

**RANCANG BANGUN ALAT SIMULASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
MIKRO HIDRO (PLTMH) MENGGUNAKAN TURBIN PELTON**



**LAPORAN 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**

**FIRMAYANSRI ARMIEN TEKA**

**342 19 030**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

**MAKASSAR**

**2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini dengan judul "Rancang Bangun Alat Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Menggunakan Turbin Pelton" oleh Firmayansri Armien Teka NIM 342 19 030 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, April 2024

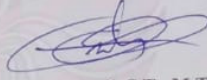
Pembimbing I,



**Muh. Yusuf Yunus, S.ST., M.T.**

NIP.19800820 200501 1 001

Pembimbing II,

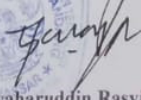


**Sukma Abadi, S.T., M.T.**

NIP.19751024 200312 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan,



**Dr. Syaharuddin Rasvid, M.T.**

NIP. 19680105 199403 1 001

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, 2024 tim penguji seminar hasil laporan tugas akhir telah menerima hasil Laporan Tugas Akhir oleh Mahasiswa Firmayansri Armien Teka NIM 342 19 030 dengan judul **“Rancang Bangun Alat Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Menggunakan Turbin Pelton”**

Makassar, April 2024

Tim Penguji Ujian Laporan Tugas Akhir:

1. Sonong, S.T., M.T.	Ketua	(.....)
2. Dr. Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T.	Sekretaris	(.....)
3. Sri Suwasti, S.ST., M.T.	Anggota I	(.....)
4. Muhammad Ruswandi Djalal, S.St, M.T.	Anggota II	(.....)
5. Muh. Yusuf Yunus, S.ST., M.T.	Pembimbing I	(.....)
6. Sukma Abadi, S.T., M.T.	Pembimbing II	(.....)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya Laporan Tugas Akhir yang berjudul “ **Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Menggunakan Turbin Tipe Pelton** “ dapat terselesaikan sebagaimana mestinya.

Selama penulisan Laporan Tugas Akhir ini, banyak hal yang penulis alami baik suka maupun duka. Maka pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak atas bimbingan, perhatian dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis, antara lain:

1. Kedua Orang Tua dan keluarga penulis yang telah memberikan dukungan dan do'anya.
2. Bapak Ir. Ilyas Mansur, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ibu Sri Suwasti, S.ST.,M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Konversi Energi.
5. Bapak Muh. Yusuf Yunus, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing I saya yang telah banyak membantu dan membimbing dalam mengerjakan tugas akhir ini.
6. Bapak Sukma Abadi, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu dan membimbing dalam mengerjakan tugas akhir ini.

7. Ibu Gusri Emiyati Ali, S.Pd., M.Pd. selaku Wali Kelas 3B D-3 Teknik Konversi Energi.
8. 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 kami, serta para staf dan teknisi Program Studi Teknik Konversi Energi.
9. Seluruh teman–teman seperjuangan D-3 Teknik Konversi Energi untuk kerjasama yang telah dilakukan dalam melewati proses pembelajaran selama tiga tahun di Politeknik Negeri Ujung Pandang.
10. 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 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

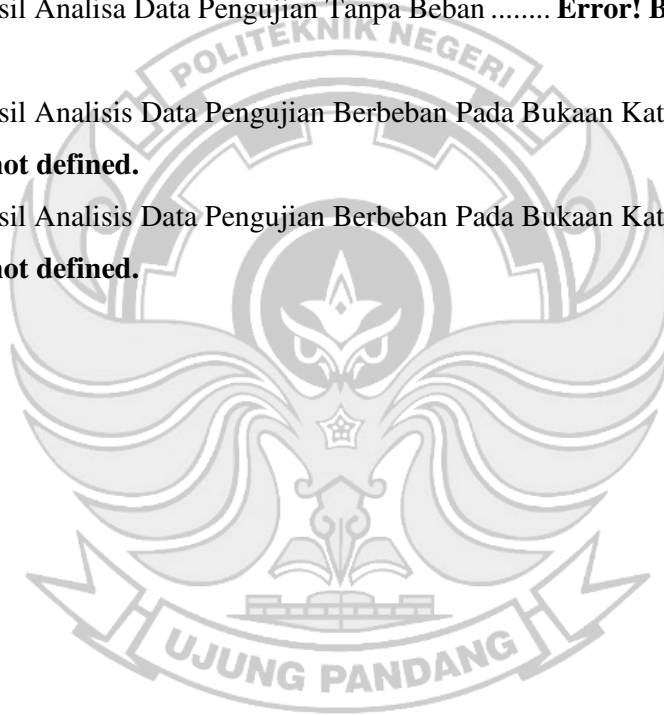
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENERIMAAN .....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR SIMBOL.....	x
SURAT PERNYATAAN.....	xi
RINGKASAN .....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan.....	3
1.4 Tujuan Kegiatan .....	3
1.5 Manfaat Kegiatan .....	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).....	4
2.2 Prinsip Kerja PLTMH .....	4
2.3 Turbin Air .....	5
2.4 Turbin Pelton .....	6
2.5 Generator .....	7
2.6 Pompa Air.....	8
2.7 Nozel .....	9
2.8 Pulley .....	9
2.9 Sabuk ( <i>Belt</i> ).....	9
2.10 Bearing .....	10
2.11 Perhitungan Kinerja Turbin.....	10
BAB III .....	12

METODE KEGIATAN .....	12
BAB IV .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HASIL DAN KEGIATAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1 Hasil Pengujian Turbin Pelton.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2 Pembahasan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3 Analisis Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4 Tabel Hasil Analisa Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PENUTUP.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1 Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2 Saran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LAMPIRAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## DAFTAR TABEL

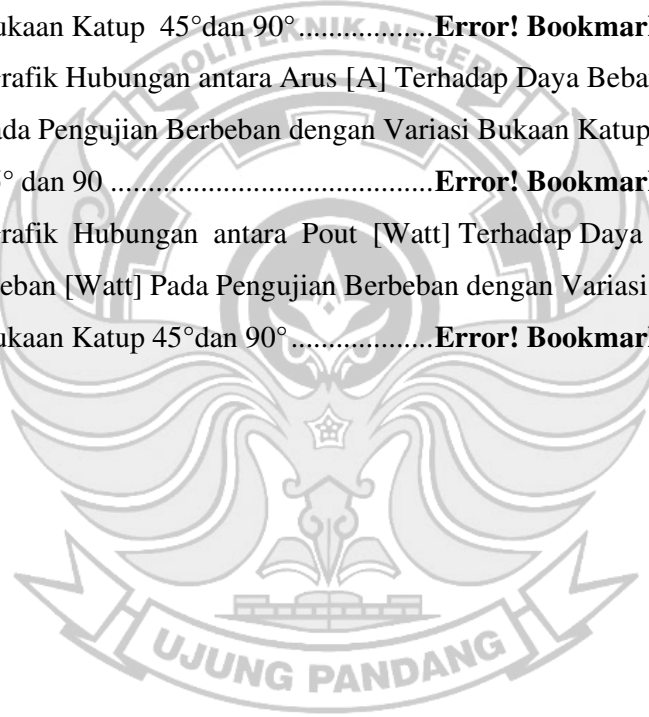
Tabel 3.1 Daftar Komponen Perancangan .....	16
Tabel 3.2 Spesifikasi Generator DC 24 Volt .....	17
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Tanpa Beban .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Berbeban Pada Bukaannya Katup 45° .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Berbeban Pada Bukaannya Katup 90° .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.4 Hasil Analisa Data Pengujian Tanpa Beban .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.5 Hasil Analisis Data Pengujian Berbeban Pada Bukaannya Katup 45° .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.6 Hasil Analisis Data Pengujian Berbeban Pada Bukaannya Katup 90° .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Pelton.....	6
Gambar 2.2 Prinsip Kerja Generator.....	8
Gambar 3.1 Sketsa PLTMH Sistem Sirkulasi Air .....	14
Gambar 3.2 Gambar Simulasi PLTMH dengan Sisitem sirkulasi Air .....	15
Gambar 3.3 Spesifikasi Pompa .....	17
Gambar 3.4 Diagram Alir Proses Kegiatan.....	19
Gambar 4.1 Grafik Hubungan antara Tegangan [V] Terhadap Daya Beban [Watt] Pada Pengujian Berbeban dengan Variasi Bukaan Katup 45° dan 90° .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.2 Grafik Hubungan antara Arus [A] Terhadap Daya Beban [Watt] Pada Pengujian Berbeban dengan Variasi Bukaan Katup 45° dan 90 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.3 Grafik Hubungan antara Pout [Watt] Terhadap Daya Beban [Watt] Pada Pengujian Berbeban dengan Variasi Bukaan Katup 45° dan 90° .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
Q	Laju aliran air (debit)	Meter kubik per sekon ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
g	Gaya gravitasi bumi	Meter per sekon persegi ( $\text{m}/\text{s}^2$ )
H	Ketinggian	Meter (m)
V	Kecepatan fluida	Meter per sekon (m/s)
$P_{\text{in}}$	Daya input	Watt
$P_{\text{out}}$	Daya output	Watt
$V_g$	Tegangan generator	Volt
$I_g$	Arus generator	Ampere
$\eta$	Efisiensi	%
A	Luas ujung nozzle	$\text{m}^2$
d	Diameter	M
$\rho$	Massa jenis air	$\text{Kg}/\text{m}^3$
H	Head	M
$P_t$	Daya turbin	Watt
$P_g$	Daya generator	Watt
$\eta_t$	Efisiensi turbin	%
$\eta_g$	Efisiensi generator	%
$\eta_s$	Efisiensi sistem	%

## **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Firmayansri Armien Teka

NIM : 34219030

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Rancang Bangun Alat Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Menggunakan Turbin Pelton” 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 2023

Firmayansri Armien Teka

NIM: 342 19 030

# **RANCANG BANGUN ALAT SIMULASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) MENGGUNAKAN TURBIN PELTON**

## **RINGKASAN**

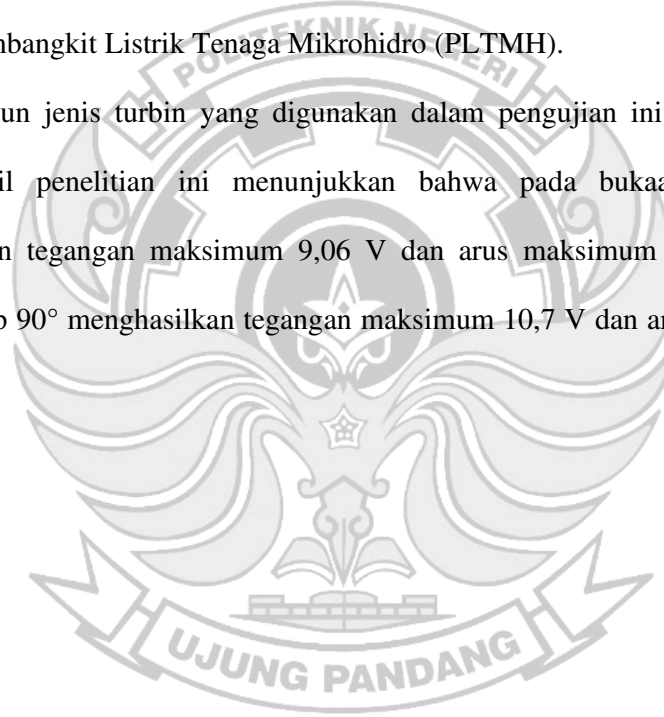
Perkembangan zaman yang terus menerus meningkat menjadi salah satu pemicu peningkatan kebutuhan energi. Hal ini menggambarkan bahwa energi memegang peran penting dalam perkembangan sebuah wilayah atau negara. Sebagian besar Negara di dunia khususnya Indonesia, yang suplai energi listriknya masih mengandalkan pembangkit dengan menggunakan bahan bakar fosil yakni minyak bumi, gas alam, dan batu bara. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa persediaan sumber energi seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara sangat terbatas dan apabila digunakan secara terus-menerus maka suatu saat sumber energi tersebut akan habis. Hal tersebut menyebabkan pentingnya pengadaan alternatif untuk mendukung kelancaran suplai energi listrik. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah air. Air merupakan sumber energi terbarukan yang memiliki potensi yang sangat besar. Potensi air yang sangat besar ini dapat dikembangkan untuk menghasilkan energi listrik yaitu dengan membuat pembangkit listrik dengan sumber energi berupa air.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat alat simulasi pembangkit listrik tenaga *mikro hidro* menggunakan turbin pelton dengan sistem sirkulasi air serta menganalisis unjuk kerja efisiensi pembangkit listrik tenaga *mikro hidro* dengan sistem sirkulasi air.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni perancangan alat simulasi yang dimulai dari tahap peninjauan pustaka, persiapan alat dan bahan,

perancangan alat dan diakhiri dengan proses analisis data yang diperoleh dari simulasi yang dilakukan. Pada kegiatan ini dibuat alat simulasi pembangkit listrik tenaga air kecil sebagai cara untuk mengembangkan pemanfaatan energi air. Jenis turbin air yang digunakan pada pengujian ini adalah turbin pelton. Pada kegiatan ini, dibuat sebuah alat simulasi PLTMH dengan mengukur arus dan tegangan yang dihasilkan sehingga dapat menyalakan daya beban (lampu) pada alat simulasi PLTMH ini dan mengetahui prinsip kerja dan sistem konversi pada alat simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).

Adapun jenis turbin yang digunakan dalam pengujian ini adalah turbin pelton. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada bukaan katup  $45^\circ$  menghasilkan tegangan maksimum 9,06 V dan arus maksimum 0,84 A. Pada bukaan katup  $90^\circ$  menghasilkan tegangan maksimum 10,7 V dan arus maksimum 1,1 A.



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan zaman yang terus meningkat, mengakibatkan kebutuhan akan energi semakin meningkat. Hal ini menggambarkan bahwa energi merupakan suatu unsur yang sangat penting untuk perkembangan suatu Negara atau daerah. Sebagian besar Negara di dunia khususnya Indonesia, suplai energi listrik masih mengandalkan pembangkit yang menggunakan bahan bakar fosil yakni minyak bumi, gas alam, dan batu bara. Dimana bahan bakar fosil ini sangat terbatas jumlahnya di alam bahkan akan habis jika digunakan secara terus menerus. sementara kebutuhan akan energi listrik terus bertambah seiring dengan perkembangan zaman dan pertumbuhan penduduk yang terus meningkat.

Salah satu bentuk energi alternatif adalah energi air. PLTMH merupakan suatu pembangkit listrik skala kecil yang memanfaatkan aliran air sebagai tenaga dikarenakan energi air mempunyai energi potensial yang dapat dimanfaatkan untuk memutar turbin yang terhubung dengan generator yang kemudian akan menghasilkan daya listrik.

Pembangkit listrik *mikro hidro* merupakan suatu pembangkit listrik skala kecil yang memanfaatkan aliran air sebagai tenaga (resources) untuk menggerakkan turbin. Di Indonesia banyak aliran sungai yang memadai untuk dijadikan sebagai pembangkit *mikro hidro* pada skala tersebut terutama pada daerah pedesaan. Salah satu potensi tenaga air yang dapat dimanfaatkan untuk PLTMH adalah dengan cara sistem sirkulasi air pada sistem pembangkit listrik mikrohidro, misalnya sumber daya alam yang kita butuhkan dalam

membangkitkan listrik ini (air) tidak perlu harus dari sungai yang mengalir atau air terjun, kita bisa menggunakan air pada satu wadah yang dapat membangkitkan listrik dengan cara sirkulasi air.

Berdasarkan Ceri Steward Poeta dkk (2013), Syamsul Kamal dan Prajitno (2013), Bono dan Indarto (2008) bahwa permasalahan ketergantungan dengan energi fosil dikurangi dengan melakukan suatu upaya mencari alternatif energi lain yakni energi air. Salah satunya adalah pembangkit listrik tenaga air menggunakan turbin pelton. Turbin pelton merupakan salah satu jenis turbin air yang prinsip kerjanya memanfaatkan energi potensial air sebagai energi listrik tenaga air. Prinsip kerja turbin pelton adalah memanfaatkan daya fluida dari air untuk menghasilkan daya poros. Putaran poros turbin ini akan diubah oleh generator menjadi tenaga listrik. Kegiatan ini didasari dengan kegiatan sebelumnya tetapi dalam kegiatan ini dilakukan pengambilan data dengan memvariasikan bukaan katup aliran  $45^\circ$  dan  $90^\circ$  dan menambah daya beban dengan menggunakan 3 lampu yang masing-masing lampu memiliki daya 5 Watt.

Sebagai latar belakang penulis membuat **“RANCANG BANGUN ALAT SIMULASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) MENGGUNAKAN TURBIN PELTON”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian yang terdapat dalam latar belakang di atas, maka masalah yang akan di bahas dalam penelitian ini dapat di identifikasikan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang suatu pembangkit listrik tenaga air sederhana menggunakan sistem sirkulasi air dengan menggunakan turbin tipe pelton?

2. Bagaimana unjuk kerja efisiensi pembangkit listrik tenaga mikro hidro menggunakan turbin pelton dengan sistem sirkulasi air?

### **1.3 Ruang Lingkup Kegiatan**

Untuk memperjelas masalah yang akan dibahas dan agar tidak terjadi permasalahan yang meluas dan menyimpang, maka penulis membuat suatu batasan masalah. Adapun ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Turbin pelton yang dibuat adalah skala laboratorium.
2. Head air menggunakan pompa.

### **1.4 Tujuan Kegiatan**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan diatas, maka tujuan yang ingin dicapai yaitu sebagai berikut :

1. Dapat merancang dan membuat alat simulasi pembangkit listrik tenaga *mikro hidro* menggunakan turbin pelton dengan sistem sirkulasi air.
2. Dapat menganalisis unjuk kerja efisiensi pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan sistem sirkulasi air.

### **1.5 Manfaat Kegiatan**

Manfaat dari tugas akhir ini adalah agar pembaca dapat mengetahui kelebihan dan kekurangan dari pembangkit listrik tenaga mikrohidro, mengerti mengenai pentingnya manfaat dari pembangkit listrik mikrohidro dan memahami pentingnya pembangkit listrik tenaga mikrohidro.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)**

PLTMH adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerakannya seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air. Tenaga air berasal dari aliran air yang dibendung dengan ketinggian tertentu dan memiliki debit sehingga dapat memutar turbin yang dihubungkan dengan generator listrik (Ma'ali, 2017).

Mikrohidro atau biasa disebut dengan Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro* (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerakannya seperti saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air. Mikrohidro merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata *mikro* yang berarti kecil dan *hidro* yang berarti air. Secara teknis, mikrohidro memiliki beberapa komponen yaitu air (sebagai sumber energi), kincir dan generator. Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (*head*).

#### **2.2 Prinsip Kerja PLTMH**

PLTMH 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 akan menggerakkan generator dan menghasilkan listrik.

PLTMH secara teknis terdiri dari tiga komponen utama yaitu :

1. Air sebagai sumber energi.
2. Turbin (pengubah energi potensial menjadi energi gerak / mekanis).
3. Generator (pengubah energi mekanis menjadi energi listrik).

Komponen pendukung yang diperlukan pada system ini adalah pulley, bantalan dan kopling. Listrik yang dihasilkan oleh generator dapat langsung ditransmisikan lewat kabel pada tiang-tiang listrik menuju rumah konsumen.

Untuk pembangkit yang akan saya terapkan ini sedikit berbeda karena Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro ini tidak membutuhkan aliran air sungai, disini pembangkit menggunakan sistem sirkulasi air, jadi pada pembangkit ini tidak membutuhkan air yang begitu banyak untuk menggerakkan turbin seperti pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro pada umumnya yang membutuhkan aliran sungai.

Pada Pembangkit ini hanya membutuhkan beberapa air yang ditampung pada bak penampung bawah, jadi pergerakan air akan dibantu dengan mesin pemompa air agar air yang berada dibawah bak penampung dapat disalurkan melalui pipa yang diujungnya telah dipasang nozzle yang berfungsi untuk mengarahkan pancaran air ke sudu-sudu turbin. Selanjutnya untuk buangan air dari turbin tersebut akan kembali ke penampungan air, jadi sistem inilah yang disebut dengan sistem sirkulasi air.

### **2.3 Turbin Air**

Turbin air adalah turbin yang menggunakan air sebagai fluida kerjanya. Air mengalir dari tempat yang lebih tinggi menuju tempat yang lebih rendah. Dalam

proses aliran didalam pipa, energi potensial berangsur-angsur berubah menjadi energi kinetik. Pada turbin, energi kinetik air diubah menjadi energi mekanis dimana air akan memutar roda turbin yang ditransmisikan pada generator untuk menghasilkan energi listrik.

### 2.3.1 Prinsip Kerja Turbin Air

Turbin air mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Energi mekanis diubah dengan generator listrik menjadi tenaga listrik. Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Aliran air yang mempunyai energi potensial akan disemprotkan ke sudu-sudu turbin oleh *nozzle*. Putaran dari sudu-sudu tersebut akan mengakibatkan poros turbin ikut bergerak dan kemudian putaran poros turbin akan diteruskan ke generator listrik untuk diubah menjadi energi listrik.

### 2.4 Turbin Pelton



Gambar 2.1 Turbin Pelton

(Sumber: Sunyoto, 2013)

Turbin pelton merupakan pengembangan dari turbin impuls yang ditemukan oleh S.N. Knight pada tahun 1872 dan N.J. Colena pada tahun 1873 dengan memasang mangkok-mangkok pada roda turbin. Setelah itu turbin impuls dikembangkan oleh orang amerika Lester G. Pelton pada tahun 1880 yang

melakukan perbaikan dengan penerapan mangkok ganda simetris, punggung membelah membagi jet menjadi dua paruh yang sama yang dibalikkan menyamping. Pada turbin pelton putaran terjadi akibat pembelokan pada mangkok ganda runner oleh sebab itu turbin pelton disebut juga sebagai turbin pancaran bebas.

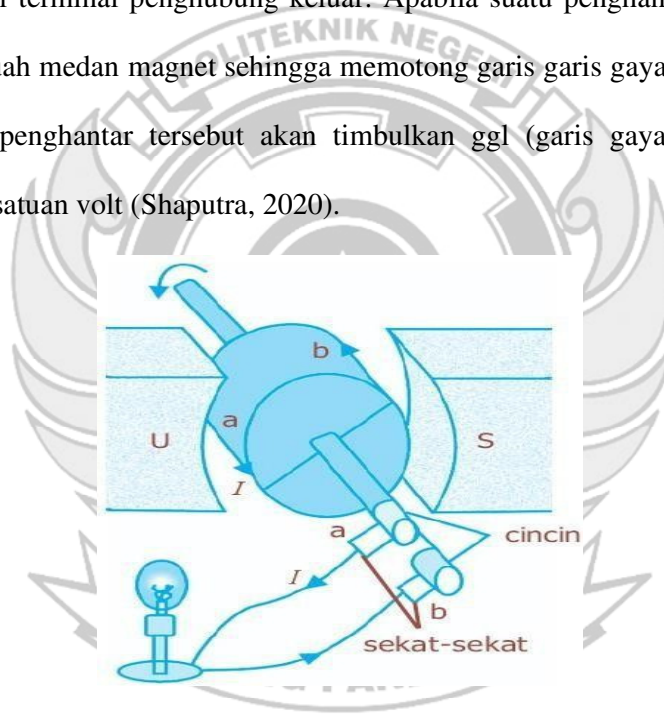
Bentuk sudu turbin terdiri dari dua bagian yang simetris. Sudu dibentuk sedemikian sehingga pancaran air akan mengenai tengah – tengah sudu dan pancara air tersebut akan berbelok ke kedua arah sehingga bisa membalikkan pancaran air dengan baik dan membebaskan sudu dari gaya – gaya samping. Turbin Pelton untuk pembangkit skala besar membutuhkan head lebih kurang 150 meter tetapi untuk skala mikro, head 20 meter sudah mencukupi. Turbin Pelton memiliki komponen utama yaitu sudu turbin, nozel dan rumah turbin. Berikut penjelasan mengenai komponen tersebut (Prapti dkk, 2015).

## **2.5 Generator**

Generator merupakan peralatan utama penghasil listrik dan dapat mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Generator berfungsi mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik. Generator yang bekerja secara terus menerus tentunya akan mengalami penurunan efektifitas bahkan dapat mengalami kerusakan-kerusakan yang salah satunya disebabkan oleh faktor electrical yang terletak pada lilitan atau winding. Hal ini disebabkan karena generator mengalami kelebihan beban atau overload.

### 2.5.1 Prinsip Kerja Generator

Prinsip kerja generator pada dasarnya bekerja berdasarkan hukum Faraday, apabila rotor diputar maka belitan kawatnya akan memotong gaya-gaya magnet pada kutub magnet, sehingga terjadi perbedaan tegangan, dengan dasar inilah timbullah arus listrik, arus melalui kabel/kawat yang kedua ujungnya dihubungkan dengan cincin geser. Pada cincin-cincin tersebut menggeser sikat-sikat, sebagai terminal penghubung keluar. Apabila suatu penghantar diputar dalam sebuah medan magnet sehingga memotong garis-garis gaya magnet maka pada ujung penghantar tersebut akan timbulkan ggl (gaya-gaya listrik) yang mempunyai satuan volt (Shaputra, 2020).



Gambar 2.2 Prinsip Kerja Generator

Sumber: (Shaputra, 2020).

### 2.6 Pompa Air

Pompa adalah alat untuk memindahkan fluida dari tempat satu ke tempat lainnya yang bekerja atas dasar mengkonversikan energi kinetik. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*). Dengan kata lain, pompa berfungsi

mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada pada sepanjang pengaliran (Rua, 2015).

## **2.7 Nozel**

Nozel adalah alat atau perangkat yang dirancang untuk mengontrol arah atau karakteristik dari aliran fluida (terutama untuk meningkatkan kecepatan) saat keluar (atau memasuki) sebuah ruang tertutup atau pipa. Sebuah nozel sering berbentuk pipa atau tabung dari berbagai variasi luas penampang, dan dapat digunakan untuk mengarahkan aliran fluida (cairan atau gas). Nozel sering digunakan untuk mengontrol laju aliran, kecepatan, arah, massa, bentuk, dan / atau tekanan dari aliran yang muncul.

## **2.8 Pulley**

*Pulley* adalah suatu elemen mesin yang berfungsi sebagai komponen atau penghubung antara poros turbin dan generator yang akan mentransmisikan gerak putaran dengan menggunakan sabuk atau *belt*.

## **2.9 Sabuk (Belt)**

Sabuk berbahan fleksibel yang melingkar dan digunakan untuk menghubungkan secara mekanis dua poros yang berputar. Sabuk juga sebagai sumber penggerak atau penyalur daya yang efisien atau untuk memantau pergerakan relative. Sabuk dilingkarkan pada dua *pulley* sehingga sabuk sapat mengendalikan pulley secara normal pada satu arah menyilang. Sabuk digunakan sebagai sumber penggerak. Contohnya pada conveyor dimana sabuk secara mengulang membawa beban dari satu titik ke titik lain (Rua, 2014).

## 2.10 Bearing

Bearing dalam Bahasa Indonesia berarti bantalan. Dalam ilmu mekanika bearing adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada yang diinginkan. Bearing menjaga poros (shaft) agar selalu berputar terhadap sumbu porosnya, atau juga menjaga suatu komponen yang bergerak linier agar selalu berada pada jalurnya.

Menurut Sularso (2004:103), bearing yaitu bagian mesin yang bisa menahan poros berbeban, agar gesekannya bolak-balik bisa berlangsung secara halus, aman dan panjang umurnya. Bearing dalam suatu mesin mempunyai peran yang sangat penting agar putaran didalam mesin lancar dan juga dapat mengurangi gesekan.

## 2.11 Perhitungan Kinerja Turbin

### 1. Kecepatan Aliran (v)

Untuk menghitung kecepatan aliran, digunakan persamaan 2-2:

$$v = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots(2-1)$$

Dengan:

v = kecepatan aliran (m/s)

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

A = luasan ujung nozzle (m)

### 2. Daya Generator (P<sub>g</sub>)

Daya generator; P<sub>g</sub> (Watt) dapat dihitung dengan persamaan 2-2:

$$P_g = V \cdot I \dots\dots\dots(2-2)$$

Dengan:

V = tegangan listrik (Watt)

I = arus listrik (A)

3. Perhitungan Kecepatan Pancar Air;  $C_1$

$$C_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \dots\dots\dots(2-3)$$

Dengan:

g = gaya gravitasi bumi, 9,81 (m/s<sup>2</sup>)

H = head (m)





## **BAB III METODE KEGIATAN**

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

Lokasi pembuatan rancang bangun alat simulasi PLTMH menggunakan turbin pelton ini dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang selama 6 bulan. Pelaksanaan kegiatan diawali dengan perancangan simulasi pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan sistem sirkulasi air. Perancangan skema alur penyambungan dari bak penampung ke pompa air dan diteruskan ke turbin air yang digunakan, serta evaluasi dan penyempurnaan alat, selanjutnya dilakukan pengambilan data. Dimulai bulan Maret 2022 sampai dengan bulan Agustus 2022, pengambilan data dilaksanakan di Lab Konversi Energi.

### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang diperlukan:

#### **3.2.1 Alat**

- Gerinda
- Bor listrik
- Obeng set
- Mistar/penggaris
- Pisau cutter
- Tang ampere
- Multimeter
- Tachometer
- Flowmeter
- Turbin Pelton
- Generator DC 24 V

#### **3.2.2 Bahan**

- Sabuk mesin (v-belt)
- Bak penampungan air (80 liter)

- Kabel
- Stop kontak
- Saklar
- Puli
- nozzle
- Beban uji (3 lampu daya 5 Watt)

### **3.3 Prosedur Kerja**

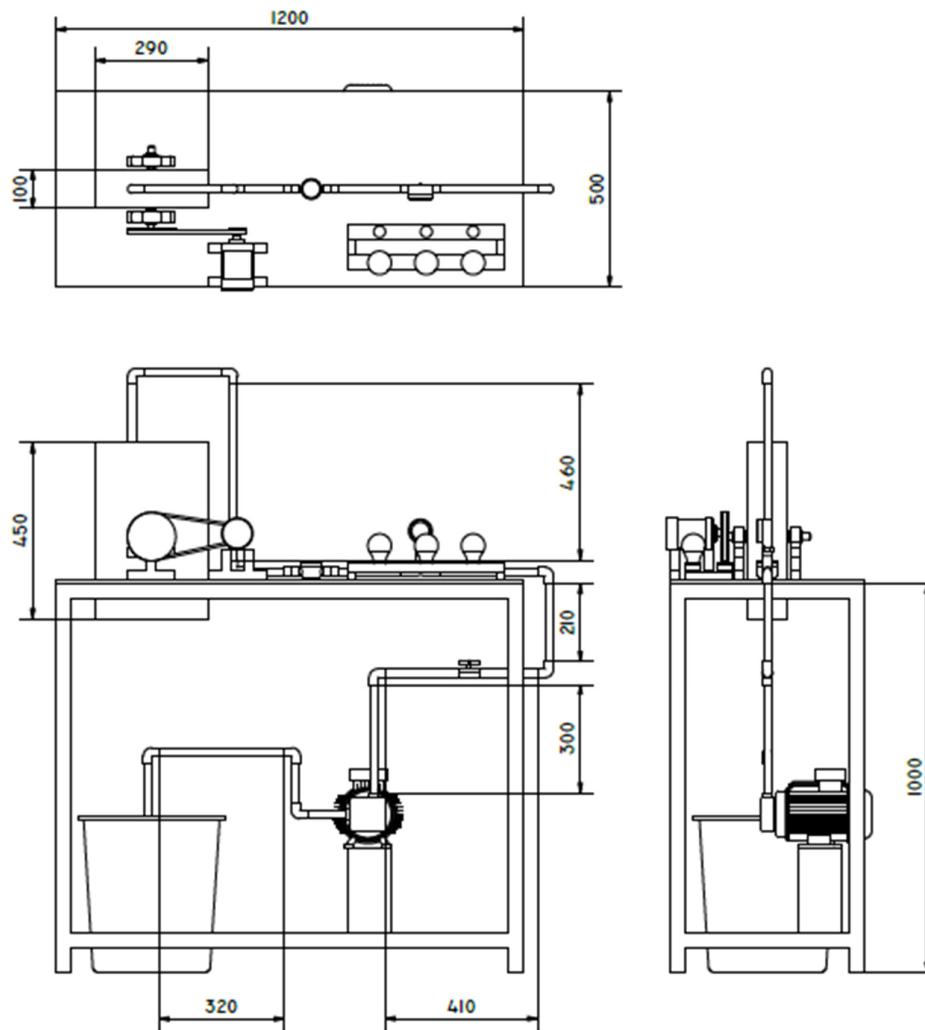
#### **3.3.1 Studi Literatur**

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

#### **3.3.2 Tahap Perancangan**

Pada perancangan pembangkit listrik ini ada beberapa peralatan yang digunakan diantaranya;

1. Bak penampungan, yang akan digunakan untuk menampung air.
2. Pompa air, sebagai alat bantu untuk mengalirkan air dari bak penampungan ke turbin.
3. Turbin pelton digunakan sebagai pengubah energi kinetik menjadi energi listrik.
4. Nozzle berfungsi untuk mengarahkan pancaran air ke sudu-sudu turbin.
5. Puli berfungsi sebagai penghubung poros turbin dan generator yang berputar.



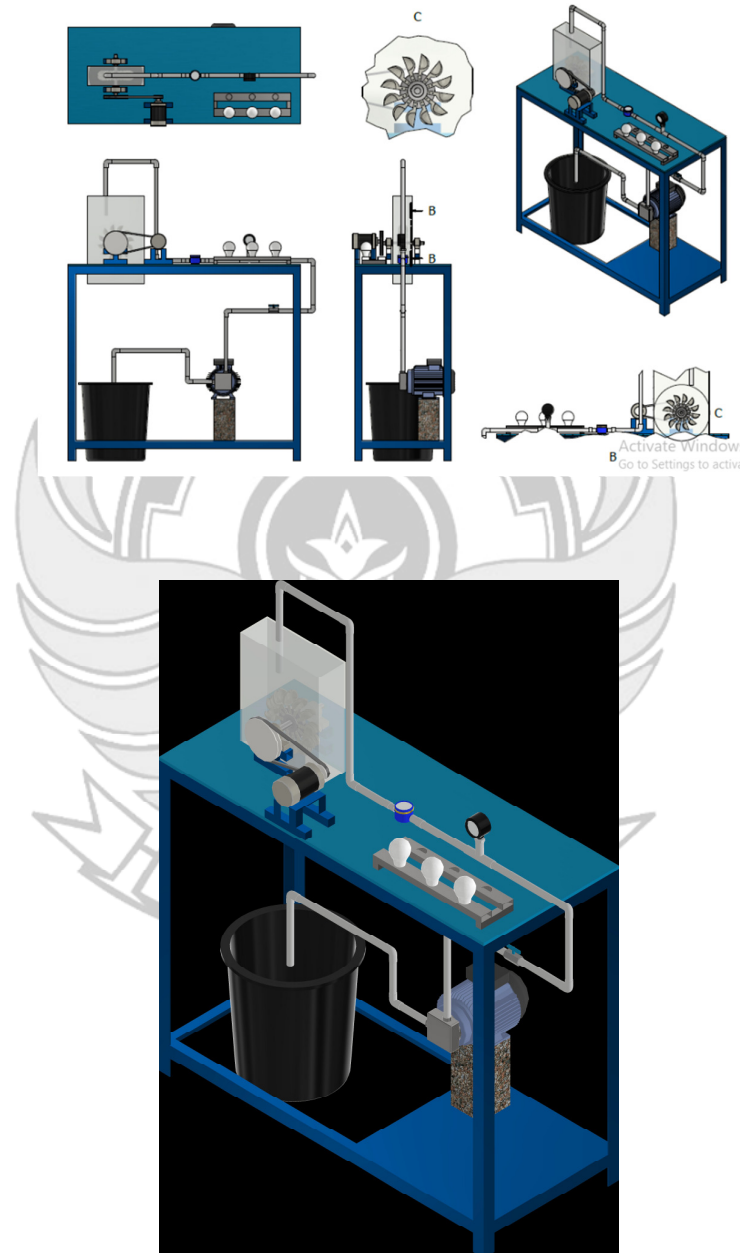
Gambar 3.1 Sketsa PLTMH Sistem Sirkulasi Air

### 3.4 Tahap Pembuatan dan Perakitan

Prosedur pembuatan dan perakitan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan.
2. Memotong besi hollow dan plat menggunakan gerinda.
3. Membuat rangka meja.
4. Memasang turbin air dengan rangkanya.

5. Memasang seluruh komponen yang terdiri dari pompa air, pipa, alat ukur, nozzle, turbin pelton, puli besar, belt, puli kecil, generator DC, serta komponen-komponen lain yang berhubungan dengan alat ini.



Gambar 1.2 Gambar Simulasi PLTMH dengan Sistem sirkulasi Air

Adapun prinsip kerja pada alat simulasi PLTMH dengan sistem sirkulasi air yakni dimulai dari persiapan alat dan bahan yang diperlukan. Kemudian pada proses kerja, energi potensial air yang berada pada penampungan yang tersedia dialirkan melalui *penstock* menuju ke turbin dengan menggunakan pompa air. Kemudian air menjadi bertekanan tinggi pada saat sampai pada *nozzle*. Air yang keluar dari *nozzle* menjadi energi kinetik air, berupa semburan air bertekanan. Perubahan momentum ini menciptakan impuls pada bilah turbin sehingga menghasilkan torsi dan putaran di turbin. Saat turbin berputar energi mekanik turbin atau perputaran turbin dihubungkan ke generator. Kemudian, generator mengubah energi mekanik menjadi energi listrik

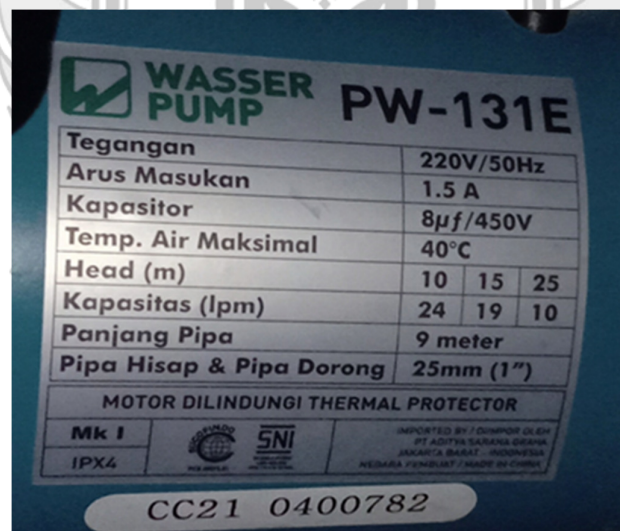
**Tabel 3. 1 Daftar Komponen Perancangan**

Daftar Komponen	
Jumlah	Nama
1	Plat Meja
2	Besi Hollow
1	Pipa Air
1	Box Turbin Air (Casing)
1	Bak Penampungan
1	Turbin Pelton
1	Pompa Air PW-131E
1	Generator DC 24 V
1	Karet Belt
2	Pulley
3	Lampu DC

Adapun Spesifikasi Generator dan Pompa yang digunakan:

**Tabel 3.2 Spesifikasi Generator DC 24 Volt**

Generator Listrik DC 24 Volt	
Panjang	10 cm
Lebar	8 cm
Diameter ass	8 mm
Output	24 V-100 V
Arus Output	2 A – 3 A
Putaran Stabil	500 rpm – 1000 rpm
Tegangan Output	65 V – 80 V



Gambar 3.3 Spesifikasi Pompa

### 3.5 Pengujian Alat

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

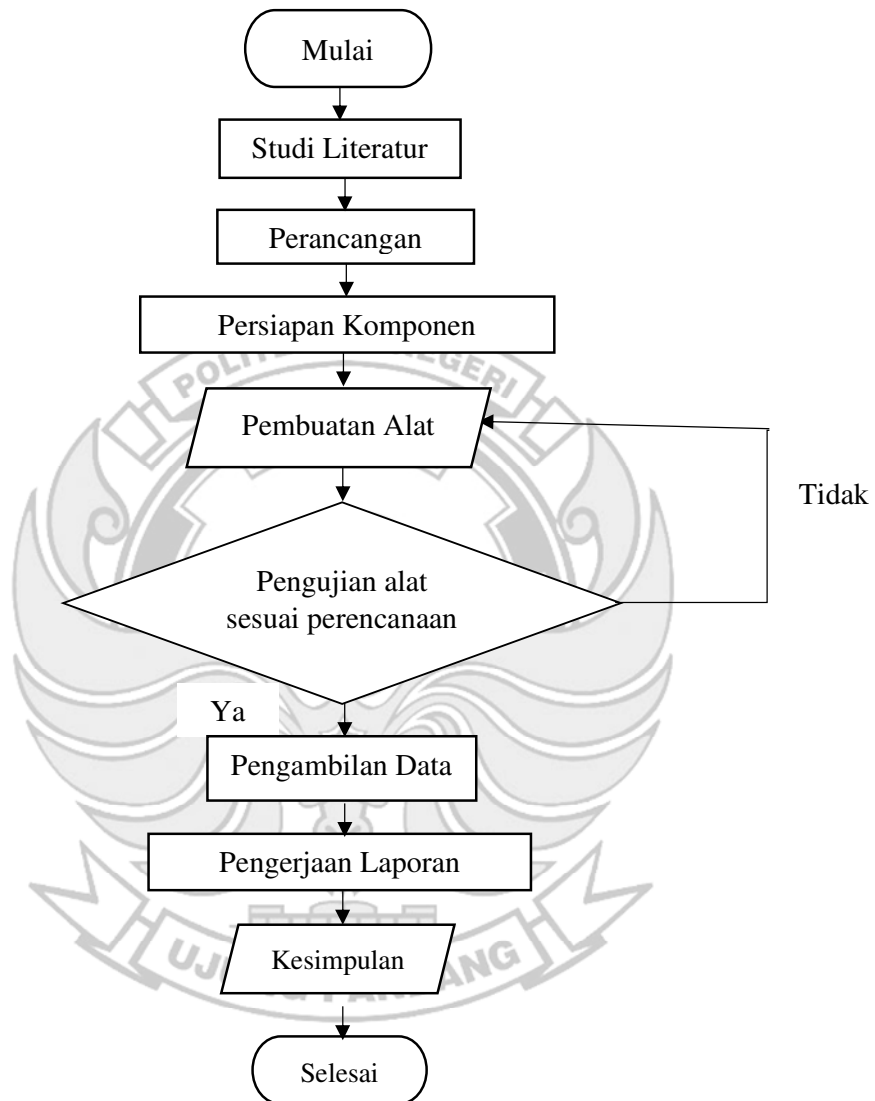
1. Siapkan peralatan yang dibutuhkan.
2. Menjalankan pompa.
3. Membuka katup aliran air.
4. Mengukur debit air yang keluar pada nozzle.
5. Mengukur putaran turbin dan generator (rpm), Arus (A), dan Tegangan (V) yang dihasilkan generator.
6. Matikan pompa.
7. Pengujian selesai.

### 3.6 Pengumpulan Data

Setelah melakukan proses pengambilan data, maka selanjutnya dilakukan pengumpulan data. Adapun parameter-parameter yang akan dicatat antara lain:

1. Putaran turbin ( $N_t$ )
2. Putaran generator ( $N_g$ )
3. Arus yang dihasilkan oleh generator ( $I_g$ )
4. Tegangan yang dihasilkan oleh generator ( $V_g$ )

### 3.6.1 Diagram Alir Proses Kegiatan



Gambar 3.4 Diagram Alir Proses Kegiatan



### 3.7 Metode Analisa Data

Adapun analisa data akan dilakukan dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut:

#### 1. Daya input

$$P_{in} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

dimana :  $P_{in}$  = daya yang dibangkitkan turbin (Watt)

$\rho$  = rapat massa air (1000 Kg/m<sup>3</sup>)

$g$  = percepatan gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

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

$H$  = ketinggian (m)

- Mengukur debit

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

Dimana :  $Q$  = debit (m<sup>3</sup>/s)

$V$  = volume (m<sup>3</sup>)

#### 2. Daya Output

$$P_{out} = v \cdot I$$

dimana :  $v$  = tegangan (v)

$I$  = arus (A)