PEMBUATAN DAN PENGUJIAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SKALA LABORATURIUM UNTUK MODEL PEMBELAJARAN

(Tugas Akhir)

Oleh :

FARID DICKY KURNIAWAN

1905101020

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2022

PEMBUATAN DAN PENGUJIAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SKALA LABORATURIUM UNTUK MODEL PEMBELAJARAN

Oleh :

Farid Dicky Kurniawan

Tugas 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

2022

ABSTRAK

PEMBUATAN DAN PENGUJIAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SKALA LABORATURIUM UNTUK MODEL PEMBELAJARAN

Oleh

Farid Dicky Kurniawan

Energi listrik merupakan energi yang mempunyai peran penting bagi masyarakat. Salah satunya yaitu untuk penerangan. Keadaan kelistrikan di Indonesia sekarang ini sangat memprihatinkan apalagi sumber energi fosil yang terdapat di bumi sangat terbatas, dan pada suatu saat akan habis. Oleh karena itu berbagai penelitian dilakukan untuk menemukan sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan. Energi terbarukan lahir sebagai sumber energi alternatif, salah satu sumber energi alternatif yang dapat di kembangkan yaitu turbin air.

Turbin air adalah alat yang merubah energi aliran menjadi energi mekanik poros. Pemilihan jenis turbin yang sesuai untuk suatu pembangkit tenaga listrik tergantung pada karakteristik aliran yaitu tinggi jatuh debit dan debit aliran yang tersedia serta kecepatan turbin. Pembuatan turbin air menggunakan bahan yang mudah didapat di sekitar masyarakat, rangka mesin terbuat dari besi siku menggunakan tabung sebagai tempat penampung air diatas rangka. Kincir sebagai penggerak utama, dibawah kincir terdapat juga penampung air *box container*. Terdapat juga pompa air untuk menaikkan air dari penampung bawah ke penampung atas menggunkan pipa dan terdapat dua pengeluaran air yang satu dari tengah tabung yang satunya dari bawah tabung yang sama-sama menuju ke kincir. Menggunakan batang as ke *pully*, *vbelt*, generator DC dan lampu LED.

Kata kunci : **Turbin air, Energi, Kincir.**

ABSTRACT

MANUFACTURING AND TESTING OF ELECTRICITY ENERATORS LABORATORY SCALE WATER POWER FOR MODELS LEARNING

By

Farid Dicky Kurniawan

Electrical energy is energy that has an important role for society. One of them is for lighting. The current state of electricity in Indonesia is very concerning, especially since the sources of fossil energy found on earth are very limited, and one day they will run out. Therefore, various studies are conducted to find alternative energy sources that can be utilized according to needs. Renewable energy was born as an alternative energy source, one of the alternative energy sources that can be developed is water turbines.

Water turbine is a device that converts flow energy into shaft mechanical energy. The selection of the appropriate type of turbine for a power plant depends on the characteristics of the flow, namely the height of the falling discharge and the available flow rate and the speed of the turbine. Making a water turbine uses materials that are easily available around the community, the engine frame is made of angle iron using a tube as a water reservoir above the frame. The wheel is the prime mover, under the wheel there is also a container box for water. There is also a water pump to raise water from the lower reservoir to the upper reservoir using a pipe and there are two water discharges, one from the middle of the tube and the other from the bottom of the tube which both go to the mill. Using axles to pulleys, vbelts, DC generators and LED lights.

Keywords : **Water turbine, Energy, Pinwheel.**

Judul Proyek Akhir	: **PEMBUATAN DAN PENGUJIAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SKALA LABORATURIUM UNTUK MODEL PEMBELAJARAN**
Nama Mahasiswa	: Farid Dicky Kurniawan
Nomor Pokok Mahasiswa	: **1905101020**
Jurusan	: **Diploma III Teknik Mesin**
Fakultas	: **Teknik**

MENYETUJUI

Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin	Dosen Pembimbing
Agus Sugiri, S.T., M.Eng.	**Dr. Muhammad Irsyad, S.T.,M.T.**
NIP : 197008041998031003	NIP : 197112142000121001

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Amrul, S.T., M.T.
NIP : 197103311999031003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Pembimbing : **Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T.** .....

Penguji : **Agus Sugiri, S.T., M.Eng....** .....

2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung

Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc
NIP.197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Proyek Akhir : **02 Desember 2022**

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

Farid Dicky Kurniawan

NPM. 1905101020

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 02 April 2001, merupakan anak kedua dari dua bersaudara, dari pasangam bapak Muhammad Isnen dan ibu Siti Marwiah. Penulis menyelesaikan pendidikan SD Negeri 3 Waringinsari Timur pada tahun 2013 dan selanjutnya penulis menyelesaikan pendidikan di SMP Negeri 2 Adiluwih pada tahun 2016. Kemudian pada tahun 2019 penulis menyelesaikan pendidikannya di SMK NEGERI Sukoharjo. Sejak 2019 penulis 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 Kerohanian Islam (2020 – 2021) dan Ketua Devisi Kerohanian Islam (2021 – 2022).

Pada tanggal 02 Agustus hingga 02 September 2021 penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di PT. Pertamina (Persero) Refinery Unit III Plaju Sungai-Gerong, Palembang, Sumatra Selatan dengan judul "***PERAWATAN PADA POMPA NaOH P-61-253A/00 DI PT. PERTAMINA (PERSERO) REFINERY UNIT III PLAJU SUNGAI-GERONG".*** Kemudian pada September tahun 2022 penulis mengerjakan Proyek Akhir dengan judul "***PEMBUATAN DAN PENGUJIAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SKALA LABORATURIUM UNTUK MODEL PEMBELAJARAN***". Dibawah bimbingan bapak Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T. dan dengan dosen penguji bapak Agus Sugiri, S.T.,M.Eng.

MOTTO

“Tak pernah ada kata terlambat untuk menjadi apa yang kamu impikan.”

(George Eliot)

“Butuh keberanian, keyakinan, daya tahan, dan tekad yang teguh untuk mengatasi semua rintangan yang membangun jembatan kehidupan."

(John J. Watson)

“Percayalah pada dirimu sendiri. Ciptakan jenis pribadi yang akan membuat Anda bahagia menjalani seluruh hidup Anda.”

“Ketika kita berusaha dengan sekuat tenaga, maka kita akan memperoleh hasil yang sebanding dengan upaya atau usaha yang kita lakukan selama proses mendapatkan hasil, karena tidak ada usaha yang mengkhianati hasil. Ingatlah motivasi sederhana ini, “Hasil tidak akan mengkhianati usaha.”

(MA Khairuddin)

PERSEMBAHAN

Dengan kerendahan hati ini
ku persembahkan tugas akhirku ini untuk :

Ayah, Ibu dan Keluargaku Tercinta

Dan
-

Almamater Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.

Serta

Rekan – Rekan Teknik Mesin 2019
Terkhusus D3 Teknik Mesin2019

SANWACANA

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir sesuai dengan waktu yang ditetapkan. Laporan Proyek Akhir ini ditujukan 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 ditujukan untuk mengamati dan mengetahui secara langsung proses pembuatan pompa hidram yang bermanfaat bagi masyarakat dan khususnya bagi penulis. 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 terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Amrul S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung,
2. Bapak Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T., Pembimbing Proyek Akhir atas kesediaannya memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian Laporan Proyek Akhir ini
3. Bapak Agus Sugiri, S.T., M.Eng., selaku ketua program studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Lampung. Sekaligus dosen Penguji Proyek Akhir. Terima kasih untuk masukan dan saran-saran pada seminar Laporan Proyek Akhir .
4. Kedua Orang tua penulis, Kakak, serta keluarga besar yang penulis cintai dan selalu memberikan do’a, motivasi serta semangat materil maupun moril dalam penyusunan Proyek Akhir ini.
5. Semua temen-temen Teknik Mesin 2019 yang telah memberikan semangat sampai saat ini.

6. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) khususnya HIMATEM angkatan 2019 yang telah banyak memberikan dukungan dan juga semangat dalam penyusunan laporan ini.
7. Teman – teman proyek EBT, Tedy Roynaldo dan Rachmat

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 , 14 Desember 2022

Penulis,

Farid Dicky Kurniawan

NPM : 1905101020

DAFTAR ISI

SANWACANA i

DAFTAR ISI iii

DAFTAR TABEL v

BAB I 1

PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Tujuan 2

1.3 Batasan Masalah 2

1.4 Sistematika Penulisan 2

BAB II 4

TINJAUAN PUSTAKA 4

2.1 Potensi Energi Air 4

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Air 5

2.2.1 Pembangkit Listrik Berskala Besar 7

2.2.2 Pembangkit Listrik Berskala Mini 7

2.2.3 Pembangkit listrik berskala mikrohidro 8

2.3 Turbin Air 9

2.3.1 Komponen Turbin Air 9

2.3.2 Prinsip Kerja Turbin Air 10

2.3.3 Jenis-Jenis Turbin Berdasarkan Bentuk Sudunya Adalah Sebagai Bekikut: 11

2.4. Komponen pembangkit listrik tenaga air 14

BAB III 19

METODOLOGI PROYEK AKHIR 19

3.1 Waktu Dan Tempat..... 19

3.2 Alat dan bahan..... 19

3.3 Diagram alur..... 28

BAB IV 29

HASIL DAN PEMBAHASAN 29

4.1 Pembutan Turbin Air..... 29

4.2 Pembuatan Turbin Air 31

4.3 Perhitungan Daya Dan Tabung 38

BAB V 40

PENUTUP 40

5.1 Kesimpulan..... 40

5.2 Saran..... 41

DAFTAR PUSTAKA..... 42

LAMPIRAN..... 43

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 bahan bahan yang digunakan untukm pembuatan turbin air..... 29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Turbin pelton 12
Gambar 2. 2 Turbin *turgo* 12
Gambar 2. 3 Turbin *crossflow* 13
Gambar 2. 4 Turbin *francis* 13
Gambar 2.5 Bendungan 14
Gambar 2.6 *Reserfoir* 15
Gambar 2.7 *Penstock/*pipa pesat 15
Gambar 2.8 Turbin 16
Gambar 2.9 Generator 17
Gambar 2.10 *Transformator* 17
Gambar 2.11 Jalur Transmisi 18
Gambar 3.1 Mesin las dan palu 20
Gambar 3.2 Gerinda tangan dan bor tangan 20
Gambar 3. 3 Kunci pas 21
Gambar 3. 4 Meteran 21
Gambar 3.5 Penggaris siku dan spidol 22
Gambar 3.6 Besi Siku 22
Gambar 3. 7 Baut dan mur 23
Gambar 3. 8 Elektroda las 23
Gambar 3. 9 Cat besi 23
Gambar 3.10 Penampung air 24
Gambar 3.11 Pipa pvc 24
Gambar 3.12 Sambungan T pipa dan sambungan L pipa 24
Gambar 3.13 Turbin air 25
Gambar 3.14 As poros 25
Gambar 3.15 *Pully* 25
Gambar 3.16 *Belt* 26

Gambar 3.17 Generator 26
Gambar 3.18 Lampu LED 26
Gambar 3.19 Pompa air 27
Gambar 3.20 *Box container* 27
Gambar 3.21 Rangka 27
Gambar 3.22 Diagram alur 28
Gambar 4.1 Rangka mesin sebelum dipasang komponen 30
Gambar 4. 2 Rangka mesin sesudah dipasang komponen 30
Gambar 4.3 Pemotongan besi siku 31
Gambar 4. 4 Pengelasan besi siku menjadi rangka turbin air 32
Gambar 4. 5 Pengeboran rangka turbin air 33
Gambar 4. 6 Pengeboran lubang ditabung 33
Gambar 4. 7 pemotongan pipa untuk sirip-sirip kincir 34
Gambar 4.8 Pengecatan rangka 34
Gambar 4.9 Proses perangkaian komponen turbin 35
Gambar 4.10 Proses penggabungan rangka dengan komponen turbin. 36
Gambar 4.11 *Out put* dari generator lampu 37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan energi yang mempunyai peran penting bagi masyarakat. Salah satunya yaitu untuk penerangan. Keadaan kelistrikan di Indonesia sekarang ini sangat memprihatinkan apalagi sumber energi fosil yang terdapat di bumi sangat terbatas, dan pada suatu saat akan habis.

Perkembangan sistem tenaga listrik di Indonesia dapat dilihat dari pertumbuhan sistem pembangkit listrik di Indonesia. Diketahui bahwa kapasitas terpasang pembangkit tenaga listrik PLN pada tahun 2006 adalah 24,8 GW berdasarkan data Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). Pada tahun yang sama, di bidang ketenaga listrik telah menunjukkan pertumbuhan yang positif dari perhitungan terakhir, yaitu Juni 2020, kapasitas terpasang pembangkit listrik Nasional diketahui telah mencapai 71 GW. Adapun dari kapasitas pembangkit listrik yang terpasang, pembangki listrik non daur ulang berjumlah sebesar 55,7 MW, sementara pembangkit listrik non-BBM berjumlah 10.467 MW (Rakhman, 2019).

Oleh karena itu berbagai penelitian dilakukan untuk menemukan sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan. Energi terbarukan lahir sebagai sumber energi alternatif, salah satu sumber energi alternatif yang dapat di kembangkan yaitu turbin air. Turbin air adalah alat yang merubah energi aliran menjadi energi mekanik poros. Pemilihan jenis turbin yang sesuai untuk suatu pembangkit tenaga mikro hidro tergantung pada karakteristik aliran yaitu tinggi jatuh debit dan debit aliran yang tersedia serta kecepatan turbin.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat pembangkit listrik tenaga air berskala Laboraturium.
2. Memperoleh daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga air.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan laporan proyek akhir ini, yang menjadi fokus pada tugas akhir ini, hanya pada pembuatan turbin air berskala Laboraturium.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan akhir ini disusun dalam 5 bab yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang penulisan laporan, tujuan penulisan proyek akhir, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori-teori yang di perlukan dalam landasan penulisan laporan proyek akhir.

BAB III METODOLOGI PROYEK AKHIR

Dalam bab ini berisikan waktu, tempat pelaksanaan, alat dan bahan yang digunakan dan pembuatan turbin air.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang pembuatan turbin air berskala Laboraturium dari tahap awal sampai tahap akhir.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari proyek akhir.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi tentang literatur-literatur referensi yang menunjang penulisan laporan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Potensi Energi Air

Indonesia adalah salah satu negara dari sekian banyak negara yang memiliki potensi sumber daya air yang cukup banyak. Menurut *Hydro Power Potential Study* (HPPS) potensi tenaga air di Indonesia pada tahun 1983 mencapai 75 GW. Besarnya potensi air tersebut harus diimbangi dengan pengelolaan lingkungan yang baik, sehingga potensi tersebut dapat dijaga kelestariannya. Jika potensi tersebut tidak dijaga kelestariannya bukan tidak mungkin sumber daya air tersebut lama kelamaan akan menurun dan habis. Indonesia merupakan salah satu negara yang sangat kaya akan sumber energi air namun saat ini pemanfaatannya belum maksimal. Inilah yang menjadi tugas kita bersama untuk meningkatkan pemanfaatan sumber energi tersebut.

Jika pemanfaatan energi air dilakukan secara maksimal dan meluas diseluruh wilayah yang ada di Indonesia, maka peluang untuk keluar dari krisis energi akan semakin besar. Menurut Kementerian ESDM (Energi dan Sumber Daya Mineral) potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mini (PLTM) atau Mikro Hidro (PLTMH) yang ada di Indonesia yaitu mencapai 770 MW. Selain potensi PLTM atau PLTMH Indonesaia juga mempunyai potensi PLTA (Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Air) yang cukup besar yaitu diperkirakan sebesar 75.000 MW. Namun hal yang sangat disayangkan dari potensi yang besar tersebut hanya sekitar 6 persen saja yang sudah dikembangkan dan dimanfaatkan secara maksimal (Mafruddin, dkk, 2020).

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Air

Pembangkit listrik tenaga air atau yang biasa dikenal dengan PLTA adalah salah satu jenis sumber energi mekanik yang pertama yang digunakan oleh manusia. PLTA juga merupakan salah satu sumber daya khususnya energi turbin impuls yang terbarukan di Dunia. Penggunaan energi mekanik dari turbin untuk menggerakkan pabrik dan menggiling gandum dan keperluan lainnya dikenal di negara China selama abad ke-1. Pembangkit listrik tenaga air merupakan salah satu bentuk sumber daya energi terbarukan yang bersumber dari tenaga air. Tentunya tenaga air yang bisa dimanfaatkan yaitu air yang mengalir atau air terjun, karena didalam air yang mengalir atau air terjun terdapat sumber energi yang dapat dikonversi menjadi bentuk energi yang lainnya seperti energi mekanik dan energi listrik. Sistem listrik yang bersumber dari tenaga air pertama dikembangkan dan digunakan pada tahun 1880 M (Mafruddin, dkk, 2020).

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari lembaga *International Energy Agency* (IEA), pembangkit listrik tenaga air dengan skala yang besar pada saat ini mampu memberikan suplai energi listrik mencapai 16% dari kebutuhan akan energi listrik di Dunia. Pembangkit listrik tenaga air atau PLTA merupakan pembangkit listrik yang menggunakan energi air baik energi potensial dan maupun energi kinetik untuk memproduksi dan menghasilkan energi listrik. Sehingga debit air akan sangat berpengaruh terhadap jumlah energi listrik yang dihasilkan. Pembangkit listrik terus mengalami perkembangan karena merupakan pembangkit listrik yang ramah lingkungan. Hingga pada tahun 2015 M pembangkit listrik tenaga air mampu memproduksi energi listrik sebesar 16.6% dari total energi listrik di Dunia. Pembangkit listrik tenaga air merupakan pembangkit listrik yang bersumber dari energi terbarukan yang paling baik. Hal tersebut dapat terjadi karena energi listrik yang bersumber dari tenaga air mampu menghasilkan dan memproduksi energi sebesar 70% dari seluruh energi terbarukan.

PLTA diperkirakan akan terus mengalami kenaikan sebesar 3.1% per tahun sampai dengan 25 tahun kedepan. Pembangkit listrik tenaga air yang dihasilkan dari 150 negara dan kawasan Asia-Pasifik mampu menghasilkan 33% dari tenaga air global tahun 2013 M. China merupakan salah satu negara di kawasan Asia yang merupakan produsen terbesar, China adalah produsen pembangkit listrik tenaga air terbesar yang mampu menghasilkan energi listrik sebesar 920 TWh pada tahun 2013 M. Dari pembangkit tersebut China mampu menyumbang energi sebesar 16,9% dari kebutuhan listrik domestik. Biaya yang diperlukan untuk pembangkit listrik tenaga air relatif rendah jika dibandingkan dengan sumber energi yang lain sehingga menjadikannya sebagai salah satu sumber yang kompetitif khususnya untuk sumber energi terbarukan. Pembangkit listrik tenaga air hanya memanfaatkan energi dari air dan tidak menghabiskan air itu sendiri, lain halnya seperti pembangkit listrik batu bara atau gas yang menghabiskan bahan bakar itu sendiri. Pembangkit listrik tenaga air merupakan salah satu dari pembangkit listrik yang *flexibel* karena menggunakan bendungan dan *reservoir* sehingga energi listrik yang dihasilkan dapat dinaikkan atau diturunkan sehingga dapat disesuai dengan kebutuhan.

Pembangkit listrik tenaga air adalah pembangkit listrik yang ramah lingkungan karena tidak menghasilkan gas buang, sehingga pembangunan pembangkit listrik pada suatu wilayah tidak akan menghasilkan limbah. Komponen utama dalam pembangkit listrik tenaga air yaitu turbin dan generator. Turbin air alat yang digunakan sebagai mesin konversi energi kinetik air menjadi energi mekanik. Sedangkan generator merupakan mesin konversi energi mekanik dari turbin menjadi energi listrik. Generator yang dihubungkan ke turbin menggunakan transmisi tertentu yang disesuaikan dengan putaran turbin dan generator itu sendiri. Namun ada sebagian turbin yang tidak menggunakan transmisi tetapi langsung terhubung dengan generator. Dalam pemanfaatan secara luas, pembangkit listrik tidak hanya menggunakan waduk atau air terjun, tetapi dalam bentuk lain seperti

pembangkit listrik yang menggunakan tenaga-tenaga ombak yang sudah banyak digunakan di Kanada.

Klasifikasi PLTA berdasarkan daya dan *head* PLTA dapat di klasifikasikan berdasarkan daya yang dihasilkan, PLTA dapat diimplementasikan baik untuk kegunaan industri atau hanya kegunaan sebagai pembangkit kecil (Nurhening, 2019).

No	Nama	Kapasitas pembangkit
1	PLTA Pikohidro	<0,5 KW
2	PLTA Mikrohidro	0,5 sampai 100 KW
3	PLTA Mini	1 sampai 10 MW
4	PLTA Skala Besar	>10 MW

2.2.1 Pembangkit Listrik Berskala Besar

PLTA dalam skala besar memanfaatkan waduk atau bendungan untuk menghasilkan sumber listrik. Pembangkit listrik berskala besar bisa menghasilkan *output* lebih besar, dari 10 MW hingga bisa mencapai ribuan MW (Megawat). Contohnya saja pembangkit listrik tenaga air Cirata merupakan salah satu pembangkit listrik tenaga air yang terdapat di Indonesia, PLTA Cirata juga merupakan PLTA terbesar di Asia Tenggara dengan kapasitas pembangkitan sebesar 1.008 MW. PLTA Cirata dibangun menggunakan desain *power house* yang berada di bawah tanah. PLTA ini di operasikan oleh PT. Pembangkitan Jawa Bali (PJB) Persero. PT. PJB merupakan anak cabang usaha dari PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) Persero.

2.2.2 Pembangkit Listrik Berskala Mini

Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM). PLTM adalah pembangkit listrik berskala kecil dengan *output* antara 1MW – 10 MW yang memanfaatkan aliran air sebagai sumber tenaga. Prinsip kerja PLTM yaitu memanfaatkan beda tinggi dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran atau sungai. Air yang mengalir lalu diteruskan oleh saluran pembawa lalu akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Turbin air akan memutar generator dan menghasilkan listrik. PLTM termasuk sumber energi terbarukan termasuk ke dalam energi bersih karena ramah lingkungan.

2.2.3 Pembangkit listrik berskala mikrohidro

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro atau yang umum disingkat dengan PLTMH merupakan salah satu alternatif sumber pembangkit energi terbarukan. Pada umumnya pembangkit listrik tenaga mikrohidro atau PLTMH adalah pembangkit listrik yang bersumber dari tenaga air yang menggunakan prinsip "*run-of-river*". Pada prinsip *run-of-rifer* untuk memperoleh atau mendapatkan tinggi jatuh air atau *head* dilakukan dengan mengalihkan sebagian aliran air sungai melalui pipa saluran kesalah satu sisi sungai. Pengalihan aliran air tersebut akan disesuaikan dengan kebutuhan atau sesuai dengan kapasitas daya listrik yang akan dihasilkan dari PLTMH tersebut.

Dengan dasar tersebut maka PLTMH tidak dilakukan dengan membangun bendungan yang besar. Kapasitas daya listrik yang mampu dihasilkan PLTMH berada pada kisaran 5 sampai 100 KW, sehingga menempatkan PLTMH pada salah satu tipe terkecil dari pembangkit listrik tenaga air selain pikohidro. Daya listrik yang dihasilkan PLTMH tidak akan maksimal tidak didasarkan pada perencanaan yang matang. Untuk melakukan perencanaan yang matang diperlukan data-data mengenai kondisi dimana PLTMH

akan diaplikasikan, data yang diperlukan diantaranya yaitu debit air dan *head*. Data tersebut dapat diperoleh dengan melakukan identifikasi atau observasi dengan waktu yang cukup lama dan berbagai musim (penghujan dan kemarau), sehingga data yang didapat akan akurat. Jika observasi hanya dilakukan pada waktu tertentu tidak akan memperoleh data yang akurat karena ketika berbeda musim maka data hasil observasi juga akan berbeda-beda.

2.3 Turbin Air

Turbin Air secara umum dapat diartikan sebagai suatu mesin penggerak mula dengan energi *fluida* kerja berupa air (untuk turbin air) yang digunakan langsung untuk memutar roda turbin. Turbin air merupakan bagian terpenting dalam PLTA yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi energi kinetik dari air menjadi energi mekanik (putaran). Selanjutnya energi mekanik dari turbin ini kemudian dikonversi menjadi energi listrik oleh generator. Turbin air merupakan turbin yang sudah dikembangkan pada abad 19 M dan digunakan untuk pembangkit tenaga listrik atau PLTA. Dalam suatu pembangkit listrik tenaga air (PLTA), turbin air berperan sebagai komponen utama selain generator.

2.3.1 Komponen Turbin Air

Turbin air memiliki dua komponen utama yang mempunyai fungsi dan tugas masing-masing, komponen utama tersebut yaitu rotor dan stator.

1. Rotor

Rotor merupakan bagian dari turbin yang bergerak memutar dan berfungsi menerima tekanan atau momentum dari air. Rotor terdiri dari beberapa bagian diantaranya:

a. Sudu-sudu turbin merupakan bagian dari turbin yang berfungsi menerima beban semburan atau momentum dari air.
b. Poros turbin

   Poros turbin merupakan bagian turbin yang berfungsi menyalurkan aliran tenaga atau energi mekanik yang dihasilkan oleh sudu turbin.
c. Bantalan merupakan bagian turbin yang berfungsi sebagai penutup komponen-komponen turbin dengan tujuan agar tidak mengalami kebocoran pada turbin. Bantalan juga berfungsi mengurangi gesekan antara komponen poros dengan rumah turbin.

2. Stator

Stator merupakan bagian dari turbin yang diam pada sistem, stator terdiri dari beberapa bagian yaitu:

a. *Nozzle* yang berfungi untuk meneruskan aliran *fluida* sehingga kecepatan *fluida* air sebelum masuk kedalam turbin menjadi lebih besar. *Nozzle* juga berfungsi sebagai pengarah aliran air.
b. Rumah turbin berfungsi sebagai tempat atau dudukan dari komponen turbin seperti rotor dan lain-lain.

2.3.2 Prinsip Kerja Turbin Air

Sebuah turbin impuls dapat berputar karena mendapat gaya dorong dari air. Dimana gaya dorong air diperoleh dari perubahan momentum air setelah menumbuk bagian sudu turbin. Besarnya

momentum air sangat dipengaruhi oleh besarnya kecepatan dan laju aliran massa air. Untuk memperoleh daya turbin yang maksimal maka desain sudu harus didesain sedemikian rupa sehingga terjadinya perubahan momentum dapat maksimal. Sedangkan kecepatan *fluida* air dipengaruhi oleh tinggi jatuh air. Sehingga daya yang dihasilkan turbin akan sangat bergantung pada besarnya *head* dan debit air. Turbin air berperan sebagai mesin konversi energi yaitu energi potensial atau energi kinetik menjadi energi mekanik. Konversi energi tersebut terjadi karena air yang mengalir pada nosel dengan kecepatan dan laju aliran massa tertentu disemprotkan kedalam sudu turbin sehingga menyebabkan turbin berputar.

2.3.3 Jenis-Jenis Turbin Berdasarkan Bentuk Sudunya Adalah Sebagai Bekikut:

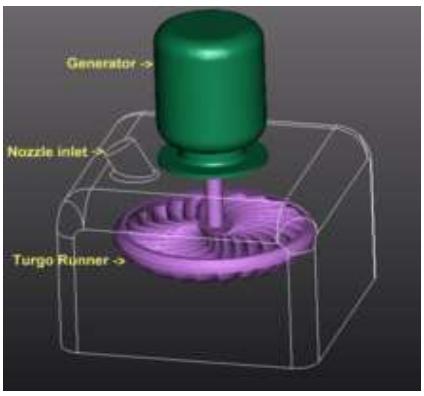
1. Turbin pelton

   Turbin pelton adalah turbin air yang termasuk ke dalam jenis turbin impuls. Sejarahnya turbin ini ditemukan pada tahun 1980 oleh ilmuwan asal Amerika, bernama Lester Pelton. Turbin pelton cocok digunakan untuk pembangkit listrik tenaga air dengan kondisi *head* (tinggi jatuhnya air) lebih dari 300 meter. Pada turbin pelton, debit air dan tekanan air yang besar sangat diperlukan, supaya turbin dapat beputar dengan cepat. Berikut ini gambar turbin pelton.

Gambar 2. 1 Turbin pelton
(sumber : Ilmuteknik.id)

2. Turbin *turgo*

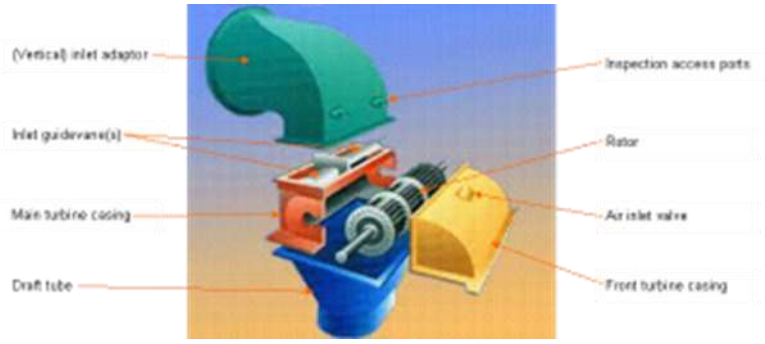
Turbin *turgo* memiliki desain yang hampir sama dengan turbin pleton, perbedaannya hanya terdapat pada sudut sudu-suduya. Turbin ini dapat dioperasikan pada head 30 – 300 m.



Gambar 2. 2 Turbin *turgo*
(sumber : Ilmuteknik.id)

3. Turbin *crossflow*

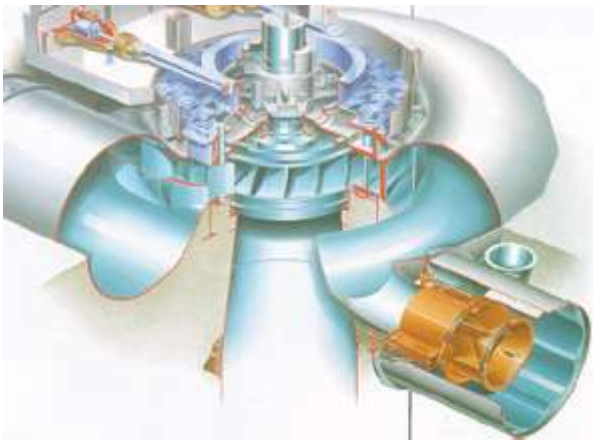
Turbin ini ditemukan oleh *Michell-Banki* sehingga sering disebut juga turbin *Michell-Banki* atau turbin *osberger* (perusahaan pembuatnya). Turbin ini dapat dioperasikan pada debit 10 m^3/dtk, atau pada ketinggian air 1 – 200 m.



Gambar 2. 3 Turbin *crossflow*
(sumber : Ilmuteknik.id)

4. Turbin *francis*

Turbin *francis* ini digunakan pada head 10-300 m, dimana baling-balingnya terbuat dari baja. Turbin akan dipasang diantara sumber air bertekanan tinggi dibagian masuk dan air bertekanan rendah dibagian keluarnya. Turbin ini menggunakan sudu pengarah yang akan menggerakkan air masuk secara tangensial.



Gambar 2. 4 Turbin *francis*
(sumber : Ilmuteknik.id)

2.4. Komponen pembangkit listrik tenaga air

Pembangkit listrik tenaga air secara umum memiliki beberapa bagian yang digunakan di dalam proses pembangkitan tenaga listrik (wahyu, 2019). Bagian-bagian tersebut di antaranya

1. Bendungan

   Bendungan merupakan konstruksi yang berupa urugan tanah, urugan batu, beton, dan atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan serta menampung air, dapat juga dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang atau tailing, atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk. Berfungsi menaikkan permukaan air sungai untuk menciptakan tinggi jatuh air. Selain menyimpan air, bendungan juga dibangun dengan tujuan untuk menyimpan energi.

Gambar 2.5 Bendungan

(Wahyu, 2019)

2. *Reservoir*

   Reservoir ini berfungsi untuk menyimpan atau menaikkan tingkat permukaan air sehingga tinggi jatuh air dapat ditingkatkan yang akan berdampak pada besarnya energi potensial yang diterima oleh turbin.

Gambar 2.6 *Reserfoir*
(Nurhening, dkk, 2019)

3. *Penstock/*pipa pesat

Komponen ini berfungsi untuk mengarahkan aliran air dari bendungan menuju turbin. *Penstock* umumnya dapat dikonstruksikan dari baja ataupun menggunakan beton sebagai bahan dasarnya.

Gambar 2.7 *Penstock/*pipa pesat
(Nurhening, dkk, 2019)

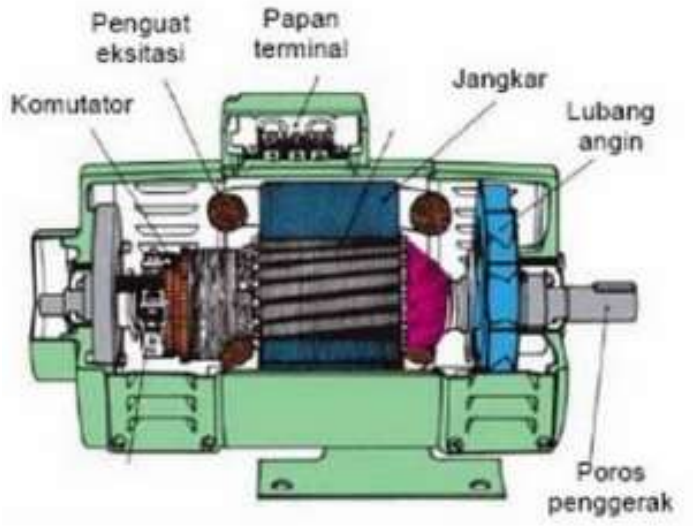
4. Turbin

Turbin impuls dan turbin reaksi adalah jenis turbin yang bekerja karena aliran air, salah satu contohnya adalah turbin jenis pelton. Turbin pelton merupakan turbin yang terdiri dari suatu rangkaian sudu-sudu yang diputar oleh aliran air. Air dipancarkan dari alat yang bernama *nozzle*. Turbin pelton merupakan salah satu jenis turbin air yang paling efisien dan turbin pelton sesuai untuk digunakan untuk pembangkit dengan *head* yang tinggi.

Gambar 2.8 Turbin
(Nurhening, dkk, 2019)

5. Generator

Generator adalah sebuah mesin yang dapat mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik (elektrik). Energi yang menggerakkan generator sendiri sumbernya bermacam macam. Pada pembangkit listrik tenaga angin misalnya generator bergerak karena adanya kincir yang berputar karena angin. Demikian pula pada pembangkit listrik tenaga air yang memanfaatkan energi gerak dari air. Sedang pada pembangkit listrik gerak dari generator didapatkan dari proses pembakaran bahan bakar.



Gambar 2.9 Generator

(Sumber : Wordpress.Com)

6. *Transformator*

Berfungsi untuk menaikkan tegangan yang dihasilkan oleh generator. Umumnya tegangan yang dihasilkan oleh generator 6,3 kilovolt (kV) hingga 11 kilovolt (kV) kemudian dinaikkan menjadi 20 kV atau 150 kV.

Gambar 2.10 *Transformator*

(Nurhening, dkk, 2019)

7. Jalur Transmisi

Berfungsi menyalurkan energi listrik dari PLTA menuju rumah – rumah dan pusat industri.

Gambar 2.11 Jalur Transmisi

(Sumber : Raihasautama.Com)

BAB III

METODOLOGI PROYEK AKHIR

3.1 Waktu Dan Tempat

1. Pada proses pembuatan turbin air berskala Laboraturium dilaksanakan pada tanggal 28 Juli-5 September 2022 di lab Produksi dan lab Termodinamika Universitas lampung.

2. Pada proses pembuatan rangaka turbin air berskala Laboraturium dibuat di lab produksi dan perakitan dilakukan di lab Termodinamika Universitas lampung. Untuk pengujian dan pengambilan data dilakuakan di sekolah Alam Lampung.

3.2 Alat dan bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada pembuatan turbin air adalah sebagai berikut:

1. Alat

   Alat-alat yang diperlukan pada pembuatan turbin air di antaranya adalah sebagai berikut:

   a. Mesin las dan palu

      Mesin las ini digunakan untuk menyambungkan bagian-bagian antara besi siku dan besi siku yang digunakan untuk membuat rangka turbin air. Kemudian palu digunakan untuk memukul bagian yang kurang rata serta untuk memukul kotoran dari hasil pengelasan pada bagian rangka.

Gambar 3.1 Mesin las dan palu

b. Gerinda tangan dan bor tangan

Kegunaan dari mesin gerinda tangan ini digunakan untuk memotong besi siku serta dapat di gunakan untuk meratakan hasil pengelasan dan bekas hasil lasan yang akan dilakukan pengecatan. Kemudian bor digunakan untuk melubangi besi siku pada kerangka.

Gambar 3.2 Gerinda tangan dan bor tangan

c. Kunci Pas

Kunci pas digunakan untuk mengencangkan baut atau sekrup yang menggabungkan komponen yang menempel pada rangka.

Gambar 3. 3 Kunci pas

d. Meteran

Meteran digunakan untuk mengukur panjang dari besi siku, serta bahan-bahan lainya yang akan dilakukan pemotongan.

Gambar 3. 4 Meteran

e. Penggaris siku dan spidol

Spidol ini digunakan untuk membuat garis tipis pada besi yang sedang diukur dengan meteran agar mudah menandainya. Kemudian penggaris siku digunakan untuk meratakan sudut-sudut yang ada pada rangka yang akan dilakukan pengelasan agar tidak terjadi kemiringan yang membuat rangka menjadi presisi dan pada rangka akan kokoh .

Gambar 3.5 Penggaris siku dan spidol

2. Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan turbin air adalah sebagai berikut:

a. Besi siku

Gambar 3.6 Besi Siku

b. Baut dan mur

Gambar 3. 7 Baut dan mur

c. Elektroda las

Gambar 3. 8 Elektroda las

d. Cat besi

Gambar 3. 9 Cat besi

e. Penampung air

Gambar 3.10 Penampung air

f. Pipa pvc

Gambar 3.11 Pipa pvc

g. Sambungan T pipa dan sambungan L pipa

Gambar 3.12 Sambungan T pipa dan sambungan L pipa

h. Turbin air

Gambar 3.13 Turbin air

i. As poros

Gambar 3.14 As poros

j. *pully*

Gambar 3.15 *Pully*

k. *Belt*

Gambar 3.16 *Belt*

l. Generator

Gambar 3.17 Generator

m. Lampu LED

Gambar 3.18 Lampu LED

n. Pompa air

Gambar 3.19 Pompa air

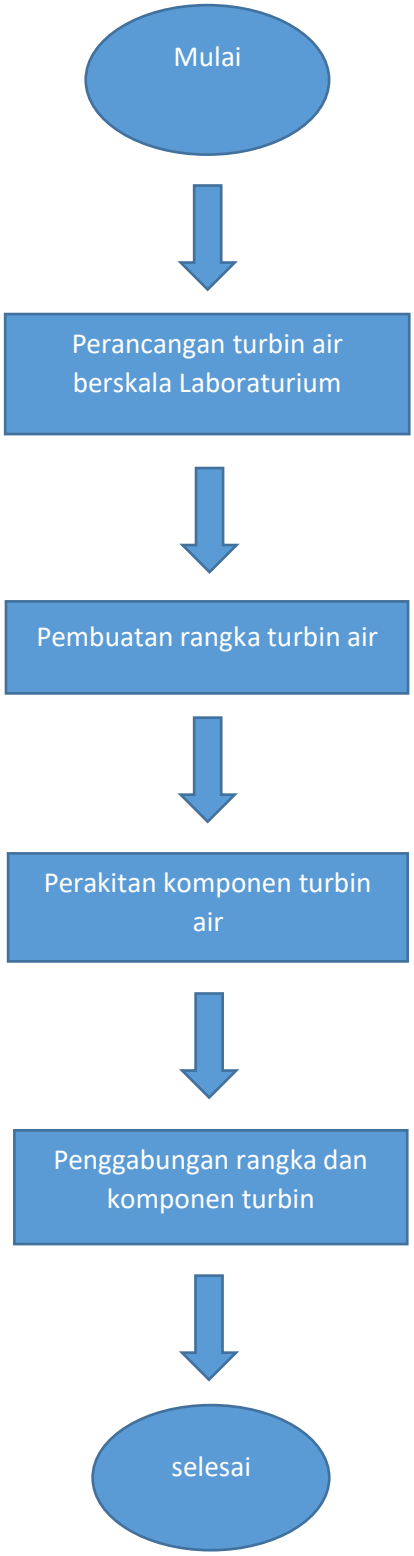
o. *Box container*

Gambar 3.20 *Box container*

p. Rangka

Gambar 3.21 Rangka

3.3 Diagram alur



Gambar 3.22 Diagram alur

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat pada pembuatan turbin air ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan turbin air menggunakan bahan yang mudah didapat di sekitar masyarakat, rangka mesin terbuat dari besi siku menggunakan tabung sebagai tempat penampung air diatas rangka. kincir sebagai penggerak utama, dibawah kincir terdapat juga penampung air *box container*. Terdapat juga pompa air untuk menaikkan air dari penampung bawah ke penampung atas menggunkan pipa dan terdapat dua pengeluaran air yang satu dari tengah tabung yang satunya dari bawah tabung yang sama-sama menuju ke kincir. Menggunakan batang as ke *pully*,*vbelt*, generator DC dan lampu LED.

2. Hasil dari pengujian pertama dan kedua dengan masing masing ketinggian yang berberda menghasilkan daya yang berbeda, untuk yang pertama dengan ketinggian 200 cm menghasilkann daya sebesar 23,375 watt dan pengujian yang kedua dengan ketinggian 155 cm menghasilkan daya sebesar 10,738 watt. Dikarenakan berbeda ketinggian, hasil pengujian pertama lebih besar daya yang dihasilkan.

5.2 Saran

Adapun saran yang didapat dari pembuatan dan pengujian turbin air yaitu sebagai berikut:

1. Pada saat pengujian, *stop* kran tidak bisa dibuka seluruhnya karna akan lebih deras dan tidak terjadi siklus.
2. Sebaiknya *box* penampung yang di bawah rangka harus lebih besar biar air tidak kemana mana.
3. Pada saat pembuatan untuk lobang kelur dari tabung penampung di atas harus lebih presisi dan tidak bocor/rembes.
4. Sebaikanya menggunakan alat bantu siku las magnet agar lebih mudah pada saat pengelasan.

DAFTAR PUSTAKA

Dr.Phil.Nurhening Yuniarti, M. d. (2019). *Modul pembelajaran Pembangkit Tenaga Listrik* . Yogyakarta.

Hidayat, W. (2019). Prinsip Kerja dan Komponen-Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). hal. 1-27.

Mafrudin, S. d. (2020). *TURBIN IMPULS*. Kota Metro-Lampung: CV. LADUNY ALIFATAMA (Penerbit Laduny).

Rakhman, A. (2019). *Perkembangan Sistem Tenaga Listrik di Indonesia dan Tantangannya*. Diambil kembali dari rakhman.net: https: //rakhman.net/serba-serbi/perkembangan-sistem-tenaga-listrik-di-indonesia-dan-tantangannya/. Diakses pada 21 oktober 2022 pukul 21.00 wib.