

**ANALISIS UNJUK KERJA TURBIN *ARCHIMEDES SCREW*  
PADA DEBIT AIR MAKSIMAL**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**JUNIAR FRENDI SYAHPUTRA  
18830005**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 4/12/23

Access From (repository.uma.ac.id)4/12/23

**ANALISIS UNJUK KERJA TURBIN ARCHIMEDES SCREW  
PADA DEBIT AIR MAKSIMAL**

**PROPOSAL**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area



**OLEH :**

**JUNIAR FRENDI SYAHPUTRA  
188130005**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2022**

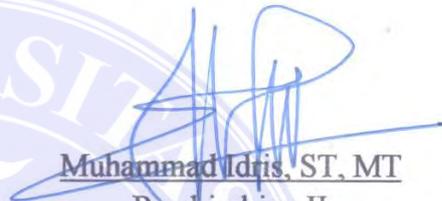
## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis Unjuk Kerja Turbin *Archimedes Screw* Pada Debit Air Maksimal  
Nama Mahasiswa : Juniar Frendi Syahputra  
NIM : 18830005  
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing



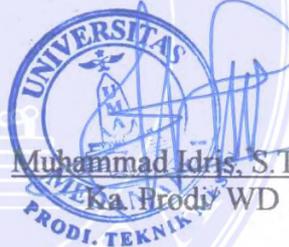
Indra Hermawan, ST, MT  
Pembimbing I



Muhammad Idris, ST, MT  
Pembimbing II



DR. Ratuningsih, S. Kom, M. Kom  
Dekan



Muhammad Idris, S.T., M.T  
Ka. Prodi WD 1

Tanggal Lulus: 6 September 2023

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 10 November 2023



Juniar Frendi Syahputra  
188130005

# HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS

## AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Juniar Frendi Syahputra  
NPM : 188130005  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Unjuk Kerja Turbin Archimedes Screw Pada Debit Air Maksimal.

Beserta prangkat yang ada (jika diperlukan) dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Universitas Medan Area  
Pada tanggal 10 November 2023  
Yang menyatakan



Juniar Frendi Syahputra

## ABSTRAK

Sumber energi terbarukan yang sangat potensial di Indonesia adalah pemanfaatan tenaga air. Turbin merupakan salah satu unsur terpenting dalam pembangkit listrik tenaga air. Pembangkit Listrik Tenaga Air adalah salah satu dari berbagai jenis konverter energi terbarukan yang menghasilkan energi listrik yang bersih dan ramah lingkungan. Ada beberapa jenis turbin yang dapat diterapkan pada PLTA salah satunya adalah Turbin *Archimedes Screw*. Turbin *Archimedes Screw* merupakan salah satu turbin air yang dapat digunakan dalam pemanfaatan sumber energi terbarukan ramah lingkungan bersekala kecil, dapat dioperasikan pada head rendah 0,6 m. Prinsip kerja turbin ini sama dengan turbin air lainnya yang memanfaatkan air sebagai sumber energi untuk menggerakkan poros agar berputar. Tujuan melakukan penelitian ini adalah menghitung daya yang dihasilkan pada debit air maksimal, menganalisis pengaruh putaran terhadap debit air, menghitung dan menganalisis efisiensi turbin. Dimana pada penelitian ini daya turbin tertinggi yang dihasilkan yaitu 23,02 Watt dan daya generator tertinggi yang dihasilkan yaitu 58,99 Watt pada putaran poros generator 1.066 rpm pada debit air 0,04016 m<sup>3</sup>/s dan efisiensi turbin 9,77% dan efisiensi sistem pembangkit 25,05% dan torsi tertinggi yang dihasilkan 0,63325248 N.m. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam mengembangkan energi terbarukan pada sistem pembangkit listrik.

**Kata Kunci:** Turbin, *Archimedes Screw*, Pembangkit Listrik, PLTA

## ABSTRAC

*A very potential source of renewable energy in Indonesia is the utilization of hydropower. The turbine is one of the most important elements in a hydroelectric power plant. Hydropower is one of various types of renewable energy converters that produce clean and environmentally friendly electrical energy. There are several types of turbines that can be applied to hydropower plants, one of which is the Archimedes Screw Turbine. Archimedes Screw turbine is one of the water turbines that can be used in the utilization of small-scale environmentally friendly renewable energy sources, can be operated at a low head of 0,6 m. The working principle of this turbine is the same as other water turbines which utilize water as an energy source to drive the shaft to rotate. The purpose of conducting this research is to calculate the power generated at maximum water discharge, analyze the effect of rotation on water discharge, calculate and analyze turbine efficiency. Where in this study the highest turbine power produced was 23,02 Watt and the highest generator power produced was 58,99 watts at 1.066 Rpm generator shaft rotation at a water discharge of 0,04016 m<sup>3</sup>/s and turbine efficiency 9,77% and generator system efficiency 25,05% and the highest torque produced 0,63325248 N.m. The results of this study are expected to assist in developing renewable energy in power generation systems.*

**Keywords:** *Turbine, Archimedes Screw, Power Plant, PLTA*

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 01 Juni 2000 dari ayah Juala dan Ibu Nurita Purba Penulis merupakan putra pertama dari satu bersaudara.

Tahun 2018 penulis lulus dari SMK Swasta Teladan Sumatera Utara 2 dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

pada tahun 2021 penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PTPN IV Unit Usaha The Bah Butong.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada tuhan yang maha kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam peneliian ini adalah sistem pembangkitlistrik denga judul Analisis Unjuk Kerja Turbin *Archimedes Screw* pada debit air maksimal.

Terimkaasih penulis sampaikan kepada Bapak Indra Hermawan ST, MT. dan Bapak Muhammad Idris ST, MT. selaku pembimbing yang telah banyak memberikan saran dan masukan. Disamoing itu penghargaan penulis sampaikan kepada teman-teman yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada ibu serrta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatian nya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir/skripsi/tesis ini masih memiliki kekurangan, oleh karna itu kritikan dan saran yang bersifat membangun sangatlah penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir/skripsi/tesis ini. Penulis berharap tugas akhir/skripsi/tesis ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Penulis

Juniar Frendi Syahputra  
NPM. 188130005

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....  | i    |
| HALAMAN PERNYATAAN .....   | ii   |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS<br>AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS ..... | iii  |
| ABSTRAK .....  | iv   |
| <i>ABSTRAC</i> .....   | v    |
| RIWAYAT HIDUP .....  | vi   |
| KATA PENGANTAR .....   | vii  |
| DAFTAR ISI.....  | viii |
| DAFTAR GAMBAR .....  | x    |
| DAFTAR TABEL.....  | xi   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....   | xii  |
| DAFTAR NOTASI.....   | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN .....  | 1    |
| 1.1 Latar Belakang Masalah.....  | 1    |
| 1.2 Perumusan Masalah .....  | 3    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....  | 3    |
| 1.4 Hipotesis Penelitian.....  | 4    |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....   | 4    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....   | 5    |
| 2.1 Pusat Listrik Tenaga Air .....   | 5    |
| 2.2 Turbin Air .....   | 6    |
| 2.3 Turbin <i>Archimedes Screw</i> .....   | 7    |
| 2.4 Unjuk kerja Pembangkit Listrik Pada Turbin <i>Archimedes Screw</i> .....                           | 11   |
| 2.5 Generator.....   | 13   |
| BAB III METODO LOGI PENELITIAN .....   | 16   |
| 3.1 Waktu dan Tempat dan Penelitian .....  | 16   |
| 3.2 Bahan dan Alat.....  | 16   |
| 3.3 Metode penelitian.....   | 22   |
| 3.4 Populasi dan Sampel .....  | 22   |
| 3.5 Prosedur Penelitian.....   | 22   |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....  | 28   |
| 4.1 Hasil .....  | 28   |

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 4.2 Pembahasan.....           | 34 |
| BAB V SIMPULAN DAN SARAN..... | 38 |
| 5.1 Simpulan .....            | 38 |
| 5.2 Saran.....                | 38 |
| DAFTAR PUSTAKA .....          | 40 |
| LAMPIRAN.....                 | 42 |

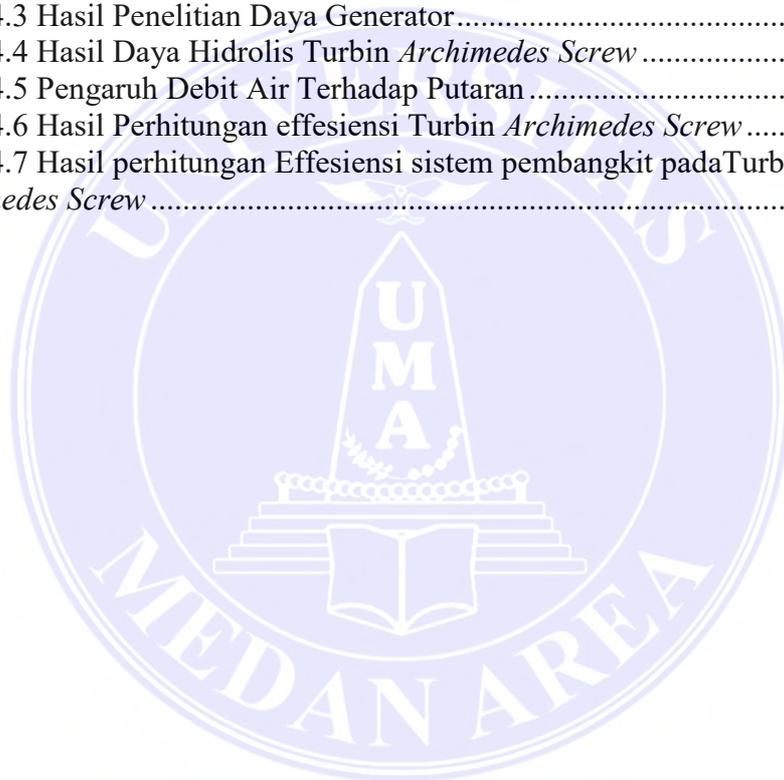


## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Proses Konversi energi dalam pusat listrik tenaga air (PLTA).....                                       | 5  |
| Gambar 2.2 <i>Archimedes Screw Pump</i> .....  | 8  |
| Gambar 2.3 turbin <i>Archimedes Screw</i> .....  | 8  |
| Gambar 2.4 Prinsip Kerja Turbin <i>Archimedes Screw</i> .....  | 9  |
| Gambar 2.5 Turbin <i>Screw</i> (a) <i>Tipe Steel Strough</i> dan (b) <i>Tipe Closed Compact Installation</i> ..... | 11 |
| Gambar 2.6 generator.....  | 14 |
| Gambar 3.1 Turbin <i>Archimedes Screw</i> .....  | 17 |
| Gambar 3.2 Tampak Depan Turbin <i>Archimedes Screw</i> .....   | 18 |
| Gambar 3.3 Tampak Depan Turbin <i>Archimedes Screw</i> .....   | 18 |
| Gambar 3.4 Tampak Samping Turbin <i>Archimedes</i> .....   | 18 |
| Gambar 3.5. <i>Tachometer</i> .....  | 19 |
| Gambar 3.6 Timbangan Digital .....   | 19 |
| Gambar 3.7 Tong penampung.....   | 20 |
| Gambar 3.8 AVometer .....  | 20 |
| Gambar 3.9 Meteran.....  | 21 |
| Gambar 3.10 <i>Stopwatch</i> .....   | 22 |
| Gambar 3.11 Pengukuran debit air.....  | 23 |
| Gambar 3.12 Pengukuran Putaran Generator (a) dan Poros Turbin (b).....   | 24 |
| Gambar 3.13 Pengukuran Tegangan dan Kuat Arus.....   | 25 |
| Gambar 3.14 Pengukuran Gaya Pengereman pully pada poros turbin .....   | 25 |
| Gambar 3.15 Diagram Alir Penelitian .....  | 26 |
| Gambar 4.1 Grafik pengaruh debit terhadap daya yang dihasilkan .....   | 34 |
| Gambar 4.2 Grafik pengaruh debit terhadap putaran turbin dan generator .....                                       | 35 |
| Gambar 4.3 Grafik pengaruh debit terhadap efisiensi .....  | 36 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 Klasifikasi <i>Powerhydro</i> .....  | 7  |
| Tabel 2.2 Spesifikasi Generator .....  | 15 |
| Tabel 3.1 Jadwal kegiatan .....  | 16 |
| Tabel 3.2 Spesifikasi Turbin <i>Archimedes Screw</i> .....   | 17 |
| Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Tachometer</i> .....  | 19 |
| Tabel 3.4 Spesifikasi Timbangan Digital.....   | 20 |
| Tabel 3.5 spesifikasi Tong Penampung .....   | 20 |
| Tabel 3.6 Spesifikasi AVometer .....   | 21 |
| Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran .....  | 28 |
| Tabel 4. 2 Perhitungan Daya Turbin <i>Archimedes Screw</i> .....                                     | 29 |
| Tabel 4.3 Hasil Penelitian Daya Generator.....   | 30 |
| Tabel 4.4 Hasil Daya Hidrolis Turbin <i>Archimedes Screw</i> .....                                   | 31 |
| Tabel 4.5 Pengaruh Debit Air Terhadap Putaran .....  | 31 |
| Tabel 4.6 Hasil Perhitungan efisiensi Turbin <i>Archimedes Screw</i> .....                           | 32 |
| Tabel 4.7 Hasil perhitungan Efisiensi sistem pembangkit pada Turbin<br><i>Archimedes Screw</i> ..... | 33 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| Lampiran 1. Hasil Menghitung Debit .....                      | 42 |
| Lampiran 2. Hasil Menghitung Torsi.....                       | 42 |
| Lampiran 3. Menghitung <i>Head</i> (tinggi jatuhnya air)..... | 43 |



## DAFTAR NOTASI

|               |   |
|---------------|---|
| $P_H$         | : Daya Hidrolis (Watt)                          |
| $Q$           | : Debit ( $m^3/s$ )                             |
| $\rho$        | : Massa jenis Air ( $kg/m^3$ )                  |
| $h$           | : Head (m)                                      |
| $g$           | : Percepatan Gravitasi ( $m/s^2$ )              |
| $V$           | : Tegangan (volt)                               |
| $v$           | : Volume ( $m^3$ )                              |
| $t$           | : Waktu (s)                                     |
| $T$           | : Torsi (Nm)                                    |
| $\omega$      | : Kecepatan sudut (rad/s)                       |
| $F_t$         | : Gaya (N)                                      |
| $m_1$         | : Massa Timbangan 1 (kg)                        |
| $m_2$         | : Massa Timbangan 2 (kg)                        |
| $r$           | : Jari-jari (m)                                 |
| $\eta_{PLTA}$ | : Effisiensi sistem pembangkit (%)              |
| $\eta_{PLTA}$ | : Effisiensi Turbin <i>Archimedes Screw</i> (%) |
| $P_T$         | : Daya Turbin (Watt)                            |
| $P_G$         | : Daya <i>output</i> Generator (Watt)           |
| $I$           | : Kuat Arus (ampere)                            |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Segala aktifitas manusia seperti halnya dalam kebutuhan rumah tangga maupun kebutuhan dalam bidang industri, Kebutuhan energi listrik saat ini dinilai sangat penting. Konsumsi energi final Indonesia didominasi oleh minyak bumi, diikuti oleh gas alam dan batubara. Dengan pertumbuhan konsumsi yang pesat, diperkirakan tanpa upaya energi baru dan efisiensi energi, Indonesia dapat menjadi importir minyak murni dalam waktu dekat. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan sumber energi terbarukan yaitu air, matahari, angin dan biomassa.

Sumber energi terbarukan yang sangat potensial di Indonesia adalah pemanfaatan tenaga air. Pembangkit energi terbarukan yang menggunakan tenaga air bisa besar atau kecil. Ditenagai oleh air sebagai tenaga penggerakannya, seperti saluran irigasi, sungai atau air terjun alami, dengan menggunakan ketinggian dan volume air terjun (*water head*).

Turbin merupakan salah satu unsur terpenting dalam pembangkit listrik tenaga air. Pembangkit listrik tenaga air menggunakan beberapa jenis turbin air, salah satunya adalah *Archimedes Screw*. Turbin *Archimedes Screw* atau biasa juga disebut dengan turbin ulir merupakan teknologi yang telah ditemukan dan digunakan sebagai pompa sejak zaman dahulu. Sekrup *Archimedes* kemudian digunakan sebagai turbin air karena energi air potensial dari head rendah perlu dimanfaatkan seiring dengan kebutuhan.

Prinsip kerja turbin *Archimedes Screw* adalah memanfaatkan debit air untuk menggerakkan poros turbin agar berputar dengan menggunakan ulir atau sekrup pada poros, sehingga mengubah energi kinetik air menjadi energi mekanik pada poros. kemudian Poros yang menggerakkan generator dan menghasilkan listrik.

Daerah-daerah di Indonesia memiliki potensi sumber daya tenaga air seperti pada daerah sumatera sebanyak 15.600 Megawatt atau 20,8% , Jawa 4.200 Megawatt atau 5,6%, Kalimantan 21.600 Megawatt atau 28,8%, Sulawesi 10.200

Megawatt atau 13,6%, dan Bali, Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat sebanyak 620 Megawatt atau 0,8%, Maluku 430 Megawatt atau 0,6%. Secara teoritis Efisiensi Turbin Archimedes screw berperan sebanyak 90%, namun kenyataan yang ada dilapangan untuk pembangkit tenaga air, turbin Archimedes Screw memiliki Efisiensi tidak sampai 90%. faktor lain di lapangan juga mempengaruhi besar nilai data input contohnya gesekan aliran yang diabaikan [1].

Penelitian sebelumnya juga pernah melakukan penelitian *Modelling the energy extraction from low-velocity stream water by small scale Archimedes screw turbine*. Penelitian ini menguji dua variabel bebas, yaitu sudut kemiringan dan kecepatan air dengan variabel terikat RPM dan torsi yang dihasilkan oleh prototipe *Archimedes Screw Turbine* di laboratorium. Berdasarkan hasil yang diperoleh, sudut kemiringan terbaik untuk menghasilkan putaran per menit tertinggi adalah pada sudut  $45^\circ$ , rpm dan torsi maksimum yang dihasilkan masing-masing adalah 179,8 rpm dan 0,9 N.m dengan kecepatan 1,5 m/s untuk kecepatan laju air. Daya mekanik maksimum yang dihasilkan sekitar 1,54 kW dengan efisiensi 94,6%. Temuan juga menunjukkan bahwa sudut kemiringan *Archimedes Screw Turbine* berhubungan negatif dengan rpm dan torsi yang dihasilkan [5].

Studi ini telah menunjukkan bahwa *Archimedes Screw Turbine* signifikan dalam menghasilkan rpm dan torsi bahkan di bawah aliran rendah. Keterbatasan penelitian ini adalah hasil penelitian ini hanya cocok diterapkan pada kecepatan aliran sungai, yaitu antara 1,0 m/s dan 1,5 m/s. Dengan kecepatan aliran yang lebih tinggi, karakteristik operasi yang optimal seperti sudut kemiringan dapat bervariasi. Di sisi lain, hasil yang diperoleh dari penelitian ini murni eksperimental di laboratorium. Oleh karena itu, pengujian dengan pengaturan serupa di sungai yang sebenarnya sangat direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya. Juga direkomendasikan untuk merancang dan mengembangkan sistem lepas landas daya yang efisien untuk dipasangkan dengan *Archimedes Screw Turbine* untuk memanfaatkan energi mekanik yang dihasilkan oleh sistem [5].

Penelitian sebelumnya juga pernah melakukan analisis kinerja turbin *Achimedes Screw* dengan 3 variasi jumlah sudu *Screw* turbin yaitu 14, 16, dan 20 dengan sudut kemiringan poros turbin  $35^\circ$ . Turbin Archimedes screw dengan 20

sudu dapat menghasilkan daya maksimum sebesar 80,50 Watt sedangkan torsi yang dihasilkan 3,36 N.m dengan debit 0,04471 m<sup>3</sup>/s. Namun pada debit 0,03074 m<sup>3</sup>/s efisiensi tertinggi adalah 15,36%. pada Jumlah sudu 16 dapat menghasilkan daya sebesar 66,7 Watt, torsi 2,78 N.m dan efisiensi 14,66% pada debit 0,02161 m<sup>3</sup>/s. Sedangkan pada jumlah sudu 12 daya yang dihasilkan 39,19 Watt, torsi 1,60 N.m, dan efisiensi 14 % pada debit 0,02161 m<sup>3</sup>/s [4].

Berdasarkan penelitian sebelumnya pada penelitian ini melakukan pengujian pengaruh debit air terhadap cara kerja PLTMH (pembangkit listrik tenaga Mikro Hidro) turbin ulir skala laboratorium dengan dimensi diameter turbin 0,35 m, panjang 0,87 m dengan jarak *blade* 0,29 m daya generator tertinggi yang dihasilkan yaitu 38,4 Watt Pada debit air 0,0205 m<sup>3</sup>/s kinerja paling tertinggi yang dihasilkan pada turbin ulir ada pada debit maksimal yaitu 0,0205 m<sup>3</sup>/s dengan daya 38,4 Watt pada putaran generator 888 rpm. Sedangkan nilai efisiensi turbin ulir tertinggi pada debit air 0,0133 m<sup>3</sup>/s yaitu 37 % dengan daya hidrolis sebesar 82,098 Watt dan daya generator sebesar 30,4 Watt. Sedangkan torsi maksimal yang didapat dari PLTMH turbin ulir sebelumnya sebesar 0,6014 N.m [15].

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan mengenai turbin *Arcumedes Scew* pada latar belakang diatas penulis menganggap ada masalah yang Teridentifikasi. maka melalui penelitian ini penulis merumuskan beberapa masalah yaitu sebagai berikut :

- a. Berapa daya yang dihasilkan pada debit air maksimal?
- b. Bagaimana pengaruh debit air terhadap putaran turbin *Arcimedes Screw* pada sudut kemiringan 45°?
- c. Mengevaluasi unjuk kerja turbin *Archimedes Screw* pada debit air maksimal

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Menghitung daya yang di hasilkan turbin *Archimedes Screw* pada debit air maksimal.
- b. menganalisis pengaruh debit air maksimal terhadap Putaran Turbin

*Archimedes Screw*.

- c. Menghitung dan menganalisis efisiensi turbin *Archimedes Screw* pada debit air maksimal

#### 1.4 Hipotesis Penelitian

Hasil dari penelitian yang diharapkan dalam menganalisis unjuk kerja turbin *Archimedes Screw* pada debit air maksimal dengan menggunakan turbin berdiameter 0,35 m. panjang turbin 0,87 m, jarak blade 0,29 m, jumlah blade 2 pada head 0,6m. penulis berharap dengan dimensi dan ukuran turbin tersebut daya yang dihasilkan nantinya cukup besar sehingga dapat di klasifikasikan kedalam turbin air jenis Micro Hydro, yaitu daya yang dihasilkan 5kW – 100kW.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

##### 1.5.1 Manfaat Ilmiah

Berikut adalah manfaat ilmiah dalam penelitian ini:

- a. Mengetahu hasil perhitungan daya yang dihasilkan turbin *Archimedes Screw* pada debit air maksimal
- b. Mengetahui hasil analisis pengaruh debit air maksimal pada turbin *Archimedes Screw*
- c. Mengetahui hasil perhitungan dan analisis efisiensi turbin *Archimedes Screw*

##### 1.5.2 Manfaat Praktis

Berikut adalah manfaat praktis dalam penelitian ini

- a. Memahami unjuk kerja turbin archimedes screw dalam kapasitas debit air maksimal
- b. Memberikan pengetahuan tentang unjuk kerja turbin *Archimedes Screw* pada debit air maksimal
- c. Menyelesaikan perkuliahan bagi penulis

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pusat Listrik Tenaga Air

Dalam Pusat Listrik Tenaga Air, potensi tenaga air di konversikan menjadi tenaga listrik. Mula-mula potensi tenaga air dikonversikan menjadi tenaga mekanik dalam turbin air. Kemudian turbin air memutar generator yang membangkitkan tenaga listrik [13]. Seperti yang terlihat Pada gambar 2.1 dibawah menggambarkan secara sekamatis bagaimana potensi tenaga air, yaitu jumlah air yang terletak pada ketinggian tertentu diubah menjadi tenaga mekanik didalam turbin air.



Gambar 2.1 Proses Konversi energi dalam pusat listrik tenaga air (PLTA)

PLTA dibagi menjadi dua kategori, yaitu :

a. PLTA *run off river*

Pusat Listrik Tenaga Air *run off river*, dimana air sungai dialihkan dengan menggunakan dam yang di bangun memotong aliran sungai. Air sungai ini kemudian disalurkan ke bangunan air PLTA seperti pada gambar 2.1. pada kategori PLTA ini daya yang dapat dibangkitkan tergantung pada debit air sungai. Tetapi PLTA *run off river* biaya bangunannya lebih murah dari pada PLTA dengan kolam tando (*reservoir*), karna kolam tando memerlukan

bendungan yang besar dan juga daerah genangan yang luas [13].

b. PLTA dengan kolam tando (*reservoir*)

Pusat Listrik Tenaga Air dengan kolam tando (*reservoir*), yaitu aliran sungai dibendung dengan bendungan besar agar terjadi penimbunan air sehingga terjadi kolam tando. Selanjutnya air dari kolam tando dialirkan ke bangunan air PLTA seperti Gambar 2.2. Dengan adanya penimbunan air terlebih dahulu dalam kolam tando, maka pada musin hujan di mana debit air sungai besarnya melebihi kapasitas penyaluran air bangunan air PLTA, air dapat ditampung dalam kolam tando. Pada musim kemarau di mana debit air sungai lebih kecil dari pada kapasitas penyaluran air bangunan air PLTA, selisih kekurangan air ini dapat di atasi dengan mengambil air dari timbunan air yang ada dalam kolam tando. Inilah keuntungan penggunaan kolam tando pada PLTA. Hal ini tidak dapat dilakukan pada PLTA *run off river* [13].

## 2.2 Turbin Air

Turbin air adalah turbin dengan media kerja air, secara umum turbin adalah alat mekanik yang terdiri dari poros dan sudu-sudu. Sudu tetap atau *stationary blade*, tidak ikut berputar bersama poros dan berfungsi mengarahkan aliran fluida. Sedangkan sudu putar atau *rotary blade*, mengubah arah dan kecepatan aliran fluida sehingga timbul gaya yang memutar poros. Turbin air dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin implus dan turbin reaksi. Berikut ini merupakan klasifikasi berbagai jenis turbin air yang digunakan dalam pembangkit listrik tenaga air [2].

### 2.2.1 Turbin Implus

Turbin impuls adalah turbin tekanan sama karena aliran air yang keluar dari nosel tekanannya adalah sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Energi potensial yang dimiliki air dikonversi menjadi energi kinetik dan masuk melalui nosel. Air yang keluar dari nosel yang mempunyai kecepatan tinggi membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum (*impulse*). Jenis turbin impuls diantaranya yaitu : Turbin Pelton, Turbin Turgo, Turbin *Cross Flow*

### 2.2.2 Turbin Reaksi

Turbin reaksi adalah turbin reaksi mempunyai profil khusus pada sudu yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan air selama melalui sudu. Perbedaan tekanan ini memberikan gaya pada sudu sehingga runner (bagian turbin yang berputar) dapat berputar. Turbin yang bekerja berdasarkan prinsip ini dikelompokkan sebagai jenis turbin reaksi diantaranya yaitu : Turbin Francis, Turbin Kaplan, dan turbin ulir atau *Archimedes Screw*.

Klasifikasi pembangkit listrik yang memanfaatkan energi air/hidro dapat dibedakan berdasarkan kapasitas daya yang di bangkitkan. Seperti yang terlihat pada tabel 2.1 dibawah ini :

Tabel 2.1 Klasifikasi *Powerhydro*

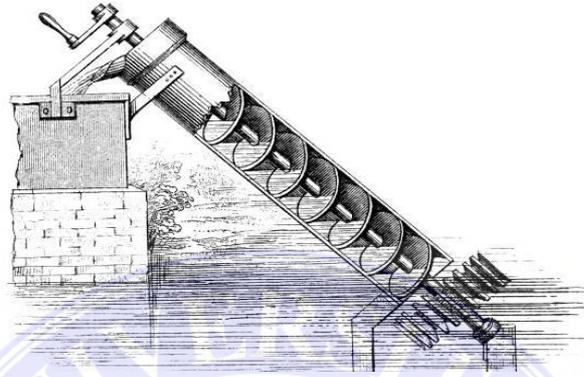
| Klasifikasi         | Daya             |
|---------------------|------------------|
| <i>Large Hydro</i>  | > 100 MW         |
| <i>Medium Hydro</i> | 15 – 100 MW      |
| <i>Small Hydro</i>  | 1 - 15 MW        |
| <i>Mini Hydro</i>   | 100 kW – 1000 kW |
| <i>Micro Hydro</i>  | 5 kW – 100 kW    |
| <i>Pico Hydro</i>   | < 5 kW           |

### 2.3 Turbin *Archimedes Screw*

Turbin *Arcimedes Screw* adalah sebuah turbin pembangkit listrik yang memanfaatkan aliran air untuk menghasilkan energi listrik. *Archimedes screw* (poros ulir) ditemukan sejak dulu dan digunakan untuk memindahkan air dari dataran rendah menuju dataran yang lebih tinggi. Pada zaman dahulu *Archimedes Screw* digunakann sebagai pompa pengairan dimana pada bagian konstruksinya *Archimedes Screw* terdiri dari beberapa *blade* berbentuk heliks atau *screw* yang terpasang pada poros dan berfungsi sebagai *bucket* yang bergerak untuk membawa air keatas.

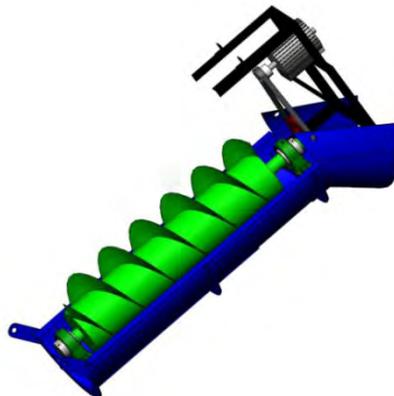
Seiring dengan perkembangan zaman dan terjadinya krisis energi serta keterbatasan potensi sumber energi air yang memiliki head tinggi, maka pada tahun 2007 yang lalu, seorang insinyur mengemukakan idenya dengan mengubah

arah putaran pompa ulir dengan memanfaatkan aliran air sebagai pemutar poros pompa air, kemudian diatas pompa air tersebut dipasang generator sehingga dapat menghasilkan listrik di sepanjang generator tersebut [8]. Gambar *Archimedes Screw Pump* dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 *Archimedes Screw Pump*

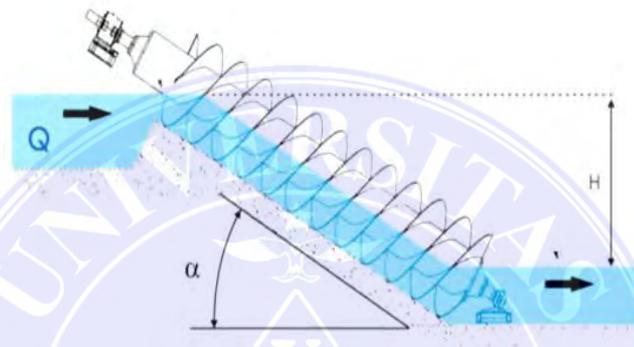
Penelitiannya mengenai kajian teoritis uji kerja turbin *Archimedes Screw* pada head rendah. hasil penelitiannya kinerja turbin Archimedes Screw dipengaruhi oleh Saat rendaman turbin berada diatas titik optimal, maka akan terjadi perlambatan pada putaran, sehingga akan terjadi penurunan tekanan hidrostatik keatas. Pada kemiringan sudut yang besar, aliran air akan keluar dari jalur kanal dan mengurangi volume air pada bucket, sehingga daya yang dihasilkan tidak optimal. Apabila semakin tinggi pitch ratio volume air yang dapat ditampung pada setiap kisi akan meningkat [6]. Gambar turbin *Archimedes Screw* dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 Turbin *Archimedes Screw*

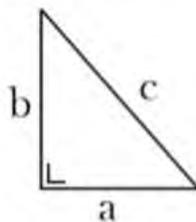
### 2.3.1 Prinsip Kerja Turbin *Archimedes Screw*

Prinsip kerja turbin *Archimedes Screw* secara singkat yaitu memanfaatkan ketinggian jatuh air dan debit air mengalir untuk memutar poros turbin dengan bantuan ulir atau *Screw* yang terdapat pada poros, sehingga energi kinetik air diubah menjadi energi mekanik pada poros yang akan menggerakkan generator dan menghasilkan listrik. Gambar prinsip kerja turbin *Archimedes Screw* dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini



Gambar 2.4 Prinsip Kerja Turbin *Archimedes Screw*

Dapat dilihat pada Gambar 2.4 Q adalah Fluida atau air yang mengalir masuk kedalam turbin dan keluar dari ujung bawah turbin, dan H adalah *head* (tinggi jatuh) air, dan  $\alpha$  adalah sudut kemiringan turbin. Dimana H dan  $\alpha$  sangat berpengaruh pada unjuk kerja turbin *Archimedes Screw*. Untuk mengetahui *Head* tinggi jatuhnya air pada sudut kemiringan dapat menggunakan persamaan pythagoras



Dimana persamaan yang di gunakan dalam teorema Pythagoras sebagai berikut;

$$a^2 + b^2 = c^2 \dots\dots\dots (2.1)$$

$$a = \sqrt{c^2 - b^2} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$b = \sqrt{c^2 - a^2} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} \dots\dots\dots (2.4)$$

Untuk Perhitungan daya turbin dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$P_T = T \times \omega \dots\dots\dots (2.5)$$

Nilai  $\omega$  didapat dengan menggunakan persamaan :

$$\omega = \frac{2.\pi.n}{60} \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana :

$P_T$  = Daya turbin (Watt)

$T$  = Torsi (N.m)

$\omega$  = omega (kecepatan sudut dalam radian per detik)

$n$  = Putaran turbin (Rpm)

untuk menghitung daya Hidrolis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_H = \rho \times g \times Q \times h \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

$P_H$  = Daya Hidrolis (Watt)

$Q$  = Debit ( $m^3/s$ )

$\rho$  = Massa Jenis Air (998,3 kg/m<sup>3</sup> pada suhu 20°C)

$h$  = Head (m)

$g$  = percepatan Gravitasi (9,81m/s<sup>2</sup>)

### 2.3.2 Sistem Konversi Energi

Besarnya energi yang digunakan untuk mengkonversikan energi air menjadi energi listrik, tergantung dari besarnya debit air yang menumbuk sudu turbin, luas penampang sudu yang terkena air untuk menghasilkan daya hidrolis[10].

Geometri turbin Archimedes screw ditentukan oleh beberapa parameter eksternal jari-jari terluar, pajang poros, kemiringan sudut poros sedangkan parameter internal adalah jarak *pitch* dan jumlah *blade* [1]. Parameter eksternal

tersebut penentuan penempatan ulir yang akan mempengaruhi banyaknya air yang akan menghasilkan gaya pada blade turbin sedangkan parameter internal bebas ditentukan sendiri untuk mengoptimalkan performance turbin.

### 2.3.3 Jenis-jenis Turbin *Archimedes Screw*

Turbin air tipe *screw* dibagi dalam dua jenis yaitu tipe *steel trough* dan tipe *closed compact instalation*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5 (a). Turbin *screw* tipe *steel trough* adalah tipe turbin yang pada bagian sudu atau bladanya 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 [11]. Adapun keuntungan turbin *Archimedes screw* yaitu sebagai berikut:

1. Dapat dioperasikan pada head sangat rendah rendah
2. Dapat dioperasikan tanpa filter dan tidak mengganggu ekosistem sungai
3. Sangat mudah dalam pengoprasian dan biaya maintenance murah
4. Memiliki efisiensi



Gambar 2.5 Turbin *Screw* (a) Tipe *Steel Strough* dan (b) Tipe *Closed Compact Instalation*

## 2.4 Unjuk kerja Pembangkit Listrik Pada Turbin *Archimedes Screw*

Pada turbin *Archimedes Screw* ada beberapa parameter perhitungan yang perlu di perhatikan untuk membangkitkan listrik, yaitu sebagai berikut :

### 2.4.1 Debit Air

Debit air merupakan ukuran banyaknya volume air yang dapat lewat dalam suatu penampang tertentu atau yang dapat ditampung dalam suatu tempat tiap satuan waktu. Sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ( $m^3/s$ ). Pada proses ini akan dilakukan pengujian debit air guna untuk mengetahui seberapa banyak air yang akan jatuh dan melewati rumah penampung pada turbin ulir. Untuk menghitung debit aliran air maka digunakan persamaan berikut ini

$$Q = \frac{v}{t} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

Q = Debit Air ( $m^3/s$ )

V = Volume ( $m^3/s$ )

t = Waktu (s)

### 2.4.2 Torsi

Secara umum torsi dapat dianggap sebagai gaya rotasi. Maka untuk mendapatkan torsi yang merupakan gaya dikali dengan lengan radius pully, besarnya torsi dapat dihitung dengan persamaan berikut

$$T = F_t \cdot r \dots\dots\dots (2.9)$$

Maka untuk mengetahui torsi dengan metode pengereman pada turbin ulir dapat menggunakan persamaan berikut ini;

$$T = (m_2 - m_1) \times g \times r \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana:

T = Torsi (Nm)

$F_t$  = Gaya (N)

$m_1$  = Massa Pada Timbangan 1 (kg)

$m_2$  = Massa Pada Timbangan 2 (kg)

g = Percepatan Gravitasi ( $m/s^2$ )

r = Jari-jari Puli (m)

2.4.3 Effisiensi Turbin *Archimedes Screw* dan sistem pembangkit

effisiensi adalah perbandingan antara daya keluar dan daya masuk, maka effisiensi pada turbin dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$\eta_T = \frac{P_T}{P_H} \cdot 100\% \dots\dots\dots(2.11)$$

effisiensi sistem pembangkit pada turbin *Archimedes Screw* dapat di tuliskan dengan persamaan berikut:

$$\eta_{PLTA} = \frac{P_G}{P_H} \cdot 100\% \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana:

- $\eta_T$  : Effisiensi Turbin (%)
- $\eta_{PLTA}$  : Effisiensi Sistem Pembangkit (%)
- $P_T$  : daya turbin (Watt)
- $P_H$  : daya hidrolist (Watt)
- $P_G$  : daya generator (watt)

2.5 Generator

Generator (dina mo) merupakan alat dengan prinsip kerja induksi elektromagnetis yang dapat merubah energi gerak atau putar menjadi energi listrik. Cara kerja generator yaitu adanya kumparan medan megnet yang terdapat pada rotor yang berputar kemudian akan diinduksikan pada kumparan jangkar yang terletak pada stator, dimana medan magnet yang terjadi pada kumparan stator dengan pola tertentu akan menimbulkan GGL (Gaya Gerak Listrik) dan nantinya akan dialirkan melalui saluran transmisi sebagai sumber arus listrik [5]. Menentukan daya generator turbin *Archimedes Screw* dapat digunakan dengan cara berikut ini:

$$P_G = V \times I \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana:

- $P_G$  : Daya Keluar (Watt)
- $V$  : Tegangan (volt)
- $I$  : Kuat Arus Listrik (Ampere)

### 2.5.1 Jenis jenis generator

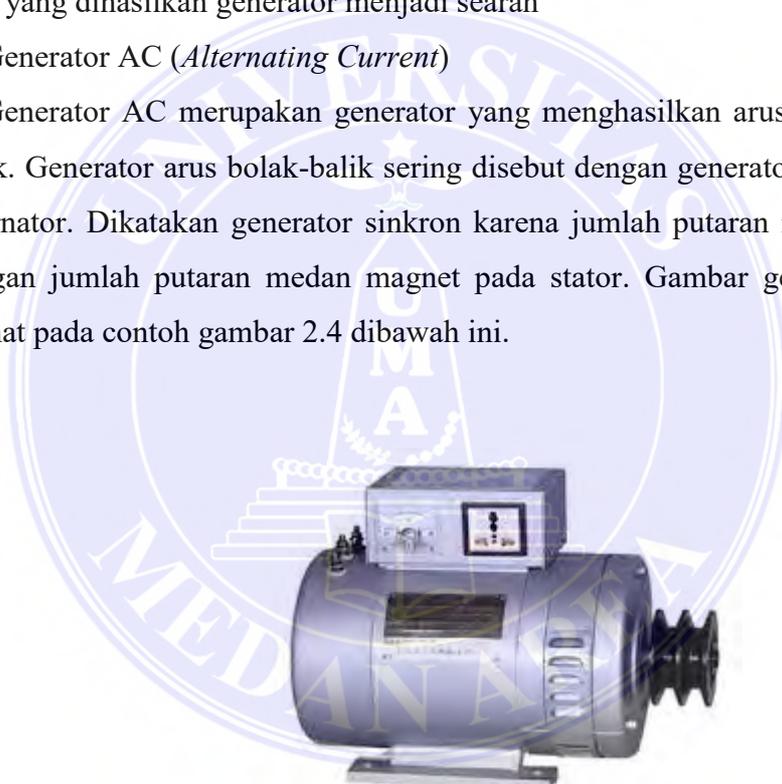
Berdasarkan tegangan yang di bangkitkan generator dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

a. Generator DC (*Direct Current*)

Generator DC merupakan generator yang meghasilkan arus listrik searah. Prinsip kerja generator DC ini sama dengan generator AC. Namun pada generator DC arah arus induksinya tidak berubah. Hal ini disebabkan cincin yang digunakan pada generator DC berupa cincin belah (komutator). Komutator menyebabkan terjadinya komutasi. Peristiwa komutasi merubah arus yang dihasilkan generator menjadi searah

b. Generator AC (*Alternating Current*)

Generator AC merupakan generator yang menghasilkan arus listrik bolak-balik. Generator arus bolak-balik sering disebut dengan generator sinkron atau alternator. Dikatakan generator sinkron karena jumlah putaran rotornya sama dengan jumlah putaran medan magnet pada stator. Gambar generator dapat dilihat pada contoh gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.6 generator

### 2.5.2 Komponen Generator

Genenerator sendiri terdapat beberapa komponen di dalamnya, yaitu sebagai berikut:

a. Stator

Stator merupakan bagian diam atau yang menempel pada generator, yang terdiri dari kumparan kawat (*coil*) yang dilapisi dengan bahan isolator. Jumlah

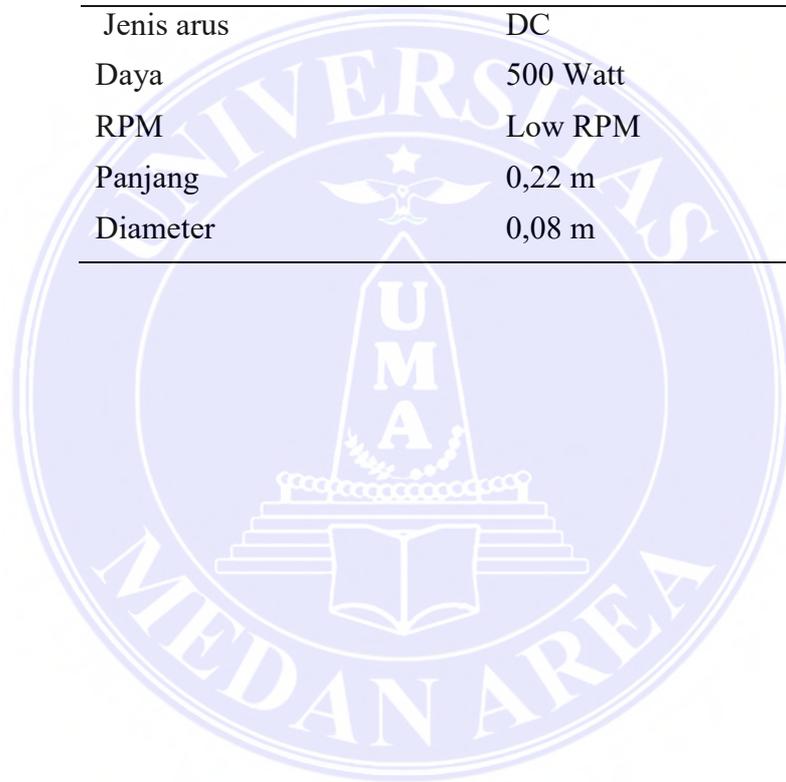
kumparan akan berpengaruh terhadap tegangan keluaran yang dihasilkan. Kumparan generator dapat dikonfigurasi menjadi susunan 1 fasa atau 3 fasa.

b. Rotor

Rotor merupakan bagian generator yang dapat berputar. Pada komponen ini terdapat magnet permanen sebagai penghasil medan magnet yang kemudian diimbaskan ke komponen stator untuk menghasilkan tegangan induksi. Spesifikasi generator yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 Spesifikasi Generator

|            |          |
|------------|----------|
| Jenis arus | DC       |
| Daya       | 500 Watt |
| RPM        | Low RPM  |
| Panjang    | 0,22 m   |
| Diameter   | 0,08 m   |



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat dan Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai dari penerbitan SK riset oleh program studi hingga di nyatakan selesai. yang direncanakan berlangsung selama waktu yang sudah ditentukan. Penelitian ini dilaksanakan di CV.Bengkel Makmur Teknik terletak di Jl. Pendidikan 1 Sei Rotan, Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Jadwal kegiatan dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Jadwal kegiatan

| NO | Kegiatan               | Waktu (bulan) |     |     |     |     |     |     |     |
|----|------------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|    |                        | Mar           | Apr | Mei | Jun | Jul | Agt | Sep | Nov |
| 1  | Studi literature       | ■             |     |     |     |     |     |     |     |
| 2  | Penyusunan proposal    | ■             | ■   |     |     |     |     |     |     |
| 3  | Seminar proposal       |               | ■   | ■   |     |     |     |     |     |
| 4  | Pengujian alat         |               |     | ■   | ■   |     |     |     |     |
| 5  | Pengumpulan data       |               |     |     | ■   | ■   |     |     |     |
| 6  | Pengolahan data        |               |     |     |     | ■   | ■   |     |     |
| 7  | Penulisan laporan      |               |     |     |     |     | ■   | ■   |     |
| 8  | Seminar hasil          |               |     |     |     |     |     | ■   |     |
| 9  | Perbaikan dan evaluasi |               |     |     |     |     |     |     | ■   |
| 10 | Ujian Sidang sarjana   |               |     |     |     |     |     |     | ■   |

#### 3.2 Bahan dan Alat

##### 3.2.1 Bahan

Bahan yang di gunakan dalam penelitian ini yaitu turbine *Archimedes*

*Screw*. Turbin *Archimedew Screw* yang digunakan terlihat pada gambar 3.7 berikut.



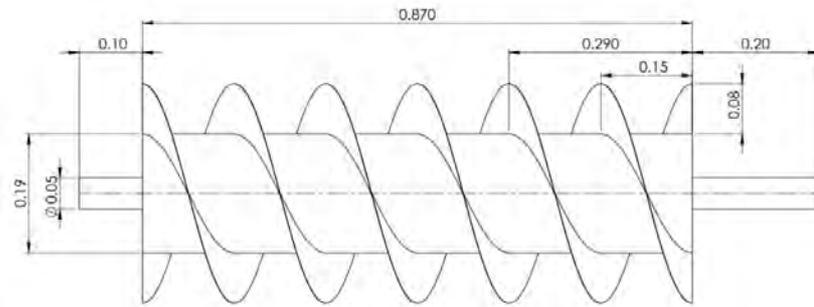
Gambar 3.1 Turbin Archimedes Screw

Perhatikan Tabel 3.6 dibawah ini menunjukan spesifikasi turbin yang digunakan dalam penelitian ini.

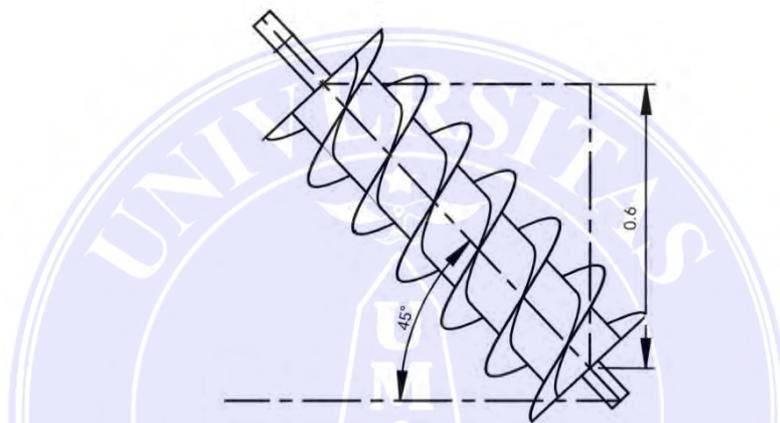
Tabel 3.2 Spesifikasi Turbin Archimedes Screw

| Spesifikasi               | Ukuran (m) |
|---------------------------|------------|
| Panjang Turbin            | 0,87 m     |
| Panjang Poros Atas        | 0,10 m     |
| Panjang Poros Bawah       | 0,20 m     |
| Diameter Turbin           | 0,35 m     |
| Diameter Poros            | 0,05 m     |
| Diameter Luar Pipa Poros  | 0,19 m     |
| Diameter Dalam Pipa Poros | 0,185 m    |
| Jarak antar Blade         | 0,29 m     |
| Tinggi Blade              | 0,08 m     |

Tampak depan turbin *Archimedes Screw* terlihat pada gambar 3.8 dibawah ini:

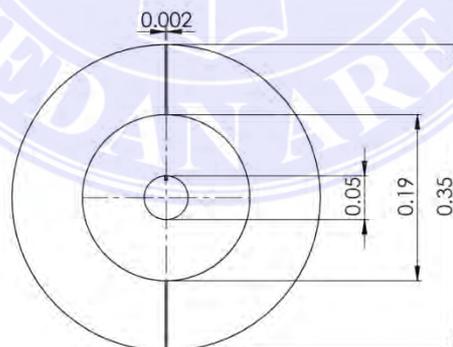


Gambar 3.2 Tampak Depan Turbin *Archimedes Screw*



Gambar 3.3 Tampak Depan Turbin *Archimedes Screw* miring

Tampak samping turbin *Archimedes Screw* seperti pada gambar 3.9 berikut.



Gambar 3.4 Tampak Samping Turbin Archimedes

### 3.2.2 Alat

Berikut merupakan peralatan yang di gunakan untuk mendukung proses penelitian

a. *Tachometer*

*Tachometer* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur putaran pada poros turbin dan poros generator dalam *revolution per minute* (RPM). *Tachometer* dapat dilihat Seperti terlihat pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.5. *Tachometer*

Tabel 3.3 Spesifikasi *Tachometer*

|                    |                                   |
|--------------------|-----------------------------------|
| RPM Range          | 2,5 – 100000 RPM                  |
| Measuring Distance | 50 – 500 mm                       |
| Accuracy           | (0,05% + 1 digit )                |
| Resolution         | 0,1 RPM (dari 2.5 ke 999.9 RPM)   |
| Memori             | Last value, max velue and min RPM |
| Dimensi            | 130 x 70 mm                       |

b. *Digital hanging scales*

*Digital hanging scales* diguakan untuk mengukur massa gaya pengereman pada pully yang terdapat pada poros turbin *Archimedes Screw*. *Digital hanging scales* dapat dilihat pada contoh gambar 3.2.



Gambar 3.6 *Timbangan Diguital*

Tabel 3.4 Spesifikasi Timbangan Digital

|                  |                   |
|------------------|-------------------|
| Kapasitas        | 50 kg             |
| Ukuran           | 110 × 58 × 220 mm |
| Ketelitian       | 10 gr             |
| Satuan pendukung | Kg,Lb,Jin,Oz      |
| Lampu latar      | Biru              |
| Tampilan         | LCD               |
| Mati otomatis    | 2 menit           |

c. Tong penampung

Tong Penampung adalah alat yang digunakan untuk mengukur fluida/air dalam kapasitas satuan liter (L). Gambar Tong Penampung seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.5 dibawah.



Gambar 3.7 Tong penampung

Tabel 3.5 spesifikasi Tong Penampung

|           |           |
|-----------|-----------|
| Kapasitas | 200 Liter |
| Material  | Plastik   |

d. AVometer

AVometer dipakai untuk mengukur kuat arus, tegangan, dan hambatan yang keluar dari generator dalam satuan Ampere, Volt, dan Ohm. Perhatikan gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.8 AVometer

Tabel 3.6 Spesifikasi AVOMeter

| DC Volt        |  |
|----------------|--|
| Jangkauan      | 0,1/0.5/2.5/50/1000 V  |
| Akurasi        | 3 (1000V: 5)   |
| Sensifitas     | 20k $\Omega$   |
| AC Volt        |  |
| Jangkauan      | 10/50/250/1000 V   |
| Akurasi        | 4 (1000V: 5)   |
| Sensifitas     | 9k $\Omega$  |
| DC Curren      |  |
| Jangkauan      | 50 $\mu$ A/2.5mA/25mA/0.25A/10A                                  |
| Akurasi        | 3 (10A: 5)   |
| Resistance     |  |
| X1             | 0.2 $\Omega$ sampai 2k $\Omega$ di skala menengah<br>20 $\Omega$ |
| X10            | 2 $\Omega$ sampai 20k $\Omega$ di skala menengah<br>200 $\Omega$ |
| X100           | 20 $\Omega$ sampai 200k $\Omega$                                 |
| X1k $\Omega$   | 200 $\Omega$ sampai 2M $\Omega$                                  |
| X 10k $\Omega$ | 2k $\Omega$ sampai 20M $\Omega$                                  |
| HFE            | 0-1000 (konektor eksternal)                                      |
| Ukuran         | 140 $\times$ 100 $\times$ 35 mm                                  |
| berat          | 0.28Kg   |

e. Meteran

Meteran berfungsi untuk mengukur luas atau kedalaman air pada saat melakukan penelitian dilapangan. Gambar meteran seperti yang ditunjuk pada gambar 3.5 dibawah.



Gambar 3.9 Meteran

f. Stopwatch

Stopwatch adalah alat yang berfungsi untuk melakukan pengukuran durasi waktu yang diperlukan. Gambar stopwatch seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.6 dibawah.



Gambar 3.10 Stopwatch

### 3.3 Metode penelitian

Untuk memperoleh data penelitian, maka dilakukan dengan metode eksperimen. Karena eksperimen sesuai digunakan untuk pengambilan data yang dilakukan secara destruktif. Jumlah parameter dapat dibatasi sehingga dapat menghemat biaya dan waktu pelaksanaan. Penelitian dilakukan dengan alat uji yang dibuat dengan sedemikian rupa sehingga bisa pakai untuk beberapa riset tentang Turbin *Archimedes Screw*.

### 3.4 Populasi dan Sampel

Agar memperoleh hasil penelitian yang maksimal dalam menganalisis Unjuk kerja turbin *Archimedes Screw* penulis memvariasikan atau membatasi jumlah debit dalam pengujian, yaitu;  $0,05102\text{m}^3/\text{s}$ ,  $0,04016\text{m}^3/\text{s}$ ,  $0,03241\text{m}^3/\text{s}$ ,  $0,02403\text{m}^3/\text{s}$ . dimana pada setiap masing masing debit akan dilakukuan 5 kali percobaan pengujian.

### 3.5 Prosedur Penelitian

Persiapan yang diperlukan sebelum melakukan riset antara lain:

1. Melakukan survey ke lapangan terlebih dahulu dan melakukan studi pustaka agar dapat merencanakan apa yang akan diteliti.
2. Membuat persiapan bahan dan alat-alat yang akan digunakan selama penelitian

Langkah selanjutnya dalam melakukan penelitian setelah semua persiapan selesai adalah melakukan prosedur berikut:

1. Melakukan Pengukuran Debit

pengukuran debit pada penelitian ini menggunakan metode saluran tertutup, dimana debit air yang keluar dari belakang turbin di tampung dengan tong penampung berkapasitas  $0,2\text{m}^3$  hingga penuh kemudian dibagi dengan lamanya waktu mengisi tong. Perhatikan gambar 3.10 di bawah ini dalam melakukan pengukuran debit air



Gambar 3.11 Pengukuran debit air

Pengujian ini dilakukan sampai mendapatkan debit yang di inginkan dengan sudut yang telah ditetapkan  $45^\circ$ .

2. Pengukuran putaran poros turbin dan poros generator

Selanjutnya yaitu pengambilan data dengan mengukur putaran pada poros turbin dan putaran pada poros generator, perbandingan putaran  $\pm 3:1$  dimana poros turbin menggunakan pully diameter 8 inch atau sama dengan  $0,2032\text{ m}$  dan

Pully Generator diameter 2.5 inch atau sama dengan 0,0635 m. Pada proses ini untuk mendapatkan data putaran turbin dan generator menggunakan alat ukur *Tachometer*, dimana pada setiap sampel debit dilakukan pengukuran Putaran pada poros Turbin *Archimedes Screw* sebanyak 5 kali percobaan dan Putaran pada poros Generator sebanyak 5 kali percobaan, agar memperoleh hasil yang maksimal. Lihat gambar 3.11 dibawah ini.



Gambar 3.12 Pengukuran Putaran Generator (a) dan Poros Turbin (b)

### 3. Pengukuran Tegangan (Volt) dan kuat arus (Ampere)

Langkah selanjut nya yaitu pengukuran tegangan dan kuat arus yang dihasilkan oleh generator, dimana data yang di dapat nantinya akan digunakan untuk menghitung daya yang di hasilkan oleh generator, pengukuran tegangan dan kuat arus ini menggunakan alat ukur AVOMeter atau biasa disebut multimeter/multitester. Untuk proses pengambilan data pada pengukuran tegangan dan kuat arus sama hal nya dengan pengambilan data pada putaran, dimana pada setiap variasi debit dilakukan 5 kali percobaan pengukuran untuk memperoleh hasil yang maksimal dan tepat. lihat gambar 3.12 berikut.



Gambar 3.13 Pengukuran Tegangan dan Kuat Arus

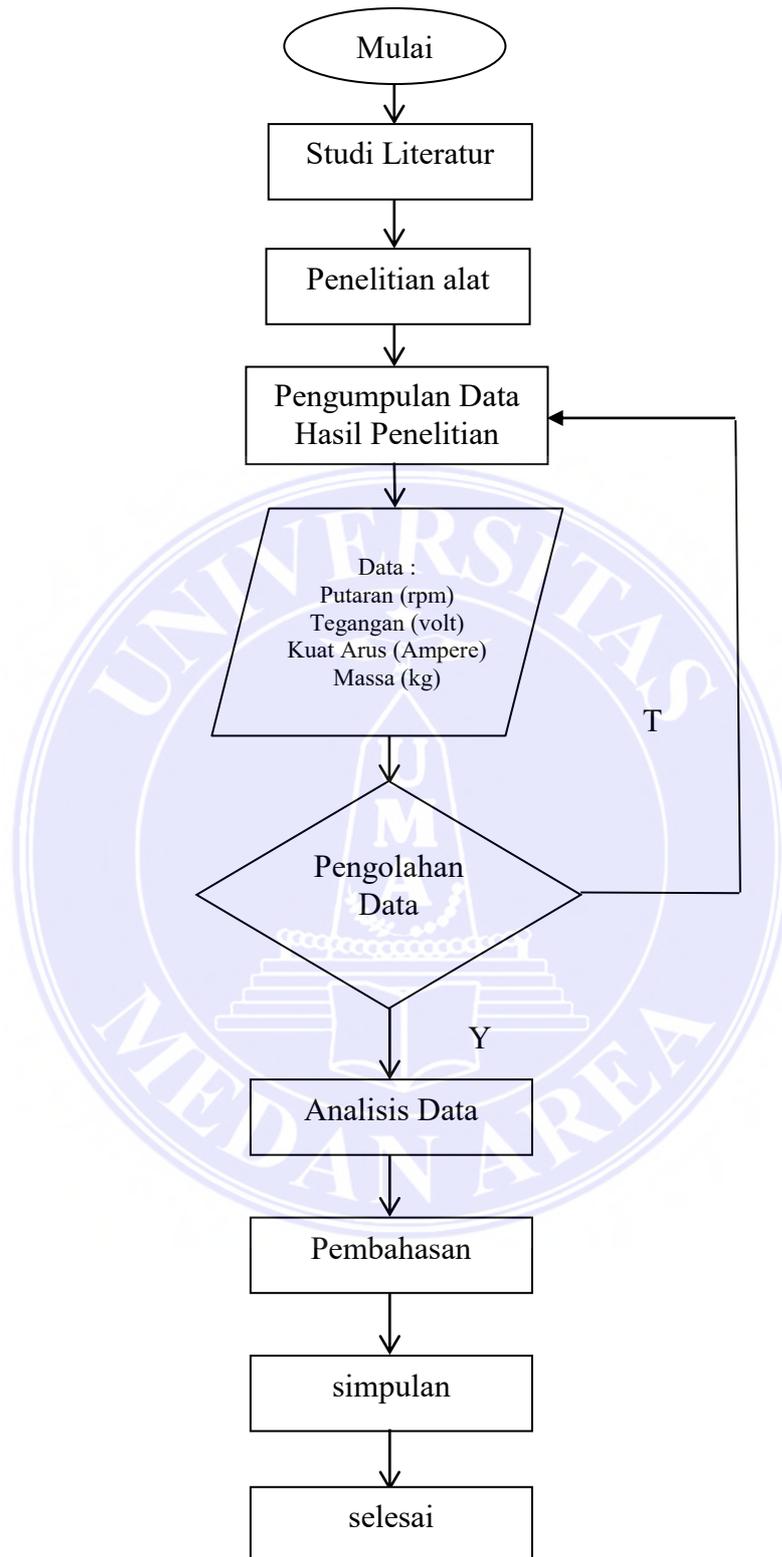
#### 4. Pengukuran Gaya pengereman pully pada poros turbin

Kemudian pengukuran gaya pengereman pully pada poros turbin, pada tahap ini data yang di dapat nantinya akan digunakan dalam menghitung besar torsi yang dihasilkan dari turbin *Archimedes Screw*. Pada Pengukuran gaya pengereman ini menggunakan metode 2 alat ukur timbangan gantung digital, dimana kedua timbangan ini diberikan tali yang mana tali tersebut saling terhubung melalui pulley pada turbin seperti V-belt yang menghubungkan antara turbin dan generator. lihat gambar 3.13 dibawah ini



Gambar 3.14 Pengukuran Gaya Pengereman pully pada poros turbin

### 3.5.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.15 Diagram Alir Penelitian

a. Studi Literatur

Study literatur adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data dan pustaka, membaca dan mencatat serta mengelolah bahan penelitian.

b. Penelitian Alat

Setelah melakukan study literatur dan terkumpulnya data-data pendukung awal untuk mendukung penelitian ini maka langkah yang selanjutnya ialah melakukan penelitian pada alat yang sudah siap untuk di telti

c. Pengumpulan data hasil penelitian

Setelah melakukan proses penelitian penulis perlu mengumpulkan data hasil dari penelitian penulis.

d. Debit Air Maksimal

Dalam penelitian ini penulis melakukan penelitian berpakah debit air maksimal pada kinerja turbin *Archimedes Screw* yang sebagaimana terdapat pada tujuan judul penelitian penulis.

e. Pengolahan Data

Setelah melakukan penelitian dan pengumpulan data hasil penelitian debit air maksimal pada kinerja turbin *Archimedes Screw* maka penulis melakukan pengolahan data yang telah dikumpulkan untuk di analisis dan dibahas pada proses selanjutnya. Dimana jika data yang di dapat masih kurang maka penulis perlu kembali melkaukan pengumpulan data hasil dari penelitian.

f. Analisis

Pada proses ini penulis menganalisis unjuk kerja turbin *archimedes screw* pada debit air maksimal sesuai dengan tujuan dan rumusan yang telah di tetapkan.

g. Pembahasan

Selanjut nya melakukan pembahasan dari hasil analisis penulis, dimana penulis perlu menghitung hasil dari analisis penelitian ini

h. Kesimpulan

Menyimpulkan hasil dari pembahasan yang sesuai dengan tujuan dan identifikasi rumusan masalah pada penelitian.

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Simpulan

Kesimpulan yang didapat dalam menganalisis unjuk kerja turbin *Archimedes Screw* pada debit air maksimal yaitu ;

1. Dengan dimensi Turbin berdiameter 0,35 m. panjang turbin 0,87 m, jarak blade 0,29 m, jumlah blade 2, pada head 0,6 m. Debit air maksimal yang dapat ditampung/masuk dan keluar dari turbin ialah 0,051 m<sup>3</sup>/s namun kinerja turbin untuk menghasilkan daya turbin dan daya generator kurang maksimal. Dimana daya turbin yang dihasilkan sebesar 11,19 Watt dan generator yang dihasilkan pada debit 0,051 m<sup>3</sup>/s sebesar 24,684 Watt. Kinerja maksimal turbin pada debit 0,040 m<sup>3</sup>/s dimana pada debit ini daya turbin dan daya generator tertinggi dihasilkan yaitu daya turbin sebesar 23,02 Watt dan daya generator sebesar 58,995 Watt.
2. Kinerja turbin *Archimedes Screw* pada debit 0,040 m<sup>3</sup>/s menghasilkan putaran turbin dan putaran generator tertinggi, dengan putaran turbin sebesar 348 rpm dan Putaran Generator sebesar 1.066 rpm. Sedangkan putaran terendah terdapat pada debit 0,051 m<sup>3</sup>/s dengan putaran turbin sebesar 250 rpm dan putaran generator sebesar 751 rpm dimana pada putaran ini daya yang dihasilkan kurang maksimal yaitu hanya 24,684 Watt.
3. Effisiensi turbin *Archimedes Screw* terbesar yang didapat pada penelitian ini sebesar 9,77% dan effisiensi pada sistem pembangkit sebesar 25,05% yaitu pada debit air 0,040 m<sup>3</sup>/s,

#### 5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat penulis berikan saat menganalisis unjuk kerja turbin *Archimedes Screw* pada debit air maksimal, yaitu;

1. Mengganti generator yang lebih bagus, yang dapat menghasilkan daya besar dalam putaran lambat

2. Mengubah posisi letak generator yang menyatu dengan turbin menjadi terpisah dengan turbin, atau menggunakan tranmisi yang dapat mempercepat putaran generator dan menggunakan rantai (dimana pada penelitian ini masih menggunakan v-belt sebagai penghubung)
3. Mengganti bearing-bearing yang terdapat pada poros turbin dan memberikan pelumasan agar putaran menjadi lancar dan menghasilkan kinerja yang maksimal
4. Menambah stabilizer sejenis trafo pada arus keluaran generator agar daya listrik yang dihasilkan stabil.



## DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad Nurdin, H. B. (2021). Perancangan Turbin Air Archimedes Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air Melalui Pendekatan Teoritis: Studi Di Wisma Inri Karangpandan Kabupaten Karanganyar. *Journal Of Mechanical Engineering*, 5(2), 86-92.
- Amnur Akhyana, D. S. (2022, Januari 08). Pengaruh Laju Aliran Volume Internal Dan Sudut Kemiringan Terhadap Efisiensi Turbin Screw 1 Sudu. *Jurnal Aptek*, 14(1), 13-19.
- Arash Yoosefdoos, A. Y. (2021). Archimedes Screw Design: An Analytical Model For Rapid Estimation Of Archimedes Screw Geometry. *Energies*, 1-14.
- Arief Muliawan, A. Y. (2016). Analisis Daya Dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat Perubahan Putaran Runner. *Journal Of Sainstek*, 8(1), 1-9.
- Encu Saefudin, T. K. (2017, Oktober). Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 01(3), 234-244.
- I Gede Widnyana Putra(1), A. I. (2018, September-Desember). Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja Pltmh Dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(3), 385-392.
- Jamaludin. (2018). Debit Air Optimum Model Screw Turbine Pada Pitch  $\Lambda=1,2$  Ro Dan  $\Lambda=2$  Ro Sebagai Penggerak Generator . *Jurnal Dinamika Umt*, 3(1), 10-21.
- Karim, M. W. (2021). Kajian Kemiringan Blade Dan Head Turbin Archimedes Screw Terhadap Daya Keluaran Generator Ac 1 Phase 3 Kw. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(1), 219-228.
- Man Djun Lee, P. S. (2021, April 22). Modelling The Energy Extraction From Low-Velocity Stream Water By Small Scale Archimedes Screw Turbine. *Journal Of King Saud University – Engineering Sciences*, 1(1), 1-9.
- Manotar J. Situmorang, I. H. (2022). Analisis Kinerja Turbin Ulir Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Variasi Sudut Kemiringan Poros. *Teknovasi*, 91-102.
- Muhammad Arham, M. (2021). Pengaruh Perubahan Head Terhadap Unjuk Kerja Turbin Archimedes Screw. *J-Move. Jurnal Teknik Mesin Ft-Umi*, 3(2), 25-30.
- Muhammad Fathur, I. H. (2022). Analisis Pengaruh Debit Air Terhadap Unjuk Kerja Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Turbin Ulir Skala Laboraturium. *Teknovasi*, 09(01), 103-116.
- Nurdin, A. (2018, November 2). Kajian Teoritis Uji Kerja Turbin Archimedes Screw Pada Head Rendah. *Jurnal Simetris*, 9(2), 738-796.
- Sony Malino(1), M. ., (2021). Unjuk Kerja Turbin Archimedes Screw Dengan Variasi Jumlah Sudu. *J-Move. Jurnal Teknik Mesin Ft-Umi*, 3(3), 47-56.
- Supari Muslim, D. (2008). *Teknik Pembangkit Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Suryadi P. Sitinjak, I. H. (2021). Simulasi Aliran Air Turbin Ulir Pembangkit Listrik Mikrohidro Dengan Variasi Debit Menggunakan Software Solidworks. *Jurnal Teknovasi*, 08(4), 60-71.

T.B Havna, S. S. (2017). Downstream Migration Of Atlantic Salmon Smolts Past A Low Head Hydropower Station Equipped With Archimedes Screw And Francis Turbines. *Ecological Engineering*, 262-275.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Hasil Menghitung Debit

| Volume tong penampung (m <sup>3</sup> ) | Waktu (s) | Debit (m <sup>3</sup> ) |
|---|-----------|-------------------------|
| 0,2                                     | 3,92      | 0,05102                 |
| 0,2                                     | 4,98      | 0,04016                 |
| 0,2                                     | 6,17      | 0,03241                 |
| 0,2                                     | 8,32      | 0,02403                 |

Berdasarkan data yang telah didapat seperti pada tabel diatas, perhitungan debit dapat dilakukan dengan merujuk pada persamaan 2.6 berikut:

$$Q = \frac{v}{t}$$

Maka :  $Q = \frac{0,2 \text{ m}^3}{4,98 \text{ s}}$   
 $Q = 0,04016 \text{ m}^3/\text{s}$

### Lampiran 2. Hasil Menghitung Torsi

| Debit (m <sup>3</sup> /s) | Uji | Gaya penegereman m1 pully (kg) | Gaya penegereman m2 pully (kg) | Torsi (N.m) |
|---------------------------|-----|--------------------------------|--------------------------------|-------------|
| 0,051                     | 1   | 0,425                          | 0,548                          | 0,122594    |
|                           | 2   | 0,375                          | 0,535                          | 0,159471    |
|                           | 3   | 0,402                          | 0,879                          | 0,475424    |
|                           | 4   | 0,390                          | 0,567                          | 0,176415    |
|                           | 5   | 0,378                          | 0,687                          | 0,307979    |
| 0,040                     | 1   | 0,391                          | 1,027                          | 0,633899    |
|                           | 2   | 0,419                          | 0,872                          | 0,451503    |
|                           | 3   | 0,383                          | 0,944                          | 0,559146    |
|                           | 4   | 0,341                          | 0,951                          | 0,607985    |
|                           | 5   | 0,411                          | 0,863                          | 0,450507    |
| 0,032                     | 1   | 0,319                          | 0,618                          | 0,298012    |
|                           | 2   | 0,416                          | 0,673                          | 0,256151    |
|                           | 3   | 0,413                          | 0,944                          | 0,529246    |
|                           | 4   | 0,307                          | 0,724                          | 0,415622    |
|                           | 5   | 0,310                          | 0,865                          | 0,553166    |
| 0,024                     | 1   | 0,373                          | 0,736                          | 0,361801    |
|                           | 2   | 0,285                          | 0,630                          | 0,34386     |
|                           | 3   | 0,428                          | 0,662                          | 0,233227    |
|                           | 4   | 0,297                          | 0,561                          | 0,263128    |
|                           | 5   | 0,382                          | 0,723                          | 0,339873    |

Berdasarkan data hasil di atas perhitungan torsi dapat menggunakan persamaan 2.7 berikut:

$$T = F_t \times r$$

Maka untuk mengetahui torsi dengan metode pengereman pada turbin ulir dapat menggunakan persamaan berikut ini;

$$T = (m_2 - m_1) \times g \times r \dots\dots\dots (2.9)$$

Dengan nilai  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$$r = 0,1016 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka: } T &= (1,027\text{kg} - 0,391\text{kg}) \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,1016 \text{ m} \\ &= 0,636 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,1016 \text{ m} \\ &= 0,633898 \text{ Nm} \end{aligned}$$

**Lampiran 3. Menghitung Head (tinggi jatuhnya air)**

Untuk menghitung *Head* (tinggi jatuhnya air) pada turbin *Archimedes Screw* dengan sudut  $45^\circ$  panjang turbin 0,87m dan sisi alas 0,63m merujuk pada persamaan pythagoras 2.4 sebagai berikut;

$$b = \sqrt{c^2 - a^2} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

$b$  = sisi tegak (m)

$c$  = sisi miring atau panjang turbin (m)

$a$  = sisi alas (m)

$$\begin{aligned} \text{Maka: } b &= \sqrt{0,87^2 - 0,63^2} \\ &= \sqrt{0,7569^2 - 0,3969^2} \\ &= \sqrt{0,36} \\ &= 0,6 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan dari hasil pengukuran dan perhitungan yang didapat pada penelitian, *Head* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 0,6 m.