JCI
Jurnal Cakrawala Ilmiah
Vol.2, No.10, Juni 2023

# RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO MEMANFAATKAN SIRKULASI AIR KOLAM

**Oleh:**
**Leily Wustha Johar[1], Fadli Eka Yandra[2], H. Myson[3]**
**[1]Program Studi Teknik Listrik, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari**
**e-mail: [1]leily.wustha.johar@unbari.ac.id**

**Article History:**
*Received: 20-05-2023*
*Revised: 18-06-2023*
*Accepted: 21-06-2023*

**Keywords:**
*PLC, PLTPH, Turbin, Generator DC, Inverter*

**Abstract:** *Picohydro Power Plant (PLTPH) is designed for water with a small flow, the design of this PLTPH does not require complicated construction with output reaching several kilowatts. This design uses materials that can be found easily and are widely available. The turbine is made using a sand shovel, and the reservoir used is a used drum, using a DC generator, inverter circuit, battery and other supporting tools. This design produces a nominal power of 450 watts which is used for lighting around the pool*

## PENDAHULUAN

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 pemanfaatanya, 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

## 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]

PLTA 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]

### Klasifikasi PLTA Berdasarkan Keadaan Hidraulik.

1. Pembangkit listrik tenaga air konvensional.
   Pembangkit listrik ini menggunakan kekuatan air secara wajar yang diperoleh dari pengaliran air dan sungai.
2. 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.
3. 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.
4. 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 kesebuah 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.

### Klasifikasi Dasar Mengenai Lokasi dan Topografi.

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. 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. 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.

**Bagian-bagian Pembangkit Listrik Tenaga Air**

1. Sumber Air / 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 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 menaikan 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 loksi, aliran sungai, maupun kebutuhan air yang akan digunakan.[3]

Gambar 2. Bendungan[5]

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

3. 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 memilikii 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 3. Turbin[6]

4. 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 4. Transmisi *V belt* dan Puli[8]

5. 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 5. Generator AC[10]

Generator searah (*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 6. Generator DC

6. 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 7. Inverter [11]

***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 dibangunya 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 hidrolik) dan efisiensi generator.* Debit air yang merupakan volume air yang mengalir persatuan waktu, dapat diproleh dengan persamaan: [3]

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{..... (1)}$$

dimana :
Q = debit ($m^3/s$)
V = volume air (liter)
T = Waktu (s)

Untuk mencari kecepatan aliran air dapat dihitung sebagai berikut :

$$v = \frac{Q}{A} \quad \text{..... (2)}$$

dimana :
v = kecepatan aliran air (m/dt)
Q = debit ($m^3/s$)
A = luas penampang pipa ($m^2$)

Untuk mencari luas penampang pipa digunakan persamaan sebagai berikut:

$$A = {}^{1}/_{4} \times \pi \times D^2 \quad \text{..... (3)}$$

dimana :
A = luas penampang pipa ($m^2$)
π = kontanta (3.14)
D = diameter pipa (m)

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

$$F = A \times \rho \times v^2 \quad \ldots\ldots (4)$$

dimana :
A = luas penampang pipa ($m^2$)
$\rho$ = densitas air ($kg/m^3$)
v = kecepatan aliran air (m/dt)

Torsi yang di hasilkan kincir ini, di tentukan dengan persamaan

$$T = F \times r \quad \ldots\ldots (5)$$

dimana :
T = torsi (Nm)
F = gaya yang dibangkitkan (N)
r = jari-jari turbin (m)

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

$$P_T = T \times \omega \quad \ldots\ldots (6)$$

dimana :
T = Torsi (Nm)
ω = $2\pi n/60$

Untuk mencari lamanya pengisian pada baterai adalah :

$$t = \frac{AH}{A} \quad \ldots\ldots (7)$$

dimana :
t = waktu
AH = kapasitas baterai
A = arus pengisian/penggunaan

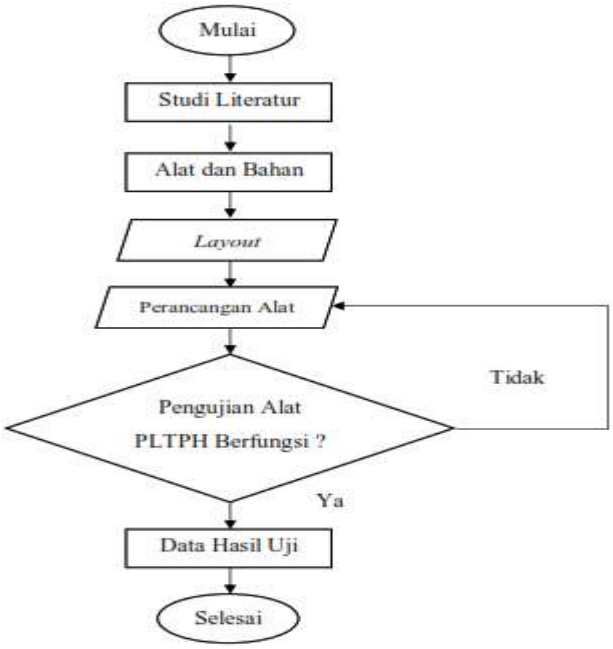
**Cara Kerja Pembangkit listrik Tenaga Air (PLTA)**

Pada prinsipnya PLTA mengolah energi potensial (berupa air) diubah menjadi energi kinetik, lalu energi kinetik diubah menjadi energi mekanik dengan aliran air yang menggerakan turbin, lalu energi mekanik diubah menjadi enargi 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 lisrik.
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 lisrtrik dapat disalurkan ke pusat baban.

**METODE PENELITIAN**

Langkah penelitian dilakukan sesuai diagram alir seperti gambar 8 berikut.




Gambar 8. Diagram alir

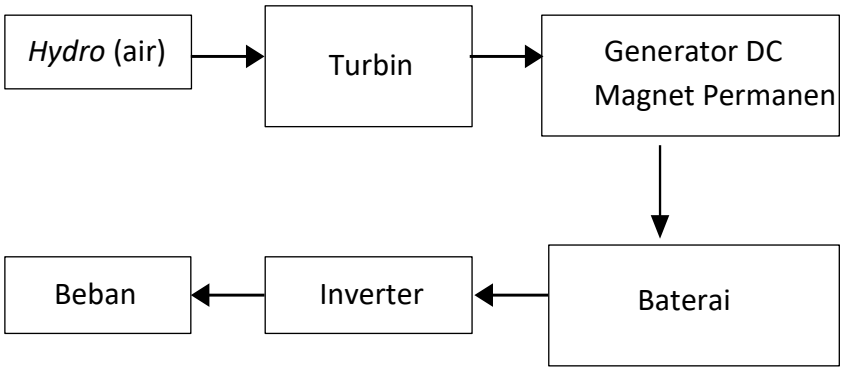
Penelitian dilakukan pada dengan memanfaatkan kolam ikan dengan langkah seperti terlihat pada gambar 8. Langkah awal adalah mencari referensi-referensi yang berkaitan dengan PLTMH, mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan, dilanjutkan dengan membuat lay out alat, merancang dan membuat alat yang diperlukan untuk data penelitian, pengujian alat dan terakhir pengambilan data.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Rancang Bangun Alat

#### Blok Diagram Rancangan

Gambar 8. adalah gambar blok diagram rancangan dari alat yang dibuat. Pada gambar terlihar bagian-bagian alat dimulai dari air, turbin, generator, baterai, inverter dan selanjutnya beban. Sedangkan Gambar 9. merupakan foto rancangan alat yang sudah selesai secara keseluruhan.




Gambar 8. Blok Diagram Rancangan

Gambar 9. Rancangan Pembangkit Piko Hidro

**2. Spesifikasi Alat**

**a. 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 10. Drum

**b. 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 11. Turbin

**c. Generator**

Generator yang digunakan adalah generator DC megnet permanen. Output yang dihasilkan dari generator yaitu 12 Volt - 18 8olt, 500 rpm – 1000 rpm, 15 A.

Gambar 12. Generator

**d. 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 13. Sistem Transmisi

**e. *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 14. *Buck boost converter*

**f. 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.* Dioada yang digunakan yaitu dioda 10 Ampere.

Gambar 15. Dioda

**g. 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 16. Baterai

**h. 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 17. Inverter

**i. 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 18. MCB dan Saklar

**j. 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 19. Beban Lampu dan Pompa Air

**k. 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.

**3. 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 :

a. Lakukan pengisian air secara manual ke dalam drum hingga penuh apabila drum dalam keadaan kosong.
b. Jika drum telah terisi air hingga penuh selanjutnya buka kran air pada keluaran drum hingga turbin/kincir berputar.
c. Setelah turbin/kincir berputar selanjutnya pastikan belt terhubung antara puli turbin dengan puli pada generator sehingga generator berputar.
d. Selanjutnya hubungkan generator ke baterai, keteika sudah terhubung on kan posisi saklar untuk proses charger baterai.
e. Hubungkan baterai dengan *inverter* jika telah terhubung kemudian on kan *inverter*.
f. Terakhir untuk menyalakan beban berupa lampu dan mesin air makan on kan posisi mcb.
g. Untuk menghentikan pengoperasian yaitu posisikan off mcb, off kan *inverter*, off kan saklar terakhir tutup kran air.

**4. Perhitungan dan Analisa**

**a. Debit Alir Air**

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

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{300}{4} = 75\ liter/menit = 1{,}25\ liter\ /detik$$

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

$$A = \frac{1}{4} \text{ x } \pi \text{ x } D^2 = \frac{1}{4} \text{x } 3.14 \text{ x } 0{,}00016 = 0{,}00012 \text{ m}^2$$

Maka kecepatan aliran air dapat dihitung sebagai berikut :

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0{,}00125}{0{,}00012} = 10{,}41 \text{ m/s}$$

Tabel. Perhitungan 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 |

**Daya yang dihasilkan Turbin**

Daya yang dihasilkan oleh turbin berdasarkan pada pengukuran kran air yang

dibuka full adalah:

$F = A \times \rho \times v^2 = 0{,}00012 \times 1000 \times 108{,}36 = 13$ N

$T = F \times r = 13 \times 0{,}5 = 6{,}5$ Nm

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

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

$P_{Turbin} = 6{,}5 \times 5{,}097 = 33{,}13$ Watt

Tabel Perhitungan 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 |

**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 Putaran turbin

| No | Posisi kran air | Putaran Turbin (rpm) | 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 |

**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 Output Generator

| No | Posisi kran air | PutaranTurbin (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 |

**Pengisian dan Penggunaan Baterai**

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

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

Daya output generator yaitu 180 watt, maka :

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

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

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 :

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

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

maka lamanya waktu penggunaan beterai yaitu 4,69 jam

## SIMPULAN

### 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 beterai yaitu 4,69 jam

### 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 pengembangkan 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.

**PENGAKUAN**

Penelitian ini terlaksana dengan baik melibatkan pihak-pihak tertentu yang membantu baik secara moril dan materil, untuk itu diucapkan terima kasih banyak pada warga dan kepala desa Lopak Alai, Kecamatan Kumpeh Ilir, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi yang mengizin penelitian dilaksanakan di wilayahnya.

## 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.

[6] Hakim, Lukman. 2019. *Pembangkit listrik Tenaga Air Skala Kecil.* Sleman, Yogyakarta: CV.Budi Utama.

[7] Transmisi *V belt* dan Puli. *https: / /anugerahjayabearing .com /penjelasan- v-belt-dan-pulley-sudah-tau.html.* Diakses pada 9 Juni 2021.

[8] 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.*

[9] Generator AC. *https://akhdanazizan.com/generator-listrik/*. Diakses pada 9 Juni 2021

[10] Qolbi, M. Shofiyul & Purkuncoro, Aladin Eko. 2019. *Perencanaan Kelistrikan PLTMH Sebagai Energi Listrik Terbarukan.* Institut Teknologi Nasional Malang

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN