

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO HIDRO
DENGAN SUMBER AIR KOLAM



Disusun Oleh:
Begi Aprilio
1800820403002

PROGRAM STUDI D III TEKNIK LISTRIK
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2021

LEMBAR PERSETUJUAN
RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO HIDRO
DENGAN SUMBER AIR KOLAM



Disusun Oleh :
BEGI APRILIO
1800820403002

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing
Pada tanggal : 01 September 2021

Dosen Pembimbing I



LEILY WUSTHA JOHAR, ST, MT

Dosen Pembimbing II



FADLI EKA YANDRA, ST, MT

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO HIDRO DENGAN SUMBER AIR KOLAM

Laporan Tugas Akhir Ini Telah Disetujui Oleh Program Studi Teknik Listrik
Diploma III Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi



Nama : **BEGI APRILIO**
NIM : 1800820403002
Hari/Tanggal : Rabu, 01 September 2021
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik

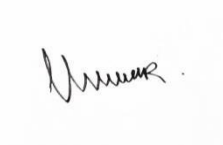
Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik



Dr.Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME.

Ka. Prodi Teknik Listrik



Ir. S. UMAR DJUFRI, MT.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan judul **“Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro dengan Sumber Air Kolam”**

Penulisan proposal tugas akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan kurikulum pada Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Listrik Universitas Batanghari Jambi. Dengan segala kerendahan hati, dalam kesempatan ini perkenankanlah penulis menghaturkan rasa terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Dr.Ir.H.Fakhrul Rozi Yamali, ME. selaku Dekan Fakultas Teknik
2. Bapak Ir. S. Umar Djufri, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik
3. Ibu Leily Wustha Johar, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan dalam penyusunan proposal tugas akhir.
4. Bapak Fadli Eka Yandra,ST, MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dalam penyusunan proposal tugas akhir.
5. Seluruh Teman-teman yang telah banyak membantu dalam memperlancar pelaksanaan pembuatan proposal tugas akhir ini.
6. Semua pihak yang terkait dengan terlaksananya penelitian ini.

Penyusunan dan penulisan proposal tugas akhir ini masih banyak kekurangan mengingat terbatasnya kemampuan pengetahuan yang penulis miliki menyebabkan kurang sempurnanya laporan ini, oleh karena itu penulis mengharapkan koreksi, saran dan pendapat dari semua pihak akan merupakan bantuan yang sangat berarti untuk penyempurnaan laporan ini. Atas segala bantuan, bimbingan dan dorongan yang telah diberikan kepada penulis baik langsung maupun tidak langsung, semoga Allah SWT memberikan imbalan yang berlipat ganda kepada semuanya, Amin.

Jambi, Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

Hal

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Klasifikasi pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)	4
2.2 Bagian-bagian Pembangkit Listrik Tenaga Air	6
2.3 Daya Yang di Bangkitkan.....	12
2.4 Cara Kerja Pembangkit listrik Tenaga Air (PLTA)	14
BAB III METODOLOGI	17
3.1 <i>Flow Chart</i>	17
3.2 Studiliteratur	18
3.3 Alat dan Bahan.....	18
3.4 <i>Layout</i>	19
3.5 Perancangan Alat	19

3.6	Pengujian Alat.....	19
3.7	Data Hasil Uji	20

BAB IV PEMBAHASAN.....21

4.1	Rancang Bangun Alat.....	21
4.2	Prosedur Pengoperasian Alat	29
4.3	Perhitungan dan Analisa.....	30

BAB V PENUTUP.....35

5.1	Kesimpulan.....	35
5.2	Saran.....	35

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Aliran sungai	7
Gambar 2.2 Bendungan.....	8
Gambar 2.3 Turbin.....	9
Gambar 2.4 Transmisi <i>V belt</i> dan Puli	9
Gambar 2.5 Generator AC	10
Gambar 2.6 Generator DC	11
Gambar 2.7 Inverter	12
Gambar 2.8 Cara Kerja PLTA.....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	17
Gambar 3.2 <i>Layout</i>	19
Gambar 4.1 Blok Diagram Rancangan	21
Gambar 4.2 Rancangan Pembangkit Piko Hidro.....	22
Gambar 4.3 Drum	23
Gambar 4.4 Turbin.....	24
Gambar 4.5 Generator.....	24
Gambar 4.6 Sistem Transmisi	25
Gambar 4.7 <i>Buck boost converter</i>	26
Gambar 4.8 Dioda.....	26
Gambar 4.9 Baterai	27
Gambar 4.10 Inverter	27
Gambar 4.11 MCB dan Saklar	28
Gambar 4.12 Beban	29

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Debit aliran air	31
Tabel 4.2 Daya yang dihasilkan turbin	32
Tabel 4.3 Data putaran turbin.....	32
Tabel 4.4 Daya output Generator.....	33

ABSTRAK

Listrik pada saat ini merupakan kebutuhan penting bagi seluruh masyarakat, baik kebutuhan dalam rumah tangga dan juga kebutuhan dalam dunia industri. Jumlah kebutuhan akan energi listrik di Indonesia beberapa tahun belakangan ini terus meningkat seiring dengan jumlah pertumbuhan penduduk meningkat begitu pesat juga pertumbuhan ekonomi yang terus meningkat. Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro merupakan salah satu alternative pembangkit listrik skala kecil. Pembangkit ini dibuat dengan memanfaatkan sumber air kolam sebagai penggerak turbin. Alat utama yang digunakan untuk rancang bangun ini adalah Turbin, Generator, Baterai, Inverter, Pompa air dan Lampu. Tegangan yang dihasilkan dari pembangkit ini yaitu maksimal 14 volt dimana tegangan itu cukup untuk pengisian baterai 12 volt.

Kata kunci : Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro, Turbin, Generator.

ABSTRACT

Electricity at this time is an important need for all people, both for household needs and also for industrial needs. The number of needs for electrical energy in Indonesia in recent years has continued to increase along with the number of population growth that is increasing so rapidly as well as economic growth that continues to increase. Piccohydro power plant is an alternative for small-scale power plants. This plant is made by utilizing a pool water source as a turbine driver. The main tools used for this design are Turbines, Generators, Batteries, Inverters, Water Pumps and Lights. The voltage generated from this generator is a maximum of 14 volts where the voltage is sufficient for charging a 12 volt battery.

Keywords: *Piccohydro Power Plant, Turbine, Generator.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik pada saat ini merupakan kebutuhan penting bagi seluruh masyarakat, baik kebutuhan dalam rumah tangga dan juga kebutuhan dalam dunia industri. Jumlah kebutuhan akan energi listrik di Indonesia beberapa tahun belakangan ini terus meningkat seiring dengan jumlah pertumbuhan penduduk meningkat begitu pesat juga pertumbuhan ekonomi yang terus meningkat.

Untuk mencukupi kebutuhan akan energi listrik sebagian besar disuplai dari sumber energi yang tidak terbarukan (*unrenewable*) seperti gas alam, batu bara, dan BBM. Sedangkan untuk pemanfaatan sumber energi yang terbarukan (*renewable*) antara lain air, angin, dan matahari masih begitu minim dalam pemanfaatannya, untuk itu perlu adanya peningkatan dalam pemanfaatan sumber energi terbarukan tersebut.

Indonesia merupakan negara kepulauan. Dengan banyaknya pulau-pulau tersebut masih banyak terdapat pulau yang dihuni manusia belum menikmati energi listrik. Hal ini dikarenakan oleh akses lokasi yang sulit ke daerah-daerah tersebut, sehingga belum bisa dijangkaunya oleh listrik dari PLN. Dengan ketersediaan sumber energi listrik tidak terbarukan semakin berkurang maka energi air dapat digunakan sebagai salah satu alternatif yang bisa menggantikan energi tidak terbarukan. Daya listrik yang bersumber dari air memanfaatkan energi potensial atau energi kinetik yang diperoleh dari air itu sendiri.

Pembangkit listrik tenaga air adalah pembangkit energi listrik dengan memanfaatkan energi air sebagai pendorong turbin air yang dihubungkan dengan generator. Pembangkit listrik tenaga air sangat membutuhkan konstruksi bangunan khusus, dikarenakan terdapat kendala dalam hal pembangunan untuk pembangkit listrik tenaga air itu sendiri.

Untuk menyuplai listrik pada daerah yang tidak bisa dilayani PLN saat ini banyak dibuat pembangkit listrik dengan kapasitas kecil untuk kebutuhan masyarakat. Dilihat dari besarnya daya yang diperoleh dari pembangkit energi listrik tenaga air, salah satunya ada pembangkit listrik tenaga pikohidro dimana pembangunannya tidak begitu membutuhkan konstruksi yang rumit seperti pembangkit listrik tenaga air dengan besaran daya yang dihasilkan mencapai ribuan kilowatt.

Pembangkit listrik tenaga pikohidro mempunyai kelebihan yaitu mudah dalam pembuatannya, juga memanfaatkan sumber daya alam terbarukan salah satunya adalah aliran air yang ada di lingkungan sekitar pembangkit dan diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif untuk menyalurkan energi listrik ke daerah yang belum disalurkan listrik oleh PLN.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara merancang dan membuat pembangkit listrik tenaga pikohidro?
2. Bagaimana memanfaatkan sirkulasi air kolam sebagai penggerak mula pembangkit listrik tenaga pikohidro ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Tidak membahas efisiensi dari sistem PLTPH.
2. Tidak membahas lebih dalam performa generator yang digunakan.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang, membuat serta menganalisis keluaran pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan memanfaatkan air kolam.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bisa menjadi salah satu solusi untuk membantu masyarakat yang belum tersalurkan listrik tetapi memiliki lingkungan sungai dengan debit air yang rendah.
2. Dapat diaplikasikan pada irigasi kolam ikan sebagai pencatu daya alat perangkap hama.
3. Sebagai referensi dan masukan untuk penelitian selanjutnya serta meningkatkan teknologi dari energi terbarukan pada sektor kelistrikan di Indonesia.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penyusunan laporan kerja praktik ini dibagi dalam 5 bab yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang Latar Belakang Masalah, Perumusan Masalah, Pembatasan Masalah, Tujuan dan Manfaat Penulisan dan Sistematika Penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisikan tentang teori mengenai rancang bangun pembangkit listrik tenaga piko hidro.

BAB III METODOLOGI

Berisi tentang Langkah Langkah yang digunakan untuk penelitian ini.

BAB IV PEMBAHASAN

Berisikan tentang data dan Hasil uji Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro

BAB V PENUTUP

Kesimpulan Berisi tentang dari hasil kegiatan yang diamati dan saran-saran.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah salah satu pembangkit yang memanfaatkan aliran air untuk diubah menjadi energi listrik. Pembangkit listrik ini bekerja dengan cara merubah energi air yang mengalir (dari bendungan atau air terjun) menjadi energi mekanik (dengan bantuan turbin air) dan dari energi mekanik menjadi energi listrik (dengan bantuan generator). Air yang mengalir pada kanal (*penstock*) kemudian melewati turbin atau kincir sehingga menabrak sudu-sudu yang menyebabkan turbin atau kincir air berputar sehingga menyebabkan perputaran poros rotor pada generator yang kemudian menghasilkan energi listrik. Kemudian energi listrik tersebut dialirkan melalui jaringan-jaringan yang telah dibuat, hingga akhirnya energi listrik tersebut sampai ke konsumen.[1]

2.1 Klasifikasi pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Pembangkit listrik tenaga air merupakan pembangkit listrik dengan memanfaatkan air sebagai penggerak mula (*prime mover*). Pembangkit Listrik Tenaga Air mempunyai kapasitas *output* lebih dari 5 Mega Watt (MW) dan ketinggian tekanan air lebih dari 15 meter.[2]

1. Klasifikasi PLTA Berdasarkan Keadaan Hidraulik[2].

a. Pembangkit listrik tenaga air konvensional.

Pembangkit listrik ini menggunakan kekuatan air secara wajar yang diperoleh dari pengaliran air dan sungai.

b. Pembangkit listrik dengan pemompaan kembali air ke kolam.

Pembangkit ini menggunakan konsep putaran kembali air dengan menggunakan pompa, yang dilakukan saat pembangkit melayani tenaga listrik yang tidak begitu berat.

c. Pembangkit listrik tenaga air pasang surut.

Pembangkit jenis ini menggunakan perbedaan antara air pasang dengan air surut, dimana ketika terjadi pasang air berada pada tingkat yang tinggi dan dapat disalurkan kedalam kolam untuk disimpan pada tingkatan tinggi setelah air surut air tersebut dialirkan kembali melalui turbin-turbin, sehingga menghasilkan tenaga.

d. Pembangkit listrik tenaga air yang ditekan. tenaga air digunakan secara umum, dengan mengalihkan air dari sebuah sumber air yang besar, seperti air laut yang masuk ke sebuah penurunan topografis yang alamiah, yang didistribusikan dalam pengoperasian ketinggian tekanan air untuk membangkitkan tenaga listrik. Tingkatan ketinggian air akibat penurunan dikontrol terhadap proses penguapan alam.

2 Klasifikasi Dasar Mengenai Lokasi dan Topografi.[2]

Pembangkit listrik tenaga air dapat berlokasi di daerah pegunungan atau dataran. Biasanya pembangkit listrik di daerah pegunungan bangunan utamanya merupakan bendungan, sedangkan pembangkit listrik di daerah yang datar bangunan utamanya berupa tanggul.

2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

Pembangkit listrik tenaga mikro hidro merupakan klasifikasi dari pembangkit listrik tenaga air skala kecil hal tersebut dikarenakan memiliki *output* sebesar 1 – 100 KW. Mikro hidro sebagai pembangkit listrik yang paling sederhana yang mengandalkan

kontinuitas ketersediaan air dan beda ketinggian. Sumber aliran air yang menghasilkan beda tinggi tidak selalu dalam bentuk air terjun, melainkan perbedaan ketinggian yang dibuat dengan mengandalkan kemiringan sungai. Beda tinggi dibuat dengan membuat saluran dari titik pengambilan (*intek*) menyusuri tebing atau pinggiran sungai menuju titik tertentu yang menghasilkan beda ketinggian yang dikehendaki.[3]

2.1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH)

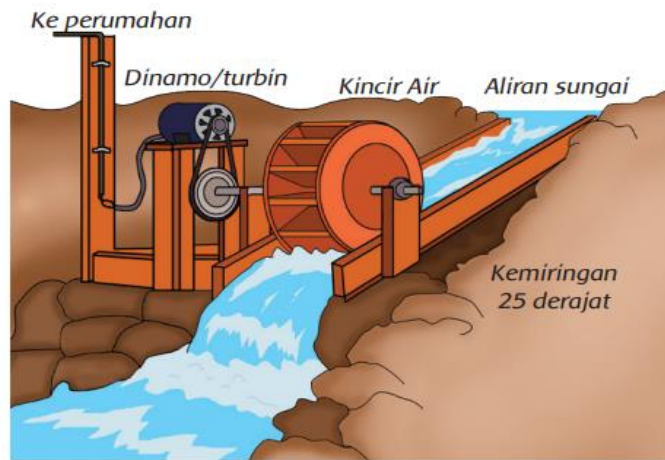
Pembangkit listrik tenaga piko hidro masih termasuk kedalam pembangkit tenaga air skala kecil hal itu dikarenakan *output* yang dihasilkan kurang dari 1 KW.[3] Pembangkit listrik tenaga pikro hidro banyak memanfaatkan aliran-aliran dari irigasi, sungai-sungai yang rendah, serta pada sumber air yang ada tanpa harus berbukit. Hal tersebut dikarenakan pembangkit listrik tenaga pikro hidro dapat bekerja meskipun dengan aliran air yang tidak begitu deras, yaitu dengan memanfaatkan penggunaan sistem bendungan.

2.2 Bagian-bagian Pembangkit Listrik Tenaga Air

2.2.1 Sumber Air

1. Aliran Sungai

Aliran sungai yang layak dijadikan sebagai sumber energi penggerak pada PLTA adalah aliran sungai yang mengalir sepanjang tahun dengan debit air saat musim kemarau maupun penghujan relative stabil.



Gambar 2.1 Aliran sungai[4]

Umumnya karakter sungai tidak terlalu besar tetapi memiliki kemiringan (*gradient*) dan debit air yang layak untuk sumber air dari PLTA.[3]

2. Bendungan

Bendungan dibuat yaitu dengan tujuan untuk menaikkan permukaan air, mengarahkan aliran air, serta membagi aliran air. Bendungan tidak selalu dibuat secara permanen, melainkan bisa hanya sekedar menggunakan susunan batu. Struktur dan kondisi fisik bendungan tergantung dari kondisi dari lokasi, aliran sungai, maupun kebutuhan air yang akan digunakan.[3]



Gambar 2.2 Bendungan[5]

Besarnya tenaga air pada suatu sumber tenaga air bergantung pada tinggi jatuh air dan debit air. Debit air merupakan jumlah air yang mengalir dari suatu titik dengan waktu yang ditentukan meter kubik per detik (m^3/s).

2.2.2 Turbin

Turbin merupakan bagian yang terpenting dari unit PLTA. Pada prinsip turbin air, aliran air berfungsi untuk merubah energi potensial menjadi energi kinetik yang akan memutar rotor (kincir). Dengan menggunakan *belt*, puli (*pulley*) pada rotor yang dihubungkan dengan puli pada generator, sehingga generator dapat menghasilkan energi listrik. Besarnya daya listrik yang dihasilkan tergantung dari debit air dan beda ketinggian di lokasi pembangkit. Untuk pemilihan disain turbin pada kondisi dan karakteristik pada lokasi khususnya beda ketinggian dan debit air yang tersedia. Turbin memiliki karakteristik kekuatan dan kecepatan berputar paling efisien pada kombinasi beda ketinggian dan debit tertentu. Kecepatan putaran turbin biasanya ditentukan oleh beda ketinggian.

Berdasarkan dari beda tinggi, disain turbin dikelompokkan pada beda tinggi yaitu tergolong tinggi (*high head*) diatas 30 meter, sedang

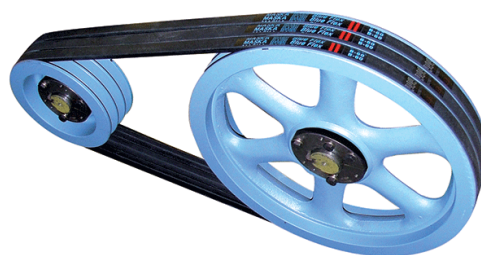
(*medium head*) dengan beda tinggi antara 10-30 meter, dan rendah (*low head*) dengan beda tinggi dibawah 10 meter.[3]



Gambar 2.3 Turbin[6]

2.2.3 Transmisi Putaran Turbin ke Generator

Untuk menghasilkan energi listrik, energi mekanik berupa putaran turbin harus dikirim ke poros generator sehingga bagian rotor generator berputar pada kecepatan yang diinginkan[7]. Proses pengiriman energi mekanik dari turbin ke generator memerlukan media transmisi bisa berupa penggerak langsung, *gearbox*, *V belt* dan puli, *chain* dan *sprocket*, *flat belt* dan puli. [3]



Gambar 2.4 Transmisi *V belt* dan Puli[8]

2.2.4 Generator

Generator listrik adalah mesin listrik yang berfungsi mengubah energi mekanik (putaran) menjadi energi listrik melalui proses induksi elektromagnetik[7]. Generator dibagi dua jenis yaitu generator listrik arus searah (*Direct Current, DC*) dan generator listrik arus bolak-balik (*Alternating Current, AC*).

Generator sinkron (sering disebut alternator) adalah mesin listrik arus bolak balik yang menghasilkan tegangan dan arus bolak balik (*alternating current, AC*) yang bekerja dengan cara merubah energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik dengan adanya induksi medan magnet[9]. Generator AC terdiri dari 2 bagian utama yaitu stator (bagian yang diam), dan rotor (bagian yang bergerak). Perubahan energi disebabkan oleh pergerakan relatif antara medan magnet dengan kumparan pada generator. Pergerakan relatif yaitu terjadinya perubahan medan magnet pada kumparan jangkar atau tempat terbangkitnya tegangan pada generator, yang disebabkan dari pergerakan medan magnet terhadap kumparan jangkar ataupun sebaliknya. Alternator ini yang disebut generator sinkron (sinkron = serempak) hal itu dikarena kecepatan perputaran medan magnet yang terjadi sama dengan kecepatan perputaran rotor generator. Alternator menghasilkan energi listrik bolak balik dan biasanya diproduksi untuk menghasilkan listrik AC 1 fasa ataupun 3 fasa.



Gambar 2.5 Generator AC[10]

Generator satu arah (*Direct Current, DC*) yaitu suatu mesin yang dapat menghasilkan daya listrik arus searah (DC) dengan cara mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan perantara energi magnet[9]. Pada generator DC, energi mekanik diberikan ke rotor generator bersumber dari turbin yang dikopel bersama dengan rotornya. Turbin digerakan oleh energi yang berasal dari mesin diesel, uap panas, air, angin dan lainnya. Generator DC terdiri dari 4 bagian penting yaitu Stator (bagian yang diam), Rotor (bagian yang bergerak, tempat dimana terjadinya proses energi mekanik), Celah udara (tempat dimana terjadinya proses pemindahan energi), Komutator (cincin belah yang terdapat pada rotor yang berfungsi untuk menyearahkan keluarannya).



Gambar 2.6 Generator DC

2.2.5 Inverter

Inverter merupakan perangkat yang digunakan untuk merubah tegangan serah atau DC ke tegangan bolak-balik atau AC. Output yang dihasilkan inverter dapat berupa, gelombang kotak (*square wave*), gelombang sinus (*sine wave*) dan sinus modifikasi (*sine wave modified*). Sumber tegangan pada input inverter bisa menggunakan sumber dari baterai atau sumber tegangan DC lainnya. [11]



Gambar 2.7 Inverter [11]

2.3 Daya Yang di Bangkitkan

Daya yang dibangkitkan tergantung dari besarnya debit air sungai dan tingginya terjun air. Debit air yang digunakan sebagai debit awal adalah debit minimal dari sumber air yang akan digunakan, dimana sepanjang tahunnya digunakan debit minimal dan debit maksimal. Tinggi jatuhnya air tergantung pada kondisi geografis tempat dibangunnya PLTPH tersebut. Energi air inilah yang dapat menggerakkan turbin dan memutar generator penghasil tegangan.

Daya yang dibangkitkan tergantung pada efisiensi keseluruhan (overall efficiency) dari PLTPH yaitu efisiensi turbin (efisiensi hidrolis) dan efisiensi generator.

Debit air yang merupakan volume air yang mengalir persatuan waktu, dapat diperoleh dengan persamaan: [3]

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

dimana :

Q = debit (m³/s)

V = volume air (liter)

T = Waktu (s)

Untuk mencari kecepatan aliran air dapat dihitung sebagai berikut :

$$v = \frac{Q}{A} \dots \dots \dots (2.2)$$

dimana :

v = kecepatan aliran air (m/dt)

Q = debit (m³/s)

A = luas penampang pipa (m²)

Untuk mencari luas penampang pipa digunakan persamaan sebagai berikut:

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana :

A = luas penampang pipa (m²)

π = konstanta (3.14)

D = diameter pipa (m)

Sedangkan gaya yang di bangkitkan dari aliran arus air yang menentukan kincir dapat berputar, dicari dengan persamaan :

$$F = A \times \rho \times v^2 \dots \dots \dots (2.4)$$

dimana :

A = luas penampang pipa (m²)

ρ = densitas air (kg/m³)

v = kecepatan aliran air (m/dt)

Torsi yang di hasilkan kincir ini, di tentukan dengan persamaan

$$T = F \times r \dots \dots \dots (2.5)$$

dimana :

T = torsi (Nm)

F = gaya yang dibangkitkan (N)

r = jari-jari turbin (m)

Daya kincir atau daya turbin (P_T) diperoleh dengan persamaan :

$$P_T = T \times \omega \dots \dots \dots (2.6)$$

dimana :

$$T = \text{Torsi (Nm)}$$

$$\omega = 2\pi n/60$$

Untuk mencari lamanya pengisian pada baterai adalah :

$$t = \frac{AH}{A} \dots \dots \dots (2.7)$$

dimana :

$$t = \text{waktu}$$

$$AH = \text{kapasitas baterai}$$

$$A = \text{arus pengisian/penggunaan}$$

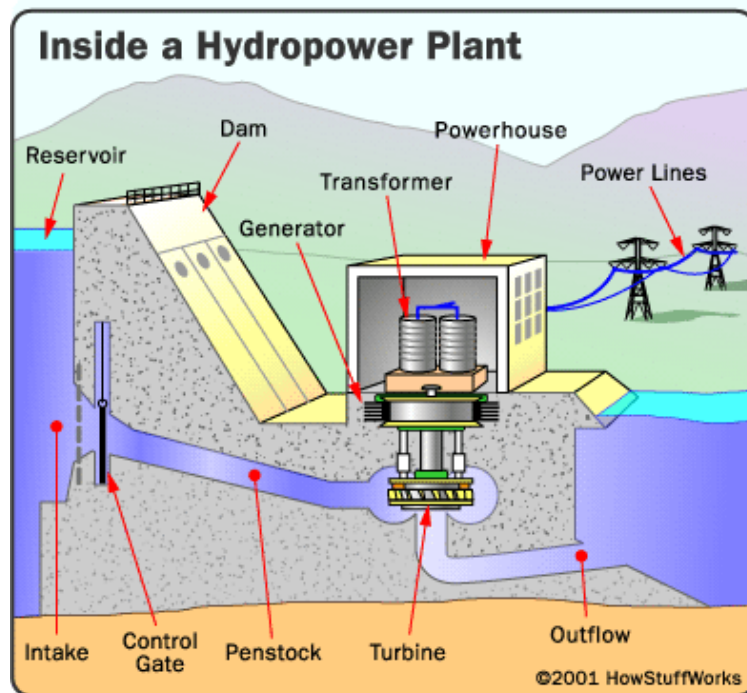
2.4 Cara Kerja Pembangkit listrik Tenaga Air (PLTA)

Pada prinsipnya PLTA mengolah energi potensial (berupa air) diubah menjadi energi kinetik, lalu energi kinetik diubah menjadi energi mekanik dengan aliran air yang menggerakkan turbin, lalu energi mekanik diubah menjadi energi listrik melalui perputaran rotor pada generator. Agar PLTA dapat bekerja secara efisien maka dilakukan dengan cara berikut :

1. Pada sungai yang mengalir dengan debit air yang besar ditampung ke dalam waduk ditunjang menggunakan bangunan bendungan.
2. Selanjutnya air tersebut kemudian dialirkan menggunakan saringan *power intake*.
3. Sehingga masuk ke pipa pesat (*penstock*).
4. Pada ujung pipa dipasang katup utama (*Main Inlet Valve*).
5. Agar air mengalir ke arah turbin, pada katub utamanya akan tertutup dengan otomatis sehingga bila terjadi gangguan dapat di stop agar bisa melakukan perbaikan ataupun pemeliharaan pada turbin. Air yang sudah mempunyai tekanan dan kecepatan yang tinggi (energi kinetik), selanjutnya diubah menjadi energi mekanik yang dialirkan melalui

sirip-sirip pengarah (sudu tetap) untuk mendorong sudu berjalan (*runner*) yang telah terpasang pada turbin.

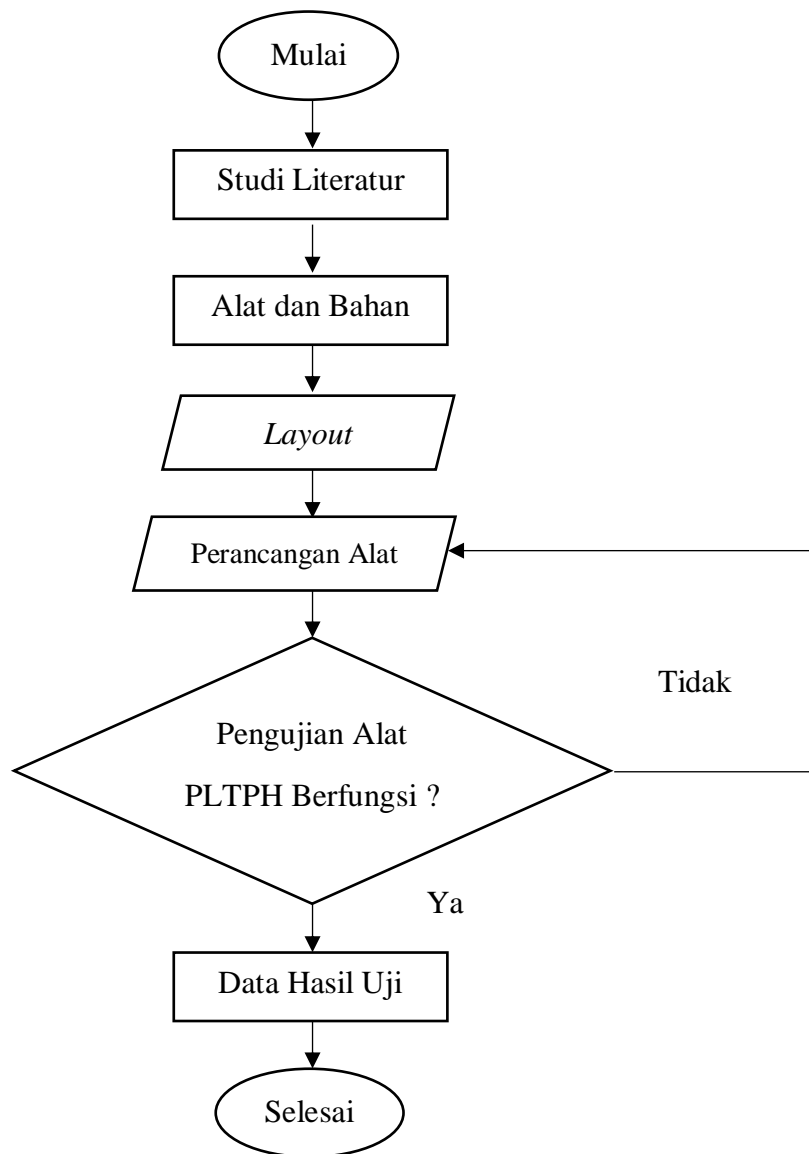
6. Pada turbin, gaya jatuh air mendorong baling-baling sehingga menyebabkan turbin berputar. Selanjutnya turbin merubah energi kinetik yang disebabkan gaya jatuh air menjadi energi mekanik.
7. Generator dihubungkan dengan turbin melalui transmisi putaran sehingga ketika baling-baling turbin berputar maka generator ikut berputar. Generator selanjutnya merubah energi mekanik dari turbin menjadi energi listrik. listrik pada generator terjadi karena kumparan tembaga yang diberi inti besi digerakkan (diputar) dekat magnet. bolak-baliknya kutub magnet akan menggerakkan elektron pada kumparan tembaga sehingga pada ujung-ujung kawat tembaga akan keluar listriknya. Yang kemudian menghasilkan tenaga listrik.
8. Kemudian air keluar melalui *tail race* selanjutnya kembali ke sungai.
9. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh generator masih rendah, maka dari itu tegangan tersebut terlebih dahulu dinaikan.
10. Untuk efisiensi penyaluran energi dari pembangkit ke pusat beban , tegangan tersebut kemudian diatur dan selanjutnya listrik dapat disalurkan ke pusat beban.



Gambar 2.8 Cara Kerja PLTA[1]

BAB III
METODOLOGI

3.1 Flow Chart



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2 Studi Literatur

Mencari referensi-referensi yang berkaitan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH), dengan tujuan untuk mengetahui apa saja yang harus dipersiapkan sebelum memulai proses pembuatan.

3.3 Alat dan Bahan

Setelah mendapatkan referensi, kemudian menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Berikut alat dan bahan yang akan digunakan :

Alat-alat yang akan digunakan.

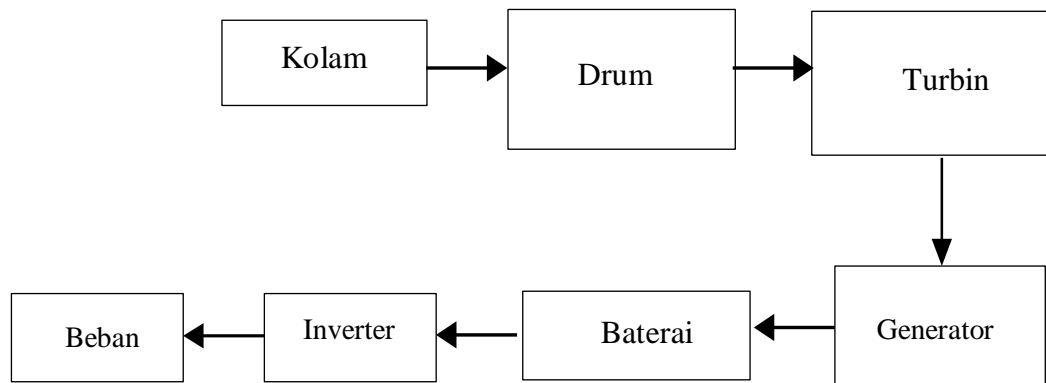
1. Mesin las
2. Mesin bor tangan
3. Mesin gerinda
4. Alat ukur
5. Tang
6. Obeng
7. Tachometer

Bahan-bahan yang diperkirakan akan digunakan

1. Generator DC 12 volt 15 Ampere
2. Drum minyak 300 liter
3. Besi *hollow*
4. Pipa pvc
5. Foot klep pvc
6. Stop kran
7. Elbow
8. Sambungan T
9. Sok drat
10. Sock turunan
11. Sekop pasir
12. Baut
13. Bearing

14. Besi as
15. V belt
16. Puli
17. Dioda 10A
18. *Buck Boost Converter* 20 Ampere 300 watt

3.4 *Layout*



Gambar 3.2 *Layout*

3.5 **Perancangan Alat**

Setelah alat dan bahan yang diperkirakan akan digunakan sudah disiapkan selanjutnya memulai proses perancangan pembangkit listrik tenaga piko hidro dilakukan dari awal hingga selesai.

3.6 **Pengujian Alat**

Setelah proses perancangan alat selesai, selanjutnya melakukan pengujian alat, jika alat yang diuji berhasil maka proses selanjutnya dapat

dilakukan pengambilan data, jika alat yang diuji belum berhasil maka kembali lagi ke proses perancangan alat.

3.7 Data Hasil Uji

Data hasil uji dapat diperoleh ketika alat yang telah dirancang bekerja sesuai dengan yang rancangan.

BAB IV

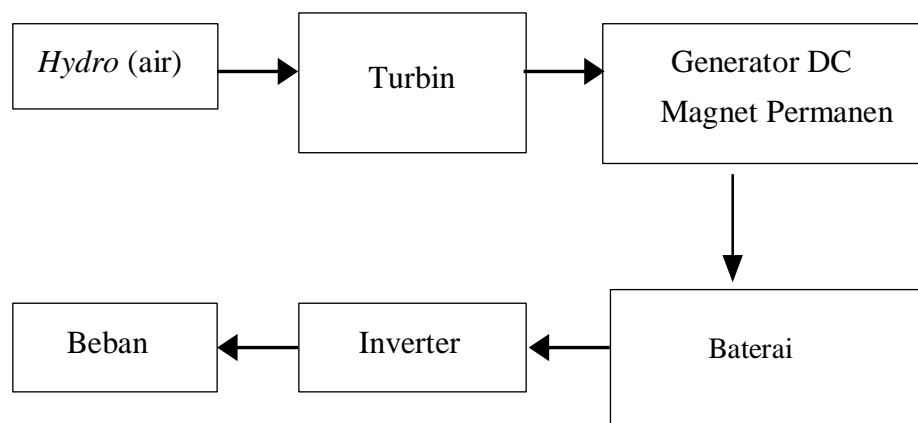
PEMBAHASAN

4.1 Rancang Bangun Alat

4.1.1 Gambar Rancangan

Gambar 4.1 adalah gambar blok diagram rancangan dari alat yang dibuat. Pada gambar terlihat bagian-bagian alat dimulai dari air, turbin, generator, baterai, inverter dan selanjutnya beban.

Gambar 4.2 merupakan foto rancangan alat yang sudah selesai secara keseluruhan.



Gambar 4.1 Blok Diagram Rancangan



Gambar 4.2 Rancangan Pembangkit Piko Hidro

4.1.2 Spesifikasi Alat

1. Drum

Drum digunakan sebagai wadah penampungan air kolam sebelum air tersebut dialirkan untuk memutar turbin. Drum yang digunakan yaitu drum minyak dengan kapasitas 300 liter. Drum diletakan diatas kerangka yang dibuat dari besi hollow dengan ketinggian kurang lebih 2 meter dari permukaan tanah agar air memiliki tekanan yang deras untuk memutar turbin.



Gambar 4.3 Drum

2. Turbin

Turbin yang digunakan merupakan turbin jenis pelton. Bahan yang digunakan untuk membuat turbin terdiri dari *pulley* 8 inci, besi as 1 inci, dan sekop pasir. Diameter turbin yaitu 1 meter yang terdiri dari 8 sudu.



Gambar 4.4 Turbin

3. Generator

Generator yang digunakan adalah generator DC magnet permanen. Output yang dihasilkan dari generator yaitu 12 Volt - 18 Volt, 500 rpm – 1000 rpm, 15 A.



Gambar 4.5 Generator

4. **Sistem Transmisi**

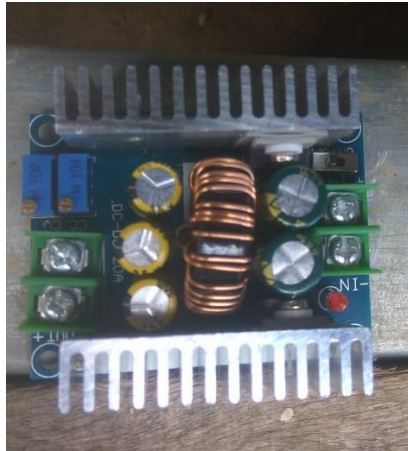
Sistem transmisi yang digunakan yaitu berupa *pulley* dan v-belt. Ukuran pulley yang digunakan yaitu 12 inci yang dipasang pada poros turbin dan 1,5 inci terpasang di poros generator, untuk v-belt yang digunakan yaitu A-52.



Gambar 4.6 Sistem Transmisi

5. ***Buck Boost Converter***

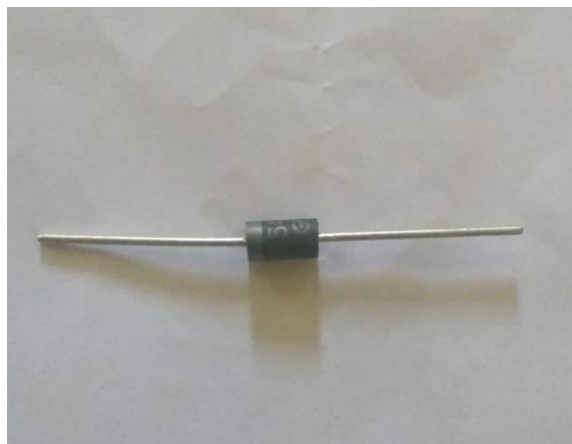
Buck boost converter merupakan sebuah alat yang berfungsi sebagai penstabil tegangan. Alat ini dipasang untuk penstabil tegangan yang masuk dari generator ke baterai. Jenis yang digunakan yaitu DC-DC *Converter* 20A 300 watt.



Gambar 4.7 *Buck boost converter*

6. Dioda

Dioda yaitu sebagai alat tambahan yang digunakan untuk penyearah arus dan juga pembatas tegangan. Dioda dipasang pada rangkaian antara output dari baterai dan input dari inverter juga antara output dari generator dan input pada *buck boost converter*. Dioda yang digunakan yaitu dioda 10 Ampere.



Gambar 4.8 Dioda

7. Baterai

Baterai berfungsi menyimpan energi listrik yang dihasilkan generator sebagai sumber energi untuk menghidupkan beban. Kapasitas baterai yang digunakan yaitu 12 volt 70 Ah.



Gambar 4.9 Baterai

8. Inverter

Inverter berfungsi sebagai pengubah tegangan DC dari baterai menjadi tegangan AC. Jenis inverter yang digunakan yaitu *Pure Sine Wave* 12 volt 500 watt.



Gambar 4.10 Inverter

9. MCB dan Saklar

Mcb berfungsi sebagai pengaman peralatan apabila terjadi gangguan pada beban ataupun korsleting listrik. Mcb yang digunakan yaitu sebesar 4 Ampere dikarenakan daya beban yang digunakan tidak terlalu besar. Mcb dipasang pada keluaran inverter yang menuju ke beban.

Adapun saklar berfungsi sebagai penghubung atau pemutus tegangan dan arus yang dihasilkan generator untuk mencharger baterai. Saklar yang digunakan yaitu saklar tunggal.



Gambar 4.11 MCB dan Saklar

10. Beban

Beban terdiri dari 2 jenis yaitu beban lampu dan beban motor. Beban lampu digunakan sebagai pencahayaan pada kolam sedangkan beban motor yaitu pompa air yang digunakan untuk menaikkan air dari kolam ke dalam drum.



Gambar 4.12 Beban

11. Bahan Lain

Adapun bahan-bahan tambahan lainnya yang digunakan sebagai penunjang dari alat yang dibuat yaitu bearing, pipa pvc, stop kran, turunan pvc, elbow pvc, T pvc, foot klep, lem pipa, sekrup, Kabel NYM, dan seng.

4.2 Prosedur Pengoperasian Alat

Untuk pengoperasian alat tentunya ada prosedur yang harus dijalankan agar alat tersebut bekerja sesuai fungsinya, Adapun prosedur dari pengoperasian alat adalah sebagai berikut :

1. Lakukan pengisian air secara manual ke dalam drum hingga penuh apabila drum dalam keadaan kosong.
2. Jika drum telah terisi air hingga penuh selanjutnya buka kran air pada keluaran drum hingga turbin/kincir berputar.
3. Setelah turbin/kincir berputar selanjutnya pastikan belt terhubung antara puli turbin dengan puli pada generator sehingga generator berputar.
4. Selanjutnya hubungkan generator ke baterai, ketika sudah terhubung on kan posisi saklar untuk proses charger baterai.
5. Hubungkan baterai dengan *inverter* jika telah terhubung kemudian on kan *inverter*.

6. Terakhir untuk menyalakan beban berupa lampu dan mesin air makan on kan posisi mcb.
7. Untuk menghentikan pengoperasian yaitu posisikan off mcb, off kan *inverter*, off kan saklar terakhir tutup kran air.

4.3 Perhitungan dan Analisa

4.3.1 Debit Alir Air

Debit air dapat diperoleh dengan perhitungan volume air dibagi dengan waktu aliran air. Adapun perhitungan pada pengukuran pertama sebagai berikut:

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

$$Q = \frac{300}{4}$$

$$Q = 75 \text{ liter/menit}$$

$$Q = 1,25 \text{ liter/detik}$$

Luas penampang pipa diameter 1 inci dengan turunan 1/2 inci (0,0127 m)

Diperoleh :

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$A = \frac{1}{4} \times 3.14 \times 0,00016$$

$$A = 0,00012 \text{ m}^2$$

Maka kecepatan aliran air dapat dihitung sebagai berikut :

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{0,00125}{0,00012}$$

$$v = 10,41 \text{ m/s}$$

Tabel 4.1 Debit aliran air

No	Posisi kran air	Kecepatan aliran air (m/s)	Debit air (m ³ /s)
1.	Dibuka 1/2	7,5	0,0009
2.	Dibuka 3/4	9,16	0,0011
3.	Dibuka full	10,41	0,00125

4.3.2 Daya yang dihasilkan Turbin

Daya yang dihasilkan oleh turbin berdasarkan pada pengukuran kran air yang dibuka full adalah:

$$F = A \times \rho \times v^2$$

$$F = 0,00012 \times 1000 \times 108,36$$

$$F = 13 \text{ N}$$

$$T = F \times r$$

$$T = 13 \times 0,5$$

$$T = 6,5 \text{ Nm}$$

$$P_{\text{Turbin}} = T \times \omega$$

$$\omega = \frac{2 \times 3,14 \times 48,7}{60} = 5,097 \text{ rad/s}$$

$$P_{\text{Turbin}} = 6,5 \times \frac{2 \times 3,14 \times 48,7}{60}$$

$$P_{\text{Turbin}} = 33,13 \text{ Watt}$$

Tabel 4.2 Daya yang dihasilkan turbin

No	Posisi kran air	Kecepatan keliling turbin (m/s)	Gaya Tangensial Turbin atau F (N)	Torsi (Nm)	Kecepatan putaran sudut atau w (rad/s)	Daya Turbin (Watt)
----	-----------------	---------------------------------	-----------------------------------	------------	----------------------------------------	--------------------

1.	Dibuka 1/2	7,5	6,75	3,37	2,76	9,3
2.	Dibuka 3/4	9,16	10,1	5,05	3,46	17,47
3.	Dibuka full	10,41	13	6,5	5,1	33,15

4.3.3 Kecepatan Putaran Turbin

Untuk mendapatkan kecepatan putaran turbin sesuai dengan yang diinginkan maka ditambahkan transmisi percepat putaran dengan menggunakan *pulley*. Diameter *pulley* 1: 12 inci diameter *pulley* 2: 1,5 inci atau sama dengan 1 : 8 sehingga untuk satu putaran pada turbin dapat menghasilkan 8 delapan putaran pada generator. Berikut ini tabel putaran turbin :

Tabel 4.3 Data putaran turbin

No	Posisi kran air	Putaran Turbin (rpm)	
		Tanpa Beban	Beban
1.	Dibuka 1/2	46,2	26,4
2.	Dibuka 3/4	50,3	33,1
3.	Dibuka full	63,7	48,7

4.3.4 Daya Output Generator

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan hasil berupa teganga yang dihasilkan dari generator, putaran pada generator, putaran turbin, serta arus ang mengalir ketika diberi beban lampu dc 5 watt

Tabel 4.4 Daya output Generator

No	Posisi kran air	Putaran Turbin (rpm)		Kecepatan Generator (RPM)		Tegangan (Volt)		Arus (A)
		TB	B	TB	B	TB	B	
1.	Dibuka 1/2	46,2	26,4	316,8	273,6	12	6	0,83
2.	Dibuka 3/4	50,3	33,1	397,2	316,8	15	8	0,62
3.	Dibuka full	63,7	48,7	584,4	468	18	14	0,35

4.3.5 Pengisian dan Penggunaan Baterai

Berdasarkan dari persamaan 2.7 dapat dicari waktu untuk pengisian pada baterai sehingga diperkirakan lamanya operasi sebagai berikut:

$$t = \frac{\text{KAPASITAS AKI (AH)}}{\text{ARUS PENGISIAN (A)}}$$

Daya output generator yaitu 180 watt, maka :

$$I = \frac{P}{V} = \frac{180}{12} = 15A$$

$$t = \frac{\text{KAPASITAS AKI (AH)}}{\text{ARUS PENGISIAN (A)}} = \frac{70}{15} = 4,66 \text{ jam}$$

maka waktu yang didapat untuk pengisian baterai yaitu 4,66 jam.

Sedangkan untuk lamanya waktu penggunaan baterai yaitu sebagai berikut :

Beban terpasang yaitu : - 6 buah lampu 9 watt

- 1 buah pompa air 125 watt

Total beban yang digunakan yaitu 179 watt, maka :

$$I = \frac{P}{V} = \frac{179}{12} = 14,9 \text{ A}$$

$$t = \frac{\text{KAPASITAS AKI (AH)}}{\text{ARUS PENGGUNAAN (A)}} = \frac{70}{14,9} = 4,69 \text{ jam}$$

maka lamanya waktu penggunaan baterai yaitu 4,69 jam

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil dari perancangan dan pengujian alat pembangkit listrik tenaga pikohidro ini, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Daya yang dihasilkan oleh generator pada alat yang dirancang ini sangat dipengaruhi oleh intensitas debit air, dimana hasil maksimum diperoleh ketika kran air dibuka full maka didapat debit air 1,25 liter per detik dan diuji coba dengan beban lampu dc 5 watt sehingga didapat tegangan 14 volt dan arus sebesar 0,35 Ampere.
2. Lama pengisian baterai dipengaruhi oleh intensitas debit air, dimana pengisian yang paling cepat adalah berada pada saat kran air dibuka full dengan debit air 1,25 liter/detik sehingga lama pengisian sekitar 4,66 jam.
3. Dengan terpasangnya beban yang terdiri dari 6 buah lampu 9 watt dan pompa air 125 watt maka lamanya penggunaan baterai yaitu 4,69 jam

5.2 Saran

Saran untuk hasil dari perancangan dan pengujian alat pembangkit listrik tenaga pikohidro ini sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan pembesaran pipa keluaran dari drum dengan tujuan agar didapatkan debit air yang lebih besar sehingga daya yang dihasilkan generator lebih besar dan bisa mempercepat pengisian baterai.
2. Bisa dilakukan pengembangan menggunakan generator low rpm dan membutuhkan torsi yang rendah sehingga dapat menghasilkan daya generator yang lebih besar agar hasil yang didapat mampu mendekati nilai daya yang dihasilkan turbin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asri, Yessy. & Niwes, Alvin Kurnia. (2016, Oktober). Modul Pembelajaran PLTA Berbasis Augmented Reality. *Kilat Jurnal kajian Ilmu dan Teknologi*. 5(2) 150-155. Diakses pada 5 Juni 2021. <https://stt-pln.e-journal.id/kilat/article/download/694/433/>
- [2] Danker, M.M. & Sarma, K.N. 1991. *Pembangkit Listrik Tenaga Air*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press) Salemba 4. Diakses pada 8 Juni 2021. Tersedia di <https://www.scribd.com/>
- [3] Nugroho, Hunggul Y.S.H. & Sallata, Markus Kudeng. 2015. *PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga mikro hidro)*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- [4] Aliran sungai. <https://detiks.github.io/mudah/post/cara-membuat-pembangkit-listrik-tenaga-mikro-hidro/>. Diakses pada 9 Juni 2021.
- [5] Bendungan. <https://foresteract.com/mikrohidro/>. Diakses pada 9 Juni 2021.
- [6] Turbin. <https://123dok.com/document/7qvj170q-pengujian-sudu-lengkung-prototipe-turbin-terapung-aliran-sungai.html>. Diakses pada 9 Juni 2021.
- [7] Hakim, Lukman. 2019. *Pembangkit listrik Tenaga Air Skala Kecil*. Sleman, Yogyakarta: CV.Budi Utama.
- [8] Transmisi V belt dan Puli. <https://anugerahjayabearing.com/penjelasan-v-belt-dan-pulley-sudah-tau.html>. Diakses pada 9 Juni 2021.
- [9] Anthony, Zuriman. 2018. *Mesin Listrik Dasar*. Sumatra Barat: ITP Press. Diakses pada 9 Juni 2021. <https://kepangkatan.itp.ac.id/Zuriman/2018%20tambahan%20BUKU%20MLD.pdf>.
- [10] Generator AC. <https://akhdanazizan.com/generator-listrik/>. Diakses pada 9 Juni 2021
- [11] Qolbi, M.Shofiyul & Purkuncoro, Aladin Eko. 2019. *Perencanaan Kelistrikan PLTMH Sebagai Energi Listrik Terbarukan*. Institut Teknologi Nasional Malang.

LAMPIRAN





