

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *GUIDE VANE* PADA NOSEL
TURBIN SENTRIFUGAL DENGAN METODE (CFD)
*COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC***



**UNIVERSITAS
MERCU BUANA
HENDRIK GUMARANG SIHOMBING
NIM : 41313010080**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2017**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *GUIDE VANE* PADA NOSEL TURBIN
SENTRIFUGAL DENGAN METODE (CFD)
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC



Disusun oleh:

Nama : Hendrik Gumarang Sihombing
NIM : 41313010080
Progam Studi : Teknik Mesin

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

JULI 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Hendrik Gumarang Sihombing

NIM : 41313010080

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Penambahan *Guide Vane* pada Nosel
Turbin Sentrifugal Dengan Metode CFD (*Computational
Fluid Dynamic*)

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan tugas akhir ini dengan sesungguhnya dan hasil penulisan 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 tidak ada paksaan.

Jakarta, 25 Juli 2017



(Hendrik Gumarang Sihombing)

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *GUIDE VANE* PADA NOSEL
TURBIN SENTRIFUGAL DENGAN METODE (CFD)
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC

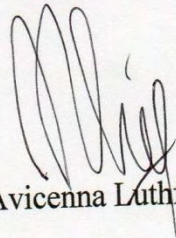


Disusun Oleh:

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Nama : Hendrik Gumarang Sihombing
Nim : 41313010080
Program Studi : Teknik Mesin

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



(Alief Avicenna Luthfie, S.T., M.Eng.)

Koordinator Tugas Akhir



(Haris Wahyudi, S.T., 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 Pengaruh Penambahan *Guide Vane* pada Nosel Turbin Sentrifugal Dengan Metode (CFD) *Computational Fluid Dynamic*”.

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

Tidak lupa 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. Arisetyanto 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 memberikan petunjuk serta semangat.
4. Kedua orang tua saya yang telah memberikan bantuan secara moril maupun materil serta motivasi dan doa sehingga terselesaikannya tugas akhir ini.
5. Jepri Oloan Sihombing yang telah memberikan bantuan secara moril maupun materil serta semangat untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini
6. Khairul Siddik yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini saat ada kesulitan.

7. Wawan Sebastian yang telah memberikan semangat untuk segera menyelesaikan tugas akhir.
8. Jumpa yang selalu memberikan masukan positif untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Jackson Simpai yang selalu menemani penulis saat mengerjakan tugas akhir ini.
10. Giovan Briantono yang selalu memberikan semangat dan masukan dalam mengerjakan tugas akhir ini.
11. Yansa Novan yang selalu 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 banyak masih banyak kekurangan dalam penulisan karya tulis ini dan penulis mengharapkan saran dan kritik demi perbaikan dimasa mendatang.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 25 Juli 2017



(Hendrik Gumarang Sihombing)

INTISARI

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggeraknya seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun. dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air.

Pemamfaatan pompa sedang banyak diteliti guna mendapatkan daya, torsi, dan efisiensi yang besar untuk kebutuhan listrik, khususnya di pedesaan. Untuk itu dimanfaatkan pompa sentrifugal yang dijadikan turbin (Pumps As Turbine) dengan mengkonversikan energi potensial menjadi energi kinetik. Untuk mendapatkan efisiensi yang besar, pada penelitian ini memanfaatkan guide vane pada nosel turbin guna mengarahkan aliran tepat di sudu-sudu turbin agar tidak ada air yang terbuang langsung ke outlet. Hasil analisis ini di disimulasikan pada software ANSYS.15 dengan metode Computational Fluid Dynamic yang menggunakan variasi rpm.

Penelitian ini diawali dengan mendesain turbin sentrifugal yang berdiameter dalam sebesar 0,13 m, debit optimum sebesar 0,0693 m³/s, laju aliran masa sebesar 69,3 kg/s dan tekanan total disisi masukan sebesar 51003,45 Pa. dengan 2 variasi yang menambahkan guide vane pada nosel dengan tipe FX-69-PR-82 sudut 27⁰. dan tidak menggunakan guide vane. Kemudian desain tersebut disimulasikan menggunakan ANSYS CFX 15.0. Hasil simulasi dianalisis untuk mengetahui performa turbin berupa torsi, daya dan efisiensi turbin. Kedua parameter tersebut dibandingkan dengan nilai torsi, daya, dan efisiensi hasil analisa menurut hukum bernoulli. Hasil simulasi didapat bahwa penambahan guide vane dapat menghasilkan performa turbin yang lebih besar dibandingkan tidak menggunakan guide vane.

Kata kunci: Pumps As Turbine, Performa turbin, *Guide vane*, *Computational fluid Dynamics* (CFD)

ABSTRACT

Micro Hydro Power Plant (PLTMH) is small-scale that uses hydropower as a driving force such as irrigation canals, rivers or waterfalls by utilizing the head height and the amount of water.

Discharge pumping utilization is being widely studied in order to obtain power, torque, and great efficiency for electricity needs. Especially in rural areas. For this purpose, we use the turbine centrifugal pump (Pumps As Turbine) by converting the potential energy into kinetic energy. To obtain great efficiency in this study utilize the guide vane in the turbine nozzle to direct the flow right in the turbine blades so that no direct wasted water to outlet. The results of this analysis are simulated on software of ANSYS. 15.0 with Computational Fluid Dynamic using rpm variation.

This study begins by designing centrifugal turbine with has inner diameter of 0.13 m, 2,85 m total length, 0.0693 m³/s optimum discharge flow, 69,3 kg/s mass flow rate, and 51003,45 Pa total pressure at pipe inlet, centrifugal Turbine which includes two variations. Then the design is simulated using ANSYS CFX 15.0. The simulation results were analyzed to determine the performance of turbine that include torque, power, and efficiency of the turbine. These two parameters compared with the value of torque, power, and efficiency of the analysis using Bernoulli Equations. The simulation result obtained that the addition of guide vane can produce performance turbine bigger than not using guide vane.

Keywords: Pumps As Turbine, Turbine Performance, Guide Vane, Computational fluid Dynamic (CFD).

DAFTAR ISI

		Halaman
LEMBAR PERNYATAAN		i
LEMBAR PENGESAHAN		ii
PENGHARGAAN		iii
INTISARI		v
DAFTAR ISI		vii
DAFTAR GAMBAR		ix
DAFTAR TABEL		xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN		xii
BAB I	TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN	
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	3
1.3	Tujuan Masalah	3
1.4	Batasan dan Ruang Lingkup Penelitian	4
	1.4.1 Batasan Masalah	4
	1.4.2 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.5	Sistematika Penulisan	4
BAB II	LANDASAN TEORI	
2.1	Pendahuluan	5
2.2	Pengertian Mikro Hidro	5
2.3	Parameter <i>Penstock</i>	7
2.4	Pengertian PAT (<i>Pumps As Turbine</i>)	13
2.5	<i>Guide Vane</i> dan <i>Airfoil</i>	20
2.6	<i>Computational Fluid Dynamic</i>	24

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	Diagram Alur Penelitian	26
3.2	Alat Bantu Penelitian	30
3.3	Prosedur Penelitian	30
3.4	Prosedur Penelitian Tahap Desain	30
3.5	Simulasi Menggunakan ANSYS CFX	33
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1	Hasil Perhitungan Tahap Desain	34
4.2	Hasil Simulasi Turbin Sentrifugal	38
4.3	Hasil Torsi, Daya, dan Efisiensi	46
4.4	Efek Penambahan <i>Guide Vane</i>	51
4.5	Perbandingan Menggunakan <i>Guide Vane</i> dan Tidak Menggunakan <i>Guide Vane</i>	53
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
A. PERHITUNGAN EFISIENSI		61

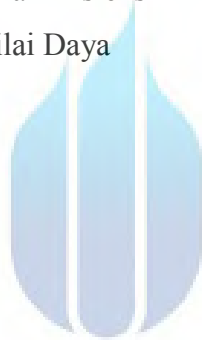
DAFTAR GAMBAR

No. Gambar		Halaman
2.1	Skema Desain Penelitian	6
2.2	<i>Runner</i> Turbin Pelton dan Turbin <i>Cross Flow</i>	15
2.3	<i>Runner</i> Turbin Kaplan dan Turbin Francis	16
2.4	<i>Guide Vane</i> pada Noozle Turbin <i>Cross Flow</i>	21
2.5	Desain <i>Guide Vane</i> pada Turbin <i>Cross Flow</i>	21
2.6	Desain <i>Airfoil</i>	21
2.7	Sudut Serang	22
2.8	<i>Airfoil</i> Tipe Kennedy and Marsden	22
2.9	<i>airfoil</i> Tipe FX-69-PR-821	23
2.10	Proses Simulasi CFD	24
3.1	Diagram Alir Penelitian	26
3.2	Diagram Alir Lanjutan	27
3.3	Skema Desain Penelitian	28
3.4	Desain <i>casing</i> Turbin Sentrifugal	29
3.5	Desain <i>Rotation Region</i> Turbin Sentrifugal	29
3.6	Desain <i>Impeller</i> Turbin Sentrifugal	30
3.7	Desain <i>Guide Vane</i> Turbin Sentrifugal	30
3.8	Pendefinisian Daerah <i>Rotation Region</i> Menggunakan <i>Guide Vane</i>	31
3.9	Tahapan <i>Meshing</i>	32
3.10	Tahapan <i>Setup</i>	32
3.11	Tahapan <i>Result</i>	33
4.1	Contour Tekanan pada Turbin Sentrifugal 300 rpm	40
4.2	Contour Tekanan pada Turbin Sentrifugal 400 rpm	40
4.3	Contour Tekanan pada Turbin Sentrifugal 500 rpm	40
4.4	Contour Tekanan pada Turbin Sentrifugal 600 rpm	40
4.5	Contour Tekanan pada Turbin Sentrifugal 700 rpm	41
4.6	Contour Tekanan pada Turbin Sentrifugal 800 rpm	41
4.7	Contour Tekanan pada Turbin Sentrifugal 900 rpm`	41

48	Contour Tekanan pada Turbin Sentrifugal 1000 rpm	42
49	Contour Tekanan pada Turbin Sentrifugal 1100 rpm	42
4.10	Contour Tekanan pada Turbin Sentrifugal 1200 rpm	42
4.11	Contour Kecepatan pada Turbin Sentrifugal 300 rpm	43
4.12	Contour Kecepatan pada Turbin Sentrifugal 400 rpm	43
4.13	Contour Kecepatan pada Turbin Sentrifugal 500 rpm	43
4.14	Contour Kecepatan pada Turbin Sentrifugal 600 rpm	44
4.15	Contour Kecepatan pada Turbin Sentrifugal 700 rpm	44
4.16	Contour Kecepatan pada Turbin Sentrifugal 800 rpm	44
4.17	Contour Kecepatan pada Turbin Sentrifugal 900 rpm	45
4.18	Contour Kecepatan pada Turbin Sentrifugal 1000 rpm	45
4.19	Contour Kecepatan pada Turbin Sentrifugal 1100 rpm	45
4.20	Contour Kecepatan pada Turbin Sentrifugal 1200 rpm	46
4.21	Grafik Torsi pada Turbin Sentrifugal Menggunakan <i>Guide Vane</i>	48
4.22	Grafik Daya pada Turbin Sentrifugal Menggunakan <i>Guide Vane</i>	49
4.23	Grafik Efisiensi pada Turbin Sentrifugal Menggunakan <i>Guide Vane</i>	51
4.24	Streamline 300 rpm	51
4.25	Velocity 300 rpm	52
4.26	Grafik Hasil Perbandingan Nilai Torsi	54
4.27	Grafik Hasil Perbandingan Nilai Efisiensi	55
4.28	Grafik Hasil Perbandingan Nilai Daya	56

DAFTAR TABEL

No. Gambar		Halaman
2.1	<i>Roughness ϵ</i>	9
2.2	Hasil Simulasi untuk masing-masing <i>Guide Vane</i> pada Ketiga Sudut Serang Dengan Hasil Data Efisiensi	23
4.1	Hasil Torsi pada Simulasi	47
4.2	Hasil Daya pada Simulasi	49
4.3	Hasil Efisiensi pada Simulasi	50
4.4	Perbandingan Nilai torsi	53
4.5	Perbandingan Nilai Efisiensi	54
4.6	Perbandingan Nilai Daya	55



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

PLTMH	: Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro
CFDP _{OPT}	: <i>Computational Fluid Dynamic</i>
η	: Efisiensi (%)
γ	: Berat spesifik fluida ($\text{kg/m}^2\text{s}^2$)
h_g	: Gross Head (m)
Q_{opt}	: Debit optimum (m^3/s)
A_w	: Luas Penampang pipa (m^2)
D_w	: Diameter pipa (m)
g	: Percepatan gravitasi (m/s^2)
C_L	: Faktor rugi-rugi pipa
P_T	: Daya turbin (Watt)
ρ	: Massa jenis (kg/m^3)
Q	: Debit (m^3/s)
H	: Head (m)
t	: Tebal sudu (m)
N	: Kecepatan putar (rpm)
\dot{m}	: Laju alir massa (kg/s)
T_r	: Torsi runner/rotor (Nm)
P	: Tekanan (Pa)
L	: Panjang pipa (m)
D	: Diameter (m)
Re	: Reynolds
A_c	: Luas penampang sudu ulir (m^2)
TP	: Tekanan total (Pa)
SST	: Model turbulensi shear stress transport
P_{shaft}	: Daya poros (W)
ω	: Kecepatan angular (rad/s)
N	: Jumlah putaran turbin per menit (rpm)