

**PEMBUATAN TURBIN PELTON
SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICOHYDRO (PLTPH)
DI WILAYAH MATA AIR NEGERI SAKTI**

(Tugas Akhir)

Oleh :

Feri

(2005101013)



**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023/2024**

**PEMBUATAN TURBIN PELTON
SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICOHYDRO (PLTPH)
DI WILAYAH MATA AIR NEGERI SAKTI**

Oleh :

Feri

Proyek Akhir

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar

AHLI MADYA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2023

ABSTRAK

PEMBUATAN TURBIN PELTON SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICOHYDRO (PLTPH) DI WILAYAH MATA AIR NEGERI SAKTI

Oleh

Feri

Pembangkit Listrik tenaga air skala pico pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan mengenai sudu-sudu *runner* turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Pembuatan turbin ini didasari atas keterbatasan penerangan yang terdapat di wilayah mata air Negeri Sakti dengan bertujuan untuk mengetahui pembuatan turbin skala *picohydro* dan mengetahui kinerja dari turbin pelton. Pada proses pembuatan pemilihan material untuk membuat turbin pelton, material yang digunakan tahan terhadap air dan banyak di pasaran, dengan pembuatannya alat bantu yang digunakan untuk membuat turbin pelton yaitu mesin las, *headgun*, dan grinda potong. Hasil dari pembuatan turbin pelton didapatkan *runner* yang berdiameter 19cm dengan sudu berjumlah 6 buah. Dalam melakukan pengujian dapat menghasilkan voltage sebesar 9,22 kW dengan debit air sebesar 1,058 l/s dan menghasilkan efisiensi turbin sebesar 35,6%. Sehingga turbin pelton dapat menghidupkan lampu yang membantu masyarakat untuk penerangan mata air di wilayah Negeri Sakti Pesawaran.

Kata kunci : PLTA, *Picohydro*, Penerangan, dan Turbin Pelton

ABSTRACT

MANUFACTURING A PELTON TURBINE AS A PICOHYDRO POWER PLANT (PLTPH) IN THE SAKTI STATE SPRINGS REGION

By

Feri

Pico-scale hydroelectric power plants in principle utilize differences in height and the amount of air flow per second in the water flow of irrigation canals, rivers or waterfalls. This air flow will hit the turbine runner blades, producing mechanical energy. The construction of this turbine was based on the limited lighting available in the Negeri Sakti springs area with the aim of knowing the manufacture of picohydro scale turbines and knowing the performance of the Pelton turbine. In the manufacturing process of selecting materials to make a Pelton turbine, the materials used are air-resistant and widely available on the market. In making them, the tools used to make a Pelton turbine are a welding machine, headgun and cutting grinder. The results of making a Pelton turbine obtained a runner with a diameter of 19 cm with 6 blades. During testing, it can produce a voltage of 9.22 kW with an air flow of 1,058 l/s and produce a turbine efficiency of 35.6%. So that the pelton turbine can turn on the lights which help the community to illuminate the springs in the Pesawaran Sakti State area.

Keywords: Hydroelectric Power, Picohydro, Lighting, and Pelton Turbines

Judul Proyek Akhir : **PEMBUATAN TURBIN PELTON SEBAGAI
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
PICOHYDRO (PLTPH) DI WILAYAH MATA
AIR NEGERI SAKTI**

Nomor Mahasiswa : **Feri**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2005101013

Jurusan : Diploma III Teknik Mesin

Fakultas : Teknik



Dosen Pembimbing

Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Mesin

Dr. Harmen. S.T., M.T.

Agus Suairi. S.T., M.Eng.

NIP : 196906202000031001

NIP : 197008041998031003

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Amrul. S.T., M.T.


NIP : 197103311999031003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

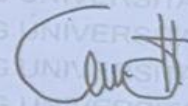
Pembimbing

: **Dr. Harmen, S.T., M.T.**



Penguji

: **Ahmad Yonanda, S.T., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung

Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. }

NIP. 197509282001121002



Tanggal Lulus Ujian Proyek Akhir : 29 November 2023

PERNYATAAN PENULIS

Proyek Akhir ini dibuat sendiri oleh penulis dan bukan hasil plagiat sebagaimana diatur dalam pasal 27 Peraturan Akademik Universitas Lampung dengan surat Keputusan Rektor No. 3187/H26/DT/2010

Yang Membuat Pernyataan



Feri
NPM : 2005101013

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 04 november 2000, merupakan anak ke tiga dari tiga bersaudara, dari pasangan bapak M. Soib dan Baiti Meutia. Penulis menyelesaikan Pendidikan SD Negeri 1 Tanjung Agung pada tahun 2013 dan selanjutnya penulis menyelesaikan Pendidikan SMP Negeri 5 Bandar Lampung pada tahun 2016. Kemudian pada tahun 2019 penulis menyelesaikan Pendidikan di SMA Negeri 5 Bandar Lampung. Lalu penulis pada tahun 2020 terdaftar sebagai Mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Penerimaan Mahasiswa Program Diploma (PMPD)

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) sebagai anggota Edukasi dan Kemahasiswaan masa periode 2021-2022. Dan pada masa jabatan 2023-2024 dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) sebagai Wakil Ketua Himpunan. Pada tanggal 09 Januari hingga 09 Februari 2020 penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Divisi Regional IV UPT DEPO Lokomotif Tarahan Lampung Selatan, dengan judul ***“PERAWATAN RANGKA BAWAH (BOGIE) PADA LOKOMOTIF CC 202 DI PT KAI INDONESIA (PERSERO) DEPO TARAHAN”***. Kemudian pada juni tahun 2023 penulis mengerjakan Proyek Akhir dengan judul ***“PEMBUATAN TURBIN PELTON PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICOHYDRO (PLTPH) DI WILAYAH MATA AIR NEGERI SAKTI”***. Dibawah bimbingan bapak Dr. Harmen, S.T., M.T dan dengan dosen penguji bapak Ahmad Yonanda, S.T., M.T

SANWACANA

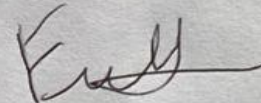
Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat Rahmat dan hidayah-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir sesuai dengan waktu yang ditetapkan. Laporan Proyek akhir ini ditunjukkan untuk memenuhi salah satu syarat wajib untuk mencapai gelar ahli Madya Teknik jenjang Diploma III Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Selain itu Proyek Akhir ini ditunjukkan untuk mengamati dan mengetahui secara langsung proses pembuatan Turbin Pelton pembangkit Listrik tenaga *picohydro* (PLTPh) yang bermanfaat bagi Masyarakat untuk penerangan mata air di desa Negeri Sakti Pesawaran. Selama penyusunan Proyek Akhir berlangsung penulis dibantu dan diberikan saran dari berbagai pihak sehingga terealisasinya Laporan Proyek Akhir ini. Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, terutama untuk sang ibu yang sangat penulis cintai dan selalu mendoakan sampai memberikan motivasi yang tiada henti dalam penyusunan Proyek Akhir ini.
2. Bapak Dr. Amrul, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
3. Bapak Agus Sugiri, S.T., M.T., selaku ketua program studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Lampung.
4. Bapak Dr. Harmen, S.T., M.T., selaku pembimbing proyek akhir atas kesediaannya memberikan bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian Laporan Proyek Akhir ini.

5. Bapak Ahmad Yonanda, S.T., M.T., selaku dosen penguji Proyek Akhir yang telah memberikan saran dan masukan dalam proses pengujian Proyek Akhir.

Penulis menyadari masih terdapatnya kekurangan yang ada dalam Laporan Proyek Akhir ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak agar penulis dapat berkembang dan menjadi lebih baik dari sebelumnya. Akhir kata, semoga Laporan Proyek Akhir ini dapat berguna dan dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan bagi pembaca serta bagi penulis.

Bandar Lampung,
Penulis



Feri
NPM 2005101013

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
RIWAYAT HIDUP.....	viii
SANWACANA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Tugas Akhir.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Sistematika Penulisan Laporan.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian PLTP.....	5
2.2 Turbin Air.....	6
2.3 Klasifikasi Turbin Air.....	6
2.2.1. Turbin Implus	7
2.2.2. Turbin Reaksi	11
2.4 Cara Kerja Turbin Pelton.....	14
2.5 Perhitungan Daya Hidrolis	15
III. METODOLOGI PROYEK AKHIR	16
3.1 Tempat dan Waktu Tugas Akhir	16
3.2 Alat dan Bahan	17
3.2.1. Alat Pembuatan	17
3.2.2. Bahan Pembuatan	19
3.3 Pengelolaan Data	24
3.4 Alur Pembuatan Turbin Pelton.....	27
IV. HASIL PEMBAHASAN	28
4.1 Proses Pembuatan Turbin Pelton.....	28

4.1.1. Pembuatan <i>runner</i>	28
4.1.2. Hasil Pembuatan <i>runner</i>	32
4.1.3. Pembuatan Rangka	32
4.1.4. Hasil Pembuatan Rangka Turbin Pelton	36
4.1.5. Pembuatan dudukan generator`	37
4.1.6. Hasil Pembuatan dudukan Generator	39
4.1.7. Proses Perakitan Turbin Pelton	40
4.2 Hasil Pembuatan Turbin Pelton.....	42
4.3 Pembahasan Pengujian	43
4.4 Pertimbangan Material	48
4.5 Klasifikasi PLTA Berdasarkan Daya.....	49
V. PENUTUP	50
5.1. Kesimpulan.....	50
5.2. Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Turbin Pelton</i>	8
Gambar 2.2. <i>Runner</i> dan Sudu.....	9
Gambar 2.3. <i>Turbin Crossflow</i>	10
Gambar 2.4. <i>Turbin Turgo</i>	11
Gambar 2.5. <i>Turbin Francis</i>	13
Gambar 2.6. <i>Turbin Kaplan</i>	14
Gambar 2.7. <i>Turbin Pelton</i>	15
Gambar 3.1. <i>Mesin Las dan Elektroda</i>	17
Gambar 3.2. <i>Kunci - Kunci Pas Ring</i>	18
Gambar 3.3. <i>Heatgun</i>	18
Gambar 3.4. <i>Meteran</i>	19
Gambar 3.5. <i>Lem Perekat</i>	19
Gambar 3.6. <i>Cakram</i>	20
Gambar 3.7. <i>Pulley</i>	20
Gambar 3.8. <i>Besi Hollow</i>	21
Gambar 3.9. <i>AS Poros</i>	21
Gambar 3.10. <i>L-bow</i>	22
Gambar 3.11. <i>Mur, Ring, dan Baut</i>	22
Gambar 3.12. <i>Bearing</i>	23
Gambar 3.13. <i>V-belt</i>	23
Gambar 3.14. <i>Alur Pembuatan</i>	27
Gambar 4.1. <i>Pembuatan sudu turbin</i>	28
Gambar 4.2. <i>Pembuatan sela pada L-bow</i>	29
Gambar 4.3. <i>Proses bor L-bow</i>	29
Gambar 4.4. <i>Pemotongan pipa</i>	30
Gambar 4.5. <i>Proses pemanasan pipa</i>	30
Gambar 4.6. <i>Proses penyatuan</i>	31

Gambar 4.7. Proses pengecatan.....	31
Gambar 4.8. <i>Runner</i>	32
Gambar 4.9. Besi <i>hollow</i>	33
Gambar 4.10. Pembuatan dudukkan <i>bearing</i>	33
Gambar 4.11. Pembuatan Penyangga Dudukan <i>Bearing</i>	34
Gambar 4.12. Proses Pengelasan.....	34
Gambar 4.13. Pembuatan Kaki Rangka.....	35
Gambar 4.14. Pengelasan dudukan penghalang air	35
Gambar 4.15. Pengecatan	36
Gambar 4.16. Rangka	36
Gambar 4.17. Besi <i>hollow</i>	37
Gambar 4.18. Pelubangan buat penyangga poros.....	37
Gambar 4.19. Proses pengeboran	38
Gambar 4.20. Proses pembentukan plat	38
Gambar 4.21. Proses pelubangan plat	39
Gambar 4.22. Dudukan Generator.....	39
Gambar 4.23. Pemasangan poros AS	40
Gambar 4.24. Proses Perakitan dudukan generator.....	40
Gambar 4.25. Pemasangan <i>pulley</i>	41
Gambar 4.26. Pemasangan penghalang air.....	41
Gambar 4.27. Pemasangan turbin.....	42
Gambar 4.28. Turbin Pelton	42

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik adalah sumber tenaga yang sangat dibutuhkan di dunia. Di seluruh negara, bahkan Indonesia pun membutuhkan energi listrik. Kebutuhan listrik di Indonesia semakin hari semakin bertambah penggunaannya, namun energi listrik tidak akan berkurang melainkan akan bertambah dengan dibuatnya pembangkit - pembangkit listrik yang menggunakan sumber daya dari alam misalnya air, angin, fosil, dan batu bara. Jika menggunakan bahan-bahan seperti minyak ataupun batu bara maka akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Seperti yang akan terjadi jika menggunakan bahan bakar batu bara asap hasil pembakarannya akan mencemarkan udara, dan fosil yang menghasilkan gas (CO₂) yang dapat mengakibatkan efek rumah kaca.

Indonesia memiliki letak daerah sumber air yang bermacam-macam dengan letak sumber air yang berlimpah dan bermacam-macam banyak daerah yang memiliki sumber air belum mendapatkan jaringan listrik. Dari daerah-daerah tersebut yang memiliki sumber air terdapat mata air, aliran sungai, dan air terjun yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit tenaga listrik. Pemanfaatan dari energi aliran air sebagai pembangkit listrik merupakan suatu penggunaan sumber energi terbarukan. Di Indonesia telah banyak dikembangkan pembangkit listrik dengan menggunakan turbin, namun kebanyakan turbin tersebut memanfaatkan tinggi jatuh air (*head*) sebagai penggeraknya, seperti air terjun dan bendungan.

Energi potensial air dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik dengan memanfaatkan tenaga potensial yang tersedia (potensi air terjun dan kecepatan aliran). Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah salah satu teknologi yang sudah terbukti tidak merusak lingkungan, menunjang diversifikasi energi sebagai

pemanfaatan energi terbarukan, menunjang program pengurangan penggunaan BBM, dan sebagian besar konstruksinya menggunakan material lokal. Penggunaan turbin air, khususnya turbin pelton banyak digunakan. Turbin jenis ini bekerja dengan memanfaatkan air jatuh / ketinggian (*head*). Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mempercepat aliran dengan mengatur dimensi saluran masuk (nosel) turbin maupun bentuk sudu.

Kinerja dari suatu turbin pelton dipengaruhi oleh ketinggian, kecepatan aliran, sudut sudu, jumlah nosel, ukuran aliran dan jumlah sudu. Jumlah sudu turbin pelton adalah salah satu variabel yang sangat mempengaruhi putaran dan gaya tangensial dalam menentukan daya dan efisiensi sebuah turbin pelton. Penambahan jumlah sudu berarti menambah jumlah gaya tangensial sehingga resultannya menjadi lebih besar, namun pertambahan jumlah sudu memungkinkan adanya pengurangan besar nilai dari masing-masing gaya tangensial tersebut secara individual tetapi resultan gayanya menjadi lebih besar, jadi dapat dikatakan bahwa dengan adanya pertambahan jumlah sudu akan menambah putaran dan gaya tangensial yang terjadi dan dengan sendirinya meningkatkan daya dan efisiensi turbin pelton, untuk itu maka penelitian ini diarahkan untuk menentukan jumlah sudu yang ideal dengan kecepatan yang divariasikan dalam menghasilkan daya turbin yang maksimal.

Pembuatan turbin ini didasari atas keterbatasan penerangan yang terdapat di wilayah mata air tersebut Negeri sakti, padahal di sekitar daerah tersebut memiliki sumber mata air dan memiliki *head* yang cukup untuk dapat digunakan sebagai sumber pembangkit listrik tenaga air *picohydro* (PLTAh). Maka untuk memanfaatkan mata air tersebut perlu dikembangkan dengan diperlukannya turbin khusus salah satunya turbin pelton.

1.2 Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan dari pembuatan turbin pelton adalah sebagai berikut;

- 1) Mengetahui proses pembuatan turbin pelton skala *picohydro*..
- 2) Melakukan pengujian kinerja terhadap pembangkit turbin pelton.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian laporan akhir ini hanya di batasi pembuatan turbin pelton dengan jumlah 6 sudu dengan diameter cm yang dalam proses pembuatannya di Termodinamika Teknik Mesin Universitas Lampung Bandar Lampung dan pengujian alat di mata air wilayah Negeri Sakti.

1.4 Sistematika Penulisan Laporan

Laporan penelitian ini disusun menjadi lima bab, adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang masalah yang diambil, tujuan, batasan masalah, dan sistematis penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan tentang teori-teori yang berhubungan dengan perihal yang akan diangkat pada laporan ini.

BAB III METODE PELAKSANAAN TUGAS AKHIR

Berisikan tentang alat dan bahan, serta prosedur yang digunakan dalam penulisan laporan ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang hasil dan pembahasan dari pembuatan dan pengujian yang dilakukan.

BAB V PENUTUP

Berisikan simpulan dari data yang diperoleh dan pembahasan, serta saran yang dapat diberikan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian PLTPH

Pembangkit listrik tenaga *picohydro* adalah pembangkit listrik yang termasuk ke dalam pembangkit listrik berskala kecil dengan menghasilkan energi listrik kurang dari 5kW. Pembangkit tenaga air mempunyai prinsip yaitu suatu bentuk dari perubahan tenaga, dari prinsip tersebut tenaga air dengan debit dan ketinggian tertentu menjadi tenaga listrik, dengan memanfaatkan turbin dan generator untuk menghasilkan listrik. Prinsipnya pada pembangkit listrik tenaga *picohydro* (PLTPH) adalah dengan memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran sungai, kemudian aliran nanti akan menggerakkan sudu-sudu turbin, lalu turbin mentransmisikan putaran ke generator dan generator menghasilkan listrik.

Dalam hal ini pembangkit listrik tenaga *picohydro* memanfaatkan aliran air yang dialirkan dari saluran irigasi, sungai - sungai, dan mata air walaupun tidak memiliki bukit-bukit. Karna pembangkit listrik *picohydro* tidak harus memanfaatkan aliran air yang deras, tetapi dapat memanfaatkan penggunaan bendungan. Pada umumnya turbin yang dibuat untuk pembangkit listrik tenaga *picohydro* sangat sederhana dalam cara kerjanya. Transmisi menuju ke generator yang melalui bagian-bagian utama yaitu poros, bantalan/*bearing*, *pulley*, dan *belt*. Poros yang digunakan terdapat dua bagian pada turbin dan pada generator, bantalan/*bearing* merupakan bagian yang penting yang mana berfungsi menompang dari poros turbin. *Pulley* digunakan untuk mentransmisikan daya, *pulley* yang digunakan ada dua bagian yaitu *pulley* turbin dan *pulley* generator. Perubahan energi dari bentuk mekanik menjadi bentuk energi listrik dan kemudian listrik menjadi bentuk mekanik merupakan konversi energi elektromagnetik. (Ibrahim, 2020)

2.2 Turbin Air

Turbin air adalah turbin yang menggunakan fluida kerja air. Alat ini untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik menggunakan air mengalir dari tempat tinggi ke tempat rendah. Dalam proses aliran di dalam pipa energi potensial berangsur-angsur berubah menjadi energi kinetik. Lalu di dalam turbin, energi kinetik air diubah menjadi energi mekanis, di mana air memutar roda turbin. Energi mekanik ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator.

Pada roda turbin terdapat sudu, yaitu suatu konstruksi lempengan dengan bentuk dan penampang tertentu, air sebagai fluida kerja mengalir melalui ruangan diantara sudu tersebut, dengan demikian roda turbin akan dapat berputar dan pada sudu akan ada gaya yang bekerja. Gaya tersebut akan terjadi karena ada perubahan momentum dari fluida kerja air yang mengalir diantara sudu-sudunya. Sudu hendaknya dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat terjadi perubahan momentum pada fluida kerja air tersebut (Wiranto, 1997)

2.3 Klasifikasi Turbin Air

Dengan kemajuan ilmu mekanika fluida dan hidrolika serta memperhatikan sumber energi air yang cukup banyak tersedia dipedesaan akhirnya timbullah perencanaan - perencanaan turbin yang divariasikan terhadap tinggi jatuh (*head*) dan debit air yang tersedia. Dari itu maka masalah turbin air menjadi masalah yang menarik dan menjadi objek penelitian untuk mencari sistem, bentuk dan ukuran yang tepat untuk mendapatkan efisiensi turbin yang maksimum. Turbin air secara umum dapat digolongkan dalam dua golongan utama, yaitu berdasarkan dari segi pengubahan momentum fluida kerjanya

2.2.1. Turbin Implus

Turbin Implus merupakan turbin yang memiliki tekanan sama pada setiap sudu gerak nya (*runner*). Energi potensial diubah menjadi energi kinetik. Air keluar dari Nosel yang mempunyai kecepatan mengenai sudu turbin. Setelah mengenai sudu, arah kecepatan aliran akan berubah sehingga terjadi perubahan momentum (*Implus*) yang membuat turbin akan berputar. Turbin implus adalah turbin yang bertekanan sama karena aliran air yang keluar dari nosel tekanannya sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Semua energi tinggi tempat dan tekanan ketika masuk ke sudu jalan turbin dirubah menjadi energi kecepatan. Turbin implus merupakan turbin air yang memiliki tekanan sama pada setiap sudu gerak nya (*runner*). Contohnya adalah turbin pelton, turbin turgo dan turbin *crossflow*.

2.2.1.1. Turbin Pelton

Turbin Pelton adalah turbin *implus* yang dipakai untuk tinggi jatuh air yang besar. Air dalam pipa mengalir merupakan fluida kerja yang akan keluar dengan kecepatan tinggi air jatuh (h) melalui nosel. Tinggi jatuh air yang memiliki tekanan diubah menjadi kecepatan, pancaran air yang keluar dari nosel mengenai sudu-sudu turbin dan sesuai setting tempatnya air keluar dari nosel untuk mendapatkan kecepatan yang sesuai. Turbin pelton merupakan turbin dengan kecepatan spesifik yang relative rendah dan dengan menggunakan tinggi air jatuh yang sangat besar serta kapasitas air yang kecil dibandingkan dengan turbin jenis lain. Dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



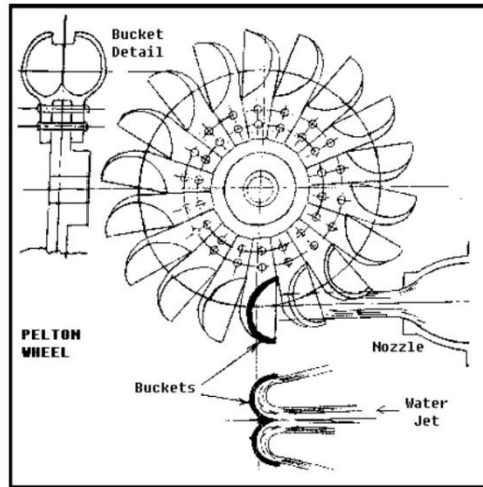
Gambar 2.1. *Turbin Pelton*

(Irawan,2014)

Untuk bentuk sudu turbin terdiri dari dua bagian yang simetris. Sudu dibentuk menjadi sedemikian sehingga sudu menerima pancaran air yang mengenai tengah-tengah sudu dan pancaran air tersebut akan berbelok ke dua arah sehingga bisa membalikan pancaran air dengan baik dan membebaskan sudu dari gaya-gaya samping. Untuk turbin pelton dengan daya yang besar, penyemprotan airnya memiliki sistem dibagi lewat beberapa nosel. Dengan begitu diameter pancaran air bisa diperkecil dan ember sudu lebih kecil. (Irawan,2014)

Roda jalan atau *runner* berfungsi untuk memutar poros dari tekanan yang disebabkan air. *Runner* memiliki jumlah sudu yang beragam terhadap diameter *runner* itu sendiri. Dari bagian *runner* yaitu sudu-sudu yang berfungsi menerima tekanan air dan menampung air yang berasal dari nosel sehingga air dapat di konsentrasikan menjadi putaran. Dari sebuah turbin pelton *runner* harus berbentuk piringan yang akan dipasang pada poros secara vertical. Pada bagian sudu disekeliling *runner* yang

berbentuk mangkok harus secara sama dalam bentuk, ukuran, dan jaraknya. Dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.

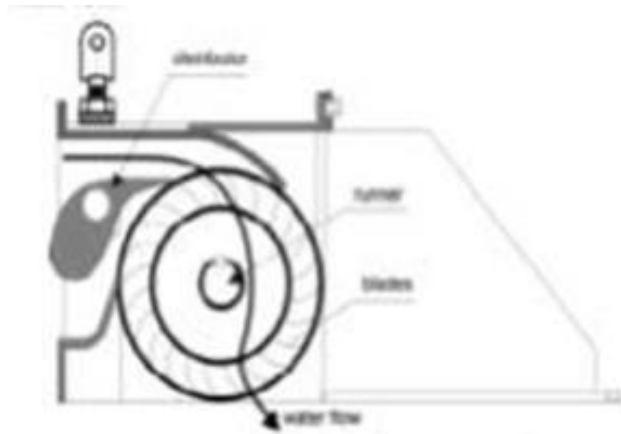


Gambar 2.2. *Runner* dan *Sudu*
(Irawan,2014)

2.2.1.2. Turbin *Crossflow*

Turbin *crossflow* merupakan jenis turbin implus yang dikenal dengan nama penemunya Michell Banki. Dalam prinsip kerjanya turbin *crossflow* memiliki poros horizontal bekerja dengan cara tekanan air dikonversikan menjadi energi kinetic di *intel* adaptor. Aliran air yang menyebabkan berputarnya runner setelah berbenturan pertama dengan sudu turbin, kemudian menyilang mendorong sudu tingkat kedua.

Turbin dengan aliran bebas dengan tinggi terjun ketinggian sedang atau rendah. Panjangnya roda air tergantung pada banyak sedikitnya air yang akan di tangkap. Dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.(Hatib,2013)

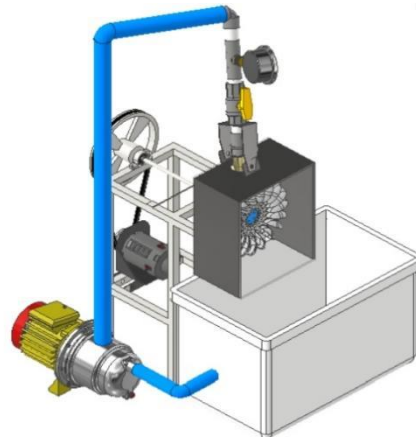


Gambar 2.3. Turbin *Crossflow*
(Hatib,2013)

2.2.1.3. Turbin Turgo

Turbin turgo adalah salah satu dari jenis turbin implus yang banyak digunakan oleh PLTMH yang memiliki tinggi jatuh air (head) yang tinggi karena bentuk sudu yang kelengkungannya tajam. Turbin turgo ini dikembangkan oleh Gilkes sebagai modifikasi turbin pelton pada tahun 1919. (Surwati,2019)

Turbin turgo adalah jenis yang sangat sesuai untuk menggantikan turbin pelton nosel ganda dengan head rendah maupun turbin Francis dengan head yang tinggi. Dalam pengoperasian turbin turgo beroperasi dengan head 30 s/d 300m. dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini



Gambar 2.4. Turbin Turgo
(Yassa, 2022)

2.2.2. Turbin Reaksi

Turbin Reaksi pada sudu mempunyai profil khusus yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan air selama melalui sudu. Perbedaan tekanan ini memberikan gaya pada sudu sehingga runner (bagian turbin yang berputar) dapat berputar. Turbin yang bekerja berdasarkan prinsip ini dikelompokkan sebagai turbin reaksi. Runner turbin reaksi sepenuhnya tercelup dalam air dan berada dalam rumah turbin. Turbin reaksi bekerja dengan cara penggerak turbin air secara langsung mengubah energi kinetik dan juga energi tekanan secara bersamaan menjadi energi mekanik, contohnya adalah turbin Francis, turbin baling-baling, dan turbin kaplan

2.2.2.1. Turbin Francis

Turbin Francis merupakan salah satu turbin reaksi. Turbin dipasang diantara sumber air tekanan tinggi di bagian masuk dan air bertekanan rendah di bagian keluar. Turbin Francis menggunakan sudu pengarah. Sudu pengarah mengarahkan air masuk secara tangensial. Sudu pengarah pada turbin Francis

dapat merupakan suatu sudu pengarah yang tetap ataupun sudu pengarah yang dapat diatur sudutnya. Untuk penggunaan pada berbagai kondisi aliran air penggunaan sudu pengarah yang dapat diatur merupakan pilihan yang tepat.

Turbin Francis bekerja dengan memakai proses tekanan lebih. Pada waktu air masuk ke roda jalan, sebagian dari energi tinggi jatuh telah bekerja di dalam sudu pengarah diubah sebagai kecepatan arus masuk. Sisa energi tinggi jatuh dimanfaatkan di dalam sudu jalan, dengan adanya pipa isap memungkinkan energi tinggi jatuh bekerja di sudu jalan dengan semaksimal mungkin. Pada sisi sebelah keluar roda jalan terdapat tekanan kerendahan (kurang dari 1 atmosfer) dan kecepatan aliran udara yang tinggi. Di dalam pipa isap kecepatan aliran akan berkurang dan tekanannya akan kembali naik, sehingga udara dapat dialirkan keluar lewat saluran air bawah dengan tekanan seperti keadaan disekitarnya.

Turbin Francis yang dikelilingi dengan sudu pengarah semuanya terbenam di dalam air. Air yang di masukan ke dalam turbin air bisa dialirkan melalui pengisian air dari atas atau melalui rumah yang berbentuk spiral. Roda jalan semuanya selalu bekerja. Daya yang dihasilkan turbin air dapat diatur dengan cara mengubah posisi pembukaan sudu pengarah, dengan demikian kapasitas air yang masuk ke dalam roda turbin air bisa diperbesar atau diperkecil. Turbin Francis diletakkan dengan posisi poros vertikal atau horizontal. Dapat dilihat pada gambar 2.5 dibawah ini.(Mishbachudin,2016)



Gambar 2.5. Turbin Francis

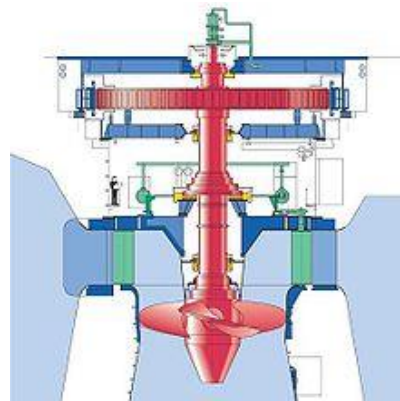
(Mishbachudin, 2016)

2.2.2.2. Turbin Kaplan

Sesuai dengan persamaan Euler, maka makin kecil tinggi air jatuh yang tersedia makin sedikit belokan aliran air di dalam sudu jalan. Dengan bertambahnya kapasitas air yang masuk ke dalam turbin, maka akan bertambah besar pula luas penampungan saluran yang dilalui air, dan selain itu kecepatan putar turbin yang demikian bisa ditentukan lebih tinggi. Kecepatan spesifik bertambah, kelengkungan sudu, jumlah sudu, dan belokan aliran air di dalam sudu berkurang. Keuntungan turbin baling - baling bila dibandingkan dengan turbin francis adalah kecepatan putarnya bisa dipilih lebih tinggi, dengan demikian roda turbin bisa dikopel (dihubungkan) langsung dengan generator dan ukurannya pun lebih kecil.

Baling – baling pemandu (inlet guide vanes) adalah sebuah baling – baling yang mengatur besar kecilnya aliran air yang masuk ke dalam turbin. Ketika posisi tertutup maka akan sepenuhnya menghentikan aliran air yang menuju ke turbin, begitu pula sebaliknya dengan adanya baling – baling pemandu

membuat efisiensi menjadi lebih baik lagi. Sudu – sudu rotor (blades). Ketika aliran air kecil maka sudu – sudu lebih rapat, sedangkan saat aliran air besar maka akan merenggang. turbin baling-baling dikembangkan sedemikian rupa sehingga sudu jalan turbin tersebut dapat diputar di dalam leher poros. Jadi dengan demikian sudut sudu dapat diatur sesuai dengan kondisi operasi turbin saat itu. Dapat dilihat pada Gambar 2.6 dibawah ini. (Subekti, 2015).



Gambar 2.6. Turbin Kaplan
(Wikipedia, 2020)

2.4 Cara Kerja Turbin Pelton

Prinsip kerja turbin pelton adalah turbin yang sederhana dalam pemahaman cara kerjanya. Ketika energi potensial air jatuh menuju sudu-sudu turbin energi kinetik akan terjadi, di mana turbin akan berputar secara terus menerus ketika air terus mengenai sudu turbin. Turbin yang berputar akan meneruskan putaran ke *pulley* penggerak yang akan meneruskan putaran ke generator. Generator akan merubah energi kinetic menjadi energi listrik.

Secara prinsip, turbin pelton bekerja dimulai saat sumber air mengenai sudu-sudu untuk menimbulkan energi kinetic dan meneruskannya ke generator yang akan mengubah menjadi energi listrik. Dapat dilihat pada gambar 2.7 di bawah ini.



Gambar 2.7. Turbin Pelton

2.5 Perhitungan Daya Hidrolis

Daya hidrolis atau daya air adalah daya yang diperlukan oleh pompa untuk mengangkat sejumlah zat cair pada ketinggian tertentu. Daya hidrolis dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$P_h = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h \quad (1)$$

Keterangan.

P_h = Daya Hidrolis (watt)

ρ = Massa jenis air (kg/m^3)

Q = debit air (m^3/s)

g = gaya gravitasi (m/s^2)

h tinggi air jatuh (m)

III. METODOLOGI PROYEK AKHIR

3.1 Tempat dan Waktu Tugas Akhir

Sebelum melaksanakan tugas akhir pembuatan turbin pelton, dilakukan persiapan rangkaian tempat dan waktu akan dilaksanakan tugas akhir.

3.1.1. Tempat Tugas Akhir

Tempat pelaksanaan tugas akhir pembuatan turbin pelton dilakukan di dua tempat. Tempat proses pembuatan turbin pelton dilakukan di Lab. Termodinamika Teknik Mesin Universitas Lampung dan tempat pengujian dilakukan di desa Negeri Sakti Kecamatan Gedongtatan, Pesawaran .

3.1.2. Waktu Pelaksanaan Tugas Akhir

Pelaksanaan tugas akhir dilaksanakan pada bulan juni 2023 hingga bulan oktober 2023. Dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. jadwal kegiatan tugas akhir

No.	Kegiatan	Bulan			
		Juli	Agustus	September	oktober
1.	Briefing tugas akhir				
2.	Studi literatur				
3.	Pembuatan alat				
4.	Pengujian				
5.	Pembuatan laporan				

3.2 Alat dan Bahan

Dalam pembuatan turbin pelton di perlukan alat dan bahan yang digunakan untuk pembuatan turbin pelton. Alat digunakan untuk membantu pembuatan sedangkan bahan untuk membuat turbin pelton perlu di siapkan.

3.2.1. Alat Pembuatan

Dalam melakukan pembuatan turbin pelton sebelumnya perlu di siapkan yaitu alat-alat yang akan di butuhkan, berikut alat yang perlu di siapkan;

1. Mesin Las

Dalam pembuatan turbin pelton mesin las digunakan untuk pembuatan rangka turbin. Dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1. Mesin Las dan Elektroda

2. Kunci Pas

Kunci pas dalam pembuatan turbin pelton kunci pas untuk merakit/penyatuan dari bahan - bahan. Dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2. kunci-kunci pas ring

3. *Heat Gun*

Mesin *heat gun* digunakan dalam melengkungkan pipa untuk jadi sudu-sudu turbin. Dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3. *Heat gun*

4. Meteran

Meteran digunakan dalam pembuatan turbin pelton untuk pengukuran sebuah benda kerja. Dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4. Meteran

5. Lem Perekat

Lem perekat digunakan untuk pembuatan sudu-sudu turbin. Dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5. Lem Perekat

3.2.2. Bahan Pembuatan

Dalam pembuatan turbin pelton bahan yang perlu disiapkan yaitu sebagai berikut;

1. Cakram

Cakram digunakan sebagai penghubung dari sudu-sudu turbin. Dapat dilihat pada gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6. Cakram

2. *Puley*

Pulley digunakan dalam pembuatan turbin pelton sebagai penerus putaran. Dapat dilihat pada gambar 3.7 dibawah ini.



Gambar 3.7. *Pulley*

3. Besi *Hollow*

Besi *hollow* dalam pembuatan digunakan untuk rangka turbin pelton.

Dapat dilihat pada gambar 3.8 dibawah ini.

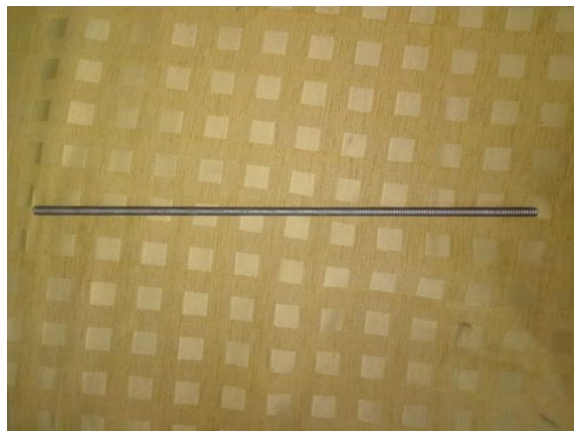


Gambar 3.8. Besi *Hollow*

4. AS Poros

AS poros dalam turbin pelton digunakan untuk meneruskan daya .

Dapat dilihat pada gambar 3.9 dibawah ini.



Gambar 3.9. AS Poros

5. L-bow

L-bow dalam pembuatan berfungsi sebagai sudu-sudu turbin pelton. Dapat dilihat pada gambar 3.10 dibawah ini.



Gambar 3.10. L-bow

6. Mur, Ring, dan Baut

Dalam pembuatan turbin pelton digunakan sebagai penyambung benda-benda. Dapat dilihat pada gambar 3.11 dibawah ini.



Gambar 3.11. Mur, Ring, dan Baut

7. *Bearing*

Bearing dalam turbin pelton berfungsi sebagai bantalan poros. Dapat dilihat pada gambar 3.12 dibawah ini.



Gambar 3.12. *Bearing*

8. V-belt

V-belt merupakan suatu bahan dalam pembuatan turbin pelton untuk meneruskan putaran dari satu *pulley* ke *pulley* lainnya. Dapat dilihat pada gambar 3.13 dibawah ini.



Gambar 3.13. V-belt

3.3 Pengelolaan Data

Untuk mendapatkan hasil unjuk kerja dari turbin pelton, yaitu data-data pendukung dilakukan survei pada lokasi saluran air Negri Sakti Pesawaran. Data yang perlu di butuhkan diantaranya debit air, jatuh air (*head*), tegangan voltase, dan arus. Hasil dari survei ini sangat mempengaruhi kinerja turbin pelton pada saluran air negeri sakti pesawaran sebagai berikut;

Debit air = 1.058 l/s

Voltage = 9,22 V

Amper = 0,02 A

Head = 0,5 m

Dari data tersebut dapat dicari dengan cara sebagai berikut;

1. Mengukur debit air

Dalam pengukuran debit air memiliki beberapa metode dari suatu sungai atau sumber air, salah satunya metode pengukuran debit air menggunakan metode tampung. Pengukuran metode ini dilakukan untuk mengukur dari sumber air.

Adapun alat yang diperlukan dalam pengambilan metode tambung sebagai berikut :

1. Alat tampung ember 4 l
2. *Stopwatch*
3. Alat tulis (pena dan kertas)

Langkah-langkah dalam pengambilan pengukuran debit air metode daya tampung :

1. Siapkan alat tampung ember 4 liter
2. Dua orang berbagi tugas untuk melakukan pengukuran, satu orang memegang alat tampung, dan satu orang memegang stopwatch dan mencatat hasil.

3. Proses dilakukan dengan aba-aba dari salah satu orang saat melakukan pengukuran, saat aba-aba dimulai lakukan langsung alat tampung untuk menampung air yang debitnya akan dihitung berbarengan dengan mulainya stopwatch, setelah alat tampung penuh tarik alat tampung dari air mengalir dan matikan stopwatch lalu catat hasil waktu yang tercatat di stopwatch, lakukan sebanyak lima kali lalu rata-rata kan agar dapat hasil nilai debit air.
4. Data yang didapat dalam lima kali percobaan (3,78 s, 3,83 s, 3,58 s, 3,88 s, dan 3,84 s) di rata-rata kan (3,78 s) kemudian dibagi dengan volume air 4 liter ($\frac{4}{3,78} = 1,058 \text{ l/s}$). Jadi hasil *head* yang di dapatkan dari tempat pengujian 1,058 l/s

2. Mengukur Voltage

Dalam uji alat voltage yang di hasilkan 9 kW adapun pengukuran *voltage* atau tegangan DC adalah sebagai berikut :

1. Atur posisi saklar selektor ke posisi DCV.
2. Pilihlah saklar yang sesuai dengan perkiraan tegangan yang akan diukur.
3. Hubungkan *probe* ke terminal tegangan yang akan diukur. *Probe* merah pada terminal positif (+) dan *probe* hitam ke terminal negatif (-)
4. Selanjutnya, baca hasil pengukuran di *display multimeter*

3. Mengukur Amper

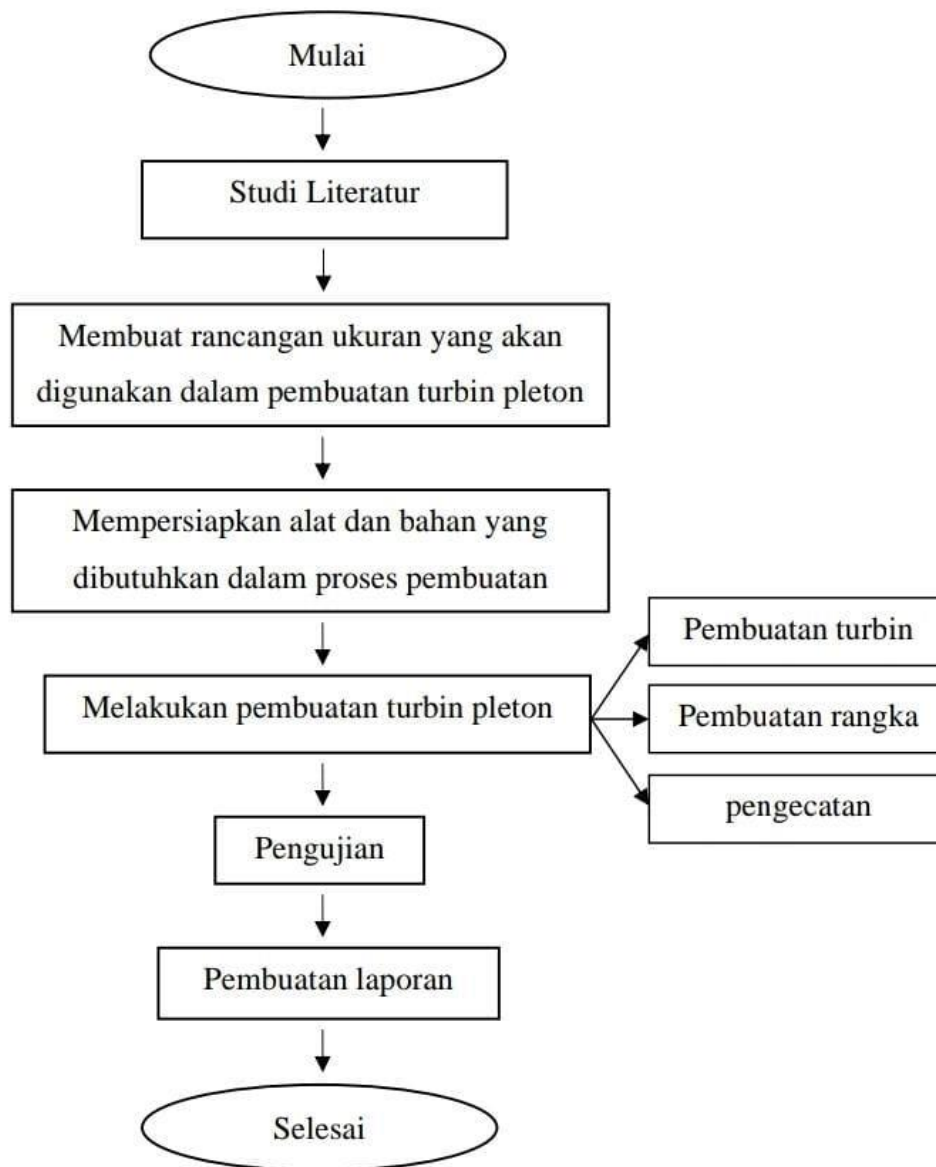
Adapun pengukuran *ampere* atau arus listrik adalah sebagai berikut :

1. Atur posisi saklar selektor ke DCA.
2. Pilihlah saklar sesuai dengan perkiraan arus yang akan diukur.

3. Putuskan jalur catu daya (*power supply*) yang terhubung ke beban.
4. Kemudian hubungkan *probe multimeter* ke terminal jalur yang kita putuskan tersebut. *Probe* merah ke *output* tegangan positif (+) dan *probe* hitam ke input tegangan (+) beban atau rangkaian yang akan diukur.
5. Baca hasil pengukuran di *display multimeter*.

3.4 Alur Pembuatan Turbin Pelton

Pembuatan turbin pelton proyek tugas akhir memiliki alur dalam pembuatan. Dapat dilihat pada gambar 20 dibawah ini.



Gambar 3.14. Alur Pembuatan

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan proses pembuatan tugas akhir turbin pelton pembangkit listrik tenaga air skala *picohydro* dapat disimpulkan bahwa :

1. Dalam pengujian projek turbin pelton dengan debit air 1,058 l/s, *runner* yang berdiameter 19 cm dengan 6 buah sudu di dapatkann 133 rpm
2. Pada pengujian ini didapatkan daya sebesar 9,22 V dan arus 0,2 A yang menggunakan spesifikasi generator yang dapat menghasilkan voltase sebesar 120 Volt dan bisa menyalakan 1 sampai 3 lampu secara bersamaan.
3. Setelah melakukan pembuatan turbin pelton pembangkit listrik air skala *picohydro* (PLTPh) lalu sampai pengujian maka dapat diketahui RPM yang di peroleh turbin 133 RPM dan 410 RPM pada generator. Dari RPM yang di dapat menghasilkan daya dan efisiensi, dimana untuk daya hidrolis dihasilkan sebesar 5,173 Watt, sedangkan untuk daya generator dihasilkan sebesar 1,844 watt, dan untuk efisiensi pembangkit listrik tenaga air skala *picohydro* yaitu sebesar 35,6%.

5.2. Saran

Adapun saran dari pembuatan turbin pelton pembangkit listrik tenaga air skala *picohydro* adalah :

1. Sebaiknya projek turbin pelton ini dapat dikembangkan seperti di tambahkan baterai untuk menyimpan energi agar bisa menyalakan lampu dengan watt yang lebih besar lagi.

2. Sebelum melakukan pengambilan data sebaiknya melakukan pengecekan terlebih dahulu komponen *bearing*.
3. sebaiknya dalam projek turbin pelton ini agar lebih efisien di tambahkan nya *nozzel*.

DAFTAR PUSTAKA

- Harmen, Ahmad Yonanda, Amrizal. (2022),”Pemanfaat PLTA Skala Pico Sebagai Solusi Penerangan Untuk Budidaya Ikan Air Tawar Di Pekon Nergi Sakti Kecamatan Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran” Jurnal pengabdian kepada Masyarakat ungu.
- Hatib, Rustan dan Andi Ade Larasakti. (2013). “Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Kinerja Turbin Crossflow”. Jurnal Mekanika, vol.4 no.2
- Irawan Dwi. (2014). “Prototype Turbin Pelton Sebagai Energi Alternatif Mikrohidro Di Lampung”. Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro Vol.3 no.1
- Misbachudin, Muh, Desylita Subang, dkk. (2016).”Perancangan pembangkit listrik Mikro Hidro di desa Kayuni Kabupaten Fakfak Provinsi Papua Barat”. Austent vol.8 No.2
- Muhammad Ibrahim, Iman Dirja, & Viktor Naubnome. (2020). “Rancang BAngun Prototipe PLTPH Sebagai Listrik Penerangan”. Jurnal Energi dan Manufaktur Vol.13 No2.
- Ointu, S., Surusa, F. E. P., & Zainuddin, M. (2020). Studi Perencanaan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Berdasarkan Potensi Air yang Ada di Desa Pinogu. Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering, 2(2), 30-38.
- Subekti, Ridwan Arief, dan susatyo. (2015),”Pengujian prototype turbin head sangat rendah pada suatu saluran aliran air” Bandung pusat penelitian tenaga listrik dan mekatronik
- Yasa, I Putu Bayu Suka, dkk. (2022).”Pengaruh variasi sudut Nozzle terhadap kecepatan putar turbin dan daya output pada Prototype PLMTMH menggunakan turbin Turgo”. Jurnal spektrum vol.9 No.2

LAMPIRAN