

TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL KINERJA TURBIN ARCHIMEDES SCREW SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK RAMAH LINGKUNGAN

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD RIDHO PRAYOGI
1707230014



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Ridho Prayogi
NPM : 1707230014
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Studi Eksperimental Kinerja Turbin Archimedes Screw Sebagai Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan
Bidang ilmu : Kontruksi & Manufaktur

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

Medan, 24 Desember 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Khairul Umurani, S.T., M.T.

Dosen Penguji II



M. Yani S.T., M.T.

Dosen Penguji III



Suherman, S.T., M.T.

Ketua, Program Studi Teknik Mesin



Chandra Amirsyah Putra Siregar S.T., M.T.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawahini:

Nama Lengkap : Muhammad Ridho Prayogi
Tempat/Tanggal Lahir : Namu Datuk/ 08 November 1998
NPM : 1707230014
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Studi Eksperimental Kinerja Turbin Archimedes Screw Sebagai Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan”

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

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

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

Medan, 24 Desember 2021

Saya yang menyatakan,



Muhammad Ridho Prayogi

ABSTRAK

Turbin Archimedes Screw merupakan salah satu jenis turbin yang dapat dioperasikan pada head dan debit rendah, biasanya digunakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dan Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hidro (PLTPH). Turbin Screw digunakan sebagai aliran listrik ramah lingkungan pada daerah-daerah terpencil yang memiliki keterbatasan penyediaan aliran listrik. Listrik yang dihasilkan menggunakan turbin screw yang dihubungkan dengan generator. Turbin air ini digunakan untuk merubah air menjadi energi putar. Kinerja Turbin Achimedes Screw dipengaruhi oleh beberapa parameter antara lain, tingkat rendaman turbin, sudut kemiringan turbin, pitch ratio, dan jumlah sudut. Penelitian ini memfokuskan pada variasi sudut dengan besar 25^0 , 27^0 , dan 30^0 . Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen.

Kata kunci: Turbin Archimedes Screw, Variasi Sudut

ABSTRACT

The Archimedes Screw Turbine is one type of turbine that can be operated at low head and discharge, usually used in Micro Hydro Power Plants (PLTMH) and Pico Hydro Power Plants (PLTPH). Screw turbines are used as environmentally friendly electricity in remote areas that have limited supply of electricity. The electricity is generated using a screw turbine which is connected to a generator. This water turbine is used to convert water into rotary energy. The performance of the Achimedes Screw Turbine is influenced by several parameters, including the level of turbine immersion, turbine tilt angle, pitch ratio, and the number of angles. This study focuses on variations in angles with a magnitude of 250, 270, and 300. The method used in this study is an experimental method.

Keywords: Archimedes Screw Turbine, Angle Variation

KATA PENGANTAR

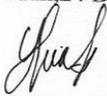
Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Studi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

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

1. Orang tua penulis : Bapak Mahmuddin dan Ibu Poniem, yang telah memberikan semangat dan kasih sayang yang tiada hentinya dan selalu berdoa kepada penulis.
2. Bapak Suherman, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing saya, yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T dan Bapak Ahmad Marabdi Siregar,S.T., M.T sebagai Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Khairul Umurani.S.T.,M.T selaku Dosen Penguji I dan Bapak M.Yani S.T.,M.T selaku Dosen Penguji II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ke teknik mesin kepada penulis.
7. Sahabat-sahabat penulis: Andika pratama, Faisal Azmar, Muhammad Farid Pane, Tri Imam Sugatra dan Teman – teman sekelas dan lainnya yang tidak mungkin namanya saya sebut satu per satu.

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

Medan, 24 Desember 2021


Muhammad Ridho Prayogi

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR LAMPIRAN	
DAFTAR ISI	
1. PENDAHULUAN	1
2. TINJAUAN UMUM	2
3. TUJUAN PENELITIAN	3
4. METODE PENELITIAN	4
5. HASIL DAN PEMBAHASAN	5
6. PENUTUP	6

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRACK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Turbin air	4
2.2 Archimedes Screw	4
2.3 Jenis-jenis Turbin Screw	7
2.4 Komponen Utama Turbin Ulir	7
2.5 Kemiringan	9
2.6 Daya Hidrolis dan Efisiensi	9
2.7 Torsi	10
BAB 3 METODE PENELITIAN	11
3.1 Tempat dan Waktu	11
3.1.1 Tempat Penelitian	11
3.1.2 Waktu Penelitian	11
3.2 Peralatan dan Bahan	12
3.2.1 Peralatan Mengukur Turbin Archimedes Screw	12
3.2.2 Bahan Penelitian	17
3.3 Bagan Alir	18
3.4 Prosedur Pengujian	19
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Data Penelitian	20
4.2 Spesifikasi Turbin Archimedes Screw	20
4.3 Data Yang Diperoleh Dari Hasil Pengujian	20
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Kesimpulan	27
5.2 Saran	27

DAFTAR PUSTAKA

28

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Daftar Kegiatan Penelitian	11
Tabel 4.1 Tabel Data	20
Tabel 4.2 Hasil Perbandingan	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Archimedes Screw	5
Gambar 2.2 Skematik Turbin Ulir	6
Gambar 2.3 Turbin Screw	
Tipe Steel Strough dan Tipe Steel Compack Installation	7
Gambar 2.4 Rangka Turbin Archimedes Screw	7
Gambar 2.5 Screw Turbin	8
Gambar 2.6 Pully	8
Gambar 2.7 V-belt	8
Gambar 2.8 Kemiringan Head Turbin Ulir	9
Gambar 3.1 Multitester	12
Gambar 3.2 Tachometer	13
Gambar 3.3 Generator	14
Gambar 3.4 Pompa Air	15
Gambar 3.5 Box Panel	16
Gambar 3.6 Skema ukuran turbin archimedes	17
Gambar 3.7 Air	17
Gambar 3.8 Diagram alir	18
Gambar 4.1 Grafik Putaran Turbin	20
Gambar 4.2 Grafik Tegangan	21
Gambar 4.3 Grafik Daya	22
Gambar 4.4 Grafik Arus	22
Gambar 4.5 Grafik Hasil Perbandingan Sudut	25

DAFTAR NOTASI

No.	Simbol	Besaran	Satuan
1.	P	Daya Hidrolis	Watt
2.	ρ	Massajenis	kg/m^3
3.	Q	Debit Air	m^3/s
4.	g	Gaya Gravitasi	m/s^2
5.	η	Efisiensi	%
6.	h	Tinggi air jatuh	m
7.	T	Torsi	Nm
8.	N	Kecepatan Putaran	Rpm

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Turbin air tipe ulir adalah salah satu tipe turbin air yang berpotensi untuk pembangkit listrik skala kecil yang ramah lingkungan, dimana turbin air tipe ulir sangat cocok untuk sungai-sungai di wilayah Indonesia karena pengoperasian turbin ini hanya memerlukan head turbin yang rendah. Kebutuhan akan energi listrik saat ini dirasakan sangatlah penting, baik untuk kebutuhan rumah, maupun untuk kebutuhan industri yang semakin hari semakin berkembang, sementara unit-unit pembangkit listrik yang ada hampir tidak mengalami peningkatan yang signifikan (Saefudin dkk., 2017)

Indonesia mempunyai potensi energi terbarukan yang cukup banyak untuk dimanfaatkan salah satunya energi air. Potensi ini belum bisa dimanfaatkan secara optimal karena keterbatasan sumber daya manusia dalam mengelola energi yang ada pada daerah Indonesia. Untuk head dan debit yang sedang hingga tinggi saat ini masih mengandalkan turbin Pelton, Francis, *Kaplan*, dan *Crossflow*. Sedangkan untuk head yang rendah masih sulit untuk dikembangkan, padahal di Indonesia mempunyai potensi yang sangat besar. Perancangan ini didasari atas keterbatasan penyediaan energi listrik di daerah terpencil, padahal sekitar daerah tersebut terdapat sumber energi air yang cukup walaupun mempunyai head yang rendah. Sehingga potensi untuk pembangkit listrik dengan memanfaatkan energi air dengan head rendah perlu dikembangkan. Untuk dapat mengkonversi energi air tersebut diperlukan turbin khusus salah satunya turbin air tipe screw. Prinsip kerja turbin screw ini didasari atas sistem pompa screw yang berfungsi mengangkat air dari sungai menuju permukaan. Turbin screw pada dasarnya merupakan kebalikan dari pompa ulir. Air yang mempunyai head tertentu walaupun dengan debit yang rendah mampu memutar turbin screw yang akan dihubungkan dengan generator untuk menghasilkan listrik. Oleh karena itu, penulis tertarik membahas mengenai Turbin Screw sebagai Aliran Listrik Ramah Lingkungan karena daerah-daerah terpencil yang memiliki keterbatasan penyediaan energi listrik dapat menghasilkan listrik dengan menggunakan turbin screw yang dihubungkan dengan generator. (Made dkk., 2019)

Pemanfaatan sumber energi air sebagai sumber energi terbarukan pada umumnya membutuhkan investasi tinggi. Namun untuk skala kecil dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi terbarukan hal tersebut bisa terlaksana. Salah satu bentuk pemanfaatannya adalah dengan menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Komponen utama yang digunakan pada PLTMH adalah turbin, pada penelitian ini digunakan turbin ulir (screw turbine). Penggunaan turbin screw dimulai di Eropa pada akhir tahun 2007 yang lalu, di Indonesia baru dimulai tahun 2009 di daerah Jawa Barat. Turbin ulir memiliki efisiensi yang tinggi dan bisa bekerja pada head yang rendah, hal ini sesuai dengan banyaknya potensi energi air dengan head rendah di Indonesia. Tetapi sebagai teknologi turbin yang baru, hingga saat ini masih sangat sedikit teori atau rujukan yang tersedia terkait perancangan turbin ulir. Banyak sekali parameter perancangan yang belum diketahui dengan baik, salah satunya adalah sudut ulir (β) (Adly & Irfan, 2010).

Turbin Archimedes Screw adalah salah satu jenis turbin yang dapat dioperasikan pada head dan debit rendah yang sebelumnya telah diuji pada turbin Pelton, Francis, *Kaplan*, dan *Crossflow*. Berikut adalah contoh desain dari turbin archimedes screw. Turbin archimedes screw biasa digunakan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hidro (PLTPH), maupun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) pada aliran sungai yang mempunyai elevasi atau tingkat kemiringan rendah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada batasan masalah, maka masalah utama yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah mengetahui model rancangan turbin ulir, karena adanya variasi kemiringan sudut turbin di dalam efisiensi turbin ulir.

Permasalahan tersebut diperjelas berdasarkan penjabaran pada rumusan masalah yang disusun dalam penelitian, diantaranya :

1. Bagaimana pengaruh variasi sudut $25^\circ, 27^\circ, 30^\circ$ terhadap putaran turbin archimedes screw?
2. Bagaimana pengaruh variasi sudut $25^\circ, 27^\circ, 30^\circ$ terhadap efisiensi turbin archimedes screw?

1.3 Ruang Lingkup

Ada pun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Pada tugas akhir ini menggunakan turbin archimedes screw
2. Menggunakan jumlah blade (bilah) sebanyak 7
3. Menggunakan fluida kerja air
4. Menggunakan variasi kemiringan sudut poros turbin.
5. Debit aliran tetap
6. Head tetap
7. Banyaknya pengujian sebanyak 3 kali
8. Temperatur air sama dengan temperatur ruangan

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan Penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh variasi sudut $25^{\circ}, 27^{\circ}, 30^{\circ}$ terhadap putaran turbin archimedes screw?
2. Menganalisis pengaruh variasi sudut $25^{\circ}, 27^{\circ}, 30^{\circ}$ terhadap efisiensi turbin archimedes screw?

1.5 Manfaat Penelitian

Ada pun manfaat dari penelitian adalah:

1. Hasil dari tugas akhir ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan turbin Archimedes screw dengan memperhatikan debit air yang masuk kesudu turbin.
2. Berguna untuk referensi dalam penelitian yang lebih lanjut

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Turbin Air

Turbin air digunakan untuk merubah energi air menjadi energi putar. Turbin yang dihubungkan dengan beberapa pulley digunakan untuk memutar generator. Terdapat 3 faktor penting dalam pemilihan jenis turbin, yaitu debit air, ketinggian jatuh air serta kecepatan putaran generator. Turbin air diklasifikasikan dengan beberapa cara. Hal yang utama dalam dalam klasifikasi turbin, yaitu berdasarkan cara turbin merubah energi potensial menjadi energi mekanik. Turbin air diklasifikasikan menjadi 2, yaitu:

1) Turbin Reaksi

Turbin reaksi memanfaatkan energi potensial menjadi energi mekanik. Sudut pada turbin reaksi memiliki profil khusus sehingga menyebabkan penurunan selama melalui sudut. Perbedaan tekanan memberikan gaya pada sudut sehingga menyebabkan runner dapat berputar. Turbin yang termasuk dalam turbin reaksi adalah, turbin francis, turbin Kaplan, dan turbin propeller.

2) Turbin Impuls

Turbin Impuls merupakan turbin yang memanfaatkan energy potensial yang diubah menjadi energi kinetik dengan nozzle. Air yang dikeluarkan dari nozzle memiliki tekanan yang sangat tinggi unuk membentur sudut turbin. Air yang membentur sudut turbin, kecepatan air berubah sehingga terjadi perubahan momentum dan menyebabkan turbin berputar. Turbin yang termasuk dalam turbin impuls, antara lain: Turbin pleton, turbin turgo, dan turbin michell-bankin (turbin cross flow atau assberger)(Made, dkk., 2019).

2.2 Archimedes Screw

Archimedes screw adalah jenis ulir yang telah dikenal sejak zaman kuno dan telah digunakan sebagai pompa untuk pengairan ditaman bergantung Babylonia. Dulunya pompa ini sangat akrab dikalangan insinyur-insinyur Romawi. Pada awalnya Archimedes menciptakan pompa ini bertujuan untuk mengeluarkan air dari bagian dalam untuk menaikkan air dari sungai. Seiring dengan krisis energy

yang terjadi didunia, serta terbatasnya potensi energi air yang memiliki head yang tinggi terutama pada daerah padat penduduk yang membutuhkan listrik , maka dimulai pada tahun 2007 yang lalu, seorang insinyur mengemukakan idenya bahwa jika pompa berputar terbalik dan membiarkan air mengendalikan pompa kemudian diatas pompa tersebut dipasang sebuah generator maka listrik akan dapat dihasilkan sepanjang generator tersebut tidak terkena air atau basah (Made, dkk, 2019). Jadi pada prinsipnya turbin ulir merupakan pembalikan dari fungsi pompa ulir itu sendiri. Adapun prinsip kerja dari turbin ini dimana tekanan dari air yang melalui bilah-bilah sudu turbin mengalami penurunan tekanan sejalan dengan penurunan kecepatan air akibat adanya hambatan dari bilah –bilah sudu turbin maka tekanan ini akan memutar turbin dan menggerakan generator listrik setelah sebelumnya daya putaran poros ditransmisikan melalui gearbox.

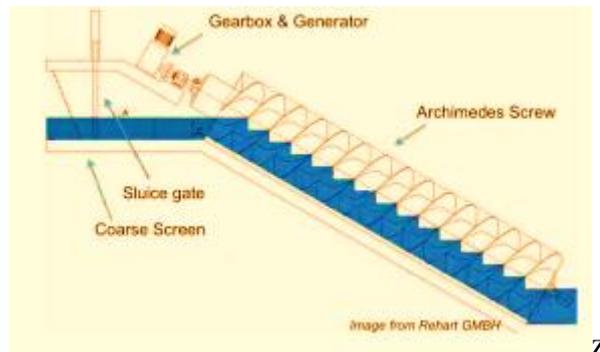
Turbin Archimedes screw merupakan salah satu turbin yang sangat special karena dapat beroperasi pada daerah yang memiliki head yang sangat rendah, seperti pada gambar dibawah ini. Pada penggunaannya turbin screw ini posisinya tergantung dari kondisi head yang ada di lapangan. Turbin screw bekerja pada head rendah dengan ketinggian air jatuh antara 2 – 15 m .(Weking & Jasa, 2018)



Gambar 2.1 Turbin Archimedes Screw

Prinsip kerja turbin ulir Achimedes ialah (lihat Gambar 1) :

- air dari ujung atas mengalir masuk ke ruang di antara kisar sudu ulir (bucket) dan keluar dari ujung bawah;
- gaya berat air dan beda tekanan hidrostatis dalam bucket di sepanjang rotor mendorong sudu ulir dan memutar rotor pada sumbunya dan
- rotor turbin memutar generator listrik yang disambungkan dengan ujung atas poros turbin ulir. (Harja, dkk., 2012)



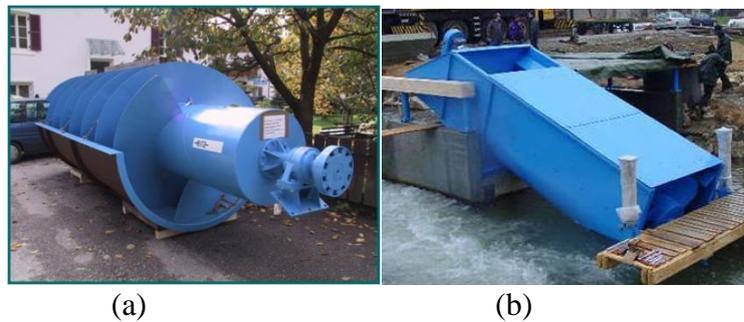
Gambar 2.2. Skematik turbin ulir(Harja dkk., 2012)

Adapun keuntungan turbin screw dibandingkan dengan jenis turbin lain adalah :

- ✓ Biaya konstruksinya yang efisien.
- ✓ Konstruksi bendungan dan pintu air yang sederhana.
- ✓ Tidak mengganggu ekosistem ikan.
- ✓ Umur turbin lebih tahan lama jika dioperasikan dengan putaran rendah.
- ✓ Mudah untuk melakukan perawatan dan inspeksi pada turbin.
- ✓ Tidak membutuhkan draft tube, sehingga dapat mengurangi pengeluaran untuk penggalian pemasangan draft tube.
- ✓ Penggunaan unit peralatan standar dan generator standar dengan biaya yang rendah.
- ✓ Memiliki efisiensi yang tinggi, dengan variasi debit yang besar dan sangat baik untuk debit air yang kecil.
- ✓ Mudah pengoperasiannya dan biaya pemeliharaan yang rendah.

2.3 Jenis-jenis Turbin Screw

Blade merupakan bagian penting dalam suatu sistem konversi energi air sebagai komponen yang berinteraksi langsung dengan air. Turbin air tipe screw dibagi dalam dua jenis yaitu tipe steel strough dan tipe closed compact instalation. 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 (Saefudin, dkk., 2017).



Gambar 2.3. Turbin Screw (a) Tipe Steel Strough dan (b) Tipe Closed Compact Installation(Saefudin dkk., 2017).

2.4 Komponen utama turbin ulir

a) Rangka Turbin archimedes screw

Rangka berfungsi sebagai penyangga guncangan turbin archimedes screw agar tetap meredam getaran yang diakibatkan lajur air yang melewati screw.



Gambar 2.4 Rangka Turbin *archimedes* Screw

b) Screw Turbin

Screw turbin berfungsi sebagai alat mengangkat air dari sungai menuju permukaan. Turbin screw pada dasarnya kebalikan dari pompoa ulir yang berfungsi menggerakan poros generator.



Gambar 2.5 Screw Turbin

c) Pully

Pully berfungsi sebagai komponen atau penghubung putaran yang diterima dari motor listrik kemudian diteruskan dengan menggunakan sabuk atau belt ke benda yang ingin digerakkan.



Gambar 2.6 Pully

d) V-belt

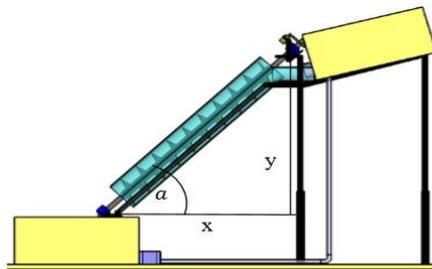
V-belt sebuah transmisi penghubung berbahan karet dengan penampang trapesium. **V Belt** dipasang pada dua buah pulley sehingga dapat bergerak sesuai laju putaran mesin.



Gambar 2.7 V-belt

2.5. Kemiringan

Posisi kemiringan yang tajam dengan maksud agar diperoleh kecepatan dan tekanan air yang tinggi untuk memutar turbin, semakin besar tekanan atau kecepatan air maka daya putar turbin akan semakin cepat yang sangat berpengaruh terhadap daya output yang akan dihasilkan oleh generator.



Gambar 2.8 Kemiringan Head turbin Ulir(Weking & Jasa, 2018)

Derajat kemiringan dapat ditentukan dengan persamaan :

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

Dimana :

Tan α = derajat kemiringan

y = jarak vertikal

x = jarak horizontal

2.6. 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. 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.

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

Efisiensi sistem (η PLTMH) adalah kemampuan peralatan pembangkit untuk mengubah energy kinetic dari air yang mengalir menjadi energy listrik. Untuk menghitung efisiensi dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\eta_{\text{PLTMH}} = \frac{pg}{PH} \cdot 100\%$$

2.7.Torsi

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

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

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat pembuatan turbin archimedes screw dan kegiatan uji coba dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Mukhtar Basri No 3 Medan.

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

Tabel 3.1 kegiatan penelitian

No	Kegiatan	Waktu					
		1	2	3	4	5	6
1	<i>Study</i> Literatur Dan Desain	■	■	■	■		
2	PembuatanAlat Dan Pengujian		■	■	■		
3	Pengambilan Data			■	■	■	
4	Analisa Data				■	■	
5	Seminar Hasil					■	■
6	Sidang Sarjana						■

3.2 Peralatan dan Bahan

3.2.1 Peralatan Mengukur turbin archimedes screw

1. Multitester

Multitester adalah alat yang berfungsi untuk mengukur kuat tegangan, arus ampere dan daya. Terlihat pada gambar 3.2 Multitester dibawah ini.



Gambar 3.1 *Multitester*

Spesifikasi:

Size : 31.5x91x189mm

Color	Black + Orange
LCD Display	2.75"
Features	Stable performance, automatic power off
Application	Diode Testing / transistor hFE measuring function
Max. Display	1999
	200mV~200V +/- (0.8% + 3)
DC Voltage	1000V +/- (0.8% + 4)
	200mV +/- (1.2% + 3)
AC Voltage	2mV~200V +/- (0.8% + 3)
	750V +/- (1.2% + 3)
	2mA~20mA +/- (1.2% + 2)
DC Current	200mA +/- (1.4% + 2)

	20A +/- (2.0% + 2)
	2mA~20mA +/- (1.2% + 3)
AC Current	200mA +/- (1.4% + 3)
	20A +/- (2.0% + 7)
Resistance	200~200M +/- (0.8%-10% + 2) ohm *detail cek user manual
Capacitance	2nF~200Uf
Frequency	2kHz-200kHz
Power Supply	1 x 9V
	1 x Multimeter
	1 x Red pen
Packing List	1 x Black Pen
	1 x User manual

2. Tachometer Digital Laser DT2234C

Tachometer adalah suatu alat uji yang dibuat dan didesain untuk mengukur kecepatan putaran pada poros turbin. Terlihat pada gambar 3.3 *Tachometer Digital Laser DT2234C* dibawah ini.



Gambar 3.2 Tachometer Digital Laser DT2234C

- 5 digit 18mm (0,6 “) LCD.
- Akurasi: $\pm (0,05\% + 1 \text{ digit})$.
- Waktu Sampling: 0.8sec (lebih dari 120RPM).
- Jangkauan Pilih: Auto-Mulai.
- Memory: Max. nilai, Min. nilai, nilai terakhir.
- Rentang pengukuran: 2.5 – 99,999RPM.
- Resolusi: 0.1RPM (2,5 – 999.9RPM).

- 1RPM (lebih dari 1.000 rpm).

3. Generator

Generator listrik adalah mesin yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik dari sumber energi mekanik. Prinsip kerja dari generator listrik adalah induksi elektromagnetik. Berikut dibawah ini gambar. Terlihat pada gambar 3.4 Generator dibawah ini.



Gambar 3.3 Genertor

Spesifikasi

- Generator permanen magnet neyodimium 30 biji N52 out put ac/dc
- Low 100 RPM / Max 500 RPM
- 24 Volt
- 300 Watt
- Generator, rotor permanent magnet neodymium sudah diconvert/dirubah ke DC volt dengan dioda bridge, kalau mau jadi 220volt ac, tinggal conect ke inverter, dioda bridge sudah include

4.Pompa Air

Pompa air adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengalirkan air dari dalam tanah ke seluruh keran yang ada di rumah dengan menghisap air dari permukaan yang rendah ke permukaan yang tinggi. Terlihat pada gambar 3.6 Pompa Air dibawah ini.



Gambar 3.4 Pompa Air

Gasolin Engine Water Pump

Type : 20 CX (2")

Suction : 7

Total Head : 26 M

Max. Capacity : 650 L/Min

Engine Type : RF 160

Power : 5.4 HP / 3600 RPM

Starting System : Recoil Starter

Dimention : 485x390x400 mm

Gross Weight : 27 Kg

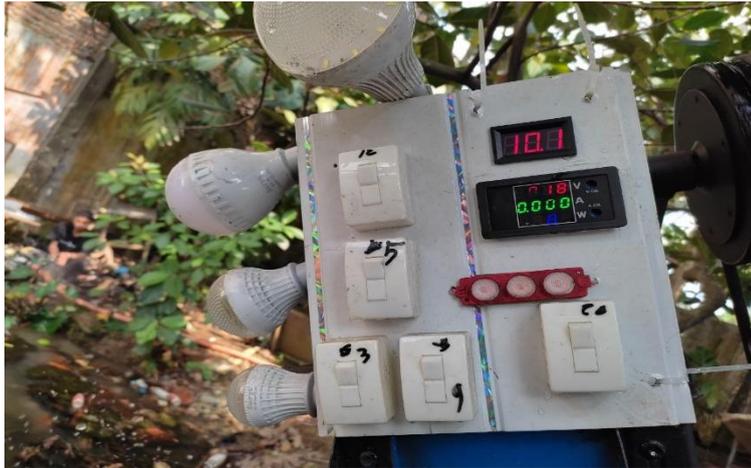
Tank Capacity : 3 L

Max. Input : -/+ 2 H

Max 650 liter/menit

5.Box panel

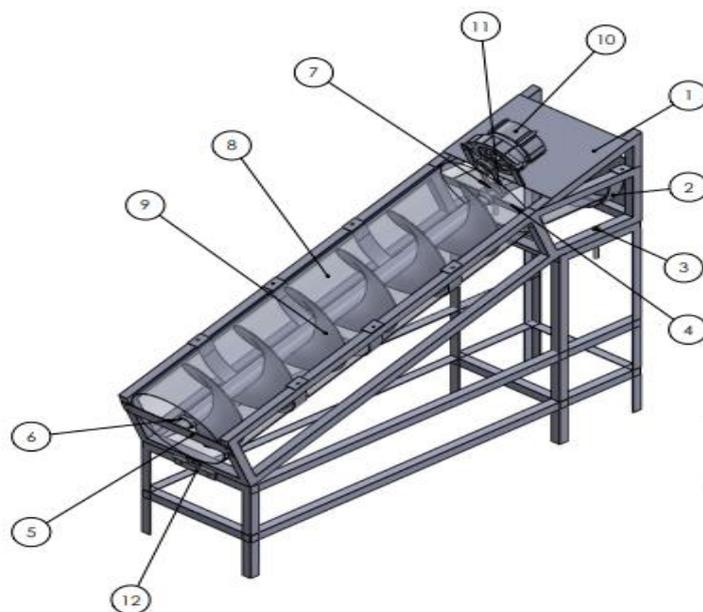
Box Panel digunakan untuk memasang alat kelistrikan dan mengontrol mesin serta menjaga keamanan pada saat terjadinya gangguan dalam aliran listrik. Terlihat pada gambar 3.7 *Box Panel* dibawah ini.



Gambar 3.5 *Box panel*

6. Turbin *Archimedes Screw*

Turbin *Archimedes screw* adalah suatu turbin yang bekerja pada head dan laju aliran yang rendah yang dapat di gunakan untuk menghasilkan listrik pada tingkat mikro. Turbin ini sangat cocok untuk sungai-sungai yang ada di wilayah indonesia yang memiliki head rendah kurang dari 10 meter dan saluran irigasi dengan head yang memenuhi. Terlihat pada gambar 3.1 Skema Turbin *Archimedes Screw* dibawah ini.



Keterangan gambar :

1. *Chassis*
2. *Holder Cover Turbin*
3. *Bolt Adjuster*
4. *Holder Tubin*
5. *Holder Tubin*
6. *Skf – 6005 (ukuran bearing)*
7. *Pulley*
8. *Turbin Cover*
9. *Turbin*
10. *Alternator*
11. *Belt*
12. *Hinge*

Gambar 3.6 Skema Turbin *Archimedes Screw*

3.2.2. .Bahan Penelitian

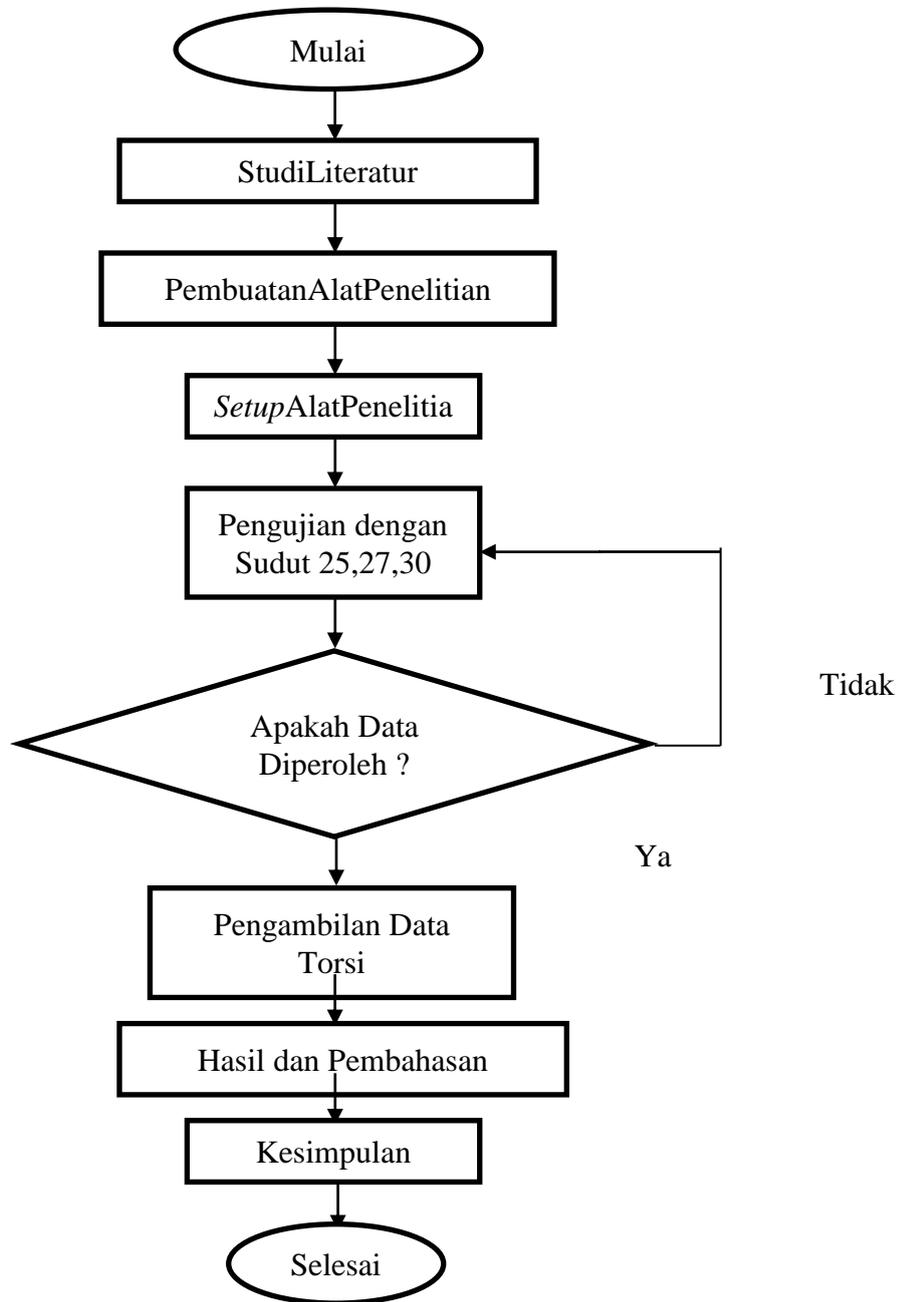
Adapun bahan yang digunakan (fluida kerja) pada penelitian ini adalah air



Gambar 3.7 Air

3.3 Bagan alir

Agar penelitian dapat berjalan sistematis, maka diperlukan rancangan penelitian atau langkah-langkah penelitian. Adapun diagram alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 3.8 Diagram Alir

3.4. Prosedur Pengujian

Percobaan pertama pada simulasi turbin archimedes screw dengan mengukur variasi sudut.

1. Menyiapkan instalasi pengujian Turbin archimedes screw.
2. Mengisi gelas ukur tampungan air 2 liter.
3. Mengukur head.
4. Pastikan semua kondisi alat dalam keadaan baik.
5. Pastikan posisi katup dalam keadaan membuka full.
6. Tekan saklar untuk menghidupkan pompa air.
7. Mengukur putaran poros turbin yang dikopel dengan generator menggunakan *tachometer* terlebih dahulu sebelum diberi beban.
8. Mengulang langkah nomor dua sampai dengan delapan dengan variasi sudut yang berbeda.
9. Mengolah data penelitian yang didapatkan.
10. Menganalisa data penelitian untuk mengetahui hubungan antara variabel yang telah ditentukan.
11. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data penelitian

Data penelitian yang diperoleh.

4.2 Spesifikasi turbin archimedes screw

Penelitian memerlukan ukuran dari alat dan bahan yang digunakan sebagai bahan pengolahan data, berikut spesifikasi turbin Archimedes screw pada penelitian :

4.3 Data yang diperoleh dari hasil pengujian

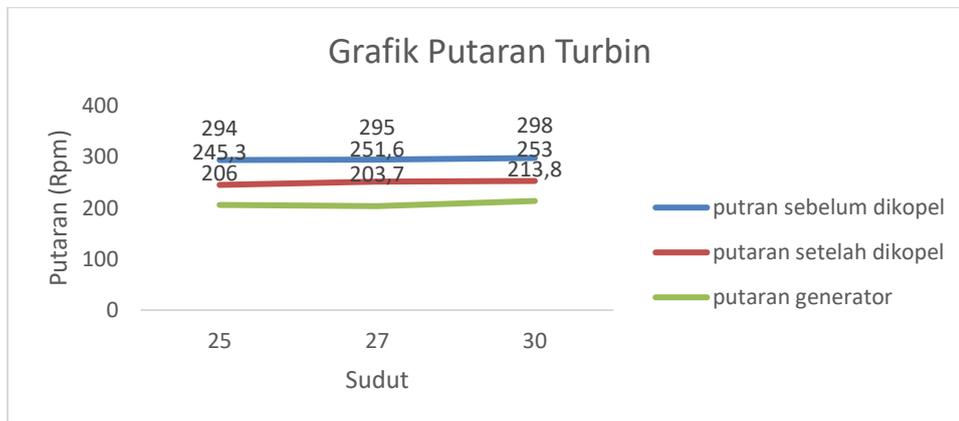
Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan data putaran turbin sebelum dikopel, putaran turbin setelah dikopel, putaran generator, tegangan tanpa beban, arus tanpa beban, daya tanpa beban, tegangan dengan beban, arus dengan beban, dan daya dengan beban.

Tabel 4.1 Tabel data

no	Sudut (°)	Debit (m ³ /s)	Putaran sebelum dikopel (rpm)	Putaran setelah dikopel (rpm)	Putaran generator (rpm)	Tegangan sebelum dengan beban (volt)	Arus tanpa beban (ampere)	Daya tanpa beban (watt)	Tegangan dengan beban (volt)	Arus dengan beban (amper)	Daya dengan beban (watt)
1	25	0.00462	294	245.3	206	0.3	0	0	9.12	0.291	2.738
2	27	0.00606	295	251.6	203.7	10.5	0	0	9.33	0.356	3.52
3	30	0.00875	298	253	213.8	11.2	0	0	9.46	0.37	4.35

a . Grafik putaran turbin

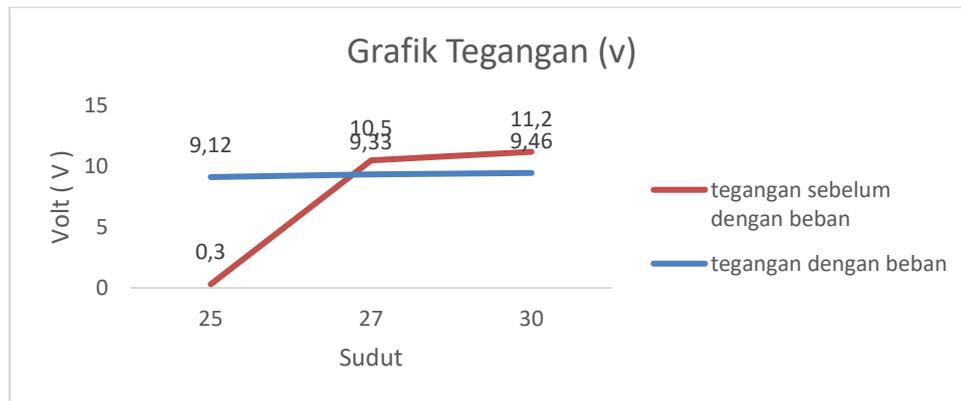
Grafik hasil pengukuran perubahan debit air terhadap putaran turbin dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.1. Grafik Putaran turbin

Grafik dari pengukuran turbin sebelum dan sesudah dikopel dengan generator dapat di lihat pada gambar 4.1 dimana pada putaran tertinggi didapatkan pada sudut 30° sebesar 298 rpm sebelum dikopel dengan generator dan 253 rpm sesudah dikopel dengan generator. Semakin besar sudut turbin bukan berarti semakin cepat pula putaran turbin yang belum dikopel dengan generator. Hal ini karena pengaruh air yang melewati turbin, jika terlalu banyak merendam turbin, maka turbin akan lambat berputar, begitu pula sebaliknya, jika turbin tidak tergenang air, turbin tidak akan berputar, jadi antara tenggelam turbin dan aliran air harus seimbang, pada debit 0,00875 dengan debit sudut 30°

b. Grafik tegangan

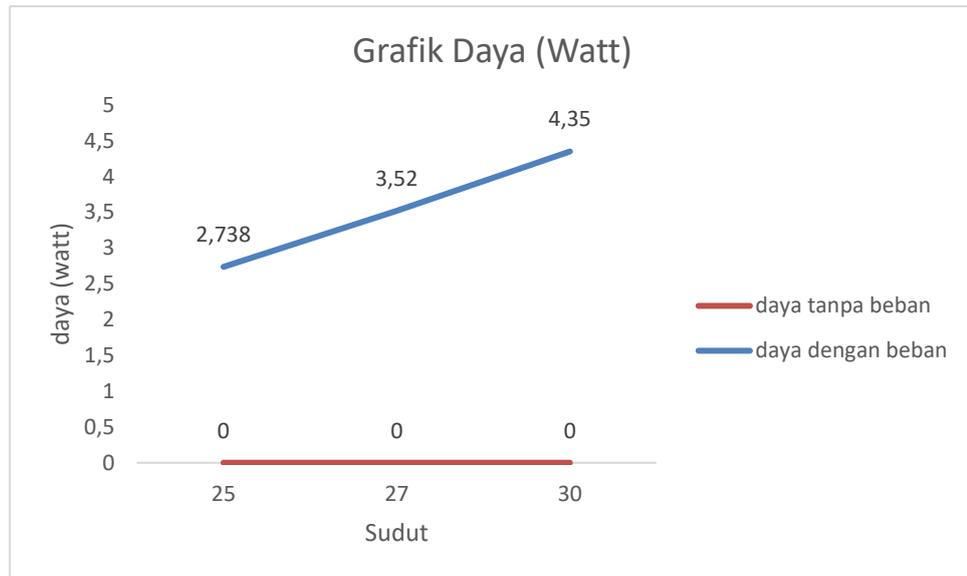


Gambar 4.2. Grafik Tegangan

Berdasarkan grafik hubungan antara Tegangan sebelum dengan beban di atas dapat di lihat bahwa peningkatan sudut air akan menyebabkan tegangan semakin besar. Tegangan terbesar terjadi pada sudut 30° , yaitu sebesar 11,2 Volt, sedangkan pada sudut 27° tegangan sebesar 10,5 Volt dan untuk tegangan terkecil pada sudut 25° , yaitu sebesar 0,3 Volt.

Berdasarkan grafik hubungan antara Tegangan dengan beban di atas dapat di lihat bahwa, peningkatan sudut air akan menyebabkan tegangan semakin besar. Tegangan terbesar terjadi pada sudut 30° , yaitu sebesar 9,46 Volt, sedangkan pada sudut 27° tegangan sebesar 9,33 Volt dan untuk tegangan terkecil pada sudut 25° , yaitu sebesar 9,12 Volt.

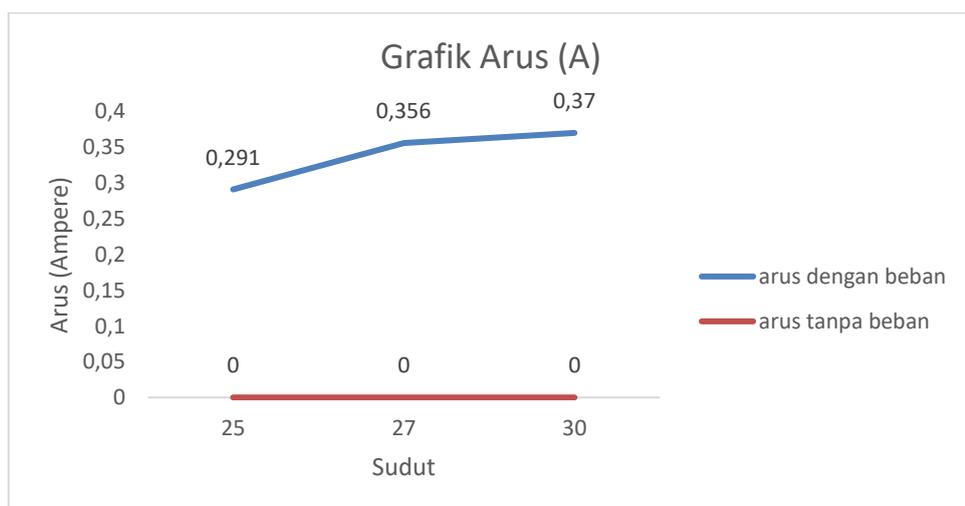
c. Grafik daya



Gambar 4.3. Grafik daya

Berdasarkan grafik perubahan sudut dengan daya di atas dapat dilihat bahwa, peningkatan sudut air akan menyebabkan daya air semakin cepat. Daya terbesar terjadi pada sudut 30° , yaitu 4,35 Watt, sedangkan pada sudut 27° daya yang terjadi sebesar 3,52 dan pada sudut 25° daya yang terjadi sebesar 2,73 Watt.

d. Grafik arus



Gambar 4.4. Grafik arus

Berdasarkan pada grafik sudut dengan Arus, dapat kita lihat bahwa, semakin besar sudut semakin besar pula Arus yang terjadi. Arus terbesar terjadi pada sudut 30^0 , yaitu sebesar 0,37 Ampere, selanjutnya pada sudut 27^0 arus yang terjadi sebesar 0,356 Ampere, dan pada sudut 25^0 arus yang terjadi sebesar 0,291 Ampere.

Perhitungan daya hidrolis

Percobaan pertama

$$P = \rho \times g \times Q \times H$$

$$P = 1000 \times 9,81 \times 0,00462 \times 0,40$$

$$P = 18,11711 \text{ Watt}$$

Jadi, pada percobaan pertama didapatkan daya hidrolis sebesar 18,11711 Watt

Percobaan kedua

$$P = \rho \times g \times Q \times H$$

$$P = 1000 \times 9,81 \times 0,00606 \times 0,44$$

$$P = 26,14012 \text{ Watt}$$

Jadi, pada percobaan kedua didapatkan daya hidrolis sebesar 26,14012 Watt

Percobaan ketiga

$$P = \rho \times g \times Q \times H$$

$$P = 1000 \times 9,81 \times 0,00875 \times 0,48$$

$$P = 41,20200 \text{ Watt}$$

Jadi, pada percobaan ketiga didapatkan daya hidrolis sebesar 41,20200 Watt

Torsi

Percobaan pertama

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

$$T = \frac{2,738}{2\pi \frac{245,3}{60}}$$

$$T = 0,10664 \text{ Nm}$$

Jadi hasil torsi yang didapatkan pada percobaan pertama sebesar 0,10664 Nm

Percobaan kedua

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

$$T = \frac{3,52}{2\pi \frac{251.6}{60}}$$

$$T = 0,13367 Nm$$

Jadi hasil torsi yang didapatkan pada percobaan kedua sebesar 0,13367Nm

Percobaan ketiga

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

$$T = \frac{4,352}{2\pi \frac{253}{60}}$$

$$T = 0,16427 Nm$$

Jadi hasil torsi yang didapatkan pada percobaan ketiga sebesar 0,16427Nm

Efisiensi

Percobaan pertama

$$\eta = \frac{P}{Ph} \times 100$$

$$\eta = \frac{2,738}{18,11711} \times 100$$

$$\eta = 15,1127873 \%$$

Jadi efisiensi yang didapat pada percobaan pertama sebesar 15,1127873%

Percobaan kedua

$$\eta = \frac{P}{Ph} \times 100$$

$$\eta = \frac{3,52}{26,14012} \times 100$$

$$\eta = 13,4658916 \%$$

Jadi efisiensi yang didapatkan pada percobaan kedua sebesar 13,4658916%

Percobaan ketiga

$$\eta = \frac{P}{Ph} \times 100$$

$$\eta = \frac{4,35}{41,20200} \times 100$$

$$\eta = 10,557740 \%$$

Jadi efisiensi yang didapatkan pada percobaan ketiga sebesar 10,557740%

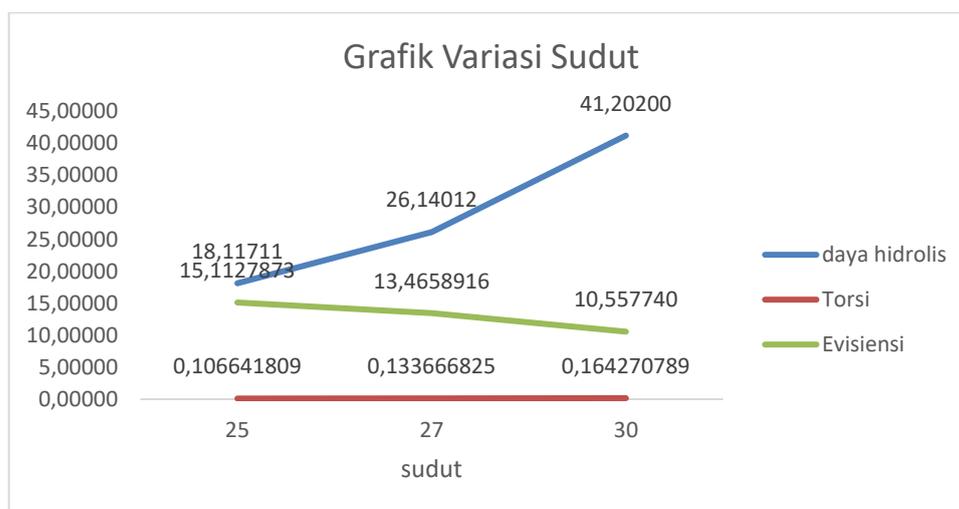
4.5. Hasil data pengujian

Dari hasil data yang telah diperoleh dapat dilihat pada tabel dibawah ini sebagai berikut :

Tabel 4.2 Tabel Hasil

Sudut(^o)	Daya Hidrolis (Watt)	Torsi(Nm)	Evisiensi(%)
25°	18,11711	0,10664	15,1127873
27°	26,14012	0,13367	13,4658916
30°	41,20200	0,16427	10,557740

Analisa data hasil pengujian di atas dapat ditampilkan ke dalam bentuk grafik untuk mengetahui fenomena yang terjadi pada variasi sudut 25°,27°,30°.Untuk mengetahui hasil variasi sudut dapat di lihat grafik di bawah ini sebagai berikut



Gambar 4.5 Grafik Hasil Perbandingan

Pada gambar grafik 4.5 dapat di jelaskan bahwa pada sudut 30° memiliki daya hidrolis tertinggi sebesar 41,20200 watt namun terjadi penurunan daya hidrolis pada sudut 27°. Hal tersebut dikarenakan selisih antara kecepatan putaran turbin dengan kecepatan putaran generator pada sudut 27°. bukan yang paling tinggi.

Pada sudut 30° memiliki torsi tertinggi yaitu 0,16427 Nm, namun terjadi penurunan torsi pada sudut 27°. Hal tersebut dikarenakan selisih antara kecepatan putaran turbin dengan kecepatan putaran generator pada sudut 27°. bukan yang paling tinggi. Pada sudut 30° kecepatan putaran turbin adalah 253 rpm sedangkan kecepatan putaran generator adalah 213,8 rpm, dan memiliki selisih tertinggi dari pada yang lain. Sehingga torsi tertinggi diperoleh pada sudut 30° yaitu sebesar 0,16427 Nm. Torsi terendah diperoleh pada sudut 25° yaitu sebesar 0,10664 Nm.

Efisiensi terbesar pada sudut 25° yaitu 15,11227873% namun terjadi penurunan efisiensi pada sudut 30°. Hal ini disebabkan karena sudut 25° lebih stabil untuk memutar putaran turbin archimedes screw dibanding sudut kemiringan 30°.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pengujian analisa data, maka diperoleh kesimpulan :

1. Putaran terbesar Saat turbin sebelum dikopel dengan sudut 30^0 , yaitu sebesar 298 Rpm, sedangkan putaran terkecil pada sudut 25^0 menghasilkan putaran sebesar 294 Rpm.
2. Putaran terbesar saat turbin setelah dikopel dengan sudut 30^0 , yaitu sebesar 253 Rpm, sedangkan putaran terkecil pada sudut 25^0 menghasilkan putaran sebesar 245,3.
3. Putaran generator terbesar terjadi pada sudut 30^0 , yaitu 213.8 Rpm, sedangkan putaran terkecil pada sudut 27^0 sebesar 206 Rpm.
4. Semakin besar sudut yang digunakan, semakin besar pula aliran yang terjadi.

5.2 Saran

Beberapa saran yang penting untuk peneliti selanjutnya yang ingin melanjutkan penelitian tentang variasi sudut air pada turbin archimedes screw skala mikro ini atau ingin mengembangkan penelitian ini :

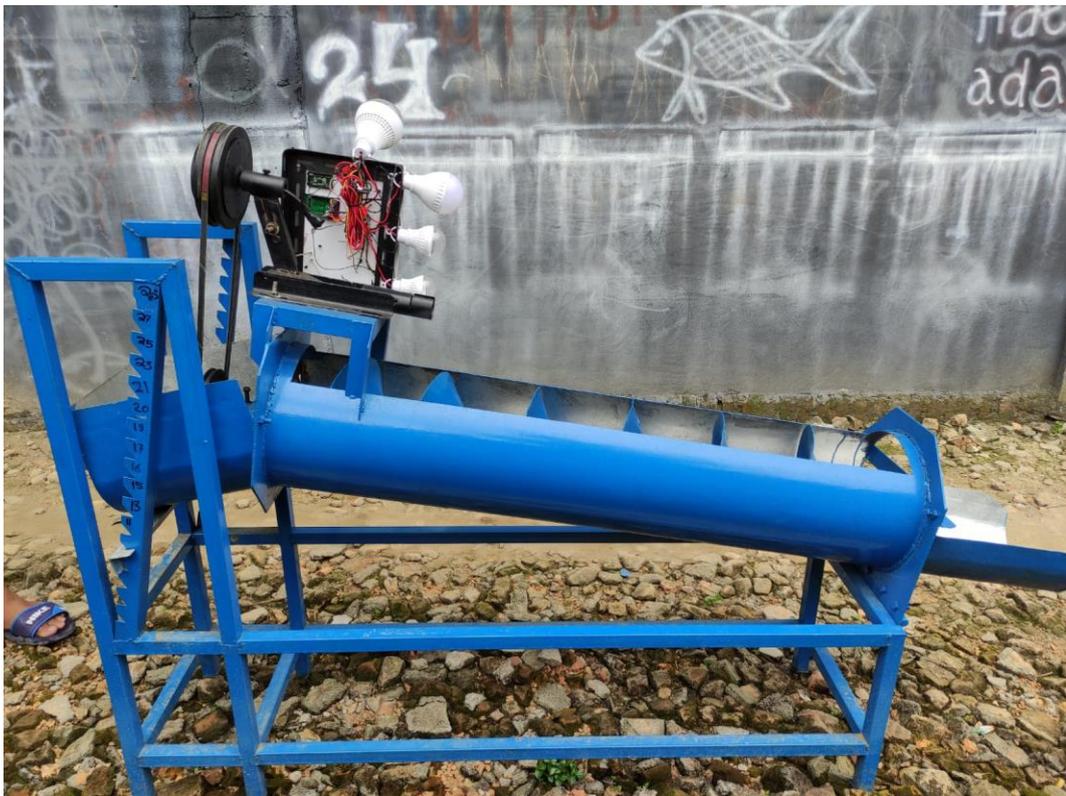
1. Diharapkan pengujian turbin archimedes ini berada di dekat sumber air agar lebih maksimal dalam pengambilan data.
2. Diharapkan dalam pembuatan Turbin Archimedes Screw lebih diperhitungkan kembali pada jarak antar sudu dan diameter poros
3. Diharapkan mahasiswa yang ingin melanjutkan penelitian mengenai Turbin Archimedes Screw membuat ruang lingkup yang baru.
4. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat mengembangkan dan menghasilkan eksperimen yang lebih baik lagi dan dapat diaplikasikan pada daerah-daerah terpencil yang tidak tersedia aliran listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulkadir, M. (2017). *PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN TERHADAP KINERJA TURBIN ULIR*. 2(1), 65–72.
- Adly, H., & Irfan, A. (2010). *Kaji Eksperimental Penentuan Sudut Ulir Optimum Pada Turbin Ulir Untuk Data Perancangan Turbin Ulir Pada Pusat Listrik Tenaga Mikrohidro(PLTMH) DENGAN HEAD RENDAH*. 13–15.
- Akhmad, N., & Dwi, aries H. (2018). Kajian Teoritis Uji Kerja Turbin Archimedes Screw Pada Head Rendah. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 9(2), 783–796.
<https://doi.org/10.24176/simet.v9i2.2340>
- Harja, H. B., Abdurrachim, H., & Yoewono, S. (2012). *Studi Eksperimental Kinerja Turbin Ulir Archimedes*. *Snttm Xi*, 16–17.
- Jamaludin. (2018). *DEBIT AIR OPTIMUM MODEL SCREW TURBINE PADA PITCH A=1,2 Ro DAN A=2 Ro SEBAGAI PENGGERAK GENERATOR LISTRIK*. 3(1). <https://doi.org/10.31000/dinamika.v3i1.1086>
- Karim, M. W. N., Widyanrtono, M., Hermawan, A. C., & Haryudo, S. I. (2021). KAJIAN KEMIRINGAN BLADE DAN HEAD TURBIN ARCHIMEDES SCREW TERHADAP DAYA KELUARAN GENERATOR AC 1 PHASE 3 kW Muhammad Wildan Nur Karim Mahendra Widyartono , Aditya Chandra Hermawan , Subuh Isnur Haryudo Abstrak. *Teknik Elektro*, 10, 219–228.
- Made, agus trisna saputra, Antonius, ibi weking, & I, wayan artawijaya. (2019). *EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI SUDUT ULIR PADA TURBIN ULIR (Archimedean Screw) PUSAT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO DENGAN Head RENDAH*. 18(1), 83–90.
- Putra, I. G. W., Weking, A. I., & Jasa, L. (2018). Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(3), 385.
<https://doi.org/10.24843/mite.2018.v17i03.p13>
- Saefudin, E., Kristiyadi, T., Rifki, M., & Arifin, S. (2017). Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 1(3), 233–244. <https://doi.org/10.26760/jrh.v1i3.1775>

Weking, A. I., & Jasa, L. (2018). *Pengaruh Sudut Kemiringan Head Turbin Ulir dan Daya Putar Turbin Ulir dan Daya Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro*. 17(3).

Lampiran













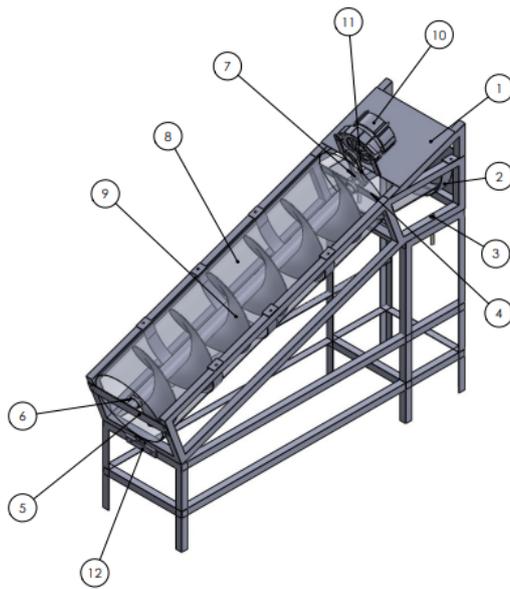






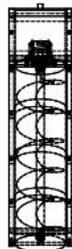




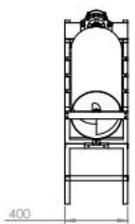


ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	CHASSIS		1
2	HOLDER COVER TURBIN		4
3	BOLT ADJUSTER		2
4	HOLDER TUBIN - 1		1
5	HOLDER TUBIN - 2		1
6	SKF - 6005		2
7	PULLEY		1
8	TURBIN COVER		1
9	TURBIN		1
10	ALTERNATOR		1
11	BELT		1
12	HINGE		1

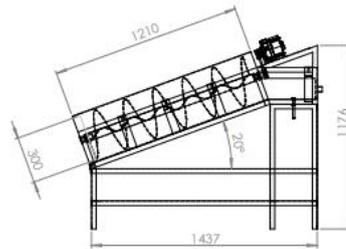
	SKALA : 1 : 1	DIGAMBAR : KELOMPOK SOLID	PERINGATAN :
	UKURAN : mm	DEPT : MESIN	
	TANGGAL : 04-06-2021	DIHAT :	
LAB. GAMBAR MESIN UMSU MEDAN	SCREW TURBINE ASSEMBLY	NO. P-01/01	A3



TOP VIEW



FRONT VIEW



SIDE VIEW

	SKALA : 1 : 1	DIGAMBAR : KELOMPOK SOLID	PERINGATAN :
	UKURAN : mm	DEPT : MESIN	
	TANGGAL : 04-06-2021	DIHAT :	
LAB. GAMBAR MESIN UMSU MEDAN	PROJECTED VIEW	NO. P-01/03	A3