

**ANALISA KINERJA TURBIN FRANCIS DENGAN  
TURBIN ARCHIMEDES SCREW DI PLTMH  
KOMBIH KABUPATEN PAKPAK BHARAT**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**ENNI MASURI BANCIN**

**15.812.0004**



**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2020**

**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 16/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)16/12/21

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA KINERJA TURBIN FRANCIS DENGAN  
TURBIN ARCHIMEDES SCREW DI PLTMH  
KOMBIH KABUPATEN PAKPAK BHARAT**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

Oleh :

ENNI MASURI BANCIN

15.812.0004

Disetujui oleh :

Komisi pembimbing

Ir. Zulkhli Bahri ST, MT

Pembimbing I

Syarifah Muthia Putri ST, MT

Pembimbing II

Mengetahui:

Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT

Dekan

Syarifah Muthia Putri ST, MT

Ketua Program Studi

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Enni Masuri Bancin  
NPM : 15.812.0004  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

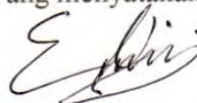
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisa Kinerja Turbin Francis Dengan Turbin Archimedes Screw Di Pltmh Kombih Kabupaten Pakpak Bharat.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini. Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, 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 : Medan

Pada tanggal : 5 Oktober 2020

Yang menyatakan



(Enni Masuri Bancin)

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar srjana 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 dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

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

Medan, 5 Oktober 2020



Enni Masuri Bancin

15.812.0004

## Abstrak

Turbin merupakan komponen yang terpenting dalam Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Turbin yang digunakan dalam penelitian ini adalah turbin Archimedes screw dan Francis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kinerja antara turbin Archimedes screw dan Francis dengan parameter-parameter yang berpengaruh pada kinerja kedua turbin salah satunya yaitu pengaruh tekanan air. Pada penelitian ini akan membahas mengenai pengaruh tekanan air terhadap putaran yang dihasilkan oleh turbin Archimedes screw dan Francis sehingga dapat dilihat tegangan, arus, daya yang dihasilkan oleh generator, torsi dan efisiensi pada PLTMH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Tekanan air yang diberikan Pada turbin francis yang berada di PLTMH kombih 1 kab. Pak-pak barat dan pada turbin archimedes screw yaitu sebesar 2 psi, 4 psi, 15 psi dan 24 psi. Efisiensi tertinggi pada turbin Francis di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat terjadi pada saat tekanan air 24 psi yaitu sebesar 95% dan efisiensi terendah pada saat tekanan air 2 psi yaitu sebesar 81%. Sedangkan efisiensi tertinggi pada turbin Archimedes terjadi pada tekanan air 24 psi yaitu sebesar 92% dan efisiensi terendah terjadi pada tekanan air 2 psi yaitu sebesar 80%. Daya yang tertinggi dihasilkan oleh generator pada turbin Francis di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat yaitu saat tekanan air sebesar 24 psi yang menghasilkan daya sebesar 730 KW dan daya terendah dihasilkan pada saat tekanan 2 psi yaitu sebesar 155 KW . Daya yang tertinggi dihasilkan oleh generator pada turbin Archimedes yaitu saat tekanan air sebesar 24 psi yang menghasilkan daya sebesar 62.9 KW dan daya terendah dihasilkan pada saat tekanan 2 psi yaitu sebesar 21 KW.

**Kata Kunci : Turbin Francis, turbin Archimedes Screw, efisiensi**

## Abstract

*The turbine is the most important component in a Micro Hydro Power Plant (PLTMH). The turbines used in this study were Archimedes screw and Francis turbines. This study aims to determine the performance comparison between Archimedes screw and Francis turbines with the parameters that affect the performance of the two turbines, one of which is the effect of water pressure. This research will discuss about the effect of water pressure on the rotation produced by the Archimedes screw and Francis turbines so that it can be seen the voltage, current, power generated by the generator, torque and efficiency at MHP. The results showed that the water pressure given to the French turbine in PLTMH Kombih 1 district. Western packs and the archimedes screw turbine are 2 psi, 4 psi, 15 psi and 24 psi. The highest efficiency in the Francis turbine at PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat occurs when the water pressure is 24 psi which is 95% and the lowest efficiency is when the water pressure is 2 psi which is 81%. While the highest efficiency in the Archimedes turbine occurred at 24 psi water pressure, which was 92% and the lowest efficiency occurred at 2 psi water pressure, which was 80%. The highest power generated by the generator on the Francis turbine at PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat, namely when the water pressure is 24 psi which produces a power of 730 KW and the lowest power is generated when the pressure is 2 psi which is 155 KW. The highest power generated by the generator on the Archimedes turbine is when the water pressure is 24 psi which produces 62.9 KW of power and the lowest power is generated when the pressure is 2 psi which is 21 KW.*

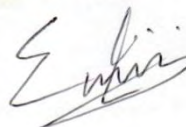
**Keywords: Francis turbine, Archimedes Screw turbine, efficiency**

## RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Enni Masuri Bancin dilahirkan pada tanggal 27 November 1996 di siguang-guang, Anak dari pasangan bapak Tamba Bancin dan Maunah Manik. Pada tahun 2009 lulus dari SDN Aornakan no.030422, tahun 2012 lulus dari MTSN 1 Salak dan tahun 2015 lulus dari SMKN 1 PGGS kemudian di tahun 2015 penulis menempuh pendidikan strata-1 di Universitas Medan Area (UMA) pada tahun 2020 penulis menyelesaikan pendidikan dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik.

Demikian riwayat hidup penulis penulis untuk sekedar diketahui.

Terima Kasih



penulis

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, atas segala berkat dan rahmatnya sehingga penulis diberi kesehatan, kekuatan, pengetahuan dan kesempatan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini ditulis dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Adapun judul Tugas Akhir ini adalah “ANALISA KINERJA TURBIN FRANCIS DENGAN TURBIN ARCHIMEDES SCREW DI PLTMH KOMBIH KABUPATEN PAKPAK BHARAT”.

Dalam menyelesaikan tulisan ini, saya banyak mendapatkan bantuan, baik moral maupun material dari berbagai pihak dan pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahanda dan Ibunda, Tamba Bancin selaku ayah saya dan Maunah Manik selaku ibu saya yang telah memberikan doa bantuan moral dan materil sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
2. Saudara-saudari saya, yang telah memberikan dukungan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan. M.eng. M.Se, selaku Rektor Universitas Medan Area.
4. Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

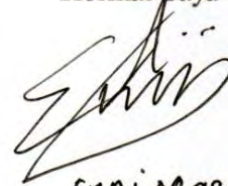
5. Ir. Zulkifli Bahri ST, MT. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Ibu Syarifah Muthia Putri ST, MT selaku ketua jurusan teknik elektro sekaligus selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan pengarahan kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Seluruh staff pengajar Universitas Medan Area khususnya Program study Teknik Elektro.
8. Reka-rekan kelas saya terkhususnya untuk teknik elektro angkatan 2015 yang banyak memberikan kenangan manis dan persahabatan yang baik.

Dalam tugas akhir ini saya menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan dalam penyajian maupun penulisan, untuk itu saya mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan tulisan ini.

Akhir kata saya mengharapkan semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca serta almamater tercinta Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Medan, 5 September 2020

Hormat Saya



Enni Masuri - B

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Metode Penulisan .....	3

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Pembangkitan Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) .....	5
2.2 Turbin Archimedes Screw .....	6
2.3 Pengaruh Tingkat Rendaman Turbin.....	9
2.4 Pengaruh Kemiringan Sudu.....	11
2.5 Turbin Francis.....	12
2.6 Generator .....	16
2.6.1 Jenis-Jenis Generator.....	17

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Rancangan Model Sistem PLTMH.....	20
3.2 Turbin Air pada PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat.....	22
3.3 Rancangan Model Turbin Archimedes Screw .....	23
3.4 Perancangan Pemodelan PLTMH.....	24
3.5 Turbin Archimedes screw pada PLTMH.....	25
3.6 Kecepatan Liar (Run Way).....	26
3.7 Daya Hidrolis dan Efisiensi .....	27
3.8 Torsi.....	28

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Analisa Debit Air Pada PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat.. .....	29
4.2 Hasil Analisa Putaran Pada Turbin Francis Di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat.....	30
4.3 Hasil Analisa Tegangan Generator Pada PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat.....	30
4.4 Hasil Analisa Arus Generator Pada PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat.....	31
4.5 Hasil analisa Daya Generator Pada PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat.....	32
4.6 Hasil Analisa Daya Hidrolis Turbin Francis Pada PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat.....	33
4.7 Hasil Analisa Efisiensi Turbin Francis Pada PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat.....	33
4.8 Hasil Analisa Pengukuran Debit Air Pada Turbin Archimedes Screw .	34
4.9 Hasil Analisa Pengukuran Putaran Turbin Archimedes Screw .....	35
4.10 Hasil Analisa Tegangan Generator Pada Turbin Archimedes.....	35

4.11 Hasil Analisa Arus Generator Pada PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat.....	36
4.12 Hasil analisa Daya Generator Pada Turbin Archimedes .....	37
4.13 Hasil Analisa Perhitungan Daya Hidrolis Pada Turbin Archimedes Screw .....	38
4.14 Hasil Analisa Perhitungan Efisiensi Pada Turbin Archimedes Screw .....	38
4.15 Hasil Analisa Perbandingan Putaran Turbin Francis Di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat Dan Turbin Archimedes Screw .....	39
4.16 Hasil Analisa Perbandingan Tegangan Turbin Francis Di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat Dan Turbin Archimedes Screw .....	41
4.17 Hasil Analisa Perbandingan Arus Generator Pada Turbin Francis Di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat Dan Archimedes Screw .....	42
4.18 Hasil Analisa Perbandingan Daya Pada Turbin Francis Di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat Dan Turbin Archimedes Screw .....	43
4.19 Hasil Analisa Perbandingan Daya Hidrolis Pada Turbin Francis Di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat Dan Turbin Archimedes Screw....	44
4.20 Hasil Analisa Perbandingan Efisiensi Pada Turbin Francis Di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat Dan Turbin Archimedes Screw .....	45

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	47
5.2 Saran .....	48

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>
-----------------------------	-----------

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alur Turbin Archimedes Screw .....	7
Gambar 2.2 Turbin Archimedes Screw.....	8
Gambar 2.3 Tingkat Kemiringan Turbin Archimedes Screw .....	10
Gambar 2.4 (a) Putaran Turbin Archimedes (b) Persentase Putaran Turbin Archimedes Screw .....	11
Gambar 2.5 Turbin francis .....	13
Gambar 2.6 Generator.....	17
Gambar 3.1. flow chart penelitian.....	19
Gambar 3.2 Rancangan desain turbin francis .....	21
Gambar 3.2 Pemodelan turbin francis dengan generator .....	22
Gambar 3.3 Turbin francis .....	24
Gambar 3.4 Rancangan Desain Pemodelan PLTMH .....	25
Gambar 3.5 Rancangan Desain Turbin Archimedes.....	26
Gambar 3.6 Turbin Archimedes screw .....	27
Gambar 4.1 Perbandingan Putaran Turbin Francis Di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat Dan Turbin Archimedes Screw .....	41
Gambar 4.2 Perbandingan Tegangan Turbin Francis Di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat Dan Turbin Archimedes Screw .....	42
Gambar 4.3 Perbandingan Arus Generator Pada Turbin Francis Di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat Dan Turbin Archimedes Screw .....	43
Gambar 4.4 Perbandingan Daya Generator Di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat Dan Archimedes Screw .....	44
Gambar 4.5 Perbandingan Daya Hidrolis Pada Turbin Francis PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat Dan Archimedes Screw.....	45
Gambar 4.6 Perbandingan Efisiensi Pada Turbin Francis PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat Dan Archimedes Screw .....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Turbin Francis .....	20
Tabel 3.2 Spesifikasi Genera.....	22
Tabel 3.3 Tabel spesifikasi turbin Archimedes screw .....	24
Tabel 3.4 Kecepatan Liar (Run Away Speed) .....	28
Tabel 4.1 Debit Air Pada PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat.....	30
Tabel 4.2 Putaran Pada Turbin Francis Di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bhara .....	31
Tabel 4.3 Tegangan Pada Generator Di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat .....	32
Tabel 4.4 Arus Generator Pada PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat .....	33
Tabel 4.5 Daya Generator Pada PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat.....	33
Tabel 4.6 Daya Hidrolis Pada PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bhara.....	34
Tabel 4.7 Efisiensi Turbin Francis Pada PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat .....	35
Tabel 4.8 Debit Air Pada Turbin Archimedes Screw .....	35
Tabel 4.9 Putaran Pada Turbin Archimedes .....	36
Tabel 4.10 Tegangan Generator Pada Turbin Archimedes.....	37
Tabel 4.11 Arus Generator Pada Turbin Archimedes.....	38
Tabel 4.12 Daya Generator Pada Turbin Archimedes .....	38
Tabel 4.14 Daya Hidrolis Pada Turbin Archimesdes Screw.....	39
Tabel 4.14 Efisiensi Pada Turbin Archimesdes Screw .....	40

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Dalam Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) turbin air merupakan peralatan utama selain generator. Turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air menjadi menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator.

Turbin berfungsi untuk mengubah energi potensial menjadi energi mekanik. gaya jatuh air yang mendorong baling-baling menyebabkan turbin berputar. Turbin air kebanyakan seperti kincir angin, dengan menggantikan fungsi dorong angin untuk memutar baling-baling digantikan air untuk memutar turbin. Perputaran turbin ini di hubungkan ke generator. Turbin air mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Energi mekanis diubah dengan generator listrik menjadi tenaga listrik.

Turbin air yang digunakan pada PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat adalah turbin reaksi jenis turbin francis dimana aliran air yang masuk ke turbin secara radial dan keluar secara aksial. Turbin francis dapat dibuat dengan kecepatan putar yang tingginya sama, dimana kecepatan putar yang tinggi tersebut menghasilkan keuntungan terhadap berat turbin air dan generatornya (Torang sibarani 2019). Efisiensi untuk turbin francis dengan beban penuh cukup baik, tetapi akan memburuk jika bebannya tidak penuh. Sekarang turbin francis adalah yang paling banyak digunakan. Karena tinggi air jatuh dan kapasitas yang paling sering sesuai dengan kebutuhannya. Dari hasil penggunaan dan penelitian yang

terus menerus turbin francis sekarang dapat digunakan untuk tinggi air jatuh sampai 700 m dengan kapasitas air dan kecepatan roda putar yang sudah memenuhi harapan. Kesukaran akan timbul jika air mengandung pasir dan butiran-butiran/pecahan es, karena akan membuat aus roda jalan dan packingnya, bila bagian tersebut sampai aus, maka harus dicari kemungkinan menggantinya tanpa turbin terlalu lama berhenti (Torang sibarani 2019).

Turbin ulir (Archimedes screw) merupakan jenis turbin air yang baru diteliti satu decade ini, diadopsi dari teori Archimedean screw. Keunggulan turbin ulir antara lain dapat beroperasi pada head rendah ( $H < 10\text{m}$ ), tidak membutuhkan pipa pesat, mudah pemasangan, mudah perawatan dan tidak merusak ekologi sungai atau *fish-friendly* (David Kilama Okot, 2013). Turbin ulir dikategorikan jenis turbin reaksi yang bisa dipakai pada head rendah (Elbatran A.H. dkk 2014). Berat jenis air pada sudu yang menyebabkan ulir berputar. Dengan asumsi tidak ada rugi-rugi semua energi potensial pada aliran dapat menghasilkan efisiensi maksimum 100 %, (Müeller Gerald 2009). Kinerja turbin archimedes screw tergantung pada parameter yakni diameter dalam dan luar screw, kemiringan, pitch screw dan jumlah blade, dan kondisi inlet dan outlet, serta head dan debit air.

Sehingga, melalui penelitian ini adalah untuk mencari tipe turbin yang tepat di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat dimana saat ini menggunakan turbin francis yang kemudian akan dibandingkan dengan turbin Archimedes screw. Pada penelitian ini akan membahas mengenai perbandingan efek dari tegangan air pada turbin, efisiensi sistem, putaran turbin dan daya generator dari turbin Archimedes screw dengan turbin francis.

## 1.2 Rumusan Masalah

Agar tujuan pembahasan ini dapat tercapai sasarannya dan terarah maka akan dibatasi penulisan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh tekanan air terhadap putaran turbin francis dan turbin Archimedes screw?
2. Bagaimana efisiensi sistem pada turbin francis dan turbin Archimedes screw?
3. Bagaimana daya generator pada turbin Archimedes screw dan turbin francis?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh tekanan air terhadap turbin francis dan turbin Archimedes screw.
2. Mengetahui efisiensi sistem pada turbin francis dan turbin Archimedes screw.
3. Mengetahui daya generator pada turbin Archimedes screw dan turbin francis.

## 1.4 Metode penulisan

Untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini maka penulis menerapkan beberapa metode studi diantaranya :

1. Studi literatur yaitu dengan membaca teori – teori yang berkaitan dengan topik tugas akhir ini, dari buku-buku referensi baik yang dimiliki oleh penulis atau diperpustakaan dan juga dari artikel-artikel, jurnal, internet, dan lain-lain.
2. Studi lapangan yaitu dengan melaksanakan pengamatan di PLTMH Kombih Pakpak Bharat.



3. Studi bimbingan yaitu dengan melakukan diskusi tentang topik tugas akhir ini dengan dosen pembimbing yang telah ditunjuk oleh pihak fakultas.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

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

Mikrohidro atau yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (head) dan jumlah debit air. Mikrohidro merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata mikro yang berarti kecil dan hidro yang berarti air. Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator (Putra and Prasetyo 2018). Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (head). Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Prinsip Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) yaitu memanfaatkan jumlah debit air yang mengalir pada aliran sungai, air terjun atau irigasi dan memanfaatkan beda ketinggian aliran air. Aliran air yang membentur turbin akan memutar poros dari turbin yang menyebabkan turbin berputar sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi mekanik yang dihasilkan kemudian menggerakkan generator dan menghasilkan energi listrik (Torang sibarani 2019).

PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat merupakan suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan potensi air dari sungai Lae Kombih untuk menghasilkan energi listrik. Lokasi PLTMH ini berjarak 8 km menuju kota salak

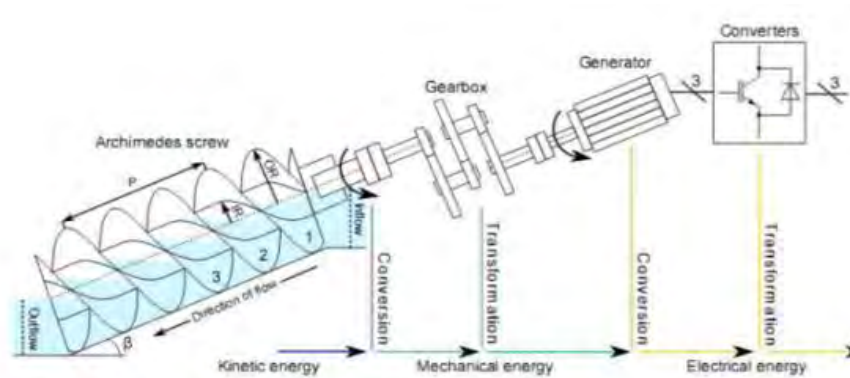
yang merupakan ibu kota kabupaten Pakpak Bharat. Pembangkit ini merupakan salah satu PLTMH terbesar di Provinsi Sumatera Utara yang dikelola oleh PT. PLN (persero) Sektor Pembangkitan Pandan (Torang Sibarani 2019). Pada dasarnya prinsip pembangkitan dari PLTMH hampir sama dengan PLTA yaitu air mengalir dari tempat yang lebih tinggi menuju tempat yang lebih rendah. Proses dalam pipa energi potensial kembali menjadi energi kinetik dan energi kinetik tersebut akan berubah menjadi energi mekanik di dalam turbin dan selanjutnya proses dari turbin akan berputar. Putaran turbin inilah yang digunakan untuk memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik (Luknanto, Sc, and Ph 2018).

Air yang berasal dari sungai Lae Kombih dialirkan ke bendungan penampungan air untuk keperluan pembangkitan energi listrik. Air dari bendungan tersebut masuk ke kanal melalui intake gate. Pada bendungan tersebut dipasang filter mekanis untuk memisahkan air dan kotoran yang hendak masuk ke kanal. Dan air dari kanal akan mengalir menuju kolam penenang melalui pipa pesat yang di atur oleh pintu pengatur yang terdapat di kanal dan air akan ditenangkan di kolam penenang. Air dalam kolam penenang akan di salurkan ke turbin melalui pipa pesat (Luknanto, Sc, and Ph 2018).

## 2.2 Turbin Archimedes Screw

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) (Luknanto, Sc, and Ph 2018). 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 tabung 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 (C.Wibowo 2018).



Gambar 2.1 Alur Turbin Archimedes Screw (C.Wibowo 2018)

Selain jenis implus dan jenis reaksi, juga terdapat turbin lain, yaitu pump as turbine. Kerja dari turbin ini adalah kebalikan dari pompa, dimana output pompa sebagai saluran input, dan input pompa sebagai saluran output. Salah satu jenis pump as turbine tersebut adalah archimedes screw pada awalnya merupakan peralatan kuno yang digunakan untuk memompa air yang telah ada selama ribuan tahun lalu (C.Wibowo 2018). Pada beberapa tahun ini, archimedes screw diaplikasikan sebagai turbin untuk pembangkit listrik skala pico/micro hydro. Sedangkan kerja turbin archimedes screw kebalikan dari sistem pemompaan dari archimedes screw. Sejak zaman kuno teknologi archimedes srew telah ditemukan dan digunakan sebagai pompa, bentuk konstuksinya meliputi satu atau lebih sudu

berbentuk ulir yang berfungsi sebagai bucket dan terhubung dengan poros bergerak menggerakkan air ke atas. Penggunaan archimedes screw telah bergeser pemanfaatannya sebagai sumber energi tenaga air pada head rendah sebagai turbin air. Geometri dalam terdiri dari bagian dengan dimensi yang membentuk turbin, antara lain jari-jari dalam (jari-jari poros), jarak kisi setiap sudu (pitch), jumlah sudu. Sedangkan geometri luar terdiri dari bagian yang tidak mempengaruhi bentuk dari turbin, yaitu sudut kemiringan sudu, jari-jari luar (jari-jari blade), panjang turbin (Saka, n.d.). Berdasarkan gambar 4, terdapat beberapa keterangan simbol yaitu,  $R_i$  : jari-jari dalam ulir ( $0 < R_i < R_O$ ),  $R_O$  : jari-jari luar ulir,  $A$ : jarak kisi sudu turbin ( $0 \leq A \leq 2\pi R_O / K$ ),  $K$ :  $\tan \beta$ ,  $\beta$  : sudut kemiringan turbin, dan  $N$  : Jumlah sudu.



Gambar 2.2 Turbin Archimedes Screw (Saka, n.d.)

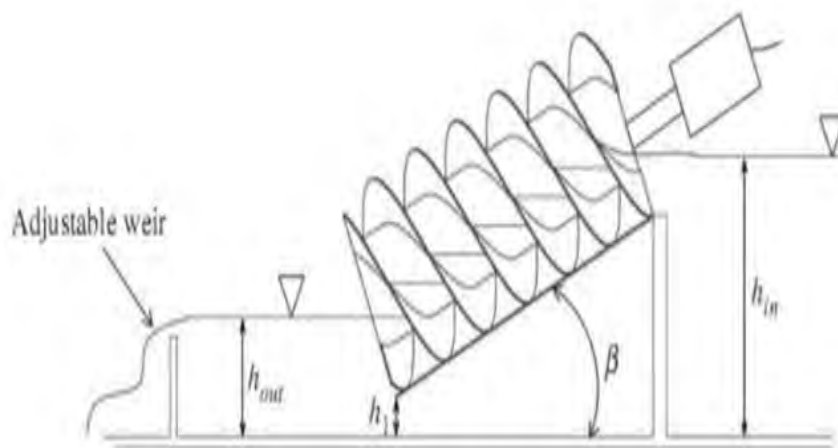
Selain dikenal dengan turbin ulir, sesuai dengan konseptor awalnya, turbin ini juga disebut sekrup Archimedes (Archimedes screw). Turbin ulir lebih cocok dipakai untuk tinggi tenaga (head) rendah atau beda elevasi antara hulu dan hilir aliran rendah bahkan nol. Turbin Archimedes screw dapat digunakan 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 (Saefudin and Kristyadi 2017). Prinsip kerja turbin Archimedes screw ini yaitu, air dari ujung atas mengalir masuk ke ruang di antara kisar blade screw (bucket) dan keluar dari ujung bawah. Sehingga menimbulkan gaya berat air dan beda tekanan hidrostatik dalam bucket di sepanjang rotor mendorong blade screw dan memutar rotor pada sumbunya. Kemudian rotor turbin memutar generator listrik yang disambungkan dengan ujung atas poros turbin screw (Saefudin and Kristyadi 2017).

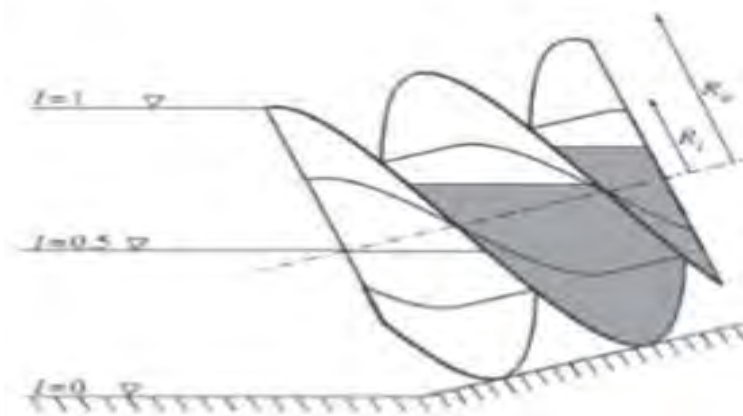
### 2.3 Pengaruh Tingkat Rendaman Turbin

Kondisi ekstrem dilapangan (misalnya saat banjir), debit air yang melewati turbin akan naik mengakibatkan rendaman bagian bawah turbin pada level tertentu. Dalam kondisi ini, kinerja turbin akan mengalami perubahan sesuai dengan level air. Rendaman level air atau fill downstream pada saluran keluar secara langsung mempengaruhi kinerja dari turbin archimedes screw. Penelitian secara eksperimental saat ini dilakukan untuk menentukan titik optimal tingkat rendaman turbin. Pengujian performa turbin archimedes meliputi perbedaan outlet level (hout) pada kecepatan dan debit air yang tetap. Sedangkan Untuk membandingkan hasil perbedaan output level, dapat didefinisikan sebagai Archimedes Immersion (I). Apabila  $I = 0$ , level air terletak pada kondisi paling rendah, sebaliknya apabila  $I = 1$  level air terletak pada kondisi paling tinggi.

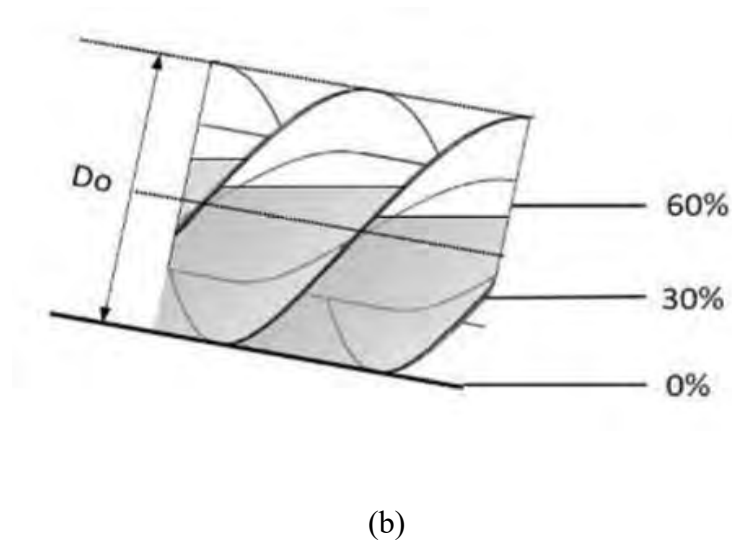
Dellinger (2016) melakukan penelitian eksperimental pengaruh tingkat rendaman turbin pada rendaman dengan nilai  $I$  0,1 – 0,9 pada debit aliran 3L/s, putaran 80 RPM, dan sudut kemiringan  $24^{\circ}$ . Selain itu Songin (2017) melakukan juga melakukan penelitian eksperimental pengaruh tingkat rendaman turbin pada rendaman 0%, 30%, dan 60% (gambar 8) dengan debit aliran 6 L/s, 10 L/s, dan 14 L/s, serta sudut kemiringan  $24,5^{\circ}$ .



Gambar 2.3 Tingkat Kemiringan Turbin Archimedes Screw (Harja, n.d.)



(a)



Gambar 2.4 (a) Putaran Turbin Archimedes (b) Persentase Putaran Turbin

Archimedes Screw (Harja, n.d.)

## 2.4 Pengaruh Kemiringan Sudu

Salah satu geometri luar yang mempengaruhi kinerja turbin archimedes screw yaitu kemiringan sudu. Yulistianto (2012) melakukan uji eksperimental pengaruh kemiringan sudu terhadap kinerja turbin archimedes srew dengan geometri dimensi pitch  $1,6 R_o$ , 2 buah sudu, dan dimensi lainnya seperti ditunjukkan gambar 12. Sedangkan variasi kemiringan sudu yang digunakan 25, 30, 35, 40, 45, dan 50 derajat dengan debit mulai dari 3,6 sampai 6,8 liter per detik. Selain itu Saroinsong (2016) juga melakukan uji eksperimental pengaruh kemiringan sudu terhadap kinerja turbin archimedes srew dengan geometri  $R_o$  0,055 meter,  $R_i$  0.03 meter<sup>3</sup>, buah sudu, dan model. Sedangkan variasi kemiringan sudu yang digunakan adalah 25, 35, dan 45 derajat dengan laju aliran air 0,5 m/s. Hasil uji eksperimental Yulistianto (2012) menunjukkan daya turbin

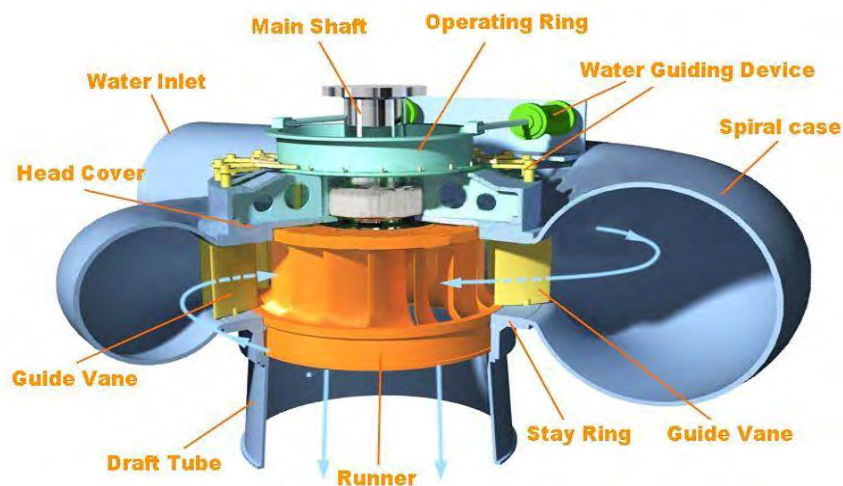


yang dihasilkan dengan beberapa variasi kemiringan sudu, dimana semakin besar kemiringan sudu dari 25 sampai 40 derajat semakin meningkat daya turbin, serta meningkatnya daya turbin akan lebih signifikan dengan semakin meningkatnya debit. Namun semakin bertambah nilai kemiringan 45 dan 50 derajat daya turbin akan menurun pada semua nilai debit. Pada saat kemiringan sudut kecil (25 sampai 45 derajat) aliran debit air menggerakkan blade dengan gaya yang sedikit (ringan). Sedangkan pada sudut lebih besar (45 dan 50 derajat) aliran air akan mulai keluar dari jalur kanal, sehingga mengurangi volume air pada bucket yang dapat terkonversi menjadi daya turbin (Sitompul 2016).

## 2.5 Turbin Francis

Turbin Francis merupakan turbin jenis reaksi yang bekerja karena tekanan pada roda turbin yang mengakibatkan roda turbin berputar dimana aliran air melalui rumah keong yang diarahkan dengan sudu pengarah menuju sudu jalan dari roda turbin. Daya yang dihasilkan oleh turbin dapat diatur dengan cara mengatur posisi sudu diam, sehingga aliran air yang menumbuk roda turbin dapat diatur. Turbin francis bekerja dengan memakai proses tekanan lebih. Pada saat air masuk ke roda jalan, sebagian dari energi tinggi jatuh telah bekerja di dalam sudu pengarah diubah sebagai kecepatan arus masuk. Sisa energi tinggi jatuh dimanfaatkan/bekerja didalam sudu jalan, dengan adanya pipa isap memungkinkan energi tinggi jatuh bekerja di sudu jalan dengan semaksimal mungkin. Pada sisi sebelah keluar roda jalan terdapat tekanan kerendahan atau kurang dari 1 atmosfer dan kecepatan aliran air yang tinggi (Wismanto and Ferdiana 2016). Di dalam pipa isap kecepatan air akan berkurang dan tekanannya akan kembali naik, sehingga air bisa dialirkan keluar lewat saluran air bawah

dengan tekanan seperti keadaan sekitarnya. Pipa isap pada turbin ini memiliki tugas yang mirip dengan sudu hantar yang terdapat pada pompa sentrifugal, turbin francis terdiri dari sudu pengarah dan sudu jalan, dan kedua sudu tersebut semuanya terendam di dalam aliran air. Air dialirkan kedalam sebuah cincin yang berbentuk spiral. Turbin yang dikelilingi dengan sudu pengarah semuanya terbenam di dalam air. Air yang masuk kedalam turbin bisa dialirkan melalui pengisian air dari atas atau melalui suatu rumah yang berbentuk spiral. Roda jalan semuanya selalu bekerja (Wismanto and Ferdiana 2016). Daya yang dihasilkan turbin bisa diatur dengan cara mengubah posisi pembukaan sudu pengarah, dengan demikian kapasitas air yang masuk kedalam roda turbin bisa diperbesar atau diperkecil. Turbin francis dilaksanakan dengan posisi vertikal atau horisontal. Dengan meningkatnya gaya sentrifugal membuat partikel cairan bergerak menuju pusat dari roda turbin dengan kecepatan relative  $W$  yang arahnya menyinggung permukaan sudu. Sedangkan kecepatan absolute  $C$  merupakan penjumlahan geometris dari  $U$  dan  $W$  (Cahyo and Robandi 2018).



Gambar 2.5 Turbin francis (Saka, n.d.)

Turbin Francis yang dikelilingi dengan sudu pengarah semuanya terbenam di dalam air. Air yang dimasukkan ke dalam turbin air bisa dialirkan melalui pengisian air dari atas atau melalui rumah yang berbentuk spiral. Roda jalan semuanya selalau bekerja. Daya yang dihasilkan turbin air dapat diatur dengan cara mengubah posisi pembukaan sudu pengarah, dengan demikian kapasitas air yang masuk ke dalam roda turbin air bisa diperbesar atau diperkecil. Turbin Francis diletakan dengan posisi poros vertikal atau horizontal (Nuraini and Yuniarti 2017).

Turbin Francis pertama kali di temukan sekitar tahun 1950 oleh orang Amerika yang bernama Howk dan Francis. Sekarang turbin francis adalah yang paling banyak digunakan karena tinggi air jatuh dan kapasitas yang paling sering sesuai dengan kebutuhannya. Dari hasil penggunaan dan penelitian terus menerus turbin francis sekarang dapat digunakan untuk tinggi air jatuh sampai 700 m dengan kapasitas air dan kecepatan roda putar yang sudah memenuhi harapan. Kesukaran akan timbul jika air mengandung pasir dan packingnya., bila sampai bagian tersebut aus maka harus dicari kemungkinan menggantinya tanpa turbin terlalu lama berhenti (Nuraini and Yuniarti 2017).

Turbin Francis dapat dibuat dengan kecepatan putar yang sama tingginya, dimana kecepatan putar yang tinggi tersebut menghasilkan keuntungan terhadap berat, harga turbin air dan generatornya. Tidak ada kerugian tinggi air jatuh akibat adanya ruang bebas. Penentuan turbinFrancis di dalam bangunan bawah tanah yang baik dan menguntungkan untuk turbin air ini adalah bila tinggi permukaan air bawah sangat berubah-ubah. Efisiensi untuk turbin Francis dengan beban penuh cukup baik, tetapi akan memburuk jika bebannya tidak penuh.

## 2.6 Komponen Utam Turbin Francis

### A. Penstock

Penstock atau yang biasa disebut dengan pipa isap berfungsi sebagai tempat mengalirnya air dari waduk penampungan menuju rumah turbin (spiral casing). Mengubah energi kecepatan air menjadi energi tekan (Angraini s. 2018).

### B. Rumah Turbin (spiral casing)

Bagian ini terdiri dari pipa baja yang mengelilingi runner blade, semakin ujung semakin mengecil sehingga disebut rumah siput. Hal ini bertujuan agar aliran air menjadi lebih cepat guna mendorong roda turbin berputar, disisi lain tekanan air didalamnya menjadi berkurang. Posisi dari inlet spiral casing tergantung pada saluran langsung air dari penstock yang mungkin akan merubah keserasian penempatan (Angraini s. 2018).

### C. Sudu Pengarah (Guide Vane)

Merupakan bagian dari turbin francis yang berfungsi sebagai pintu masuk air dari spiral casing menuju runner blade, selain itu guide vane juga berfungsi sebagai distributor agar air dikelilingi runner mempunyaidebit yang sama rata (uniform), serta sebagai pengaman turbin pada saat terjadi gangguan (Angraini s. 2018).

### D. Sudu Gerak (Guide Vane)

Bagian ini disebut juga bilah rotor atau sudu gerak, pada runner blade energi kinetik (hidrolis) air yang dikenakan padanya diubah menjadi energi mekanik (Angraini s. 2018).

### E. Poros Utama

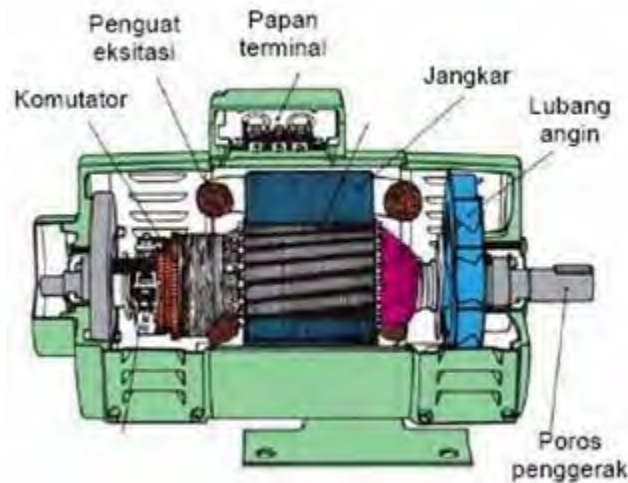
Berfungsi mentransmisikan energi mekanik rotor kepada generator. Terbuat dari dua bagian utama yaitu bagian atas generator shaft yang dikopling dengan kopling tetap (mur dan baut). Pada bagian bawah berlapis yaitu inner shaft sehingga berfungsi sebagai penggerak runner blade dan main shaft (Angraini s. 2018).

### F. Bantalan Utama

Berfungsi sebagai bantalan dari main shaft yang menahan guncangan bila turbin sedang beroperasi. Antara bagian bergerak dan ujungnya dilindungi oleh labirin seal liner (Angraini s. 2018).

## 2.6 Generator

Generator adalah mesin yang mengelola energi mekanik menjadi energi listrik. Prinsip kerja generator adalah rotor generator yang digerakan oleh turbin sehingga menimbulkan tenaga listrik. Sumber energi untuk penggerak turbin terdiri dari berbagai macam sumber, antara lain adalah uap, air, gas, mesin diesel dan lain-lain. Kegunaan dari generator adalah sebagai sumber tenaga listrik untuk keperluan alat pemakaian atau beban seperti pompa air, pompa minyak, penerangan dan lain-lain.



Gambar 2.6 Generator (Cahyo and Robandi 2018)

### 2.6.1 Jenis-Jenis Generator

Berikut ini adalah beberapa jenis klasifikasi dari generator.

A. Jenis generator berdasarkan letak kutubnya dibagi menjadi :

1. Generator kutub dalam : generator kutub dalam mempunyai medan magnet yang terletak pada bagian yang berputar (rotor).
2. Generator kutub luar : generator kutub luar mempunyai medan magnet yang terletak pada bagian yang diam (stator)

B. Jenis generator berdasarkan putaran medan dibagi menjadi :

1. Generator sinkron
2. Generator asinkron

C. Jenis generator berdasarkan jenis arus yang dibangkitkan

1. Generator arus searah (DC)
2. Generator arus bolak balik (AC)

D. Jenis generator dilihat dari fasanya

1. Generator satu fasa
2. Generator tiga fasa

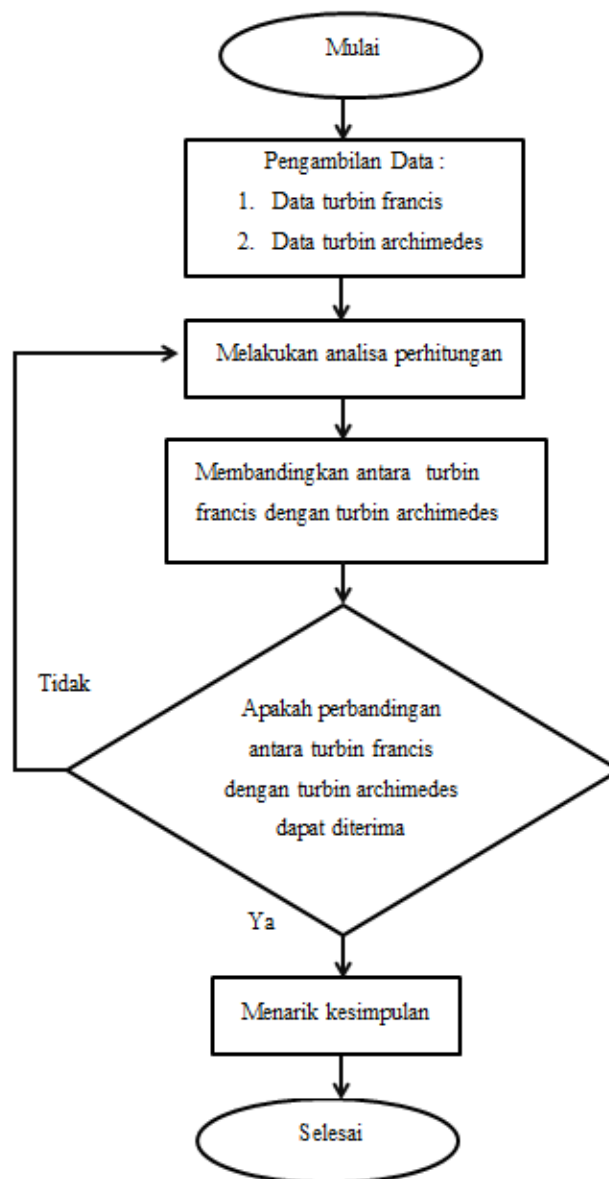
E. Jenis generator berdasarkan bentuk rotornya :

1. Generator rotor kutub menonjol biasa digunakan pada generator dengan rpm rendah seperti PLTA dan PLTD
2. Generator rotor kutub rata (silindris) biasa digunakan pada pembangkit listrik / generator dengan putaran rpm tinggi seperti PLTG dan PLTU

## BAB III

### METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini penulis akan membahas tahapan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dimulai dari menganalisa data turbin francis dan turbin archimedes screw. Berikut ini adalah alur penelitian yang ditunjukkan oleh gambar flowchart dibawah ini.



Gambar 3.1. flow chart penelitian

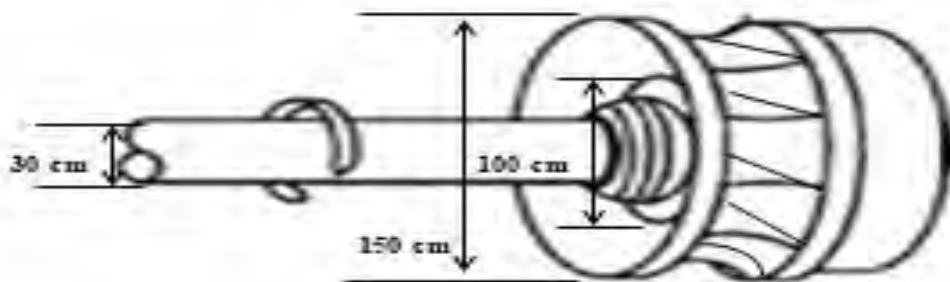


### 3.1 Rancangan Model Sistem PLTMH

Rancangan sistem PLTMH dan spesifikasi turbin yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.1 Spesifikasi Turbin Francis

Parameter	Value
Diameter turbin	150 cm
Jari-jari turbin	13 cm
Tebal blade	0,25 cm
Jarak setiap blade	7 cm
Tinggi blade	70 cm
Jumlah blade	1 buah
Jumlah lilitan	13 buah
Sudut blade	24 <sup>0</sup>
Diameter poros utama	30 cm
Diameter poros luar	1 m
Panjang poros utama	50 cm
Panjang poros luar	30 cm
Output	P = 790 KW
Head	He = 15.0 m
Speed	n = 375 rpm



(A)



(B)



(C)

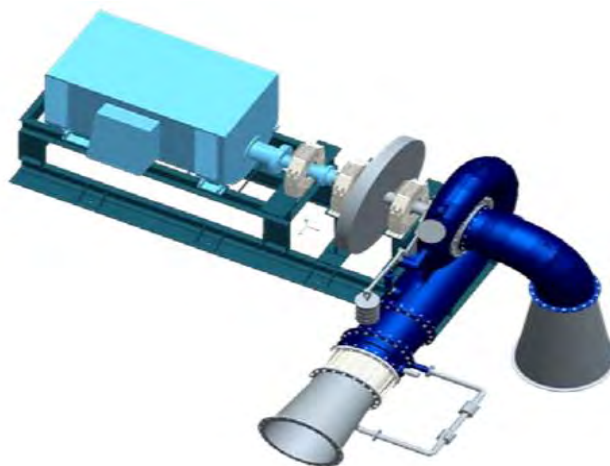
Gambar 3.2 Rancangan desain turbin francis

Pembangkit listrik tenaga mini hidro (PLTMH) Kombih Kabupaten Pakpak Barat menggunakan generator sinkron. Berikut ini adalah spesifikasi generator yang digunakan.

Tabel 3.2 Spesifikasi Generator

GENERATOR	
Type	Sinkron
Output	$P = 940 \text{ KVA}$
Voltage	$V = 400 \text{ Volt}$
Speed	$n = 375 \text{ rpm}$
Power Factor	$\cos \varphi = 0.80$

Berikut ini adalah bentuk pemodelan turbin prancis yang ditunjukkan oleh gambar dibawah ini.



Gambar 3.2 Pemodelan turbin francis dengan generator (Effendi Dodi 2017)

### 3.2 Turbin Air pada PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat

Pemilihan jenis turbin dapat ditentukan berdasarkan kelebihan dan kekurangan dari jenis-jenis turbin, khususnya untuk suatu desain yang sangat spesifik. Pada tahap awal, pemilihan jenis turbin dapat diperhitungkan dengan mempertimbangkan parameter-parameter khusus yang mempengaruhi sistem operasi turbin yaitu:

1. Faktor tinggi jatuh air efektif dan debit yang akan dimanfaatkan untuk operasi turbin.
2. Faktor daya yang diinginkan berkaitan dengan *head* dan debit yang tersedia.
3. Kecepatan (putaran) turbin yang akan ditransmisikan ke generator.

Ketiga factor diatas seringkali diekspresikan sebagai “kecepatan spesifik,  $N_s$ ”, yang didefinisikan dengan formula :

$$N_s = N \times P \times H \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

$N$  = kecepatan putaran turbin  
 $P$  = maksimum turbin output  
 $H$  = head efektif

Output turbin dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan (2):

$$P = 9,8 \cdot Q \cdot H \dots\dots\dots(2)$$

Dengan :

$Q$  = debit air ( $m^3/s$ )  
 $H$  = head efektif (m)  
 = efisiensi turbin  
 = 0,8-0,85 untuk turbin pelton  
 = 0,8-0,9 untuk turbin francis  
 = 0,7-0,8 untuk turbin crossflow  
 = 0,8-0,9 untuk turbin propeller kaplan

Turbin air yang digunakan pada PLTMH Kombih I adalah turbin reaksi jenis turbin francis dimana aliran air yang masuk ke turbin secara radial dan keluar secara aksial.



Gambar 3.3 Turbin francis (PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat)

### 3.3 Rancangan Model Turbin Archimedes Screw

Pada penelitian ini penulis melakukan perbandingan antara turbin francis dan Archimedes srew berikut ini adalah rancangan model turbin archimedes srew.

Tabel 3.3 Tabel spesifikasi turbin Archimedes screw

Parameter	Value
Diameter turbin	150 cm
Jari-jari turbin	13 cm
Tebal blade	0,25 cm
Jarak setiap blade	7 cm

Tinggi blade	70 cm
Jumlah blade	1 buah
Jumlah lilitan	13 buah
Sudut blade	24 <sup>0</sup>
Diameter poros utama	30 cm
Diameter poros luar	1 m
Panjang poros utama	50 cm
Panjang poros luar	30 cm
Berat turbin	100 kg

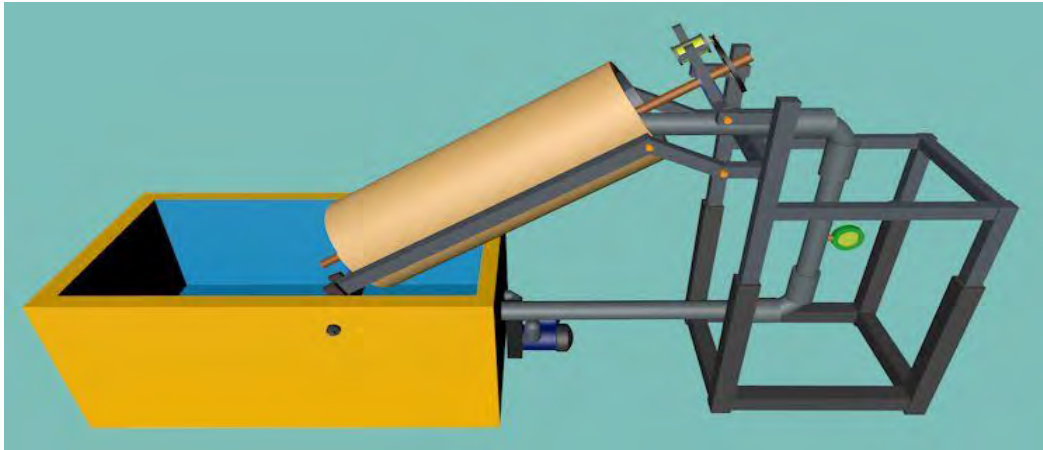
Berikut ini adalah spesifikasi generator yang digunakan pada turbin archimedes screw ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 3.4 spesifikasi generator archimedes screw

GENERATOR	
Type	Sinkron
Output	P = 940 KVA
Voltage	V = 400 Volt
Speed	n = 375 rpm
Power Factor	cos $\phi$ = 0.80

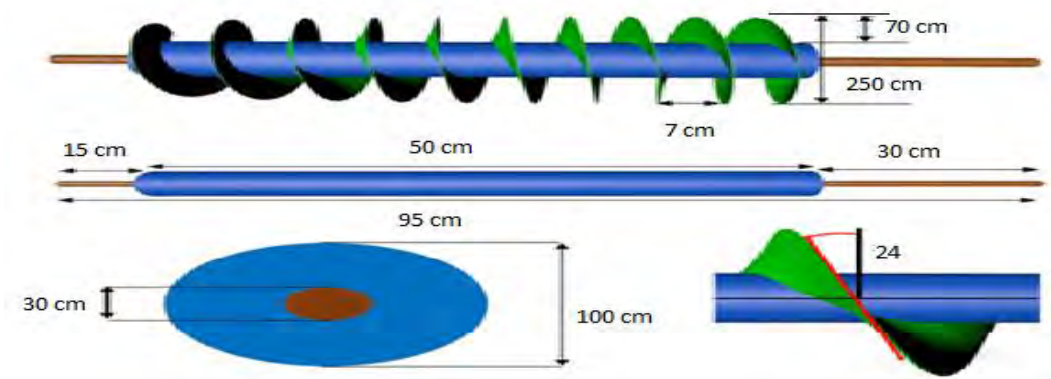
### 3.4 Perancangan Pemodelan PLTMH

Perancangan pemodelan PLTMH ini terdiri dari beberapa komponen yaitu turbin *Archimedes screw*, rangka PLTMH, rumah turbin, *pillow*, *pulley*, generator, *box*, pompa, selang air seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.4 Rancangan Desain Pemodelan PLTMH  
(Saefudin and Kristyadi 2017)

Berikut ini adalah bentuk rancangan desain turbin archimedes screw seperti yang di tunjukan oleh gambar dibawah ini.



Gambar 3.5 Rancangan Desain Turbin Archimedes  
(Wismanto and Ferdiana 2016)

### 3.5 Turbin Archimedes screw pada PLTMH

Pada penelitian ini akan membahas PLTMH dengan menggunakan turbin Archimedes screw, dimana panjang turbin yang digunakan yaitu 150 cm, sehingga air yang mengalir pada saluran turbin bisa lebih lama untuk memutar turbin dan dapat meningkatkan efisiensi pada turbin. Turbin Archimedes screw ini masih sangat langka digunakan di Bali. Sehingga untuk mendapatkan data-data spesifikasi yang berkaitan dengan turbin Archimedes screw sulit didapatkan, oleh karena itu perlu dibuatkan sebuah pemodelan PLTMH dengan menggunakan turbin Archimedes screw ini, agar dapat dilakukan pengujian yang berhubungan dengan parameter-parameter yang berpengaruh pada kinerja turbin Archimedes screw salah satunya yaitu pengaruh tekanan air. Pada penelitian ini akan membahas mengenai pengaruh tekanan air terhadap putaran yang dihasilkan oleh turbin sehingga dapat dilihat efisiensi, tegangan, arus dan daya yang dihasilkan. oleh generator pada pemodelan pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan menggunakan turbin Archimedes screw.



Gambar 3.6 Turbin Archimedes screw (Harja, n.d.)



### 3.6 Kecepatan Liar (Run Way)

Ada kemungkinan pada waktu turbin bekerja, karena sesuatu dan lain hal beban terpaksa dihentikan tiba-tiba. Dalam hal tersebut ada kemungkinan roda turbin berputar dengan sangat cepat, yaitu apabila karena sesuatu hal governor tidak bekerja baik atau dalam keadaan rusak. Kecepatan ini dinamakan kecepatan liar (Run Away Speed). Oleh karena itu kekuatan turbin harus diperhitungkan untuk mencegah kerusakan turbin atau generator. Pada umumnya kecepatan liar seperti pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.5 Kecepatan Liar (Run Away Speed)

Jenis Turbin	Kecepatan Liar (%Kecepatan Kerja)
Kaplan	250-300
Francis	200
Pelton	200

Pengaruh karekteristik kavitasi terhadap kecepatan liar sangat kuat di suatu daerah koefisien kavitasi ( $\sigma$ ) tertentu, tergantung dari jenis turbinnya. Demikian pula kecepatan liar sangat bergantung kepada pembukaan pintu air atau katup air, tetapi kecepatan liar yang maksimum tidak selalu terjadi pada pembukaan pintu air atau katup yang maksimum.

### 3.7 Daya Hidrolis dan Efisiensi

Debit air adalah besaran yang menyatakan banyaknya air yang mengalir selama satu waktu yang melewati suatu penampang luas. Pengujian debit air

bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak air yang mengalir dalam satuan volume per satuan waktu. Untuk menghitung nilai debit air, dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Debit = \frac{\text{Volume Bejana}}{\text{Waktu Untuk Memenuhi Bejana}}$$

Daya hidrolis adalah daya yang dihasilkan oleh air yang mengalir dari suatu ketinggian. Dalam hal ini daya hidrolis diperoleh dari daya air yang dihasilkan oleh pompa .

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h$$

Keterangan :

P = Daya hidrolis (Watt)

$\rho$  = Massa jenis fluida/air ( $\text{kg/m}^3$ )

Q = Debit air ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

g = Gaya gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

H = *Head* atau tinggi air jatuh (m)

Efisiensi sistem ( $\eta$  PLTMH) adalah kemampuan peralatan pembangkit untuk mengubah energi kinetik dari air yang mengalir menjadi energi listrik. Untuk menghitung efisiensi dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\eta_{\text{PLTMH}} = \frac{P_G}{P_H} \cdot 100\%$$

Keterangan :

$\eta_{\text{PLTMH}}$  = Efisiensi sistem PLTMH

$P_G$  = Daya Generator

$P_H$  = Daya Hidrolis

### 3.8 Torsi

Momen gaya (torsi) adalah sebuah besaran yang menyatakan besarnya gaya yang bekerja pada sebuah benda sehingga mengakibatkan benda tersebut berotasi [15]. Untuk menghitung torsi dapat menggunakan persamaan berikut [16]

$$T = \frac{P}{2\pi \frac{N}{60}}$$

Keterangan :

T = Torsi (Nm)

P = Daya (kW)

N = Kecepatan putaran (rpm)

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Tekanan air yang diberikan Pada turbin francis yang berada di PLTMH kombih 1 kab. Pak-pak barat dan Archimedes Screw yaitu sebesar 2 psi, 4 psi, 15 psi dan 24 psi. Peningkatan tekanan air yang diberikan menyebabkan kinerja turbin francis di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat dan turbin Archimedes Screw semakin meningkat. Sebelum dikopel dengan generator turbin francis mengalami putaran tertinggi pada tekanan 24 psi yaitu sebesar 375 rpm, dan mengalami putaran terendah pada tekanan 2 psi yaitu sebesar 182 rpm. Putaran tertinggi turbin Archimedes sebelum dikopel dengan generator terjadi pada tekanan 24 psi yaitu sebesar 375 rpm sedangkan putaran terendah terjadi pada tekanan 2 psi yaitu sebesar 182 rpm. Setelah dikopel dengan generator turbin francis mengalami putaran tertinggi pada tekanan 24 psi yaitu sebesar 233 rpm, dan mengalami putaran terendah pada tekanan 2 psi yaitu sebesar 63 rpm. Putaran tertinggi turbin Archimedes setelah dikopel dengan generator terjadi pada tekanan 24 psi yaitu sebesar 222 rpm sedangkan putaran terendah terjadi pada tekanan 2 psi yaitu sebesar 54 rpm.

2. Daya yang tertinggi dihasilkan oleh generator pada turbin Francis di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat yaitu saat tekanan air sebesar 24 psi yang menghasilkan daya sebesar 730 KW dan daya terendah dihasilkan pada saat tekanan 2 psi yaitu sebesar 155 KW . Daya yang tertinggi dihasilkan oleh generator pada turbin Archimedes yaitu saat tekanan air sebesar 24 psi yang

menghasilkan daya sebesar 695 KW dan daya terendah dihasilkan pada saat tekanan 2 psi yaitu sebesar 149 KW

3. Efisiensi tertinggi pada turbin Francis di PLTMH Kombih Kab. Pakpak Bharat terjadi pada saat tekanan air 24 psi yaitu sebesar 95% dan efisiensi terendah pada saat tekanan air 2 psi yaitu sebesar 81%. Sedangkan efisiensi tertinggi pada turbin Archimedes terjadi pada tekanan air 24 psi yaitu sebesar 92% dan efisiensi terendah terjadi pada tekanan air 2 psi yaitu sebesar 80%. Berdasarkan hasil penelitian turbin Francis memiliki efisiensi lebih tinggi dibandingkan dengan turbin Archimedes. Hal ini dikarenakan posisi letak turbin Archimedes yang miring sehingga turbin membutuhkan tekanan air yang besar agar dapat berputar, namun turbin Francis yang memiliki bentuk seperti cangkang siput membuat turbin ini dapat berputar walaupun tekanan air yang diberikan tidak terlalu besar. Kemudian untuk PLTMH Kombih ini lebih baik menggunakan turbin Francis dibandingkan dengan turbin Archimedes dikarenakan pembangkit listrik ini memanfaatkan air terjun sedangkan turbin Archimedes akan lebih baik jika di gunakan di aliran sungai yang memiliki tingkat kemiringan yang rendah.

## 5.2 Saran

1. Analisa perbandingan turbin Francis dan turbin Archimedes akan mendapatkan hasil yang lebih baik jika kedua objek penelitian memiliki spesifikasi yang serupa.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan metode-metode penelitian yang lebih baik.

3. Pengambilan data penelitian akan lebih akurat jika dilakukan secara berkala agar mengetahui kinerja sistem lebih mendalam.

## Daftar Pustaka

- Torang sibarani. 2019. "PLTMH KOMBIH KABUOATEN PAKPAK BHARAT."
- Angraini s. 2018. "ANALISA GANGGUAN KINERJA SISTEM TURBIN FRANCIS" 9 (2): 897–908.
- C.Wibowo. 2018. "Pembangunan Prototipe Sistem Pengendalian Peralatan Listrik Pada Platform Android" 03 (01): 27–31.
- Cahyo, R Dwi, and Imam Robandi. 2018. "OPTIMISASI PARAMETER SISTEM EKSITASI PADA GENERATOR" 2007 (Snati): 57–60.
- Effendi Dodi. 2017. "TIMBANGAN DIGITAL DAN KONVENSIONAL." 2017.
- Harja, Herman Budi. n.d. "Karakteristik Dan Pengontrolan Servo." 2018 36 (1).
- Luknanto, Ir Djoko, M Sc, and D Ph. 2018. "Sistem Pengendali Lengan Robot Dengan Interfacing Java Berbasis ATMEGA 8535," 1–14.
- Nuraini, and Nurhening Yuniarti. 2017. "Pengantar Elektronika & Instrument Pendekatan Project Arduino Dan Android" 1 (2): 157–68.
- Putra, Toni Dwi, and Agung Prasetyo. 2018. "Rancang Bangun Alat Pemberian Pakan Ikan Otomatis (PAPAKINOTO)" 10 (2).
- Saefudin, Encu, and Tarsisius Kristyadi. 2017. "Implementasi Bluetooth HC-05 Untuk Memperbarui Informasi Pada Perangkat Runing Text Berbasis Android" I (3): 233–44.

Saka, Aji. n.d. “PERANCANGAN TURBIN FRANCIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA.” *2017*, 1–12.

Sitompul, Advendo Wibowo. 2016. “Pengendalian Motor Servo Berbasis Mikrokontroler Basic STAMP 2SX Untuk Mengembangkan Robotika.”

Wismanto, Ir, and Ferdiana. 2016. “Catu Daya Ampere Digital Menggunakan Tampilan LCD Berbasis ATMEGA16,” 131–34.