

**PERANCANGAN KINCIR AIR MINI
SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *PICOHYDRO* (PLT_{pH})
DI WILAYAH MATA AIR NEGRI SAKTI**

(Tugas Akhir)

Oleh :

Muhammad Farid

(2005101014)



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

**PERANCANGAN KINCIR AIR MINI
SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *PICOHYDRO* (PLTpH)
DI WILAYAH MATA AIR NEGRI SAKTI**

(Proyek Akhir)

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar A.Md.T

Pada Jurusan D3 Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lampung

Oleh :

Muhammad Farid

(2005101014)



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

ABSTRAK

PERANCANGAN KINCIR AIR MINI SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *PICOHYDRO* (PLT_{pH}) DI WILAYAH MATA AIR NEGRI SAKTI

OLEH

MUHAMMAD FARID

Pembangkit listrik tenaga piko hidro 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.

Perancangan ini didasari atas keterbatasan penerangan yang terdapat di wilayah mata air negeri sakti, padahal sekitar daerah tersebut terdapat sumber energi air yang cukup dan memiliki debit yang besar walaupun mempunyai head yang rendah. Sehingga potensi untuk pembangkit listrik dengan memanfaatkan energi air dengan head rendah perlu dikembangkan. Hasil dari perancangan ini di dapatkan *runner* yang berdiameter 19cm dengan sudu berjumlah 6 buah. Dalam melakukan pengujian di dapatkan hasil *voltage* sebesar 9,22 kW dengan debit air sebesar 1,058 l/s dan menghasilkan efesiensi turbin sebesar 35,6%. Sehingga kincir air mini dapat menghidupkan lampu yang membantu masyarakat untuk penerangan mata air di wilayah Negri Sakti Pesawaran

Kata kunci: PLTA, Picohydro, dan kincir air mini

ABSTRACT

DESIGN OF MINI WATERWHEEL AS A PICOHYDRO POWER PLANT (PLTpH) IN THE SAKTI STATE SPRING REGION

By

MUHAMMAD FARID

Piko hydro power plants in principle utilize differences in height and the amount of water discharge per second that exist in the flow of irrigation canals, rivers or waterfalls. This water flow will rotate the turbine shaft so as to produce mechanical energy.

This design is based on the limited lighting found in the natural spring area of the magic country, even though around the area there are sufficient water energy sources and have a large discharge even though it has a low head. So that the potential for power generation by utilizing water energy with a low head needs to be developed. The result of this design was obtained a runner with a diameter of 19cm with 6 spoons. In conducting tests, we obtained voltage results of 9.22 kW with a water discharge of 1,058 l / s and produced turbine efficiency of 35.6%. So that the mini waterwheel can turn on the lights that help the community to illuminate springs in the Negri Sakti Pesawaran area

Keywords: hydropower, Picohydro, and mini waterwheel

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : **PERANCANGAN KINCIR AIR MINI
SEBAGAI PEMBANGKIT TENAGA
PICHYDRO (PLTpH) DI WILAYAH MATA AIR
NEGRI SAKTI**

Nama Mahasiswa : **Muhammad Farid**

Nomer Pokok Mahasiswa : **2005101014**


Jurusan : **Diploma III Teknik Mesin**

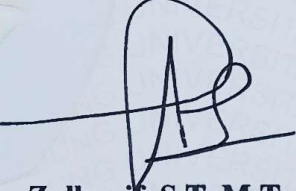
Fakultas : **Teknik Mesin**

MENYETUJUI

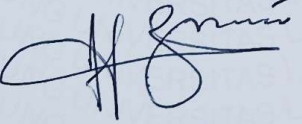
Dosen pembimbing

Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Mesin


Ahmad Yonanda, S.T., M.T.
NIP 19930110 201903 1008


Zulhanif, S.T., M.T.
NIP 197304022000031002

Ketua Jurusan Teknik Mesin

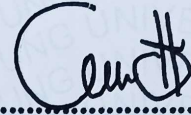

Ir. Gusri A Ibrahim, S.T., M.T., Ph.D
NIP 197108171998021003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Pembimbing

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



Penguji

: **Dr. Harmen, 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 : 6 Maret 2024

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



Muhammad Farid

NPM 2005101014

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 26 mei 2002, meurpakan anak kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan bapak Turyanto dan Elviani. Penulis menyelesaikan pendidikan di SD Muhammadiyah Pringsewu pada tahun 2014 dan selanjutnya penulis menyelesaikan pendidikan di SMP N 1 Pringsewu Pada tahun 2017. Kemudian pada tahun 2020 penulis menyelesaikan pendidikan di SMA N 1 Ambarawa. 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. Pada tanggal 23 februari hingga 23 maret 2023 penulis melaksanakan kerja praktik (KP) di Pertamina Geothermal Energy Uluelu Unit 3 dan 4 dengan judul ***“ANALISA PEFORMANCE COOLING TOWER DI PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY UNI 3”*** Kemudian pada juni tahun 2023 penulis mengerjakan proyek akhir dengan judul ***“PERANCANGAN KINCIR AIR MINI SEBAGAI PEMBANGKIT TENAGA PICOHYDRO (PLT_{pH}) DI WILAYAH MATA AIR NEGRI SAKTI”*** Dibawah bimbingan Bapak Ahmad Yonanda,S.T.,M.T. dan dengan penguji bapak Dr. Harmen,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 ditunjukan untuk memenuhi salah satu syarat yang wajib untuk mencapai gelar Ahli Madya Teknik jenjang Diploma III Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung .Selain itu Proyek akhir ini ditujukan untuk mengamati dan mengetahui secara langsung proses pembuatan kincir air mini sebagai pembangkit tenaga pikohidro yang bermanfaat bagi masyarakat untuk penerangan mata air di desa Negri Sakti Pesawaran. Selama penyusunan proyek akhir berlangsung penulis di bantu dan di berikan saran dari berbagai pihak sehingga terealisasinya laporan proyek akhir ini. Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan serta kelancaran nya proyek akhir ini hingga selesai
2. Kedua orang tua penulis, terutama untuk sang ibu yang sangat penulis cintai dan selalu mendoakan sampai memberikan motivasi yang tidak henti dalam penyusunan proyek akhir ini.
3. Bapak Ir.Gusri Akhyar Ibrahim, S.T.,M.T., Ph.D. Selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung
4. Bapak Zulhanif ,S.T.,M.T., Selaku ketua program studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Lampung

5. Bapak Ahmad Yonanda , S.T.,M.T., selaku pembimbing proyek akhir saya atas kesediaanya memberikan waktu untuk bimbingan saran dan kritik dalam proses penyelesaian Laporan Proyek Akhir
6. Bapak Dr. Harmen, S.T.,M.T., selaku dosen penguji proyek akhir saya yang telah memberikan saran dan kritik 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

Muhammad Farid

NPM 2005101014

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
MENGESAHKAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP	viii
SANWACANA	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 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
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gambaran Umum Desa Negri Sakti	5
2.2 Pengertian PLT _{pH}	6
2.3 Kincir Air	6
2.4 Turbin Air	8
2.4.1.2. Turbin crossflow	10
2.4.1.3. Turbin Turgo	11
2.4.2. Turbin Reaksi	11
2.4.2.1. Turbin Francis	12
2.4.2.2. Turbin Kaplan.....	13
2.5 Grafik Turbin.....	15
2.6 Klasifikasi Kincir air.....	16
2.6.1. Kincir air aliran atas (<i>overshoot</i>).....	16
BAB III METODELOGI PROYEK AKHIR	20
3.1 Tempat dan Waktu Tugas Akhir	20

3.2	Alat.....	21
3.3	Pengelolaan data	22
3.4	Alur Pembuatan Kincir air	24
BAB IV PEMBAHASAN		25
4.1.	Perancangan Komponen Kincir air Menggunakan <i>software design</i>	25
4.2.	Pertimbangan Material.....	29
4.3.	Pengoprasian Kincir air sebagai PLTPH	30
BAB V PENUTUP		31
5.1.	Kesimpulan.....	31
5.2.	Saran	31
DAFTAR PUSTAKA		32
LAMPIRAN		34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lokasi penempatan kincir air	5
Gambar 2. Turbin Pelton.....	9
Gambar 3. Turbin Crossflow	10
Gambar 4. Turbin Turgo	11
Gambar 5. Turbin Francis	13
Gambar 6. Turbin Kaplan	14
Gambar 7. Grafik Turbin	15
Gambar 8. Kincir air (<i>overshoot</i>)	17
Gambar 9. Kincir air (<i>undershoot</i>)	18
Gambar 10. Kincir air (<i>breashoot</i>)	19
Gambar 11. Meteran	21
Gambar 12. Stopwatch.....	22
Gambar 13. Menghitung debit air	23
Gambar 14. Diagram Kerja	24
Gambar 15. Hasil rancangan Kincir air untuk PLTPH	25
Gambar 16. Runner, Sudu, dan Cakram	26
Gambar 17. Rangka Kincir	27
Gambar 18. Generator Kincir	27
Gambar 19. Pulley	28
Gambar 20. Penempatan kincir air mini	30

BAB 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. Meskipun kebutuhan listrik di Indonesia semakin meningkat, banyak cara mendapatkan sumber energi untuk menghasilkan listrik, Contohnya dibuat 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. (Yani, 2018)

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 kincir, namun kebanyakan kincir tersebut memanfaatkan tinggi jatuh air (*head*) sebagai penggeraknya, seperti air terjun dan bendungan. (Juliana et al, 2018).

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 kincir air banyak digunakan. Kincir air bekerja dengan memanfaatkan air jatuh / ketinggian (*head*). Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mempercepat aliran dengan mengatur dimensi saluran masuk (nosel) kincir maupun bentuk sudu.

Kinerja dari suatu kincir air dipengaruhi oleh ketinggian, kecepatan aliran, sudut sudu, jumlah nosel, ukuran aliran dan jumlah sudu. Jumlah sudu Kincir air adalah salah satu variabel yang sangat mempengaruhi putaran dan gaya tangensial dalam menentukan daya dan efisiensi sebuah kincir air . Penambahan jumlah sudu berarti menambah jumlah gaya tangensial sehingga hasilnya 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 kincir air , untuk itu maka penelitian ini diarahkan untuk menentukan jumlah sudu yang ideal dengan kecepatan yang divariasikan dalam menghasilkan daya kincir yang maksimal.(Dwi irawan, 2014).

Pembuatan kincir ini di dasari atas keterbatasan penerangan yang terdapat di daerah mata air tersebut Negri sakti, di disekitar daerah tersebut memiliki sumber mata air dan memiliki *head* yang cukup yaitu 0,5m untuk dapat digunakan sebagai sumber pembangkit listrik tenaga air *picohydro* (PLTpH). Maka untuk memanfaatkan mata air tersebut perlu dikembangkan dengan diperlukannya kincir air .

1.2 Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan dari pembuatan Kincir air adalah sebagai berikut;

1. Mendesain Kincir air yang sederhana menyesuaikan kondisi air yang ada di daerah tersebut dengan pembangkit berjenis *picohydro*
2. Merancang kincir air agar efisien saat di gunakan

1.3 Batasan Masalah

Dari keseluruhan pembahasan perencanaan pembangkit listrik, yang menjadi fokus pada pembahasan laporan tugas akhir ini ialah perancangan pembangkit listrik piko hidro dengan menggunakan kincir air . Adapun di lakukan pada Kincir air ini yaitu dilakukan dengan ketersediaan alat-alat yang ada di laboratorium termodinamika fakultas teknik Universitas Lampung

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

Pada bab ini dijelaskan tentang studi kasus yang diangkat dalam laporan proyek akhir

BAB III METODE PELAKSANAAN TUGAS AKHIR

Berisikan tentang alat untuk perancangan, serta prosedur yang digunakan dalam penulisan laporan ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang hasil dan pembahasan dari *design* dan pengujian yang dilakukan.

BAB V PENUTUP

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

BAB II TINAJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Desa Negri Sakti

Negeri sakti adalah salah satu desa yang berada di wilayah kecamatan Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung, Indonesia. Jumlah penduduk desa Negri Sakti yaitu 5.894 jiwa dengan laki-laki berjumlah 3.015 jiwa dan perempuan berjumlah 2.879 jiwa (Badan Pusat Statistik, 2020).

Selama ini warga hanya memanfaatkan sumber mata air dan aliran sungai sebagai kolam budidaya ikan air tawar dan juga untuk mandi, mencuci serta keperluan lainnya. Banyak air yang terbuang sia-sia melalui sumber mata air didekat sungai tersebut di tambah lagi kurangnya pengetahuan warga terkait pemanfaatan aliran sungai tersebut (Yonanda, 2022)



Gambar 1. Lokasi penempatan kincir air
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2.2 Pengertian PLTpH

Pembangkit listrik tenaga *picohydro* adalah pembangkit listrik yang termasuk kedalam 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 kincir 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 kincir, lalu kincir 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 kincir 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 kincir dan pada generator, bantalan/*bearing* merupakan bagian yang penting yang mana berfungsi menompang dari poros kincir. *Pulley* digunakan untuk mentransmisikan daya, *pulley* yang digunakan ada dua bagian yaitu *pulley* kincir dan *pulley* generator. Perubahan energi dari bentuk mekanik menjadi bentuk energi listrik dan kemudian listrik menjadi bentuk mekanik merupakan konversi energi elektro magnetik. (Ibrahim, 2020)

2.3 Kincir Air

Kincir air adalah kincir adalah peralatan hidrolik untuk merubah energi potensial dan kinetik air menjadi energi mekanik. Ada beberapa tipe kincir air

pada PLTPH yakni: Kincir air aliran atas (*overshoot*), Kincir air aliran tengah (*breashoot*), Kincir air aliran bawah (*undershoot*). Pemilihan kincir sangat penting karena mengkombinasikan pertimbangan dari debit, *head*, kapasitas mengingat kondisi aliran air yang ada di desa negri sakti.

Pada roda kincir terdapat sudu, yaitu suatu konstruksi lempengan dengan bentuk dan penampang tertentu, air sebagai fluida kerja mengalir melalui ruangan diantara sudu tersebut, dengan demikian roda kincir 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)

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 :

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

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)

2.4 Turbin Air

Turbin adalah sebuah mesin berputar yang mengambil energi dari aliran fluida, prinsip kerja turbin adalah dengan menggunakan gerakan fluida yang mengalir baik itu udara atau air, untuk memutar sebuah baling baling atau rotor. Turbin air secara umum dapat di golongkan dalam dua golongan utama, yaitu berdasarkan dari segi pengubahan momentum fluida kerja nya

2.4.1. 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 *Nozzel* 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 geraknya (*runner*). Contohnya adalah kincir air , turbin turgo dan turbin *crossflow*.

2.4.1.1. 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 sepesifik 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 1 dibawah ini.



Gambar 2. Turbin pelton (Sumber: 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 Kincir air 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)

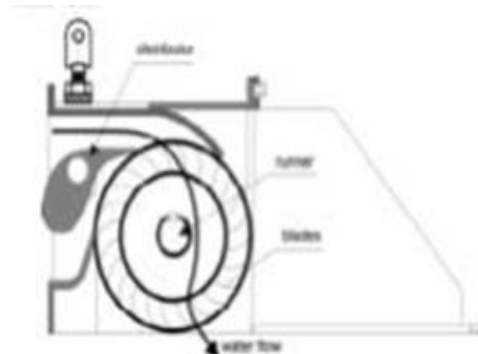
Roda jalan atau *runner* berfungsi untuk memutar poros dari tekanan yang disebabkan air. *Runner* memiliki jumlah sudu yang beragam terhadap diameter *runner* itu sendiri. Dari bagian *runner* yaitu sudu-sudu yang berfungsi menerima tekanan air dan menampung air yang berasal dari nosel sehingga air dapat di

konsentrasikan menjadi putaran. Dari sebuah Kincir air *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.

2.4.1.2. Turbin crossflow

Turbin *crossflow* merupakan jenis turbin implus yang dikenal dengan nama penemunya Michell Banki. Dalam prinsipkerjanya turbin *crossflow* memiliki poros horizontal bekerja dengan cara tekanan air dikonversikan menjadi energi kinetic di *inlet* adaptor. Aliran air yang menyebabkan berputarnya runner setelah berbenturan pertama dengan sudu turbin, kemudian menyilang mendoorng 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 diwabah ini.(Hatib,2013)

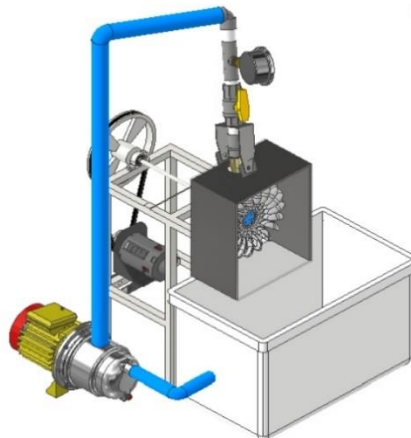


Gambar 3. Turbin Crossflow (Sumber: Hatib, 2013)

2.4.1.3. 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 Kincir air pada tahun 1919. (Surwati, 2019)

Turbin turgo adalah jenis yang sangat sesuai untuk menggantikan Kincir air 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 dibawah ini



Gambar 4. Turbin Turgo (Sumber: Yassa, 2022)

2.4.2. 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

2.4.2.1. 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 dimasukkan ke dalam turbin air bisa dialirkan melalui pengisian air dari atas atau melalui rumah yang berbentuk spiral. Roda jalan semuanya selalau 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 diletakan dengan posisi poros vertikal atau horizontal. Dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini. (Mishbachudin,2016)



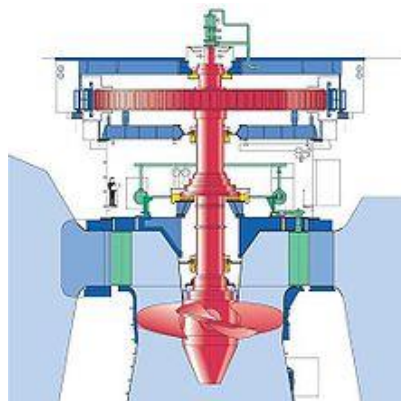
Gambar 5. Turbin Francis (Sumber: Mishbachudin, 2016)

2.4.2.2. Turbin Kaplan

Sesuai dengan persamaan Euler, maka makin kecil tinggi air jatuh yang tersedia makin sedikit belokannya 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 ukurannyapun lebih kecil.

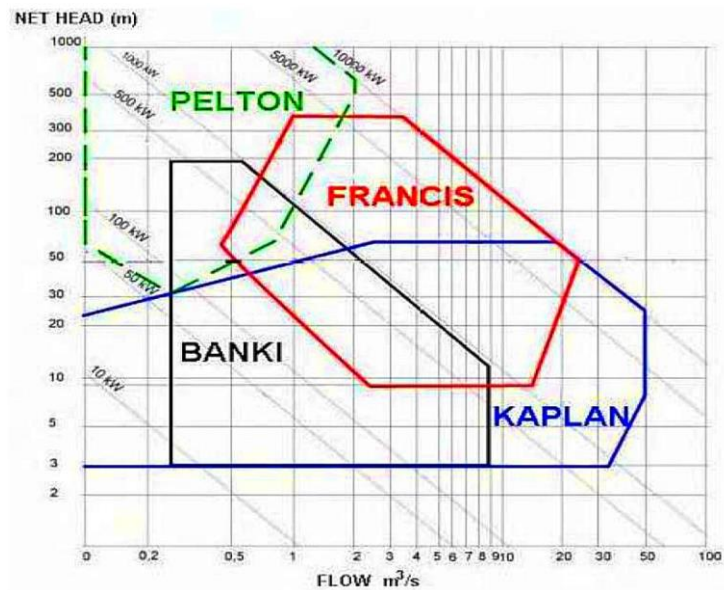
Baling – baling pemandu (inlet guide vanes) adalah sebuah baling – baling yang mengatur besar kecilnya aliran air yang masuk kedalam turbin. Ketika posisi tertutup maka akan sepenuhnya menghentikan aliran air yang menuju ke turbin, begitu pula sebaliknya dengan adanya baling – baling pemandu membuat efisiensi menjadi lebih baik lagi. Sudu – sudu rotor (blades). Ketika aliran air kecil maka sudu – sudu lebih merapat, 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 dibawah ini. (Subekti, 2015).



Gambar 6. Turbin Kaplan (Sumber: Wikipedia, 2020)

2.5 Grafik Turbin

Jenis turbin yang digunakan sangat tergantung dari besarnya debit air (Q) dan tinggi jatuh air yang tersedia, besarnya harga dari debit dan tinggi jatuh air ini dapat dari hasil survey ke lapangan. Secara teoritis dalam perencanaan pemilihan turbin ditentukan berdasarkan kecepatan spesifik, karakteristik turbin, dan debit serta tinggi jatuh air efektif. (Didik sugianto, 2016)



Gambar 7. Grafik turbin (Sumber: Didik Sugianto 2016)

Keterangan:

- Daerah dengan garis biru mempresentasikan turbin kaplan
- Daerah dengan garis merah mempresentasikan turbin francis
- Daerah dengan garis hijau mempresentasikan turbin pelton
- Daerah dengan garis hitam mempresentasikan turbin crossflow

2.6 Klasifikasi Kincir air

Dengan kemajuan ilmu mekanika fluida dan hidrolika serta memperhatikan sumber energi air yang cukup banyak tersedia dipedesaan akhirnya timbullah perencanaan-perencanaan kincir yang divariasikan terhadap tinggi jatuh (*head*) dan debit air yang tersedia. Dari itu maka masalah kincir air menjadi masalah yang menarik dan menjadi objek penelitian untuk mencari sistem, bentuk dan ukuran yang tepat untuk mendapatkan efisiensi kincir yang maksimum.

2.6.1. Kincir air aliran atas (*overshoot*)

Pada kincir air jenis ini, air di masukan ke sudu sudu gerak (*bucket*) melalui bagian atas roda kincir. Kincir air jenis ini murni memanfaatkan gaya berat air untuk beroperasi. Sebenarnya, dapat juga dikatakan ada sebagian kecil dorongan dari air yang di alirkan ke *bucket*. Air dari permukaan atas (*head race*), masuk ke sudu gerak melalui pintu air (*sluice gate*) yang dapat di atur bukaan nya, besar kecil nya bukaan pintu ai ini untuk mengatur putaran kincir air sesuai yang diinginkan, karena pembebanan kincir air yang bervariasi pada waktu yang berbeda. Gaya berat air mendorong sudu penggerak ke bawah, dan membuat kinir berputar. Pada posisi sudu gerak mendekati bagian bawah, isi airnya berangsur menjadi kosong, karena bentuk geometri sudu gerak yang dirancang untuk ini. Rancangan kincir air yang di hasilkan kinerja yang baik, antara lain adalah mengatur sudu gerak sehingga energi air dapat di manfaatkan secara optimal. Kadang posisi kincir diatur agak kebawah, agar pancaran air juga dapat di manfaatkan, pada kondisi ini, roda kincir digerakan oleh sebagian karena gaya berat air, dan sebagian lain oleh dorongan air, adapun kelebihan dan kekurangan dari kincir *overshoot* sebagai berikut :

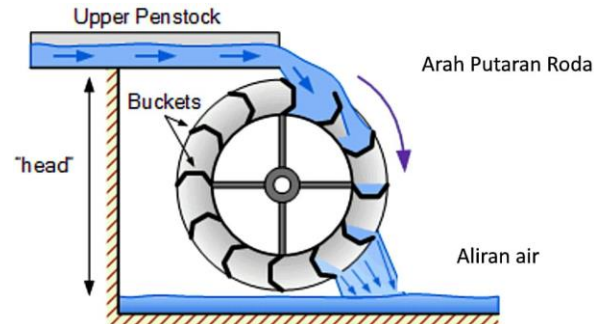
Kelebihan :

- a). Tidak membutuhkan aliran yang deras
- b). Kontruksi yang sederhana

- c). Tingkat efisiensi yang tinggi
- d). Mudah dalam perawatan

Kekurangan:

- a). Karena aliran air berasal dari atas maka banyak kerugian atas air yang tidak mengenai sudu
- b). Tidak dapat diterapkan pada mesin putaran tinggi
- c). Membutuhkan ruang yang lebih luas untuk penampungan
- d). Daya yang dihasilkan relatif kecil



Gambar 8. Kincir air (*overshoot*) (Sumber indraloka,2023)

2.6.2. Kincir air aliran bawah (*undershoot*)

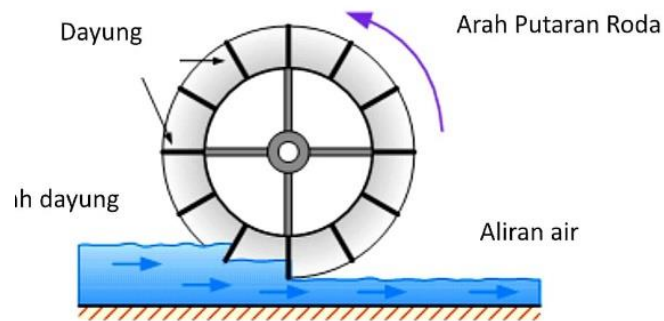
Pada kincir air jenis ini air masuk ke dalam bentuk pancaran air yang menumbuk sudu gerak yang dimana posisi roda kincir berada di bawah atau dasar. Roda kincir hanya berputar karena adanya tumbukan air yang berbentuk pancuran air pada sudu gerak. *Head* potensial dari air mula mula diubah menjadi *head* kecepatan, sebelum air menumbuk sudu gerak. Tipe ini cocok di pasang pada perairan dangkal pada daerah yang rata karena aliran yang dibutuhkan adalah aliran datar. Disini aliran air searah dengan putaran sudu, adapun kelebihan dan kekurangan pada kincir air *undershoot* ini sebagai berikut

Kelebihan:

- a). Kincir air roda *undershoot* dapat digunakan pada aliran yang lebih rendah atau lebih dangkal dibandingkan dengan jenis kincir lain
- b). Desain sederhana dan mudah buat di pahami, membuatnya cocok untuk aplikasi di daerah pedesaan

Kekurangan:

- a). Efisiensi kincir *undershoot* cenderung lebih rendah dibandingkan dengan beberapa jenis kincir air lain nya
- b). Karena paddle berada di bawah air, kincir ini dapat lebih rentan terhadap kerusakan akibat serpihan, kotoran dll



Gambar 9. Kincir air (*undershoot*) (Sumber indraloka,2023)

2.6.3. Kincir air aliran tengah (*breashoot*)

Kincir air tipe *breashoot*, air masuk ke sudu penggerak di ketinggian tengah – tengah roda kincir. Roda digerakkan oleh kombinasi gaya berat air dan dorongan air. Air di alirkan dari permukaan atas masuk ke sudu gerak dari roda kincir melalui sejumlah saluran, yang di buka dan di tutup melalui *rack and pinion*, dan dirancang agar tidak timbul

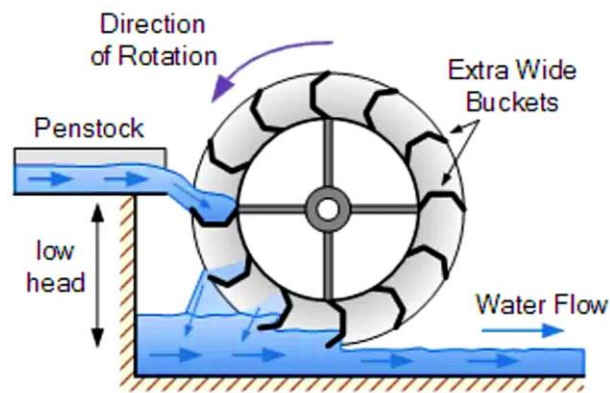
kejutan pada aliran adapun kelebihan dan kekurangan dari kincir aliran tengah (*breashoot*) ini sebagai berikut:

Kelebihan :

- a). Tipe ini lebih efisien di banding (*undershoot*)
- b). Dapat di aplikasikan pada sumber air aliran datar

kekurangan:

- a). Sudu sudu dari tipe ini tidak rata seperti (*undershoot*)
- b). Diperlukan dam pada arus aliran datar
- c). Efisiensi lebih kecil daripada (*overshoot*)



Gambar 10. Kincir air aliran tengah (*breashoot*) (Sumber indraloka,2023)

BAB III METODELOGI PROYEK AKHIR

3.1 Tempat dan Waktu Tugas Akhir

Sebelum melaksanakan tugas akhir pembuatan kincir air, dilakukan persiapan rangkaian tempat dan waktu akan dilaksanakan tugas akhir.

3.1.1. Tempat Tugas akhir

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

3.1.2. Waktu Pelaksanaan Tugas Akhir

Pelaksanaan tugas akhir dilaksanakan pada bulan juni 2023 hingga bulan Desember 2023. Dapat dilihat pada table 1 dibawah ini

Table 1. jadwal kegiatan tugas akhir

No.	Kegiatan	Bulan					
		Juli	Agustus	September	Oktober	November	desember
1.	Persiapan tugas akhir						
2.	Studi literatur						
3.	Perancangan alat dengan metode desain						
4.	Pembuatan alat						
5.	Pengujian						
6.	Pembuatan laporan						

3.2 Alat

Dalam perancangan kincir air di perlukan alat yang digunakan untuk perancangan kincir air . Berikut ini alat-alat yang akan di gunakan:

3.2.1. Alat Perancangan

Dalam melakukan perancangan Kincir airsebelumnya perlu di siapkan yaitu alat-alat yang akan di butuhkan, berikut alat yang perlu di siapkan;

1. Meteran

Meteran digunakan dalam mengukur lebar aliran air, lebar penampung air . Dapat dilihat pada gambar 10 dibawah ini.



Gambar 11. Meteran (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2. Stopwatch

Stopwatch adalah sebuah alat yang di gunakan untuk mengukur waktu, bentuk dari alat ini menyerupai dengan arloji. Tetapi tidak dapat di gunakan sebagai jam, alat ini digunakan untuk mengukur berapa lama waktu yang di butuh kan air untuk memenuhi penampung air, untuk mengetahui debit air



Gambar 12. Stopwatch (Sinar Medika, 2022)

3.3 Pengelolaan data

Untuk mendapatkan hasil unjuk kerja dari kincir air , 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.

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)

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

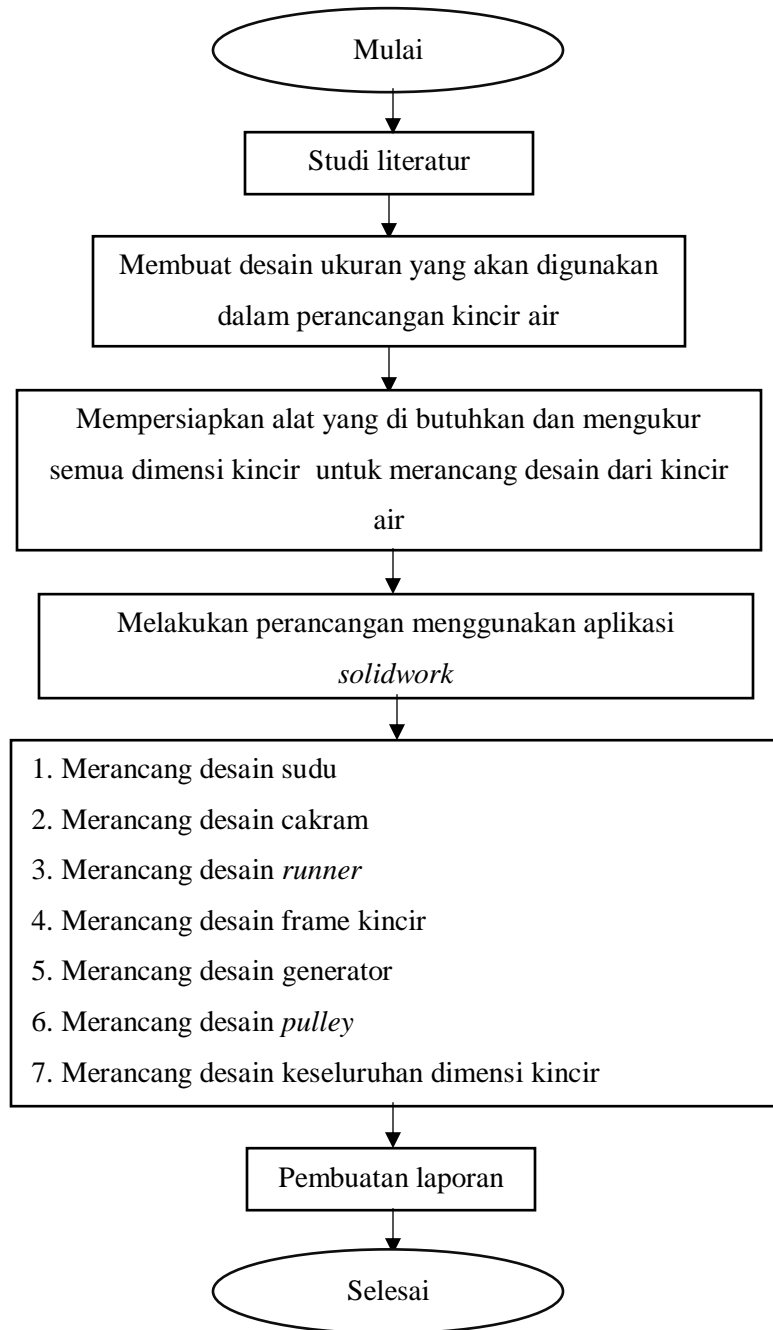
1. Siapkan alat tampung ember 4 liter
2. Dua orang berbagi tugas untuk melakukan pengukuran, satu orang memegang alat tampung, dan satu orang memegang stopwatch dan mencatat hasil.
3. Proses dilakukan dengan aba-aba dari salah satu orang saat melakukan pengukuran, saat aba-aba dimulai lakukan langsung 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



Gambar 13. Menghitung Debit Air

3.4 Alur Pembuatan Kincir air

Pembuatan Kincir air proyek tugas akhir memiliki alur dalam pembuatan. Dapat dilihat pada gambar 11 dibawah ini.



Gambar 14. Diagram Kerja

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari perancangan kincir air mini untuk pembangkit listrik tenaga listrik piko hidro dapat di simpulkan bahwa:

1. Kincir air mini dirancang untuk lebih mudah di gunakan karena lebih hemat waktu dan alat alat yang digunakan juga lebih mudah di jumpai serta memberikan peluang kepada masyarakat stempat untuk menghemat listrik di satu desa
2. Perancangan kincir air mini dirancang sesuai dari bentuk dan ukuran yang telah di sesuaikan dalam perancanganya sehingga pada saat di lakukanya perancangan bentuk kincir telah sesuai

5.2. Saran

Adapun saran dari perancangan kincir air model pelton sebagai pembangkit listrik tenaga air skala *picohydro* adalah:

1. Perancangan kincir air model semi pelton ini lebih dikembangkan lagi sesuai dengan perkembangan teknologi yang semakin hari semakin maju
2. Sebaiknya *project* kincir air model pelton ini di tambahkan baterai untuk menyimpan energi agar bisa menyalakan lampu dengan watt yang lebih besar lagi

DAFTAR PUSTAKA

- Muhammad Saleh Simamora. (2017). “Perancangan Alat Uji Prestasi Kincir Pelton”.
Jurnal Perancangan Alat Uji Prestasi Kincir Pelton
- Irawan Dwi. (2014). “Prototype Kincir air Sebagai Energi Alternatif Mikrohidro Di
Lampung”. Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro Vol.3
no.1
- Ardo Hardaleo Valuby, Yanu Shalahudidin. (2022). “Rancang bangun PLTMH
menggunakan kincir pelton ”. Jurnal JUTEI, vol.4 no.2
- Yasa, I Putu Bayu Suka, dkk. (2022).”Pengaruh variasi sudut Nozzle terhadap
kecepatan putar kincir dan daya output pada Prototype PLMTMH
menggunakan kincir Turgo”. Jurnal spektrum vol.9 No.2
- Misbachudin, Muh, Desylita Subang, dkk. (2016).”Perancangan pembangkit listrik
Mikro Hidro di desa Kayuni Kabupaten Fakfak Provinsi Papua Barat”.
Austent vol.8 No.2
- Subekti, Ridwan Arief, dan susatyo. (2015).”Pengujian prototype kincir *head* sangat
rendah pada suatu saluran aliran air” Bandung pusat penelitian tenaga listrik
dan mekatronik.
- 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.
- Lukman Susanto, Tabah Priangkoso, Dan Darmanto. (2019). “Perancangan Kincir
Pelton Skala Piko Hidro Kapasitas 1 KW”. Majalah Ilmiah Momentum

Ahmad yonanda, Harmen, Akhmad Riszal (2022). “ PLTpH Sebagai Solusi
Penerangan Untuk Budidaya Ikan Air Tawar di Desa Srengsem Kecamatan
Panjang Kota Bandar Lampung