



## LAPORAN SKRIPSI

ANALISA TEGANGAN TURBIN AIR SUMBU HORIZONTAL  
TIPE SPIRAL PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
MIKRO HIDRO (PLTMH) AKIBAT TORSI DENGAN  
METODE ELEMEN HINGGA

ARIF YULIANTO  
NIM. 201654104

DOSEN PEMBIMBING  
Rochmad Winarso, ST.,MT  
Rianto Wibowo ST., M.Eng

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MURIA KUDUS  
2021

## HALAMAN PERSETUJUAN

### ANALISA TEGANGAN TURBIN AIR SUMBU HORIZONTAL TIPE SPIRAL PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) AKIBAT TORSI DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

ARIF YULIANTO  
NIM. 201654104

Kudus, 06 Maret 2021

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Rochmad Winarso, S.T., M.T  
NIDN. 0612037201

Pembimbing Pendamping,

Rianto Wibowo, S.T., M.Eng  
NIDN. 0630037301

Mengetahui

Koordinator Skripsi/Tugas Akhir

Taufiq Hidayat, S.T., M.T  
NIDN. 0023017901

## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISA TEGANGAN TURBIN AIR SUMBU HORISONTAL TIPE SPIRAL PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLMTH) AKIBAT TORSI DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

ARIF YULIANTO

NIM. 201654104

Kudus, 06 Maret 2021

Menyetujui,

Ketua Penguji,

Akhmad Zidni Hudaya, ST, M.Eng  
NIDN. 0021087301

Anggota Penguji I,

Taufiq Hidayat, S.T., M.T  
NIDN. 0023017901

Anggota Penguji II,

Rochmad Winarto, S.T., M.T  
NIDN. 0612037201

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Mohammed Djalil, S.T., M.T  
NIDN. 0601076901

Ketua Program Studi Teknik Mesin

  
Rianto Wibowo, S.T., M.Eng.  
NIDN. 0630037301

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

**Nama** : Arif Yulianto  
**NIM** : 201654104  
**Tempat & Tanggal Lahir** : Kudus, 19 Juli 1997  
**Judul Skripsi / Tugas Akhir** : Analisa Tegangan Turbin Air Sumbu Horisontal Tipe Spiral Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Plmth) Akibat Torsi Dengan Metode Elemen Hingga

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi/Tugas Akhir\* ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan lain yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dalam Skripsi dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muria Kudus.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Kudus, 06 Maret 2021

Yang memberi pernyataan,



Arif Yulianto  
NIM. 201654104

# **ANALISA TEGANGAN TURBIN AIR SUMBU HORIZONTAL TIPE SPIRAL PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) AKIBAT TORSI DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**

Nama mahasiswa : Arif Yulianto

NIM : 201654104

Pembimbing :

1. Rochmad Winarso, S.T., M.T

2. Rianto Wibowo, S.T., M.Eng

## **RINGKASAN**

Kebutuhan energi semakin lama semakin mengingkat sebagaimana laju pertumbuhan pembangunan di indonesia. Salah satu cara untuk menangani permasalahan tersebut adalah memanfaatkan sumber energi terbarukan yaitu energi air, energi matahari, energi angin dan biomassa. Salah satunya yaitu sumber energi terbarukan yang sangat berpotensi di indonesia adalah pemanfaatan energi air. Pembangkit listrik energi terbarukan dengan memanfaatkan pemanfaatan energi air dibuat skala besar maupun kecil yang disebut dengan (PLTMH). Salah satu komponen yang terpenting dalam pembangkit listrik tenaga mikrohidro, adalah turbin. Dalam proses simulasi ini penulis akan menggunakan jenis Turbin Air Sumbu Horizontal tipe Spiral, yang mempunyai sumbu utamanya sejajar dengan arah aliran air. Turbin spiral akan difungsikan sebagai prototype, turbin spiral ini perlu adanya simulasi Tegangan, deformasi dan *Safety of Factor* untuk menguji ketahannannya serta menganalisa dengan metode elemen hingga.

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan simulasi turbin air sumbu horizontal tipe spiral menggunakan kondisi batas berbentuk kerucut dengan kecepatan air 5,93 m/s dan mengetahui besarnya tegangan, regangan, safety factor pada sudut turbin yang akan diterapkan pada *prototype* PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro). Metode yang akan digunakan untuk memperoleh hasil data yaitu menggunakan metode elemen hingga. Berdasarkan dari hasil analisa putaran turbin sebesar 173,6 Rpm dengan menggunakan *software solidworks 2016* didapatkan tegangan normal yang terjadi adalah sebesar  $2.776 \times 10^5$  N/m<sup>2</sup>, untuk defleksi putaran turbin sebesar 173,6 Rpm simulasi menggunakan *software solidworks 2016* didapatkan hasil deformasi maksimum yang terjadi adalah sebesar 2.619e-1 mm, dari hasil analisa nilai safety factornya yaitu Max 1,233+006 dan nilai min 1.987e+002. Dari perolehan data tersebut nilai tegangan yang diperoleh dari simulasi di solidworks 2016 permukaan turbin mengalami tegangan yang dinyatakan aman dan hasil simulasi seluruh permukaan turbin memperoleh hasil warna biru.

Kata kunci : PLTMH, Turbin Spiral Horizontal , Elemen Hingga.

**ANALYSIS OF THE HORIZONTAL AXIS TYPE SPIRAL WATER  
TURBINE VOLTAGE IN MICRO HYDRO POWER PLANTS (PLTMH)  
DUE TO TORSION BY THE FINITE ELEMENT METHOD**

*Student Name* : Arif Yulianto

*Student Identity Number* : 201654104

*Supervisor* :

1. Rochmad Winarso, S.T., M.T
2. Rianto Wibowo, S.T., M.Eng

**ABSTRACT**

The need for energy is increasing over time, as is the rate of development growth in Indonesia. One way to deal with this problem is to utilize renewable energy sources, namely water energy, solar energy, wind energy and biomass. One of them is a renewable energy source that has great potential in Indonesia, namely the use of water energy. Renewable energy power plants by utilizing water energy are made on a large and small scale called (PLTMH). One of the most important components in a micro-hydro power plant, is a turbine. In this simulation process the author will use the Horizontal Axis type of spiral water turbine, which has its main axis parallel to the direction of water flow. The spiral turbine will function as a prototype, this spiral turbine needs stress, deformation and safety of factor simulations to test its resistance and analyze with the finite element method.

The purpose of this study is to simulate a spiral-type horizontal axis water turbine using a conical boundary condition with a water velocity of 5.93 m / s and to find out the amount of stress, strain, and safety factor on the turbine blade that will be applied to the PLTMH prototype (Micro Power Generation). Hydro. The method used to obtain data results is using the finite element method. Based on the results of the turbine rotation analysis of 173.6 Rpm using SolidWorks 2016 software, the normal stress that occurs is  $2,776 \times 10^5$  N / m<sup>2</sup>, for the turbine rotation deflection is 173.6 Rpm, the simulation using SolidWorks 2016 software shows that the maximum deformation that occurs is amounting to 2.619e-1 mm, from the results of the analysis, the safety factor value is Max 1.233 + 006 and the min value is 1.987e + 002. From the data obtained, the stress value obtained from the simulation at Solidworks 2016, the turbine surface experienced a stress that was declared safe and the simulation results of the entire turbine surface were blue.

*Keywords* : PLTMH, Horizontal Spiral Turbine, Finite element

## KATA PENGANTAR

“ Bismillahirrahmanirrahim“

*Assalamu`alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Segala Puji dan Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta taufiq dan hidayahnya, serta shalawat salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan petunjuk , kemudahan dan kelancaran pada proses pembuatan laporan skripsi yang berjudul ” Analisa Tegangan Turbin Air Sumbu Horizontal Tipe Horizontal Tipe Spiral Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Akibat Torsi Dengan Metode Elemen Hingga ”

Dalam proses pembuatan laporan ini, penulis mengucapkan berterimakasih kepada pihak – pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dari segi materi, bantuan dan spiritual. Dengan rasa hormat penulis mengucapkan rasa berterimakasih kepada :

1. Allah SWT atas limpahan rahmat dan karuniaNYA serta Nabi Muhammad SAW yang telah melimpahkan rahmat serta taufiq dan hidayahnya, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ibu , Nenek , Kakak dan Keluarga saya tercinta yang telah memberikan doa, semangat dan dukungan untuk mengerjakan laporan skripsi.
3. Bapak Mohammad Dahlan, S.T .,M.Eng selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.
4. Bapak Rochmad Winarso, S.T ., M.T selaku wakil Rektor III Universitas Muria Kudus dan juga dosen pembimbing utama yang senantiasa membimbing kami untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Rianto Wibowo, S.T ., M.T selaku ketua Progam Studi Teknik Mesin dan juga dosen pembimbing kedua yang senantiasa membimbing kami untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
6. Semua Dosen Pengampu dan Team Laboratorium Progam Studi Teknik Mesin Universitas Muria Kudus yang telah memberikan ilmu dan fasilitas belajar yang baik selama berkuliah.

7. Teman – teman kelompok yang membantu dalam memberi dukungan dan semangat untuk mengerjakan laporan skripsi, dan seluruh teman – teman Teknik Mesin angkatan 2016.

Semoga Allah SWT memberikan pahala berlipat ganda kepada semuanya. Penulis menyadari masih adanya kekurangan dan ketidak sempurnaan dalam penulisan laporan ini, karena itu penulis menerima dengan senang hati kritik, saran dan masukan dari pembaca sehingga penulis dapat lebih baik di masa yang akan datang. Akhirnya penulis berharap semoga hasil penulisan laporan ini bermanfaat khususnya bagi penulis dan khususnya bagi penulis umumnya bagi semua.



## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
RINGKASAN.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SIMBOL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	2
1.2 Perumusuhan masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro .....	4
2.2 Turbin Air.....	5
2.3 Jenis – Jenis turbin air .....	5
2.3.1 Turbin Impuls .....	5
2.3.2 Turbin Reaksi .....	10
2.4 Turbin Spiral Horizontal .....	11
2.5 Plat Alumunium 6061 .....	12
2.5.1 Kegunaan Plat Alumunium 6061 .....	12
2.5.2 Sifat lelah Alumunium .....	12

2.6 Metode Elemen Hingga.....	13
2.7 Beban yang terjadi pada elemen mesin .....	13
2.8 Beban Terkonsentrasi .....	14
2.8.1 Tegangan .....	14
2.8.2 Deformasi .....	14
2.8.3 Safety Factor .....	14
2.9 Solidworks.....	15
2.10 Geometri Benda Kerja.....	17
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>	<b>19</b>
3.1 Pendahuluan .....	19
3.2 Alur Perancangan.....	20
3.3 Kajian Pustaka.....	21
3.4 Pengumpulan Data .....	21
3.5 Gambar Geometri Desain Turbin Spiral 3 Sudu .....	21
3.6 Langkah – Langkah Proses simulasi Flow Static Simulation .....	22
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISA .....</b>	<b>38</b>
4.1 Analisa perhitungan dan simulasi turbin spiral tipe horizontal menggunakan solidworks 2016 .....	38
4.2 Hasil pengujian kecepatan putaran turbin .....	38
4.3 Analisa perhitungan tegangan pada turbin spiral horizontal .....	39
4.4 Analisa Perhitungan deformasi pada turbin spiral horizontal .....	40
4.5 Analisa Perhitungan luas penampang pada turbin spiral horizontal ....	40
4.6 analisa perhitungan safety factor pada turbin spiral horizontal.....	48
4.7 Analisa simulasi dengan menggunakan softwar solidworks 2016 .....	49
4.8 Dimensi Turbin Horizontal .....	49
4.9 Analisa Flow simulation, tegangan, regangan dan safety factor .....	50
4.9.1 Pengisian data kecepatan air.....	50
4.9.2 Hasil Meshing Geometri .....	52
4.9.3 Hasil simulasi dan Analisa .....	52

4.9.4 Hasil analisa simulasi deformasi pada kecepatann air 5.93 m/s..	53
4.9.5 Hasil analisa simulasi safety factor pada kecepatan air 5.93 m/s	53
4.9.6 Rangkuman hasil simulasi solidworks 2016 dan perhitungan turbin spiral horizontal.....	54
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>55</b>
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>56</b>
LAMPIRAN 1 .....	58
LAMPIRAN 2 .....	59
LAMPIRAN 3 .....	82
LAMPIRAN 4 .....	83
LAMPIRAN 5 .....	84
LAMPIRAN 6 .....	97
<b>BIODATA PENULIS .....</b>	<b>99</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagan Sistem PLTMH .....	4
Gambar 2. 2 Prototype PLTMH dengan Turbin Spiral.....	5
Gambar 2. 3 Hasil rancangan desain Turbin Pelton.....	6
Gambar 2. 4 Runner dan sudu Turbin Pelton.....	7
Gambar 2. 5 Desain awal Turbin Turgo.....	7
Gambar 2. 6 Prototipe PLTPH Turbin Turgo .....	8
Gambar 2. 7 Turbin hasil fabrikasi yang diterapkan dalam prototipe mikrohidro..	9
Gambar 2. 8 Runner Turbin Francis .....	10
Gambar 2. 9 Turbin Kaplan/ Propeller.....	11
Gambar 2. 10 Desain turbin spiral 3 sudu.....	11
Gambar 2. 11 Tampilan utama menu Solidworks.....	15
Gambar 2. 12 Tampilan utama Plane pada solidworks 2016.....	17
Gambar 2. 13 Tampilan turbin spiral horizontal saat dibuka menggunakan Solidworks 2016.....	18
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	20
Gambar 3. 2 Desain Turbin spiral 3 sudu .....	21
Gambar 3. 3 Hasil akhir proses manufaktur hasil turbin spiral 3 sudu .....	22
Gambar 3. 4 Pemilihan Lids yaitu permukaan ujung dan bawah housing .....	23
Gambar 3. 5 Permukaan ujung Housing .....	23
Gambar 3. 6 Tampilan Wizard di Solidworks 2016 .....	24
Gambar 3. 7 Tampilan memasukan Unit System di Solidworks 2016 .....	24
Gambar 3. 8 Tampilan pemilihan External di Solidworks 2016.....	25
Gambar 3. 9 Tampilan pemilihan flow type Turbulent Only di Solidworks 2016	25
Gambar 3. 10 Jenis pemilihan material di flow simulation .....	26
Gambar 3. 11 Tampilan menu berikutnya setelah input material .....	26
Gambar 3. 12 Memasukan velocity Z direction sebesar 5,93 m/s .....	27
Gambar 3. 13 Toolbar Boundary Conditionnya.....	27
Gambar 3. 14 Boundary Condition Permukaan dalam Lids 1 .....	28
Gambar 3. 15 Boundary Condition Permukaan dalam Lids 2 .....	28
Gambar 3. 16 Boundary Condition Permukaan dalam Lids 1 dan 2 .....	28

Gambar 3. 17 Proses Run Study .....	29
Gambar 3. 18 Tampilan hasil Run study simulasi di Solidworks 2016.....	29
Gambar 3. 19 Proses Flow Trajectories simulasi di Solidworks 2016 .....	30
Gambar 3. 20 Hasil Flow Trajectories simulasi di Solidworks 2016 .....	30
Gambar 3. 21 Proses Flow Trajectories simulasi di Solidworks 2016 .....	31
Gambar 3. 22 Proses Simulation Study Advisor New Study-Static .....	31
Gambar 3. 23 Proses Simulation Study Advisor New Study-Static .....	32
Gambar 3. 24 Proses pemilihan permukaan fixed Geometry .....	32
Gambar 3. 25 Proses pemilihan permukaan fixed Geometry .....	32
Gambar 3. 26 Proses propertis di Solidworks 2016.....	33
Gambar 3. 27 Proses memasukan Result Flow simulation di Solidworks 2016... 33	33
Gambar 3. 28 Proses memasukan file Result Flow simulation di Solidworks .... 34	34
Gambar 3. 29 Proses menonaktifkan part sementara Exclude from Analysis .....	34
Gambar 3. 30 Proses memasukan jenis material.....	35
Gambar 3. 31 Proses memasukan jenis material Alumunium Alloys 6061 Alloy	35
Gambar 3. 32 Pemilihan Failure diagnostic di solidowrks 2016 .....	36
Gambar 3. 33 Proses Mesh Density .....	36
Gambar 3. 34 Hasil Proses Meshing Density di Flow simulation di Solidworks . 37	37
Gambar 3. 35 Hasil Proses Meshing Density di Flow simulation di Solidworks . 37	37
Gambar 3. 36 Proses memasukan data torsi turbin di Solidworks 2016..... 37	37
 Gambar 4. 1 Model turbin spiral horizontal 3 sudu .....	39
Gambar 4. 2 Turbin Spiral Horizontal .....	49
Gambar 4. 3 Tampilan pemilihan internal di Solidworks 2016 .....	50
Gambar 4. 4 Tampilan pemilihan flow type Turbulent Only di Solidworks 2016	51
Gambar 4. 5 Memasukan velocity Z direction sebesar 5,93 m/s .....	51
Gambar 4. 6 Hasil Meshing simulasi solidworks 2016 .....	52
Gambar 4. 7 Hasil analisa Tegangan maksimum dengan putaran turbin 173,6 Rpm .....	52
Gambar 4. 8 Hasil simulasi deformasi dengan putaran turbin 173,6 Rpm .....	53
Gambar 4. 9 Hasil simulasi safety factor dengan putaran turbin 173,6 Rpm .....	53

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Mechanical Propertis Alumunium 6061 .....	12
Tabel 4. 1 Hasil pengujian kecepatan putaran turbin pada prototype pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) dengan tipe turbin spiral.....	38
Tabel 4. 2 Mechanical Propertis Alumunium 6061 .....	49
Tabel 4. 3 Hasil data simulasi menggunakan <i>solidwoks 2016</i> .....	54



## DAFTAR SIMBOL

Nomor	Simbol	Keterangan	Satuan	Nomor Persamaan
1	$\rho$	Massa Jenis	$\text{Kg/ m}^3$	1
2	$Q$	Debit Air	$\text{m}^3/\text{s}$	1
3	$V$	Kecepatan Air	$\text{m/s}$	1
4	$A$	Luas permukaan Sudu/ Turbin	$\text{m}^2$	1
5	$L$	Panjang Turbin		2
6	$F$	Gaya		2
7	$\rho$	Massa Jenis		2
8	$Q$	Debit Air		2
9	$V$	Kecepatan Air		2

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1	Gambar Prototye PLTMH dengan tipe turbin spiral horizontal .	58
Lampiran 2	Gambar dimensi/ukuran per-part dan dimensi Mesin Prototype PLTMH dengan Tipe Turbin Spiral .....	59
Lampiran 3	Bimbingan dan konsultasi pembimbing utama. ....	82
Lampiran 4	Bimbingan dan konsultasi pembimbing pendamping .....	83
Lampiran 5	Hasil Report Simulasi static flow di Solidworks.....	84
Lampiran 6	Hasill Turnitin laporan skripsi.....	97

