

RANCANG BANGUN PLTMH DENGAN TURBIN VORTEX DI KAWASAN  
WISATA AIR TERJUN MANUBA KABUPATEN BARRU



TUGAS AKHIR

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

A. ACHMAD VIQRI REVALDY ALAM	342 19 048
FADILA DWI ANNISA	342 19 053

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONVERSI ENERGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR  
2022

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir dengan judul "Rancang Bangun PLTMH dengan Turbin Vortex di Kawasan Wisata Air Terjun Manuba Kabupaten Barru" oleh A. Achmad Viqri Revaldy Alam NIM 34219048 dan Fadila Dwi Annisa NIM 34219053 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi D3 Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 26 September 2022

Pembimbing I

Yiyin Klistafani, S.T., M.T.  
NIP. 19900517 201504 2 001

Pembimbing II

Abdul Rahman, S.T., M.T.  
NIP. 19730803 200604 1 001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi  
Teknik Konversi Energi



S. Swandi, S.ST., M.T.  
NIP. 1971123/200112 2 001

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini Senin, tanggal 26 September 2022, tim penguji seminar proposal tugas akhir telah menerima laporan tugas akhir oleh mahasiswa A. Achmad Viqri Revaldy Alam NIM 34219048 dan Fadila Dwi Annisa NIM 34219053 dengan judul “Rancang Bangun PLTMH dengan Turbin *Vortex* di Kawasan Wisata Air Terjun Manuba”.

Makassar, 26 September 2022

Tim Penguji Seminar Proposal Tugas Akhir:

- |                                |             |   |
|--------------------------------|-------------|---|
| 1. Apollo, S.T., M.Eng.        | Ketua       | (  )  |
| 2. Sri Suwasti, S.S.T.,M.T     | Sekretaris  | (  ) |
| 3. Marhatang, S.ST., M.T.      | Anggota I   | (  ) |
| 4. Sonong, S.T., M.T.          | Anggota II  | (  ) |
| 5. Yiyin Klistafani, S.T., M.T | Pengarah I  | (  ) |
| 6. Abdul Rahman, S.T.,M.T.     | Pengarah II | (  ) |

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kekuatan serta inspirasi kepada kami dan karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya, penulisan laporan tugas akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Pltmh Dengan Turbin Vortex Di Kawasan Wisata Air Terjun Manuba Kabupaten Barru” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan laporan proposal ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Kedua orang tua penulis yang tak henti-hentinya mendoakan dan memberikan dukungan berupa dorongan moral dan bantuan materil, kepada penulis.
2. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.T., Ph.D. Selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Rusdi Nur, S.S.T., M.T., Ph.D. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ibu Sri Suwasti, S.ST.,M.T. Selaku Koordinator Program Studi D-3 Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Ibu Yiyin Klistafani, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing I dan Bapak Abdul Rahman, S.T.,M.T. selaku Dosen Pem,bimbing II yang telah mencurahkan perhatian dan kesempatannya untuk mengarahkan dalam penyelesaian laporan proposal ini.
6. Segenap Dosen Jurusan Teknik Mesin pada umumnya dan Program Studi Teknik Konversi Energi pada khususnya yang selama kurun waktu 3 tahun

dengan ikhlas dan penuh kerelaan hati telah mendidik dan mengajar penulis, serta para staf dan teknisi Program Studi Teknik Konversi Energi.

7. Kepada rekan-rekan mahasiswa Politeknik Negeri Ujung Pandang, khususnya kelas III-C Teknik Konversi Energi yang telah 3 tahun lamanya bersama-sama dalam menimba ilmu di Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah bersedia bekerja sama dan banyak memberikan bantuan serta semangat baik secara langsung maupun tidak langsung. Ucapan terima kasih dan penghargaan juga disampaikan kepada keluarga besar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini demi perbaikan pada masa mendatang. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi pembacanya.

Makassar, September 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	i
HALAMAN PENERIMAAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR SIMBOL .....	x
SURAT PERNYATAAN .....	xi
RINGKASAN .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan .....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan .....	4
1.4.1 Tujuan Kegiatan .....	4
1.4.2 Manfaat Kegiatan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 PLTMH .....	5
2.2 Energi Air dan Potensinya Sebagai Sumber Energi .....	6
2.3 Mesin-Mesin Fluida .....	6
2.4 Turbin Air .....	7
2.5 Turbin <i>Vortex</i> ( Pusaran Air) .....	9
2.6 Komponen pada Turbin <i>Vortex</i> .....	10

2.7 Cara Kerja Turbin <i>Vortex</i> .....	12
2.8 Keunggulan Turbin <i>Vortex</i> .....	13
2.9 Aliran <i>Vortex</i> .....	13
2.9.1 Aliran <i>Vortex</i> Bebas .....	14
2.9.2 Aliran <i>Vortex</i> Paksa.....	15
2.9.3 Aliran <i>Vortex</i> Kombinasi.....	15
2.10 Penampang Air .....	16
2.11 Lubang masuk (Inlet area).....	16
2.12 Pipa Lepas.....	17
2.13 Efisiensi pada Turbin <i>Vortex</i> .....	17
2.13.1 Debit.....	17
2.13.2 Daya Turbin .....	18
2.13.2 Daya Hidrolik .....	19
2.13.3 Daya Generator .....	19
2.13.4 Efisiensi Turbin.....	20
2.13.5 Efisiensi sistem .....	20
2.14 Instrumen Uji.....	21
2.14.1 Tachometer .....	21
2.14.2 Multimeter .....	22
2.14.3 Tang Ampere .....	22
2.14.4 Neraca Digital .....	23
2.15 Penelitian Terdahulu .....	23
<b>BAB III METODE KEGIATAN.....</b>	<b>26</b>
3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan .....	26
3.2 Alat dan Bahan .....	26

3.3	Prosedur Kerja .....	27
3.3.1	Studi Literatur .....	27
3.3.2	Tahap Perancangan .....	27
3.4	Tahap Pembuatan dan Perakitan Alat .....	30
3.5	Pengujian Alat .....	30
3.6	Prosedur Pengolahan Data .....	31
3.6.1	Diagram Alir Kegiatan .....	34
BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN .....		35
4.1	Hasil Rancang Bangun Turbin Vortex .....	35
4.2	Hasil Pengujian .....	38
4.3	Analisis Data .....	39
4.3	Kinerja Turbin Vortex .....	42
DAFTAR PUSTAKA .....		46
LAMPIRAN .....		52



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat dan Bahan yang di butuhkan dalam Kegiatan Tugas Akhir.....	26
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Turbin Vortex Tanpa Beban.....	37
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Turbin Vortex dengan Beban .....	38
Tabel 4.3 Data Hasil Analisis Pengujian Turbin Vortex Tanpa Beban .....	41
Tabel 4.4 Data Hasil Analisis Pengujian Turbin Vortex Dengan Beban.....	41



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Mekanisme Kerja PLTMH .....	5
Gambar 2.2 Casing Turbin .....	10
Gambar 2.3 Sudu Turbin .....	11
Gambar 2.4 Poros Turbin .....	11
Gambar 2.5 Bantalan Turbin .....	12
Gambar 2.6 Tipe Aliran <i>Vortex</i> .....	15
Gambar 2.7 Tipe Saluran Masuk Turbin <i>Vortex</i> .....	16
Gambar 2.8 Tachometer .....	21
Gambar 2.9 Multimeter .....	22
Gambar 2.10 Tang Ampere .....	23
Gambar 2.11 Neraca Digital .....	23
Gambar 3.1 Sketsa PLTMH dengan Turbin <i>Vortex</i> .....	28
Gambar 3.2 Tampak Depan .....	28
Gambar 3.3 Tampak Atas .....	29
Gambar 3.4 Tampak Samping .....	29
Gambar 4.1 Kontruksi Turbin <i>Vortex</i> .....	35
Gambar 4.2 Pemasangan Alat di Lokasi Pengujian .....	36
Gambar 4.3 Turbin <i>Vortex</i> Berputar .....	37
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Daya Turbin (Watt) dan Torsi (Nm) .....	43
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Antara Efisiensi Turbin (%) dan Torsi (Nm) .....	43
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Daya Generator (Watt) dan Putaran Turbin (Rpm) .....	44
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Antara Efisiensi System (%) dan Putaran Turbin (rpm) .....	44

## DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	KETERANGAN	SATUAN
$P_t$	Daya turbin	Watt (W)
$T$	Torsi	Newton meter (Nm)
$F$	Gaya	Newton (N)
$l$	Panjang lengan	Meter (m)
$m$	Massa	Kilogram (Kg)
$g$	Gravitasi	Meter per sekon persegi ( $m/s^2$ )
$n$	Putaran turbin	Rpm
$\eta_t$	Efisiensi turbin	Persen (%)
$P_h$	Daya hidrolik	Watt (W)
$\rho$	Densitas air	Kilogram per meter kubik ( $kg/m^3$ )
$Q$	Laju aliran air	Meter kubik per sekon ( $m^3/s$ )
$H_t$	Tinggi jatuh air	Meter
$\eta_s$	Efisiensi sistem	Persen (%)
$P_g$	Daya generator	Watt (W)
$V_g$	Tegangan generator	Volt (V)
$I_g$	Arus generator	Ampere (A)

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : A. Achmad Viqri Revaldy

NIM : 342 19 048

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul "Rancang Bangun PLTMH dengan Turbin Vortex di Kawasan Wisata Air Terjun Manuba" merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

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

Makassar, September 2022



A. Achmad Viqri Revaldy  
NIM 342 19 048

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fadila Dwi Annisa

NIM : 342 19 053

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul "Rancang Bangun PLTMH dengan Turbin Vortex di Kawasan Wisata Air Terjun Manuba" merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

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

Makassar, September 2022



Fadila Dwi Annisa  
NIM 342 19 053

## **Rancang Bangun Pltmh Dengan Turbin Vortex Di Kawasan Wisata Air Terjun Manuba Kabupaten Barru**

### **RINGKASAN**

Energi listrik merupakan energi yang memiliki peranan penting bagi manusia, meningkatnya kebutuhan akan sumber energi terutama energi listrik akan terus meningkat seiring pertumbuhan ekonomi, penambahan penduduk, dan pola konsumsi energi itu sendiri. Mikrohidro atau yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (head) dan jumlah debit air. Pada aliran sungai air dari air terjun yang akan dimanfaatkan terdapat potensi kesediaan air untuk menggerakkan turbin *vortex* sehingga listrik bisa mengalir dan menghasilkan penerangan pada salah satu rumah yang berada di sekitar air terjun.

Hasil konstruksi turbin vortex pada PLTMH di kawasan wisata air terjun Manuba telah selesai didesain dan dirancang dengan diameter turbin 75 cm, tinggi turbin 40 cm, lebar penampang air 95 cm, panjang penampang air 200 cm, tinggi rumah turbin 50 cm dan diameter 120 cm. Dari hasil pengujian, didapatkan turbin vortex berputar dengan debit  $0,0034 \text{ m}^3/\text{s}$  dan head 0,91 m.

Berdasarkan data hasil pengujian rancang bangun turbin vortex pada PLTMH yang telah dibuat, didapatkan nilai efisiensi turbin vortex mencapai 26,12 % dengan daya turbin yang dihasilkan yaitu 7,6727 Watt, nilai torsi sebesar 1,2446 Nm dan putaran turbin 58,9 Rpm pada pembebanan 10 kg.

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan energi yang memiliki peranan penting bagi manusia, meningkatnya kebutuhan akan sumber energi terutama energi listrik akan terus meningkat seiring pertumbuhan ekonomi, penambahan penduduk, dan pola konsumsi energi itu sendiri. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral mengatakan cadangan energi minyak mentah di Indonesia hanya dapat diproduksi dan akan habis berkisaran 22.99 tahun, gas selama 58.95 tahun dan batu bara 82.01 tahun (Akbar, 2020). Dari hasil perhitungan ini dapat disimpulkan bahwa tidak akan ditemukan lagi ladang-ladang baru sebagai sumber energi fosil. Cadangan energi dapat bertahan lama jika ada ladang-ladang baru dengan energi alternatif dan beberapa orang menyadari hal ini dan mencoba berbagai energi alternatif.

Pembangkit listrik tenaga air saat ini menjadi salah satu pilihan dalam memanfaatkan sumber energi terbaru, namun pemanfaatan yang ada masih menggunakan teknologi yang sederhana. Pembangkit Listrik jenis ini dalam proses pembuatannya sangat ekonomis, tapi masih dalam skala kecil. Artinya pembangkit-pembangkit ini hanya mampu mencukupi pemakaian energi listrik untuk sejumlah rumah saja. Jenis pembangkit listrik tenaga air ini sering disebut *microhydro*.

Teknologi ini terdiri dari komponen utama yaitu turbin air dan generator listrik. Turbin air berperan untuk mengubah energi air (energi potensial, tekanan dan energi kinetik) menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros. Putaran poros

turbin ini akan diubah oleh generator menjadi tenaga listrik. *Microhydro* yang dibuat biasanya memanfaatkan air terjun dengan *head* jatuh yang besar. Sedangkan untuk aliran sungai dengan *head* jatuh yang kecil belum termanfaatkan dengan optimal. Sehubungan dengan itu, Suwoto (2018) menyatakan, “Di Indonesia terdapat potensi air sungai yang berasal dari 5.590 aliran sungai yang tersebar diberbagai pulau di Indonesia. Hal ini menjadi rujukan dalam memanfaatkan aliran sungai dengan mengubahnya menjadi aliran *vortex* atau pusaran air.”

Penelitian mengenai turbin *vortex* telah dilakukan oleh Anjali (2016). Hasil yang didapatkan yaitu turbin *vortex* bekerja pada *head* yang rendah 0,7m – 3m dengan debit 50 L/s. Turbin jenis ini sangat cocok digunakan untuk aliran sungai, karena kebanyakan sungai memiliki head yang rendah.

Menurut Suarda dkk. (2008) juga menyatakan “Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.”

Mikrohidro atau yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggeraknya seperti saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air. Pada aliran sungai air dari air terjun yang akan dimanfaatkan terdapat potensi kesediaan air untuk menggerakkan turbin *vortex* sehingga listrik bisa mengalir dan menghasilkan penerangan pada salah satu rumah yang berada di sekitar air terjun.



Air terjun Manuba terletak di Desa Manuba, Kecamatan Mallusetasi, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan yang merupakan tempat wisata air di Kabupaten Barru. Desa Manuba adalah salah satu dari sekian banyak desa yang mempunyai sumber air dengan debit dan potensial bisa dikembangkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Listrik hasil PLTMH digunakan untuk menerangi pos yang menjadi loket pembayaran masuk di tempat wisata Air Terjun Manuba.

Berdasarkan pemaparan tersebut, maka penulis mengangkat judul tugas akhir berjudul Rancang Bangun PLTMH Dengan Turbin *Vortex* di Kawasan Wisata Air Terjun Manuba.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain konstruksi turbin *vortex* pada PLTMH?
2. Bagaimana kinerja turbin *vortex* pada PLTMH?

## **1.3 Ruang Lingkup Kegiatan**

Pada penelitian kali ini, penulis akan membatasi ruang lingkup pembahasan yaitu antara lain :

1. Menggunakan turbin air jenis *vortex* untuk menghasilkan energi listrik dari energi mekanik turbin.

2. Pengambilan data dilakukan di aliran sungai yang berlokasi di Air Terjun Manuba.

## **1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan**

### 1.4.1 Tujuan Kegiatan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka adapun yang menjadi tujuan dari kegiatan ini sebagai berikut:

1. Membuat desain konstruksi turbin *vortex* pada PLTMH.
2. Menganalisis kinerja turbin *vortex* pada PLTMH.

### 1.4.2 Manfaat Kegiatan

Adapun manfaat yang didapatkan dari kegiatan ini yaitu sebagai berikut :

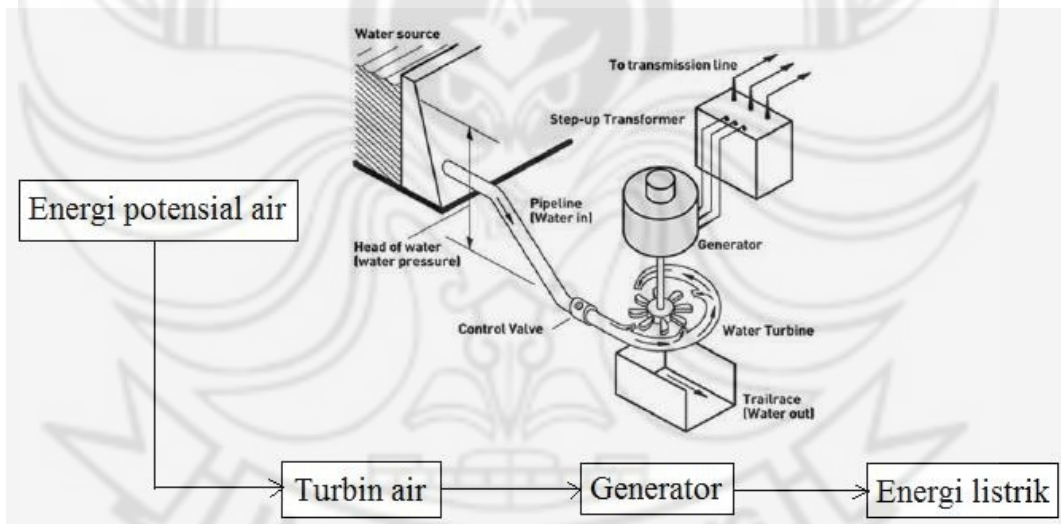
1. Membantu masyarakat dan pemerintah untuk memanfaatkan energi alternatif dalam hal energi air sebagai penghasil energi listrik.
2. Sebagai referensi dalam pengembangan ilmu dan teknologi di bidang PLTMH.
3. Sebagai referensi bagi mahasiswa dan peneliti lain untuk penelitian selanjutnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 PLTMH

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah teknologi untuk memanfaatkan debit air yang ada di sekitar kita untuk diubah menjadi energi listrik. Caranya dengan memanfaatkan debit air untuk menggerakkan turbin yang akan menghasilkan energi mekanik. Selanjutnya, energi mekanik ini menggerakkan generator dan menghasilkan listrik. Kondisi air yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya penghasil listrik memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu dari sistem saluran airnya.



Gambar 2.1 Skema Mekanisme Kerja PLTMH  
Sumber : Riyadi, 2016

## **2.2 Energi Air dan Potensinya Sebagai Sumber Energi**

Energi air adalah energi yang telah dimanfaatkan secara luas di Indonesia yang dalam skala besar telah digunakan sebagai pembangkit listrik. Air merupakan sumber energi yang murah dan relatif mudah didapat, karena pada air tersimpan energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir). Potensi air sebagai sumber energi terutama digunakan sebagai penyedia energi listrik melalui pembangkit listrik tenaga air maupun mikrohidro. Potensi tenaga air di seluruh Indonesia diperkirakan sebesar 75684 MW. Potensi ini dapat dimanfaatkan untuk pembangkit tenaga listrik dengan kapasitas 100 MW ke atas dengan jumlah sekitar 800 (Haryanto, 2017). Jumlah tenaga air yang tersedia dari suatu sumber bergantung pada jumlah debit dan tinggi jatuhnya air (*head*).

Pemanfaatan energi air pada dasarnya adalah pemanfaatan energi potensial gravitasi. Energi mekanik aliran air yang merupakan transformasi dari energi potensial gravitasi dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin atau kincir. Umumnya kincir air digunakan untuk pemanfaatan energi mekanik secara langsung sedangkan turbin air digunakan untuk membangkitkan energi listrik (Haryanto, 2017).

## **2.3 Mesin-Mesin Fluida**

Mesin-mesin fluida adalah mesin-mesin yang berfungsi untuk mengubah energi mekanis menjadi energi fluida (energi potensial dan energi kinetis), atau sebaliknya yaitu merubah energi fluida menjadi energi kinetis (Dietzel, 1990). sesuai dengan pengertian diatas, klasifikasi mesin-mesin fluida secara umum adalah:

## 1) Mesin-mesin tenaga

Mesin-mesin tenaga merupakan mesin - mesin fluida yang dapat mengubah energi fluida potensial menjadi energi kinetis. Contoh turbin air dan kincir air.

## 2) Mesin-mesin kerja

Mesin-mesin kerja merupakan mesin - mesin fluida yang dapat mengubah energi kinetis menjadi energi potensial. Contoh pompa, *blower*, *fan*, dan kompresor.

Dalam perancangan ini menggunakan jenis mesin - mesin tenaga dengan mengubah energi fluida potensial.

### **2.4 Turbin Air**

Turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator.

Turbin adalah mesin penggerak dimana energi fluida kerja dipergunakan langsung untuk memutar sudu turbin. Bagian turbin yang bergerak dinamakan rotor atau sudu turbin, sedangkan bagian yang tidak berputar dinamakan stator atau rumah turbin. Secara umum, turbin adalah alat mekanika yang terdiri dari poros dan sudu-sudu. Sudu tetap ataupun *stationary blade*, tidak ikut berputar bersama poros, dan berfungsi mengarahkan aliran fluida. Sedangkan sudu putar atau *rotary blade*, mengubah arah dan kecepatan aliran fluida sehingga timbul gaya yang memutar poros.

Air biasanya dianggap sebagai fluida yang tak kompresibel, yaitu fluida yang secara virtual massa jenisnya tidak berubah dengan tekanan.

Ada beberapa kesamaan teori dari turbin air dan pompa air, dengan perbedaan utama energi transfer yang berkebalikan. Turbin air mengubah energi potensial dari air menjadi energi mekanis putaran poros. Sedangkan pompa air mengubah energi mekanis putaran poros menjadi gerak aliran air.

Turbin konvensional, dalam kelompok mesin penggerak mula atau *prime movers* ada tiga macam yaitu :

1. Turbin air dengan media kerja air.
2. Turbin gas dengan media kerja gas panas yang bertekanan.
3. Turbin uap dengan media kerja uap.

Ketiga macam turbin tersebut mempunyai kemiripan dalam konstruksi, namun beda dalam termodinamikanya, karena fluida kerjanya yang tidak sama.

Teori turbin air bertujuan terutama untuk mendapatkan kerja optimum dalam pemanfaatan energi air pada suatu kondisi operasi tertentu. Dasar kerja turbin air sangat sederhana ini sudah ditemukan sebelum dimulainya tahun masehi. Teknologi turbin air merupakan perkembangan dari kincir air (*water wheel*). Perbedaan utama antara kincir air dan turbin air adalah bahwa kincir air hanya mengubah kecepatan aliran, sedangkan turbin air mengubah arah dan kecepatan aliran.

Pada saat sekarang, penggunaan turbin air lebih banyak digunakan dibandingkan kincir air. Hal ini disebabkan karena turbin air mempunyai keuntungan-keuntungan antara lain :

1. Ruang yang diperlukan lebih kecil.
2. Dapat beroperasi dengan kecepatan yang lebih tinggi.
3. Mampu membangkitkan daya yang lebih besar dengan ukuran yang relatif kecil.
4. Daerah putaran (rpm) yang lebih luas, sehingga memungkinkan hubungan langsung dengan generator.
5. Mampu memanfaatkan beda ketinggian permukaan air dari yang sangat rendah sampai yang ekstrim tinggi.
6. Dapat bekerja terendam didalam air.
7. Mempunyai efisiensi yang relatif lebih baik.
8. Dapat dikonstruksikan dengan poros mendatar maupun tegak.

## **2.5 Turbin *Vortex* ( Pusaran Air)**

Turbin *vortex* adalah turbin yang mengubah energi kinetik dari *vortex* (pusaran) menjadi torsi. *Vortex* atau pusaran sendiri didefinisikan sebagai aliran fluida yang bergerak di sepanjang lintasan melengkung atau aliran massa fluida yang bergerak melingkar. Turbin *Vortex* merupakan turbin yang memanfaatkan pusaran air sebagai media perantara energi terhadap sumbu vertikal sehingga terjadi perbedaan tekanan antara bagian sumbu dan sekelilingnya. Turbin air ini dioperasikan pada

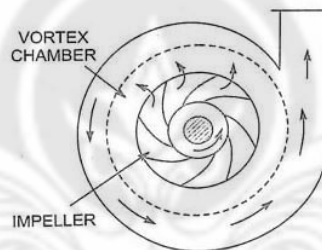
daerah yang memiliki *head* yang rendah dan memanfaatkan pusaran gravitasi air sehingga akan menimbulkan perbedaan tekanan air dengan bagian sumbu.

## 2.6 Komponen pada Turbin Vortex

Komponen - komponen utama pada turbin adalah sebagai berikut.

### 1) Casing

Casing atau shell adalah suatu wadah berbentuk menyerupai sebuah tabung dimana rotor ditempatkan. Di luar casing dipasang bantalan yang berfungsi untuk menyangga rotor.

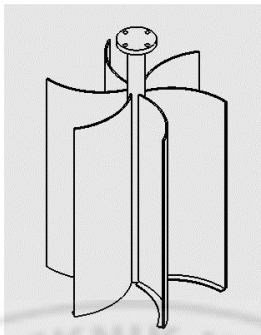


Gambar 2.2 Casing Turbin  
Sumber : Arifian, Nur dan Dicky 2011

### 2) Sudu

Sudu merupakan bagian dari turbin dimana konversi energi terjadi. Sudu terdiri dari bagian akar sudu, badan sudu dan ujung sudu. Sudu kemudian dirangkai sehingga membentuk satu lingkaran penuh





Gambar 2.3 Sudu Turbin  
Sumber : Prasetyo, 2018

### 3) Poros

Poros dapat berupa silinder panjang yang solid (pejal) atau berongga (*hollow*).  
Pada umumnya sekarang poros terdiri dari silinder panjang yang solid.



Gambar 2.4 Poros Turbin  
Sumber : Suwoto, Gatot dan Supriyo 2018

#### 4) Bantalan

Bantalan berfungsi sebagai penyangga rotor sehingga membuat rotor dapat stabil/lurus pada posisinya didalam casing dan rotor dapat berputar dengan aman dan bebas. Adanya bantalan yang menyangga turbin selain bermanfaat untuk menjaga rotor turbin tetap pada posisinya juga menimbulkan kerugian mekanik karena gesekan.



Gambar 2.5 Bantalan Turbin  
Sumber : Marfizal, 2015

#### 2.7 Cara Kerja Turbin *Vortex*

Sistem PLTMH pusaran air adalah sebuah teknologi baru yang memanfaatkan energi yang terkandung dalam pusaran air dengan diciptakan melalui perbedaan head rendah di sungai.

Cara kerja turbin *Vortex* :

1. Air Sungai dari tepi sungai disalurkan dan dibawa ke tangki sirkulasi. Tangki sirkulasi ini memiliki suatu lubang lingkaran pada dasarnya.
2. Tekanan rendah pada lubang dasar tangki dan kecepatan air pada titik masuk tangki sirkulasi mempengaruhi kekuatan aliran *vortex*.

3. Energi potensial seluruhnya diubah menjadi energi kinetik rotasi di inti *vortex* yang selanjutnya diekstraksi melalui turbin sumbu vertikal.
4. Pusaran yang terbentuk kemudian memutar sudu/*runner*
5. Air kemudian kembali ke bak penampungan melalui saluran keluar.

### **2.8 Keunggulan Turbin *Vortex***

1. Baik dikembangkan pada daerah yang memiliki sumber air dengan debit yang cukup besar namun hanya memiliki *head* yang rendah.
2. Tidak memerlukan sistem kontrol yang sangat rumit seperti turbin lainnya.
3. Tekanan air yang terjadi tidak merusak ekologi, dalam hal ini dampak terhadap kehidupan air (ikan) dan mikroorganisme lainnya tetap terjaga.
4. Tidak membutuhkan *draft tube*, sehingga dapat mengurangi pengeluaran untuk penggalian pemasangan *draft tube*.
5. Memiliki efisiensi yang tinggi, dengan variasi debit yang besar dan sangat baik untuk debit air yang kecil.
6. Tidak memerlukan jaring - jaring halus sebagai pencegah masuknya puing- puing kedalam turbin, sehingga dapat mengurangi biaya perawatan.

### **2.9 Aliran *Vortex***

Aliran *vortex* adalah massa fluida yang partikel - partikelnya bergerak berputar dengan garis arus (*stream line*) membentuk lingkaran konsentris. Gerakan *vortex* berputar disebabkan oleh adanya perbedaan kecepatan antara lapisan fluida yang

berdekatan. Dapat diartikan juga sebagai gerak alamiah fluida yang diakibatkan oleh parameter kecepatan dan tekanan.

*Vortex* sebagai pusaran yang merupakan efek dari putaran rotasional dimana viskositas berpengaruh didalamnya. Pergerakan aliran fluida dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

- 1) Translasi murni atau translasi irrotasional
- 2) Rotasi murni atau translasi rotasional
- 3) Distorsi atau deformasi murni, baik angular ataupun linier

Aliran irrotasional terjadi apabila elemen fluida di setiap titik tidak mempunyai kecepatan sudut netto terhadap titik tersebut. Sebaliknya aliran rotasional terjadi apabila elemen fluida mempunyai kecepatan sudut netto. Gerak *vortex* dapat dikategorikan sebagai dalam aliran rotasional. *Vortex* digambarkan sebagai aliran yang bergerak dan berputar terhadap sumbu vertical sehingga terjadi perbedaan tekanan antara bagian sumbu dan sekelilingnya Berdasarkan klasifikasi aliran berputar yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari maka aliran *vortex* dapat dibedakan menjadi tiga bagian, yaitu :

#### 2.9.1 Aliran *Vortex* Bebas

Aliran *vortex* terjadi walaupun tidak adanya gaya yang dilakukan pada fluida tersebut. Karakteristik dari *vortex* bebas adalah kecepatan tangensial dari partikel fluida yang berputar pada jarak tertentu dari pusat *vortex*.

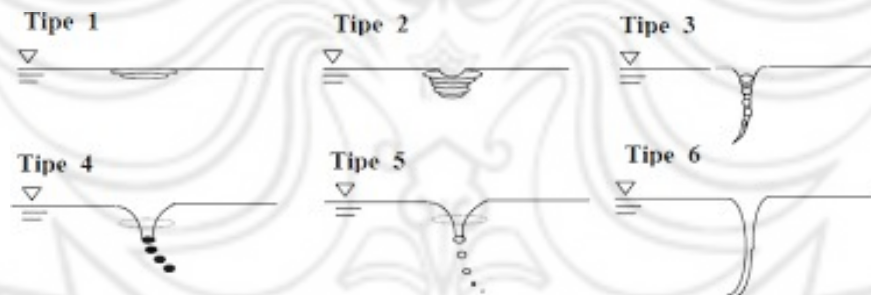
### 2.9.2 Aliran *Vortex* Paksa

Apabila suatu gaya diberikan pada suatu fluida dengan maksud membuat aliran fluida berputar. Bekerjanya gaya selain gaya gravitasi pada air menghasilkan gaya *vortex* yang dikenal sebagai aliran *vortex* paksa.

### 2.9.3 Aliran *Vortex* Kombinasi

Aliran *Vortex* Kombinasi adalah *vortex* bebas dengan *vortex* paksa pada inti pusatnya dan distribusi kecepatan yang sesuai dengan *vortex* bebas pada luar intinya.

Pada Gambar 2.6 menunjukkan konsep sirkulasi sering digunakan untuk mengevaluasi gaya - gaya yang terbentuk pada benda - benda yang terendam dalam fluida yang bergerak.



Gambar 2.6 Tipe Aliran *Vortex*  
Sumber : Mulyono dkk., 2019

Tipe *vortex* 1 merupakan awal aliran air berputar di permukaan. Tipe 2 putaran air mulai menunjukkan adanya cekungan kedalam di bagian tengah pusaran. Tipe 3 pusaran air mulai membentuk kolom udara (*vortex*) yang bergerak menuju outlet.

Tipe 4 kekuatan *vortex* mampu menarik material apung masuk ke dalam pusaran.

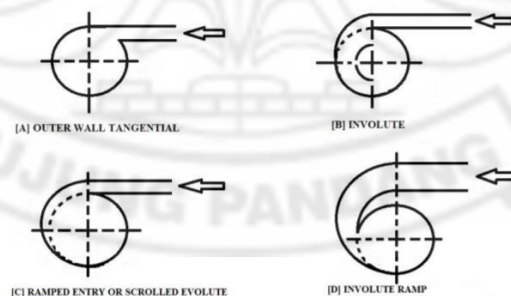
Tipe 5 adalah *vortex* dimana gelembung - gelembung udara pecah di ujung pusat pusaran yang masuk konstruksi silinder. Tipe 6 *vortex* lubang udara penuh menuju outlet.

## 2.10 Penampang Air

Penampang merupakan saluran yang digunakan untuk mengalirkan air dari reservoir atas menuju turbin.

## 2.11 Lubang masuk (Inlet area)

Ada beberapa tipe dari lubang masuk (Inlet area), yaitu lubang masuk tipe involute, lubang masuk tipe ramp dan lubang masuk tipe scroll. Berbagai tipe tersebut dimaksudkan untuk lebih memaksimalkan kinerja dari turbin. Dengan konstruksi lubang masuk dengan tipe involute, lubang masuk tipe ramp dan lubang masuk tipe scroll dapat mengurangi efek dari turbulensi yang terjadi disekitar dinding lubang masuk dan daerah antara lubang masuk.



Gambar 2.7 Tipe Saluran Masuk Turbin *Vortex*

Sumber : Prasetyo, 2018

## 2.12 Pipa Lepas

Pipa lepas adalah saluran penghubung antara sisi keluar turbin dengan muka air bawah. Umumnya pipa lepas satu meter di muka air bawah. Dengan demikian head antara air keluar roda jalan dan muka air bawah dapat dimanfaatkan. Fungsi utama pipa lepas adalah :

- 1) Memanfaatkan tinggi air jatuh antara sisi keluar turbin dengan muka air bawah. Air yang jatuh bebas dari sisi keluar turbin menimbulkan kehampaan dalam pipa lepas. Kehampaan ini terjadi akibat kecepatan air yang keluar dari roda turbin sangat tinggi sehingga terjadi tarikan air setinggi jarak antara sisi keluar turbin dan muka air bawah, ini berlaku untuk rumah turbin yang berada lebih tinggi dari muka air bawah.
- 2) Mengurangi kerugian energi kinetik. Umumnya kecepatan air keluar roda jalan masih dalam kecepatan tinggi. Dengan menggunakan pipa lepas yang mempunyai penampangan yang semakin besar ke arah keluar, maka kecepatan air dapat diperkecil sehingga energi kinetik dapat dikurangi. Dengan menggunakan pipa lepas ini efisiensi turbin dapat bertambah.

## 2.13 Efisiensi pada Turbin *Vortex*

### 2.13.1 Debit

Debit air sungai juga bisa disebut dengan istilah laju aliran air yang melewati sebuah penampang melintang sungai per satuan waktu. Debit air mempunyai

satuan khusus yaitu volume per satuan waktu yaitu m<sup>3</sup>/s (dibaca meter kubik per detik) dalam satuan internasional (Salim, 2017)

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2.1)$$

Dimana

Q = Debit (m<sup>3</sup>/s)

V = Volume (m<sup>3</sup>)

t = Waktu (s)

### 2.13.2 Daya Turbin

Daya turbin merupakan daya yang dihasilkan dari putaran turbin karena air yang menabrak sudu-sudu turbin tersebut. Daya turbin dapat diketahui dengan persamaan berikut (Muliawan Arief dan Ahmad Yani, 2016:4)

$$P_T = \frac{2\pi NT}{60} \quad (2.2)$$

Dengan

P<sub>T</sub> = Daya turbin (Watt)

T = Torsi (Nm)

N = Putaran turbin (RPM)

Torsi atau disebut juga dengan momen gaya adalah gaya eksternal yang menyebabkan benda bergerak melingkar mengelilingi sumbu putarnya. Dengan persamaan (Rianno, 2022)

$$T = F \times r \quad (2.3)$$



Dimana :

$$F = m \times g \quad (2.4)$$

Sehingga :

$$T = m \times g \times r \quad (2.5)$$

Keterangan :

F = Gaya (N)

m = Beban yang diberikan pada gaya (kg)

g = Percepatan gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>)

r = Jari-jari poros (0,0127 m)

### 2.13.2 Daya Hidrolik

Daya hidrolik merupakan energi yang secara efektif diterima oleh air dari pompa per satuan waktu dengan persamaan berikut (Whidi, 2021)

$$Ph = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (2.6)$$

Dimana

$\rho$  = Densitas air (kg/m<sup>3</sup>)

$g$  = Percepatan gravitasi (m<sup>3</sup>/s)

$Q$  = Laju aliran air (m<sup>3</sup>/s)

$H$  = *head total* (m)

### 2.13.3 Daya Generator

Daya generator adalah daya yang dihasilkan generator setelah mengkonversikan energi mekanik dari putaran turbin menjadi energi listrik. Besar daya generator dapat dihitung dengan persamaan berikut (Suwoto dan Supriyo, 2018):

$$P_g = V_g \cdot I_g \quad (2.7)$$

Dimana :

$P_g$  = Daya generator (Watt)

$V_g$  = Tegangan generator (Watt)

$I_g$  = Arus generator (Watt)

#### 2.13.4 Efisiensi Turbin

Kemampuan turbin untuk merubah energi potensial air menjadi energi mekanik untuk menggerakkan generator. Dengan persamaan berikut (Dharma dan Masherni, 2016)

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_h} \times 100\% \quad (2.8)$$

Dimana :

$\eta_t$  = Efisiensi turbin (%)

$P_t$  = Daya turbin (Watt)

$P_h$  = Daya hidrolik (Watt)

#### 2.13.5 Efisiensi sistem

Efisiensi sistem adalah besarnya efisiensi keseluruhan yang dihasilkan oleh turbin angin yang dapat dihitung dengan persamaan berikut (Cahyadi, 2021):

$$\eta_s = \frac{P_g}{P_h} \times 100\% \quad (2.9)$$

Dengan :

$\eta_s$  = Efisiensi sistem

## 2.14 Instrumen Uji

### 2.14.1 Tachometer

Tachometer adalah instrumen pengukur yang digunakan untuk mengukur kecepatan rotasi suatu benda dengan satuan RPM (Revolutions per minute/rotasi per menit).



Gambar 2.8 Tachometer  
Sumber : Aini,2022

### 2.14.2 Multimeter

Multimeter adalah suatu alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur tiga jenis besaran listrik yaitu arus listrik, tegangan listrik, dan hambatan listrik (Muhammad, 2016)



Gambar 2.9 Multimeter

### 2.14.3 Tang Ampere

Tang ampere atau clamp meter merupakan alat ukur yang dibuat untuk mengukur besarnya arus listrik pada sebuah penghantar listrik seperti kabel konduktor dengan menggunakan dua bagian garpu penjepit (clamp) tanpa perlu kontak langsung dengan penghantar listrik tersebut (Rizky, 2020)



Gambar 2.10 Tang Ampere

#### 2.14.4 Neraca Digital

Neraca Digital merupakan alat yang digunakan sebagai pengukuran untuk mengukur suatu berat atau beban maupun massa pada suatu zat (Syukur, 2019)



Gambar 2.11 Neraca Digital

#### 2.15 Penelitian Terdahulu

Salim, Sardi (2017) Melakukan pengujian berdasarkan potensi debit andalan air sungai dengan menggunakan metode *Flow Duration Curve* (FDC) yakni dengan menggambarkan grafik kurva hubungan debit dengan frekuensi kejadiannya. Diperoleh nilai Debit Sungai Bula Desa Tulabolo Kecamatan Suwawa Timur

Kabupaten Bone Bolango adalah : Q andalan sebesar 5,04 m<sup>3</sup> /det, H = 3,25 m, dan P = 120,39 kilo watt.

Sihotang, Suryadi (2018) melakukan rancang bangun miniatur pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) dengan menggunakan turbin pelton dan diperoleh hasil pengujian dengan debit air tertinggi 0,00105 m<sup>3</sup> /s dengan data tegangan tertinggi yang dihasilkan oleh sistem adalah 30 volt dengan putaran tertinggi yang dihasilkan adalah 1428 rpm dengan pengujian tanpa beban. Dalam percobaan ini juga didapatkan data daya keluaran generator tertinggi yaitu 13,295 watt dengan tingkat efisiensi 11,502% pada data dengan beban satu buah lampu 5 watt.

Imran, Khairil (2018) menganalisa hasil pengujian prototipe turbin *vortexnya* (nilai efisiensi, daya dan torsi yang dihasilkan dari beban dan putaran) dengan bantuan aplikasi arduino uno dan sensor untuk putaran dan load cell untuk menghitung beban torsi yang terjadi pada poros. Pengujian dilakukan dengan tiga variasi bukaan katup dan tiga variasi beban yang berbeda. Dari hasil pengujian didapat efisiensi maksimum pada bukaan katup 100% dengan kapasitas aliran 0,0008333 m<sup>3</sup> /s yaitu 93,66% dengan putaran 102 rpm pada beban 50 gram, dan daya maksimum turbin didapat pada pengujian bukaan katup 75% dengan beban 50 gram dengan kecepatan aliran 0,000916 m<sup>3</sup> /s yaitu 0,00156043 watt dengan putaran 131 rpm.

Suwoto, Gatot dan Supriyo (2018) melakukan rancang bangun pembuatan turbin vortex dengan sudu pipa belah tiga dengan sudut kemiringan sudu 45°. Hasil pengujian didapatkan pada bentuk sudu pipa belah tiga dengan sudut sudu 0° pada

putaran turbin 65,7 rpm yang menghasilkan efisiensi tertinggi sebesar 9,094% , sedangkan pada sudut kemiringan sudu 45° pada putaran turbin 75,8 rpm yang menghasilkan efisiensi tertinggi sebesar 11,755%. Dari perbandingan bentuk sudu pipa belah tiga dengan sudut sudu 0° dan sudut kemiringan sudu 45° disimpulkan bahwa sudut kemiringan sudu 45° memiliki efisiensi yang lebih baik.

Mulyono dkk. (2019) melakukan perancangan turbin vortex dengan daya yang lebih besar untuk skala laboratorium yaitu membuat desain turbin *vortex* dengan daya 50 watt. Sedangkan tujuan yang ingin dicapai adalah mendapatkan desain turbin vortex dengan daya 50 Watt. Dari hasil perancangan diperoleh Diameter runner adalah 264 mm dengan jumlah sudu sebanyak 5 buah. Tinggi runner adalah 340 mm, Diameter poros adalah 10 mm, Diameter lubang keluar pada ruang pusaran 150 mm, Sudut sudu berbentuk belah lima dengan sudut tiap sudu 72° dan Tebal sudu 1 mm.

Bath, Heri Kristian (2014) Melakukan pengujian PLTMH menggunakan turbin *vortex* dengan casing berpenampang lingkaran yang menggunakan sudu berdiameter 32 cm, Tinggi 90 cm, 3 variasi jarak antara Sudu dan Saluran Keluar dengan Saluran Keluar berdiameter 7.5 cm

### **BAB III METODE KEGIATAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan**

Lokasi pembuatan alat dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang dan pengujian di tempat wisata Air Terjun Manuba yang terletak di Dusun Manuba, Desa Manuba, Kecamatan Mallusetasi, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan. Pelaksanaan kegiatan tugas akhir ini yaitu selama 7 bulan terhitung mulai bulan Februari 2022 hingga September 2022

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Tabel 3.1 Alat dan Bahan yang di butuhkan dalam Kegiatan Tugas Akhir

<b>Alat</b>	<b>Bahan</b>
Tachometer	Elektroda Las
Tang Ampere	Plat besi 1,6 mm
Multimeter	Besi siku 3x3
Neraca Digital	Besi hollow 30x30
SCC	Kabel serabut 90 meter
Aki	Terminal blok
Las	Bearing
Gurinda	Pipa besi 1,5 m
Bor	Lem besi
Obeng	Besi 8
Tang potong	Pulley 14 inch
Penggaris siku	Vanbelt
Generator DC 12 volt 500 rpm	Baut
	Skun aki



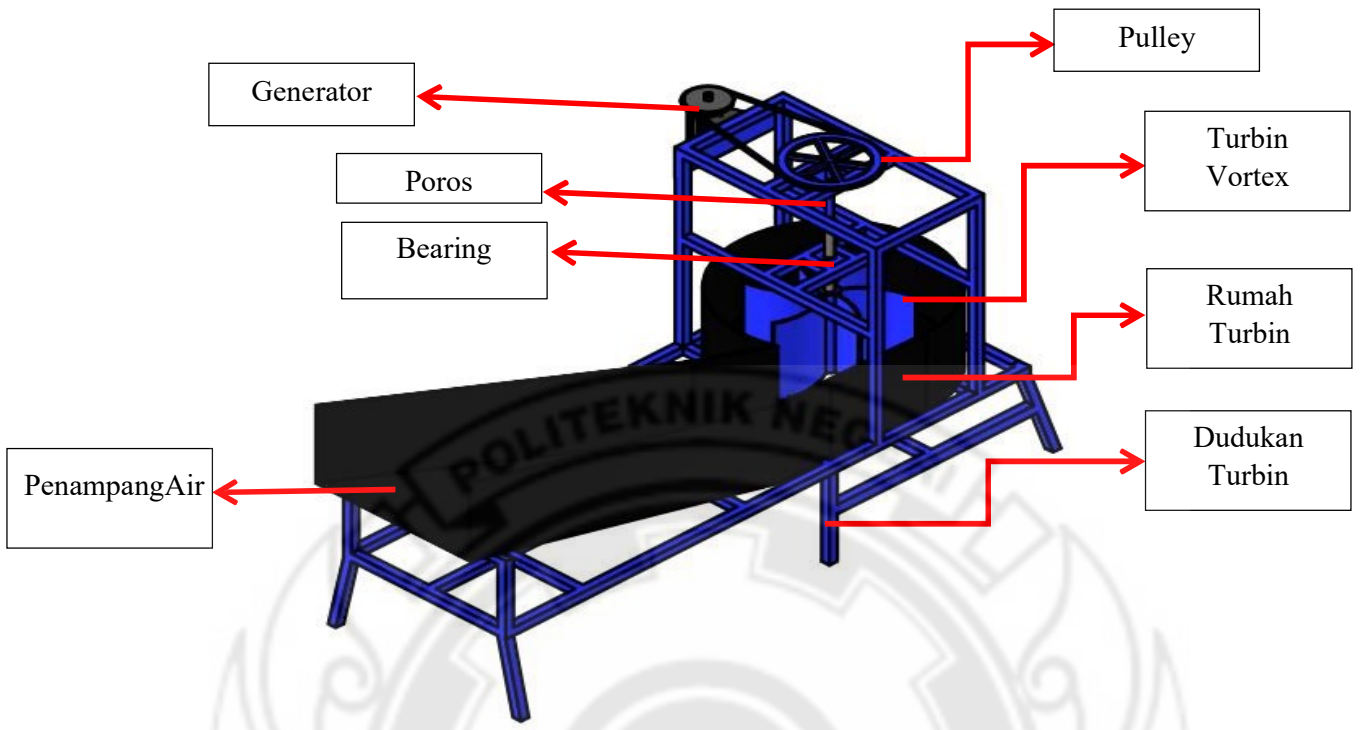
### 3.3 Prosedur Kerja

#### 3.3.1 Studi Literatur

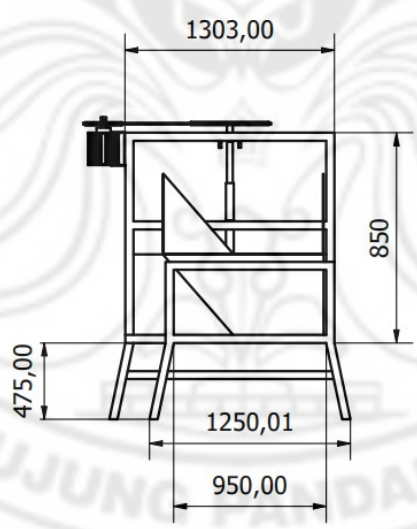
Pada tahap awal dilakukan peninjauan mengenai alat yang akan dikembangkan dan studi literatur untuk mengumpulkan sumber-sumber informasi yang mendukung dalam pengerjaan pengembangan rancangan bangun alat.

#### 3.3.2 Tahap Perancangan

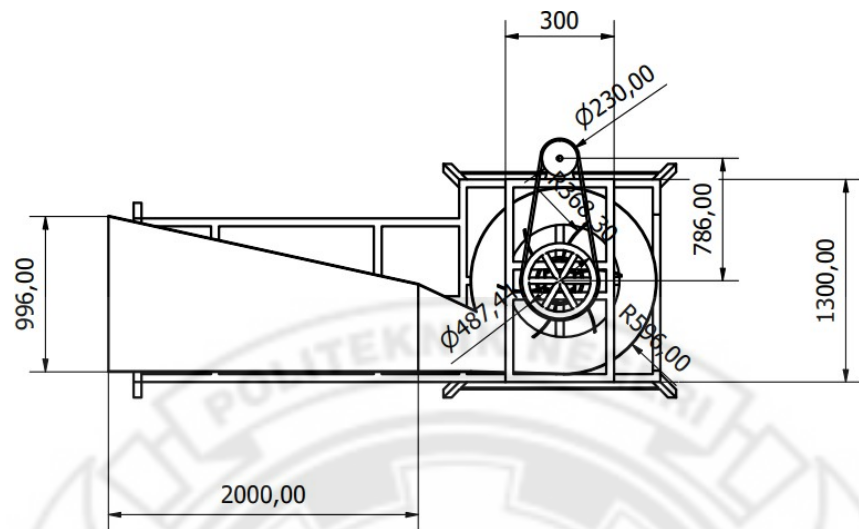
Alat yang akan dibuat adalah pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan turbin *vortex*. Prinsip kerjanya adalah Air Sungai dari tepi sungai disalurkan dan dibawa ke tangki sirkulasi. Tangki sirkulasi ini memiliki suatu lubang lingkaran pada dasarnya. Tekanan rendah pada lubang dasar tangki dan kecepatan air pada titik masuk tangki sirkulasi mempengaruhi kekuatan aliran *vortex*. Energi potensial seluruhnya diubah menjadi energi kinetik. Energi kinetik ini yang akan menggerakkan generator dan menghasilkan listrik yang selanjutnya air diekstraksi melalui turbin dengan sumbu vertikal. Air kemudian kembali kesungai melalui saluran keluar.



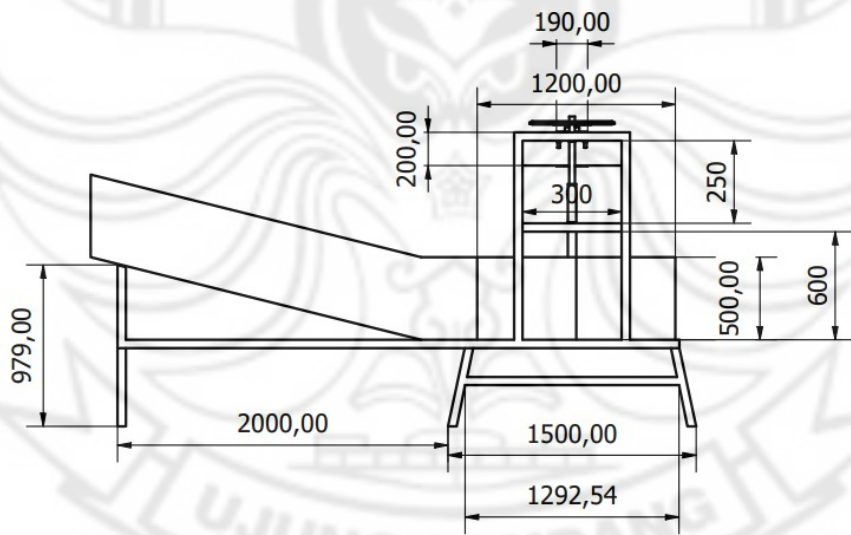
Gambar 3.1 Sketsa PLTMH dengan Turbin *Vortex*



Gambar 3.2 Tampak Depan



Gambar 3.3 Tampak Atas



Gambar 3.4 Tampak Samping

### 3.4 Tahap Pembuatan dan Perakitan Alat

Langkah-langkah yang dikerjakan pada masing-masing rangkaian rancang bangun hingga perakitannya adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan
2. Memotong plat menggunakan gurinda
3. Membuat sudu turbin air *vortex* dari plat tersebut
4. Bending ke-6 sudu *vortex* tersebut
5. Membuat dudukan rumah turbin
6. Membuat rumah turbin dari plat.
7. Membuat sistem mekanis transmisi putaran turbin air.
8. Memasang turbin air dengan rangkanya.
9. Memasang seluruh komponen
10. Selesai

### 3.5 Pengujian Alat

Setelah rancang bangun selesai, maka akan dilanjutkan dengan pengujian alat dan pengambilan data. Langkah-langkah yang akan dilakukan sebagai berikut :

1. Memastikan rangka-rangka yang terhubung satu sama lain dalam keadaan kuat (tidak longgar).
2. Memastikan turbin air *vortex* berputar dengan baik pada porosnya.

3. Melakukan proses pengujian.
4. Mengetahui nilai debit air.
5. Mengambil data kecepatan putaran turbin *vortex*.
6. Mengambil data torsi.
7. Mengambil data keluaran dan data-data penting lain dari unjuk kerja turbin air *vortex*.
8. Pengujian Selesai.

### 3.6 Prosedur Pengolahan Data

Adapun prosedur pengolahan data perhitungan pada rancang bangun PLTMH dengan turbin vortex yaitu menghitung daya turbin, efisiensi turbin, dan efisiensi sistem. Sebelum itu terlebih dahulu harus diketahui data awalnya, yaitu debit dan head dengan cara sebagai berikut.

1. Debit

**Diketahui :**

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$V = 3,14 \cdot 0,125 \text{ m} \cdot 0,125 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ m}$$

$$V = 0,0122 \text{ m}^3$$

$$t = 3,6 \text{ s (didapat dari rata-rata waktu pengambilan data sebanyak 5 kali)}$$

**Penyelesaian :**

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

$$Q = \frac{0,0122 \text{ m}^3}{3,6 \text{ s}}$$

$$Q = 0,0033 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Head

$$H = 1,4 \text{ m} - 0,49 \text{ m}$$

$$H = 0,91 \text{ m}$$

3. Torsi

$$T = f \cdot r$$

$$f = m \cdot g$$

4. Daya Turbin

$$P_t = \frac{2\pi NT}{60}$$

5. Daya hidrolik

$$P_h = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H_t$$

6. Daya generator

$$P_g = V_g \cdot I_g$$

7. Efisiensi turbin

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_h} \times 100\%$$

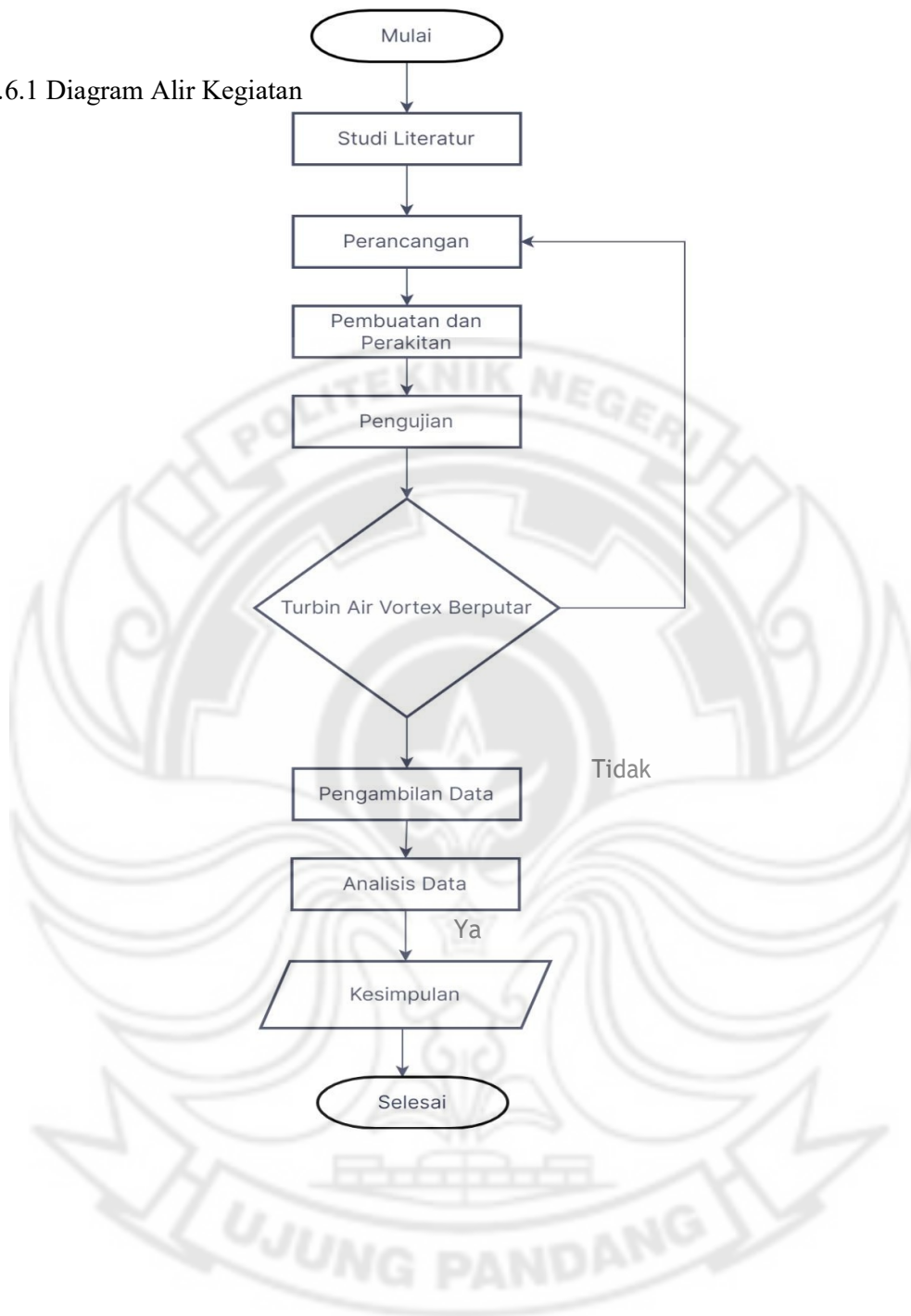
8. Efisiensi sistem

$$\eta_s = \frac{P_g}{P_h} \times 100\%$$

Keterangan :

- $P_t$  = Daya turbin (Watt)
- $P_h$  = Daya hidrolik (Watt)
- $P_g$  = Daya generator (Watt)
- $\eta_t$  = Efisiensi turbin (%)
- $\eta_s$  = Efisiensi sistem (%)
- $T$  = Torsi (Nm)
- $\rho$  = Densitas air ( $\text{kg/m}^3$ )
- $g$  = Percepatan gravitasi ( $\text{m}^2/\text{s}^2$ )
- $Q$  = Laju aliran air ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $H_t$  = *Head total* (m)
- $V_g$  = Tegangan generator (V)
- $I_g$  = Arus generator (A)

3.6.1 Diagram Alir Kegiatan



Gambar 3.5 Diagram Alir Kegiatan



## **BAB IV**

### **HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN**

#### **4.1 Hasil Rancang Bangun Turbin Vortex**

Hasil konstruksi turbin vortex pada PLTMH di kawasan wisata air terjun Manuba telah selesai didesain dan dirancang dengan diameter turbin 75 cm, tinggi turbin 40 cm, lebar penampang air 95 cm, panjang penampang air 200 cm, tinggi rumah turbin 50 cm dan diameter 120 cm. Dari hasil pengujian, didapatkan turbin vortex berputar dengan debit 0,34 m<sup>3</sup>/s dan head 0,91 m



Gambar 4.1 Kontruksi Turbin Vortex



Gambar 4.2 Pemasangan Alat di Lokasi Pengujian



Gambar 4.3 Turbin Vortex Berputar

## 4.2 Hasil Pengujian

Pengujian alat tanpa beban dilakukan dengan memberi variasi pembebanan pada poros dari 1 kg hingga 10 kg yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan pengujian dengan beban dapat dilihat pada Tabel 4.2

### 4.2.1 Pengujian Turbin Vortex Tanpa Beban

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Turbin Vortex Tanpa Beban

No.	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Pembebanan (kg)	Torsi (Nm)	Putaran Turbin (RPM)	Head (m)
1	0,0033	1	0,12446	71,1	0,91
2		2	0,24892	68,5	

3		3	0,37338	66,5	
4		4	0,49784	64,2	
5		5	0,6223	63,6	
6		6	0,74676	63,5	
7		7	0,87122	63,3	
8		8	0,99568	61	
9		9	1,12014	60,8	
10		10	1,2446	58,9	

#### 4.2.2 Pengujian Turbin Vortex dengan Beban

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Turbin Vortex dengan Beban

Debit ( $m^3/s$ )	Putaran Generator (RPM)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
0,0033	223,4	6,7	1,2
	193,2	6,7	1,1
	192,9	6,7	1,1
	189,9	6,5	1,1
	189,5	6,5	1
	188,9	6,5	1
	188,4	6,5	1
	188	6,5	1
	187,9	6,5	1
	186,5	6,5	1

### 4.3 Analisis Data

Pada Tabel 4.1 data 10

Diketahui :

Debit (Q) = 0,0033 m<sup>3</sup>/s

Head (H) = 0,91 m

Pembebanan, (m) = 10 kg

Putaran Turbin (nt) = 58,9 rpm

Torsi (T) = 1,2446 Nm

#### Mencari Daya Turbin

$$P_t = \frac{2\pi NT}{60}$$

$$P_t = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 58,9 \text{ rpm} \cdot 1,2446 \text{ Nm}}{60}$$

$$P_t = 7,6727 \text{ Watt}$$

#### Mencari Daya Hidrolik

$$P_h = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

$$P_h = 998 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,0033 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 0,91 \text{ m}$$

$$P_h = 29,37 \text{ Watt}$$

#### Mencari efisiensi turbin

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_h} \cdot 100\%$$

$$\eta_t = \frac{7,6727 \text{ W}}{29,37 \text{ W}} \cdot 100\%$$

$$\eta_t = 26,12 \%$$

**Pada Tabel 4.2 data 10**

**Diketahui :**

Debit (Q) = 0,0033 m<sup>3</sup>/s

Putaran Generator (ng) = 186,5 rpm

Tegangan (V) = 6,5 v

Arus (I) = 1 A

**Mencari daya generator**

$$P_g = V_g \cdot I_g$$

$$P_g = 6,5 \text{ V} \cdot 1 \text{ A}$$

$$P_g = 6,5 \text{ Watt}$$

**Mencari efisiensi sistem**

$$\eta_s = \frac{P_g}{P_h} \times 100\%$$

$$\eta_s = \frac{6,5 \text{ W}}{29,37 \text{ W}} \times 100\%$$

$$\eta_s = 22,13 \%$$

Tabel 4.3 Data Hasil Analisis Pengujian Turbin Vortex Tanpa Beban

No.	Pembebanan (kg)	Torsi (Nm)	Putaran Turbin (RPM)	Daya Turbin (Watt)	Daya Hidrolik (Watt)	Efisiensi Turbin (%)
1	1	0,12446	71,1	0,9262	29,37	3,153521829
2	2	0,24892	68,5	1,7846		6,076
3	3	0,37338	66,5	2,5988		8,848
4	4	0,49784	64,2	3,3452		11,389
5	5	0,6223	63,6	4,1425		14,104
6	6	0,74676	63,5	4,9632		16,898
7	7	0,87122	63,3	5,772		19,652
8	8	0,99568	61	6,357		21,644
9	9	1,12014	60,8	7,1282		24,270
10	10	1,2446	58,9	7,6727		26,124

Tabel 4.4 Data Hasil Analisis Pengujian Turbin Vortex Dengan Beban

No.	Putaran Generator (RPM)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya Generator (Watt)	Efisiensi Sistem (%)
1	223,4	6,7	1,2	8,04	27,374
2	193,2	6,7	1,1	7,37	25,093
3	192,9	6,7	1,1	7,37	25,093
4	189,9	6,5	1,1	7,15	24,344

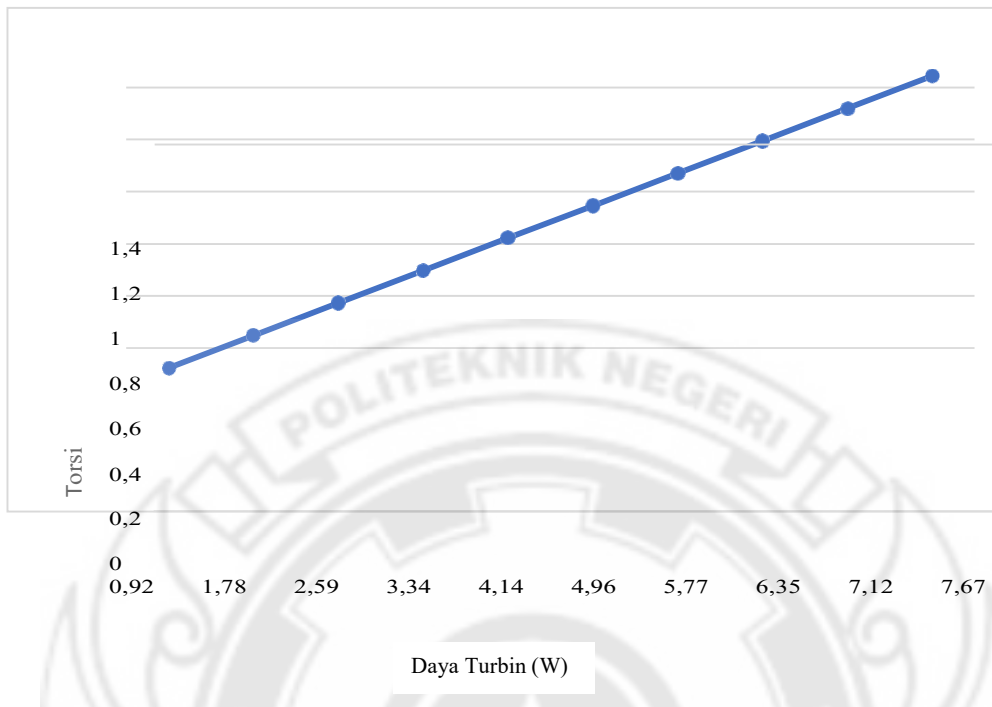
5	189,5	6,5	1	6,5	22,131
6	188,9	6,5	1	6,5	22,131
7	188,4	6,5	1	6,5	22,131
8	188	6,5	1	6,5	22,131
9	187,9	6,5	1	6,5	22,131
10	186,5	6,5	1	6,5	22,131

#### 4.4 Kinerja Turbin Vortex

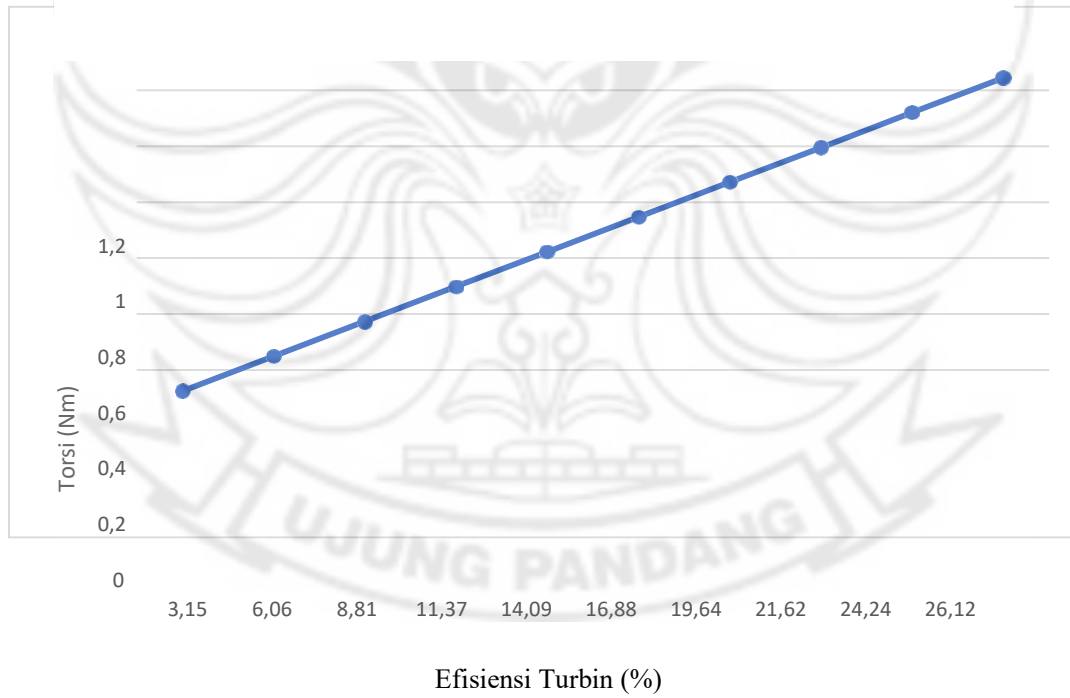
Kinerja turbin vortex pada PLTMH dapat dilihat pada gambar grafik 4.4 – 4.7.

Pada gambar 4.4 grafik hubungan antara torsi dan daya turbin terjadi peningkatan. Nilai minimum daya turbin 0,9262 Watt dengan torsi 0,12446 Nm dan nilai maksimum daya turbin 7,6727 Watt dengan torsi 1,2446 Nm. Kemudian, pada gambar 4.5, grafik hubungan antara torsi dan efisiensi turbin juga menunjukkan tren grafik meningkat dengan nilai minimum efisiensi turbin 3,15 % dengan torsi 0,12446 Nm dan nilai maksimum efisiensi turbin 26,12 % dengan torsi 1,2446 Nm. Hal ini disebabkan karena torsi juga mempengaruhi daya turbin, semakin besar torsi maka semakin besar daya yang dihasilkan turbin jadi semakin besar juga efisiensi turbin



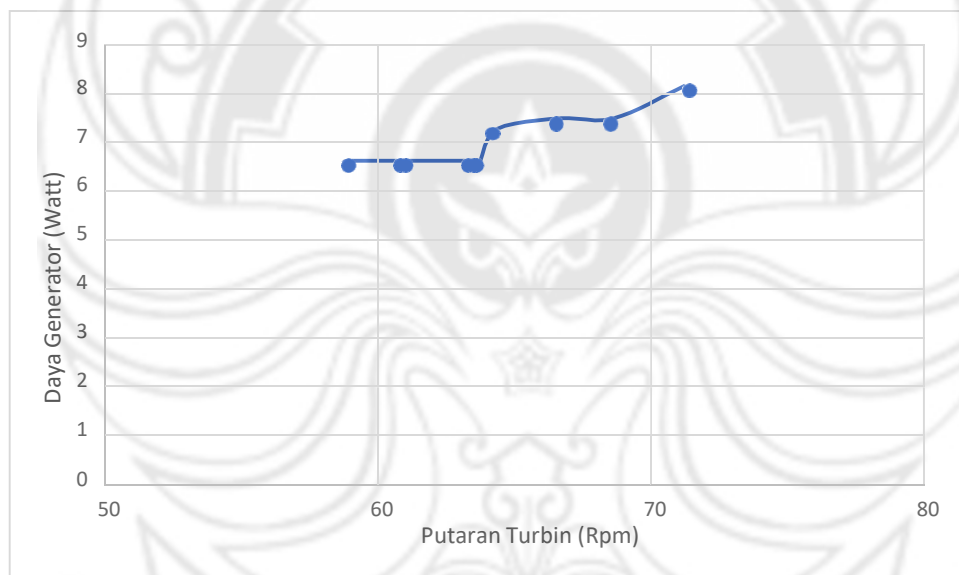


Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Daya Turbin (Watt) dan Torsi (Nm)

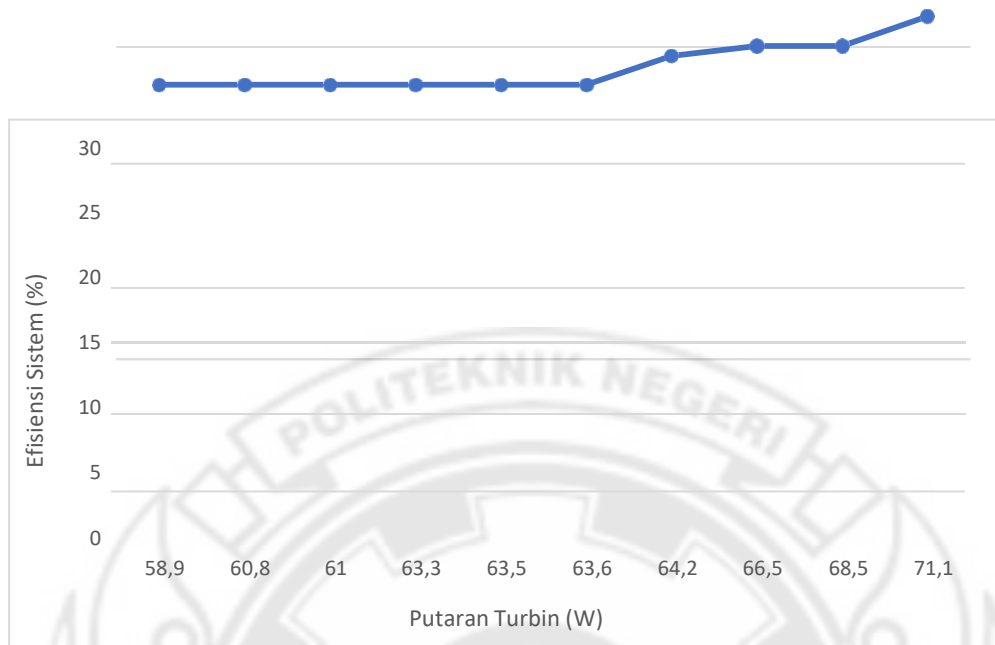


Gambar 4.5 Grafik Hubungan Antara Torsi (Nm) dan Efisiensi Turbin (%)

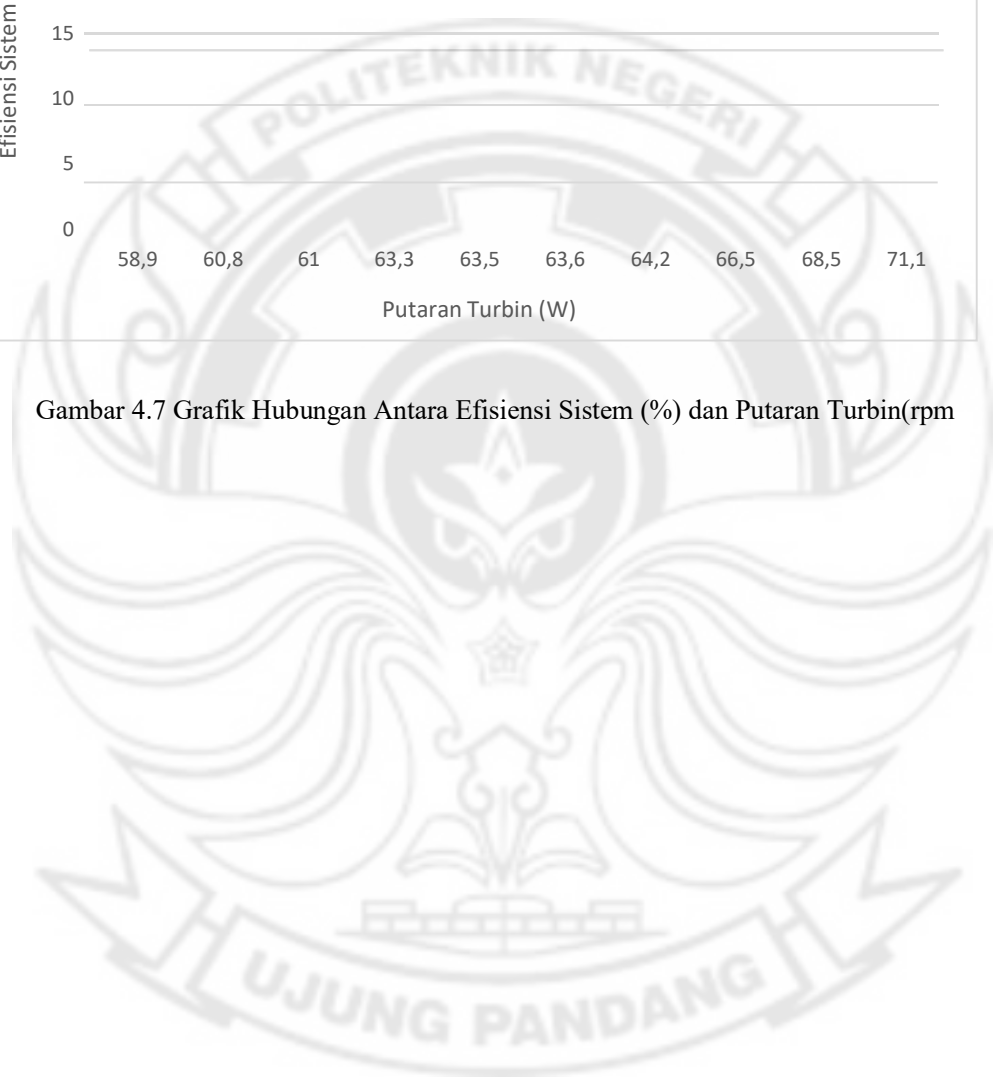
Pada gambar 4.6 grafik hubungan antara daya generator dan putaran turbin terjadi peningkatan. Nilai minimum daya generator adalah 6,5 Watt dengan putaran turbin 58,9 rpm dan nilai maksimum daya generator adalah 8,04 Watt dengan putaran turbin 71,1 rpm. Kemudian pada gambar 4.7 grafik hubungan antara efisiensi sistem dan putaran turbin juga menunjukkan tren grafik meningkat dengan nilai minimum efisiensi sistem adalah 2,13 % dengan putaran turbin 58,9 rpm dan nilai maksimum efisiensi system adalah 27,37% dengan putaran turbin 71,1 rpm.



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Daya Generator (Watt) dan Putaran Turbin (Rpm)



Gambar 4.7 Grafik Hubungan Antara Efisiensi Sistem (%) dan Putaran Turbin(rpm)





## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil perancangan dan pengujian alat maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dibuat turbin *vortex* sebagai turbin air dan turbin *vortex* dapat berputar dengan debit air 0,0033 m<sup>3</sup>/s dan head 0,91 m
2. Berdasarkan data hasil pengujian rancang bangun turbin *vortex* pada PLTMH yang telah dibuat, didapatkan nilai efisiensi turbin *vortex* mencapai 26,12% dengan daya turbin yang dihasilkan yaitu 7,6727 Watt, nilai torsi sebesar 1,2446 Nm dan putaran turbin 58,9 Rpm pada pembebanan 10 kg, daya hidrolik yang menjadi daya masukan mencapai angka 29,37 Watt dan efisiensi sistem yaitu 22,13%

#### **5.2 Saran**

Beberapa saran penting untuk penelitian ini atau yang ingin dikembangkan :

1. Perbaiki konstruksi pengaman generator
2. Penempatan alat yang perlu dipertimbangkan

## DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2007. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Yogyakarta
- Bath, Heri Kristian. 2014. Prestasi Rancang Bangun Turbin *Vortex* Dengan Casing Berpenampang Lingkaran Pada sudu Berdiameter 32 Cm Untuk 3 Variasi Jarak Sudu Dengan Saluran Keluar. Medan : Jurusan Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara.
- Dewi, R., Rubiyono, G., dan Qiram, I. 2021. Pengaruh Eksentrisitas dan Jarak Antar Lubang Saluran Keluar Basin terhadap Dimensi *Vortex*. Banyuwangi : Jurusan Teknik Universitas PGRI.
- Dietzel, F, 1990, Turbin pompa dan Kompresor, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hajj, Faisal. 2013. Analisa Prestasi Turbin *Vortex* Menggunakan Perangkat Lunak CFD pada Dua Variasi Sudu serta Variasi Debit Air Masuk. Medan : Jurusan Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara.
- Hanggara, Ikrar dan Harvi Irvani. 2017. Potensi Pltmh (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro). Malang: Jurusan Teknik Sipil Universitas Tribbuwana Tunggadewi Malang.
- Hunggul Y.S.H.Nugroho & M.Kudeng S,. (2015) “Pembangkit listrik tenaga mikro hidro”,Yogyakarta.
- Indra Bayu S.K,2014, “Analisa perancangan turbin vortex dengan casing berpenampang spiral dan lingkaran dengan 3 variasi dimensi sudu”,USU.
- Irawan, Dwi. Prototype Turbin Pelton sebagai Energi Alternatif Mikrohidro di Lampung. Metro : Universitas Muhammadiyah.Metro
- Ismono H.A. 1999. Perencanaan Turbin Air Tipe Cross Flow untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Institut Teknologi Nasional Malang. Skripsi
- Jasa, L. 2017. Mikro Hidro; Strategi Memanfaatkan Energi Murah dan Ramah Lingkungan. Yogyakarta : Teknosain.
- Kamiana, I.M. 2011. Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Kristian, Heri. 2014. Prestasi Rancang Bangun Turbin *Vortex* dengan Casing Berpenampang Lingkaran pada Sudu Berdiameter 32 Cm untuk 3 Variasi Jarak Sudu dengan Saluran Keluar. Medan : Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara.

- Kurniawati, Restia. 2017. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) Kerambil 2 X 1500 Kw di Sungai Batang Bayang. Padang : Jurusan Teknik Mesin Universitas Andalas.
- Mauludi, Ridho A. 2020. Perancangan Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan Debit  $1\text{m}^3/\text{detik}$  Di Waduk Widas. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Mulyono., Fauzan, A., dan Arifian, D. 2019. Perancangan Turbin *Vortex* Dengan Daya 50 Watt. Malang : Universitas Muhammadiyah Malang.
- Pardede, Petrus Jese Patarmatua. 2015. “Analisa Teoritis Turbin Vortex dengan Tabung basin Berbentuk Lingkaran dengan Variasi Diameter Saluran Buang, Ketinggian Air dan Diameter Runner”. Departemen Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara Medan.
- Posdam J Sihombing, Ray dan Gultom Syahril, 2014. Analisa Efisiensi *Vortex* Dengan *Casing* Bernampang Lingkaran Pada Sudu Berdiameter 56 Cm Untuk Variasi Jarak Sudu Dengan Saluran Keluar.
- Prasetyo, W. D., 2018, Rancang Bangun Turbin Vortex Skala Kecil Dan Pengujian Pengaruh Bentuk Penampang Sudu Terhadap Daya, Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Rianno. 2022. 2 Rumus Torsi (Momen Gaya) yang Mudah Dipahami. *Zenius.net* , (Online), (<https://www.zenius.net/blog/rumus-torsi-dengan-contoh-soal>), diakses 17 September 2022)
- Riadi, Muchlisin. (2016). Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Diakses pada 9/23/2022,darii.<https://www.kajianpustaka.com/2016/10/pe-mbangkit-listrik-tenaga-mikro-hidro.html>
- Riyanto, Irwan: 2016. Laporan Dokumen Informasi Kerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Tahun 2016Kota Tangerang .Badan Pengelolaan Lingkungan HidupKota Tangerang. 2016
- Saleem, A. S., Cheema, T. A., Ullah, R., Ahmad, S. M.,Chatta, J.A., Akbar, B., and Park, C. W., 2020, Parametric Study of Single-Stage Gravitational Water Vortex Turbine with Cylindrical Basin, *Energy* 200, p. 1-18.
- Sihaloho, Belly Boyking. 2014. Rancang Bangun Turbin *Vortex* dengan *Casing* Berpenampang Spiral Yang Menggunakan Sudu Diameter 32 Cm pada 3 Variasi Jarak Antara Sudu dan Saluran Keluar. Medan : Jurusan Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara.
- Sihombing, Edis Sudianto. 2009. Evaluasi Unjuk Kerja Turbin Air Pelton Terbuat Dari Kayu Dan Bambu Sebagai Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan untuk Pedesaan. Medan : Universitas Sumatera Utara.

- Suarda, M., Negara, D., Astawa, I., dan Tista, S. 2008. Kajian Teknis dan Ekonomis Pemanfaatan Aliran Sungai Oot di Desa Tamblang-Buleleng sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. Denpasar : Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- Sudrajad, W. F. B., Rahman`qto, R. H., and Handoyo, Y., 2019, Uji Eksperimen Efisiensi Turbin Reaksi Aliran Vortex Inlet Involut Dengan Variasi Diameter Impeller, Seminar Nasional Energi & Teknologi (Sinergi), p. 165-174.
- Sukamta, Sri dan Adhi Kusmantoro. 2013. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Semarang: Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
- Sumantri, Fajar dan Muhammad Fitri. 2017. Perancangan Alat Uji *Vortex* Bebas Dan *Vortex* Paksa. Batam: Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Batam.
- Susanto, Andi. 2013. Perancangan dan Pengujian Turbin Kaplan pada Ketinggian (H) 4 M Sudut Sudu Pengarah 30° dengan Variabel Perubahan Debit (Q) dan Sudut Sudu Jalan. Surakarta: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Suwoto, Gatot. 2018. Pembuatan Turbin *Vortex* dengan Sudu Pipa Belah Tiga dan Sudut Kemiringan Sudu 45°. Semarang: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang.
- Taufik, M. Irfan. 2011. Menilai Potensi Energi Dari Aliran Air Selokan Kampus Iv Universitas Pasundan Bandung . Bandung : Jurusan Teknik Universitas Pasundan Bandung.
- Vladimir J. Alzamora Guzmán. “Design and construction of an off-grid gravitational vortex hydropower plant: A case study in rural Peru”. 2019.
- Warnik,C.C, “HydroPower Engineering”, Prentice Hall, Inc, New York,1989.
- Whidi. 2021. Menentukan Daya Pompa (Daya Air, Daya Poros, dan Daya Motor). *Trakteer.com*,(Online),(<https://www.madewhidi.com/2021/04/menentukan-daya-pompa-daya-air-daya.html>), diakses 17 September 2022)
- Yulianto, Sulis., Magfurah, F., Qadri, M., dan Syariati, I. 2019. Disain Perencanaan Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tipe Cross Flow Kapasitas 5 kW. Jakarta : Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Yusuf Randabunga, (2013) “Pengaruh lebar sudu terhadap kinerja turbin vortex, UGM.



**L**

**A**

**M**

**P**

**I**

**R**

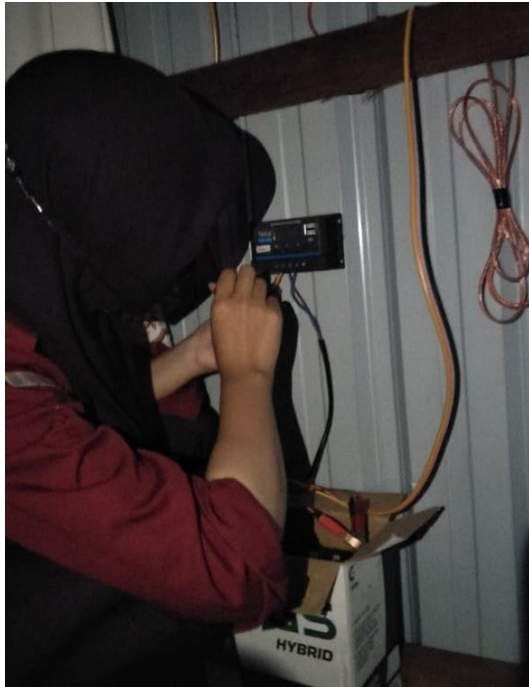
**A**

**N**



## Lampiran 1

### Dokumentasi Pemasangan Instalasi Dengan Beban Lampu 12 Watt



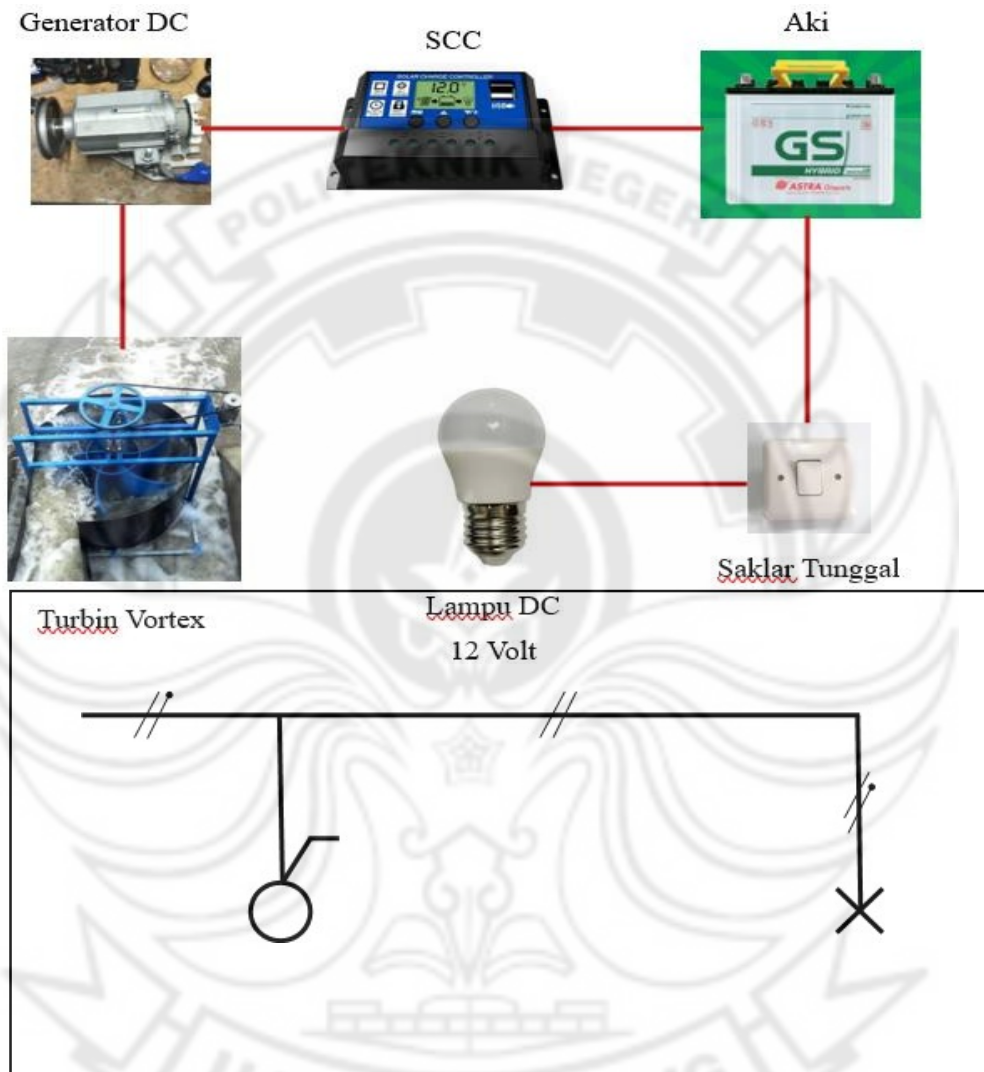
## Lampiran 2

### Dokumentasi Pengujian Dan Pengambilan Data



### Lampiran 3

### Single Line Diagram PLTMH



Single Line Diagram

## Lampiran 4

### Spesifikasi Generator



Stok	7
Kondisi	Pernah Dipakai
Masa Garansi	1 Bulan
Jenis Garansi	Tidak Ada Garansi
Dikirim Dari	KOTA BEKASI

generator permanent magnet 300 watt 100 volt di rpm 3500, ex ac servo motor, rotor permanent magnet, biar dapat putaran rendah sudah di convert/dirubah ke dc volt, 12 volt di rpm 500, sangat cocok untuk free energy pake turbin air/angin, putaran enteng, bentuk dan ukuran seperti di photo

### Spesifikasi Generator yang digunakan

## Lampiran 5

### Data Curah Hujan di Kabupaten Barru

Bulan	Jumlah Curah Hujan Menurut Bulan di Kabupaten Barru		
	2019	2020	2021
Januari	441,00	-	839,90
Februari	210,00	511,00	398,00
Maret	239,00	248,00	626,30
April	344,00	342,00	294,00
Mei	76,00	258,00	78,10
Juni	87,00	89,00	87,00
Juli	11,00	110,00	77,30
Agustus	4,00	28,00	104,20
September	0,00	38,00	82,50
Oktober	17,00	349,00	245,40
November	66,00	235,00	542,00
Desember	309,00	928,00	860,30

