

# **TUGAS AKHIR**

## **SIMULASI KEKUATAN MATERIAL CASING TURBIN SCREW SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelara Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**TRI IMAM SUGATRA**  
**1707230060**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

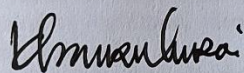
Nama : Tri Imam Sugatra  
NPM : 1707230060  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Simulasi Kekuatan Material *Casing Turbin Screw* Sebagai  
Pembangkit Listrik Tenaga Air  
Bidang ilmu : Konstruksi (Manufaktur)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 15 Maret 2022

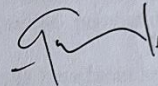
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



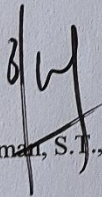
Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Chandra A Siregar S.T., M.T

Dosen Penguji III



Suherman, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin



Chandra A Siregar, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Tri Imam Sugatra  
Tempat /Tanggal Lahir : Dolok Merawan/24 September 1999  
NPM : 1707230060  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

### **“Simulasi Kekuatan Material *Casing Turbin Screw* Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air”**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 15 Maret 2022

Saya yang menyatakan,

  
Tri Imam Sugatra

## ABSTRAK

Pemilihan jenis turbin yang sesuai untuk suatu pembangkit listrik tenaga mikrohidro tergantung pada karakteristik aliran yaitu tinggi jatuh dan debit aliran yang tersedia serta kecepatan turbin. Jenis turbin yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan jenis turbin *screw Archimedes* dimana jenis turbin ini konstruksinya mudah, memiliki efisiensi yang tinggi dan beban yang diterima tidak terlalu besar. Oleh karena itu diperlukan simulasi pengujian statis menggunakan *solidworks 2020*. Dalam penelitian ini dilakukan terlebih dahulu desain *casing* yang akan diuji dan memilih material yang akan diuji statis, bahan material yang digunakan adalah plat baja karbon *ASTM A36*. Tujuan Pengujian dilakukan untuk mengetahui tegangan, regangan, perpindahan dan faktor keamanan pada *casing* turbin *screw*. Metode yang dilakukan dalam pengujian ini menggunakan *software solidworks 2020* untuk mensimulasikan desain yang akan diuji. Pada simulasi diberikan pembebanan statis 55,154 N menghasilkan tegangan maksimum sebesar  $7,517 \times 10^6$  N/m<sup>2</sup>, regangan maksimum sebesar  $2,361 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup>, perpindahan maksimum sebesar  $1,050 \times 10^{-1}$  mm, dan faktor keamanannya sebesar  $3,326 \times 10^1$ . Pada simulasi pembebanan statis 57,704 N menghasilkan nilai tegangan maksimum sebesar  $7,861 \times 10^6$  N/m<sup>2</sup>, regangan maksimum sebesar  $2,470 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup>, perpindahan maksimum sebesar  $1,100 \times 10^{-1}$  mm, dan faktor keamanannya sebesar  $3,180 \times 10^1$ . Pada Simulasi pembebanan statis 84,584 N menghasilkan nilai tegangan maksimum sebesar  $1,152 \times 10^7$  N/m<sup>2</sup>, regangan maksimum sebesar  $3,620 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup>, perpindahan maksimum sebesar  $1,612 \times 10^{-1}$  mm dan faktor keamanannya sebesar  $2,170 \times 10^1$ .

**Kata Kunci:** Turbin screw Archimedes, Casing screw, Simulasi

## ABSTRACT

*The selection of the appropriate type of turbine for a micro hydro power plant depends on the characteristics of the falling flow and the available flow rate and turbine speed. The type of turbine used in this study uses an Archimedes screw turbine where this type of turbine is easy to construct, has high efficiency and the load received is not too large. Therefore, it is necessary to simulate statistical testing using Solidworks 2020. In this research, the casing design to be tested is carried out first and the material to be statistically tested is selected, the material used is ASTM A36 carbon steel plate. Purpose The test was conducted to determine the stress, strain, displacement and safety factor in the screw turbine casing. The method used in this test uses the Solidworks 2020 software to simulate the design to be tested. In the simulation, a static loading of 55,154 N produces a maximum stress of  $7,517 \times 10^6$  N/m<sup>2</sup>, a maximum strain of  $2,361 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup>, a maximum displacement of  $1,050 \times 10^{-1}$  mm, and a safety factor of  $3,326 \times 10^1$ . In a static loading simulation of 57.704 N, the maximum stress value is  $7.861 \times 10^6$  N/m<sup>2</sup>, the maximum strain is  $2.470 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup>, the maximum displacement is  $1.100 \times 10^{-1}$  mm, and the safety factor is  $3.180 \times 10^1$ . In the simulation of 84,584 N static loading, the maximum stress value is  $1.152 \times 10^7$  N/m<sup>2</sup>, the maximum strain is  $3.620 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup>, the maximum displacement is  $1.612 \times 10^{-1}$  mm and the safety factor is  $2.170 \times 10^1$ .*

*Keywords: Archimedes screw turbine, Casing screw, Simulation*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Simulasi Kekuatan Material *Casing* Turbin Screw Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

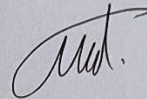
Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Suherman, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing dan penguji III saya, yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T. Selaku Dosen Penguji I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
3. Bapak Chandra Amirsyah Putra Siregar, S.T., M.T. Selaku Dosen Penguji II sekaligus Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
4. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ke teknik mesin kepada penulis.
7. Orang tua penulis: Diswan dan Weningsih, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

9. Sahabat-sahabat penulis: Muhammad Farid pane, Rahmad Arjun, Ahmad Zharfan Shiddiq dan lainnya yang tidak mungkin namanya saya sebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 15 Maret 2022



Tri Imam Sugatra

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>3</b>
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)	3
2.2 Turbin Air	3
2.3 Turbin ulir Archimedes	4
2.3.1 Prinsip kerja turbin Archimedes ialah:	5
2.3.2 Kelebihan Turbin <i>Archimedes Screw</i>	5
2.4 Jenis Jenis Turbin <i>Screw</i>	8
2.5 Simulasi Kekuatan Struktur	8
2.6 Metode Elemen Hingga	9
2.7 Parameter Simulasi Kekuatan Struktur	9
2.8 <i>Software Solidworks</i>	11
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>13</b>
3.1 Tempat dan Waktu	13
3.2 Bahan dan alat	13
3.3 Diagram Alir	18
3.4 Prosedur Simulasi	19
3.5 Pemilihan Material	20
3.6 Desain <i>Casing screw</i>	21
3.7 Simulasi Kekuatan Struktur <i>Casing screw</i> turbin	21
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>25</b>
4.1 Hasil Simulasi Pada <i>Casing screw</i> turbin	25
4.1.1 <i>Stress</i> (Tegangan)	25
4.1.2 <i>Strain</i> (Regangan)	28
4.1.3 <i>Displacement</i> (Perpindahan)	31
4.1.4 <i>Factor Of Safety</i> (Faktor keamanan)	34



<b>BAB 5 PENUTUP</b>	<b>38</b>
5.1    Kesimpulan	38
5.2    Saran	38
 <b>DAFTAR PUSTAKA</b>	 <b>39</b>
 <b>LAMPIRAN</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
<b>SK PEMBIMBING</b>	
<b>BERITA ACARA SEMINAR HASIL</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan efisiensi berbagai jenis turbin air	6
Tabel 3.1 Timeline Kegiatan	11
Tabel 3.2 Spesifikasi Turbin	16

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skematik turbin <i>Archimedes</i>	5
Gambar 2.2 Turbin Screw (a) Tipe <i>Steel Strough</i> dan (b) Tipe <i>Closed Compact Installation</i>	8
Gambar 3.1 Kertas	14
Gambar 3.2 Laptop	15
Gambar 3.3 <i>Mouse</i>	15
Gambar 3.4 <i>Solidwork 2020</i>	16
Gambar 3.5. Penggaris	16
Gambar 3.6 Diagram Alir	18
Gambar 3.7 Memasukan model yang akan di uji	19
Gambar 3.8 Cara menambahkan ikon <i>simulation</i> pada <i>bar</i>	19
Gambar 3.9 Tampilan <i>add-ins</i> untuk menambahkan ikon <i>Simulation</i>	19
Gambar 3.10 Tampilan ikon <i>simulation</i> untuk memulai simulasi	20
Gambar 3.11 Tampilan Ikon <i>New Study</i>	20
Gambar 3.12 data <i>sheet Mild steel ASTM A36</i>	21
Gambar 3.13 Desain <i>Casing</i> yang akan diuji	21
Gambar 3.14 <i>Input data sheet Casing screw</i>	22
Gambar 3.15 Pemilihan Area Tumpuan	22
Gambar 3.16 input nilai beban	23
Gambar 3.17 proses <i>meshing</i>	23
Gambar 3.18 Hasil simulasi kekuatan struktur	24
Gambar 4.1 Hasil simulasi <i>Stress</i> pada pembebanan 55,154 N	25
Gambar 4.2 Hasil simulasi <i>Stress</i> pada pembebanan 57,704 N	26
Gambar 4.3 Hasil simulasi <i>Stress</i> pada pembebanan 84,584 N	26
Gambar 4.4 Grafik <i>Stress</i> Maksimum terhadap variasi beban	27
Gambar 4.5 Grafik <i>Stress</i> Minimum terhadap variasi beban	28
Gambar 4.6 Hasil simulasi <i>Strain</i> pada pembebanan 55,154 N	28
Gambar 4.7 Hasil simulasi <i>Strain</i> pada pembebanan 57,704 N	29
Gambar 4.8 Hasil simulasi <i>Strain</i> pada pembebanan 84,584 N	30
Gambar 4.9 Grafik <i>Strain</i> maksimum terhadap variasi beban	31
Gambar 4.10 Grafik <i>Strain</i> minimum terhadap variasi beban	31
Gambar 4.11 Hasil simulasi <i>Displacement</i> pada pembebanan 55,154 N	32
Gambar 4.12 Hasil simulasi <i>Displacement</i> pada pembebanan 57,704 N	33
Gambar 4.13 Hasil simulasi <i>Displacement</i> pada pembebanan 84,584 N	34
Gambar 4.14 Grafik <i>Displacement</i> terhadap variasi beban	35
Gambar 4.15 Hasil simulasi <i>Factor Of Safety</i> pada pembebanan 55,154 N	35
Gambar 4.16 Hasil simulasi <i>Factor Of Safety</i> pada pembebanan 57,704 N	36
Gambar 4.17 Hasil simulasi <i>Factor Of Safety</i> pada pembebanan 84,584 N	37
Gambar 4.18 Grafik <i>Factor Of Safety</i> terhadap variasi beban	38

## DAFTAR NOTASI

No	Simbol	Besaran Satuan	
1.	G	Gaya Gravitasi	m/s <sup>2</sup>
2.	H	<i>Head</i>	m
3.	N	Kecepatan Putaran	rpm
4.	P	Daya	kW
5.	P <sub>H</sub>	Daya Hidrolis	
6.	Q	Debit	m <sup>3</sup> /s
7.	T	Torsi	Nm
8.	$\alpha$	Sudut Blade	
9.	R <sub>o</sub>	Jari jari turbin	
10.	$\Delta$	Jarak antar ulir	
11.	$\rho$	Massa Jenis	kg/m <sup>3</sup>
12.	$\sigma$	Tegangan	N/m <sup>2</sup>
13.	F	Gaya yang bekerja	N
14.	A	Luas penampang	m <sup>2</sup>
15.	$\varepsilon$	Regangan	N/m <sup>2</sup>
16.	$\Delta L$	Pertambahan panjang	m
17.	$L_0$	Panjang mula mula	m
18.	E	Perpindahan	mm
19.	n	Faktor keamanan	

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan sumber energi yang digunakan oleh manusia. Listrik di hasilkan melalui sebuah sistem pembangkit listrik. Pembangkit yang banyak digunakan adalah pembangkit listrik tenaga air (PLTA), Pembangkit listrik tenaga gas bumi (PLTG), pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD), dan pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN), PLTU dan PLTD menggunakan sumber energi berupa batubara ataupun minyak bumi (K. Umurani, A M Siregar, 2020). Kebutuhan energi listrik di Indonesia saat ini masih didominasi oleh energi yang berbasis bahan bakar fosil, seperti minyak bumi dan batu bara, kerugian bahan bakar adalah sifatnya yang tidak ramah lingkungan. Hasil dari pembakaran bahan bakar fosil adalah CO<sup>2</sup> yang merupakan gas rumah kaca dan dapat merusak udara di sekitarnya, karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan potensi sumber-sumber energi terbarukan yang banyak dimiliki oleh Negara kita Indonesia salah satunya adalah aliran sungai dan irigasi.

Indonesia mempunyai potensi energi terbarukan yang cukup banyak untuk dimanfaatkan salah satunya energi air. Potensi ini belum bisa dimanfaatkan secara optimal karena keterbatasan teknologi turbin dalam memanfaatkan energinya. Untuk head dan debit yang sedang hingga tinggi saat ini masih mengandalkan turbin Pelton, Francis, Kaplan, dan Crossflow. Sedangkan untuk head yang rendah masih sulit untuk dikembangkan, padahal di Indonesia mempunyai potensi aliran sungai yang sangat besar. (Saefudin et al., 2017) Potensi aliran sungai/saluran irigasi dapat dibuat pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH). Adapun jenis turbin yang digunakan pada PLTMH salah satunya yaitu turbin ulir. Turbin ulir merupakan turbin yang baru diteliti, prinsip kerja turbin ulir ini didasari atas sistem pompa screw yang berfungsi mengangkat air dari sungai menuju permukaan. Turbin ulir pada dasarnya merupakan kebalikan dari pompa ulir, air yang mempunyai *head* tertentu walaupun dengan debit yang rendah mampu memutar turbin *screw* yang akan dihubungkan dengan generator untuk menghasilkan listrik. (Ardika, 2019)

*Archimedean screw pump* adalah pompa tertua yang pernah ada semenjak orang menaruh perhatian terhadap pemindahan cairan. Namun demikian jenis pompa ini sampai sekarang masih banyak digunakan karena beberapa kelebihanannya. Pompa ini dapat bekerja secara optimum pada sudut instalasi 30° sampai 40°.(Hizhar, 2017)

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat ditarik suatu rumusan masalah yaitu Bagaimana simulasi kekuatan material terhadap pembebanan Casing *screw* pada turbin air

## 1.3 Ruang Lingkup

Dalam penulisan tugas akhir ini masalah hanya dibatasi pada:

Masalah tentang simulasi kekuatan material Casing Turbine *screw* menggunakan material ASTM A36.

## 1.4 Tujuan

1. Mensimulasikan *casing screw* pada turbin air menggunakan *material ASTM A36*.
2. Untuk Mengetahui tegangan, regangan, perpindahan serta faktor keamanan pada struktur material *casing screw*.

## 1.5 Manfaat

Mampu menjadi referensi bagi mahasiswa/i untuk mempelajari turbin air. Selain itu, dapat menambah wawasan dalam menganalisa material turbin air.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

Mikrohidro atau pembangkit listrik Tenaga mikrohidro adalah Pembangkit listrik tenaga air kecil Sebagai penggerak, seperti saluran irigasi, sungai Atau air terjun rendah hingga air terjun tinggi (*Head*) dan jumlah keluaran air. Mikrohidro adalah Sebuah istilah yang mengandung *customized structure* "mikro", yang berarti "kecil" dan hidro berarti "air" Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga Bahan utamanya yaitu air (sebagai energi), turbin dan generator. Energi mikrohidro berasal dari air yang mengalir karena adanya perbedaan ketinggian tertentu. pada dasarnya, Tenaga mikro hidro menggunakan energi potensial yang dihasilkan oleh jatuh (*Head*). Semakin tinggi, semakin besar energinya Potensi air yang dapat diubah menjadi listrik.

Prinsip-Prinsip Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Yaitu dengan menggunakan jumlah air yang mengalir ke bawah aliran sungai, air terjun atau irigasi dan memanfaatkan beda ketinggian aliran air. Aliran air yang mendorong sudu akan memutar poros dari turbin yang menyebabkan turbin berputar sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi mekanik yang dihasilkan kemudian menggerakkan generator dan menghasilkan energi listrik.(Saputra, 2019)

#### 2.2 Turbin Air

Turbin air adalah turbin hidrolis dengan media kerja air secara teratur. Turbin universal terdiri dari poros dan sudu-sudu. sudu tetap atau *stationary blade*, tidak ikut berputar dengan poros dan berperan dalam memandu aliran air. Sedangkan sudu putar, memutar bilah Arah dan kecepatan aliran fluida untuk menghasilkan gaya Sumbu rotasi. Secara umum pembangkit listrik tenaga air dapat dibedakan berdasarkan tinggi elevasinya (*head*) dan laju debit air. Jenis aliran inilah yang membedakan antara jenis turbin reaksi dan turbin impuls.(Suherman, 2021) berikut Merupakan klasifikasi dari berbagai jenis turbin yang digunakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).

- 1) Turbin impuls adalah turbin tekanan yang sama karena aliran air dari nosel sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Energi potensial yang dimiliki oleh air diubah menjadi energi kinetik dan masuk melalui nosel. Air dari nosel mengenai bilah turbin dengan kecepatan tinggi. Setelah mengenai bilah, arah kecepatan aliran berubah, mengakibatkan perubahan momentum (*impulse*). Jenis-jenis turbin impuls meliputi: Turbin *pelton*, turbin *Turgo*, dan turbin aliran silang (*cross flow*).
- 2) Turbin reaksi adalah turbin dengan profil khusus pada sudu-sudu, yang menyebabkan tekanan air yang melewati sudu-sudu turun. Perbedaan tekanan ini memberikan gaya pada sudu-sudu sehingga *runner* (bagian turbin yang berputar) dapat berputar. Turbin yang bekerja menurut prinsip ini terbagi menjadi jenis turbin reaksi, antara lain: turbin *Francis*, turbin *Kaplan*.(Putra, 2018)

### 2.3 Turbin ulir Archimedes

Archimedes sekrup adalah salah satu mesin tertua yang masih digunakan dan berfungsi mengangkat air untuk irigasi dan *drainase*. Turbin ulir berasal dari konsep kuno oleh ahli matematika dan fisika Archimedes (287–212 SM). Sekrup Archimedes terdiri dari permukaan heliks yang mengelilingi poros silindris pusat di dalam pipa berongga. Ketika digunakan sebagai pompa, sekrup biasanya diputar oleh generator atau tenaga kerja manual. Ketika poros berputar, ujung bawah menggulung volume air yang disebut sebagai ember. Air ini akan meluncur ke dalam *Casing* spiral saat sekrup berputar, sampai akhirnya mengalir keluar dari bagian atas sekrup. Pompa sekrup digunakan terutama untuk mengalirkan air keluar dari tambang atau area lain dari air yang rendah. Palung yang terbuka dan desain keseluruhan sekrup memungkinkan lintasan puing tanpa tersumbat.

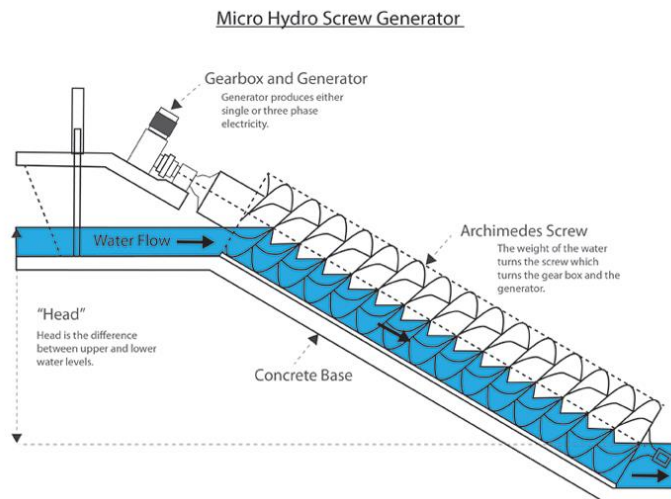
Selain dikenal dengan turbin ulir, sesuai dengan konseptor awalnya, turbin ini juga disebut sekrup Archimedes (*Archimedes screw*). Turbin ulir lebih cocok dipakai untuk tinggi tenaga (*head*) rendah atau beda elevasi antara hulu dan hilir aliran rendah bahkan nol. Turbin *Archimedes screw* dapat digunakan di situs hidro air rendah sebagai sarana menghasilkan listrik. Ini dilakukan dengan menjalankan



sekrup *Archimedes* secara terbalik, yaitu menjatuhkan air dari atas dan membiarkan sekrup berputar ketika air turun. Ini adalah cara yang ekonomis dan efisien untuk menghasilkan listrik dari aliran kecil. Sekrup berputar dan menghasilkan listrik karena tekanan hidrostatik dari air pada permukaan sekrup. Saat air mengisi sekrup dari saluran masuk di bagian atas lereng, tekanan pada bidang heliks sekrup memungkinkan untuk rotasi sekrup. (Putra, 2018)

2.3.1 prinsip kerja turbin *Archimedes* ialah:

- Air mengalir dari atas masuk ke ruang diantara sudu ulir dan keluar dari ujung bawah.
- Sehingga menimbulkan Gaya berat air dan beda tekanan hidrostatik dalam *bucket* mendorong sudu ulir dan memutar rotor pada sumbunya.
- Kemudian rotor turbin memutar generator listrik yang disambungkan dengan ujung atas poros ulir.



Gambar 2.1 Skematik turbin *Archimedes*. (Budi Harja et al., 2016)

2.3.2 Kelebihan Turbin *Archimedes Screw*

Menurut (Lius, 2009) dibandingkan dengan jenis turbin lainnya, turbin *Archimedes screw* memiliki keunggulan sebagai berikut:

1. Baik dikembangkan pada daerah yang memiliki sumber air dengan debit yang cukup besar (sungai) namun hanya memiliki *head* yang rendah.

2. Tidak memerlukan sistem kontrol yang sangat rumit seperti turbin lainnya.
3. Tekanan air yang terjadi pada turbin tidak merusak ekologi dalam hal ini dampak terhadap makhluk hidup air (ikan).
4. Tidak membutuhkan *draft tube*, sehingga dapat mengurangi pengeluaran untuk penggalian pemasangan draft tube.
5. Memiliki efisiensi yang tinggi, dengan variasi debit yang besar dan sangat baik untuk debit air yang kecil.
6. Tidak memerlukan jaring-jaring halus sebagai pencegah masuknya puing-puing kedalam turbin, sehingga dapat mengurangi biaya perawatan.

Pada Tabel 2.1 perbandingan ditampilkan Turbin sekrup *Archimedes*, efisiensi turbin *Kaplan* (aksial), turbin *Francis* (sentrifugal) Dan turbin *Banki* (aliran silang) relatif terhadap level cairan Celupkan ke dalam air. Tampilkan turbin sekrup *Archimedes* Secara keseluruhan lebih baik dari jenis turbin lainnya Kondisi perendaman. Capai efisiensi 25% Tingkat perendaman masing-masing adalah 10% dan 87% pada tingkat Rendaman 100%.

Tabel 2.1 Perbandingan efisiensi berbagai jenis turbin air terhadap tingkat rendaman.(Budi Harja et al., 2016)

Water engine filling										
Water engine type	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Archimedean Screw	25	74	77	79	82	83	84	85	86	87
Kaplan turbine	15	70	85	88	90	90	90	90	88	85
Francis turbine	-	-	15	58	72	78	82	82	82	80
Banki turbine	-	40	60	68	72	74	75	74	72	70

Water engine efficiency [%]

Berikut merupakan persamaan yang digunakan dalam menentukan sudut dari turbin ulir:

$$\alpha = R_o \frac{2\pi}{\Lambda} \quad (2.1)$$

Berikut parameter yang mempengaruhi operasi turbin, yaitu:

- a) Faktor tinggi jatuhnya air dan debit yang akan digunakan untuk operasi turbin, dimana semakin miring maka kemungkinan untuk ditemukannya head yang cukup untuk PLTMH semakin besar Derajat kemiringan dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\tan \alpha = y / x \quad (2.2)$$

$$\alpha = \tan^{-1}(y / x) \quad (2.3)$$

- b) Kecepatan turbin yang akan ditransmisikan ke genrator. Untuk torsi dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$P = T \cdot 2\pi \cdot \frac{N}{60} \quad (2.4)$$

$$T = \frac{P}{2\pi \frac{n}{60}} \quad (2.5)$$

$$n = 60 \frac{P}{T \cdot 2\pi} \quad (2.6)$$

- c) Daya Hidrolis dan Efisiensi Pembangkitan tenaga listrik dengan menggunakan tenaga air merupakan suatu perubahan tenaga dari tenaga air dan ketinggian jatuh air serta debit air tertentu yang diubah menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. Daya yang dihasilkan dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut:(Saputra, 2019)

$$P = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H \quad (2.7)$$

## 2.4 Jenis Jenis Turbin Screw

Blade merupakan bagian penting dalam suatu sistem konversi energi air sebagai komponen yang berinteraksi langsung dengan air. Turbin air tipe *screw* dibagi dalam dua jenis yaitu tipe *steel trough* dan tipe *closed compact instalation*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Turbin *screw tipe steel trough* adalah tipe turbin yang pada bagian sudu atau bladenya terbuka, sehingga air yang mengalir ke sudu turbin hanya selebar *bucket*. Sedangkan untuk turbin screw tipe *closed compact installation* merupakan jenis turbin yang memiliki instalasi keseluruhannya tertutup. Pada turbin tipe ini memungkinkan air yang mengalir menuju sudu turbin hampir bisa memenuhi bagian yang menutupi instalasi turbin.



Gambar 2.2 Turbin Screw (a) Tipe *Steel Strough* dan (b) Tipe *Closed Compact Installation* (Lius, 2009)

## 2.5 Simulasi Kekuatan Struktur

Simulasi adalah sebuah metode dalam merancang suatu model dari sistem nyata dengan tujuan untuk mengetahui perilaku sistem yang dibuat. Di era perkembangan teknologi saat ini, perilaku sistem seperti perpindahan panas, mekanika fluida, maupun hal-hal yang harus dikerjakan dengan metode numerik dapat dengan mudah diselesaikan dengan bantuan perangkat lunak yang didukung dengan metode elemen hingga. Metode ini merupakan salah satu metode pendekatan yang akan menghasilkan harga-harga pada titik-titik yang ditinjau secara diskrit. Dengan menggunakan perangkat lunak untuk desain suatu produk maka diharapkan kita dapat mengetahui kualitas terbaik dari produk yang

dirancang. Selain itu, biaya yang murah untuk analisis produk menggunakan perangkat lunak dapat menekan mahalnya biaya pengujian karakteristik secara eksperimental. Hasil yang diperoleh pun lebih cepat dan akurat. Karenanya, diperlukan bantuan perangkat lunak yang mampu menganalisis karakteristik suatu produk salah satunya dengan perangkat lunak *SolidWorks*. Oleh karena itu, peneliti akan melakukan analisis kekuatan struktur dengan menggunakan *software SolidWorks 2020*.(A. Prasetyo et al., 2020)

## 2.6 Metode Elemen Hingga

Metode Elemen Hingga adalah metode numerik untuk mendapatkan solusi permasalahan diferensial, baik persamaan diferensial biasa (*Ordinary Differential Equatioan*) maupun persamaan diferensial biasa (*Partial Differential Equatioan*). Karena persamaan differensial seringkali digunakan sebagai model permasalahan enjineering maka penting bagi para insinyur untuk dapat memahami dan mampu menerapkan MEH. Saat ini MEH merupakan salah satu metode numerik paling versatile untuk memecahkan problem dalam domain kontinum. Pada awalnya MEH dikembangkan untuk memecahkan problem dibidang mekanika benda padat (*Solid Mechanic*), tetapi kini MEH sudah merambah kehampir semua problem *engineering* seperti mekanika fluida (*fluid mechanich*), perpindahan panas (*heat transfer*), elektromagnetik (*electro magnetism*), getaran (*vibration*), analisis modal (*modal analysis*), dan banyak lagi problem *engineering* lainnya.(Isworu & Ansyah, 2018). MEH merupakan suatu metode perhitungan atau komputasi matematika diskrit untuk menemukan suatu penyelesaian. Dewasa ini MEH menggunakan bantuan komputer untuk mempercepat proses perhitungan dalam jumlah banyak dan perhitungan yang melibatkan elemen berupa matriks yang banyak.(Rachman, 2016)

## 2.7 Parameter Simulasi Kekuatan Struktur

Analisis simulasi dilakukan dengan menggunakan fitur statis oleh *software SolidWorks 2020*. Simulasi dengan *software* ini berguna menjalankan analisis untuk

membuktikan validitas dari sebuah desain. Hasil data dari fitur statis ini yaitu dapat diketahui parameter nilai sebagai berikut:

- a. *Stress* (tegangan) Tegangan itu sendiri merupakan gaya reaksi atau gaya yang bekerja untuk mengembalikan suatu benda, kepada bentuk semula persatuan luas yang terbagi rata pada permukaannya.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.8)$$

- b. *Strain* (regangan) merupakan relatif ukuran atau bentuk suatu benda yang mengalami tegangan. Regangan dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang benda terhadap panjang benda bermula-mula.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2.9)$$

- c. *Displacement* (perpindahan) Yaitu perpindahan material dari titik awal ke titik akhir yang sudah terkena gaya tekan atau beban (*force*) dari proses pengepresan.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.10)$$

- d. *Factor of safety* (faktor keamanan) yaitu nilai perbandingan antara kekuatan sebenarnya dari material dengan kekuatan yang dibutuhkan. Suatu desain dinyatakan aman apabila memiliki nilai keamanan diatas 1,0. Nilai dengan minimal 1,0 menunjukkan bahwa desain yang dirancang mampu menghindari suatu kegagalan atau keruntuhan struktur material. Sehingga,tujuan dari penentuan faktor keamana pada suatu produk ialah untuk menentukan produk tersebut layak atau tidak untuk diimplementasikan. Nilai faktor keamanan dapat dirumuskan sebagai berikut: (E. Prasetyo et al., 2020)

$$factor\ of\ safety\ (n) = \frac{Yield\ Strength}{Tegangan\ Sesungguhnya\ (\sigma)} \quad (2.11)$$

## 2.8 *Software Solidworks*

*Solidworks* adalah salah satu *CAD software* yang dibuat oleh *dassault systemes*. *Solidworks* digunakan untuk merancang *part* permesinan atau susunan *part* permesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk mempersentasikan *part* sebelum *real part* yang dibuat atau tampilan 2D (drawing) untuk gambar proses permesinan. *Solidworks* diperkenalkan pada tahun 1995 sebagai pesaing untuk program *CAD*, seperti *Pro/ENGINEER*, *NX*, *Siemens*, *IDEas*, *Unigraphics*, *Autodesk Inventor*, *Autodesk AutoCAD* dan *CATIA*. Dengan harga yang lebih murah. *Solidworks Corporation* didirikan pada tahun 1993 oleh Jon Hirschtick, dengan merekrut tim insinyur untuk membangun sebuah perusahaan yang mengembangkan perangkat lunak *CAD 3D*, dengan kantor pusatnya di *Concord, Massachusetts*, dan merilis produk pertama, *Solidworks 95*, pada tahun 1995. Pada tahun 1997 *Dassault systemes* yang terkenal dengan *CATIA CAD software*, mengakuisisi perusahaan dan sekarang ini memiliki 100% 19 dari saham *solidworks*. *Solidworks* dipimpin oleh John McEleney dari tahun 2001 hingga juli 2007, dan sekarang oleh Jeff Ray.

Beberapa contoh *part* yang dapat dibuat pada *solidworks* ialah membuat design produk dari yang sederhana sampai kompleks seperti roda gigi, chasis, handphone, mesin mobil, dan lainnya. File dari *solidworks* ini bisa di ekspor ke *software* analisis berupa *ansys*, *solidworks* dalam penggambaran dan pembuatan model 3D menyediakan *Feature-Based*, *Parametric Solid Modelling*. *Feature 15 based* dan *parametric solid* ini akan sangat mempermudah bagi penggunaanya dalam membuat model 3D.(Sungkono et al., 2019)

*Solidworks simulation* merupakan *tool* yang dapat digunakan untuk menganalisis kekuatan struktur. Adanya *tool simulation* ini sangat membantu untuk mengurangi kesalahan dalam membuat desain karena memberikan validasi yang cukup baik sehingga perancang dapat mengukur akurat atau tidaknya desain yang dibuat. Dengan informasi yang dipresentasikan oleh *software* ini tentunya memprediksi dampak dari suatu desain sejak awal.

Secara sederhana, proses analisa desain diawali dengan memilih jenis material yang akan di gunakan pada objek. Langkah berikutnya adalah menentukan letak *geometry* atau tumpuan sebagai tumpuan statis ketika objek diberikan. Setelah

itu menentukan arah gaya yang diberikan dan melakukan input besarnya pembebanan. Pada tahap akhir dilakukan proses *meshing* secara computing untuk menghasilkan data analisis berupa *displacement, stress, Strain, dan Factor Of Safety (FOS)*.

Model Solidwork terdiri dari beberapa bagian yaitu :

1. *Part*, adalah sebuah objek 3D yang terbentuk dari beberapa fitur. Sebuah *part* dapat menjadi sebuah komponen pada suatu *assembly*, dan biasa juga digambarkan dalam bentuk 2D pada sebuah *drawing*. Fitur adalah bentukan operasi-operasi yang membentuk part. Base feature adalah fitur yang pertama kali dibuat, ekstensi file *Solidwork* adalah SLDPRT.
2. *Assembly*, adalah sebuah dokumen dimana part, *feature* dan *assembly* lain (sub *assembly*) disatukan bersama. Ekstensi file untuk *Solidwork assembly* adalah SLDASM.
3. *Drawing*, adalah gambaran 2D dari sebuah 3D part maupun *assembly*. Ekstensi file dari *Solidwork drawing* adalah SLDDRW. *View* orientasi adalah *tool* yang akan mengatur orientasi *view* dari model yang sedang kita kerjakan (*front view, top view, right view, left view, bottom view, back view, iso metric, dimetric* ataupun *trietric*). (Dirgantini et al., 2021)



## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1. Tempat pembuatan turbin screw Archimedes dan kegiatan uji coba dilaksanakan di Laboratorium teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan

3.1.2. Waktu pelaksanaan pembuatan Archimedes dan penelitian turbin telah dilaksanakan sejak tanggal pengesahan usulan judul penelitian oleh pengelola program Studi Teknik Mesin sampai dinyatakan

Tabel 3.1 Timeline Kegiatan.

No	Kegiatan Penelitian	Bulan												
		12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Pengajuan Judul													
2	Survei													
3	Pembuatan Proposal													
4	Bimbingan													
5	Penyusunan Proposal													
6	Studi Literature													
7	Menentukan Desain													
8	Merancang Turbin Ulir													
9	Evaluasi Hasil Rancangan Turbin Ulir													
10	Penyelesaian Skripsi													

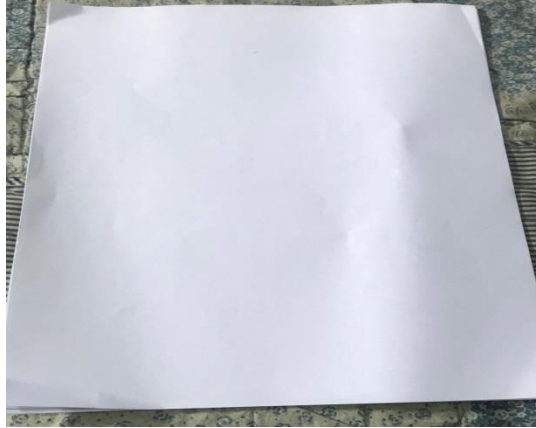
### 3.2 Bahan dan alat

Adapun bahan yang digunakan pada simulasi *Turbine Screw Archimedes* adalah sebagai berikut:

### 3.2.1 Bahan

#### 1. kertas

Kertas berfungsi sebagai media untuk rancangan awal pada simulasi *Turbine Screw Archimedes* yang akan di simulasikan di *software solidwork 2020*, dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Kertas

### 3.2.2. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam simulasi *Turbine Screw Archimedes* adalah sebagai berikut:

#### 1. Laptop

Laptop yang digunakan untuk melakukan simulasi menggunakan *software solidwork 2020* sebagai perangkat lunak adapun laptop yang digunakan dengan spesifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.2

- *Computer name* : DESKTOP-221CDPJ
- *Operating System* : Windows 10 Pro 64-bit
- *System Manufacturer* : LENOVO
- *Proccesor* : Intel(R) Core(TM) i7-3630 CPU @2.4GHz (8 CPUs), ~2.4GHz
- *Memory* : 4096MB RAM



Gambar 3.2 Laptop

## 2. *Mouse*

*Mouse* merupakan hardware yang dihubungkan dengan komputer yang fungsinya agar lebih efisiensi dalam memakai kursor saat merancang dapat dilihat pada Gambar 3.3

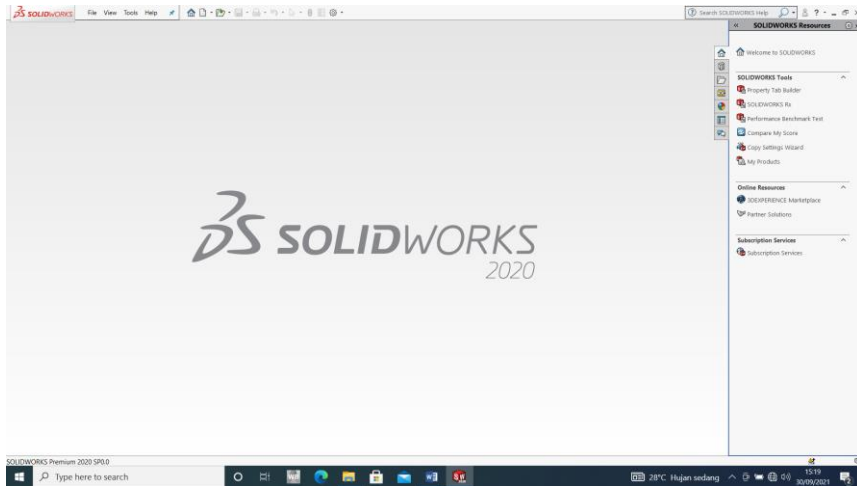


Gambar 3.3 *Mouse*

## 3. *Software Solidwork 2020*

*Software Solidwork 2020* merupakan *software* komputer yang berfungsi untuk mensimulasikan *Screw Turbine Archimedes* dapat dilihat pada Gambar 3.4. Spesifikasi minimum untuk menjalankan *software Solidwork 2020*:

- *Operating System* : Windows 10 Pro 64-bit
- *Proccesor* : Intel(R) Core(TM) i7-3630 CPU @2.4GHz (8 CPUs), ~2.4GHz
- *Memory* : 4096MB RAM



Gambar 3.4 *Solidwork 2020*

#### 4. Penggaris

Penggaris berfungsi untuk pengukur dan sebagai alat bantu rancangan untuk membuat garis lurus, dapat dilihat pada Gambar 3.5

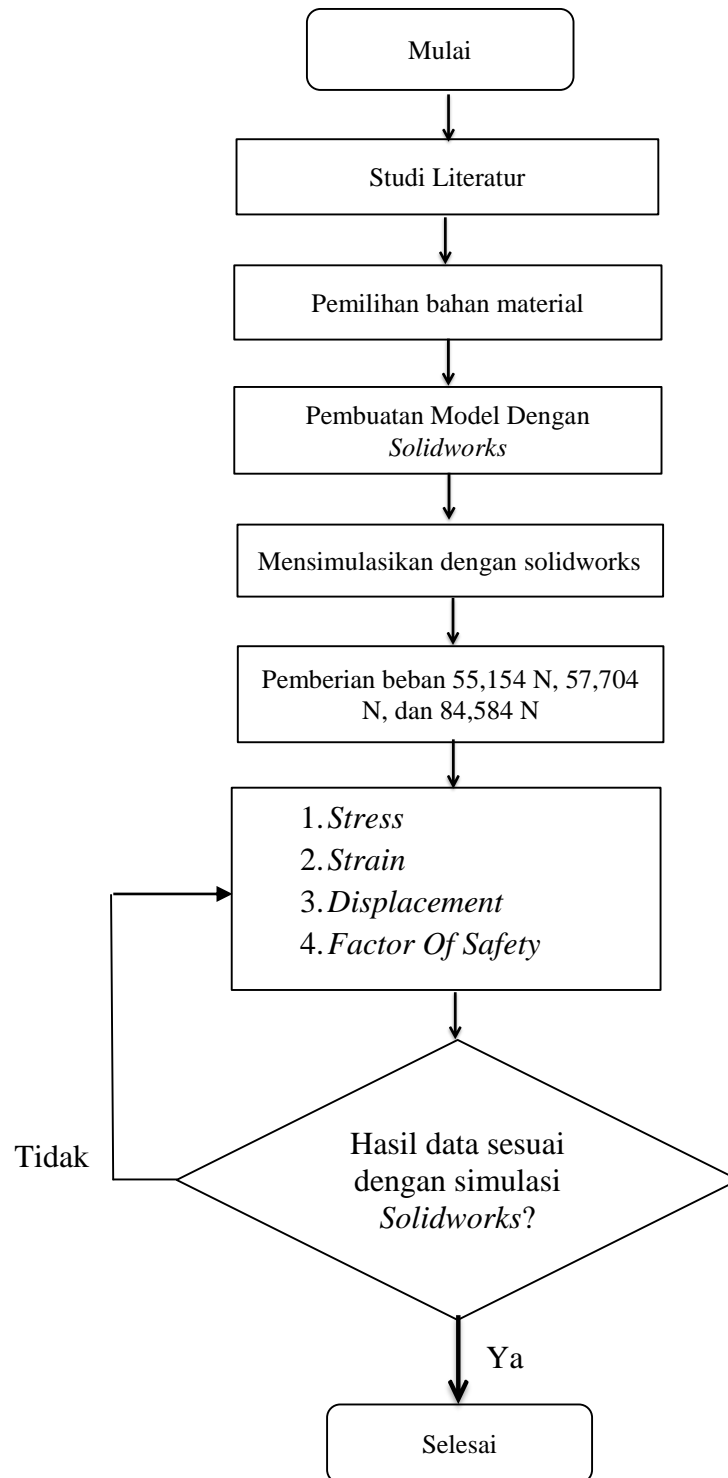


Gambar 3.5 Penggaris

Tabel 3.2 Spesifikasi Turbin

<b>Parameter</b>	<b>Value</b>
Sudut Turbin	30°
Diameter Turbin	302mm
Diameter Casing	306mm
Tebal <i>Blade Screw</i>	2mm
Jarak setiap <i>Blade Screw</i>	180mm
Tinggi <i>Blade Screw</i>	100mm
Jumlah <i>Blade Screw</i>	1 buah
Jumlah lilitan <i>Screw</i>	6 buah
Diameter poros	25mm
Panjang poros	1220mm
Panjang Rangka	1488mm
Tinggi Rangka	1100mm
Lebar Rangka	450mm

### 3.3 Diagram Alir

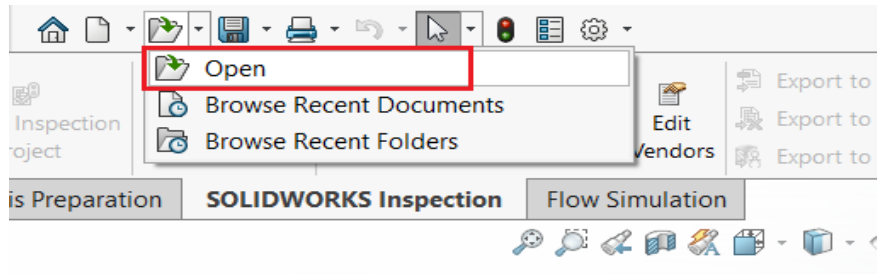


Gambar 3.6 Diagram Alir

### 3.4 Prosedur Simulasi

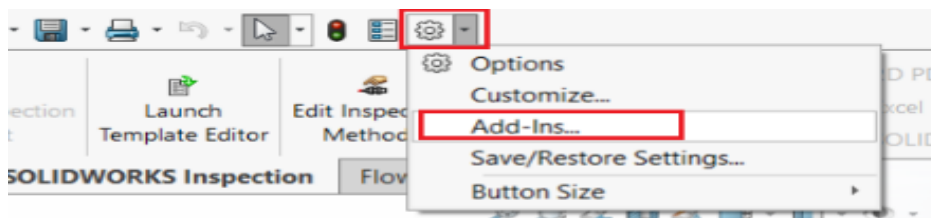
Adapun prosedur dalam simulasi pada *Turbine Screw Archimedes* dengan menggunakan *software Solidworks 2020*:

1. Buka *solidworks*, tekan *Ctrl+O* untuk membuka model yang akan di uji.

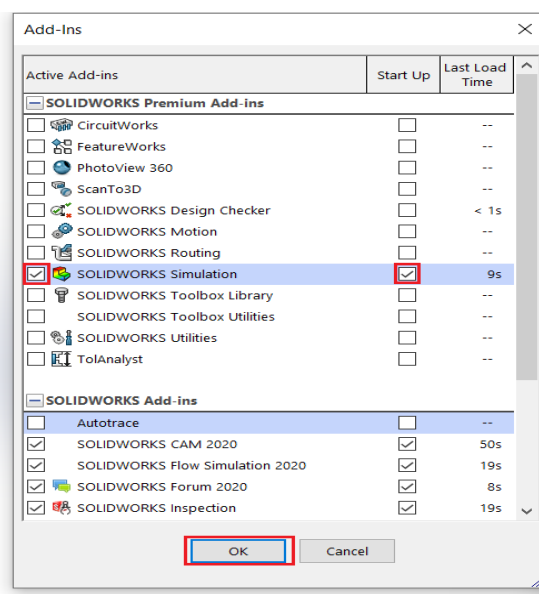


Gambar 3.7 Memasukan model yang akan di uji.

2. Pada *Solidworks*, analisa dilakukan pada *tab simulation*, apabila *tab* tersebut belum ada maka masuk ke *add-ins*, lalu centang kedua *button* pada *solidwoks simulation* dan *ok*.

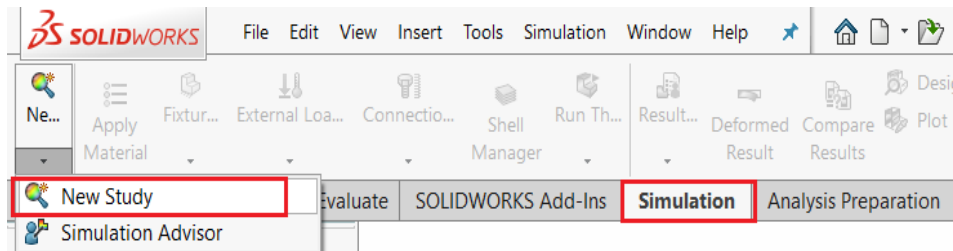


Gambar 3.8 Cara menambahkan ikon *simulation* pada *bar*.



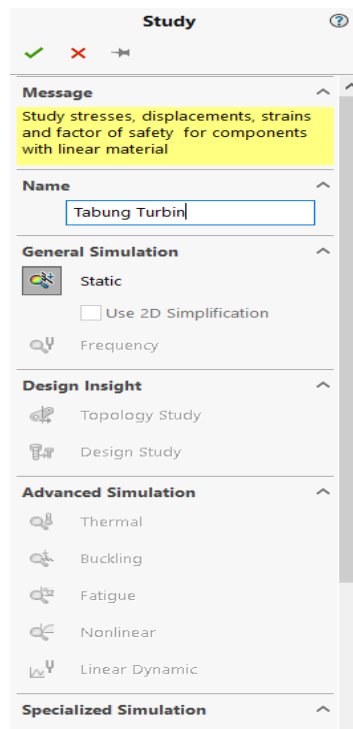
Gambar 3.9 Tampilan *add-ins* untuk menambahkan ikon *Simulation*.

- Setelah muncul pada *tab* kemudian klik *tab simulation* lalu pilih *New Study*.



Gambar 3.10 Tampilan ikon *simulation* untuk memulai simulasi.

- Setelah di klik *new study*, buat nama model yang akan di uji.



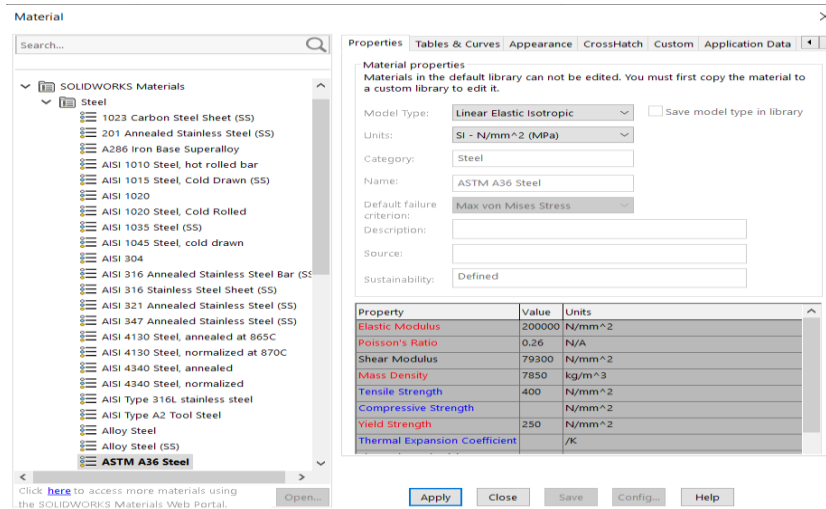
Gambar 3.11 Tampilan Ikon *New Study*.

### 3.5 Pemilihan Material

Sebelum melakukan simulasi, terlebih dahulu dilakukan pemilihan material. Material yang akan digunakan adalah plat *mild steel ASTM A36*. Baja karbon *ASTM A36* adalah baja karbon rendah umum, produk baja dengan kandungan karbon rendah kurang dari 0,3%, sangat lunak untuk memudahkan pembentukan, permesinan, pengelasan. Perlakuan panas memiliki efek yang kecil pada baja *ASTM A36*. Baja ini mengandung beberapa elemen lain termasuk elemen paduan: managan, belerang, fosfor dan silicon. Besi dan elemen ini bersama-sam me bentuk



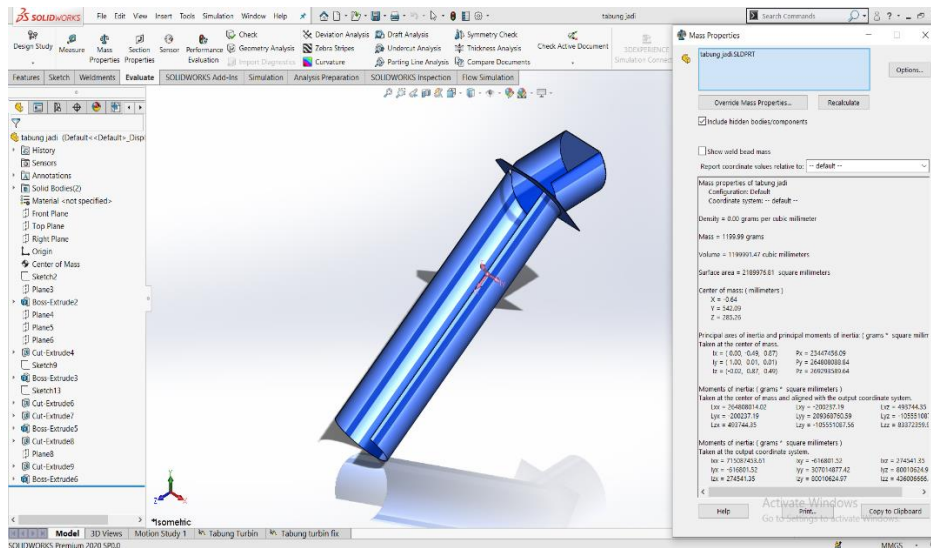
sifat mekanik unik *ASTM A36* tidak seperti baja lain yang tahan karat dengan elemen nikel dan kromium.



Gambar 3.12 data sheet *Mild steel ASTM A36*.

### 3.6 Desain Casing screw.

Desain *Casing* turbin yang akan di lakukan proses simulasi kekuatan material menggunakan *software solidworks*. Untuk menentukan tegangan, perpindahan, dan faktor keamanan *Casing* turbin.



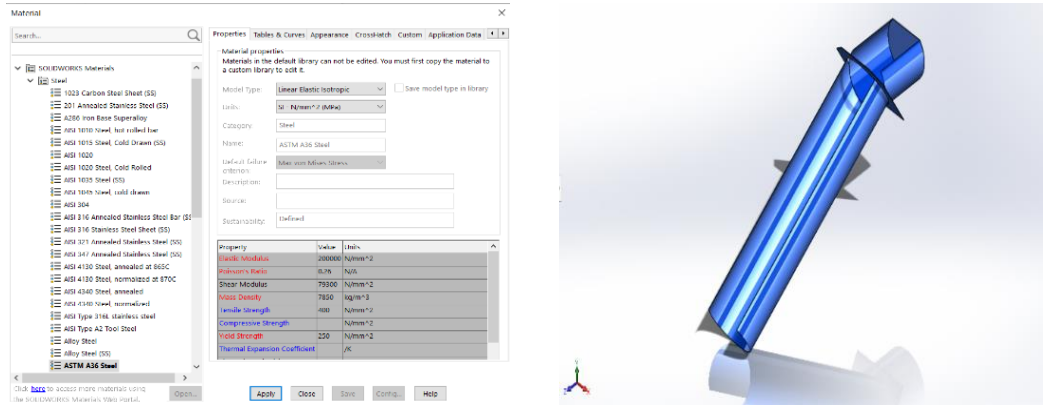
Gambar 3.13 Desain *Casing* yang akan diuji.

### 3.7 Simulasi Kekuatan Struktur *Casing screw* turbin

Tahap terakhir adalah melakukan simulasi kekuatan struktur pada *Casing* tersebut dengan memberikan variasi pembebanan untuk mengetahui besarnya

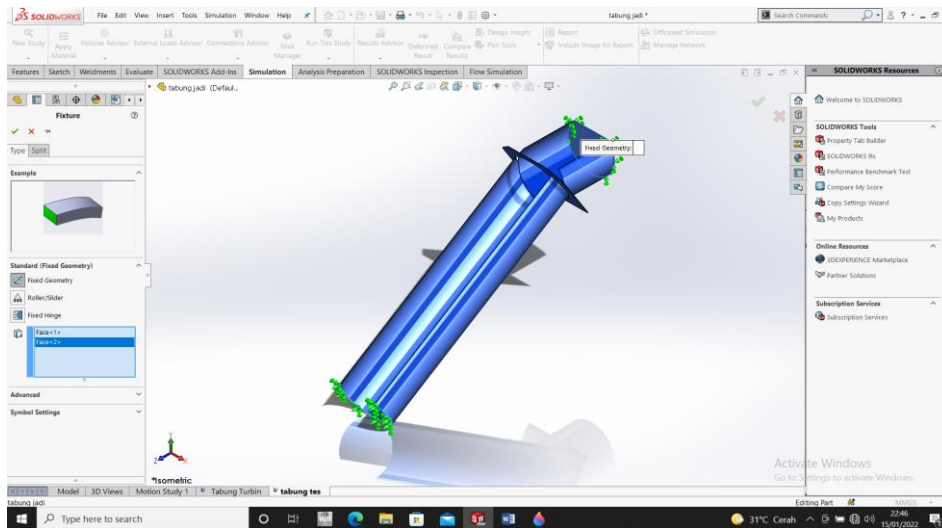
*stress, displacement, dan factor of safety.* Proses simulasi kekuatan struktur terdiri atas:

1. Memilih jenis material untuk *Casing* yang sudah dirancang



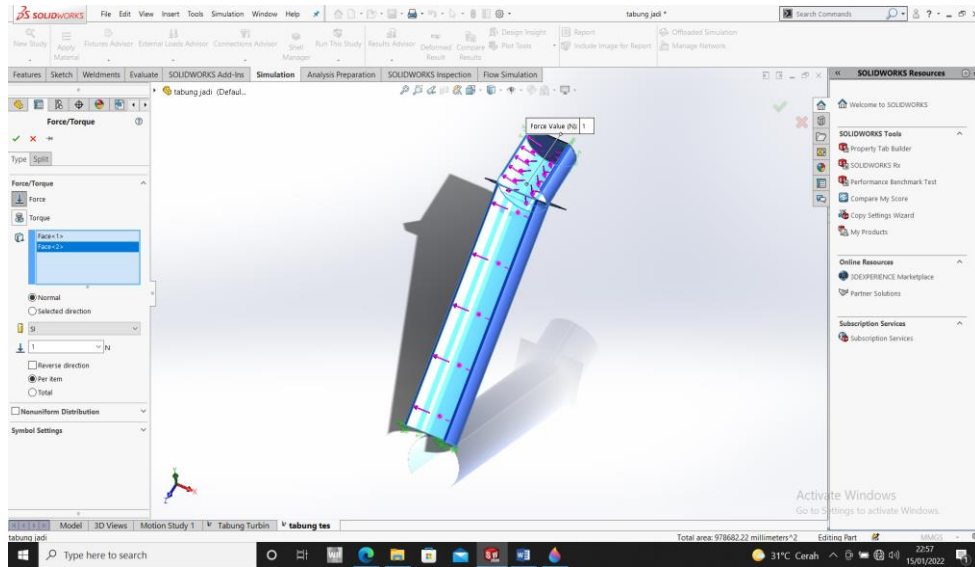
Gambar 3.14 Input data sheet Casing screw.

2. Memilih area untuk mempertahankan posisi *part* dari pergerakan ketika diberikan suatu beban. pada *Casing*, dipilih bagian pangkal atas dan bawah, proses ini dilakukan pada bagian *fixtures* lalu klik kanan pilih *fixed geometry*.



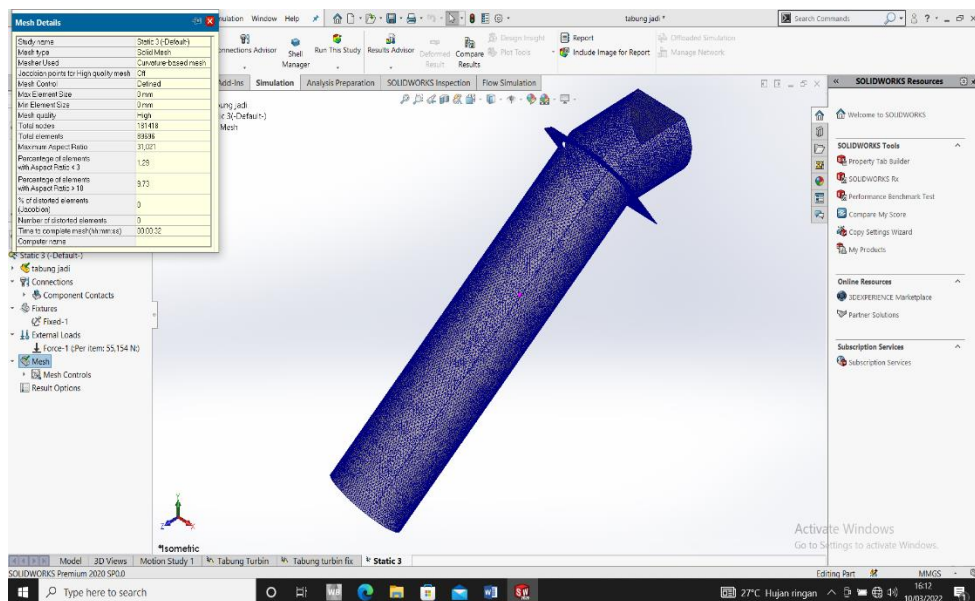
Gambar 3.15 Pemilihan Area Tumpuan.

3. Memberikan gaya atau pembebanan pada menu *external loads* lalu klik kanan pilih *force*. Area pembebanan terletak pada bagian atas dan tengah. Simulasi ini dilakukan sebanyak tiga kali.



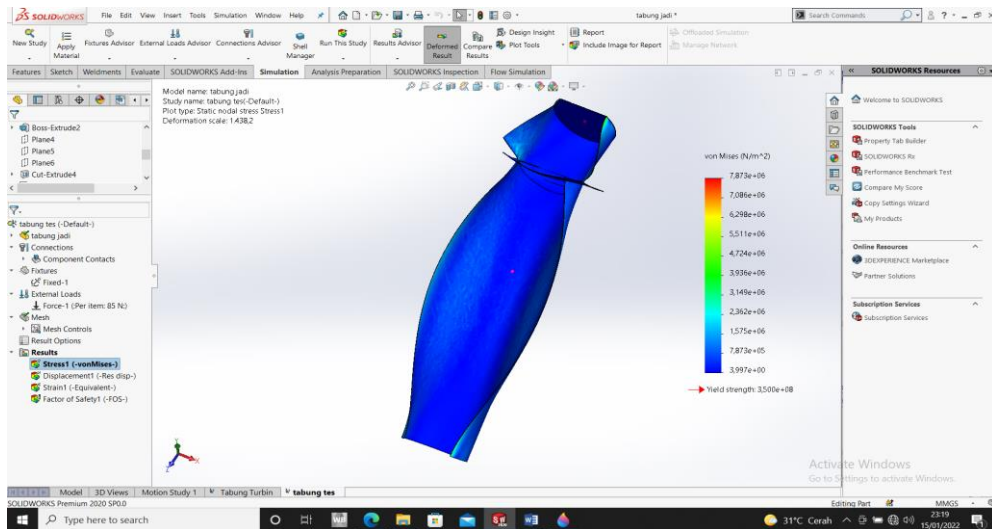
Gambar 3.16 input nilai beban.

- Melakukan proses *meshing* pada menu *mesh* kemudian memilih *create mesh* agar proses *meshing* dapat berjalan. Pada proses ini, geometri *Casing* secara keseluruhan akan dibagi-bagi dalam elemen-elemen kecil hingga mendekati hasil nyata. Tahapan ini, melibatkan *finite elemen method* dimana proses *meshing* akan berlangsung secara otomatis dalam beberapa detik atau menit. Lamanya proses ini tergantung banyaknya jumlah elemen dari rangka yang dirancang.



Gambar 3.17 proses *meshing*.

5. Menjalankan *run this study* untuk melihat hasil simulasi kekuatan struktur pada *Casing* bermaterial *mild steel ASTM A36*. *SolidWorks* dengan kemampuannya menganalisa metode elemen hingga dengan pemrograman yang dimilikinya, mampu memberikan hasil simulasi yang terdiri atas *stress* (tegangan), *displacement* (defleksi), *Strain* (regangan) dan *factor of safety* (faktor keamanan). Hasil simulasi disimpan dengan menggunakan *report* pada *command manager*.



Gambar 3.18 Hasil simulasi kekuatan struktur.

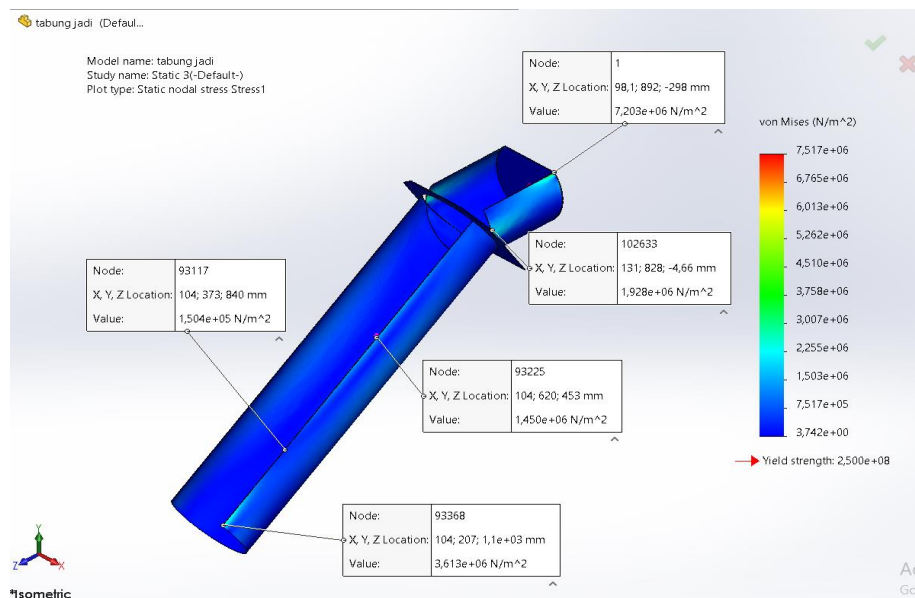
## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Simulasi Pada Casing *screw* turbin

Simulasi kekuatan struktur pada *Casing screw* turbin bermaterial *ASTM A36* dilakukan tiga variasi pembebanan yang diberikan sebesar 55,154 N, 57,704 N, dan 84,584 N. Hasil dari simulasi tersebut dapat diketahui sebagai berikut:

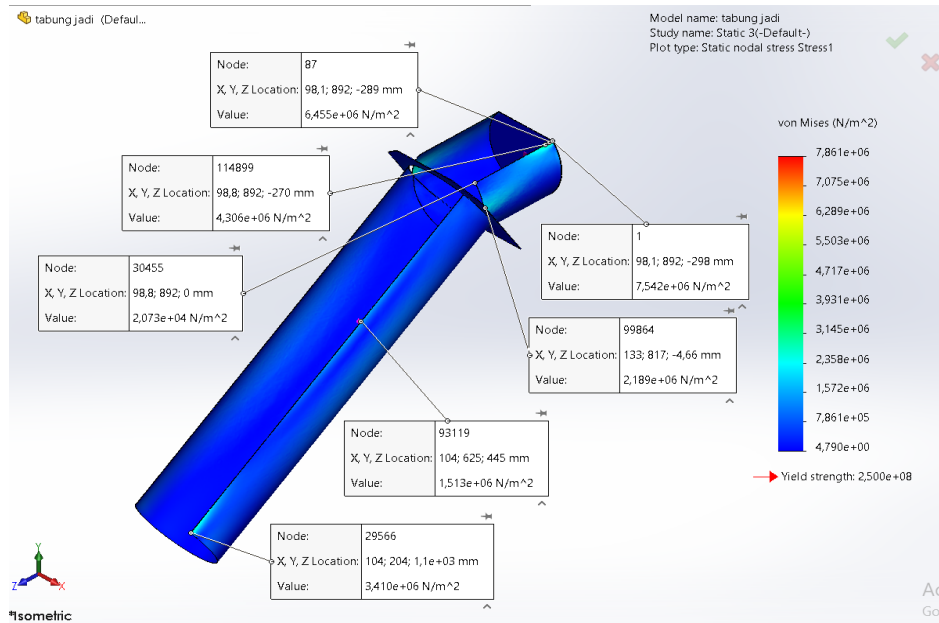
#### 4.1.1 *Stress* (Tegangan)

Tegangan *Von misses* adalah tegangan statik yang dihitung berdasarkan pembebanan yang diberikan Analisa kekuatan material *Casing Screw* Turbin menggunakan *SolidWorks 2020* dengan bahan *ASTM A36*, mempunyai nilai *Stress* maksimum ditunjukkan dengan gradient warna merah sedangkan minimum ditunjukkan dengan gradient warna biru.



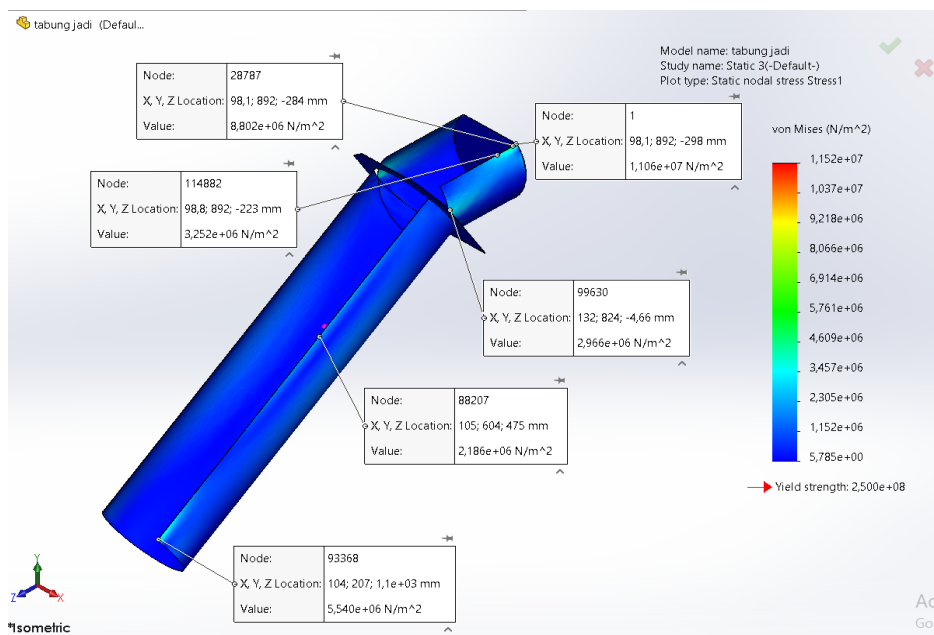
Gambar 4.1 Hasil simulasi *Stress* pada pembebanan 55,154 N

Area terjadinya tegangan maksimum terletak pada pangkal *Casing* dan ujung *Casing screw* turbin. Pada pembebanan 55,154 N diperoleh tegangan maksimum sebesar  $7,517 \times 10^6$  N/m<sup>2</sup> (Gambar 4.1), Area terjadinya tegangan minimum terletak disekitar elemen yang menuju bagian ujung yang jaraknya dekat dengan area tumpuan *Casing*. Sedangkan tegangan minimumnya diperoleh sebesar  $3,742 \times 10$  N/m<sup>2</sup> (Gambar 4.1).



Gambar 4.2 Hasil simulasi *Stress* pada pembebanan 57,704 N

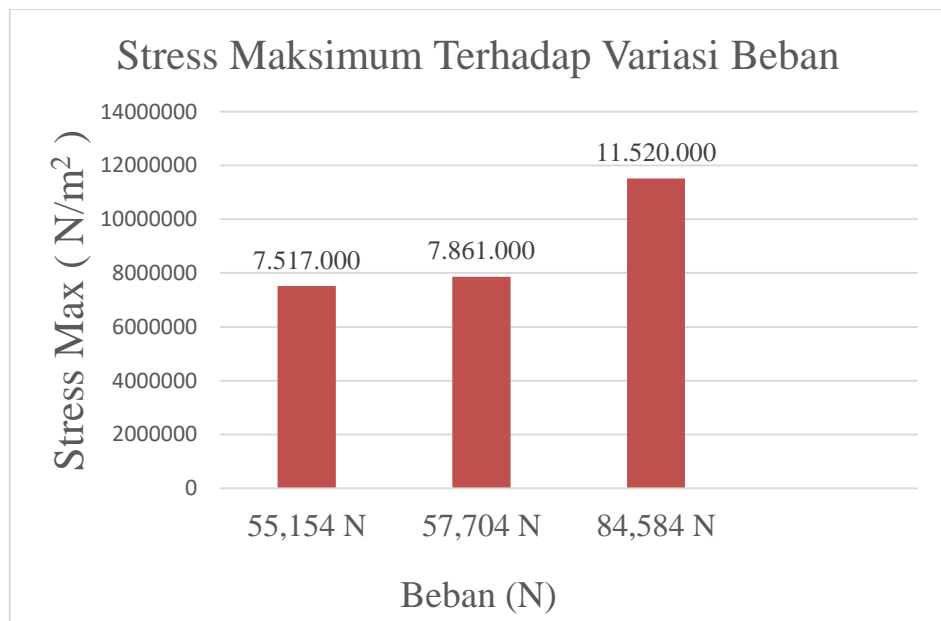
Area terjadinya tegangan maksimum terletak pada pangkal *Casing* dan ujung *Casing screw* turbin. Pada pembebanan 57,704 N diperoleh tegangan maksimum sebesar  $7,861 \times 10^6$  N/m<sup>2</sup> (Gambar 4.2), Area terjadinya tegangan minimum terletak disekitar elemen yang menuju bagian ujung yang jaraknya dekat dengan area tumpuan *Casing*. sedangkan tegangan minimumnya diperoleh sebesar  $4,790 \times 10$  N/m<sup>2</sup> (Gambar 4.2).



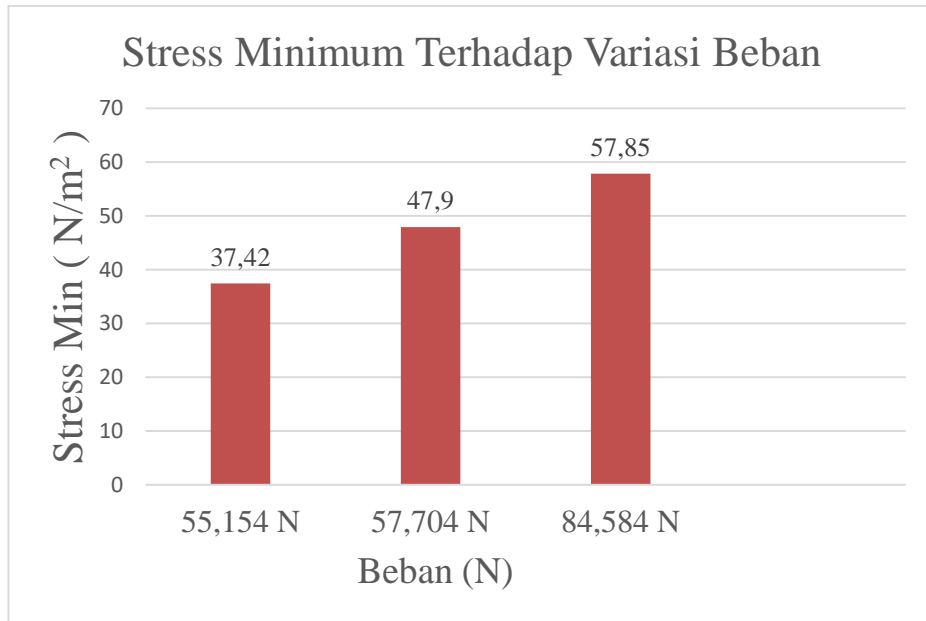
Gambar 4.3 Hasil simulasi *Stress* pada pembebanan 84,584 N

Area terjadinya tegangan maksimum terletak pada pangkal *Casing* dan ujung *Casing screw* turbin. Pada pembebanan 84,584 N diperoleh tegangan maksimum sebesar  $1,152 \times 10^7$  N/m<sup>2</sup> (Gambar 4.3), Area terjadinya tegangan minimum terletak disekitar elemen yang menuju bagian ujung yang jaraknya dekat dengan area tumpuan *Casing*. sedangkan tegangan minimumnya diperoleh sebesar  $5,785 \times 10$  N/m<sup>2</sup> (Gambar 4.3).

Berdasarkan tegangan luluh material *mild steel* yang digunakan yaitu *ASTM A36* sebesar  $2,5 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup> dapat dipastikan bahwa rancangan tersebut mampu untuk menahan beban yang diberikan. Karena tegangan maksimum yang didapat tidak melebihi tegangan luluh material yang digunakan.



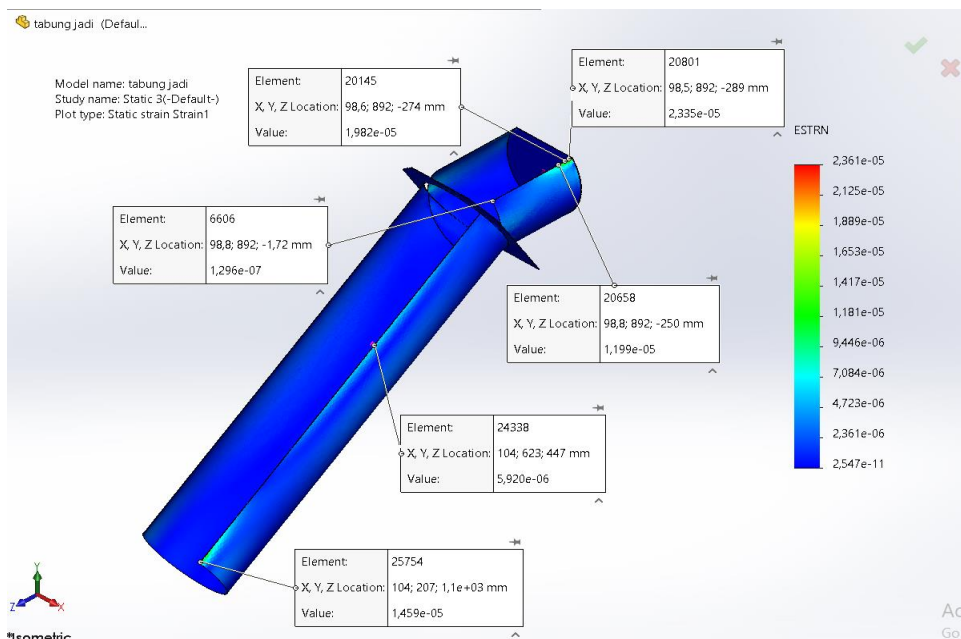
Gambar 4.4 Grafik *Stress* Maksimum terhadap variasi beban



Gambar 4.5 Grafik *Stress* Minimum terhadap variasi beban

#### 4.1.2 *Strain* (Regangan)

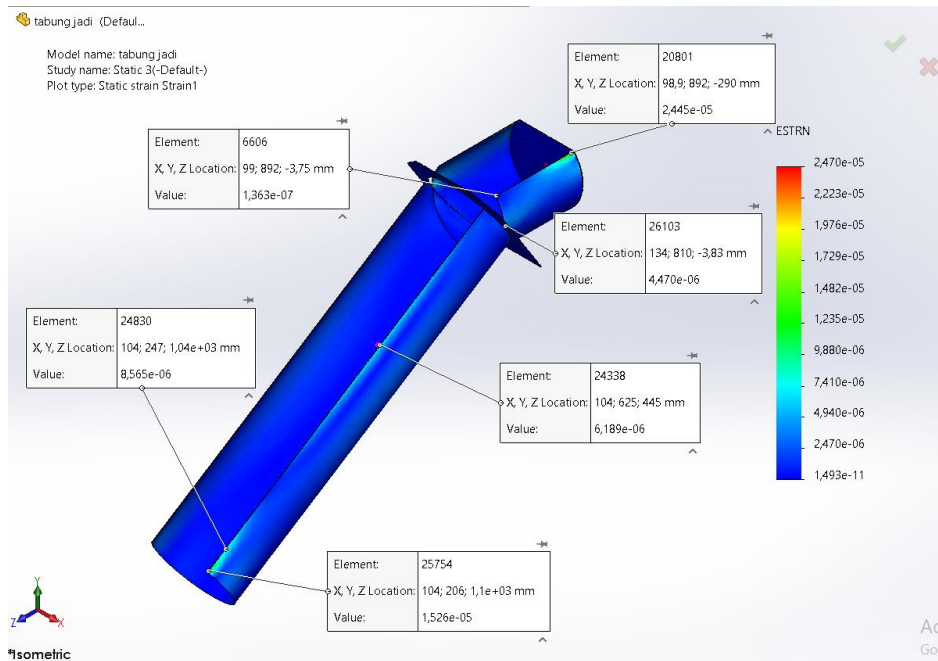
Regangan merupakan bagian dari deformasi yang dideskripsikan sebagai perubahan relatif dari partikel-partikel didalam benda yang bukan merupakan benda kaku. Area yang mengalami *Strain* maksimum ditunjukkan dengan gradient warna merah sedangkan area yang mengalami *strain* minimum ditunjukkan dengan gradient warna biru.



Gambar 4.6 Hasil simulasi *Strain* pada pembebanan 55,154 N

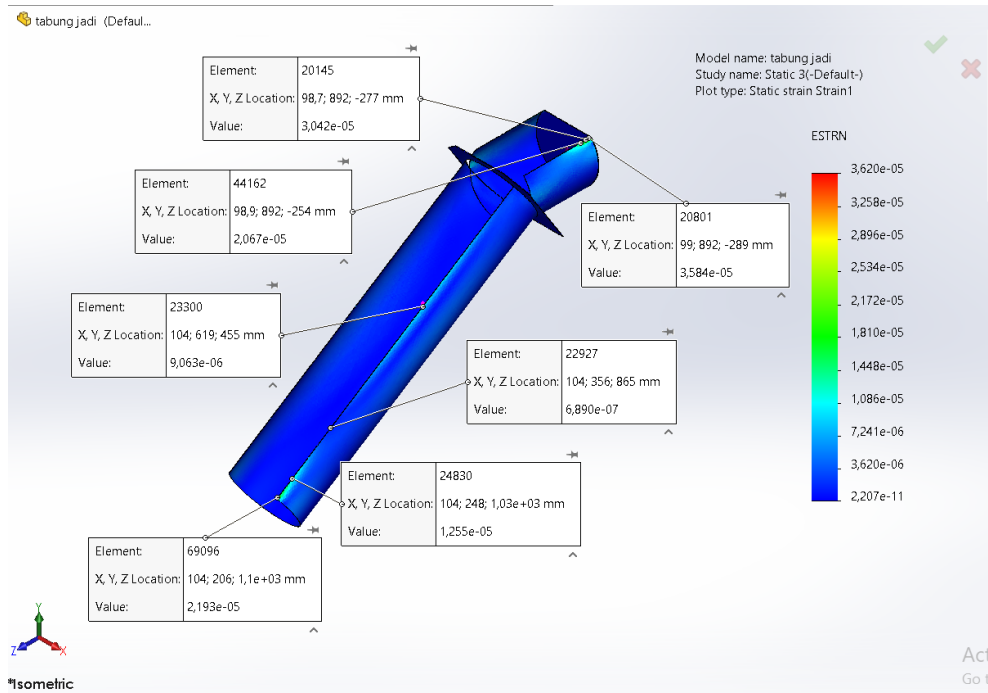


Area terjadinya regangan maksimum terletak pada pangkal *Casing* dan ujung *Casing screw* turbin. Pada pembebanan 55,154 N diperoleh regangan maksimum sebesar  $2,361 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup> (Gambar 4.6), Area terjadinya regangan minimum terletak disekitar elemen yang menuju bagian ujung yang jaraknya dekat dengan area tumpuan *Casing*. Sedangkan regangan minimumnya diperoleh sebesar  $2,547 \times 10^{-11}$  N/m<sup>2</sup> (Gambar 4.6).



Gambar 4.7 Hasil simulasi *Strain* pada pembebanan 57,704 N

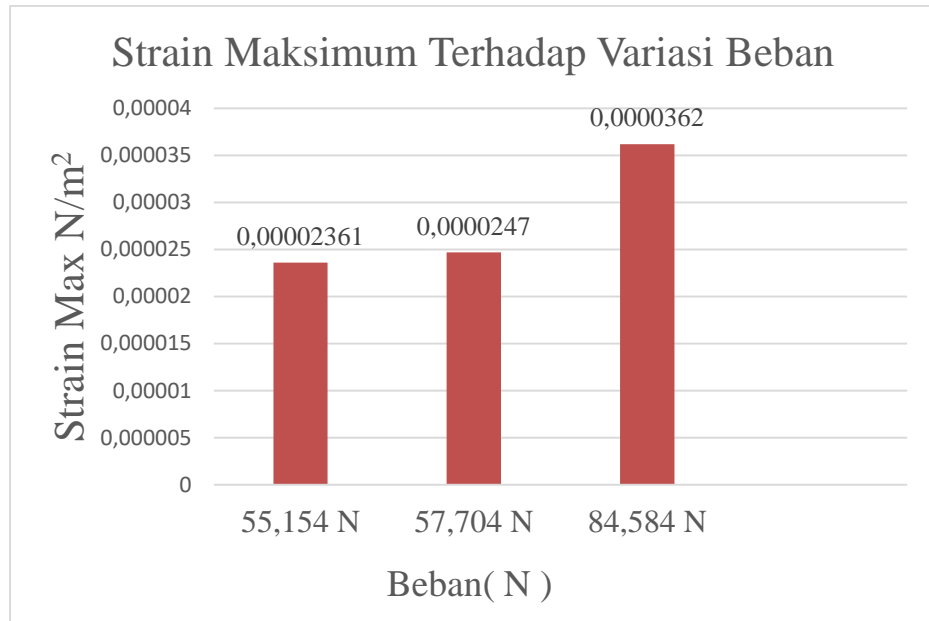
Area terjadinya regangan maksimum terletak pada pangkal *Casing* dan ujung *Casing screw* turbin. Pada pembebanan 57,704 N diperoleh regangan maksimum sebesar  $2,470 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup> (Gambar 4.7), Area terjadinya regangan minimum terletak disekitar elemen yang menuju bagian ujung yang jaraknya dekat dengan area tumpuan *Casing*. Sedangkan regangan minimumnya diperoleh sebesar  $1,493 \times 10^{-11}$  N/m<sup>2</sup> (Gambar 4.7).



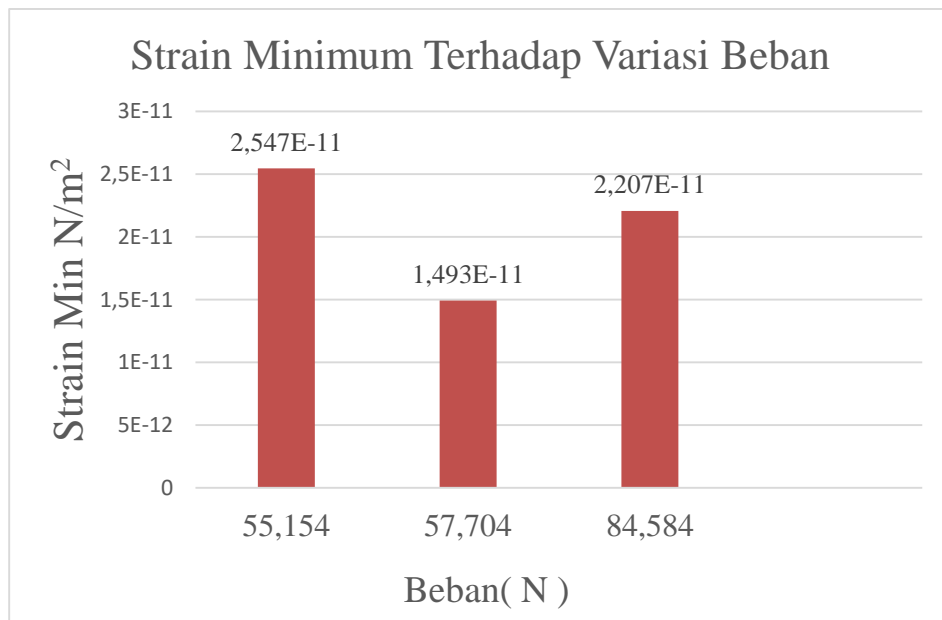
Gambar 4.8 Hasil simulasi *Strain* pada pembebanan 84,584 N

Area terjadinya regangan maksimum terletak pada pangkal *Casing* dan ujung *Casing screw* turbin. Pada pembebanan 84,584 N diperoleh regangan maksimum sebesar  $3,620 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup> (Gambar 4.8), Area terjadinya regangan minimum terletak disekitar elemen yang menuju bagian ujung yang jaraknya dekat dengan area tumpuan *Casing*. Sedangkan regangan minimumnya diperoleh sebesar  $2,207 \times 10^{-11}$  N/m<sup>2</sup> (Gambar 4.8).

Berdasarkan hasil analisa regangan didapat bahwa saat kondisi elastis pergerakan tegangan dan regangan beriringan bersamaan dan menandakan bahwa semakin tinggi nilai tegangan maka semakin tinggi pula nilai regangannya.



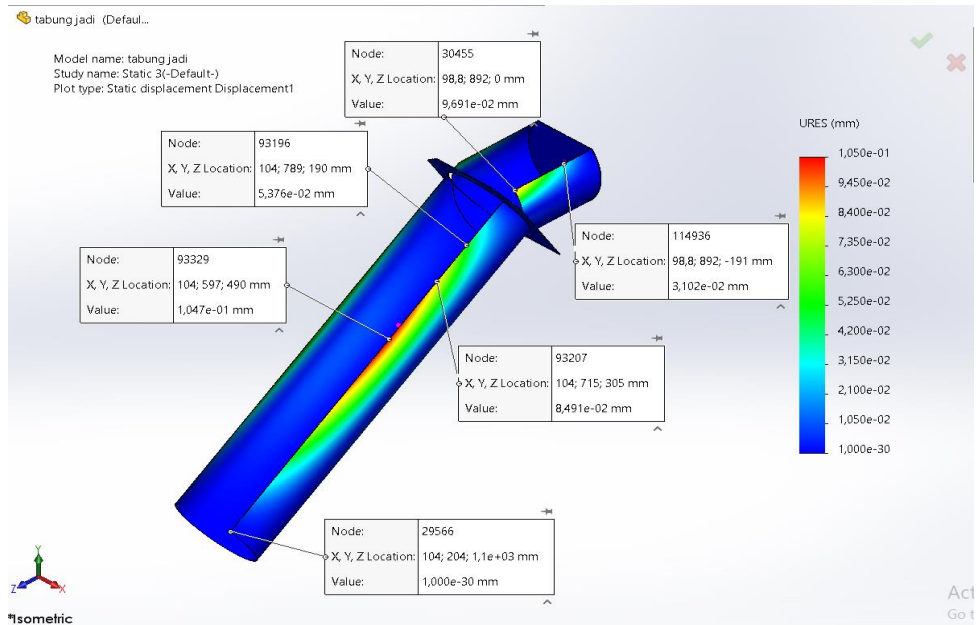
Gambar 4.9 Grafik *Strain* maksimum terhadap variasi beban



Gambar 4.10 Grafik *Strain* minimum terhadap variasi beban

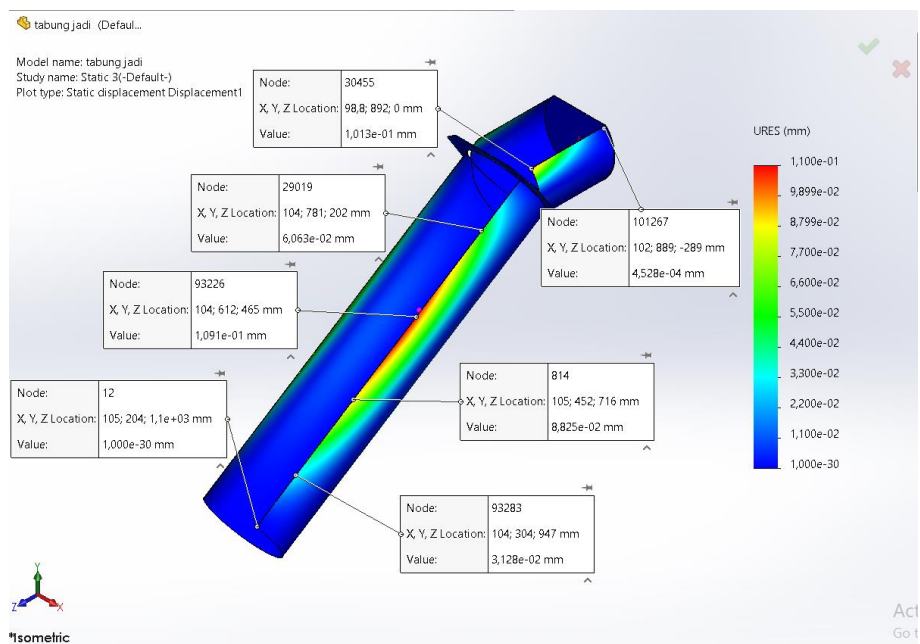
#### 4.1.3 *Displacement* (Perpindahan)

Hasil analisa *Displacement* ditunjukkan pada daerah yang mengalami perubahan bentuk akibat gaya yang diterima. Area yang mengalami *displacement* maksimum ditunjukkan dengan gradient warna merah sedangkan area yang mengalami *displacement* minimum ditunjukkan dengan gradient warna biru.



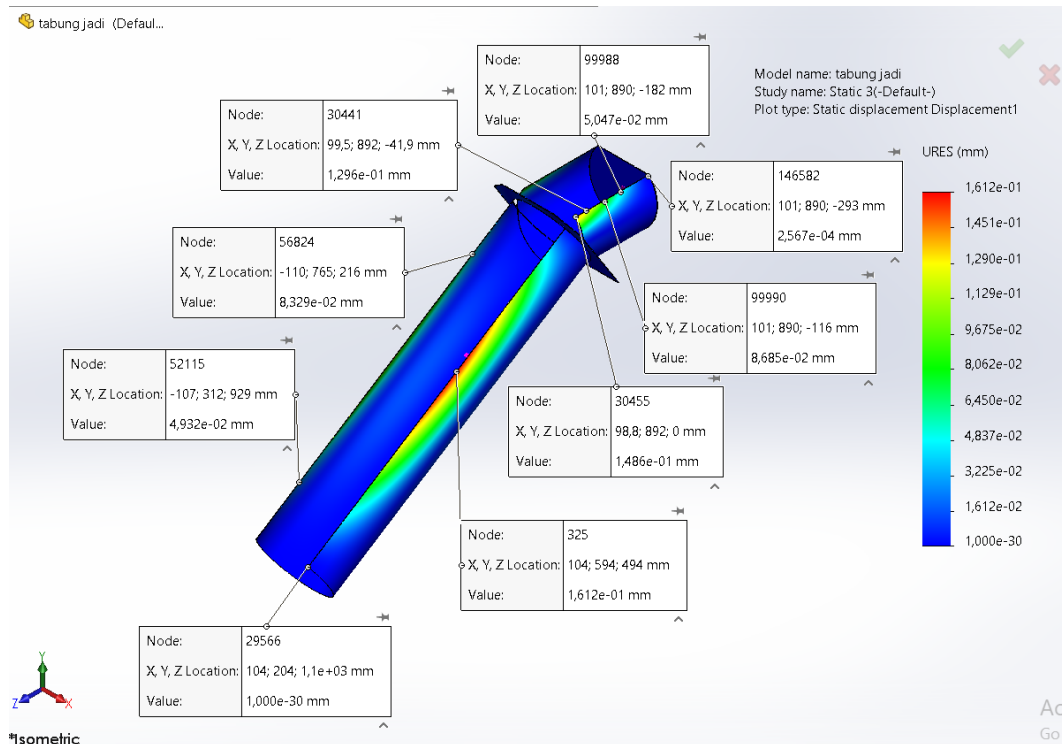
Gambar 4.11 Hasil simulasi *Displacement* pada pembebanan 55,154 N.

Pada pembebanan 55,154 N *displacement* maksimum yang diperoleh adalah sebesar  $1,050 \times 10^{-1}$  mm (Gambar 4.11). Area terjadinya *displacement* maksimum pada pembebanan tersebut terletak di sekitar pinggir *Casing screw*. Sedangkan untuk *displacement* minimum yang dihasilkan *Casing screw* pada pembebanan 55,154 N adalah sebesar 0 mm (Gambar 4.11). area terjadinya *displacement* minimum adalah pada bagian tengah *Casing screw*.



Gambar 4.12 Hasil simulasi *Displacement* pada pembebanan 57,704 N

Pada pembebanan 57,704 N *displacement* maksimum yang diperoleh adalah sebesar  $1,100 \times 10^{-1}$  mm (Gambar 4.12). Area terjadinya *displacement* maksimum pada pembebanan tersebut terletak di sekitar pinggir *Casing screw*. Sedangkan untuk *displacement* minimum yang dihasilkan *Casing screw* pada pembebanan 57,704 N adalah sebesar 0 mm (Gambar 4.12). area terjadinya *displacement* minimum adalah pada bagian tengah *Casing screw*.

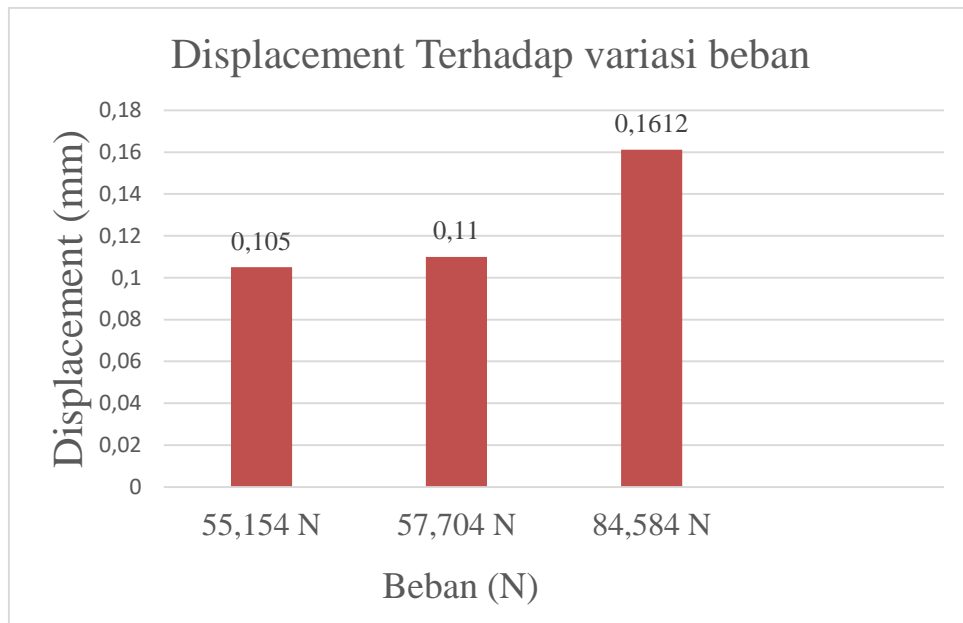


Gambar 4.13 Hasil simulasi *Displacement* pada pembebanan 84,584 N

Pada pembebanan 84,584 N *displacement* maksimum yang diperoleh adalah sebesar  $1,612 \times 10^{-1}$  mm (Gambar 4.13). Area terjadinya *displacement* maksimum pada pembebanan tersebut terletak di sekitar pinggir *Casing screw*. Sedangkan untuk *displacement* minimum yang dihasilkan *Casing screw* pada pembebanan 84,584 N adalah sebesar 0 mm (Gambar 4.13). area terjadinya *displacement* minimum adalah pada bagian tengah *Casing screw*.

Sehingga, dari hasil Analisa *displacement* ini dapat disimpulkan bahwa *Casing screw* bermaterial *ASTM A36* mengalami *displacement* yang berbeda seiring variasi pembebanan yang berbeda juga. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar

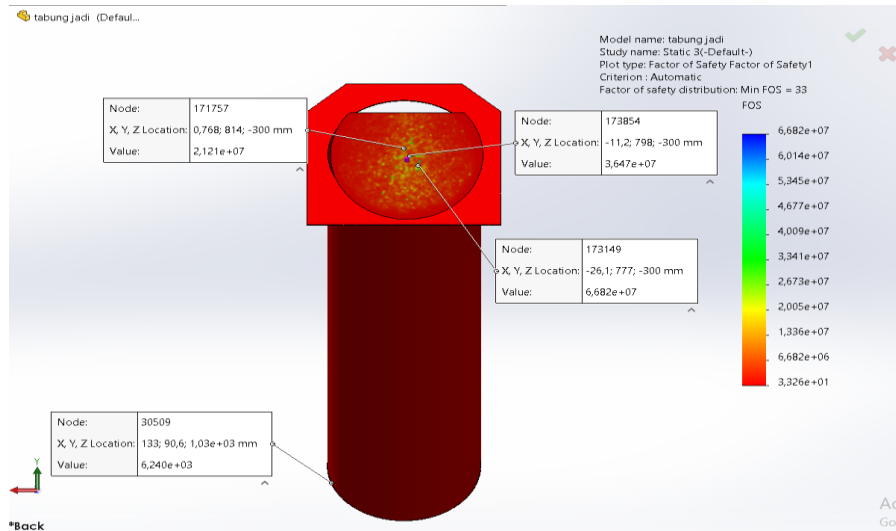
beban yang diberikan pada *Casing screw* akan menyebabkan *displacement* yang terjadi juga semakin besar.



Gambar 4.14 Grafik *Displacement* terhadap variasi beban

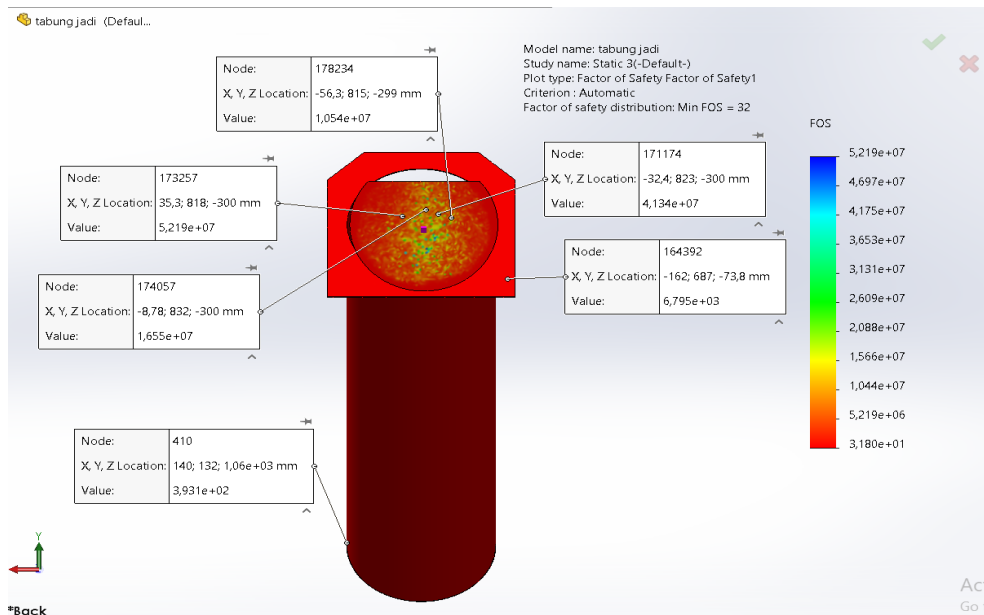
#### 4.1.4 *Factor Of Safety* (Faktor keamanan)

*Factor Of Safety* pada plot ini mengacu pada kekuatan material dari model dalam menanggung tegangan yang dialami setelah beban diberikan. Dengan membandingkan tegangan luluh material dan tegangan *von misses* maksimum yang ada, maka akan diperoleh distribusi *Factor Of Safety* (FOS) pada seluruh bagian model. Dalam analisa FOS, warna biru menyatakan bahwa tingkat keamanan desain yang dirancang sangat tinggi. Berdasarkan hasil analisa, dominasi FOS ditunjukkan oleh area dengan gradient warna merah.



Gambar 4.15 Hasil simulasi *Factor Of Safety* pada pembebanan 55,154 N

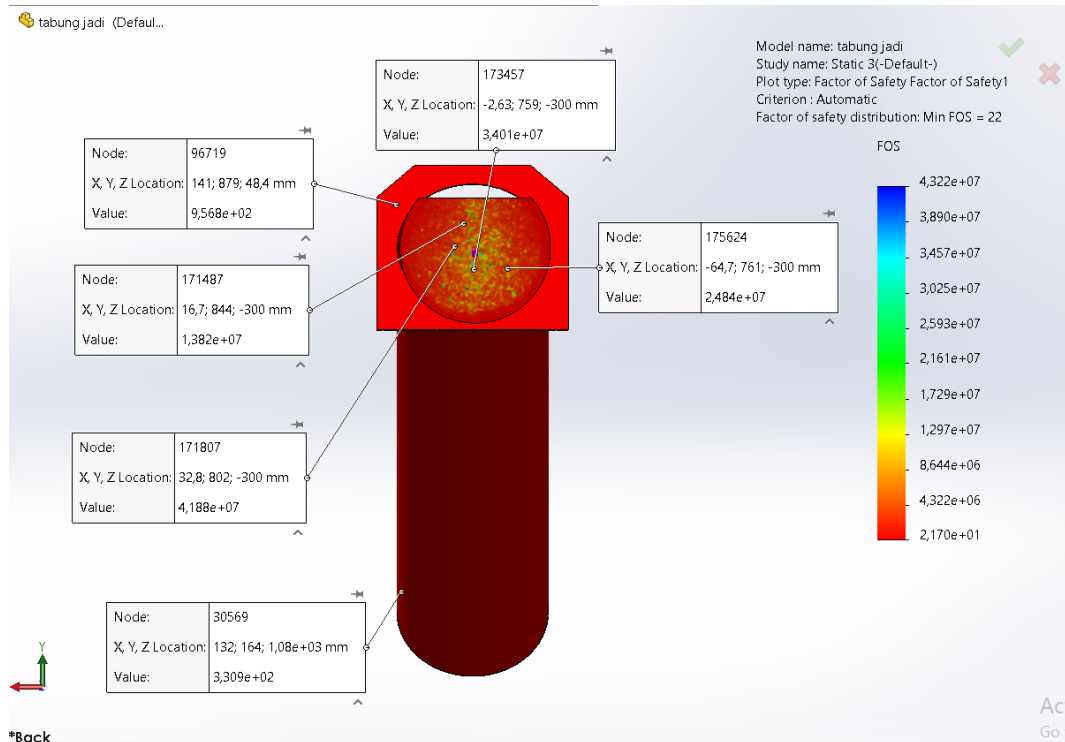
Pada pembebanan 55,154 N nilai faktor keamanan yang diperoleh sebesar  $3,326 \times 10^1$  (Gambar 4.15). Angka keamanan tersebut terjadi pada bagian seluruh *Casing* yang di berikan gaya. Hal menunjukkan bahwa *Casing* dengan material *Mild Steel* memiliki tingkat keamanan yang baik. Sehingga, dapat dipastikan *Casing screw* bermaterial *ASTM A36* aman dalam menahan beban yang diberikan.



Gambar 4.16 Hasil simulasi *Factor Of Safety* pada pembebanan 57,704 N

Pada pembebanan 57,704 N nilai faktor keamanan yang diperoleh sebesar  $3,180 \times 10^1$  (Gambar 4.16). Angka keamanan tersebut terjadi pada bagian seluruh

Casing yang di berikan gaya. Hal menunjukkan bahwa *Casing* dengan material *Mild Steel* memiliki tingkat keamanan yang baik. Sehingga, dapat dipastikan *Casing screw* bermaterial *ASTM A36* aman dalam menahan beban yang diberikan.

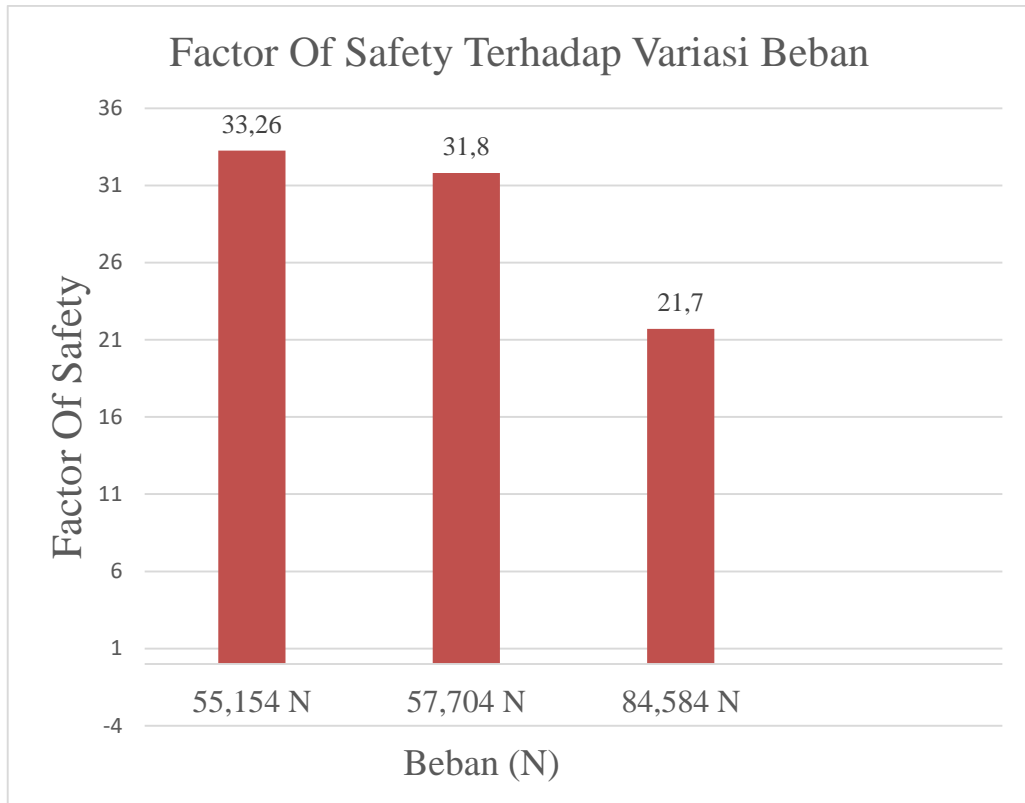


Gambar 4.17 Hasil simulasi *Factor Of Safety* pada pembebanan 84,584 N

Pada pembebanan 84,584 N nilai faktor keamanan yang diperoleh sebesar  $2,170 \times 10^1$  (Gambar 4.17). Angka keamanan tersebut terjadi pada bagian seluruh *Casing* yang di berikan gaya. Hal menunjukkan bahwa *Casing* dengan material *Mild Steel* memiliki tingkat keamanan yang baik. Sehingga, dapat dipastikan *Casing screw* bermaterial *ASTM A36* aman dalam menahan beban yang diberikan. Apabila faktor keamanan sangat rendah maka kemungkinan kegagalan terjadi tinggi dan karena itu desain struktur nya tidak dapat diterima. Kegagalan dapat berarti patah atau rusak pada suatu struktur.

Dari hasil analisa FOS, dapat disimpulkan bahwa *Casing screw* bermaterial *mild steel ASTM A36* dinyatakan aman dalam menerima beban maksimal 55,154 N. sedangkan besarnya FOS yang dihasilkan menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diberikan maka *Factor Of Safety* yang dihasilkan kecil.





Gambar 4.18 Grafik *Factor Of Safety* terhadap variasi beban

## **BAB 5 PENUTUP**

### 5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan simulasi *Casing screw* turbin, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Tegangan, regangan dan perpindahan optimum terjadi pada beban 84,584 N yaitu sebesar  $1,152 \times 10^7$  N/m<sup>2</sup>,  $3,620 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup>, dan  $1,100 \times 10^{-1}$  mm
2. Tegangan optimal dan regangan tertinggi terjadi pada ujung tabung bagian atas dan bawah sedangkan perpindahan terjadi dibagian tengah tabung untuk masing-masing beban yang diberikan.
3. Faktor keamanan semakin besar diberikan pembebanan maka semakin kecil yang dihasilkan

Hasil diatas merupakan perolehan yang dilakukan pada *Casing screw* turbin dengan diberikan variasi pembebanan 55,154 N, 57,704 N, dan 84,584 N pada simulasi tersebut dapat disimpulkan aman untuk pengujian pada mesin turbin *screw Archimedes* dengan melihat simulasi diatas untuk di operasikan.

### 5.2 Saran

Beberapa saran yang bias di sampaikan terkasi simulasi ini ialah:

1. Mungkin untuk kedepannya Turbin *screw Archimedes* ini bisa dikembangkan dengan menggunakan sistem yang lebih simple.
2. Untuk bahan material kedepannya bisa dikembangkan menggunakan bahan material lainnya yang lebih bagus.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardika, I. K. A. (2019). Analisa Pengaruh Jarak Sudu Terhadap Putaran Turbin Ulir Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 18(2). <https://doi.org/10.24843/mite.2019.v18i02.p10>
- Budi Harja, H., Abdurrahim, H., Yoewono, S., & Riyanto, H. (2016). Penentuan Dimensi Sudu Turbin dan Sudut Kemiringan Poros Turbin pada Turbin Ular Archimedes. *Metal Indonesia*, 36(1), 26. <https://doi.org/10.32423/jmi.2014.v36.26-33>
- Dirgantini, D., Fisika, P. S., Sains, F., Teknologi, D. A. N., Islam, U., Syarif, N., & Jakarta, H. (2021). Simulasi Kekuatan Struktur Kayu Pinus Terhadap Pembebanan Pada Turbin Angin Sumbu Horizontal Skala Mikro. UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SYARIF HIDAYATULLAH JAKARTA.
- Hizhar, Y. (2017). Rancang Bangun dan Studi Eksperimental Pengaruh Perbedaan Jarak Pitch dan Kemiringan Poros terhadap Kinerja Mekanik Model Turbin Ulir 2 Blade Pada Aliran Head Rendah. *METAL: Jurnal Sistem Mekanik Dan Termal*, 1(1), 27. <https://doi.org/10.25077/metal.1.1.27-34.2017>
- Isworo, H., & Ansyah, P. R. (2018). Metode elemen hingga *hmk654*.
- K. Umurani, A M Siregar, dan S. A.-A. (2020). Pengaruh Jumlah Sudu Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tipe Whirlpool Terhadap Kinerja. 3(2), 103–111. <https://doi.org/https://doi.org/10.30596/rmme.v3i2.5272>
- Lius, A. H. dan H. (2009). Perancangan dan realisasi model prototipe turbin air type screw (archimeden turbine) untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan head rendah di Indonesia. *Teknika*, 31(2), 1–7.
- Prasetyo, A., Malik, I., & Azharuddin. (2020). Analisis Vibrasi Rangka Cnc Router 3 Sumbu Secara Numerik. 12(1), 28–33.
- Prasetyo, E., Hermawan, R., Ridho, M. N. I., Hajar, I. I., Hariri, H., & Pane, E. A. (2020). Analisis Kekuatan Rangka pada Mesin Transverse Ducting Flange (TDF) Menggunakan Software Solid Works. *Rekayasa*, 13(3), 299–306. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i3.8872>
- Putra, I. G. W. (2018). Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(3), 385. <https://doi.org/10.24843/mite.2018.v17i03.p13>
- Rachman, F. (2016). Analisa Kekuatan Pada Turbin Angin Sumbu Vertikal (Vawt) Dengan Software. 1(April), 7–11. <https://doi.org/10.33579/krvtk.v1i1.206>
- Saefudin, E., Kristyadi, T., Rifki, M., & Arifin, S. (2017). Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan. 1(3), 233–244.
- Saputra, M. A. T. (2019). Eksperimental Pengaruh Variasi Sudut Ulir Pada Turbin

Ulir (Archimedean Screw) Pusat Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Head Rendah. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 18(1), 83. <https://doi.org/10.24843/mite.2019.v18i01.p12>

Suherman. (2021). Simulasi Computational Fluid Dynamic (CFD) Pada Turbin Screw Archimedes Skala Kecil. 1253–1262.

Sungkono, I., Irawan, H., & Patriawan, D. A. (2019). Analisis Desain Rangka Dan Penggerak Alat Pembulat Adonan Kosmetik Sistem Putaran Eksentrik Menggunakan Solidwork. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VII 2019*, 575–580.

## **LAMPIRAN**

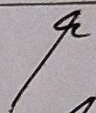
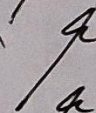
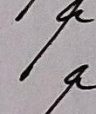
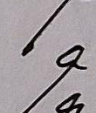
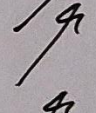
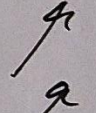
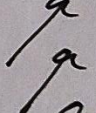
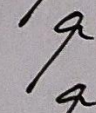
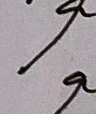
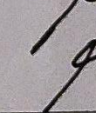
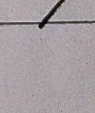

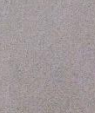


LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

**SIMULASI KEKUATAN MATERIAL TURBIN SCREW  
SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR**

Nama : Tri Imam Sugatra  
NPM : 1707230060

Dosen Pembimbing : Suherman S.T.,M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Selasa 9/11-2021	Perbaiki Bab 1	
2.	Sabtu 13/11-2021	Perbaiki Rumusan Masalah	
3.	Rabu 17/11-2021	Perbaiki Ring lingkup	
4.	Senin 22/11-2021	Perbaiki Bab 2.	
5.	Jum'at 26/11-2021	Perbaiki Tabel	
6.	Selasa 7/12-2021	Perbaiki Gambar	
7.	Rabu 15/12-2021	Perbaiki Bab 3	
8.	Selasa 28/12-2021	Perbaiki prosedur	
9.	Rabu 5/1-2022	Perbaiki Bab 4	
10.	Jum'at 19/1-2022	Perbaiki Grafik	
11.	Rabu 26/1-2022	Perbaiki Bab 5	
12.	Kamis 3/2-2022	Perbaiki Abstrak.	
13.	Jum'at 11/2-2022	ACC	



**UMSU**

Aggul | Cerdas | Terpercaya

Haraplah surat ini agar disebutkan  
pada tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**FAKULTAS TEKNIK**

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/11/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<http://fatek.umsu.ac.id>

[fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id)

[umsumedan](#)

[umsumedan](#)

[umsumedan](#)

[umsumedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 455/II.3AU/UMSU-07/F/2022

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 14 Maret 2022 dengan ini Menetapkan :

Nama : TRI IMAM SUGATRA  
Npm : 1707230060  
Program Studi : TEKNIK MESIN  
Semester : X (SEPULUH)  
Judul Tugas Akhir : SIMULASI KEKUATAN MATERIAL CASING TURBIN SCREW SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR  
Pembimbing : SUHERMAN, ST, MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 11 Sya'ban 1443 H

14 Maret 2022 M

Dekan




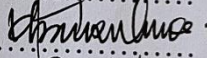
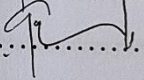
Munawar A Mansury Siregar, ST., MT



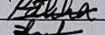









NIDN: 0101017202



**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2021 – 2022**

Peserta seminar  
 Nama : Tri Imam Sugatra  
 NPM : 1707230060  
 Judul Tugas Akhir : Simulasi Kekuatan Material Casing Turbin Screw Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Suherman, ST, MT	
Pembanding – I : Khairul Umurani, ST, MT	
Pembanding – II : Chandra A Siregar, ST, MT	

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1707230054	Muhammad Farid Pane	
2	1707230012	FERI PRANATA	
3	1807230063	Rakha Ramzan Aulia	
4	1807230144	Sri Bintangta Sitorus	
5	1807230158	M.ADE SYAPITRA POHAN	
6	1807230062	RIZKI MUMTIA AU	
7	1807230060	ARI SISWANITO	
8	1807230059	Prayoga dastanta pinem	
9	1807230145	Artidho	
10	1807230004	Hary TRIDNO	
11	1807230153	AZMIL UPRRI	
12	1807230079	JUANDA	

Medan, 25 Rajab 1443 H  
 26 Februari 2022 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : Tri Imam Sugatra  
NPM : 1707230060  
Judul Tugas Akhir : Simulasi Kekuatan Material Casing Turbin Screw Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air

Dosen Pembanding – I : Khairul Umurani, ST, MT  
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar, ST, MT  
Dosen Pembimbing – I : Suherman, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*Chandra A Siregar*  
*Tugas akhir*

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

Medan, 25 Rajab 1443 H  
26 Februari 2022 M

Diketahui :  
Ketua Prodi, T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I

*Khairul Umurani*

Khairul Umurani, ST, MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : Tri Imam Sugatra  
NPM : 1707230060  
Judul Tugas Akhir : Simulasi Kekuatan Material Casing Turbin Screw Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air

Dosen Pembanding – I : Khairul Umurani, ST, MT  
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar, ST, MT  
Dosen Pembimbing – I : Suherman, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

..... Citra ..... tugas ..... akhir.....  
.....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....

Medan 25 Rajab 1443 H  
26 Februari 2022 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II

Chandra A Siregar, ST, MT

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### A. DATA PRIBADI

Nama : Tri Imam Sugatra  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Tempat, Tanggal lahir : Dolok Merawan, 24 September 1999  
Alamat : Dolok Merawan  
Agama : Islam  
E-mail : [sugatrat0@gmail.com](mailto:sugatrat0@gmail.com)  
No. Handphone : 082274995893

### B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Negeri 112315 Marbau Selatan : 2005 - 2011
2. SMP Negeri 1 Dolok Merawan : 2011 - 2014
3. SMK Negeri 1 Dolok Merawan : 2014 - 2017
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara : 2017 - 2022