	2
1.2	Proses saat Simulasi CFD	4
2.1	Prinsip kerja PLTMH	8
2.2	Desain pipa sekat atau <i>Penstock</i>	12
2.3	Nilai <i>Roughness</i> $\epsilon$	15
2.4	Skema <i>Pump As Turbine</i>	19
2.5	Kurva karakteristik PAT	20
2.6	Proses Simulasi CFD	23
3.1	Diagram Alir Penelitian	26
3.2	Diagram Alir Lanjutan	27
3.3	Sistem PLTMH penelitian	28
3.4	Desain casing Turbin Sentrifugal	29
3.5	Desain Impeller Turbin Sentrifugal	29
3.6	Desain rotation region pada Turbin Sentrifugal	30
3.7	Pendefinisian daerah rotation region	31
3.8	Tahapan <i>Meshing</i>	31
3.9	Tahapan <i>Setup</i>	32
3.10	Tahapan <i>Result</i>	32
4.1	<i>Interface Inlet</i>	38
4.2	<i>Interface outlet</i>	38
4.3	<i>Interface wall</i>	38
4.4	<i>Countur</i> Kecepatan Pada Turbin Sentrifugal 100 Rpm	39
4.5	<i>Countur</i> Kecepatan Pada Turbin Sentrifugal 200 Rpm	40
4.6	<i>Countur</i> Kecepatan Pada Turbin Sentrifugal 300 Rpm	40
4.7	<i>Countur</i> Kecepatan Pada Turbin Sentrifugal 400 Rpm	40
4.8	<i>Countur</i> Kecepatan Pada Turbin Sentrifugal 500 Rpm	41
4.9	<i>Countur</i> Kecepatan Pada Turbin Sentrifugal 600 Rpm	41
4.10	<i>Countur</i> Kecepatan Pada Turbin Sentrifugal 700 Rpm	41

4.11	<i>Countur</i> Kecepatan Pada Turbin Sentrifugal 800 Rpm	42
4.12	<i>Countur</i> Kecepatan Pada Turbin Sentrifugal 900 Rpm	42
4.13	<i>Countur</i> Kecepatan Pada Turbin Sentrifugal 1000 Rpm	42
4.14	<i>Contour</i> Tekanan Pada Turbin Sentrifugal 100 Rpm	43
4.15	<i>Contour</i> Tekanan Pada Turbin Sentrifugal 200 Rpm	43
4.16	<i>Contour</i> Tekanan Pada Turbin Sentrifugal 300 Rpm	44
4.17	<i>Contour</i> Tekanan Pada Turbin Sentrifugal 400 Rpm	44
4.18	<i>Contour</i> Tekanan Pada Turbin Sentrifugal 500 Rpm	44
4.19	<i>Contour</i> Tekanan Pada Turbin Sentrifugal 600 Rpm	45
4.20	<i>Contour</i> Tekanan Pada Turbin Sentrifugal 700 Rpm	45
4.21	<i>Contour</i> Tekanan Pada Turbin Sentrifugal 800 Rpm	45
4.22	<i>Contour</i> Tekanan Pada Turbin Sentrifugal 900 Rpm	46
4.23	<i>Contour</i> Tekanan Pada Turbin Sentrifugal 1000 Rpm	46
4.24	Grafik torsi turbin sentrifugal	47
4.25	Grafik daya turbin sentrifugal	49
4.26	Grafik efisiensi turbin sentrifugal	50

**DAFTAR TABEL**

<b>No. Tabel</b>		<b>Halaman</b>
2.1	Klasifikasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air	9
4.1	Hasil nilai torsi simulasi	47
4.2	Hasil nilai daya simulasi	48
2.3	Hasil nilai efisiensi simulasi	50





## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

PLTMH	: Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro
CFD	: <i>Computational Fluid Dynsamic</i>
$\eta$	: Efisiensi
$\gamma$	: Berat spesifik fluid ( $\text{kg/m}^2\text{s}^2$ )
$h_g$	: Gross head (m)
$Q_{\text{opt}}$	: Debit Optimum ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
$A_w$	: Luas penampang pipa ( $\text{m}^2$ )
$D_w$	: Diameter pipa (m)
$g$	: Percepatan Gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )
$u$	: Kecepatan rata-rata (m/s)
$C_L$	: Faktor rugi-rugi pipa
$T$	: Torsi (Nm)
$P_T$	: daya turbin (W)
$\rho$	: Massa jenis ( $\text{kg/m}^3$ )
$Q$	: Debit ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
$H$	: Head (m)
$N$	: kecepatan putar (rpm)
$\dot{m}$	: Laju aliran massa (kg/s)
$T_r$	: Torsi runner / rotor
$P$	: Tekanan (Pa)
$L$	: Panjang pipa (m)
$D$	: Diameter (m)
$Re$	: Reynolds
$P_{\text{tot}}$	: Tekanan total (Pa)
$P_{\text{stat}}$	: Tekanan statik
$P_{\text{dyn}}$	: Tekanan dynamic
$A_2$	:Luas penampang pipa <i>penstock</i> (m)

