

RANCANG BANGUN PLTPH TURBIN ARCHIMEDES *SINGLE SCREW*
DENGAN MEMANFAATKAN ALIRAN IRIGASI



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Tekni Konversi Energi
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Panjang

NUZUL MUTHAHHIR	342 20 073
LULU RAHAYU LESTARI	342 20 083
ARPAL GERHANA SYAM	342 20 087

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir ini dengan judul “Rancang Bangun PLTPH Turbin Archimedes *Single Screw* Dengan Memanfaatkan Aliran Irigasi” oleh Nuzul Muthahhir NIM 342 20 073, Lulu Rahayu Lestari NIM 342 20 083, Arpal Gerhana Syam NIM 342 20 087 dinyatakan telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya Pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023

Pembimbing I,



Prof.A.M. Shiddiq Yunus, S.T.,M.Eng.Sc.,Ph.D
NIP. 19780804 200112 1 001

Pembimbing II,



Ir.Andreas Pangkung, M.T.
NIP. 19620828 198903 1 003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr.Ir.Syaharuddin Rasvid, M.T.
NIP. 19680105 199403 1 001

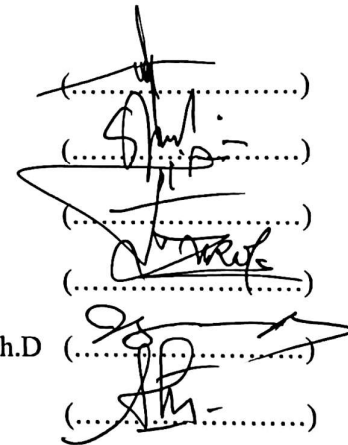
HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, 7 September 2023 Tim Penguji Ujian Sidang Skripsi telah menerima hasil ujian sidang tugas akhir oleh mahasiswa Nuzul Muthahhir NIM 342 20 073, Lulu Rahayu Lestari NIM 342 20 083 dan Arpal Gerhana Syam NIM 342 20 087 dengan Judul “Rancang Bangun PLTPH Turbin Archimedes Single Screw dengan memanfaatkan Aliran Irigasi”.

Makassar, September 2023

Tim Penguji Ujian Sidang Skripsi :

1. Abdul Rahman, S.T., M.T.
2. Sri Suwasti, S.ST., M.T.
3. Prof. Ir. Suryanto, M.Sc., Ph.D
4. Nur Rahmah, H. Anwar, S.T., M.T.
5. Prof. A. M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D
6. Ir. Andreas Pangkung, M.T



(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul “Rancang bangun PLTPH turbin Archimedes *Single Screw* dengan memanfaatkan aliran irigasi” tepat pada waktunya.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak atas dukungan, bimbingan, perhatian dan motivasi yang telah di berikan kepada penulis, antara lain:

1. Kedua orang tua, saudara-saudara, serta rekan-rekan yang memberikan doa dan dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Bupati Kolaka H.Ahmad Safei,SH.,MH dan pemerintah daerah Kolaka.
3. Bapak direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang Ir. Ilyas Mansur, M.T.
4. Bapak Ketua jurusan Teknik Tesin Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T.
5. Ibu Koordinator Program Studi D3 Teknik Konversi Energi Sri Suwasti, S.ST.,M.T
6. Bapak Prof. A. M. Shiddiq Yunus, S.T.,M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I dan bapak Ir. Andareas Pangkung, M.T. selaku Dosen

Pembimbing II serta dosen-dosen yang terlibat membantu kami hingga laporan tugas akhir ini selesai.

7. Serta kepada para pendukung yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi pembaca dan terkhusus bagi penulis. Terima kasih.

Makassar, September 2023

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENERIMAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR SIMBOL, SATUAN DAN SINGKATAN	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
SURAT PERNYATAAN	xii
SURAT PERNYATAAN	xiii
SURAT PERNYATAAN	xiv
RINGKASAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan	3
1.4.1 Tujuan Kegiatan	3
1.4.2 Manfaat Kegiatan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air	4
2.2 Klasifikasi Kapasitas Energi PLTA	4
2.2.1 Pembangkit Listrik Listrik Mikrohidro	6

2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga <i>Picohydro</i>	6
2.3 Prinsip Kerja PLTPH.....	7
2.4 Turbin Air	8
2.5 Klasifikasi Turbin Air.....	9
2.6 Tenaga Air (<i>Hydropower</i>).....	10
2.7 Turbin Archimedes Screw	12
2.8 Prinsip Kerja dan Komponen Turbin Archimedes Screw	13
2.8.1 Prinsip Kerja Turbin Archimedes Screw	13
2.8.2 Komponen Turbin <i>Screw</i>	14
2.9 Perancangan Turbin Archimedes Screw.....	19
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Lokasi dan Waktu Kegiatan.....	23
3.2 Alat dan Bahan	23
3.2.1 Alat	23
3.2.2 Bahan	24
3.3 Prosedur Penelitian.....	25
3.4 Studi Literatur	26
3.5 Survei Lokasi	26
3.6 Tahap Perancangan.....	27
3.7 Pembuatan dan Perakitan.....	27
3.8 Pengujian dan Pengambilan Data.....	30
BAB IV PEMBAHASAN.....	31
4.1 Perancangan	31
4.1.1 Pengukuran kecepatan saluran irigasi	31
4.1.2 Pengukuran Debit Dan Potensi Daya	32

4.2 Data Hasil Pengamatan.....	33
4.3 Analisis Data.....	35
4.4 Tabel Hasil Analisis Data.....	36
4.6 Pembahasan Grafik.....	39
BAB V PENUTUP.....	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	47



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi PLTA Berdasarkan Kapasitas	5
Tabel 2. 2 Klasifikasi PLTA Berdasarkan <i>Head</i>	5
Tabel 2. 3 Karakteristik Turbin <i>Screw</i>	13
Tabel 3. 1 Data Hasil Rancangan Turbin Archimedes <i>Single Screw</i>	29
Tabel 4. 1 Tabel Pengukur kecepatan aliran irigasi	31
Tabel 4. 2 Data hasil pengujian Turbin Archimedes <i>Single screw</i> Tanpa Beban .	34
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Turbin Archimedes <i>Single Screw</i> Yang Terkopel dengan beban 10 watt.....	34
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Turbin Archimedes <i>Single Screw</i> Yang Terkopel dengan beban lampu 19 Watt	34
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Turbin Archimedes <i>Single Screw</i> Yang Terkopel dengan beban lampu 31 Watt	35
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian Turbin Archimedes <i>Single Screw</i> Yang Terkopel dengan beban lampu 48 Watt	35
Tabel 4. 7 Hasil Analisis Pengujian Pembebanan Pada Turbin <i>Arcimedes Single Screw</i> dengan Ph konstan yaitu 557,277 (Watt).....	37
Tabel 4. 8 Hasil Rata-rata dari analisis	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Turbin Archimedes <i>Screw</i>	12
Gambar 2. 2 Skematik turbin ulir (Harja dkk., 2012).....	14
Gambar 2. 3 Bagian-bagian turbin <i>screw</i>	14
Gambar 2. 4 Generator DC	15
Gambar 2. 5 Poros	16
Gambar 2. 6 Gear dan rantai	17
Gambar 2. 7 <i>Bearing</i>	18
Gambar 2. 8 <i>Converter DC to DC</i>	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kegiatan.....	25
Gambar 3. 2 Diagram alir Sistem Kerja Turbin Archimedes Single Screw	26
Gambar 3. 3 Desain PLTPH turbin Archimedes <i>single screw</i>	27
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Tegangan Generator Terhadap beban Lampu	39
Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Arus Generator Terhadap beban Lampu.....	40
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Daya Generator Terhadap beban Lampu	41
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Efisiensi Sistem Terhadap beban Lampu.....	42

DAFTAR SIMBOL, SATUAN DAN SINGKATAN

Simbol	Satuan	Keterangan
m	kg	Massa air
g	m/s ²	Percepatan gravitasi
H	m	<i>Head</i>
v	m/s	Kecepatan aliran air
d ₁	mm	Diameter rantai penggerak
d ₂	mm	Diameter rantai yang digerakkan
Q	m ³ /s	Debit air
A	m ²	Luas penampang
H ₀	cm	Kedalaman air
l	cm	Lebar saluran irigasi
P _{air}	Watt	Daya hidrolis air
ρ	kg/m ³	Massa jenis air
D	m	Diameter turbin
d	m	Diameter poros turbin
k	-	Konstanta turbin
n	rpm	Putaran turbin
s	-	Poros turbin
Z	Buah	Jumlah ulir
L	m	Panjang turbin
S	cm	Jarak pitch
η _s	%	Efesiensi Sistem
p _t	Watt	Daya turbin
p _g	Watt	Daya generator
V	Volt	Tegangan
I	Ampere	Arus

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Etiket Perancangan Turbin Archimedes Screw	47
Lampiran 2 Foto Kegiatan.....	50



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nuzul Muthahhir

NIM : 34220073

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul **Rancang Bangun Pltph Turbin Archimedes Single Screw Dengan Memanfaatkan Aliran Irigasi** merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2023

Yang Mervatakan,



Nuzul Muthahhir
NIM. 34220073

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lulu Rahayu Lestari

NIM : 34220083

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul **Rancang Bangun Pltph Turbin Archimedes Single Screw Dengan Memanfaatkan Aliran Irigasi** merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2023

Yang Menyatakan,


Lulu Rahayu Lestari
NIM. 34220083

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arpal Gerhana Syam

NIM : 34220087

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul **Rancang Bangun Pltph Turbin Archimedes Single Screw Dengan Memanfaatkan Aliran Irigasi** merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2023

Yang Menvatakan,



Arpal Gerhana Syam
NIM. 34220087

RANCANG BANGUN PLTPH TURBIN ARCHIMEDES SINGLE SCREW DENGAN MEMANFAATKAN ALIRAN IRIGASI

RINGKASAN

Energi listrik saat ini sangatlah penting dan sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Akan tetapi energi listrik itu sendiri masih belum dirasakan dengan maksimal oleh orang-orang yang tinggal di daerah terpencil dan masih belum terjangkau oleh listrik dengan baik. Padahal sekitar daerah tersebut memiliki aliran air yang cukup dan berpotensi sebagai energi terbarukan. Salah satu daerah yang berpotensi membangkitkan listrik tenaga air ialah aliran irigasi pada daerah Pesouha di Kecamatan Pomalaa. Walaupun di daerah tersebut hanya bisa membangkitkan listrik berskala *picohidro*. Di aliran irigasi tersebut telah memiliki potensi untuk dijadikan lokasi penempatan PLTA berskala *picohidro*, potensi-potensi tersebut diantaranya memiliki debit yang ideal untuk menggerakkan turbin PLTA berskala mini, adanya head atau tinggi jatuh air yang bisa menambah potensi debit untuk membangkitkan PLTA berskala mini dan potensi air yang lebih dimana tidak atau bahkan jarang volume air untuk surut. Dengan adanya pernyataan ini, kami mencoba memanfaatkan aliran sungai atau irigasi tersebut untuk membuat pembangkit listrik tenaga air membuat turbin archimedes *screw* dengan beberapa bagian-bagian yang telah dirancang dengan sedemikian rupa. Turbin Archimedes *screw* telah dibuat dengan hasil rancangan. Setelah proses pembuatan dan perakitan selesai, maka akan dilakukan pengujian alat dan pengambilan data. Pengujian dan pengambilan data dilakukan di saluran irigasi.

Turbin Archimedes *single screw* telah berhasil memanfaatkan aliran irigasi sebagai sumber tegangan yang akan membangkitkan Pembangkit Listrik Tenaga *Picohydro*. Berdasarkan data hasil penelitian yang telah dilakukan pada turbin Archimedes *single screw*, telah didapatkan nilai efisiensi sistem, Pada percobaan dengan beban lampu 10 Watt didapatkan nilai efisiensi sistem dari turbin Archimedes *single screw* mencapai 3,15 % dengan daya generator yang dihasilkan sebesar 5,46 Watt. Pada percobaan dengan beban lampu 19 Watt didapatkan nilai efisiensi sistem dari turbin Archimedes *single screw* mencapai 2,49 % dengan daya generator yang dihasilkan sebesar 4,45 Watt. Pada percobaan dengan beban lampu 31 Watt didapatkan nilai efisiensi sistem dari turbin Archimedes *single screw* mencapai 1,91 % dengan daya generator yang dihasilkan sebesar 4 Watt. Pada percobaan dengan beban lampu 48 Watt didapatkan nilai efisiensi sistem dari turbin Archimedes *single screw* mencapai 1,94 % dengan daya generator yang dihasilkan sebesar 3,36 Watt.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik saat ini sangatlah penting dan sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Akan tetapi energi listrik itu sendiri masih belum dirasakan dengan maksimal oleh orang-orang yang tinggal di daerah terpencil dan masih belum terjangkau oleh listrik dengan baik. Padahal sekitar daerah kita memiliki aliran air yang cukup dan berpotensi sebagai energi terbarukan. Salah satu daerah yang berpotensi membangkitkan listrik tenaga air ialah aliran irigasi pada daerah Pesouha di Kecamatan Pomalaa. Walaupun di daerah tersebut hanya bisa membangkitkan listrik berskala *picohidro*. Di aliran irigasi tersebut telah memiliki potensi untuk dijadikan lokasi penempatan PLTA berskala *picohidro*, potensi-potensi tersebut diantaranya memiliki debit yang ideal yaitu sebesar $0,0356 \text{ m}^3/\text{s}$ untuk menggerakkan turbin PLTA berskala mini, adanya head atau tinggi jatuh air yang bisa menambah potensi debit untuk membangkitkan PLTA berskala mini dengan head sebesar 0,5 m. Di daerah tersebut juga memiliki aliran yang tidak memiliki potensi surut. Dengan adanya pernyataan ini, kami mencoba memanfaatkan aliran irigasi tersebut untuk membuat pembangkit listrik tenaga air.

Pembangkit listrik tenaga air merupakan salah satu pembangkit yang mudah untuk dioperasikan dapat menjadi alasan mengapa pembangkit listrik tenaga air harus di produksi, dikembangkan, dan di pelihara oleh masyarakat. Pemanfaatan sumber air sebagai sumber energi terbarukan pada umumnya membutuhkan

investasi tinggi. Namun untuk skala kecil dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi terbaru. Salah satu bentuk pemanfaatannya adalah dengan menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hidro (PLTPH).

Pembangkit Listrik Tenaga Picohidro (PLTPH) merupakan pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai penggerak sehingga dapat memutar generator yang dihubungkan dengan turbin dan menghasilkan listrik. Komponen utama yang digunakan pada PLTPH adalah turbin, untuk menyesuaikan kemampuan kerja pembangkit skala pico digunakan turbin yang sesuai, pada penelitian ini turbin yang akan digunakan adalah turbin Archimedes screw. Pemakaian jenis turbin Archimedes screw lebih menguntungkan dibanding dengan penggunaan kincir air maupun jenis turbin hidro lainnya karena ruangan yang di perlukan lebih kecil atau lebih kompak. Turbin archimedes screw bisa memaksimalkan performa pada aliran sungai yang mempunyai elevasi atau tingkat kemiringan rendah karena pengoperasian turbin ini hanya memerlukan head turbin yang rendah. Hal ini sesuai dengan banyaknya potensi energi air dengan head rendah di Indonesia. Perlu diperhatikan untuk menghasilkan turbin yang memiliki efisiensi tinggi bentuk geometri dari turbin Archimedes *screw* ditentukan dari parameter eksternal yakni radius luarnya, panjang turbin, dan kemiringan peletakan (*slope*) serta parameter internal yaitu radius dalam, jumlah sudu, pitch (Tineke, 2017).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah adalah :

1. Bagaimana memanfaatkan aliran irigasi didesa Pesouha Kec. Pomalaa Kab. Kolaka sebagai pembangkit listrik tenaga *picohydro* ?
2. Bagaimana performa turbin Archimedes *screw* pada saluran irigasi didesa Pesouha Kec. Pomalaa Kab. Kolaka ?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

1. Memanfaatkan aliran irigasi yang berada di daerah Desa Pesouha Kec. Pomalaa.
2. Pengujian performa turbin Archimedes *screw*.

1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan

1.4.1 Tujuan Kegiatan

Berdasarkan latar belakang dan rumuan masalah di atas, tujuan kegiatan ini ialah untuk :

1. Memanfaatkan aliran irigasi didesa Pesouha Kec. Pomalaa Kab. Kolaka sebagai pembangkit listrik tenaga *picohydro*.
2. Mengetahui dan menganalisa performa turbin Archimedes *screw*.

1.4.2 Manfaat Kegiatan

Manfaat dari Kegiatan ini yaitu :

1. Dapat memudahkan aktivitas orang-orang yang berada di daerah terpencil.
2. Menambah pengetahuan dan wawasan mengenai pemanfaatan saluran irigasi sebagai sumber tenaga listrik baik bagi penulis maupun masyarakat setempat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) merupakan salah satu jenis pembangkit listrik yang sudah dimanfaatkan 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 dipengaruhi beberapa faktor diantaranya faktor geografi, topografi dan hidrologi suatu daerah (Ariyo dkk, 2022).

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

- Energi potensial menjadi kinetik.
- Energi kinetik menjadi energi mekanik.
- Energi mekanik menjadi energi listrik.

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 terdapat pada Tabel 2.1.

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 turbine) [7]

Menurut Sandy (2016) pembangkit listrik tenaga air dapat di klasifikasikan berdasarkan kapasitas keluarannya, yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Klasifikasi PLTA Berdasarkan Kapasitas

No.	Tipe	Kapasitas (Kw)
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>	100 kW – 1 MW
5.	<i>Micro- hydro</i>	5 kW – 100 kW
6.	<i>Pico- hydro</i>	< 5 kW

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

Klasifikasi berdasarkan *head*, dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2. 2 Klasifikasi PLTA Berdasarkan *Head*

No.	Jenis	<i>Head</i> (m)
1.	<i>Head</i> tinggi	> 100 m

2.	<i>Head</i> menengah	30 – 100 m
3.	<i>Head</i> rendah	2 – 30 m

2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Pembangkit Listrik Mikrohidro merupakan salah satu PLTA yang keluaran dayanya itu sebesar 5 kW sampai dengan 100 kW. Prinsip dari Pembangkit Listrik Mikrohidro adalah dimana ada air mengalir dengan ketinggian minimal 2,5 meter dengan debit 250 liter/detik, maka disitu ada energi listrik. Selain daripada itu mikrohidro tidak perlu membuat waduk yang besar seperti PLTA (Rohermanto, A. : 2013).

2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga *Picohydro*

Berdasarkan pengklasifikasian pembangkit listrik tenaga air, Pembangkit Listrik Tenaga *Picohydro* (PLTPH) merupakan salah jenis pembangkit listrik tenaga air yang berskala kecil. PLTPH dirancang menghasilkan daya terbangkit 5 kW dan memanfaatkan potensi air dengan *head* yang rendah sebagai tenaga penggeraknya (Risnandar dkk, 2011).

Keunggulan teknologi PLTPH cocok digunakan di daerah terpencil. Piko Hidro hanya butuh ketinggian air 1-3 meter dan debit 30 liter per detik. Jadi cocok digunakan di daerah terpencil. Selain itu biaya investasinya pun tergolong murah dengan biaya pemeliharaan yang minimum dan tidak memerlukan biaya bahan bakar. Piko Hidro ini pun mudah dirakit dan dioperasikan serta bisa beroperasi selama 24 jam sesuai dengan debit air. Teknologi ini membuatnya cocok untuk

diterapkan di daerah terpencil yang memiliki debit air yang sesuai (Yusmartato, 2022).

Tenaga air yang digunakan pada PLTPH dapat berupa aliran pada sistem irigasi yang memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya maka semakin besar pula energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

2.3 Prinsip Kerja PLTPH

Pembangkit listrik skala micro atau 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 menghasilkan listrik (Sunardi, I.A. : 2017).

Daya (power) yang dihasilkan dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$P = \rho \times g \times Q \times H \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

- P = Daya yang dibangkitkan (Watt)
- ρ = Massa Jenis air (kg/m^3)
- g = Gravitasi (m/s^2)
- Q = Debit air (m^3/s)
- H = Tinggi air jatuh (m)

Daya yang keluar dari generator dapat diperoleh dari perkalian efisiensi turbin dan generator dengan daya yang keluar secara teoritis. Sebagaimana dapat

dipahami dari rumus tersebut di atas, daya yang dihasilkan adalah hasil kali dari tinggi jatuh dan debit air, oleh karena itu berhasilnya pembangkitan tenaga air tergantung daripada usaha untuk mendapatkan tinggi jatuh air dan debit yang besar secara efektif dan ekonomis (Sunardi, I.A. : 2017).

2.4 Turbin Air

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 (Wiranata, I. P. A dkk : 2020).

Kriteria pemilihan turbin ditentukan oleh kelebihan dan keurangan turbin tersebut. Pemilihan jenis turbin dapat dengan memperhitungkan parameter khusus yang mempengaruhi pengoperasian turbin (Saputra, M. A. T. dkk : 2019). Berikut parameter yang mempengaruhi operasi 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.

2.5 Klasifikasi Turbin Air

Menurut Putra, A. A. G (2009) Terdapat berbagai jenis turbin air yang digunakan untuk penyediaan kebutuhan energi listrik. Turbin air biasanya dikelompokkan berdasarkan kegunaan tertentu, kapasitas aliran, dan tinggi air jatuh. Oleh karena itu, turbin air diklasifikasikan berdasarkan beberapa cara. Secara umum klasifikasi berdasarkan prinsip kerja turbin tersebut merubah energi air menjadi energi mekanis. Berdasarkan klasifikasi ini, turbin air dibagi menjadi dua yaitu :

1. Turbin Reaksi

Turbin reaksi biasa disebut turbin tekanan lebih, turbin ini terdiri atas sudu pengarah dan sudu jalan. Pada Turbin Reaksi proses ekspansi air terjadi dalam sudu tetap maupun sudu gerak, dan kedua sudu tersebut semuanya terendam di dalam aliran air. Turbin reaksi digunakan untuk aplikasi turbin dengan head rendah dan medium. Beberapa contoh turbin reaksi adalah turbin Francis, dan turbin Kaplan

2. Turbin Impuls

Ciri turbin impuls adalah tekanan jatuh hanya terjadi pada sudu tetap, dan tidak terjadi pada sudu berputar. Turbin impuls disebut juga turbin tekanan sama, karena aliran air ketika masuk ke sudu adalah sama dengan tekanan pada saat keluar sudu. Air keluar nozle yang mempunyai kecepatan tinggi membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum (*impulse*).

Energi fluida masuk sudu gerak, dalam bentuk energi kinetik berupa pancaran air yang dihasilkan oleh nozel. Pada bucket, energi air di ubah menjadi energi mekanis putaran poros. Beberapa contoh turbin impuls adalah turbin pelton, turbin turgo, Michell-Banki (juga dikenal sebagai turbin *crossflow* atau *ossberger*).

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) (Ariyo dkk, 2022). 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

dan semakin tinggi head, semakin besar pula listrik yang dapat dihasilkan (Ariyo dkk, 2022).

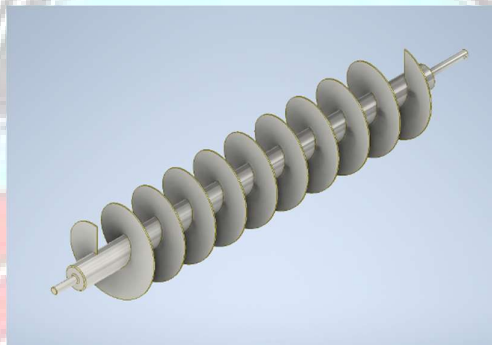
Besarnya tenaga air yang tersedia dari suatu sumber air tergantung dari seberapa besar *head* dan debit air. Jika dihubungkan dengan waduk air maka *head* merupakan beda ketinggian antara muka air pada waduk dengan muka air keluar dari turbin air. Total air yang tersedia dari suatu waduk air merupakan energi potensial air (Ariyo dkk, 2022).

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 gerakannya atau kecepatannya.

2.7 Turbin Archimedes Screw

Turbin Ulir atau Archimedes 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, M. A. T. dkk : 2019).



Gambar 2. 1 Turbin Archimedes Screw

Menurut Made Agus Trisna Saputra, 2019 berikut merupakan keuntungan turbin Archimedes screw dibandingkan turbin lain, yaitu:

- Simple dan reliable.
- Ekosistem ikan tidak terganggu
- Jika dioperasikan dalam putaran rendah maka dapat menyebabkan umur turbin bertahan lama
- Perawatan yang mudah
- Pengoperasian yang mudah dan biaya yang murah.

Untuk perancangan dimensi turbin *screw*, terdapat parameter yang dianjurkan yaitu :

Tabel 2. 3 Karakteristik Turbin *Screw*

Jenis Turbin	Screw
Daya Output	1-250 kW
Debit	100-5000 l/s
Slope	1-7.5 m
Sudut Ulir	22-36°

Sumber : havendri dan irfan arif, 2010

Turbin *screw* merupakan salah satu jenis turbin air yang efektif dioperasikan pada *head* yang sangat rendah. Pada pengaplikasiannya posisi sudu pada turbin ini tergantung pada kondisi *head* yang ada dilapangan. Turbin ini bekerja pada *head* rendah dengan tinggi jatuh air berkisar antara 1-15 m. Sudut untuk penentuan *head* turbin atau kemiringan poros turbin berada antara 30°-60°.

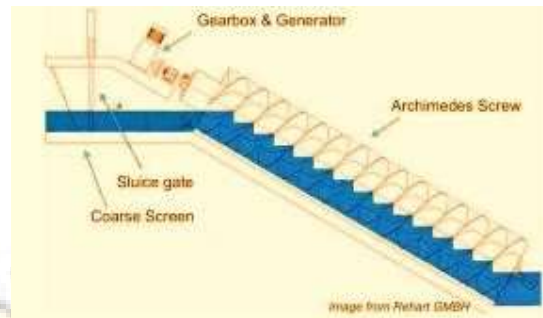
2.8 Prinsip Kerja dan Komponen Turbin Archimedes Screw

2.8.1 Prinsip Kerja Turbin Archimedes Screw

Prinsip kerja turbin ulir Archimedes Menurut Harja, dkk 2012 ialah sebagai berikut :

1. air dari ujung atas mengalir masuk ke ruang di antara kisar sudu ulir (bucket) dan keluar dari ujung bawah;
2. gaya berat air dan beda tekanan hidrostatik dalam bucket di sepanjang rotor mendorong sudu ulir dan memutar rotor pada sumbunya

3. rotor turbin memutar generator listrik yang disambungkan dengan ujung atas poros turbin ulir.



Gambar 2. 2 Skematik turbin ulir (Harja dkk., 2012)

2.8.2 Komponen Turbin *Screw*



Gambar 2. 3 Bagian-bagian turbin *screw*

1. Generator DC

Generator DC merupakan sebuah perangkat mesin listrik dinamis yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Generator DC menghasilkan tegangan DC. Generator berhubungan erat dengan hukum faraday. Berikut hasil dari hukum faraday “ bahwa apabila sepotong kawat

penghantar listrik berada dalam medan magnet berubah-ubah, maka dalam kawat tersebut akan terbentuk Gaya Gerak Listrik ” (Sunarlik, W. : 2011).



Gambar 2. 4 Generator DC

Sumber : www.tokopedia.com

Spesifikasi Generator :

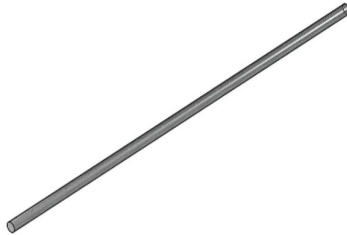
Tegangan keluaran maksimal	: 130 V
Daya keluaran maksimal	: 300 Watt
Putaran	: 500 rpm

Generator Arus Searah menghasilkan arus listrik DC karena pada konstruksi dilengkapi dengan komutator, biasanya berfungsi sebagai penguat pada generator utama di bengkel atau industri. Sedangkan Generator Arus Bolak-Balik menghasilkan arus listrik AC, hal ini disebabkan karena konstruksi pada generator menyebabkan arah arus akan berbalik pada setiap setengah putaran (Sunarlik, W. : 2011).

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. 5 Poros

Menurut Van Harling, V. N., & Apasi, H. (2018), Berdasarkan Perbedaannya poros untuk meneruskan daya dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- 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.

- Poros Spindel

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

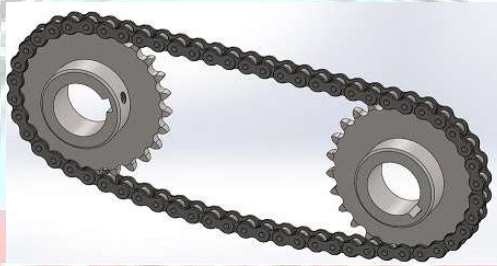
- Poros Gandar

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 pengerak 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, aluminium atau kayu. Gear yang terbuat dari baja tuang mempunyai tingkatan gesek yang rendah dan membutuhkan pengerjaan yang rumit.



Gambar 2. 6 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:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

n_1 = Putaran gear penggerak (rpm)

n_2 = Putaran gear yang digerakan (rpm)

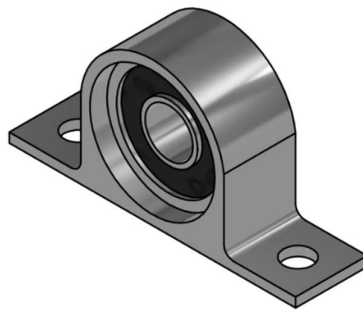
d_1 = Diameter gear penggerak (mm)

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.

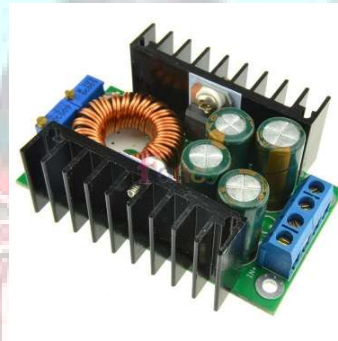
Jadi *bearing* merupakan bagian dari mesin, yang terbuat dari logam, yang berfungsi untuk memperkecil gesekan pada perputaran antara poros dengan rumah atau sebaliknya. Bearing juga berfungsi menumpu poros yang berbeban, sehingga putaran yang terjadi dapat berlangsung secara halus aman dan tahan lama dalam penggunaannya (Tonglolangi, Y. Y. : 2016).



Gambar 2. 7 *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*) (Putra, M. A. : 2014).



Gambar 2. 8 Converter DC to DC
Sumber : www.tokopedia.com

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.

2.9 Perancangan Turbin Archimedes Screw

Rancangan PLTPH dengan menggunakan turbin Archimedes *single screw* dilakukan dengan melakukan analisa perhitungan teoritis *head*, debit, sudut ulir, serta diameter turbin sehingga menghasilkan *output* daya yang diinginkan.

1. Debit (Q)

Debit air merupakan besaran yang menyatakan banyaknya air yang mengalir persatuan waktu yang melewati suatu penampang tertentu. Pengujian debit air ini dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak yang mengalir dalam volume persatuan waktu. Untuk mengetahui berapa kapasitas aliran air dapat dicari dengan menggunakan persamaan dibawah ini (Saefuddin dkk, 2017):

$$Q = v \times A, \text{dimana } A = h_0 \times l \dots\dots\dots(2.3)$$

Ket:

- Q = Debit air (m³/s)
- v = Kecepatan aliran air (m/s)
- A = Luas Penampang (m²)
- h₀ = kedalaman air (m)
- l = Lebar saluran irigasi (m)

2. Daya Hidrolis

Daya hidrolis merupakan daya yang dihasilkan oleh air yang mengalir dari suatu ketinggian. Daya hidrolis dapat dicari dengan menggunakan persamaan (Saefuddin dkk., 2017) :

$$P_{air} = \rho \times g \times Q \times H \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

- P = Daya hidrolis air (Watt)
- ρ = Massa Jenis Air (kg/m³)
- g = gravitasi (m/s²)

Q = Debit air (m³/s)

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

3. Daya generator (P_g)

Daya generator dapat dicari dengan menggunakan persamaan (Setiawan, Aryo dan Batara, Wilda Lengke'. 2022) :

$$P_g = V \times I \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

P_g = Daya generator (Watt)

V = Tegangan listrik (Volt)

I = (Arus listrik (Ampere))

4. Efisiensi Sistem (η_s)

Efisiensi turbin dapat dicari dengan menggunakan persamaan (Setiawan, Aryo dan Batara, Wilda Lengke'. 2022) :

$$\eta_s = \frac{P_g}{P_h} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

η_s = Efisiensi Sistem

P_g = Daya Generator

P_h = Daya Hidrolis

5. Daya listrik (Watt)

Daya listrik dapat dicari dengan menggunakan persamaan

$$P = V \times I \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

P = daya listrik (Watt)

V = besaran tegangan listrik (Volt)

I = Besaran arus listrik (Ampere)



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Kegiatan

Kegiatan pengerjaan proposal ini dilakukan di PSDKU Politeknik Negeri Ujung Pandang Kolaka. Sedangkan untuk pengujian turbin Archimedes *single screw* dilakukan di saluran irigasi daerah Kec. Pomalaa, Kel. Pesouha.

Waktu pembuatan pengerjaan rancang bangun ini dilakukan selama 8 bulan mulai dari bulan Januari sampai dengan Agustus 2023.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada proses rancang bangun, yaitu :

1. Gerinda
2. Las listrik
3. Bor listrik
4. Penggaris
5. Palu
6. Multimeter
7. Tachometer
8. Jangka

9. Lem Fiber

10. Heat Gun

11. Keramik

3.2.2 Bahan

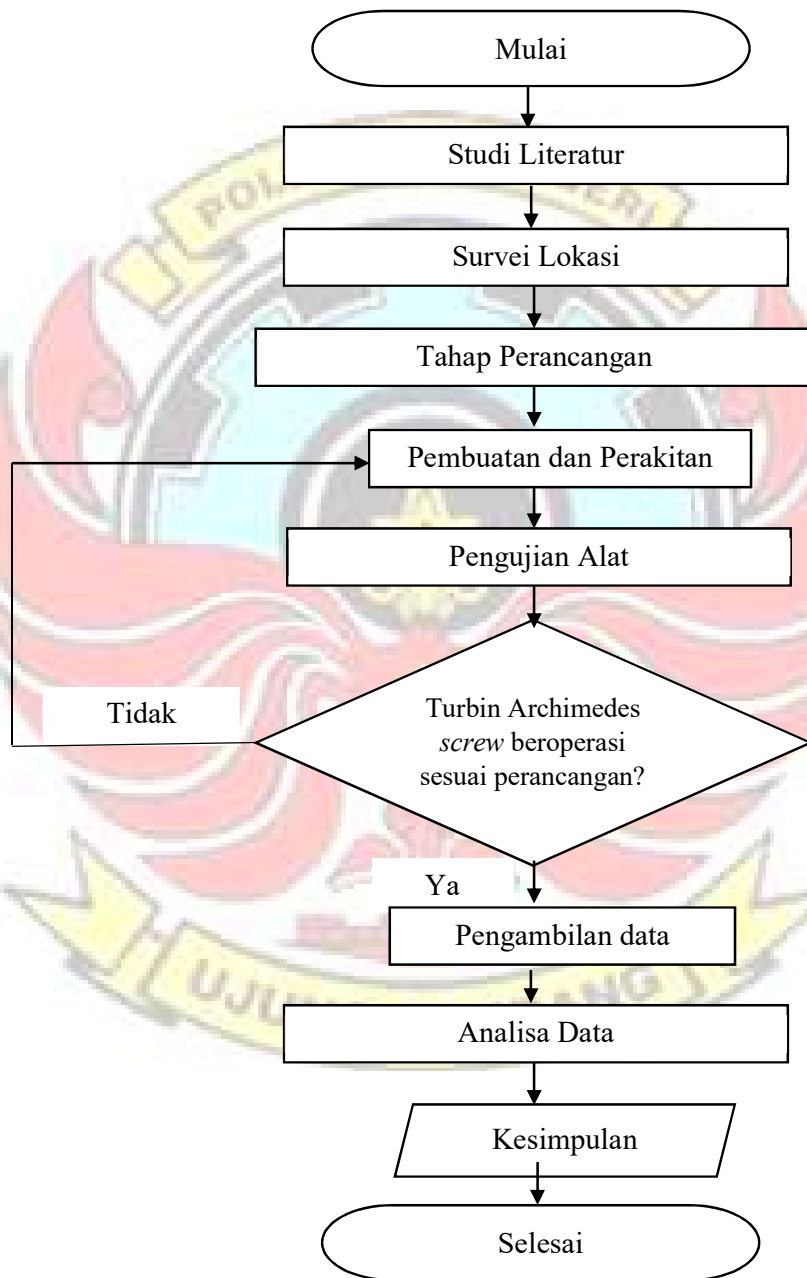
Adapun bahan-bahan yang digunakan pada proses pembuatan rancang bangun ini yaitu :

1. Besi Siku 4x4
2. Pipa Pvc 6 inch
3. Gear ukuran T38 dan T14
4. Rantai
5. Mur dan Baut
6. Bearing
7. Generator DC
8. Lampu DC
9. Konverter

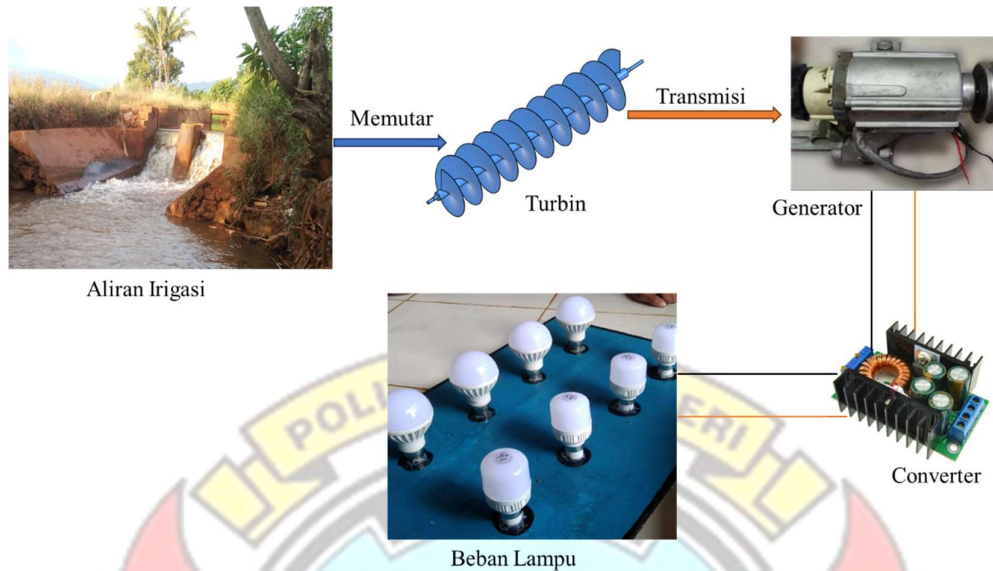


3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur pelaksanaan kegiatan dapat digambarkan melalui diagram alir berikut ini:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Kegiatan



Gambar 3. 2 Diagram alir Sistem Kerja Turbin Archimedes Single Screw

3.4 Studi Literatur

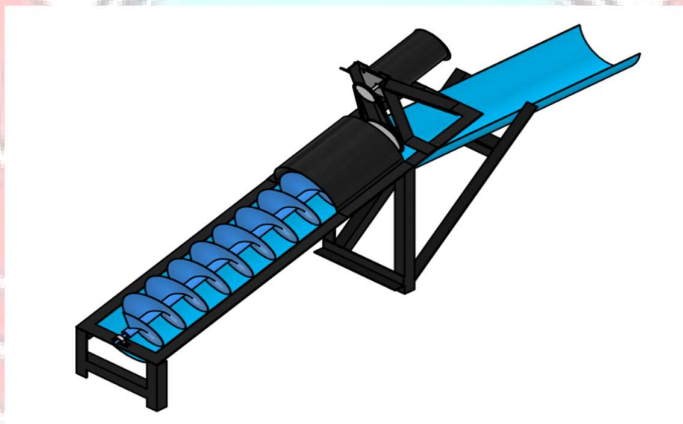
Studi literatur merupakan proses awal yang dilakukan sebelum memulai penelitian. Studi literatur dilakukan bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang penelitian sebelumnya mengenai turbin Archimedes *single screw*, pembangkit listrik tenaga air berskala kecil agar memudahkan dalam pengerjaan rancang bangun.

3.5 Survei Lokasi

Survei lokasi merupakan tahap awal dalam merencanakan penelitian untuk mengetahui potensi sumber energi air yang akan diteliti. Pada saat melakukan survey terdapat parameter-parameter yang harus diperhatikan seperti kecepatan aliran air, dimensi saluran irigasi, debit air, dan tinggi jatuh air (*Head*).

3.6 Tahap Perancangan

Tahap perancangan merupakan proses mendesain atau membuat pola rancangan alat yang akan dibuat. Tahap perancangan ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum dari alat yang nantinya akan dibuat dengan mempertimbangkan parameter-parameter hasil dari survei lokasi. Agar nantinya alat yang dibuat sesuai dengan lokasi pengujian dan dapat berfungsi secara optimal. Desain dari PLTPH menggunakan turbin *single screw* dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3. 3 Desain PLTPH turbin Archimedes *single screw*

3.7 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 turbin Archimedes *single screw*
 - 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 4x4 sesuai dengan ukuran yang direncanakan.
- e. Menyambungkan besi siku 4x4 menggunakan mesin las dan bor listrik sesuai dengan desain rancangan yang telah dibuat.
- f. Memasang *bearing* dengan menggunakan baut dan mur pada rangka sebagai dudukan 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 sudu.
- 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.

Data hasil rancangan yang telah dibuat di terangkan pada tabel di bawah ini

Tabel 3. 1 Data Hasil Rancangan Turbin Archimdes *Single Screw*

No.	Data Rancangan	Keterangan	
1.	Diameter Turbin	200	Mm
2.	Diameter Poros	30	Mm
3.	Panjang Turbin	1380	Mm
4.	Jumlah Ulir	10	buah
5.	Kapasitas Generator	300	Watt
6.	Gear Besar	36	T
7.	Gear Kecil	14	T
8.	Material Ulir	Pipa PVC	

- 3. Merangkai rangkaian listrik
 - a. Menghubungkan kabel dari keluaran Generator DC ke Input *Converter*.
 - b. Menghubungkan Output *Converter* ke beban lampu.
 - c. Merangkai lampu secara paralel.

3.8 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 Kec. Pomalaa, Kel. Pesouha.

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 *single 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 kecepatan putaran poros pada generator dan turbin archimedes *single screw* dengan menggunakan tachometer.
8. Mengukur tegangan (V) dan arus (I) yang dihasilkan generator menggunakan multimeter.
9. Mencatat data hasil pengukuran pada tabel yang telah disiapkan.
10. Mengulang langkah 7-9 dengan mengvariasikan beban lampu.
11. Pengujian selesai

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Perancangan

Proses perancangan dimulai dengan melakukan survei lokasi di saluran irigasi Pesouha Pomalaa untuk mengetahui berapa debit, *head*, dan kecepatan aliran air sehingga dapat menentukan daya rencana dari turbin *screw* yang awal perancangan sebesar 150 watt.

4.1.1 Pengukuran kecepatan saluran irigasi

Untuk mengukur kecepatan saluran irigasi digunakan metode pelampung sederhana yaitu dengan mengalirkan sebuah objek yang terapung diatas air dengan jarak lintasan 2 meter. Kemudian menghitung waktu yang dibutuhkan untuk objek sampai dari titik awal ke titik akhir. Percobaan ini dilakukan sebanyak 5 kali.

Tabel 4. 1 Tabel Pengukuran kecepatan aliran irigasi

Percobaan	1	2	3	4	5
Waktu (s)	0,88	0,96	0,88	0,80	0,96
Jarak (m)	2				

Dari data hasil pengukuran dengan menggunakan metode pelampung sederhana maka dapat dihitung rata rata waktu yang dibutuhkan sebagai berikut :

$$t = \frac{t_1+t_2+t_3+t_4+t_5}{\text{banyak percobaan}}$$

$$t = \frac{0,88+0,96+0,88+0,80+0,96}{5}$$

$$t = \frac{4.48}{5}$$

$$t = 0,896 \text{ s}$$

Untuk menghitung kecepatan aliran dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

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

$$v = \frac{2 \text{ m}}{0,896 \text{ s}}$$

$$v = 2,23 \text{ m/s}$$

4.1.2 Pengukuran Debit Dan Potensi Daya

Perancangan PLTPH dengan menggunakan turbin Archimedes *screw* dilakukan dengan analisis teoritis perhitungan debit dan Potensi daya air. Berikut ini merupakan analisa pengukuran debit dan potensi daya untuk PLTPH berdasarkan studi literatur dan asumsi rancangan.

- Tinggi jatuh air : 0,51 m
- Kecepatan aliran air (v) : 2,23 m/s
- Kedalaman input air (h₀) : 0,08 m
- Lebar input air (l) : 0,18 m
- Sudut turbin (θ) : 30 °
- Jumlah blade : 1 buah
- Gear pada Turbin : T36
- Gear pada Generator : T14

Sehingga dapat dilakukan perhitungan berikut :

1. Debit (Q_{in})

$$Q = v \times A$$

Dimana :

$$A = h_0 \times l$$

Sehingga :

$$Q = v \times h_0 \times l$$

$$Q = 2,23 \text{ m/s} \times 0,08 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$$

$$Q = 0,0356 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Potensi Daya (P_h)

$$P_{air} = \rho \times g \times Q \times H$$

$$P_{air} = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,0356 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,5 \text{ m}$$

$$P_{air} = 174,44 \text{ Watt}$$

3. Perbandingan Putaran Gear Generator

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

$$\frac{1}{n_2} = \frac{14}{36}$$

$$(36 \times 1) = (14 + n_2)$$

$$n_2 = 2,57$$

Jadi perbandingan gear yaitu 1 : 2,57

4.2 Data Hasil Pengamatan

Pada pengujian terhadap turbin Archimedes *single screw*, dilakukan pengambilan data dengan cara mencatat variabel-variabel yang dibutuhkan untuk

menghitung kinerja dari turbin Archimedes *screw* yang tercantum pada tabel-tabel berikut :

Tabel 4. 2 Data hasil pengujian Turbin Archimedes *Single screw* Tanpa Beban

No.	Debit (m ³ /s)	Generator		Turbin
		Putaran (rpm)	Tegangan (V)	Putaran (rpm)
1.	0,0356	911,8	40	351,9
2.		902,3	38	360,2
3.		948,5	39	357,5

Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Turbin Archimedes *Single Screw* Yang Terkopel dengan beban 10 watt

No.	Debit (m ³ /s)	Generator			Turbin	Beban	
		Putaran (rpm)	Tegangan (V)	Arus (I)	Putaran (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)
1.	0,0356	439,2	15,6	0,34	191,7	12	0,33
2.		489,7	14,9	0,38	195,3	11,8	0,29
3.		468,3	15,9	0,35	193,0	12,1	0,35

Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Turbin Archimedes *Single Screw* Yang Terkopel dengan beban lampu 19 Watt

No.	Debit (m ³ /s)	Generator			Turbin	Beban	
		Putaran (rpm)	Tegangan (V)	Arus (I)	Putaran (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)
1.	0,0356	381,9	11,5	0,43	150,0	10,2	0,37
2.		370,3	10,9	0,39	151,7	11,1	0,40
3.		382,4	11,4	0,34	147,5	10,5	0,36

Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Turbin Archimedes *Single Screw* Yang Terkopel dengan beban lampu 31 Watt

No.	Debit (m ³ /s)	Generator			Turbin	Beban	
		Putaran (rpm)	Tegangan (V)	Arus (I)	Putaran (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)
1.	0,0356	375,5	0,35	0,35	145,2	9,5	0,44
2.		367,4	0,49	0,29	144,7	9,1	0,39
3.		381,3	0,38	0,33	139,8	8,9	0,43

Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian Turbin Archimedes *Single Screw* Yang Terkopel dengan beban lampu 48 Watt

No.	Debit (m ³ /s)	Generator			Turbin	Beban	
		Putaran (rpm)	Tegangan (V)	Arus (I)	Putaran (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)
1.	0,0356	279	9,8	0,32	109,3	8,8	0,75
2.		283,7	8,5	0,53	107,7	8,9	0,80
3.		269,9	5,7	0,45	105,6	7,9	0,69

4.3 Analisis Data

Berdasarkan data hasil penelitian pada tabel 4.2 sampai 4.6, dilakukan pengolahan data dengan menggunakan rumus yang tercantum pada persamaan-persamaan yang telah di bahas pada bab 2.

1. Analisa salah satu pengujian Turbin Archimedes *Single screw* berdasarkan data ke-2 pengujian pembebanan pada tabel 4.3 dengan menggunakan turbin Archimedes *single screw* sebagai acuan analisa.

Diketahui :

Beban = 10 Watt

Tegangan generator = 14,9 V

$$\text{Arus generator} = 0,38 \text{ A}$$

$$\text{Putaran Turbin } (n_1) = 195,3 \text{ Rpm}$$

$$\text{Putaran Generator } (n_2) = 388,7 \text{ Rpm}$$

Penyelesaian :

a. Daya hidrolis (P_h)

$$\begin{aligned} P_h &= \rho \times g \times Q \times H \\ &= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,0356 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,5 \text{ m} \\ &= 174,44 \text{ Watt} \end{aligned}$$

b. Daya Generator (P_g)

$$\begin{aligned} P_g &= V \times I \\ &= 14,9 \text{ V} \times 0,38 \text{ A} \\ &= 5,662 \text{ Watt} \end{aligned}$$

c. Efisiensi sistem

$$\begin{aligned} \eta_s &= \frac{P_g}{P_h} \times 100\% \\ &= \frac{5,662 \text{ Watt}}{174,44 \text{ Watt}} \times 100\% \\ &= 3,24\% \end{aligned}$$

4.4 Tabel Hasil Analisis Data

Setelah melakukan analisis data pada pengujian tanpa beban lampu maupun pengujian pembebanan dengan berbagai variasi menggunakan lampu pada turbin Archimedes *screw* maka didapatkan tabel hasil analisis data seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil analisis pengujian pembebanan pada turbin *Archimedes Single Screw*.

No.	Beban Lampu	Q _{in} (m ³ /s)	Generator		P _g (Watt)	P _h (Watt)	η _s (%)	Waktu (WITA)
			Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)				
1.	0 Watt	0,0356	40	0	0	174,44	0	08:00
			38	0	0		0	13:02
			39	0	0		0	17:12
2.	10 watt	0,0356	15,6	0,34	5,3	174,44	3,04	08:05
			14,9	0,38	5,6		3,24	13:12
			15,9	0,35	5,5		3,19	17:19
3.	19 watt	0,0356	11,5	0,43	5,2	174,44	2,83	08:21
			10,9	0,39	3,7		2,43	13:18
			11,4	0,34	4,4		2,22	17:21
4.	31 watt	0,0356	10,4	0,35	3,6	174,44	2,08	08:25
			10,6	0,49	5,1		1,76	13:23
			10	0,38	3,3		1,89	17:29
5.	48 watt	0,0356	9,8	0,32	3,1	174,44	1,79	08:30
			8,5	0,53	4,5		2,58	13:30
			5,7	0,45	2,5		1,47	17:35

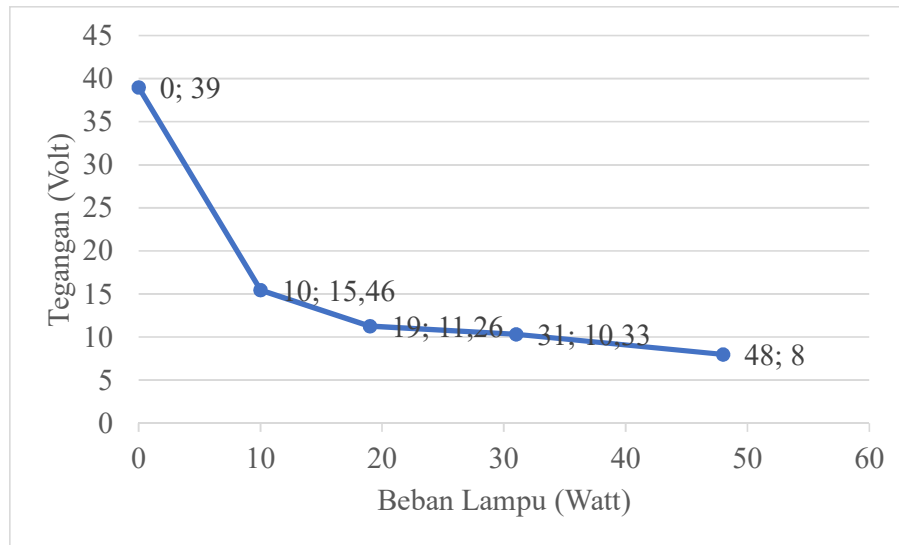
Rata-rata hasil dari analisis :

Tabel 4. 8 Hasil Rata-rata dari analisis

No.	Beban Lampu	Q _{in} (m ³ /s)	Generator		P _g (Watt)	P _g (Watt)	η _s (%)
			Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)			
1.	0 Watt	0,0356	39	0	0	174,44	0
2.	10 Watt		15,46	0,35	5,46		3,15
3.	19 Watt		11,26	0,38	4,43		2,49
4.	31 Watt		10,33	0,40	4		1,91
5.	48 Watt		8	0,43	1,94		1,94

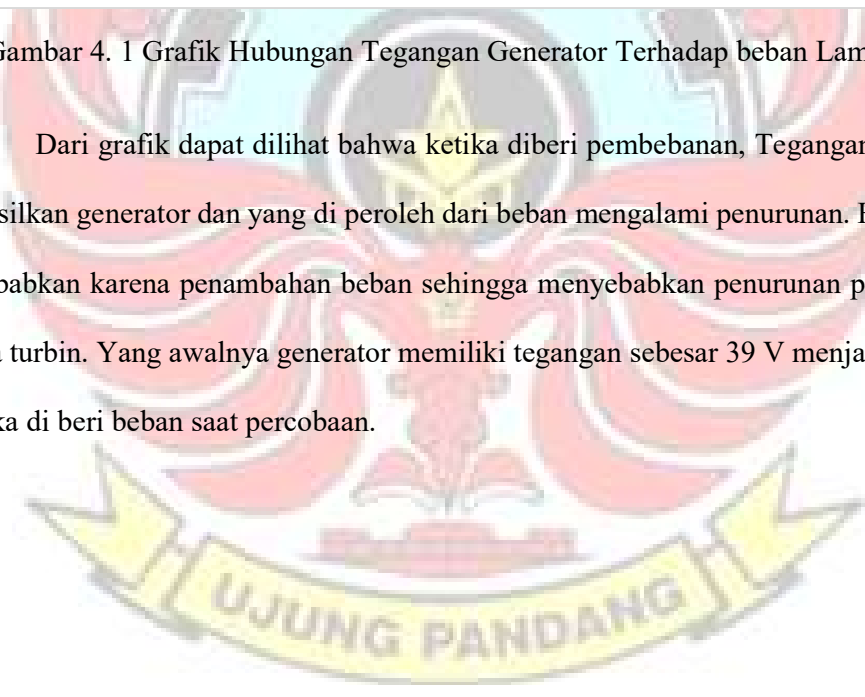


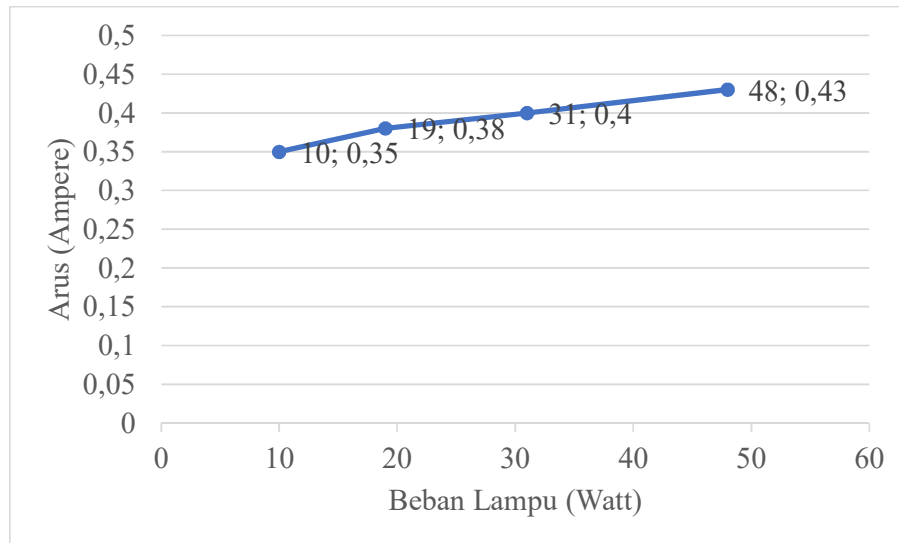
4.6 Pembahasan Grafik



Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Tegangan Generator Terhadap beban Lampu

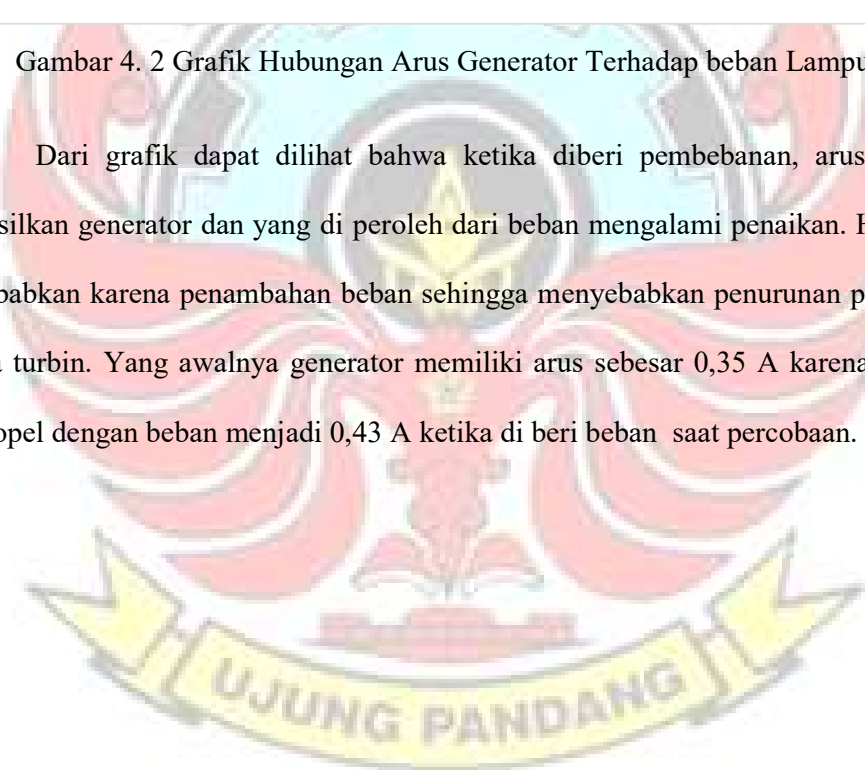
Dari grafik dapat dilihat bahwa ketika diberi pembebanan, Tegangan yang dihasilkan generator dan yang di peroleh dari beban mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena penambahan beban sehingga menyebabkan penurunan putaran pada turbin. Yang awalnya generator memiliki tegangan sebesar 39 V menjadi 8 V ketika di beri beban saat percobaan.

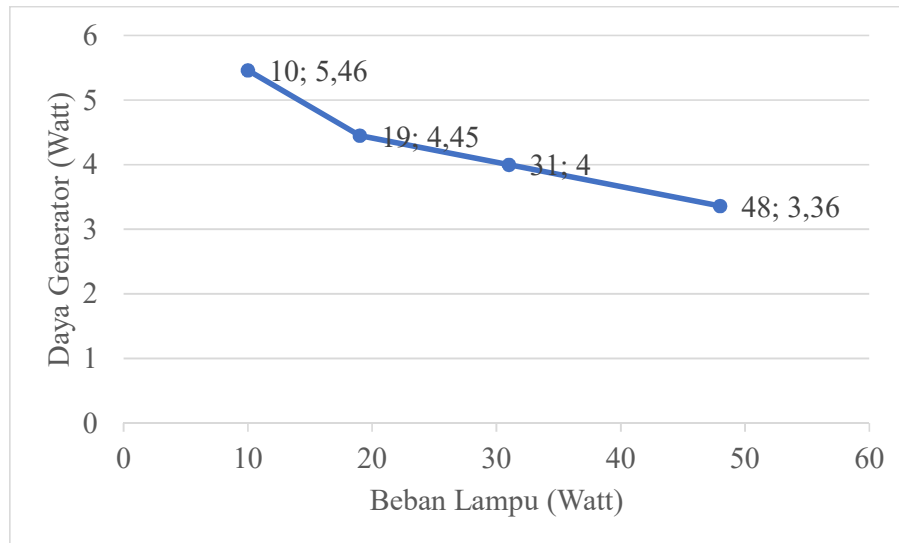




Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Arus Generator Terhadap beban Lampu

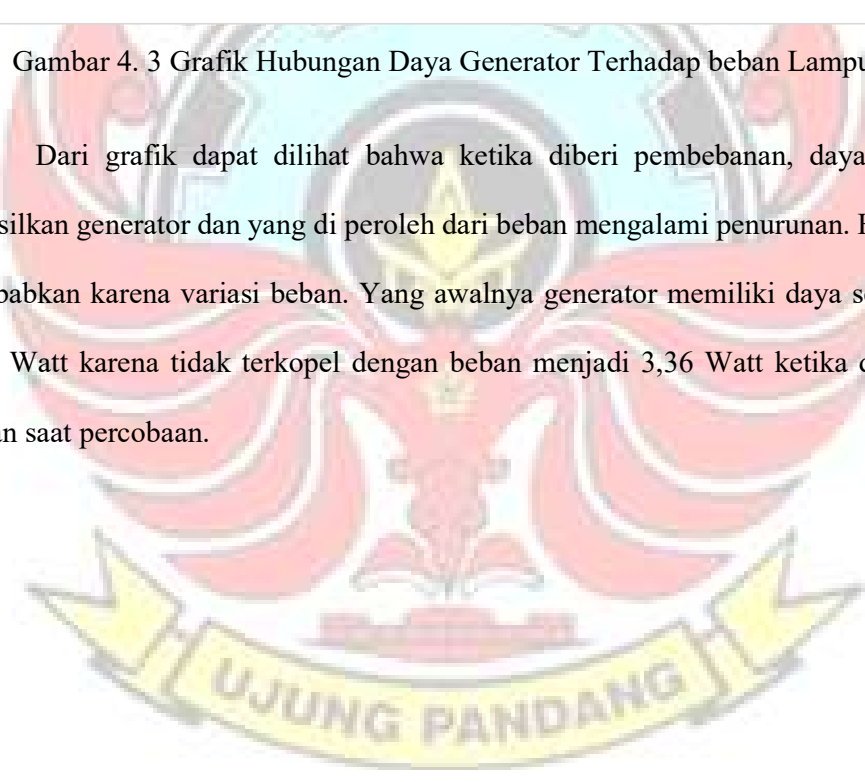
Dari grafik dapat dilihat bahwa ketika diberi pembebanan, arus yang dihasilkan generator dan yang di peroleh dari beban mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena penambahan beban sehingga menyebabkan penurunan putaran pada turbin. Yang awalnya generator memiliki arus sebesar 0,35 A karena tidak terkopel dengan beban menjadi 0,43 A ketika di beri beban saat percobaan.

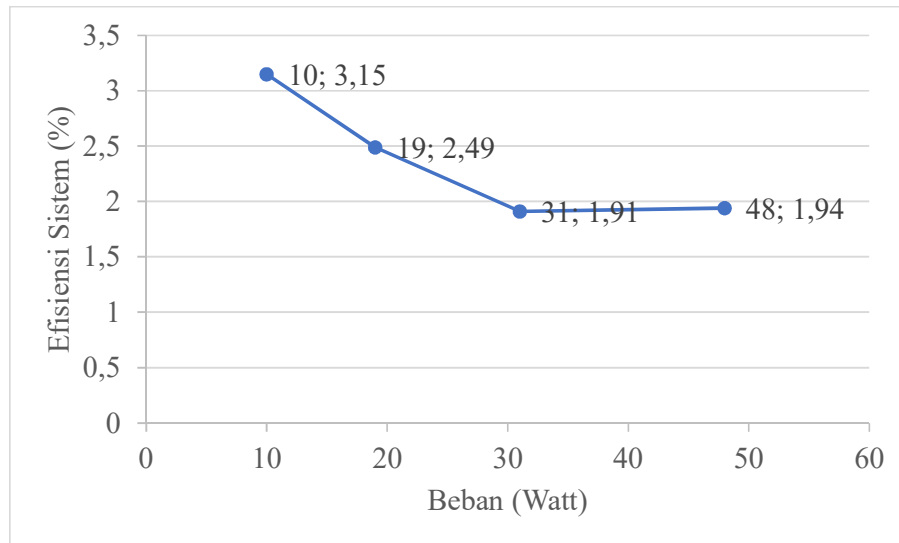




Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Daya Generator Terhadap beban Lampu

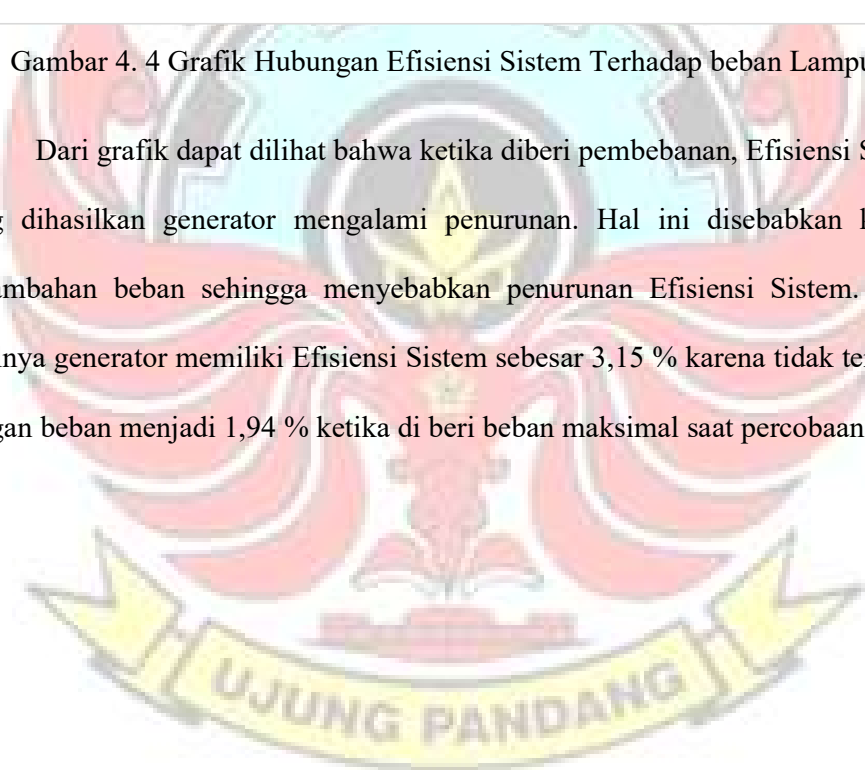
Dari grafik dapat dilihat bahwa ketika diberi pembebanan, daya yang dihasilkan generator dan yang di peroleh dari beban mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena variasi beban. Yang awalnya generator memiliki daya sebesar 5,46 Watt karena tidak terkopel dengan beban menjadi 3,36 Watt ketika di beri beban saat percobaan.





Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Efisiensi Sistem Terhadap beban Lampu

Dari grafik dapat dilihat bahwa ketika diberi pembebanan, Efisiensi Sistem yang dihasilkan generator mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena penambahan beban sehingga menyebabkan penurunan Efisiensi Sistem. Yang awalnya generator memiliki Efisiensi Sistem sebesar 3,15 % karena tidak terkopel dengan beban menjadi 1,94 % ketika di beri beban maksimal saat percobaan.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan beberapa data yang telah didapatkan dari hasil perancangan dan pengujian alat bahwa diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Turbin Archimedes *single screw* telah berhasil memanfaatkan aliran irigasi sebagai sumber tenaga untuk memutar turbin dan berhasil membangkitkan Listrik Tenaga *Picohydro*.
2. Berdasarkan data hasil penelitian yang telah di lakukan pada turbin Archimedes *single screw* , telah di dapatkan nilai efisiensi sistem berikut ini :
 - Pada percobaan dengan beban lampu 10 Watt didapatkan nilai efisiensi sistem dari turbin Archimedes *single screw* mencapai 3,15 % dengan daya generator yang dihasilkan sebesar 5,46 Watt.
 - Pada percobaan dengan beban lampu 19 Watt didapatkan nilai efisiensi sistem dari turbin Archimedes *single screw* mencapai 2,49 % dengan daya generator yang dihasilkan sebesar 4,45 Watt.
 - Pada percobaan dengan beban lampu 31 Watt didapatkan nilai efisiensi sistem dari turbin Archimedes *single screw* mencapai 1,91 % dengan daya generator yang dihasilkan sebesar 4 Watt.

- Pada percobaan dengan bean lampu 48 Watt didapatkan nilai efisiensi sistem dari turbin Archimedes *single screw* mencapai 1,94 % dengan daya generator yang dihasilkan sebesar 3,36 Watt.

5.2 Saran

Beberapa saran untuk penelitian ini atau yang ingin dikembangkan :

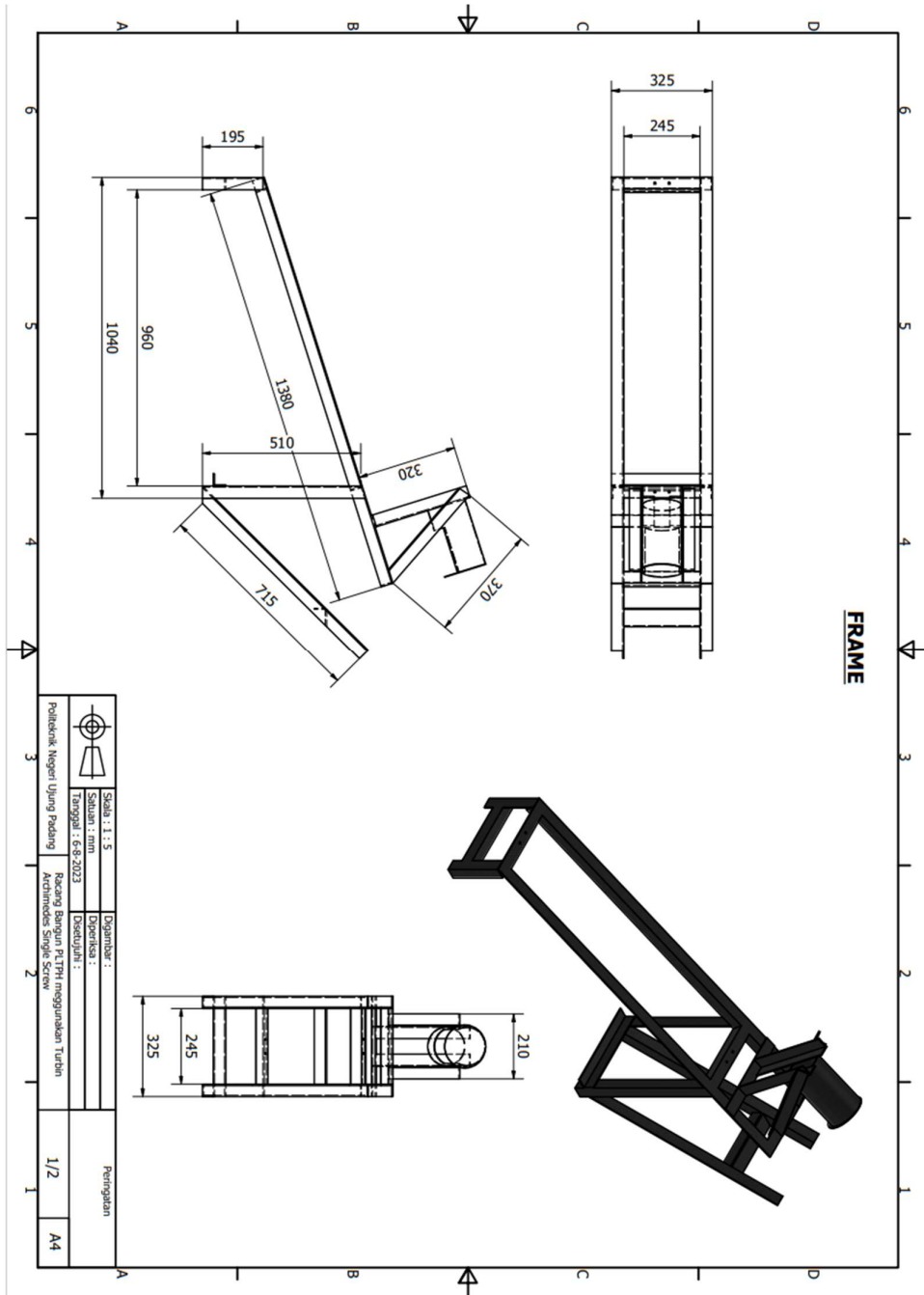
1. Membuat filter pada saluran inlet agar sampah tidak mempengaruhi kinerja turbin Arcimedes *Single Screw*.
2. Membuat *inlet* yang lebih besar agar air yang masuk lebih banyak dan menghasilkan daya hidrolis yang besar.



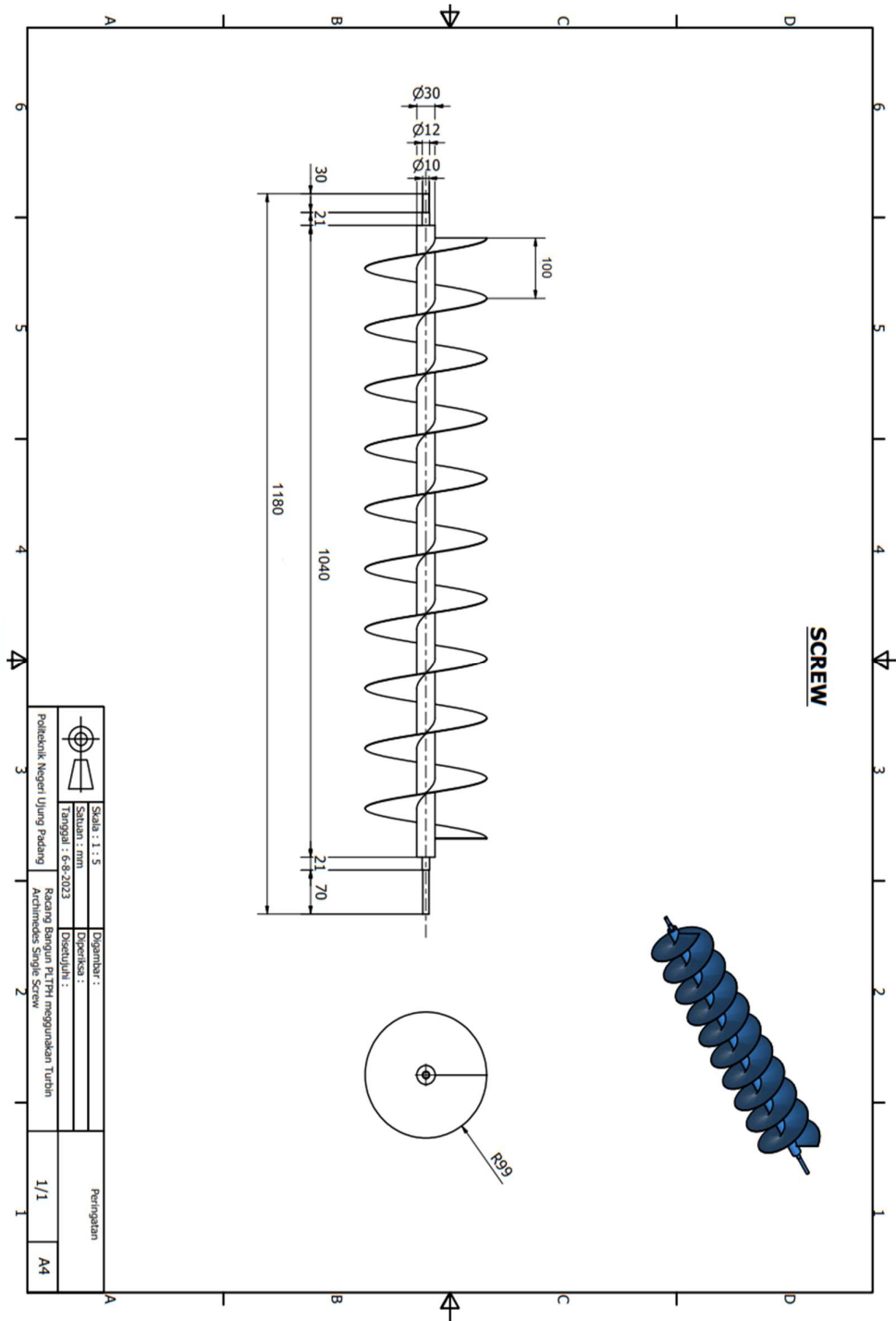
DAFTAR PUSTAKA

- Ariyo Setiawan dan Wilda Lengke' Batara. 2022. *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro Dengan Menggunakan Turbin Double Archimedes Screw*. Makassar : Universitas Negeri Ujung Pandang.
- Harja, H. B., Abdurrahim, H., Yoewono, S., & Riyanto, H. (2016). *Penentuan Dimensi Sudu Turbin dan Sudut Kemiringan Poros Turbin pada Turbin Ular Archimedes*. *Metal Indonesia*, 36(1), 26-33.
- Mafruddin. 2016. *Studi Eksperimental Sudut Nosel dan Sudut Sudu Terhadap Kinerja Turbin Cross-Flow Sebagai PLTMH di Desa Bumi Nabung Timur*. Bandar Lampung : Universitas Lampung.
- Putra, A. A. G. (2009). *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Menggunakan Turbin Pelton*. Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma.
- Putra, M. A. (2014). *Perancangan Prototipe Konverter Dc Ke Dc Penaik Tegangan Dengan Variabel Tegangan Pada Sisi Output*. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1).
- Risnandar, F. A. Pratama, and Novrinaldi. 2011. *GIS untuk Menentukan Potensi Pembangunan Piko-Hidro*. *Jurnal Teknologi Informasi*. Vol. 1. No. 2.
- Rohermanto, A. (2013). *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)*.
- Saefudin, E., Kristyadi, T., Rifki, M., & Arifin, S. (2017). *Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan*. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 1(3).
- Sandy, Silvester. 2016. *Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro di Aliran Sungai Sekitar Bangunmulyo, Girikerto, Turi, Sleman. Indonesia*. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Yogyakarta. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol. 22, No. 5, September – Desember 2016.

- Saputra, M. 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.
- Sunardi, I. A. (2017). *Pembuatan prototype pembangkit listrik tenaga pikohidro*. ePrintsUNY, Yogyakarta.
- Sunarlik, W. (2011). *Prinsip Kerja Generator Sinkron*. *Jurnal November*.
- Tineke Saroinsong, Adelbert Thomas, Alfred N Mekel. 2017. *Desain dan Pembuatan Turbin Ulir Archimedes untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. Prosiding Sentrinov 2017. Volume 3, Page 159-168. ISSN: 2477-2097.
- Tonglolangi, Y. Y. (2016). *Analisis kinerja turbin propeller sebagai alat penggerak pada parut kelapa*. *Journal Dynamic Saint*, 2(1).
- Van Harling, V. N., & Apasi, H. (2018). *Perancangan Poros Dan Bearing Pada Mesin Perajang Singkong*. *Sosied*, 1(2), 42-48.
- Wiranata, I. P. A., Janardana, I. G. N., Wijaya, I. W. A., Elektro, T., Teknik, F., & Udayana, U. (2020). *Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Menggunakan Turbin Cross-flow*. *Jurnal Spektrum*, 7(4).
- Yusmartato, Y., Pelawi, Z., Yusniati, Y., Fauzi, F., & Sitanggang, SA (2022). *Pemanfaatan Aliran Air untuk Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) di Desa Bandar Rahmat, Kecamatan Tanjung Tiram, Kabupaten Batu Bara*. *JET (Jurnal Teknologi Listrik)*, 7 (1), 25-28.



Gambar 2 Rancang Bangun 2D Turbin Archimedes Single Screw

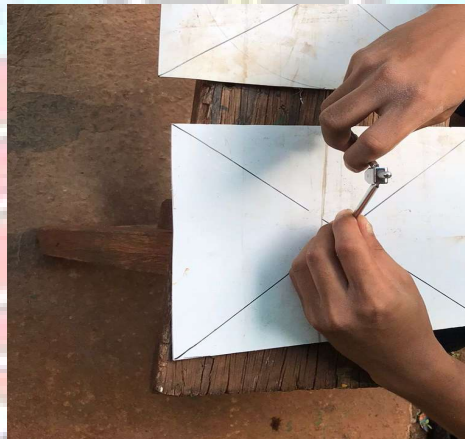


Gambar 3 Rancang Bangun 3D Bgaian Turbin Archimedes Single Screw

Lampiran 2 Foto Kegiatan



Gambar 4 Pelunakkan pipa PVC menggunakan Heat Gun



Gambar 5 Pembentukan pola pada PVC sebagai ulir pada turbin



Gambar 6 Pembuatan pola lingkaran menggunakan Gerinda



Gambar 7 Hasil dari pembuatan turbin Screw



Gambar 8 Pengelasan pada kerangka Turbin Archimedes Screw



Gambar 9 Pengujian putaran turbin tanpa generator bersama warga sekitar



Gambar 10 Hasil dari pengcatan pada Turbin Archimedes Single Screw



Gambar 11 Pemasangan Generator



Gambar 12 Beban yang digunakan saat pengujian



Gambar 13 Pengujian putaran turbin bersama Dosen Pembimbing bapak

Ir.Andreas Pangkung, M.T



Gambar 14 Pengujian putaran Turbin yang terkopel dengan Generator



Gambar 15 Hasil dari putaran Turbin



Gambar 16 Pengujian Tegangan



Gambar 17 Pengujian pada Tegangan Generator



Gambar 18 Perangikatan kabel pada beban yang akan di uji






Gambar 19 Kondisi Beban Lampu Saat Pengujian

LEMBAR REVISI JUDUL TUGAS AKHIR

Nama : Nuzul Muthahhir/Lulu Rahayu Lestari/Arpal Gerhana Syam
 NIM : 34220073/34220083/34220087

Catatan Daftar Revisi Penguji :

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1.	Prof. Ir. Suryanto, M.Sc., Ph.D	Berapa daya rancangan . perbaikan ukuran & y menghitng. Daya am . perbaiki analisa dan Hasil u/ nilai 0 . Tabel 4.7 ⇒ Qin. ⇒ Hasil Analisa Data . x ✓ perbandingan putaran Gear - Generator	 11/9/2023
2.	Nur Rahma, SST, MT		
3.	Shi Suwasthi	kata pengantar, kesimpulan ✓ Pendahuluan, rumusan masalah . ✓ Dokumentasi Gambar . ✓ Teori pustaka terkait pembans- kit energi terbarukan ✓	
4.	Abdul Rahman, ST M.Eng	Perisi Gambar	

Makassar,
Ketua Ujian Sidang,



Abdul Rahman, S.T., M.T.
NIP. 197308032006041001

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik.