

**ANALISIS VARIASI SUDUT TURBIN *HELICAL* MENGGUNAKAN
METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC* (CFD)**



SEPTYAN NOVAL

NIM:41317010005

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS VARIASI SUDUT SUDU TURBIN *HELICAL* MENGGUNAKAN
METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC* (CFD)**



UNIVERSITAS
Disusun Oleh:
MERCU BUANA

Nama : Septyan Noval
NIM : 41317010005
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA 1 (S1)
MARET 2021

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS VARIASI SUDUT SUDU TURBIN *HELICAL* MENGGUNAKAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC* (CFD)

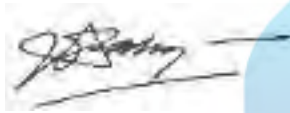
Disusun Oleh:

Nama : Septyan Noval
NIM : 41317010005
Program Studi : Teknik Mesin

Telah di periksa dan di setujui pada tanggal: DD MM 2021

Telah dipertahankan di depan penguji

Pembimbing TA



Agung Wahyudi B, ST., MT.

NIP 0329106901

Penguji Sidang II



Dr. Abdul Hamid

NIP: 19046003

Penguji Sidang I



Andi Firdaus Sudarma, ST., M.Eng

NIP 217810112

Penguji Sidang III

Subkti, MT

NIP: 217730018

Mengetahui

Kaprodi Teknik Mesin



Muhamad Fitri M.Si., Ph.D

NIP 118690617

Koordinator Tugas Akhir



Alief Avicenna Lutfhie, ST, M.Eng.

NIP 216910097

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama :Septyan Noval
NIM 41317010005
Jurusan :Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir :Analisis variasi sudut sudu Turbin *Helical*
menggunakanmetode *Computational Fluid*
Dynamic (CFD)

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 berdsarkan aturan di Universitas Mercu buana.

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

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 30 Agustus 2021



Septyan Noval

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 terimakasih sebesar – besarnya kepada:

1. Rektor Universitas Mercu Buana Prof.Dr. Ngadino Surip
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Dr. Mawardi, M. TI
3. Bapak Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan motivasi kepada setiap mahasiswa Teknik Mesin.
4. Bapak Alief Avicenna L, ST, M. Eng selaku Sekretaris Program Studi Dan koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana sekaligus sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan nasehat serta arahan selama proses pengerjaan laporan ini
5. Orang tua, Ayahanda Asmitrial yang telah membiayai kuliah serta selalu mendoakan penulis.
6. Farhan dan Rafli sebagai teman satu tim dalam kegiatan Tugas Akhir ini yang selalu memberikan semangat dan kerjasama yang maksimal.
7. Teman-teman jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana angkatan 2017 yang selama ini memberikan bantuan dan dukungan.
8. Teman-teman penulis yang tidak dapat penulis cantumkan satu persatu namanya yang telah membantu dan memberikan dukungan penulis agar laporan 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.



ABSTRAK

Pengembangan potensi sumber-sumber energi seperti energi angin, energi air, energi matahari, biogas, dan sebagainya untuk kebutuhan energi listrik di daerah-daerah terpencil yang potensi di sungai Cilangkap, Kabupaten Sumedang cukup besar sementara pemanfaatannya belum maksimal untuk kesejahteraan masyarakat. Pengembangan turbin air misalnya yang memiliki potensi yang cukup besar untuk pembangkitan energi listrik. Penelitian ini difokuskan pada pengaruh perbedaan variasi sudut sudu pada Turbin *Helical* dengan tinggi turbin 75 cm dan diameter turbin 68 cm terhadap performasinya menggunakan metode CFD. Pada variasi 1 menggunakan sudut sudu 40° , variasi 2 menggunakan sudut sudu 45° , dan variasi 3 menggunakan sudut sudu 50° . Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Computational fluid dynamic* (CFD) dengan software ANSYS Fluent 19.2 dan menggunakan software SolidWork 2018 pada proses desain Turbin. Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan hasil analisis perhitungan nilai torsi tertinggi didapatkan oleh Variasi 3 pada putaran 100 rpm sebesar 6,21 Nm, dan nilai torsi terendah didapatkan oleh variasi 1 pada putaran 700 rpm sebesar 1,52 Nm. Kemudian nilai daya tertinggi didapatkan oleh variasi 3 pada putaran 700 sebesar 134,07 Watt, dan daya terendah didapatkan oleh variasi 1 pada putaran 100 rpm sebesar 62,69 Watt. Sehingga nilai C_p tertinggi didapatkan oleh variasi 3 pada putaran 700 rpm sebesar 91,82% dan nilai C_p terendah didapatkan variasi 1 pada putaran 100 rpm sebesar 42,93%. Perbedaan nilai torsi, daya dan efisiensi pada tiap variasi dipengaruhi oleh sudut sudu Turbin *Helical* yang berbeda dengan nilai debit awal yang sama. Sehingga dapat diketahui Turbin variasi 3 yang paling tepat untuk diterapkan di sungai Cigirang.

Kata Kunci: Turbin *Helical*, Sudut Sudu, Daya, Efisiensi, *Computational Fluid Dynamic* (CFD).

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

The development of potential energy sources such as wind energy, water energy, solar energy, biogas, and so on for electrical energy needs in remote areas with potential in the Cilangkap river, Sumedang Regency is quite large while its utilization has not been maximized for the welfare of the community. The development of water turbines, for example, which has considerable potential for the generation of electrical energy. This research is focused on the effect of different blade angle variations on the Helical Turbine with a turbine height of 75 cm and a turbine diameter of 68 cm on its performance using the CFD method. In variation 1 using a blade angle of 40° , variation 2 using a blade angle of 45° , and variation 3 using a blade angle of 50° . This research was conducted using the Computational fluid dynamic (CFD) method with ANSYS Fluent 19.2 software and using SolidWork 2018 software in the Turbine design process. Based on the simulation results that have been carried out, the results of the analysis of the calculation of the highest torque value obtained by Variation 3 at 100 rpm rotation of 6.21 Nm, and the lowest torque value obtained by variation 1 at 700 rpm rotation of 1.52 Nm. Then the highest power value is obtained by variation 3 at 700 rotation of 134.07 Watt, and the lowest power is obtained by variation 1 at 100 rpm of 62.69 Watt. So that the highest C_p value is obtained by variation 3 at 700 rpm rotation of 91.82% and the lowest C_p value obtained by variation 1 at 100 rpm rotation of 42.93%. The difference in the value of torque, power and efficiency in each variation is influenced by the different angles of the Helical Turbine blades with the same initial discharge value. So that it can be seen that Turbine variation 3 is the most appropriate to be applied in the Cigirang river.

Keywords: Helical Turbine, Blade Angle, Power, Efficiency, Computational Fluid Dynamic (CFD).

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 STUDI LITERATUR	5
2.2 PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA)	10
2.3 PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO HIDRO (PLTPH)	12
2.4 KOMPONEN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO HIDRO	12
2.4.1 Bendung	12
2.4.2 Saringan	12
2.4.3 Pipa Pesat (<i>Penstock</i>)	13
2.4.4 Katup	13
2.4.5 Rumah Pembangkit	13
2.5 DASAR DASAR DINAMIKA FLUIDA	13

2.5.1	Persamaan Bernoulli	13
2.5.2	Luas penampang Aliran	14
2.5.3	Debit	14
2.5.4	Laju Aliran Massa	17
2.6	PARAMETER DESAIN TURBIN	17
2.6.1	Daya Air	17
2.6.2	Daya Turbin	18
2.6.3	Kecepatan Putaran	18
2.6.4	<i>Coeffisien of power (Cp)</i>	19
2.7	KLASIFIKASI JENIS TURBIN	19
2.8	TURBIN AIR HELIKAL	20
2.8.1	Analisis Segitiga Kecepatan	21
2.8.2	<i>Airfoil</i>	21
2.9	COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)	22
2.9.1	Pendefinisian Masalah Dan Persiapan Geometri	24
2.9.2	Pemilihan Persamaan Pengatur (<i>Governing Equation</i>) Dan Ketentuan Batas (<i>Boundary Conditions</i>)	24
2.9.3	Pemilihan <i>Grinding Strategy</i> Dan Metode Numeris	25
3.1	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	26
3.1.1	Desain Variasi Sudut Sudu Turbin <i>Helical</i> Menggunakan Software SolidWork 18	29
3.1.2	Prosedur Simulasi CFD	30
3.1.3	Tahap <i>Geometry</i>	31
3.1.4	Tahap <i>Meshing</i>	31
3.1.5	Tahap <i>Setup</i>	32
3.1.6	Tahap <i>Solution</i>	33
3.2.7	Tahap <i>Result</i>	34

3.2	ALAT DAN BAHAN	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1	PERHITUNGAN PARAMETER DESAIN TURBIN	36
4.1.1	Hasil Desain Dimensi Turbin	36
4.1.2	Luas Penampang Aliran	36
4.1.3	Debit	37
4.1.4	Daya Air	37
4.2	HASIL SIMULASI TURBIN <i>HELICAL</i>	37
4.2.1	<i>Countur</i> Kecepatan Air Ketiga Variasi	38
4.2.2	<i>Countur</i> Tekanan Air ketiga Variasi Turbin	42
4.3	ANALISIS PERBANDINGAN TORSI TERHADAP KETIGA VARIASI SUDUT SUDU TURBIN	45
4.4	ANALISIS PERBANDINGAN DAYA TERHADAP KETIGA VARIASI SUDUT SUDU TURBIN	46
4.5	ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI TERHADAP KETIGA VARIASI SUDUT SUDU TURBIN	47
BAB V PENUTUP		49
5.1	KESIMPULAN	49
5.2	SARAN	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rectangular Channel	15
Gambar 2. 2 Kemiringan aliran kanal terbuka	16
Gambar 2. 3 Rancangan Turbin Helik	20
Gambar 2. 4 Aliran gaya pada airfoil	22
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	26
Gambar 3. 2 Diagram Alir Simulasi	28
Gambar 3. 3 Desain Turbin Helical Sudut Sudu 40°	29
Gambar 3. 4 Desain Turbin Helical Sudut Sudu 45°	29
Gambar 3. 5 Desain Turbin Helical Sudut Sudu 50°	30
Gambar 3. 6 Desain 3D Turbin Helical	30
Gambar 3. 7 Tahap Geometry	31
Gambar 3. 8 Tahap Meshing	32
Gambar 3. 9 Tahap Setup	33
Gambar 3. 10 Tahap Solution	34
Gambar 3. 11 Tahap Result	34
Gambar 4. 1 kecepatan Countur Air pada variasi 1 dengan kecepatan Turbin sebesar 100 Rpm	38
Gambar 4. 2 Kecepatan Countur Air pada variasi 1 dengan kecepatan Turbin sebesar 700 Rpm	39
Gambar 4. 3 Kecepatan Countur Air pada variasi 2 dengan kecepatan Turbin 100 Rpm	39
Gambar 4. 4 Kecepatan Countur Air pada variasi 2 dengan kecepatan Turbin 700 Rpm	40
Gambar 4. 5 Kecepatan Countur air pada variasi 3 dengan kecepatan turbin sebesar 100 Rpm	40
Gambar 4. 6 Kecepatan Countur air pada variasi 3 dengan kecepatan turbin sebesar 700 Rpm	41
Gambar 4. 7 Contour Tekanan Air pada Variasi 1 dengan Kecepatan Putar Turbin Sebesar 100 Rpm	42
Gambar 4. 8 Countur Tekanan Air pada Variasi 1 dengan Kecepatan Turbin sebesar 700 Rpm	42

Gambar 4. 9 Countur Tekanan Air pada variasi 2 dengan kecepatan Turbin Sebesar 100 Rpm	43
Gambar 4. 10 Countur Tekanan Air pada variasi 2 dengan kecepatan Turbin Sebesar 700 Rpm	43
Gambar 4. 11 Countur Tekanan Air pada Variasi 3 dengan Kecepatan Turbin Sebesar 100 Rpm	44
Gambar 4. 12 Countur Tekanan Air pada Variasi 3 dengan Kecepatan Turbin Sebesar 700 Rpm	44
Gambar 4. 13 Streamline Kecepatan Air Pada Variasi 2 Dengan kecepatan Putar Turbin Sebesar Rpm 500	45
Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Torsi pada ketiga Variasi Sudut Sudu Turbin <i>Helical</i>	46
Gambar 4. 15 Grafik perbandingan Daya Turbin Ketiga Variasi Sudut Sudu Turbin <i>Helical</i>	47
Gambar 4. 16 Grafik Perbandingan Efisiensi Ketiga Variasi Sudut Sudu Turbin <i>Helical</i>	48

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
P	Tekanan statik fluida
V	Kecepatan rata – rata fluida cair
A	Luas penampang aliran
Q	Debit Fluida
T	Torsi
p	Panjang luas penampang
l	Lebar penampang aliran
P_a	Daya teoritis air
N	Jumlah putaran
P_T	Daya turbin
Cp	<i>Coeffisient of power</i>
n	Koefisien <i>mannig</i>
S_0	Kemiringan Dasar Kanal
R_h	Jari-jari Hidrolis
P_1	Tekanan statik fluida kondisi 1
P_2	Tekanan statik fluida kondisi 2
V_1	Kecepatan rata – rata fluida cair di kondisi 1
V_2	Kecepatan rata – rata fluida cair di kondisi 2
Z_1	Titik elevasi di kondisi 1
Z_2	Titik elevasi di kondisi 2
H_L	<i>Head</i> karena rugi – rugi mayor
H_{Lm}	<i>Head</i> karena rugi – rugi minor
Y	Kedalaman Sungai
B	Lebar sungai
P	Kerapatan fluida cair
\dot{m}	Laju aliran massa
ω	Kecepatan sudut
π	3,14

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Terdahulu	6
Tabel 2. 2 Potensi Tenaga Air per Wilayah Di Indonesia	11
Tabel 2. 3 Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)	11
Tabel 3. 1 Data elements dan notes	32
Tabel 4. 1 Tabel Perbandingan Torsi Terhadap ketiga Variasi Sudut Sudu Turbin Helical	46
Tabel 4. 2 Tabel Perbandingan Daya Turbin Ketiga Variasi Sudut Sudu Turbin Helical	47
Tabel 4. 3 Tabel Perbandingan Efisiensi ketiga Variasi Variasi Sudut Sudu Turbin Helical	48
Tabel 4. 4 Daya dari kecepatan aliran 2,36 m/s	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5 Efisiensi Turbin Pada Kecepatan Aliran 2,36 m/s	Error! Bookmark not defined.

