

**PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICO HYDRO DENGAN
SYSTEM ARCHIMEDES SCREW TURBINE DI AREA
IRIGASI PESAWAHAN**

*Diajukan Untuk Memenuhi Tugas-Tugas
Dan Syarat-Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

DISUSUN OLEH:

BISMI KHOZALI ALFA REZA
1907220092



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Bismi Khozali Alfa Reza

Npm : 1907220092

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro Dengan System
Archimdes Screw Turbine Di Area Irigasi Pesawahan

Bidang Ilmu : Energy Baru Terbaharukan

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, 30 April 2024

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing

Noorly Evalina, S.T., M.T.

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T.

Elvy Sahnur Nasution, S.T., MPd

Program Studi Teknik Elektro



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Bismi Khozali Alfa Reza
Tempat/Tanggal Lahir : Lima Laras, 27 Maret 2001
Npm : 1907220092
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

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

" Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro Dengan System Archimdes Screw Turbine Di Area Irigasi Pesawahan. "

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 orisinil dan otentik.

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

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

Medan, 30 April 2024
Saya yang menyatakan,



Bismi Khozali Alfa Reza

ABSTRAK

Pembangunan pembangkit listrik terus berlanjut untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat, namun biaya dan lahan yang tinggi dari pembangkit konvensional menjadi hambatan. Dalam konteks ini, energi air menawarkan potensi besar sebagai sumber energi terbarukan yang murah dan tidak membutuhkan lahan luas. Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (PLTPh) menjadi alternatif yang menjanjikan, dengan menggunakan turbin *archimedes screw* yang efisien dalam kondisi *head* dan debit air rendah. Tujuan penelitian ini berfokus pada implementasi PLTPh di area irigasi pesawahan, dimana aliran air sudah tersedia, untuk mengevaluasi potensi pemanfaatan energi picohydro dalam konteks pertanian irigasi dengan menggunakan metode eksperimen. Penelitian melibatkan survei lapangan untuk mengidentifikasi lokasi potensial dan karakteristik aliran air yang dapat mendukung sistem PLTPh dengan turbin *archimedes screw*. Selain itu, uji performa turbin dan analisis ekonomi dilakukan untuk mengevaluasi efisiensi sistem dan kelayakan finansialnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PLTPh dengan *archimedes screw turbine* yang didasarkan pada prinsip dasar hukum *archimedes* dapat diimplementasikan secara efektif di area irigasi pesawahan dengan memperhatikan beberapa aspek seperti identifikasi potensi pesawahan, desain sistem, pembangunan saluran air, pemasangan *archimedes screw turbine*, serta memperhatikan sistem kelistrikan. PLTPh ini menghasilkan energi listrik dengan menggunakan generator DC sebesar 12,34 Vdc dan arus sebesar 0,16 A dengan dampak lingkungan minim. Penelitian ini juga menyoroti potensi peningkatan produktivitas pertanian melalui pemanfaatan energi terbarukan dalam sistem irigasi.

Kata kunci : Energi Baru Terbaharukan, PLTPh, *Archimedes Screw Turbine*, Irigasi pesawahan

ABSTRACT

Construction of power plants continues to meet people's electricity needs, but the high costs and land of conventional plants are obstacles. In this context, hydro energy offers great potential as a source of renewable energy that is cheap and does not require large areas of land. The Picohydro Power Plant (PLTPH) is a promising alternative, using an Archimedes screw turbine which is efficient in conditions of low head and water discharge. The aim of this research focuses on the implementation of PLTPH in rice field irrigation areas, where running water is already available, to evaluate the potential for utilizing picohydro energy in the context of irrigated agriculture using experimental methods. The research involved a field survey to identify potential locations and water flow characteristics that could support a PLTPH system with an Archimedes screw turbine. Additionally, turbine performance tests and economic analyzes were conducted to evaluate the system's efficiency and financial feasibility. The research results show that PLTPH with an Archimedes screw turbine which is based on the basic principles of Archimedes' law can be implemented effectively in rice field irrigation areas by paying attention to several aspects such as identification of rice field potential, system design, construction of water channels, installation of Archimedes screw turbines, as well as paying attention to the electrical system. This PLTPH produces electrical energy using a DC generator of 2.65 Vdc and a current of 0.016 A with minimal environmental impact. This research also highlights the potential for increasing agricultural productivity through the use of renewable energy in irrigation systems.

Keywords: *New Renewable Energy, PLTPH, Archimedes Screw Turbine, Rice field irrigation*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Puji syukur kita ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* dengan *System Archimedes Screw Turbine* Di Area Irigasi Pesawahan” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan motivasi kepada kami didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu mendo'akan dan memberikan kasih sayangnnya yang tidak ternilai kepada kami semua sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, M.sc, P.hd, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
6. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Ibu Elvy Sahnur, S.T., M.Pd., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Ibu Noorly Evalina S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing kami dalam penulisan laporan Tugas Akhir.

9. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2019

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa yang akan datang. Akhirnya kami mengharapkan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri pribadi dan para pembaca terkhusus bagi dunia kontruksi Teknik Elektro serta kepada Allah SWT, kami serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Medan, 30 April 2024

Penulis



Bismi Khozali Alfa Reza

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	
LEMBAR PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN	
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	
ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Ruang Lingkup	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)	5
2.2. Klasifikasi Kapasitas Energi PLTA.....	5
2.2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Mikohidro	6
2.2.2. Pembangkit Listrik Tenaga <i>Pico Hydro</i> (PLTPH)	7
2.3. Prinsip Kerja PLTPH	9
2.4. Keuntungan dan Tantangan Dalam Mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga <i>Pico Hydro</i>	11
2.5. Turbin.....	12
2.6. Tenaga Air (<i>Hydropower</i>).....	22
2.7. <i>Archimedes Screw Turbine</i>	24
2.8. Prinsip kerja <i>Archimedes Screw Turbine</i>	26
2.8.1. Komponen <i>Archimedes Screw Turbine</i>	27
2.8.2. Kelebihan dan Kekurangan <i>System Archimedes Screw Turbine</i>	35
2.9. Efisiensi Konversi Energi	37

2.9.1.	Kecepatan Aliran Air	38
2.9.2.	Ukuran dan Jumlah <i>Blade</i>	38
2.9.3.	Sudut Kemiringan.....	40
2.9.4.	Tinggi Jatuh Air.....	41
2.9.5.	Kondisi Lingkungan	41
2.10.	Irigasi Pesawahan.....	42
BAB III	METODE PENELITIAN	45
3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian	45
3.2.	Alat dan Bahan	45
3.2.1.	Alat	45
3.2.2.	Bahan	49
3.3.	Prosedur Penelitian	54
3.3.1.	Pembuatan dan Perakitan	54
3.3.2.	Pengujian dan Pengambilan Data.....	56
3.4.	Blok Diagram Sistem Kerja	57
3.5.	Gambar Ilustrasi Pembangkit Listrik Tenaga <i>Pico Hydro</i>	58
3.6.	Bagan Alir Penelitian.....	59
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	60
4.1.	Menganalisis Prinsip Kerja dari Archimdes <i>Screw Turbin</i>	60
4.2.	Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro Dengan System <i>Archimdes Screw Turbine</i> Di Area Irigasi Pesawahan	Error! Bookmark not defined.
4.3.	Hasil Pengujian Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.3.1.	Pengukuran kecepatan saluran irigasi.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.2.	Pengukuran debit dan potensi daya .	Error! Bookmark not defined.
4.4.	Data Hasil Pengamatan	Error! Bookmark not defined.
4.5.	Tabel Hasil dan Analisis Data	Error! Bookmark not defined.
4.5.1.	Daya Listrik Yang Dihasilkan Tanpa Modul Trafo Step Up ...	Error! Bookmark not defined.
4.5.2.	Daya Listrik Yang Dihasilkan Dengan Modul Trafo Step Up.	Error! Bookmark not defined.
BAB V	PENUTUP.....	78
5.1.	Kesimpulan.....	78
5.2.	Saran	78

DAFTAR PUSTAKA.....	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi PLTA Berdasarkan Kapasitas	6
Tabel 2. 2 Klasifikasi PLTA Berdasarkan Head	6
Tabel 2. 3 Spesifikasi Generator.....	31
Tabel 3. 1 Data Hasil Rancangan Archimedes Screw Turbine.....	55
Tabel 4. 1 Pengukuran Kecepatan aliran irigasi	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 Rancangan PLTPh.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3 Data hasil pengujian Archimedes Screw Turbine Dengan Beban Lampu 3 Watt.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4 Data hasil pengujian Archimedes Screw Turbine Dengan Trafo Step Up dan Beban Lampu 10 Watt	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5 Tegangan Dan Arus Yang Dihasilkan ..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 6 Pengujian Daya Listrik	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 7 Spesifikasi Modul Trafo Step Up.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 8 Tegangan Dan Arus Yang Dihasilkan ..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 9 Pengujian Daya Listrik	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Turbin Pelton	16
Gambar 2. 2 Turbin Turgo	17
Gambar 2. 3 Turbin Francis	19
Gambar 2. 4 Turbin Kaplan.....	20
Gambar 2. 5 Turbin Roda Air.....	21
Gambar 2. 6 Turbin Archimedes Screw.....	22
Gambar 2. 7 Skema turbin archimedes screw	24
Gambar 2. 8 Ilustrasi Parameter Turbin.....	26
Gambar 2. 9 Generator Ac dan Dc	30
Gambar 2. 10 Poros	31
Gambar 2. 11 Gear dan Rantai	32
Gambar 2. 12 Bearing	33
Gambar 2. 13 Baterai 12 volt	34
Gambar 2. 14 Desain Turbin Ulir Jarak 18 cm	39
Gambar 2. 15 Desain Turbin Ulir Jarak 22 cm	39
Gambar 2. 16 Desain Turbin Ulir Jarak 25 cm	40
Gambar 2. 17 Kemiringan Turbin Ulir	41
Gambar 2. 18 Kondisi Lingkungan Tempat Penelitian	42
Gambar 3. 1 Gerinda.....	45
Gambar 3. 2 Las Listrik	46
Gambar 3. 3 Bor Listrik	46
Gambar 3. 4 Penggaris dan Meteran.....	46
Gambar 3. 5 Palu	47
Gambar 3. 6 Multitester	47
Gambar 3. 7 Jangka	48
Gambar 3. 8 Solder	48
Gambar 3. 9 Lem Korea.....	48
Gambar 3. 10 Besi Hollow	49
Gambar 3. 11 Pipa PVC 2,5 Inch	49
Gambar 3. 12 Gear T26 dan T12.....	50
Gambar 3. 13 Rantai	50
Gambar 3. 14 Mur dan Baut.....	50
Gambar 3. 15 Bearing	51
Gambar 3. 16 Generator Dc	51
Gambar 3. 17 Lampu Dc.....	52
Gambar 3. 18 Rangka Archimedes Screw Turbine	52
Gambar 3. 19 Archimedes Screw Turbine	53
Gambar 3. 20 Kabel Jumper.....	53
Gambar 3. 21 Tempat Penelitian	54

Gambar 3. 22 Blok Diagram Sistem Kerja	57
Gambar 3. 23 Ilustrasi Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro.....	58
Gambar 3. 24 Bagan Alir Penelitian	59
Gambar 4. 1 Sistem Kerja Archimedes Screw turbine	60
Gambar 4. 2 Grafik tegangan output setelah terbebani.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3 Grafik Arus output setelah terbebani	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4 Grafik daya output simulasi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 5 Modul Trafo Step Up	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 6 Grafik tegangan output setelah terbebani.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 7 Grafik Arus output setelah terbebani	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 8 Grafik daya output simulasi	Error! Bookmark not defined.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan akan energi semakin meningkat, seiring dengan pertumbuhan populasi dan perkembangan industri pada saat ini. Namun penggunaan sumber energi fosil yang tidak terbarukan seperti minyak dan gas menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan yang dapat membahayakan serta energi tersebut dapat habis dalam kurung waktu tertentu. Peralihan ke energi terbarukan pada saat ini sangat tepat untuk menjadi energi cadangan dalam suatu tempat salah satunya yaitu di area persawahan. Berikut adalah beberapa macam energi baru dan terbarukan yang umum digunakan saat ini, yaitu sebagai berikut : energi matahari (*solar power*), energi angin (*wind power*), energi air (*hydropower*), energi panas bumi (*geothermal power*), energi biomassa (*biomass power*), energi ombak (*wave power*), energi pasang surut (*tidal power*). (Evalina et al., 2022).

Luas keseluruhan daratan dan perairan Indonesia adalah sekitar 1.904.569 km² dengan 93% wilayah perairan dan 7% wilayah daratan. Hydropower adalah energi listrik yang dihasilkan dari arus air yang digunakan untuk menggerakkan turbin dan generator listrik. Energi ini biasanya dihasilkan dari bendungan, air terjun, atau sungai yang dialirkan melalui pipa dan turbin. *Hydropower* merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang paling banyak digunakan di seluruh dunia karena energi air tidak habis dan tidak menghasilkan emisi karbon seperti energi fosil. Selain itu, *hydropower* juga dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan membantu dalam mengurangi emisi gas rumah kaca. (Rimbawati; et al., 2018)

Pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dengan *system Archimedes screw turbine* di area persawahan dapat menjadi pilihan yang tepat untuk memenuhi kebutuhan energi di daerah yang memiliki sumber air yang cukup melimpah. Sistem *Archimedes screw* turbin sendiri adalah sistem yang memanfaatkan gaya gravitasi dan energi potensial air untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan energi listrik. Prinsip kerjanya adalah dengan menggunakan sejenis tangga air atau sekrup air untuk memindahkan air dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang

lebih tinggi, sehingga menghasilkan energi mekanik yang dapat diubah menjadi energi listrik. Di daerah persawahan, keberadaan sistem pengairan seperti saluran irigasi, bendungan, atau pintu air dapat dimanfaatkan untuk memasang sistem *Archimedes screw* turbin ini. Selain itu, dengan memanfaatkan sistem pengairan yang sudah ada, tidak hanya menghasilkan energi listrik, tetapi juga dapat membantu meningkatkan efisiensi pengairan di persawahan.

Dengan demikian, pengembangan teknologi energi terbarukan menjadi semakin penting. Salah satu teknologi yang menjanjikan adalah *Archimedes screw turbine*. *Archimedes screw turbine* dapat menjadi salah satu solusi untuk menghasilkan energi listrik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka perlu dibuat rumusan masalah. Adapun rumusan masalah yang dimaksud adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah prinsip kerja dari pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dengan *system archimedes screw turbine* ?
2. Bagaimanakah cara penerapan pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dengan *system archimedes screw turbine* di area persawahan ?
3. Berapakah daya yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dengan *system archimedes screw turbine* di area persawahan ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis prinsip kerja dari pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dengan *system archimedes screw turbine*.
2. Menerapkan pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dengan *system archimedes screw turbine* di area persawahan.
3. Menganalisis daya dan alat yang dapat dihidupkan oleh arus yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dengan *system archimedes screw turbine* di area persawahan.

1.4. Ruang Lingkup

Agar penelitian ini ter-arah tanpa mengurangi maksud dan tujuan, maka ditetapkan ruang lingkup dalam penelitian sebagai berikut :

1. Menganalisis pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dengan *system archimedes screw turbine* di area irigasi persawahan.
2. Menganalisis daya yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dengan *system archimedes screw turbine* di area irigasi persawahan.
3. Menguji alat pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dengan *system archimedes Screw turbine* di area irigasi pesawahan.

1.5. Manfaat Penelitian

Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* (PLTPH) dengan sistem *Archimedes Screw Turbine* di area irigasi pesawahan memiliki beberapa manfaat, di antaranya:

1. Menghasilkan energi listrik: PLTPH dapat menghasilkan energi listrik yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di area irigasi pesawahan dan sekitarnya.
2. Ramah lingkungan: PLTPH menggunakan sumber energi yang terbarukan dan tidak menghasilkan emisi karbon, sehingga lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar fosil.
3. Meminimalisir biaya operasional: Dalam jangka panjang, penggunaan PLTPH dapat meminimalisir biaya operasional karena energi listrik yang dihasilkan berasal dari sumber energi yang gratis dan tidak terbatas.

1.6. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini terdiri dari 5 bab dimana sistematika penulisan yang diterapkan dalam tugas akhir ini menggunakan urutan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang pembahasan mengenai piko hidro sebagai alat penelitian untuk tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menerangkan tentang lokasi penelitian, alat dan bahan penelitian, data penelitian, jalannya penelitian, diagram alir, serta jadwal kegiatan dan hal-hal lain yang berhubungan dengan proses penyusunan tugas akhir.

BAB IV ANALISIS DAN HASIL PENGUJIAN

Pada bab ini berisikan hasil dari analisa output yang di hasilkan dari simulasi perancangan PLTPH.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari penulisan tugas akhir

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) merupakan salah satu jenis pembangkit listrik yang sudah di manfaatkan di Indonesia sejak puluhan tahun lalu di berbagai penjuru tanah air dengan memanfaatkan energi potensial pada air menjadi energi mekanik untuk menggerakkan turbin, kemudian energi gerak ini akan memutar generator untuk menghasilkan energi listrik. Dalam pengaplikasiannya pembangkit jenis air ini memiliki kapasitas yang berbeda-beda mulai dari kecil hingga besar, hal ini di pengaruhi beberapa faktor diantaranya faktor geografi, topografi dan hidrologi suatu daerah.

Pada pembangkit listrik tenaga air memiliki tiga bentuk perubahan energi, yaitu:

- 1) Energi potensial menjadi kinetik.
- 2) Energi kinetik menjadi energi mekanik.
- 3) Energi mekanik menjadi energi listrik. (Dwiyanto et al., 2016)

2.2. Klasifikasi Kapasitas Energi PLTA

Klasifikasi kapasitas energi PLTA pada umumnya dapat digolongkan dua golongan, yaitu kategori skala kecil (*small hydro*) dan skala penuh atau besar (*large hydro*). Dalam Klasifikasi ini, secara umum terhadap pembangkit listrik tenaga air dapat dilihat dari cara turbin air merubah energi potensial aliran, dan menjadikan energi putar/aksi air, terhadap sudu-sudu turbin, maka turbin dapat digolongkan menjadi dua kategori, Turbin Reaksi dan Turbin Impuls. Turbin Impuls ialah dimana terjadinya proses penurunan tekanan air terjadi hanya pada sudu pengarahnya dan pengisian air dilakukan hanya disebagian dari keliling roda turbin saja, pada saat pengisian air. Sehingga turbin Impuls disebut turbin pengisian sebagian (*partial admission turbine*) bisa juga disebut turbin aksi (*action turbin*). Pembangkit listrik tenaga air dapat di klasifikasikan berdasarkan kapasitas keluarannya, yang dapat dilihat pada tabel 2.1. berikut ini :

Tabel 2. 1 Klasifikasi PLTA Berdasarkan Kapasitas

No	Tipe	Kapasitas
1.	<i>Large - Hydro</i>	>100 MW
2.	<i>Medium - Hydro</i>	15 – 100 MW
3.	<i>Small – Hydro</i>	1 - 15 MW
4.	<i>Mini – Hydro</i>	0,1 – 1 MW
5.	<i>Micro – Hydro</i>	5 – 100 Kw
6.	<i>Pico – Hydro</i>	< 5 Kw

Pembangkit listrik tenaga air juga bisa dibedakan berdasarkan *head* atau tinggi jatuh air.

Tabel 2. 2 Klasifikasi PLTA Berdasarkan *Head*

No	Jenis	<i>Head</i> (m)
1.	<i>Head Tinggi</i>	>100 m
2.	<i>Head Menengah</i>	30 – 100 m
3.	<i>Head Rendah</i>	2 – 30 m

2.2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik berskala kecil (kurang dari 100 kW), yang memanfaatkan tenaga (aliran) air sebagai sumber penghasil energi. PLTMH termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut *clean energy* karena ramah lingkungan. Tenaga air berasal dari aliran sungai kecil atau danau yang dibendung dan kemudian dari ketinggian tertentu dan memiliki debit yang sesuai akan menggerakkan turbin yang dihubungkan dengan generator listrik. Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Pembangkit tenaga air merupakan suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator.

Pembangkit listrik tenaga air skala mikro pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan

generator menghasilkan listrik. Sebuah skema mikrohidro memerlukan dua hal yaitu, debit air dan ketinggian jatuh (*head*) untuk menghasilkan tenaga yang dapat dimanfaatkan. Hal ini adalah sebuah sistem konversi energi dari bentuk ketinggian dan aliran (energi potensial) kedalam bentuk energi mekanik dan energi listrik. (Dwiyanto et al., 2016)

2.2.2. Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* (PLTPH)

Pico hydro merupakan pembangkit listrik tenaga air berkapasitas sangat kecil, yakni 1- 100 KWH. *Pico Hydro* merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan potensi energi air dengan *head* sangat rendah (1–3 meter) dengan debit yang besar. Menurut Robert, keunggulan teknologi PLTPH adalah cocok digunakan di daerah terpencil. *Pico Hydro* hanya butuh ketinggian air 1-3 meter dan debit 30 liter per detik. Jadi cocok digunakan di daerah terpencil. (Yusmartato et al., 2022).

PLTPH merupakan sumber energi terbarukan dan layak disebut energi bersih karena ramah lingkungan. Tenaga air berasal dari aliran sungai kecil atau danau yang dibendung dan kemudian dari ketinggian tertentu dan memiliki debit yang sesuai untuk menggerakkan turbin yang terhubung ke generator listrik. Semakin tinggi tetesan air, semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Pembangkit listrik tenaga air adalah bentuk perubahan energi dari tenaga air dengan ketinggian tertentu dan dibuang menjadi tenaga listrik, menggunakan turbin air dan generator. (Abdi Musyafiq et al., 2022).

PLTPH merupakan suatu pembangkit listrik skala kecil menghasilkan daya kurang dari 5 kW, berbeda dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro yang mampu menghasilkan daya antara 5 kW sampai dengan 100 kW. Energi *Pico Hydro* ini banyak digunakan di beberapa daerah. Di Indonesia masih berpotensi dikembangkan energi *Pico-Micro Hydro*. (Amnur Akhyan & Denny Satria, 2022).

PLTPH adalah pembangkit listrik yang menggunakan energi air berskala kecil, biasanya diaplikasikan di aliran sungai atau air terjun dengan memanfaatkan beda ketinggian hulu dan hilir air (*head*), jumlah debit air, maupun tekanan airnya. Rentang daya pada PLTPH yaitu di bawah 5 kW per unit. Terdapat berbagai jenis turbin yang dapat digunakan pada PLTPH salah satunya yaitu adalah turbin jenis *Archimedes Screw*. (Dherry, 2021).

PLTPH adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerakannya seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air. (Suyanto et al., 2021).

PLTPH untuk memenuhi kebutuhan energy listrik di daerah-daerah pelosok dan terpencil yang belum terjangkau sepenuhnya oleh Perusahaan Listrik Negara . Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* adalah pembangkit yang diklasifikasikan sebagai pembangkit listrik bersekala kecil dengan menghasilkan energi listrik kurang dari 5 kW. (Sungkar et al., 2021).

PLTPH adalah jenis pembangkit listrik tenaga air dengan kapasitas kecil, sehingga berimplikasi pada relatif sederhananya peralatan yang digunakan. Keunggulan *pico hydro* yaitu tidak menimbulkan kerusakan lingkungan, *pico hydro* dirancang menghasilkan daya terbangkit 100W-5kW dan memanfaatkan potensi tenaga air dengan *head* yang rendah sebagai tenaga penggerakannya. (Bandri et al., 2021).

PLTPH merupakan pembangkit tenaga listrik terbarukan dengan daya keluaran dibawah 5 kilowatt. Pembangkit ini digunakan pada daerah pegunungan yang memiliki aliran sungai kecil sebagai sumber energi. (Rudi Cahyono et al., 2021).

PLTPH adalah salah satu teknologi pembangkit tenaga air yang dikelompokkan berdasarkan kapasitas daya, dimana *pico hydro* hanya mampu menghasilkan <5 kW merupakan jenis yang terendah dalam memproduksi listrik. Pada daerah-daerah terpencil, skema *pico hydro* telah diakui sebagai opsi paling efektif, dengan mempertimbangkan lingkungan, prespektif ekonomi, dan social. (Jabar et al., 2020).

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan tenaga (aliran) air sebagai sumber penghasil energi. PLTA termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut clean energy karena ramah lingkungan. Dari segi teknologi, PLTA dipilih karena konstruksinya sederhana, mudah dioperasikan, serta mudah dalam perawatan dan penyediaan suku cadang. Secara ekonomi, biaya operasi dan perawatannya relatif murah, tenaga air yang digunakan dapat berupa aliran air pada sistem irigasi, sungai yang dibendung atau air terjun.

Berdasarkan besar energy yang dihasilkan PLTA dibagi menjadi beberapa bagian, salah satunya adalah Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* (PLTPH). PLTPH adalah pembangkit listrik berskala kecil (kurang dari 5 kW). (Dewatama et al., 2018).

PLTPH merupakan pembangkit pemanfaatan energi air skala kecil yaitu dibawah 5 kW. Sistem PLTA-PH dapat diintegrasikan langsung pada aliran sungai dengan *head* (selisih ketinggian jatuh air) minimal 1 meter. Sistem PLTA-PH tidak membutuhkan bendungan maupun penampung air yang besar, tidak membutuhkan *system* jaringan transmisi yang panjang. (Dewanto et al., 2018).

PLTPH merupakan pembangkit listrik yang menghasilkan keluaran daya listrik tidak lebih dari 5 kW. Ukurannya yang kecil, cocok digunakan untuk daerah pedesaan yang belum terjangkau jaringan aliran listrik PLN. (Syahputra et al., 2017).

Pembangkit Listrik Tenaga *Pico hydro* adalah pembangkit listrik yang menggunakan energi air sebagai sumber energi penggeraknya, selayaknya Pembangkit Listrik Tenaga Air. Sesuai dari namanya, *pico* berarti kecil dan *hydro* berarti air, PLTPH merupakan versi mini dari PLTA atau PLTMH. PLTPH memiliki beberapa perbedaan dibandingkan dengan PLTA. Hal yang paling menjadi pembeda diantara keduanya adalah bentuk konstruksi dan komponen dari pembangkit listrik itu sendiri. PLTA membutuhkan konstruksi dan perencanaan yang rumit, termasuk didalamnya pembuatan dam (bendungan) dan penstock yang memiliki *head* tinggi diatas 20 meter termasuk perhitungan dan perancangan lain yang lebih besar. Sedangkan PLTPH hanya membutuhkan konstruksi yang sederhana dengan *head* yang rendah (dibawah 20 meter). PLTA membutuhkan lahan yang luas sedangkan PLTPH hanya membutuhkan lahan kecil untuk penempatan turbin/kincir dan generator. (Nadzir, 2000).

2.3. Prinsip Kerja PLTPH

PLTPH (Pembangkit tenaga listrik *pico hydro*) pada dasarnya memanfaatkan beda ketinggian serta jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air irigasi, sungai atau air terjun. Kemudian energi ini dihubungkan dengan generator listrik yang nantinya akan menghasilkan energi listrik. Secara teknis, ini merupakan

sistem konversi energi dari bentuk ketinggian dan aliran ke dalam bentuk energi mekanik dan energi listrik. (Yusmartato et al., 2022).

Prinsip pembangkitan tenaga air adalah suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin dan generator. Pembangkit listrik tenaga air skala *pico* pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran sungai. Aliran air ini selanjutnya menggerakkan turbin, lalu turbin menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik. (Suyanto et al., 2021).

Prinsip kerja pada PLTA skala *pico hydro* adalah dengan memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran sungai, kemudian aliran air nantinya akan menggerakkan sudu-sudu turbin, lalu turbin mentransmisikan putaran ke generator dan generator menghasilkan listrik. (Sungkar et al., 2021).

Prinsip kerja dari pembangkit listrik tenaga air skala *pico hydro* yaitu dengan pengalihan sebagian aliran air melalui pipa pada aliran utama, air yang dialihkan yang kemudian masuk kedalam sistem pembangkit. Sistem ini memiliki tinggi lebih rendah dari aliran utama, kemudian melalui turbin sebelum kembali ke aliran air utama. (Jabar et al., 2020).

Prinsip kerja dari PLTPH ini adalah memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi gerak yang selanjutnya energi gerak tersebut dikonversi menjadi energi listrik oleh generator. (Alipan, 2018).

Pembangkit listrik tenaga air skala *pico* pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik. (Syahputra et al., 2017).

2.4. Keuntungan dan Tantangan Dalam Mengembangkan Pembangkit

Listrik Tenaga *Pico Hydro*

Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* (PLTPH) merupakan pembangkit tenaga listrik terbarukan dengan daya keluaran dibawah 5 kilowatt. Pembangkit ini digunakan pada daerah aliran air yang kecil seperti sungai, bendungan, dan irigasi.

Adapun beberapa keuntungan dalam mengembangkan pembangkit listrik tenaga *pico hydro* ini adalah sebagai berikut :

1. Sumber energi terbarukan: Pembangkit listrik tenaga *pico hydro* menggunakan tenaga air yang terbarukan. Air merupakan sumber energi yang melimpah, terutama di daerah dengan sungai atau aliran air yang stabil. Keberlanjutan sumber daya ini menjadikannya pilihan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.
2. Emisi gas rumah kaca rendah: Pembangkit listrik tenaga *pico hydro* memiliki emisi gas rumah kaca yang rendah. Dalam operasinya, pembangkit listrik ini tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO₂) yang berperan dalam pemanasan global dan perubahan iklim.
3. Biaya operasional rendah: Setelah instalasi awal, biaya operasional pembangkit listrik tenaga *pico hydro* relatif rendah. Dalam jangka panjang, biaya bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan listrik sangat minim karena menggunakan tenaga air yang tersedia secara alami.
4. Pemanfaatan sumber daya lokal: Pembangkit listrik tenaga *pico hydro* memanfaatkan sumber daya air yang ada di lingkungan lokal. Ini memungkinkan masyarakat lokal untuk memanfaatkan potensi energi air yang ada di sekitar mereka dan mengurangi ketergantungan pada pasokan energi eksternal.

Adapun tantangan yang harus dihadapi dalam mengembangkan pembangkit listrik tenaga *pico hydro* adalah sebagai berikut :

1. Ketersediaan air yang tidak konsisten: Salah satu tantangan utama dalam pengembangan pembangkit listrik tenaga *pico hydro* adalah ketersediaan air yang tidak konsisten. Musim kemarau atau fluktuasi aliran sungai dapat

mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik ini. Hal ini dapat membatasi produktivitas dan keandalan pembangkit listrik tenaga *pico hydro*.

2. Dampak lingkungan: Pembangunan pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dapat memiliki dampak pada lingkungan sekitarnya. Perubahan aliran air dan pembangunan infrastruktur fisik seperti bendungan dan saluran air dapat mempengaruhi ekosistem air dan kehidupan akuatik di sekitarnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi lingkungan yang cermat dan mitigasi yang tepat untuk mengurangi dampak negatifnya.
3. Biaya investasi awal: Meskipun biaya operasionalnya relatif rendah, pembangunan pembangkit listrik tenaga *pico hydro* memerlukan biaya investasi awal yang signifikan. Ini meliputi pembangunan bendungan, saluran air, turbin, generator, dan sistem kelistrikan.

2.5. Turbin

Turbin adalah sebuah mesin yang digunakan untuk mengubah energi fluida (seperti udara, air, atau gas) menjadi energi mekanik. Prinsip kerja turbin adalah dengan memanfaatkan aliran fluida untuk menggerakkan sudu-sudu atau baling-baling yang terhubung dengan poros pusat. Gerakan sudu-sudu tersebut kemudian menghasilkan putaran pada poros, yang dapat digunakan untuk menggerakkan generator listrik, kompresor, atau perangkat mekanik lainnya.

Turbin adalah mesin penggerak dimana energi fluida yang dipergunakan langsung untuk memutar roda turbin. Di dalam turbin, fluida kerjanya mengalami proses ekspansi, yaitu proses penurunan tekanan fluida, dan mengalir secara kontinyu. Fluida kerjanya dapat berupa air, uap air, atau gas. Jadi secara garis besar turbin air dapat diartikan mesin konversi energi yang dapat menghasilkan daya dengan cara mengekspansikan (menurunkan tekanan) fluida yang berupa air yang mengalir secara kontinyu melalui turbin air tersebut. (Dewanto et al., 2018).

Sumber energi potensial air dapat dimanfaatkan dengan cara mengubah energi tersebut ke dalam bentuk energi listrik melalui PLTA. Potensi *head* yang ada pada sumber aliran air setelah diketahui selanjutnya menentukan jenis turbin dan beban yang direncanakan. Klasifikasi turbin air ditinjau dari jenis pembangkit dan daya keluaran turbin dapat dilihat pada tabel berikut ini.

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. (Saputra et al., 2019).

Turbin adalah mesin penggerak dimana energi fluida yang dipergunakan langsung untuk memutar roda turbin. Di dalam turbin, fluida kerjanya mengalami proses ekspansi, yaitu proses penurunan tekanan fluida, dan mengalir secara kontinyu. Fluida kerjanya dapat berupa air, uap air, atau gas. Jadi secara garis besar turbin air dapat diartikan mesin konversi energi yang dapat menghasilkan daya dengan cara mengekspansikan (menurunkan tekanan) fluida yang berupa air yang mengalir secara kontinyu melalui turbin air tersebut. (Dewanto et al., 2018).

Turbin air merupakan mesin yang berputar dimana air bergerak secara relatif ke permukaan tersebut, sehingga menghasilkan gerakan pada mesin. Secara umum turbin air adalah alat yang mengubah energi aliran air menjadi energi mekanik yaitu putaran poros.

Kriteria pemilihan turbin ditentukan oleh kelebihan dan kekurangan turbin tersebut. Pemilihan jenis turbin dapat dengan memperhitungkan parameter khusus yang mempengaruhi pengoperasian turbin. Berikut parameter yang mempengaruhi opsai turbin, yaitu:

1. Faktor tinggi jatuhnya air dan debit yang akan digunakan untuk operasi turbin, dimana semakin miring maka kemungkinan untuk ditemukannya *head* yang cukup untuk PLTMH semakin besar.
2. Faktor daya (power) yang berhubungan dengan *head* dan debit air yang digunakan.
3. Kecepatan turbin yang akan ditransmisikan ke genrator. Selain itu pemilihan turbin juga dipengaruhi oleh keadaan geografis lokasi, topografi, kecepatan spesifik, kecepatan turbin, kapasitas listrik yang dibutuhkan dan kemampuan dana yang diperlukan untuk membangun instalasinya.

Turbin air diklasifikasikan dengan beberapa cara yaitu sebagai berikut :

a. Turbin Air Tipe 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 untuk membentur sudu turbin. Air yang membentur sudu turbin, kecepatan air berubah sehingga terjadi perubahan momentum dan menyebabkan turbin berputar. (Saputra et al., 2019).

Ciri utama dan turbin jenis impuls adalah tekanan jatuh hanya terjadi pada sudu tetap, dan tidak terjadi pada sudu berputar. Pada turbin air jenis impuls, misalkan turbin pelton, air tidak memenuhi saluran. Oleh karena itu persamaan kontinuitas tidak dapat diterapkan. Energi fluida masuk sudu gerak, dalam bentuk energi kinetik pancaran air yang dihasilkan oleh nosel. Pada sudu, energi air diubah menjadi energi mekanis putaran poros dan sebagian hilang antara lain karena perubahan arah aliran, gesekan serta sisa kecepatan yang keluar sudu dan tidak dapat dimanfaatkan.

Turbin impuls adalah turbin tekanan sama karena aliran air yang keluar dari nosel tekanannya adalah sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Semua energi tinggi tempat dan tekanan ketika masuk ke sudu jalan turbin diubah menjadi energi kecepatan. Banyak turbin air jenis impuls yang pernah dibuat, namun yang masih banyak ditemukan saat sekarang adalah turbin Pelton dengan bentuk sudu yang terbelah ditengah. Posisi poros dapat dibuat tegak (vertikal) atau mendatar (horizontal).

Umumnya turbin impuls digunakan untuk beda ketinggian permukaan air yang lebih besar dan 400 m. Namun kadang-kadang 9 juga dibuat untuk kurang dari 300 m, untuk pembangkit daya kecil. Dalam hal ini dipilih turbin reaksi (dengan nilai n_s yang besar). Turbin harus beroperasi dengan putaran tinggi dan kekuatan material dapat menjadi masalah. Turbin impuls yang umumnya memanfaatkan beda ketinggian permukaan air atau *head* yang besar, fluktuatif dari *head* gross umumnya relatif kecil. Untuk menyelesaikan dengan beban yang berubah-ubah, diatur besarnya Q untuk mendapatkan kecepatan putar yang konstan. Pengaturan Q harus dilakukan secara tepat. Namun tidak menimbulkan water hammer pada penstock maupun saluran air lainnya.

Pada sistem dengan pembelokan pancaran, sebagian dari pancaran air dibelokkan dengan plat pembelok secara cepat, sehingga jumlah air menumbuk sudu berkurang. Kemudian jarum nosel secara pelan-pelan digerakkan untuk mengurangi jumlah air didalam saluran sedikit demi sedikit. Bersamaan dengan itu, plat pembelok dikembalikan ke posisi semula. Dengan demikian pengaturan Q dapat dilakukan secara cepat tanpa menimbulkan bahaya water hammer dan pemborosan penggunaan air dapat dicegah. Dalam instalasi turbin ini semua energi (Geodetic dan tekanan) diubah menjadi kecepatan keluar nosel. Dalam turbin ini juga, tidak semua sudu menerima hempasan air melainkan secara bergantian tergantung posisi sudu tersebut.

1. Turbin Pelton

Turbin ini ditemukan oleh seseorang berkebangsaan Amerika yang namanya melekat sebagai nama turbin ini yaitu Lester Allen Pelton. Penyempurnaan yang dilakukan Pelton yaitu dengan menerapkan mangkuk ganda simetris, bentuk ini pada dasarnya berlaku sampai sekarang. Turbin Pelton merupakan jenis turbin impuls. Prinsip kerja turbin impuls Pelton adalah mengubah energi potensial menjadi kecepatan aliran air. Untuk meningkatkan kecepatan aliran air itu, digunakan nosel, sehingga pada turbin impuls Pelton, ketinggian air dan debit yang kontinyu sangat diperlukan.

Pemilihan jenis turbin umumnya didasarkan pada besarnya kecepatan spesifik dari kondisi kerjanya. Kecepatan spesifik adalah kecepatan turbin model (turbin dengan bentuk sama tetapi skalanya berlainan). Kecepatan spesifik dipakai sebagai tanda batasan untuk membedakan tipe roda turbin dan dipakai sebagai suatu besaran yang penting dalam merencanakan turbin air. Turbin Pelton termasuk dalam kelompok jenis turbin Impuls. Karakteristik umumnya adalah pemasukan sebagian aliran air ke dalam runner pada tekanan atmosfer. Pada turbin Pelton puntiran terjadi akibat pembelokan pancaran air pada mangkok ganda runner. Oleh karena itu maka turbin pelton juga disebut Turbin Pancaran Bebas. Penyempurnaan terbesar yang dilakukan Pelton (sebagai penemu turbin) yakni dengan menerapkan mangkok ganda simetris.



Gambar 2. 1 Turbin Pelton

Turbin pelton memiliki ukuran kepala 50* – 1000 (m) dengan laju aliran $<50 \text{ m}^3/\text{s}$ semburan air bertekanan tinggi diarahkan ke sudu berbentuk ember dan hampir semua energi aliran diubah menjadi energi mekanik rotasi.

2. Turbin Turgo

Turbin impuls turgo ditemukan dan dipatenkan oleh Eric Crewdson, pada tahun 1919. Tidak seperti di turbin pelton, jet turbin turgo diarahkan ke sudut tertentu terhadap bidang rotasi runner, dan air keluar dari sisi berlawanan dari runner, sehingga meminimalkan gangguan aliran keluar dengan runner dimana nozzle yang merupakan masalah yang diketahui untuk turbin pelton. Di sisi lain, nozzle berinteraksi dengan beberapa bucket sekaligus, yang permukaannya memiliki bentuk 3D yang kompleks, untuk mencapai evakuasi air yang cepat dan lengkap serta meminimalkan energi yang terbuang.

Runner turgo memiliki kecepatan spesifik yang tinggi untuk turbin impuls, dan rasio diameter nozzle terhadap runner lebih tinggi daripada turbin pelton. Oleh karena itu, untuk daya ekuivalen turbin turgo biasanya memiliki runner yang lebih kecil dan berjalan pada kecepatan yang lebih tinggi. Ini membuatnya lebih layak untuk langsung menghubungkan poros turbin ke generator. (Aditya Kresna Artha K et al., 2022).

Turbin turgo termasuk jenis impuls, dengan aliran air sejajar sumbu poros roda. Turbin jenis ini mempunyai dua nosel seperti pelton. Pada turbin pelton pancaran air menumbuk bucket ditengah sedangkan pada turbin Turgo pancaran air menumbuk pada salah satu ujung bucket dan keluar pada ujung kain. Aliran air diatur seperti halnya pada urbin pelton. Untuk jumlah pancaran air dan diameter

pancaran air yang sama besar, diameter dari turbin turgo lebih kecil dari turbin pelton. Namun mempunyai kecepatan keliling yang lebih besar dari turbin Pelton. Turbin Pelton biasa digunakan untuk pembangkit daya kecil sampai medium, dengan beda ketinggian air sampai 280 meter dan putaran 2000 rpm. (Rahmawan, 2018).



Gambar 2. 2 Turbin Turgo

Turbin Turgo memiliki ukuran kepala Turgo 50 **– 250 dengan laju aliran $<10 \text{ m}^3/\text{s}$ Sebuah modifikasi Pelton yang mengarahkan pancaran air yang masuk ke sebuah sudut 20 derajat terhadap ember. Aliran jet air yang lebih besar relatif terhadap diameter turbin untuk aliran dan kepala yang sama menghasilkan lebih banyak daya atau dapat dibuat lebih kecil. (YoosefDoost & Lubitz, 2020).

b. Turbin Air Tipe 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. (Saputra et al., 2019).

Pada turbin reaksi aliran air yang masuk kedalam rumah turbin dalam keadaan bertekanan dan kemudian mengalir masuk ke celah-celah bagian sudu yang dimana air akan memutar balinbaling pada turbin. Sewaktu aliran air masuk mengalir ke sekeliling sudu piringan, turbin akan berputar secara maksimal sesuai debit aliran yang masuk kedalam rumah turbin dan saluran belakang (tail race) akan terendam air seluruhnya. Tinggi laju aliran air sewaktu mengalir ke sekeliling sudu akan diubah menjadi tinggi laju kecepatan dan akhirnya berkurang hingga tekanan

atmosfer sebelum meninggalkan piringan turbin. Yang termasuk kedalam jenis ini adalah turbin Francis dan Kaplan.

Turbin reaksi adalah turbin yang cara kerjanya merubah seluruh energi air yang tersedia menjadi energi kinetik. Turbin jenis ini adalah turbin yang paling banyak digunakan. Sudu pada turbin reaksi mempunyai profil khusus yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan air selama melalui sudu. Perbedaan tekanan ini memberikan gaya pada sudu sehingga runner (bagian turbin yang berputar) dapat berputar. Turbin yang bekerja berdasarkan prinsip ini dikelompokkan sebagai turbin reaksi. Untuk tipe turbin reaksi runner sepenuhnya tercelup dalam air dan berada dalam rumah turbin. Turbin reaksi disebut juga dengan turbin tekanan lebih karena tekanan air sebelum masuk roda turbin lebih besar dari pada tekanan air saat keluar roda turbin. Secara umum dapat dikatakan bahwa aliran air yang masuk ke roda turbin mempunyai energi penuh, kemudian energi ini dipakai sebagian untuk menggerakkan roda turbin dan sebagian lagi dipergunakan untuk mengeluarkan air ke saluran pembuangan. Contoh turbin reaksi adalah turbin Francis, turbin Propeler dan turbin Kaplan. (Rahmawan, 2018).

1. Turbin Francis

Turbin Francis adalah turbin jenis reaksi yang bekerja karena tekanan pada roda turbin sehingga mengakibatkan roda turbin berputar dimana aliran air melalui rumah keong yang diarahkan 7 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. Penggerak dari turbin terdiri dari sebuah nomor dari pisau melengkung yang berjumlah banyak. Pada saat waktu air masuk dengan bertekanan ke roda jalan sebagian dari energi tinggi jatuh dimanfaatkan oleh sudu impeller turbin dan dengan adanya pipa isap memungkinkan energi tinggi jatuh air bekerja pada sudu jalan dengan semaksimal mungkin.

Komponen pipa isap pada turbin Francis berfungsi sebagai sudu hantar yang terdapat pada pompa sentrifugal dan pada dasarnya pelaksanaan kerja untuk sudu pengarah semuanya terbenam dalam air. Perubahan energi potensial menjadi energi kinetik sebagian besar terjadi dalam nosel (*guide blade*) dan sebagian lagi terjadi

dalam lorong runner. Penurunan tekanan yang terlalu besar pada lorong dapat menyebabkan tekanan dalam lorong sangat rendah, bila tekanan dalam lorong hingga mencapai tekanan di bawah tekanan uap jenuh air maka kavitasi terbentuk dalam aliran tersebut. Terjadinya kavitasi dalam lorong sudu dapat menyebabkan kerusakan akut pada dinding lorong sudu akibat proses korosi hasil persinggungan antara uap dan dinding lorong. Selain itu terjadinya kavitasi dapat mengakibatkan getaran pada runner dan menurunkan daya mekanis pada poros turbin. (Rahmawan, 2018).



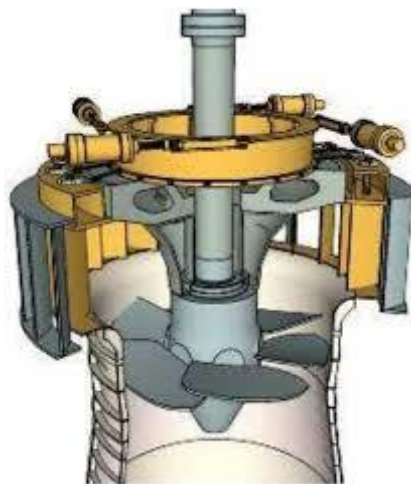
Gambar 2. 3 Turbin Francis

Aliran memasuki turbin secara radial diarahkan ke arah sepanjang panjang aksial turbin. Tekanan 0,2–1000 perbedaan di pisau adalah 40–600 dilakukan dengan mengubah arus (Aliran Spesifik) arah dan dapat 90% sampai 95% efisien. Efisiensi berkurang secara dramatis pada laju aliran di bawah 75%.

2. Turbin Kaplan

Turbin kaplan adalah sejenis turbin air jenis propeller yang memiliki sudu yang bisa diatur. Turbin Kaplan berkembang tahun 1913 oleh profesor Austria Viktor kaplan, dengan mengkombinasi secara otomatis baling-baling yang dapat diadjust dengan otomatis. Turbin Kaplan merupakan pengembangan dari turbin francis dan menggunakan *head* yang rendah berkisar 10-70 meter dan output daya 5-200 MV dan tak dicapai turbin francis. Diameter runner adalah 2 – 11 meter. Kisaran rotasi turbin adalah 79-429 rpm. Turbin Kaplan masuk kategori turbin reaksi aliran kedalam, berarti 8 bahwa fluida perubahan tekanan bekerja ketika bergerak menubruk turbin dan memberikan energi.

Dietzel, (1996) menjelaskan bahwa turbin Kaplan sesuai dengan persamaan Euler yaitu makin kecil tinggi air jatuh yang tersedia, makin sedikit pula belokan aliran air didalam sudu jalan. Dengan bertambahnya kapasitas air yang masuk ke dalam turbin, maka akan bertambah besar pula luas penampang saluran yang dilalui air, dan dengan demikian kecepatan putar turbin bisa dipilih atau ditentukan lebih tinggi. Pada awalnya turbin ini menggunakan roda baling-baling dengan sudu-sudu tetap yang dituang dan cocok untuk pusat tenaga air yang dibangun di sungai. Oleh Prof. Kaplan turbin baling-baling dikembangkan sehingga sudu jalan tersebut dapat diputar didalam leher poros. Dengan demikian sudut sudu dapat diatur sesuai dengan kondisi operasi turbin saat itu. (Rahmawan, 2018).



Gambar 2. 4 Turbin Kaplan

Kaplan air yang mengalir mendorong melewati baling-baling baling-baling menciptakan perbedaan tekanan. Paling cocok untuk tanpa kepala <50 0,5–1000 dari impuls dan turbin Francis untuk aliran yang sama, dan untuk laju aliran lebih tinggi dari turbin Francis dan Pelton untuk *head* yang sama. Sudut baling-baling dapat bervariasi untuk mengoptimalkan ekstraksi energi.

C. *Quasi-static Pressure*

1. *Water wheel*

Kincir air atau roda air untuk irigasi adalah sebuah alat yang dipasang pada pinggir sungai yang berbentuk roda yang menggunakan untuk menaikkan air dari sungai ke areal yang akan dialiri disekitarnya. Kincir air ini dalam kerjanya memanfaatkan air permukaan. Air permukaan dibentuk sedemikian rupa sehingga

bisa menggerakkan kincir tersebut. Kincir air atau roda air tipe undershoot bekerja saat air yang mengalir, menghantam sudu-sudu yang terletak pada bagian bawah dari kincir. Adapun keuntungan dari roda air ini yaitu konstruksinya yang sederhana dan ekonomis serta mudah untuk dipindahkan.

Pada dasarnya prinsip kerja kincir air modifikasi maupun tradisional bergantung dari waktu yang dibutuhkan untuk proses pengisian tabung air pada saat berada di bagian bawah. Waktu yang dibutuhkan saat pengisian tabung air ini dipengaruhi oleh kecepatan rotasi kincir. Kecepatan rotasi kincir sangat bergantung dari desain sudu-sudu diantaranya luasan, jumlah dan bahan yang digunakan. (Hidayatullah et al., 2019).



Gambar 2. 5 Turbin Roda Air

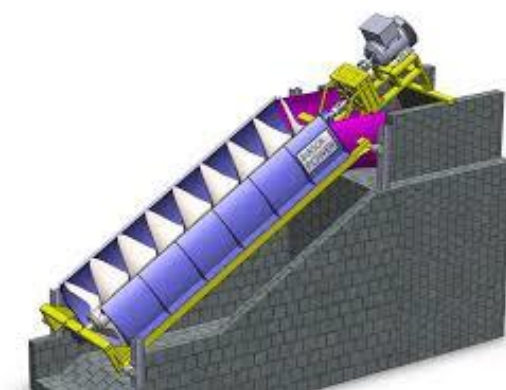
Roda air sumbu vertikal berputar karena Roda air gaya yang diberikan pada dayung oleh momentum aliran. Roda Air sumbu horizontal berputar karena momentum air, serta berat air pada air kecil <10 <5 ember terbentuk di antara dayung. Jadi, mereka sedikit lebih efisien daripada horizontal konvensional. Kuasi-statis Efisiensi WW yang dibangun dengan baik Tekanan adalah 50%–70%. Efisiensi hidrolik Roda Air Vertikal dilaporkan hingga 85%.

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.

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 mengerjakan generator listrik setelah sebelumnya daya putaran poros ditransmisikan melalui gearbox. (PRAYOGI, 2022).



Gambar 2. 6 Turbin Archimedes Screw

Kisaran efisiensi antara 60% dan 80% Sekrup *archimedes* dan tetap tinggi meskipun tersedia <10 <10 kepala mendekati nol. Menghasilkan hingga memiliki daya sebesar 355 kW. Praktis bahkan dalam gabungan *head* rendah dan aliran rendah. (YoosefDoost & Lubitz, 2020).

2.6. Tenaga Air (*Hydropower*)

Air merupakan salah satu sumber energi yang murah dan relatif mudah didapat di Negara Indonesia. Air memiliki energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air yang mengalir). Energi ini dapat dimanfaatkan dan diubah menjadi listrik dan pembangkit listrik Tenaga air tanpa meninggalkan emisi gas rumah kaca seperti yang dihasilkan oleh pembangkit listrik yang menggunakan energi fosil. Berbeda dengan sumber energi terbarukan lainnya air akan terus

menghasilkan tenaga non-stop dan ketersediaannya terus dihasilkan oleh adanya siklus hidrologi. Pada dasarnya, pemanfaatan air sebagai sumber energi ini juga memanfaatkan energi potensial pada gravitasi. Air akan mengalir secara deras dan energi mekanik aliran air itu akan dimanfaatkan untuk menciptakan tenaga listrik dalam jumlah yang besar. Energi air dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik menggunakan generator pada pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Karena PLTA menggunakan air untuk menghasilkan listrik, maka letak pembangkit tersebut biasanya terletak di dekat sumber air.

Energi yang tersedia dari air yang bergerak bergantung pada volume aliran air dan perubahan ketinggian air dari satu titik ke titik lainnya. Semakin besar aliran air dan semakin tinggi *head*, semakin besar pula listrik yang dapat dihasilkan. Besarnya tenaga air yang tersedia dari suatu sumber air tergantung dari seberapa besar *head* dan debit air. Jika dihubungkan dengan waduk air maka *head* merupakan beda ketinggian antara muka air pada waduk dengan muka air keluar dari turbin air. Total air yang tersedia dari suatu waduk air merupakan energi potensial air.

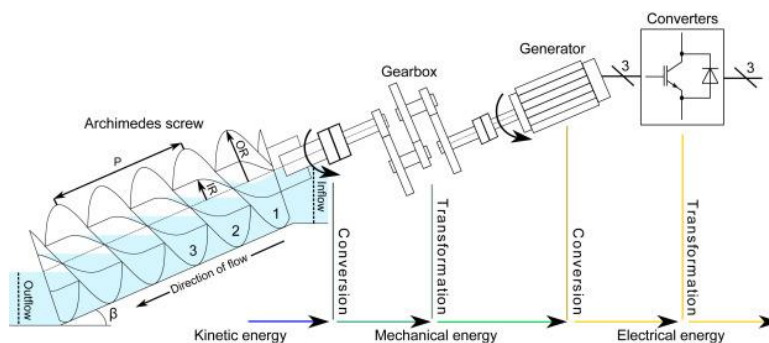
Energi potensial merupakan energi yang dimiliki oleh suatu benda yang dipengaruhi oleh tempat atau kedudukan dari benda itu sendiri. Energi potensial disebut juga energi diam karena benda dalam keadaan diam dapat memiliki energi. Apabila benda itu bergerak, maka benda tersebut mengalami perubahan energi dari energi potensial menjadi energi gerak, contohnya air terjun.

Selain memanfaatkan air jatuh, tenaga air (hydropower) dapat diperoleh dari aliran air datar, dalam hal ini energi yang tersedia merupakan energi kinetik. Energi kinetik merupakan energi yang dimiliki oleh suatu benda karena pengaruh geraknya. Semakin besar kecepatan suatu benda bergerak maka semakin besar pula energi kinetiknya. Begitupun dengan massa bendanya, semakin besar massa benda yang bergerak maka semakin besar pula energi kinetik yang dimiliki oleh benda tersebut. Kata kinetik itu sendiri berasal dari bahasa Yunani “kinetikos” yang berarti “gerak”. Apabila suatu benda bergerak, maka benda tersebut pasti memiliki kecepatan. Jadi dapat disimpulkan bahwa energi kinetik merupakan energi yang dimiliki oleh suatu benda karena geraknya atau kecepatannya.

2.7. Archimedes Screw Turbine

Pengertian Archimedes Screw Turbine

Archimedes screw turbine adalah jenis turbin yang memanfaatkan prinsip kerja sekrup *archimedes* untuk menghasilkan energi listrik dari air terjun atau aliran air yang terus-menerus mengalir. *Archimedes screw turbine* terdiri dari sebuah tabung berbentuk silinder dan sekrup berbentuk spiral yang dipasang di dalamnya. Sekrup tersebut dapat memiliki satu atau beberapa heliks, tergantung pada ukuran dan kecepatan air yang mengalir. Heliks biasanya memiliki sudut kemiringan sekitar 30-40 derajat. Ketika air mengalir melalui tabung, heliks pada sekrup akan memutar dan mendorong air ke atas, sehingga menghasilkan energi kinetik pada turbin. Energi kinetik tersebut kemudian dikonversi menjadi energi listrik melalui generator.



Gambar 2. 7 Skema turbin *archimedes screw*

Archimedes screw atau pompa sekrup merupakan mekanisme paling tua yang masih digunakan untuk memindahkan air untuk berbagai keperluan, seperti pengairan, sirkulasi, dan lainnya. Air dipindahkan atau di alirkan dengan menggunakan poros yang dilengkapi dengan sudu-sudu yang berfungsi seperti ember. Poros dan sudu-sudu ini diletakkan di dalam sebuah wadah berbentuk tabung yang berfungsi untuk mencegah air yang dialirkan tumpah kemana-mana. Desain poros dan sudu-sudunya dibuat seefektif mungkin agar tidak terjadi sumbatan yang dapat mengganggu jalannya turbin *achimedes screw*. (Nugraha et al., 2022).

Archimedes screw adalah jenis ulir yang telah dikenal sejak zaman kuno dan telah ditemukan dan diterapkan sebagai pompa, dimana pada konstruksinya terdiri dari satu atau beberapa sudu berbentuk heliks yang terpasang pada poros dan

berfungsi sebagai timba bergerak membawa air ke atas. Kemudian seiring dengan kebutuhan pemanfaatan sumber potensi energi air dengan *head* rendah, penggunaan ulir *archimedes* diterapkan sebagai turbin air. Tekanan air yang melalui turbin tidak merusak makhluk yang hidup yang ada di air seperti ikan dan minim perawatan karena tidak memerlukan jaring-jaring halus sebagai pencegah masuknya puing- puing ke dalam turbin. Jadi *archimedes screw* ulir merupakan pembalikan dari fungsi pompa ulir itu sendiri. (PRAYOGI, 2022).

Turbin *Screw* adalah salah satu Turbin yang sangat istimewa sebab dapat beroperasi pada daerah yang memiliki *head* yang sangat rendah (*head* kurang dari 10 m), tidak membutuhkan pipa pesat, mudah dalam pemasangan, mudah dalam perawatan dan tidak mengusik ekologi sungai ataupun fish-friendly. (Amnur Akhyan & Denny Satria, 2022).

Archimedes pertama kali membuat sekrup *archimedes*. Awalnya, sekrup *archimedes* digunakan sebagai pompa air yang disebut pompa *archimedes*. Sekrup pompa *archimedes* merupakan bilah-bilah yang membentuk heliks pada poros silinder. Pada tahun 1999, Brada memanfaatkan sekrup *archimedes* untuk menghasilkan listrik. Turbin sekrup *archimedes* yang digunakan oleh Brada menyerupai pompa *archimedes* yang kemudian merubahnya menjadi ulir *archimedes* sebagai turbin. (Sari et al., 2021).

Turbin *archimedes screw* adalah salah satu jenis turbin yang dapat dioperasikan pada *head* dan debit rendah. Turbin *archimedes screw* biasa digunakan untuk Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* (PLTPH), maupun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro *Hydro* (PLTMH) pada aliran sungai yang mempunyai elevasi atau tingkat kemiringan rendah. (Wildan & ., 2021).

Turbin atau sekrup *archimedes* dianggap sebagai salah satu mesin hidrolik paling awal. terdiri dari susunan heliks dari bilah sederhana yang dililitkan di sekitar silinder pusat, seperti sekrup kayu, sekrup ini didukung di dalam palung tetap yang mengelilinginya. Ada celah kecil antara palung dan sekrup yang memungkinkan sekrup berputar bebas sementara hanya membiarkan sedikit air bocor melewati tepi bilah. (YoosefDoost & Lubitz, 2020).

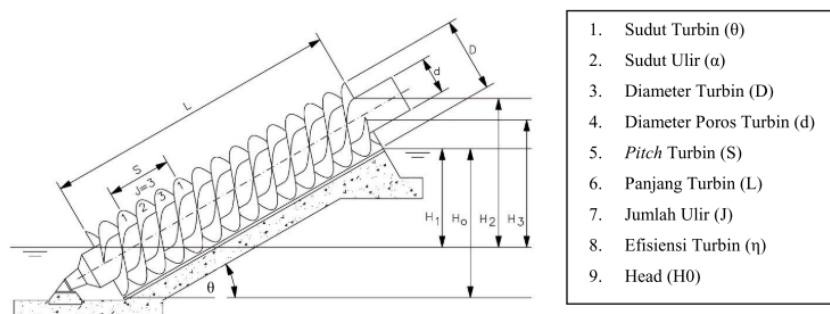
Turbin Ulir atau *archimedeian screw* merupakan turbin yang sudah ada pada zaman kuno yang dimanfaatkan sebagai pompa air untuk pengairan. Seiring dengan

krisis energi dan terbatasnya potensi energi air dengan *head* yang tinggi, maka pada tahun 2007 seorang insinyur memodifikasi pompa *archimedes* yang dibalik dan membiarkan air mengendalikan pompa dan pada ujung pompa dipasang generator, maka dapat menghasilkan listrik selama generator tersebut tidak terendam air atau terkena air. (Saputra et al., 2019).

Turbin ulir merupakan turbin *screw* yang pada dasarnya merupakan kebalikan dari pompa ulir, air yang mempunyai *head* tertentu walaupun dengan debit yang rendah mampu memutar turbin *screw* yang akan dihubungkan dengan generator untuk menghasilkan listrik. (Ardika et al., 2019).

2.8. Prinsip kerja Archimedes Screw Turbine

Turbin ulir memiliki prinsip kerja, dimana tekanan air yang melalui bilah-bilah sudut turbin mengalami penurunan tekanan sejalan dengan penurunan kecepatan air akibat adanya hambatan dari bilah-bilah sudut turbin maka tekanan air akan memutar turbin dan secara bersamaan memutar generator. (Saputra et al., 2019).



Gambar 2. 8 Ilustrasi Parameter Turbin

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 mengerjakan generator listrik setelah sebelumnya daya putaran poros ditransmisikan melalui gearbox. (Wahyu Indra Wedanta et al., 2021).

Sistem turbin *archimedes screw*, juga dikenal sebagai turbin archimedean *screw* atau turbin ulir *archimedes*, adalah jenis turbin hidro yang digunakan untuk

menghasilkan energi listrik dari aliran air. *Archimedes screw turbine* atau turbin ulir memiliki prinsip kerja, dimana tekanan air yang melalui bilah-bilah sudut turbin mengalami penurunan tekanan sejalan dengan penurunan kecepatan air akibat adanya hambatan dari bilah-bilah sudut turbin maka tekanan air akan memutar turbin dan secara bersamaan memutar generator.

Berikut adalah penjelasan tentang prinsip kerja dari sistem turbin *archimedes Screw*:

1. Aliran air masuk: Sistem turbin *archimedes screw* menggunakan prinsip pergerakan air melalui ulir (*screw*) berbentuk spiral yang dipasang di sepanjang poros horizontal atau miring. Aliran air dialirkan ke ulir melalui saluran masuk yang terletak di bagian bawah turbin.
2. Menaikkan air: Saat air mengalir melalui saluran masuk, gaya gravitasi membuat air naik di sepanjang ulir. Proses ini serupa dengan ulir *archimedes*, di mana air dipindahkan ke bagian atas ulir seiring dengan putaran ulir.
3. Transformasi energi: Ketika air naik ke bagian atas ulir, energi kinetik air diubah menjadi energi mekanik pada poros turbin. Poros turbin terhubung ke generator, yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.
4. Aliran air keluar: Setelah air melewati ulir, air mengalir keluar melalui saluran keluar di bagian atas turbin, kembali ke sungai atau saluran air asal.

Dengan prinsip kerja ini, sistem turbin *archimedes screw* memungkinkan pemanfaatan energi air dalam skala kecil, seperti pada irigasi pertanian, pembangkit listrik tenaga *pico hydro*, dan proyek-proyek energi terbarukan lainnya.

2.8.1. Komponen *Archimedes Screw Turbine*

Adapun komponen – komponen *archimedes screw turbine* adalah sebagai berikut:

1. Generator

Generator adalah sebuah alat listrik yang dapat mengubah energi gerak atau energi mekanik menjadi energi listrik. Hal ini terjadi karena adanya kumparan yang digerakkan atau diputar dengan memotong garis-garis medan magnet. Gerakan

iniilah yang menimbulkan Gaya Gerak Listrik (GGL). Cara kerja generator ini sesuai dengan prinsip kerja induksi listrik yang ditemukan oleh Faraday.

Generator terdiri dari generator sinkron dan generator asinkron. Generator sinkron atau alternator merupakan mesin listrik arus bolak balik / AC (Alternating Current) yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik arus bolak-balik (AC). Energi mekanik diperoleh dari penggerak mula (prime mover) yang terkopel dengan rotor generator, sedangkan energi listrik diperoleh dari proses induksi elektromagnetik yang melibatkan kumparan rotor dan kumparan stator. Tegangan output dari generator sinkron adalah tegangan bolak-balik (AC), oleh karena itu generator sinkron disebut juga generator AC. Mesin listrik arus bolak-balik (AC) ini disebut sinkron, karena jumlah putaran rotornya sama dengan jumlah putaran medan magnet pada stator. Kecepatan sinkron ini dihasilkan dari kecepatan putar rotor dengan kutub-kutub magnet yang berputar dengan kecepatan yang sama dengan medan magnet putar pada stator. Jika kumparan rotor yang berfungsi sebagai pembangkit kumparan medan magnet yang terletak di antara kutub magnet utara dan selatan diputar oleh tenaga air atau tenaga lainnya, maka pada kumparan rotor akan timbul medan magnet atau fluks putar.

Generator sinkron dilengkapi dengan sistem eksitasi DC (berputar atau statis) yang terkait dengan pengatur tegangan, untuk memberikan kontrol tegangan, frekuensi dan sudut fasa sebelum generator dihubungkan ke jaringan dan memasok energi reaktif yang dibutuhkan oleh sistem tenaga ketika generator diikat ke jaringan. Sebuah generator sinkron biasanya memiliki sistem eksitasi built-in dan pengaturan tegangan otomatis. Bisa jadi digunakan dalam sistem yang berdiri sendiri atau terikat jaringan; memiliki efisiensi yang lebih tinggi tetapi biaya yang lebih tinggi.

Generator asinkron adalah motor induksi sangkar-tupai sederhana tanpa kemungkinan tegangan regulasi dan berjalan pada kecepatan yang berhubungan langsung dengan frekuensi sistem. Mereka menarik arus eksitasi mereka dari grid, menyerap energi reaktif dengan magnet mereka sendiri. Menambahkan bank kapasitor dapat mengkompensasi menyerap energi reaktif. Generator asinkron umumnya cocok untuk pembangkit listrik tenaga air mikro generasi, karena keuntungan seperti ketersediaan, biaya rendah dan ketahanan. Generator induksi

(IG) menawarkan banyak keunggulan dibandingkan generator sinkron konvensional sebagai sumber tenaga terisolasi. Biaya unit berkurang, kekasaran, tanpa sikat (dalam konstruksi sangkar tupai), ukuran berkurang, tidak adanya DC terpisah sumber dan kemudahan perawatan, perlindungan diri terhadap kelebihan beban yang parah dan korsleting adalah kelebihan yang utama.

Pada dasarnya prinsip kerja generator dalam mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik adalah berdasarkan hukum Faraday dan hasil penelitian Faraday menunjukkan bahwa apabila seutas kawat ataupun kumparan konduktor berada dalam medan magnet yang berubah terhadap waktu, maka pada ujung-ujung kawat ataupun kumparan konduktor tersebut akan timbul tegangan atau gaya gerak listrik (GGL) induksi. Besarnya tegangan atau ggl induksi dapat dihitung pada persamaan berikut :

$$E_{rms} = \frac{E_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} \times N \times f \times \Phi_{max} \times \frac{N_s}{N_p} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

E_{rms} = Tegangan induksi (V)

N = Jumlah lilitan per kumparan

f = Frekuensi (Hz)

Φ_{max} = Fluks magnet (Wb)

N_s = Jumlah kumparan

N_p = Jumlah fasa

Untuk menghitung frekuensi, digunakan persamaan :

$$f = \frac{n \cdot p}{120} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

F = Frekuensi (Hz)

N = kecepatan mekanik

p = jumlah kutub

Daya dapat dihitung menggunakan persamaan

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi \dots \dots \dots (2.3)$$

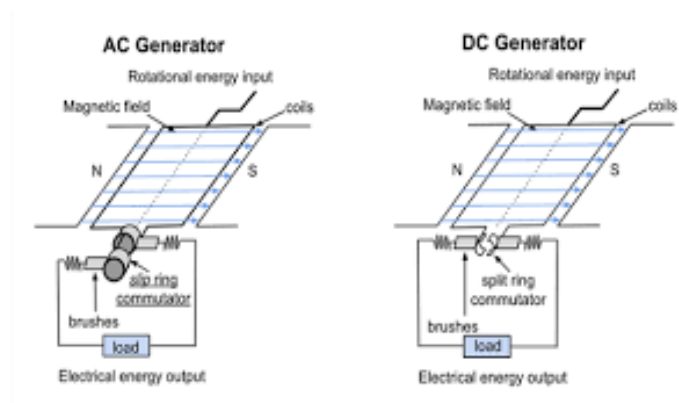
Keterangan :

P = Daya aktif (W)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

Generator AC yang paling mudah digunakan untuk membangkitkan listrik adalah generator dengan magnet permanen. Generator jenis ini tidak memerlukan tegangan eksitasi untuk menimbulkan medan magnet, sehingga lebih praktis penggunaannya. Kekurangannya adalah daya yang dihasilkan tidak terlalu besar dibandingkan dengan menggunakan tegangan eksitasi. Namun untuk pembangkit skala kecil seperti PLTPH, generator ini sangat cocok untuk digunakan.



Gambar 2. 9 Generator Ac dan Dc

Bagian utama dari generator AC dengan magnet permanen adalah kumparan, magnet permanen, sikat arang, dan cincin geser (slip ring). Sesuai hukum Faraday, GGL induksi akan muncul apabila ada perpotongan garis Jurnal gaya magnet. GGL induksi ini dapat diperbesar dengan beberapa cara, yaitu dengan memperbanyak jumlah lilitan, menggunakan magnet permanen yang lebih kuat sehingga besarnya medan magnet yang timbul akan semakin kuat, dan mempercepat perputaran kumparan. (Nadzir, 2000).

Generator DC atau generator arus searah (DC) adalah salah satu jenis mesin listrik, fungsi utama mesin generator DC adalah mengubah energi mekanik menjadi listrik DC (arus searah). Proses perubahan energi menggunakan prinsip gaya gerak listrik yang diinduksi secara energi. ketika sebuah konduktor memangkas fluks magnet, gaya gerak listrik yang diinduksi secara energi akan dihasilkan di dalamnya

berdasarkan pada prinsip Induksi Elektromagnetik Hukum Faraday. Gaya gerak listrik ini dapat menyebabkan aliran arus ketika rangkaian konduktor tidak dibuka.

Pada penelitian ini menggunakan generator dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2. 3 Spesifikasi Generator

No	Data Generator	Keterangan
1.	Jenis generator	Generator Dc
2.	Tegangan keluaran maksimal	12 Volt
3.	Daya keluaran maksimal	2 – 12 watt
4.	Putaran generator	6000 Rpm
5.	Diameter generator	42 mm
6.	Panjang generator	67 mm
7.	Diameter as generator	5 mm
8.	Panjang as generator	17 mm

2. Poros

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari sebuah turbin karena memiliki fungsi penting dalam penyaluran atau mentransmisikan daya, poros meneruskan daya dari turbin ke komponen - komponen yang lain. Untuk meneruskan daya poros diklasifikasikan menurut fungsinya yaitu poros transmisi, poros spindle, dan gandar.



Gambar 2. 10 Poros

Berdasarkan Perbedaanannya poros untuk meneruskan daya dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Poros Transmisi

Poros macam ini mendapat beban puntir murni atau puntir lentur. Daya di transmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, puli, sabuk atau sprocket rantai, dll.

2. Poros Spindel

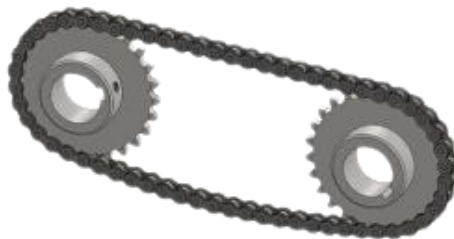
Poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran, disebut spindel. Syarat yang harus di penuhi poros ini adalah deformasi harus kecil dan bentuk serta ukuranya harus teliti.

3. Poros Gandar

Poros seperti yang dipasang diantara rod-roda kereta barang, dimana tidak mendapat beban puntir, bahkan kadang - kadang tidak boleh berputar, disebut gandar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga.

3. Gear dan rantai

Gear berfungsi untuk mentransmisikan atau memindahkan daya dari poros yang satu ke poros lainnya dengan bantuan rantai. Bahan Gear biasanya terbuat dari besi tuang, baja tuang/baja pres, aluminimum atau kayu. Gear yang terbuat dari baja tuang mempunyai tingkatan gesek yang rendah dan membutuhkan pengerjaan yang rumit.



Gambar 2. 11 Gear dan Rantai

Gear dan rantai Jarak antara dua poros tidak memungkinkan untuk transmisi langsung dengan roda gigi. Salah satu cara transmisi putaran yang dapat diaplikasikan adalah sebuah sabuk rantai yang dibelitkan pada sekeliling gear.

Rantai biasanya digunakan untuk memindahkan daya dari poros yang satu dengan poros lainnya dengan bantuan gear, dimana gear berputar dengan kecepatan yang sama atau kecepatan yang berbeda.

Diameter gear transmisi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

n_1 = Putaran gear penggerak (rpm)

n_2 = Putaran gear yang digerakkan (rpm)

d_1 = Diameter gear penggerak (mm)

d_2 = diameter gear yang digerakkan (mm)

4. *Bearing*

Bearing adalah sebuah elemen yang berfungsi untuk mengurangi gesekan angular antara dua benda yang bergerak relatif sama, satu dengan yang lain, yaitu poros dan sumbu putar selain itu *bearing* sebagai tumpuan benda putar. Jadi *bearing* merupakan bagian dari mesin, yang terbuat dari logam, yang berfungsi untuk memperkecil gesekan pada perputaran antara poros dengan rumah atau sebaliknya. *Bearing* juga berfungsi menumpu poros yang berbeban, sehingga putaran yang terjadi dapat berlangsung secara halus aman dan tahan lama dalam penggunaannya.



Gambar 2. 12 Bearing

5. Konverter DC to DC

Konverter DC ke DC adalah sebuah rangkaian penyaklaran elektronik yang dapat membuat sumber tegangan searah menjadi tegangan searah dengan besar

tegangan dan frekuensi yang dapat diatur . Pengaturan tegangan dapat dilakukan di luar konverter atau di dalam konverter. Pengaturan tegangan di luar konverter dilakukan dengan mengatur variasi tegangan searah masukan konverter. Pengaturan tegangan di dalam konverter dikenal sebagai Modulasi Lebar Pulsa (Pulse Width Modulation, PWM) Jadi konverter DC ke DC berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk mengubah tegangan searah yang rendah menjadi tegangan searah yang tinggi dan dapat dibuat variable.

6. Baterai

Baterai adalah salah satu komponen penyimpan energi yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi kimia dan energi kimia menjadi energi listrik. Untuk baterai 12 Volt nominal biasanya terdiri dari 6 sel dengan masing-masing sel memiliki tegangan 2 Volt. Jumlah tenaga listrik yang disimpan di dalam baterai dapat digunakan sebagai sumber tenaga listrik tergantung pada kapasitas baterai dalam satuan amper jam (AH). Jika pada kotak baterai tertulis 12 volt 60 AH, berarti baterai tersebut mempunyai tegangan 12 volt dimana jika baterai tersebut digunakan selama 1 jam dengan arus pemakaian 60 amper, maka kapasitas baterai tersebut setelah 1 jam akan habis. Dan jika pemakaian hanya 30 amper maka baterai tersebut akan habis setelah 2 jam. Disini terlihat bahwa lamanya pengosongan baterai ditentukan oleh besarnya pemakaian arus listrik dari baterai tersebut. Semakin besar arus yang digunakan, maka akan semakin cepat terjadi pengosongan pada baterai, dan sebaliknya jika semakin kecil arus yang digunakan, maka akan semakin lama terjadi pengosongan pada baterai.



Gambar 2. 13 Baterai 12 volt

Faktor-Faktor Ketahanan Baterai

a. Pengaruh Temperatur

Temperatur yang tinggi disebabkan karena terjadinya pensulfatan dan akibat pengisian berlebihan. Pensulfatan akibat dari *self discharge* di mana pada pelat timbul kristal timah sulfat halus dan lama-kelamaan akan mengeras. Tanda-tanda terjadinya pensulfatan adalah:

1. Terjadinya panas yang berlebihan.
2. Pembentukan gas yang cepat saat di beri arus pengisian yang besar

b. Pengurangan Elektrolit yang Cepat

1. *Over Charging*

Pengisian berlebihan (*over charging*) menyebabkan elektrolit cepat berkurang karena penguapan berlebihan.

2. *Self-Discharge*

Besarnya *self-discharge* akan naik begitu temperatur dan berat jenis elektrolit dan kapasitas baterai tinggi.

3. *Gassing*

Energi listrik di isikan ke dalam sel dari sumber pengisi baterai DC tidak dapat lama di gunakan untuk perubahan kimia pada bahan elektrode aktif, dan oleh sebab itu menyebabkan penguraian elektrolit pada air.

4. Penguapan

Iklim tropis dan letak baterai dekat mesin menjadi faktor penguapan elektrolit yang tinggi.

5. Korosi

Pada plat positif korosi timah positif dan masa hidup baterai dapat di amati pada tingkat korosi sebanyak kadar keasaman dari penyusutan elektrolit.

2.8.2. Kelebihan dan Kekurangan *System Archimedes Screw Turbine*

Archimedes pertama kali membuat sekrup *archimedes*. Awalnya, sekrup *archimedes* digunakan sebagai pompa air yang disebut pompa *archimedes*. Sekrup pompa *archimedes* merupakan bilah-bilah yang membentuk heliks pada poros silinder.

Adapun kelebihan dari turbin *archimedes screw* adalah sebagai berikut :

1. Kesesuaian dengan air aliran rendah: Turbin *archimedes screw* dapat bekerja efektif dengan aliran air yang rendah dan lambat. Hal ini membuatnya cocok untuk digunakan di sungai kecil, kanal irigasi, atau saluran air dengan tinggi jatuh yang terbatas.
2. Toleransi terhadap material padatan: Turbin ini memiliki daya tahan terhadap material padatan, seperti kerikil, pasir, atau dedaunan, yang terbawa oleh aliran air. Ini meminimalkan risiko kerusakan pada turbin dan memungkinkan penggunaan di lingkungan dengan kandungan sedimen yang tinggi.
3. Efisiensi pada aliran air yang bervariasi: Turbin *archimedes Screw* dapat menjaga tingkat efisiensi yang relatif stabil bahkan dengan fluktuasi aliran air yang signifikan. Hal ini membuatnya cocok untuk lokasi dengan perubahan musiman dalam debit air.
4. Kemudahan operasi dan pemeliharaan: Turbin ini memiliki desain yang sederhana dan sedikit komponen mekanis yang bergerak. Hal ini mengurangi kebutuhan perawatan dan memudahkan operasi serta pemeliharaan rutin.

Adapun beberapa kekurangan yang terdapat pada Turbin *Archimedes Screw* adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi yang lebih rendah: Secara umum, turbin *archimedes screw* memiliki efisiensi yang lebih rendah dibandingkan dengan turbin hidro tradisional, seperti turbin Francis atau turbin Pelton. Efisiensi yang lebih rendah ini terutama terjadi pada aliran air dengan ketinggian jatuh yang tinggi dan aliran air yang cepat.
2. Besar dan berat: Turbin ini cenderung memiliki ukuran yang besar dan berat. Hal ini dapat membutuhkan infrastruktur yang kuat dan mahal untuk mendukung turbin dan membatasi penggunaannya dalam proyek-proyek dengan keterbatasan ruang atau kapasitas beban yang rendah.
3. Kecepatan putar yang terbatas: Turbin *archimedes screw* cenderung memiliki kecepatan putar yang lebih lambat dibandingkan dengan turbin

hidro tradisional. Hal ini dapat mempengaruhi tingkat daya yang dihasilkan dan memerlukan desain sistem yang tepat untuk memastikan efisiensi energi maksimal.

2.9. Efisiensi Konversi Energi

Efisiensi konversi energi adalah ukuran seberapa efisien suatu sistem atau perangkat dalam mengubah energi yang masuk menjadi bentuk energi yang diinginkan atau berguna. Pada konteks pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dengan *archimedes screw turbine*, efisiensi konversi energi mengacu pada seberapa besar persentase energi kinetik air yang dapat diubah menjadi energi listrik oleh *archimedes screw turbine*. Efisiensi konversi energi dapat dihitung dengan membandingkan energi keluaran yang dihasilkan (dalam hal ini energi listrik) dengan energi masukan yang tersedia (dalam hal ini energi kinetik air). Biasanya, efisiensi konversi energi diukur sebagai persentase, di mana efisiensi yang lebih tinggi menunjukkan bahwa sistem lebih efisien dalam mengubah energi. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi konversi energi pada *archimedes screw turbine* adalah: sudut kemiringan sekrup, jarak antar sekrup, diameter sekrup, jumlah sekrup, kecepatan putaran sekrup.

Efisiensi sistem merupakan kemampuan peralatan pembangkit untuk mengubah energi kinetik air yang mengalir menjadi energi listrik. Untuk menghitung efisiensi dapat digunakan rumus sebagai berikut :

Dalam menghitung daya bisa diketahui dengan menggunakan persamaan berikut :

$$P_H = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

P_H = Daya hidrolisis (Watt)

ρ = Masa jenis air (1000 kg/m³)

Q = Debit air (m³/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

h = *head* (m)

$$P_T = T \times \omega \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

P_T = Daya turbin (Watt)

T = Torsi (Nm)

ω = Kecepatan putaran sudut (rad/s)

Efisiensi dari turbin dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\eta = \frac{P_T}{P_H} 100\% \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

η = Efisien turbin

P_T = Daya turbin

P_H = Daya hidrolisis

2.9.1. Kecepatan Aliran Air

Kecepatan aliran air mempengaruhi performa *archimedes screw turbine* dan efisiensi konversi energi. Jika kecepatan aliran air terlalu rendah, *archimedes screw turbine* mungkin tidak dapat mencapai kecepatan putar yang optimal untuk menghasilkan energi listrik yang maksimal. Di sisi lain, jika kecepatan aliran air terlalu tinggi, *archimedes screw turbine* dapat beroperasi pada kecepatan putar yang berlebihan, menyebabkan kerugian energi dan bahaya kerusakan pada turbin. Oleh karena itu, pemilihan situs yang tepat dengan kecepatan aliran air yang sesuai merupakan hal yang penting untuk mencapai efisiensi konversi energi yang optimal.

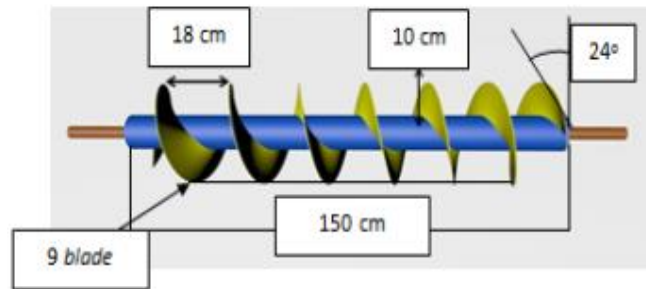
2.9.2. Ukuran dan Jumlah Blade

Ukuran sekrup, termasuk diameter dan panjangnya, serta jumlah sekrup yang digunakan dalam *archimedes screw turbine*, berpengaruh pada efisiensi konversi energi. Diameter sekrup yang terlalu besar atau terlalu kecil dapat menghasilkan kehilangan energi dalam sistem. Sekrup dengan diameter yang tepat harus dipilih untuk menampung aliran air dengan lancar dan menghasilkan gaya dorong yang optimal. Jumlah sekrup juga harus dipilih dengan mempertimbangkan jumlah aliran air yang tersedia dan kebutuhan energi listrik yang diinginkan.

Adapun beberapa desain turbin ulir dengan jumlah *Blade* yang berbeda – beda adalah sebagai berikut :

a. Desain Turbin Ulir Jarak 18 cm

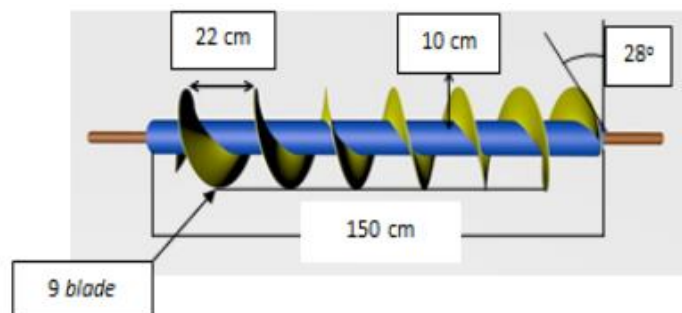
Desain pemodelan prototipe Turbin Ulir pada pembangkit listrik tenaga *pico hydro* yang dirancang dengan jarak antar *screw* 18 cm, diameter turbin 27cm, panjang turbin 150cm, tebal sudu turbin 0,25 cm, dan tinggi sudu 10 cm.



Gambar 2. 14 Desain Turbin Ulir Jarak 18 cm

b. Desain Turbin Ulir Jarak Sudu 22 cm

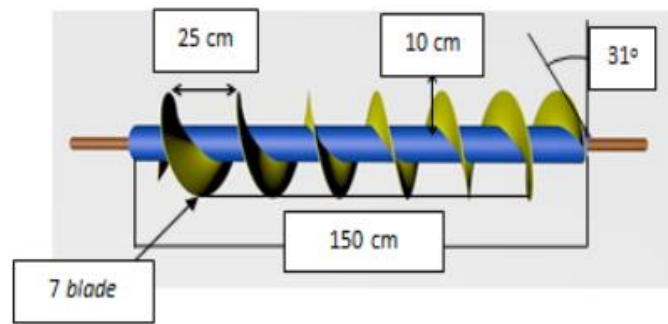
Desain pemodelan prototipe Turbin Ulir pada pembangkit listrik tenaga *pico hydro* yang dirancang dengan jarak antar *screw* 22 cm, diameter turbin 27cm, panjang turbin 150cm, tebal sudu turbin 0,25 cm, dan tinggi sudu 10 cm.



Gambar 2. 15 Desain Turbin Ulir Jarak 22 cm

c. Desain Turbin Ulir Jarak Sudu 25

Desain pemodelan prototipe Turbin Ulir pada pembangkit listrik tenaga *pico hydro* yang dirancang dengan jarak antar *screw* 25 cm, diameter turbin 27cm, panjang turbin 150cm, tebal sudu turbin 0,25 cm, dan tinggi sudu 10 cm.



Gambar 2. 16 Desain Turbin Ulir Jarak 25 cm

Untuk mencari jumlah sudu pada turbin dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

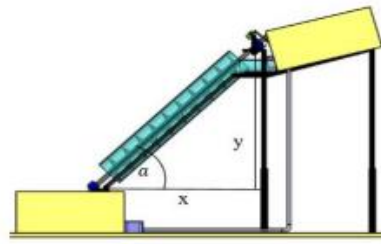
$$Z = \frac{L}{S} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

- Z = Jumlah Ulir
- L = Panjang turbin
- S = Jarak sudut

2.9.3. Sudut Kemiringan

Sudut kemiringan sekrup pada *archimedes screw turbine* juga mempengaruhi efisiensi konversi energi. Sudut kemiringan yang terlalu curam atau terlalu landai dapat mengurangi efisiensi sistem. Sudut yang optimal dipilih untuk menghasilkan gaya dorong yang optimal saat air mengalir melalui sekrup. Sudut kemiringan yang tepat memastikan bahwa air dapat terjepit dengan baik oleh sekrup dan mengalir dengan lancar, tanpa adanya turbulensi yang berlebihan.



Gambar 2. 17 Kemiringan Turbin Ulir

Untuk mengukur derajat kemiringan dari *head* turbin *archimedes* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus pythagoras. Berikut adalah persamaan untuk menghitung sudut *head* turbin sebagai berikut :

$$\tan \alpha = \frac{y}{x} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

Tan α = Derajat kemiringan (°)

y = Jarak vertikal (m)

x = Jarak harizontal (m)

2.9.4. Tinggi Jatuh Air

Tinggi jatuh air, juga dikenal sebagai ketinggian air dari sumber air ke *archimedes screw turbine*, mempengaruhi jumlah energi kinetik yang tersedia untuk dikonversi menjadi energi listrik. Semakin tinggi jatuh air, semakin besar energi kinetik yang dapat dimanfaatkan. Oleh karena itu, memilih situs dengan tinggi jatuh air yang optimal dapat meningkatkan efisiensi konversi energi pada *archimedes screw turbine*.

2.9.5. Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan juga dapat mempengaruhi efisiensi konversi energi pada sistem *archimedes screw turbine*. Perubahan dalam kondisi aliran air, seperti fluktuasi debit air atau perubahan tekanan air, dapat mempengaruhi performa *archimedes screw turbine* dan mengurangi efisiensi konversi energi. Selain itu, suhu air juga dapat mempengaruhi kepadatan air, yang pada gilirannya mempengaruhi kecepatan aliran dan performa *archimedes screw turbine*. Kondisi

cuaca seperti hujan, suhu udara, dan kelembaban juga dapat mempengaruhi efisiensi konversi energi pada sistem *archimedes screw turbine*.



Gambar 2. 18 Kondisi Lingkungan Tempat Penelitian

2.10. Irigasi Pesawahan

Tinjauan umum tentang sistem irigasi pesawahan dan peran pentingnya dalam pertanian.

Sistem irigasi pesawahan adalah suatu sistem yang digunakan untuk menyediakan air secara teratur dan terkontrol ke lahan pertanian atau pesawahan. Sistem ini memanfaatkan sumber air, seperti sungai, danau, sumur, atau saluran air, untuk memenuhi kebutuhan air tanaman yang ditanam di lahan pertanian. Berikut ini adalah tinjauan umum tentang sistem irigasi pesawahan dan peran pentingnya dalam pertanian:

1. Penyediaan air: Sistem irigasi pesawahan penting karena menyediakan air yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Air yang disalurkan secara teratur membantu menjaga kelembaban tanah dan menyediakan nutrisi bagi tanaman. Tanaman membutuhkan air yang cukup untuk fotosintesis, pengangkutan nutrisi, dan penyerapan akar.
2. Meningkatkan hasil panen: Dengan menggunakan sistem irigasi pesawahan, petani dapat mengontrol pasokan air dan memberikan air pada waktu yang tepat. Ini membantu meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen.
3. Tanaman yang mendapatkan pasokan air yang cukup akan tumbuh lebih baik, memiliki pertumbuhan yang sehat, dan menghasilkan hasil panen yang lebih baik.
4. Pengendalian kekeringan: Irigasi pesawahan sangat penting dalam mengatasi masalah kekeringan. Dalam kondisi cuaca kering atau musim kemarau, sumber air alami mungkin tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Dengan sistem irigasi yang efektif, petani dapat menyediakan air tambahan untuk menjaga pertumbuhan tanaman dan mencegah kekeringan.
5. Pengendalian banjir: Sistem irigasi pesawahan juga dapat membantu mengendalikan banjir. Dengan mengalirkan air ke saluran irigasi yang terpisah dari daerah pertanian, air hujan berlebih atau air dari sungai dapat dialirkan secara terkendali, mengurangi risiko kerusakan tanaman akibat banjir.
6. Meningkatkan efisiensi penggunaan air: Sistem irigasi pesawahan modern menggunakan teknologi yang canggih, seperti irigasi tetes atau irigasi sprinkler, yang membantu meningkatkan efisiensi penggunaan air. Air disalurkan
7. langsung ke akar tanaman dengan kehilangan minimum akibat penguapan atau perkolasi. Ini membantu menghemat air dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya.
8. Diversifikasi produksi: Dengan adanya sistem irigasi pesawahan, petani dapat mengembangkan lahan pertanian mereka dan menanam berbagai jenis tanaman. Ini membuka peluang untuk diversifikasi produksi, meningkatkan pendapatan petani, dan mengurangi risiko kegagalan panen jika satu tanaman terkena penyakit atau bencana alam.

9. Peningkatan ekonomi dan ketahanan pangan: Irigasi pesawahan berkontribusi pada peningkatan ekonomi dan ketahanan pangan suatu wilayah. Dengan hasil panen yang baik dan produktifitas lahan yang tinggi, petani dapat meningkatkan

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan ini dilakukan dalam waktu 6 bulan terhitung dari tanggal 08 april 2023 sampai 08 september 2023. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesai penelitian. Penelitian ini diawali dengan kajian awal (tinjauan pustaka), survei tempat irigasi pesawahan, pembuatan alat, analisa data, dan terakhir kesimpulan dan saran dan penelitian ini dilaksanakan di Desa Dolok, Kecamatan Tanjung Tiram, Kabupaten Batu Bara

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Adapun alat yang digunakan untuk melaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Gerinda

Grinder atau gerinda secara harifiah adalah alat untuk memperhalus maupun menajamkan alat potong yaitu dengan cara mengasahnya yang pada mulanya dengan bahan pasir maupun batu.



Gambar 3. 1 Gerinda

2. Las Listrik

Las listrik adalah sebuah proses pengelasan yang sumber panasnya diperoleh dari energi listrik. Dari Energi Listrik kemudian diterima oleh mesin las dan dirubah menjadi energi panas saat kutub elektroda dan benda kerja bertemu sehingga terjadi pertukaran ion yang menyebabkan terjadinya busur listrik.



Gambar 3. 2 Las Listrik

3. Bor Listrik

Mesin bor listrik merupakan jenis bor tangan yang banyak dipakai untuk pengaplikasian DIY (Do It Yourself). Dikarnakan jenis mesin bor ini memiliki ukuran yang kecil sehingga mudah digunakan. Bor tangan biasanya digunakan untuk mengebor besi maupun kayu.



Gambar 3. 3 Bor Listrik

4. Penggaris dan Meteran

penggaris adalah sebuah alat pengukur atau alat bantu untuk menggambar garis lurus. Alat ukur ini sendiri memiliki skala terkecil sekitar 1mm atau 0,1cm.



Gambar 3. 4 Penggaris dan Meteran

5. Palu

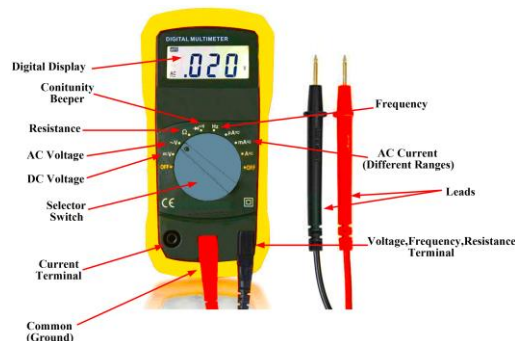
Palu, pemukul, tukul, atau martil adalah alat yang digunakan untuk memberikan tumbukan kepada benda. Palu umum digunakan untuk memaku, memperbaiki suatu benda, penempatan logam dan menghancurkan suatu objek.



Gambar 3. 5 Palu

6. Multitester

Multitester adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengukur besaran arus listrik, selain itu juga sering digunakan untuk menentukan resistansi atau nilai hambatan.



Gambar 3. 6 Multitester

7. Jangka

Jangka adalah alat untuk menggambar lingkaran atau busur. Alat ini juga dapat digunakan untuk mengukur jarak, terutama pada peta. Jangka digunakan dalam matematika, gambar teknis, navigasi, dan lain-lain.



Gambar 3. 7 Jangka

8. Solder

Solder adalah alat yang digunakan untuk merakit atau membongkar komponen elektronik yang biasanya disematkan pada papan PCB (Printed Circuit Board).



Gambar 3. 8 Solder

9. Lem Korea

Lem korea dikenal sebagai salah satu lem super yang memiliki daya rekat tinggi dan sering dipakai untuk merekatkan karet, plastik, hingga kayu. Lem korea biasanya dipakai untuk mengelem sol sepatu dan sandal yang terbuka atau perabot rumah yang patah.



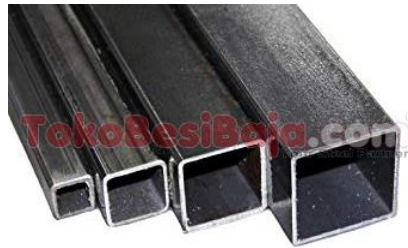
Gambar 3. 9 Lem Korea

3.2.2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan untuk melaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Besi hollow 2x2

Besi hollow adalah jenis material konstruksi yang umumnya digunakan dalam proyek bangunan. Istilah “hollow” sendiri berarti berongga atau berlubang. Jadi, besi hollow merujuk pada profil baja berbentuk tabung atau pipa yang memiliki bagian dalam yang kosong.



Gambar 3. 10 Besi Hollow

2. Pipa Pvc 2,5 inch

Pipa PVC adalah jenis produk pipa termoplastik yang terbuat dari polymer PVC (Polyvinyl Chloride). Karena berbahan PVC, maka pipa ini memiliki sifat lentur, fleksibel, dan tidak mudah rusak. Pipa PVC dibanderol dengan harga yang murah dan pada saat proses pemasangannya mudah untuk dirangkai.



Gambar 3. 11 Pipa PVC 2,5 Inch

3. Gear ukuran T12 dan T26

Roda gigi atau gir adalah bagian dari mesin yang berputar untuk mentransmisikan daya. Roda gigi memiliki gigi-gigi yang saling bersinggungan dengan gigi dari roda gigi yang lain. Dua atau lebih roda gigi yang

bersinggungan dan bekerja bersama-sama disebut sebagai transmisi roda gigi, dan bisa menghasilkan keuntungan mekanis melalui rasio jumlah gigi.



Gambar 3. 12 Gear T26 dan T12

4. Rantai

Rantai merupakan sebuah komponen yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga putar dari mesin ke roda belakang melalui perantara gear.



Gambar 3. 13 Rantai

5. Mur dan Baut

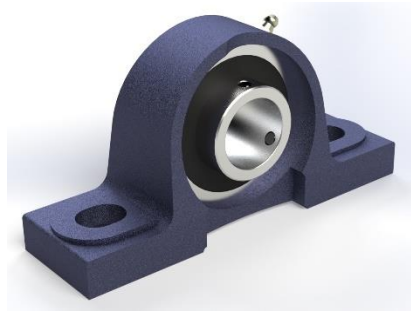
Baut (*Bolt*) merupakan suatu batang atau tabung yang membentuk alur heliks atau tangga spiral pada permukaannya dan mur (*Nut*) adalah pasangannya. Fungsi utama baut dan mur adalah menggabungkan beberapa komponen sehingga tergabung menjadi satu bagian yang memiliki sifat tidak permanen.



Gambar 3. 14 Mur dan Baut

6. *Bearing*

Bearing adalah elemen mesin yang digunakan untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar dapat selalu bergerak pada arah yang diinginkan. Contohnya menjaga poros (shaft) agar selalu berputar terhadap sumbu porosnya dan juga komponen yang bergerak linier agar selalu berada pada jalurnya.



Gambar 3. 15 Bearing

7. Generator Dc

Generator DC atau generator arus searah (DC) adalah salah satu jenis mesin listrik, dan fungsi utama mesin generator DC adalah mengubah energi mekanik menjadi listrik DC (arus searah). Proses perubahan energi menggunakan prinsip gaya gerak listrik yang diinduksi secara energi.



Gambar 3. 16 Generator Dc

8. Lampu Dc

Lampu adalah sebuah peranti yang memproduksi cahaya. Kata "Lampu" dapat juga berarti bola Lampu. Lampu pertama kali ditemukan oleh Sir Joseph William Swan. Lampu adalah sebuah benda yang berfungsi sebagai penerang,

lampu memiliki bentuk seperti botol dengan rongga yang berisi kawat kecil yang akan menyala apabila disambungkan ke aliran listrik.



Gambar 3. 17 Lampu Dc

9. Rangka *Archimedes Screw Turbine*

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



Gambar 3. 18 Rangka *Archimedes Screw Turbine*

10. *Archimedes Screw Turbine*

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.



Gambar 3. 19 *Archimedes Screw Turbine*

11. Kabel Listrik

kabel jumper adalah kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkanmu untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder. Intinya kegunaan kabel jumper ini adalah sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik.



Gambar 3. 20 Kabel Jumper

12. Tempat Penelitian

Tempat penelitian ini dilaksanakan di daerah pesawahan tepatnya di Desa Simpang Dolok, Kec. Datuk Lima Puluh, Kab. Batu Bara. Aliran irigasi pesawahan yang memiliki air yang mengalir untuk memutar turbin *Archimedes* dengan panjang 5 m, lebar 70 cm, dan kedalaman 20 cm sehingga dapat menghasilkan energi listrik.



Gambar 3. 21 Tempat Penelitian

3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Pembuatan dan Perakitan

Setelah proses perancangan selesai dilakukan, maka akan dilanjutkan dengan proses pembuatan masing-masing komponen dari turbin *Archimedes* single screw.

1. Rangka dan Talang *Archimedes screw* turbin
 - a. Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan
 - b. Mengukur dan memotong Pipa PVC penahan air sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan
 - c. Memanaskan pipa menggunakan heat gun dan membentuk huruf U pada pipa PVC
 - d. Mengukur dan memotong besi siku 2x2 sesuai dengan ukuran yang direncanakan
 - e. Menyambungkan besi siku 2x2 menggunakan mesin las dan bor listrik sesuai dengan desain rancangan yang telah dibuat
 - f. Memasang *bearing* dengan menggunakan baut dan mur pada rangka sebagaiudukan poros turbin

- g. Memasang generator pada rangka bagian atas.
- h. Membuat sistem transmisi mekanis dari rantai dan gear yang nantinya akan menghubungkan turbin dan generator.

2. Turbin screw

- a. Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan
- b. Memotong dan meratakan pipa pvc dengan cara dipanaskan menggunakan heat gun kemudian ditekan menggunakan keramik
- c. Menggambar lingkaran pada pipa pvc dengan menggunakan jangka sesuai dengan rancangan yang telah dibuat, kemudian memotongnya sesuai pola
- d. Merangkai dan menyatukan pvc yang telah diberi pola spiral sehingga membentuk sudu ulir menggunakan lem sesuai dengan hasil perancangan.
- e. Merapikan bentuk sudut
- f. Memasang poros ke turbin
- g. Melakukan finishing terhadap rangka turbin dan turbin berupa penghalusan untuk membersihkan permukaannya sebelum dilakukan pengecatan
- h. Setelah seluruh komponen di cat, kemudian dirangkai sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.

Dari hasil rancangan yang telah dibuat diterangkan pada tabel di bawah ini :

Tabel 3. 1 Data Hasil Rancangan *Archimedes Screw Turbine*

No.	Data Rancangan	Keterangan
1.	Dimeter Turbin	20 cm
2.	Dimeter Poros	3,81 cm
3.	Panjang Turbin	50 cm
4.	Jumlah Ulir	8 Buah
5.	Kapasitas Generator	25 Watt
6.	Gear Besar	26 T
7.	Gear Kecil	12 T
8.	Diameter As	0,8 cm

9.	Panjang As	70 cm
10.	Material Ulir	Pipa Pvc

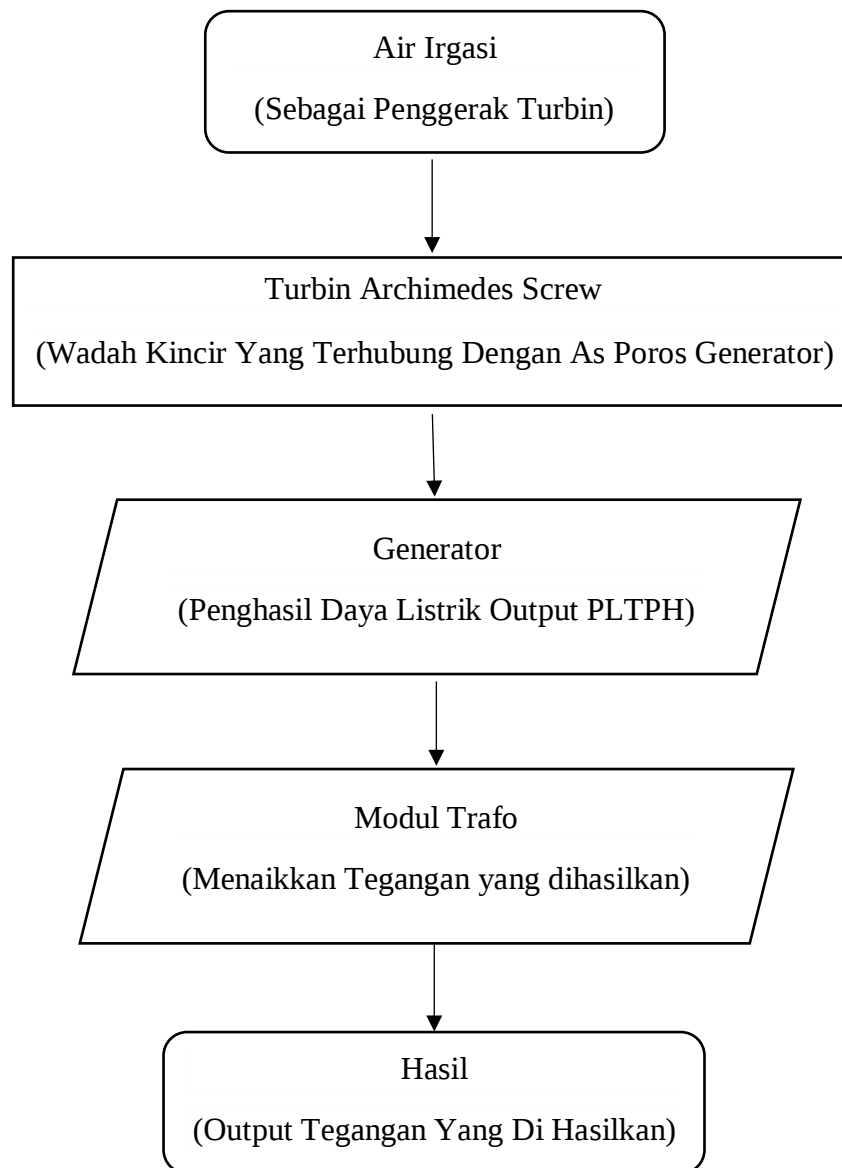
3.3.2. Pengujian dan Pengambilan Data

Setelah proses pembuatan dan perakitan selesai, maka akan dilakukan pengujian alat dan pengambilan data. Pengujian dan pengambilan data dilakukan di saluran irigasi daerah Desa Dolok, Kecamatan Datuk Lima Puluh, Kabupaten Batu Bara..

Langkah - langkah pengujian turbin *Archimedes* single screw data adalah sebagai berikut :

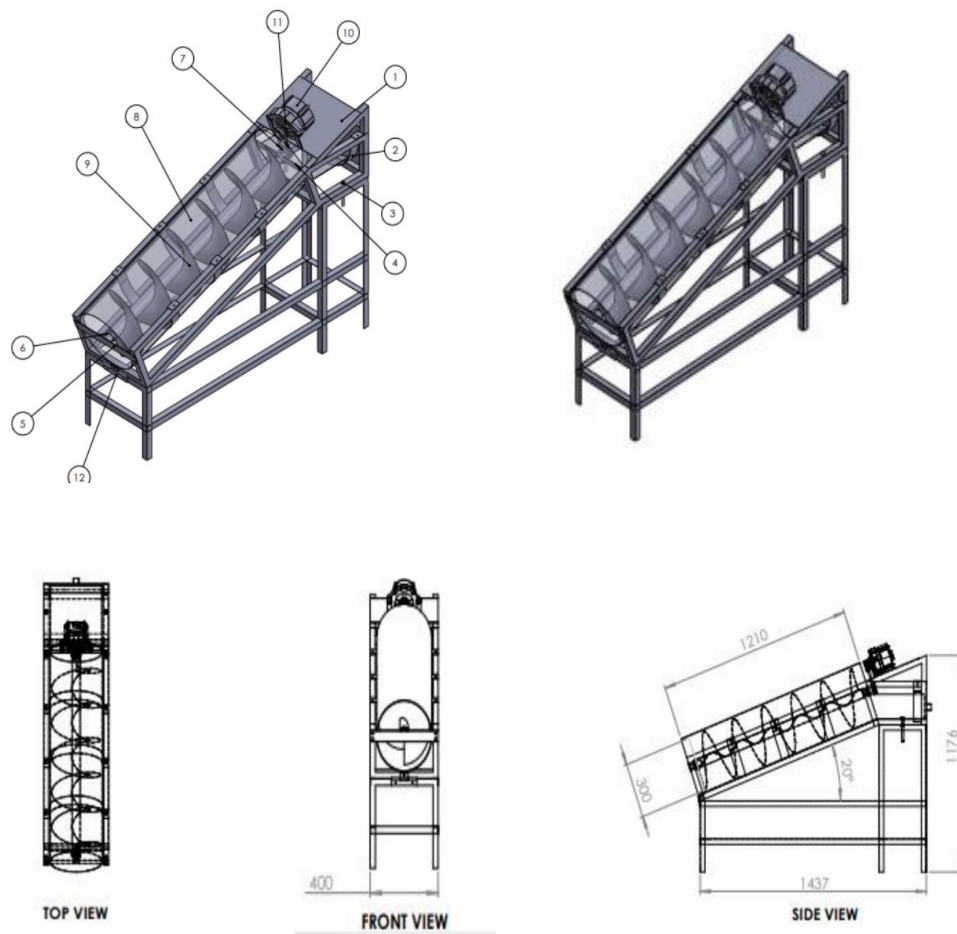
1. Memastikan setiap komponen yang terhubung baik satu sama lain
2. Meletakkan Turbin *Archimedes* screw pada saluran irigasi dan pastikan terpasang dengan baik dan tidak bergerak
3. Memastikan turbin berputar dengan baik pada porosnya
4. Memastikan sistem transmisi penggerak generator terpasang dengan baik
5. Mengukur debit dan kecepatan aliran pada saluran irigasi
6. Melakukan proses pengujian
7. Mengukur tegangan (V) dan arus (I) yang dihasilkan generator menggunakan multimeter
8. Mengukur tegangan (V) dan arus (I) yang dihasilkan beban lampu 3 watt menggunakan multimeter
9. Mencatat data hasil pengukuran pada tabel yang telah disiapkan
10. Pengujian selesai

3.4. Blok Diagram Sistem Kerja



Gambar 3. 22 Blok Diagram Sistem Kerja

3.5. Gambar Ilustrasi Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro*

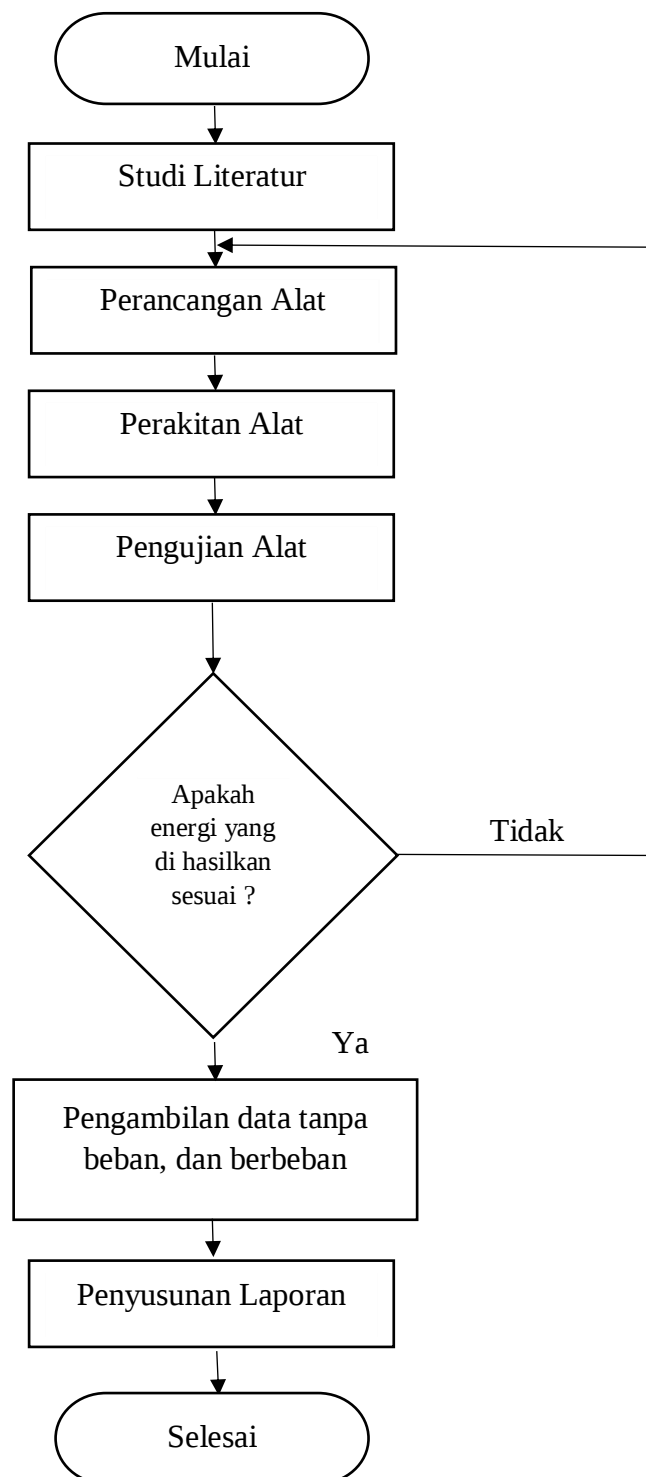


ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	CHASSIS		1
2	HOLDER COVER TURBIN		4
3	BOLT ADJUSTER		2
4	HOLDER TUBIN - 1		1
5	HOLDER TUBIN - 2		1
6	SKF - 6005		2
7	PULLEY		1
8	TURBIN COVER		1
9	TURBIN		1
10	ALTERNATOR		1
11	BELT		1
12	HINGE		1

	SKALA : 1 : 1	DIGAMBAR : KELOMPOK SOLID	PERINGATAN:
	UKURAN : mm	DEPT : MESIN	
	TANGGAL : 04-06-2021	DILIHAT :	

Gambar 3. 23 Ilustrasi Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro

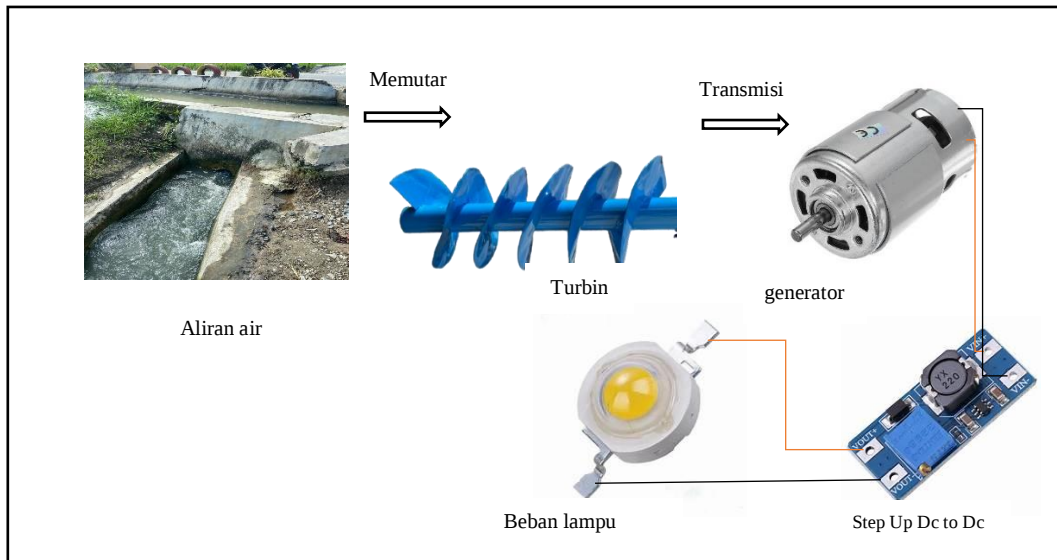
3.6. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. 24 Bagan Alir Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Menganalisis Prinsip Kerja dari Archimedes Screw Turbin



Gambar 4. 1 Sistem Kerja *Archimedes Screw turbine*

Pada gambar 4.1 diatas dapat di simpulkan bahwa prinsip kerja *archimedes screw turbine* didasarkan pada prinsip dasar hukum *Archimedes* yang menyatakan bahwa sebuah benda yang terendam di dalam fluida akan mengalami gaya angkat yang sama dengan berat fluida yang dipindahkannya. Dalam konteks pembangkit listrik tenaga pico hydro, turbin *Archimedes screw* mengubah energi kinetik air menjadi energi mekanik dengan cara memanfaatkan gerakan putar dari sekrup yang digerakkan oleh aliran air.

BAB V

PENUTUP

5.1.Kesimpulan

Dari hasil dan pengujian analisa data, maka diperoleh kesimpulan :

1. Prinsip kerja dari pembangkit ini yaitu memulai dari aliran air yang masuk ke rongga – rongga turbin sehingga aliran air dapat memutar turbin yang terhubung ke generator dengan perantara gear dan rantai transmisi dan kemudian dari generator tersebut langsung terhubung ke trafo step up dan kemudian terhubung ke beban secara langsung. Untuk *archimedes screw turbin*nya sendiri memiliki ukuran panjang 50 cm, diameter 20 cm, jumlah ulir 8 buah dan derajat 20 ° dan memiliki konstruksi dengan panjang 70 cm, lebar 25 cm, dan tinggi 30 cm.

5.2.Saran

Beberapa saran yang penting untuk peneliti selanjutnya yang ingin melanjutkan penelitian tentang turbin *archimedes screw* skala piko adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan turbin *Archimedes Screw* memiliki tingkat fabrikasi yang cukup sulit jika dilakukan secara manual. Oleh karena itu disarankan agar *screw* dapat dibuat menggunakan 3D printing agar lebih presisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi Musyafiq, A., Asma Ilahi, N., Prima Dewi, R., & Barokah, U. (2022). Simulation of Piko Hydro Power Generator Using Thread Turbine With 10 Watt Power. *Jurnal Jartel Jurnal Jaringan Telekomunikasi*, 12(2), 100–104. <https://doi.org/10.33795/jartel.v12i2.329>
- Aditya Kresna Artha K, I. G. P., Arta Wijaya, I. W., & Janardana, I. G. N. (2022). Rancang Bangun Prototype Pltmh Dengan Turbin Turgo. *Jurnal SPEKTRUM*, 9(2), 1. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2022.v09.i02.p1>
- Alipan, N. (2018). Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Pico-Hydro Dengan Memanfaatkan Alternator Untuk Membantu Penerangan Jalan Seputaran Kebun Salak. *Jurnal Edukasi Elektro*, 2(2), 59–70. <https://doi.org/10.21831/jee.v2i2.22457>
- Amnur Akhyan, & Denny Satria. (2022). Pengaruh Laju Aliran Volume Internal Dan Sudut Kemiringan Terhadap Efisiensi Turbin Screw 1 Sudu. *Aptek*, 14(1), 13–19. <https://doi.org/10.30606/aptek.v14i1.1051>
- Ardika, I. K., Weking, A. I., & Jasa, L. (2019). Analisa Pengaruh Jarak Sudu Terhadap Putaran Turbin Ulir Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 18(2). <https://doi.org/10.24843/mite.2019.v18i02.p10>
- Bandri, S., Premadi, A., & Andari, R. (2021). STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICOHYDRO (PLTPh) RUMAH TANGGA. *Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, 21(1), 16. <https://doi.org/10.36275/stsp.v21i1.345>
- Dewanto, H. P., Himawanto, D. A., & Cahyono, S. I. (2018). Pembuatan dan pengujian turbin propeller dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga air piko hidro (PLTA-PH) dengan variasi debit aliran. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 12(2), 54–62. <https://doi.org/10.36289/jtmi.v12i2.72>
- Dewatama, D., Fauziah, M., & Safitri, H. K. (2018). Kendali Dc-Dc Converter Pada Portable Pico-Hydro Menggunakan Pid Kontroller. *Jurnal Eltek*, 16(2), 113. <https://doi.org/10.33795/eltek.v16i2.103>
- Dherry, R. H. C. M. (2021). *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko*

Hidro Menggunakan Turbin Archimedes Screw Bilah Lima dengan Sistem Pengontrolan Inlet Air dan Monitoring Berbasis IoT. 1–86.

Dwiyanto, V., Kusumastuti, D. I., & Tugiono, S. (2016). Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 4(3), 407–422.

Evalina, N., Pasaribu, F. I., & Hutasuhut, A. A. (2022). Implementation of Solar Power Plant Capacity 200 WP with Solar Charge System for AC Load. *AIP Conference Proceedings*, 2499, 1–7. <https://doi.org/10.1063/5.0104940>

Hidayatullah, T., Karim, A., Mesin, J. T., Negeri, P., & Pandang, U. (2019). *AGITATOR*.

Jabar, M. A., Golwa, G. V., Prasetyo, C. B., & Kusuma, T. I. (2020). *Analisis Efisiensi Keluaran Energi Listrik Prototipe Sistem Pembangkit Tenaga Pico Hydro Menggunakan Jenis Turbin Archimedes-Screw*. 11(September), 36–43.

Nadzir, N. (2000). *Jurnal Piko Hidro* 5. 1(1), 1–7.

Nugraha, A., Ramadhan, M. N., Syarief, A., & Adianto, D. S. (2022). Analisis Kinerja Turbin Archimedes Screw Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *Elemen : Jurnal Teknik Mesin*, 9(1), 48–56. <https://doi.org/10.34128/je.v9i1.183>

PRAYOGI, M. R. (2022). *Studi Eksperimental Kinerja Turbin Archimedes Screw Sebagai Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan*. <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/17437>

Rahmawan, H. A. (2018). *Rancang Bangun Turbin Pelton Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Skala Laboratorium*. 1–37.

Rimbawati, Hutasuhuta, A. A., Evalina, N., & Cholish. (2018). Analysis Comparison of the Voltage Drop Before and After Using the Turbine in the Bintang Asih Microhydro Power Plant System. *Proceeding of Ocean, Mechanical and Aerospace -Science and Engineering-*, 5(1), 18–22.

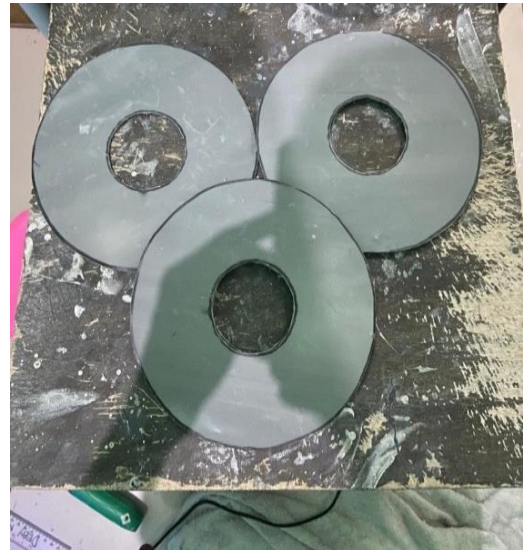
Rudi Cahyono, G., Reynaldi Perdana Saputra, M., Razi Ansyah, P., Amrullah, A., & Riadi, J. (2021). Studi kinerja picohydro turbine low power pada saluran irigasi budidaya ikan desa Bincau Kecamatan martapura Kabupaten Banjar. *Jurnal POROS TEKNIK*, 13(2), 59–65. <https://repo-mhs.ulm.ac.id/handle/123456789/22352>

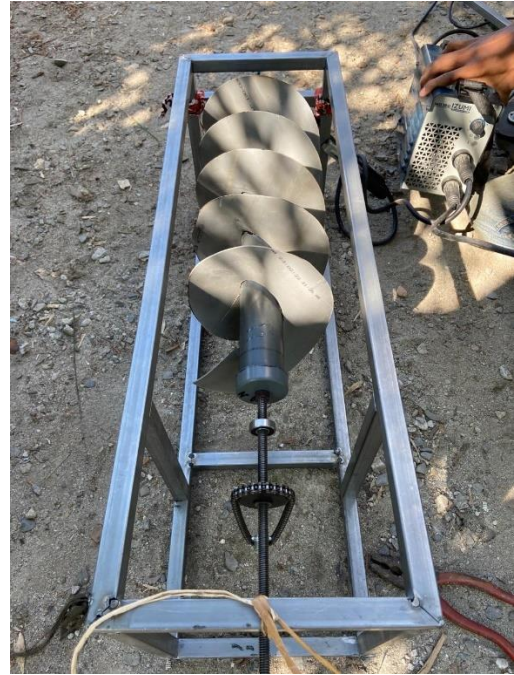
- Saputra, A. T., Weking, A. I., & Artawijaya, I. W. (2019). Eksperimental Pengaruh Variasi Sudut Ulir Pada Turbin Ulir (Archimedean Screw) Pusat Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan *Head* Rendah. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 18(1), 83. <https://doi.org/10.24843/mite.2019.v18i01.p12>
- Sari, D. P., Saputra, M. A. A., Syofii, I., & Adanta, D. (2021). A Study of The Developing Archimedes Screw as A Turbine. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 87(1), 151–160. <https://doi.org/10.37934/arfmts.87.1.151160>
- Sungkar, M. S., Ramady, G. D., Mahardika, A. G., Fadriani, H., & Mutaqin, A. H. (2021). Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro Berbasis Kontrol Arduino Uno. *Power Elektronik : Jurnal Orang Elektro*, 10(2), 91–96. <http://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/powerelektro/article/view/2692>
- Suyanto, M., Syafrudin, S., Nugroho, A. C., P, P. E., & Subandi, S. (2021). Perancangan sistem Pembangkit Listrik Pico Hydro Putaran Rendah Menggunakan Turbin Screw. *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, 4(1), 15. <https://doi.org/10.33087/jepca.v4i1.47>
- Syahputra, T. M., Syukri, M., & Sara, I. D. (2017). Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hydro dengan menggunakan Turbin Ulir. *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro*, 2(1), 16–22. <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/kitektro/article/view/6757>
- Wahyu Indra Wedanta, I. P., Arta Wijaya, W., & Jasa, L. (2021). Analisa Pengaruh Kemiringan *Head* Dan Variasi Sudut Blade Turbin Ulir Terhadap Kinerja Pltmh. *Jurnal SPEKTRUM*, 8(1), 73. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2021.v08.i01.p9>
- Wildan, dkk, & . (2021). Kajian kemiringan blade dan *head* turbin archimedes screw terhadap daya keluaran generator AC 1 Phase 3 kW. *Jurnal Teknik*, 10(1), 1–10. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/37410?articlesBySameAuthorPage=5>
- YoosefDoost, A., & Lubitz, W. D. (2020). Archimedes screw turbines: A sustainable development solution for green and renewable energy generation-

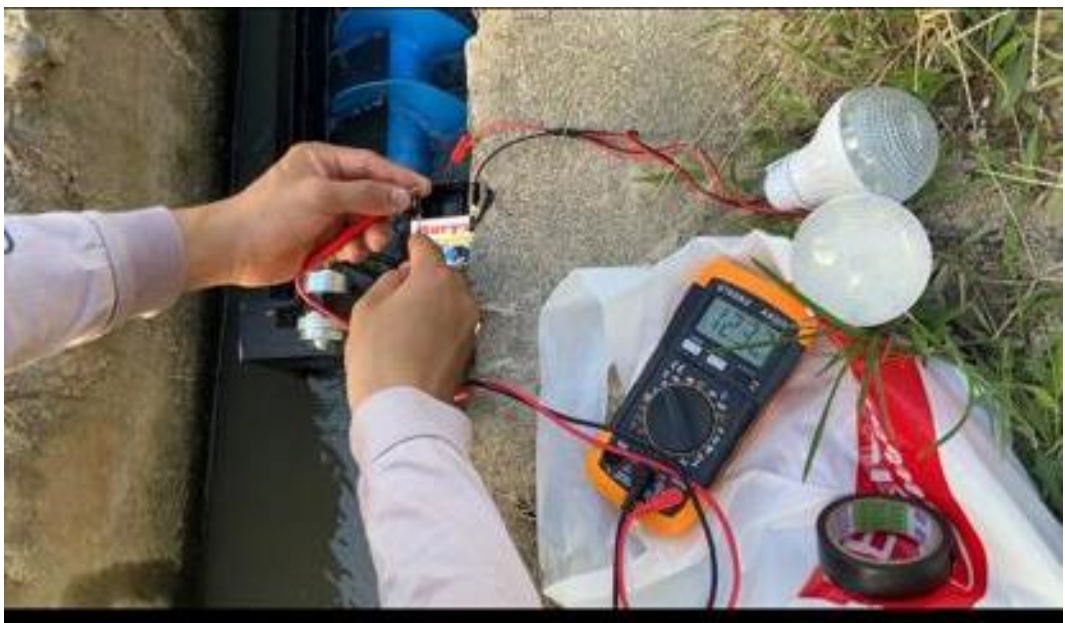
a review of potential and design procedures. *Sustainability (Switzerland)*, 12(18). <https://doi.org/10.3390/SU12187352>

Yusmartato, Zulfadli Pelawi, Yusniati, Fauzi, & Shalahuddin Alayubi Sitanggang. (2022). Pemanfaatan Aliran Air Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Picohidro (PLTPH) Di Desa Bandar Rahmat Kecamatan Tanjung Tiram Kabupaten Batu Bara. *Journal of Electrical Technology*, 7(1), 25–28.

LAMPIRAN











DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Bismi Khozali Alfa Reza
Npm : 1907220092
Tempat/Tanggal Lahir : Lima Laras, 27 Maret 2001
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Alamat : Dusun I Kampung Lalang, Kec. Tanjang Tiram
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
No Telepon/Whatsaap : 082284483332
Email : alfarezabismikhazali@gmail.com
Tinggi/Berat Badan : 165 cm, 55 kg
Kewarganegaraan : Indonesia

ORANG TUA

Nama Ayah : Nurbin
Agama : Islam
Nama Ibu : Salamah
Agama : Islam
Alamat : Dusun I Kampung Lalang, Kec. Tanjang Tiram

RIWAYAT PENDIDIKAN

2007 – 2013 : SD Negeri 010169 Lima Laras
2013 – 2016 : SMP Negeri 2 Tanjung Tiram
2016 – 2019 : SMA Negeri 1 Tanjung Tiram
2019 – 2024 : S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara (UMSU)



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Sila merujuk juga ke agar diketahui nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Akreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XI/2022

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

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

fatek@umsu.ac.id

[umsu.ac.id](#)

[umsu.ac.id](#)

[umsu.ac.id](#)

[umsu.ac.id](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor: 510/II.3AU/UMSU-07/F/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Elektro Pada Tanggal 08 April 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : BISMI KHOZALI ALFA REZA
Npm : 1907220092
Program Studi : TEKNIK Elektro
Semester : 8 (Delapan)
Judul Tugas Akhir : PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HYDRO DENGAN
SYSTEM ARCHIMEDES SCREW TURBINE DI AREA IRIGASI
PESAWAHAN .

Pembimbing : NOORLY EVALINA ST. MT

Dengan Demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul tugas akhir kurang sesuai dapat diganti oleh dosen pembimbing setelah mendapat Dari program Studi Teknik Elektro
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah I (Satu) Tahun dan tanggal yang telah Ditetapkan.

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

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 17 Ramadhan 1444 H

08 April 2023 M



Munawar Alfansury Siregar, ST., MT

NIDN: 0101017202





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)
FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Bismi Khozali Alfa Reza
NPM : 1907220092
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : "Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro Dengan System Archimedes Screw Turbine di Area Irigasi Pesawahan."

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
	10/4-2023	Sec Judul	Sudi
	20/4-2023	Perbaiki Rumus awal dan tujin TA	Sudi
	5/5-2023	Perbaiki tujin Perbaiki per BAB. dan fokus thd judul TA	Sudi Sudi
	20/5-2023	Perbaiki Metode Pengaliran dan Daftar Pustaka	Sudi
	4/7-2023	Perbaiki Format Penulisan	Sudi

10/7-2023 Acc Seminar Skripsi

Mengetahui,
Pembimbing I

10/ Acc Supra
A

Noorly Evalina S.T., M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)

FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Bismi Khozali Alfa Reza
NPM : 1907220092
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : "Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro Dengan System Archimedes Screw Turbine di Area Irigasi Pesawahan."

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
	14/8-2023	Legenda judul dan Bab I. Landasan teori tentang sistem Archimedes Screw Turbine dan Pico Hydro	Sudh
	18/8-2023	Perbaikan kesalahan penulisan dan Bab I sd Bab III	Sudh
	29/9-2023	Perbaikan kesalahan penulisan dan Analisa Bab IV	Sudh
	10/10-2023	Perbaikan hasil penguraian	Sudh
	5/11-2023	Perbaikan Analisa Bab IV	Sudh
	7/3-2023	Perbaikan lampiran	Sudh

7/3-2023
Mengetahui,
Pembimbing I
Noorly Evalina S.T., M.T.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)
FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Bismi Khozali Alfa Reza
NPM : 1907220092
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : "Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro Dengan System Archimedes Screw Turbine di Area Irigasi Pesawahan."

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
	28/ 3-2024	Perbaiki cara menuliskan gambar	Sudi
	30/ 3-2024	AKS fideus TA	Sudi

30/3/24
Mengetahui,
Pembimbing I
Noorly Evalina S.T., M.T