



UMSurabaya

**PENGARUH VARIASI SUDUT INLET NOZZLE PADA
PERFORMA TURBIN TESLA**

TUGAS AKHIR

**DANUR RISWANTO
NIM : 20171331058**

**DOSEN PEMBIMBING :
A. HANIF FIRDAUS, S.T., M.T., M.Sc.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
2019**



UMSurabaya

**PENGARUH VARIASI SUDUT INLET NOZZLE
PADA PERFORMA TURBIN TESLA**

TUGAS AKHIR

DANUR RISWANTO

NIM : 20171331058

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
2019**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Danur Riswanto
NIM : 20171331058
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir ini saya tulis dengan berdasarkan hasil karya sendiri, bukan merupakan mengambil salinan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Tugas Akhir saya ini hasil jiplakan. Maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Januari 2019
Yang membuat pernyataan



(Danur Riswanto)

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Danur Riswanto
NIM : 20171331058
Jurusan : Teknik Mesin
Judul : Pengaruh Variasi Sudut Inlet Nozzle Pada Performa Turbin Tesla

No.	Tgl	Materi	Paraf Pembimbing		Paraf Mahasiswa
			U ¹	U ²	
1	14/18	- Mengetahui OK - Perbaikan Bab I & Bab III			Danur
2	7/18	- Bab I OK - Sumber gambar - Struktur rumah - Pembuatan team website			Danur
3	9/18	- Solusi teori - Proses perancangan - Diagram kinematik			Danur
4	11/18	- Label asing - Diagram kinematik			Danur
5	21/18	- Gambar detail dan gambar permesinan - Gambar detail - Gambar asing			Danur
6	24/18	- Bab IV keris - Bab V keris			Danur
7	25/18	- Cara kerja turbin pada eksperimen - Gambar permesinan			Danur
8	26/18	- Gambar gambar akhir			Danur

Menyetujui,
Pembimbing TA

A. Hanif Firdaus, S.T.,M.T.,Msc
(NIDN.)

Menyetujui,
Kaprod. Teknik Mesin

Hadi Kusnanto, ST., MT.
(NIDN 071707701)

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini telah diuji dan dinyatakan sah oleh panitia ujian tingkat sarjana (S1) Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana

Disetujui dan disahkan oleh :

Dosen Penguji :

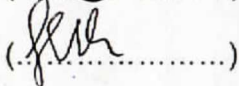
1. Ir. Anastas Rizaly, M.T.

()

2. Ir. Suhariyanto, M.T.

()

3. Hadi Kusnanto, S.T.,M.T.

()

Dosen Pembimbing :

1. A. Hanif Firdaus, S.T.,M.T.,Msc (.....)

()

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Ir. Gunawan, M.T.
(NIDN.0701028102)

Menyetujui,
Kaprodik Teknik Mesin

()

Hadi Kusnanto, S.T. M.T.
(NIDN.071707701)

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Pengaruh Variasi Sudut Inlet Nozzle Pada Performa Turbin Tesla”**. Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat kelulusan Sarjana Strata Satu dari program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan serta bimbingan. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ahmad Hanif Firdaus, ST., MT., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing.
2. Bapak Hadi Kushanto, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
3. Berbagai pihak yang telah membantu penulis hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
4. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan dukungan moral.

Akhirnya penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis berterimakasih atas kritik dan saran yang telah diberikan kepada penulis. Selanjutnya, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa dan bagi pembaca pada umumnya untuk menambah pengetahuan.



Surabaya, Januari 2019

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN JUDUL (Inggris)	iii
LEMBAR PENGESAHAN	v
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	vii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR TABEL	xxiii
DAFTAR GAMBAR	xxv
DAFTAR SIMBOL	xxxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4

1.3. Batasan Masalah	5
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Penelitian Sebelumnya	7
2.2. Teori Pendukung Penelitian	15
2.3. Solidworks Flow Simulation	21
2.3.1. Boundary Layer Treatment.....	22
2.3.2. Metode Numerik dan Contoh Computational.....	24
2.3.2.1 Opening Solidworks.....	26
2.3.2.2 Specifying Boundary Conditions	29
2.3.2.3 Specifying Engineering Goal.....	32
2.3.2.4 Running Calculation.....	33
2.3.2.5 Monitoring Solver.....	33
2.4. Hipotesis	35
BAB 3 METODOLOGI	37
3.1. Metode Penelitian	37

3.2.	Jadwal Pelaksanaan	37
3.2.1.	Tempat Pelaksanaan	37
3.2.2.	Jadwal Pelaksanaan	37
3.3.	Variabel Penelitian	38
3.4.	Bahan dan Peralatan Penelitian.....	39
3.4.1.	Bahan dan Peralatan Penelitian Metode Eksperimen	39
3.4.2.	Bahan dan Peralatan Penelitian Metode Simulasi	43
3.4.3.	Peralatan Bantu	46
3.4.3.1	Peralatan Bantu Metode Eksperimen	46
3.4.3.2	Peralatan Bantu Metode Simulasi.....	47
3.5.	Diagram Penelitian	50
3.5.1.	Diagram Skematik Eksperimen	50
3.5.2.	Diagram Alir Simulasi.....	50
3.6.	Prosedur Pemodelan, Eksperimen dan Simulasi	51
3.6.1.	Prosedur Pemodelan	51
3.6.2.	Prosedur Eksperimen.....	91
3.6.3.	Prosedur Simulasi.....	95

3.7. Flowchart Penelitian.....	106
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	107
4.1. Data Eksperimen	107
4.1.1. Data Hasil Eksperimen.....	107
4.1.2. Perhitungan Hasil Eksperimen	109
4.1.3. Grafik dan Pembahasan Hasil Eksperimen	114
4.2. Data Teoritis	117
4.2.1. Data Hasil Perhitungan Teoritis.....	117
4.2.2. Tabel Hasil Perhitungan Teoritis	123
4.2.3. Grafik dan Pembahasan Hasil Eksperimen	124
4.3. Penentuan Jenis Katup Yang Digunakan	127
4.3.1. Data Hasil Simulasi.....	127
4.3.2. Grafik dan Pembahasan Hasil Simulasi	130
4.4. Data Perbandingan Hasil Eksperimen, Teoritis dan Simulasi	132
4.4.1. Data Hasil Perbandingan	132
4.4.2. Grafik dan Pembahasan Hasil Perbandingan...	133

BAB 5 PENUTUP 137

5.1. Kesimpulan..... 137

5.2. Saran..... 138

DAFTAR PUSTAKA 139

LAMPIRAN 142





DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal Pelaksanaan	38
Tabel 3.2	Material Data.....	41
Tabel 4.1	Data Percobaan Dengan Sudut 10°	107
Tabel 4.2	Data Percobaan Dengan Sudut 20°	108
Tabel 4.3	Data Percobaan Dengan Sudut 30°	109
Tabel 4.4	Data Hasil Perhitungan Teoritis.....	123
Tabel 4.5	Data Hasil Iterasi Efisiensi & Daya Sudut 10° ..	127
Tabel 4.6	Data Hasil Iterasi Efisiensi & Daya Sudut 20° ..	128
Tabel 4.7	Data Hasil Iterasi Efisiensi & Daya Sudut 30° ..	129
Tabel 4.8	Matriks Daya dan Efisiensi	132



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Turbin Tesla, Pengukuran Kecepatan	8
Gambar 2.2	Desain Nozzle 1 dan 2	9
Gambar 2.3	Eksperimen Setup Turbin Tesla	10
Gambar 2.4	Test Rig Turbin.....	12
Gambar 2.5	Desain Nozzle.....	12
Gambar 2.6	Sistem Koordinat Pada Analisis.....	16
Gambar 2.7	Mach Number aliran <i>boundary layer</i> tipis, menengah dan tebal.....	23
Gambar 2.8	Perhitungan Pesawat Tempur F-16.....	26
Gambar 2.9	<i>Project Configuration</i>	26
Gambar 2.10	<i>System Unit</i>	27
Gambar 2.11	<i>Analysis Type</i>	27
Gambar 2.12	<i>Fluids Tree</i>	28
Gambar 2.13	<i>Wall Conditions</i>	28
Gambar 2.14	<i>Initial Conditions</i>	29
Gambar 2.15	<i>Result Resolution</i>	29
Gambar 2.16	<i>Boundary Conditions Inlet</i>	30

Gambar 2.17	<i>Flow Openings Inlet</i>	30
Gambar 2.18	<i>Boundary Conditions Outlet</i>	31
Gambar 2.19	<i>Flow Openings Outlet</i>	31
Gambar 2.20	<i>Insert Goals</i>	32
Gambar 2.21	<i>Parameter</i>	32
Gambar 2.22	<i>Run Calculation</i>	33
Gambar 2.23	<i>Goal Plot</i>	33
Gambar 2.24	<i>Preview Settings</i>	34
Gambar 2.25	<i>Pressure Plane 2</i>	34
Gambar 3.1	Mesin 3D Printing.....	39
Gambar 3.2	Bahan PLA.....	39
Gambar 3.3	Flashdisk Toshiba.....	40
Gambar 3.4	Cakram Turbin dan Spacer.....	41
Gambar 3.5	Poros (<i>Shaft</i>) dan Bearing.....	42
Gambar 3.6	Rumah Turbin.....	42
Gambar 3.7	Nozzle, Pipa dan Flange.....	42
Gambar 3.8	Stand Turbin dan End Cap Exhaust.....	43
Gambar 3.9	Cakram Turbin.....	44

Gambar 3.10	Spacer.....	44
Gambar 3.11	Shaft Turbin.....	45
Gambar 3.12	Rumah Turbin	45
Gambar 3.13	<i>Nozzle</i>	46
Gambar 3.14	Hand Tachometer Dekko DT 2234L	46
Gambar 3.15	DP-537 Water Pump	47
Gambar 3.16	Solidworks 2017.....	49
Gambar 3.17	Notebook Dell Inspiron 5000 Series	49
Gambar 3.18	Instalasi Penelitian	50
Gambar 3.19	Diagram Alir Simulasi.....	50
Gambar 3.20	Ilustrasi Sldprt ke STL File.....	91
Gambar 3.21	Cura Software	92
Gambar 3.22	Proses Printing.....	92
Gambar 3.23	Hasil Printing	93
Gambar 3.24	Turbin Tesla Prototype	95
Gambar 3.25	Valve, Pressure Gauge, Pompa	95
Gambar 3.26	<i>Project Configuration</i>	96
Gambar 3.27	<i>System Unit</i>	96

Gambar 3.28	<i>Analysis Type</i>	96
Gambar 3.29	<i>Fluids Tree</i>	97
Gambar 3.30	<i>Wall Conditions</i>	97
Gambar 3.31	<i>Initial Conditions</i>	98
Gambar 3.32	<i>Result Resolution</i>	98
Gambar 3.33	<i>Computational Domain</i>	99
Gambar 3.34	<i>Fluid Subdomain</i>	99
Gambar 3.35	<i>Rotating Region</i>	100
Gambar 3.36	<i>Inlet Velocity</i>	100
Gambar 3.37	<i>Environment Pressure</i>	101
Gambar 3.38	<i>Inlet Volume Flow</i>	101
Gambar 3.39	<i>Real Wall</i>	102
Gambar 3.40	<i>Insert Global Goals</i>	102
Gambar 3.41	<i>Global Goals</i>	103
Gambar 3.42	<i>Insert Surface Goals</i>	103
Gambar 3.43	<i>Surface Goals Selection</i>	104
Gambar 3.44	<i>Equation Goals</i>	104
Gambar 3.45	<i>Run Calculation</i>	105

Gambar 3.46	<i>Iteration Process</i>	105
Gambar 3.47	Flowchart Penelitian	106
Gambar 4.1	Pengujian <i>Sudut</i> 10°	108
Gambar 4.2	Pengujian <i>Sudut</i> 20°	108
Gambar 4.3	Pengujian <i>Sudut</i> 30°	109
Gambar 4.4	Sudut dan Putaran Eksperimen	114
Gambar 4.5	Sudut dan Efisiensi Eksperimen	115
Gambar 4.6	Sudut dan Daya Eksperimen	116
Gambar 4.7	Sudut dan Putaran Teoritis	124
Gambar 4.8	Sudut dan Efisiensi Teoritis	125
Gambar 4.9	Sudut dan Daya Teoritis	126
Gambar 4.10	Sudut dan Efisiensi Simulasi	130
Gambar 4.11	Sudut dan Daya Simulasi	131
Gambar 4.12	Sudut dan Efisiensi Perbandingan	133
Gambar 4.13	Sudut dan Daya Perbandingan	134



DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	ARTI	SATUAN
m	Massa	kg
g	Percepatan gravitasi bumi = 9,81	m/s ²
z	Selisih ketinggian	m
P	Tekanan	Pa
x	Rasio radius	m
y	Rasio Velocity	m/s
F	Gaya	N
r_0	Outer Radius	m
s	Jarak yang ditempuh	m
b	Disk Thickness	m
V_0	Kecepatan Tangensial luar	m/s
v	Kecepatan	m/detik
Q	Debit aliran	m ³ /s
A	Luas penampang	m ²
N	Kecepatan turbin	rpm
P	Daya turbin	W
H	Head Pompa	m
U	Kecepatan tangensial	m/s
T	Torsi	N.m

η	<i>Efisiensi turbin</i>	%
Ω	<i>Kecepatan sudut</i>	rad/s
ω	<i>Kecepatan sudut</i>	rad/s
ρ (rho)	<i>Massa Jenis</i>	kg/m ³
I	<i>Momen Inersia</i>	kg.m ²



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>Output File</i>	142
Lampiran 2	<i>Drawing</i>	143



DAFTAR PUSTAKA

- Tesla, N., United States Patent "Turbine," No. 1061206, May 6, 1913.
- M.Zainal Abdi, 2018. *Solidworks Untuk Desain Manufaktur*. Bandung: Modula.
- Muhammad Abdullah, 2011. *Solidworks Flow Simulation 2012 Tutorial*, <<https://mahdiy.files.wordpress.com/2011/12/solidworks-flow-simulation-2012-tutorial.pdf>>.
- Andres Felipe Rey Ladino, 2004. "Numerical Simulation of the Flow Field in a Friction-Type Turbine (Tesla Turbine)". Diploma Thesis *Institute of Thermal Powerplants Vienna University of Technology*.
- H.S. Couto, J.B.F. Duarte and D. Bastos-Netto, Tesla, 2006. "Turbine Revisited". *Department of Mechanical Engineering, 8th Asia-Pacific International Symposium on Combustion and Energy Utilization, Sochi, Russian Federation*.
- Tamir Ali Emran, 2011. "Tesla Turbine Torque Modeling For Construction of A Dynamometer and Turbine". *Thesis Prepared for The Degree of Master Science University of North Texas*.
- Tan Wee Chon, Rahman A.A, Foo Shy Jer 2011. "Optimization of Tesla Turbin Using Computational Fluid Dynamics Approach". *IEEE Symposium on Industrial Electronics and Applications (ISIEA2011), September 25-28, 2011, Langkawi, Malaysia*.

- Aaron Peshlakai, 2012. "Challenging the Versatility of the Tesla Turbine: Working Fluid Variations and Turbine Performance". *A Thesis Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Master of Science, Arizona State University.*
- Vincent Domanic Romanin, 2012. "Theory and Performance of Tesla Turbines". *dissertation submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, Department of Mechanical Engineering, University of California, Berkeley.*
- Borate, H.P. and Misal, N.D, 2012. "An Effect of Surface Finish and Spacing between Discs on the Performance of Disc Turbine". *International Journal of Applied Research in Mechanical Engineering (IJARME) ISSN: 2231-5950, Volume-2, Issue-1.*
- Raunak Jung Pandey, Sanam Pudasaini, Saurav Dhaka, Rangeet Ballav Uprety, Dr. Hari Prasad Neopane, 2014. "Design and Computational Analysis of 1 kW Tesla Turbine". *International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 4, Issue 11, November 2014, ISSN 2250-3153.*
- Harikishan Gupta E., Shyam P. Kodal, 2014. "Design and Operation of Tesla Turbo machine - A state of the art review". *International Journal of Advanced Transport Phenomena Vol. 02, No. 01, Jan-Dec 2013.*
- Lakshman R, Ajith Francis, 2014. "Fabrication and design analysis of bladeless turbine operating on a low boiling medium". *International Conference on Advanced Trends in Engineering and Technology.*

W.Rice. 1965. An Analytical and Experimental Investigation of Multiple- series A, Vol. 87, pp. 29-36 Disk Turbines, Journal of Engineering for Power, Trans. ASME.

