

Rancang Bangun Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Air Untuk Rumah Tangga

Syarif Ishak Allkadri

Jurusan Elektro dan Teknik Informatika , Politeknik Negeri Ketapang

Jl. Ranga Sentap-Dalong, Telp: (0534) 303686

syarif.ishak@politap.ac.id

ABSTRACT

Miniature hydropower is a small system or small-scale model of a hydroelectric power plant (PLTA) designed to produce electrical energy from hydropower using principles and components similar to those of a full-scale hydropower plant. Miniature hydropower is designed as a representation or simulation of the actual hydropower, but in a smaller size and lower power capacity. The working principle of a miniature Hydroelectric Power Plant (PLTA) is based on the conversion of the kinetic energy of water into mechanical energy and then into electrical energy. This miniature hydropower plant generates DC current electric energy with water pressure from the help of a Fish Pom machine and a Tape dynamo to rotate the wheel so that the rotation can be transmitted to the generator/dynamo to be used as electricity. This miniature hydropower occurs if when the Pom Fish engine is energized from a source it will put pressure on the water so that the wheel can rotate also assisted by a Tape dynamo which is sourced from a battery charge lamp so that the rotation can move a little fast. The existing load affects the speed of the Blender generator/dynamo because the power generated is limited, therefore with the help of the Drill Cas Battery it will have an impact on the resulting rotation, so that the power generated is maximized towards the load.

Keywords: *Miniature Hydropower, Pom Fish Machine, Dynamo Tape, Battery Cas Lamp, Waterwheel, Dinamo Blender, Drill Battery Cas, and DC Current.*

ABSTRAK

Miniatur PLTA adalah sebuah sistem kecil atau model skala kecil dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang dirancang untuk menghasilkan energi listrik dari tenaga air dengan menggunakan prinsip dan komponen yang serupa dengan PLTA skala penuh. Miniatur PLTA dirancang sebagai representasi atau simulasi dari PLTA yang sebenarnya, tetapi dalam ukuran yang lebih kecil dan kapasitas daya yang lebih rendah. Prinsip kerja miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) didasarkan pada konversi energi kinetik air menjadi energi mekanik dan selanjutnya menjadi energi listrik. Miniatur PLTA ini menghasilkan energi listrik arus DC dengan tekanan air dari bantuan mesin Pom Ikan dan dinamo *Tape* untuk memutar kincir agar dapat ditransmisikan putaran tersebut ke generator/dinamo untuk dijadikan aliran listrik. Miniatur PLTA ini terjadi jika saat mesin Pom Ikan tersebut dialiri dari sumber akan membuat tekanan pada pada air sehingga kincir dapat berputar juga dibantu dari dinamo *Tape* yang bersumber dari baterai lampu cas agar putaran tersebut dapat bergerak sedikit cepat yang kemudian, generator/dinamo Blender bergerak berputar untuk menghasilkan listrik dimana aliran listrik ini dialiri menuju ke beban yang ada. Beban yang ada mempengaruhi kecepatan pada generator/dinamo Blender karena daya yang dihasilkan terbatas, maka dari itu dengan bantuan dari Baterai Bor Cas akan memberikan dampak kepada putaran yang dihasilkan, agar daya yang dihasilkan menjadi maksima menuju ke beban.

Kata kunci : *Miniatur PLTA, Mesin Pom Ikan, Dinamo Tape, Baterai Lampu Cas, Kincir Air, Dinamo Blender, Baterai Bor Cas, dan Arus DC.*

1. PENDAHULUAN

Saat ini kebutuhan listrik meningkat sehingga membuat manusia menggantungkan aktivitasnya kepada tenaga listrik. Dari mulai penerangan sampai ke mesin – mesin produksi semuanya saat ini telah mengandalkan energi listrik sebagai sumber tenaga penggerak. Tanpa energi listrik, kehidupan manusia saat ini akan mengalami banyak kemunduran atau pun hambatan.

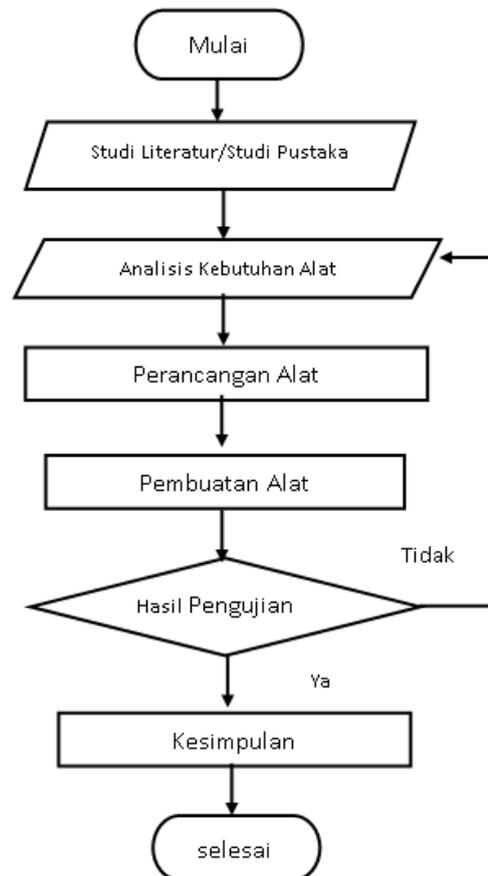
Banyak manusia yang sudah merasakan manfaat dari tenaga listrik untuk kehidupan sehari-hari. Seperti kita ketahui tenaga listrik memiliki sumber energi listrik untuk digunakan kebutuhan manusia yang disebut Pembangkit Listrik. Pembangkit listrik ini menjadi sumber energi listrik yang komponen utamanya tenaga penggerak turbin dan generator. Dalam hal ini pembangkit listrik merupakan sumber energi listrik terbesar yang umumnya dilakukan oleh suatu industri dengan berbagai sumber tenaga seperti air, minyak bumi, matahari, dan lain sebagainya.

Air adalah satu-satunya sumber pembangkit listrik. Itu tidak tergantung pada bahan bakar lain yang harganya terus meningkat di pasar. Tidak ada bahan impor lain yang diperlukan setelah pabrik didirikan, biaya produksi sangat rendah jika dibandingkan dengan pembangkit listrik lainnya.

Seiring perkembangan zaman pembangkit listrik tidak hanya didapat dari perusahaan yang menyediakan energi listrik. Pembangkit listrik juga sudah menjadi inovasi baru untuk manusia dalam menyediakan energi listrik. Maka dari itu penulis mencoba untuk membuat rancangan dengan judul **“RANCANG BANGUN MINIATUR PENMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR UNTUK RUMAH TANGGA”**. Pembangkit listrik ini merupakan energi yang ramah lingkungan, bebas dari karbon emisi, dan tidak menyebabkan polusi yang berakibat efek rumah kaca. Listrik dihasilkan dari air sehingga pembangkit listrik tenaga air tidak bergantung pada bahan bakar fosil yang harganya terus meningkat di pasaran saat ini. Dengan menggunakan miniatur PLTA dalam proses pembelajaran mahasiswa dan masyarakat dapat belajar tentang sumber energi alternatif dan pentingnya konservasi energi untuk masa depan yang berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Berikut adalah diagram alir perencanaan dalam penyusunan proyek akhir :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

1. Studi Literatur/Studi Pustaka

Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan data pustaka, membaca dan mencatat informasi baik dalam buku, jurnal, internet, maupun sumber-sumber lain. Berikut dasar perancangan yang perlu diperhatikan dalam perancangan Miniatur PLTA diantaranya :

1. Jurnal Pengembangan Media Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).
2. Teori di internet tentang Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).

2. Analisis Kebutuhan Alat

Analisis kebutuhan alat adalah proses mengidentifikasi dan memahami kebutuhan yang harus dipenuhi oleh suatu alat atau peralatan dalam konteks tertentu. Tujuan kebutuhan alat adalah untuk memastikan bahwa alat yang akan digunakan memenuhi persyaratan dan harapan pengguna

secara efektif.

Menurut Dr. I Nyoman Pujawan “ Analisis kebutuhan alat adalah langkah awal dalam perancangan alat yang melibatkan identifikasi dan pemahaman kebutuhan pengguna serta persyaratan kinerja yang harus dipenuhi oleh alat tersebut. Hal ini melibatkan pengumpulan dan analisis data dari pengguna, pemangku kepentingan dan referensi lainnya”. Analisis alat membantu dalam menentukan spesifikasi teknis yang dibutuhkan untuk miniatur PLTA. Hal ini meliputi daya yang dihasilkan, dimensi fisik alat, tipe dan ukuran turbin air, jenis generator listrik yang digunakan, dan parameter lainnya yang relevan.

3. Perancangan Alat

Perancangan alat adalah proses merancang konsep, spesifikasi, dan bentuk fisik dari suatu alat atau perangkat dengan tujuan memenuhi kebutuhan pengguna. Perancangan alat melibatkan serangkaian langkah yang sistematis untuk menciptakan solusi yang efektif dan fungsional. Menurut Prof.A. Haryanto, M.T., Ph.D. “Perancangan alat merupakan proses merencanakan, mengembangkan, dan menghasilkan alat atau mesin dengan mempertimbangkan fungsi, kegunaan, keamanan, keandalan, efisiensi, serta aspek ekonomi dan estetika. Pada pembuatan miniatur PLTA, perancangan alat berfokus pada pengembangan turbin air, generator listrik, sistem transmisi daya, dan komponen pendukung lainnya.

4. Pembuatan Alat

Pembuatan alat dalam miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) merujuk pada proses fisik pembuatan komponen dan sistem yang diperlukan untuk menciptakan miniatur PLTA yang dapat beroperasi. Ini mencakup pembuatan turbin air, generator listrik, sistem transmisi daya, dan komponen lainnya.

5. Pengujian Alat

Pengujian alat pada pembuatan miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah proses melakukan serangkaian tes dan evaluasi terhadap alat yang telah dibuat untuk memverifikasi kinerjanya dan memastikan bahwa alat tersebut sesuai dengan tujuan dan spesifikasi yang ditetapkan. Tujuan utama pengujian alat pada pembuatan miniatur PLTA adalah untuk memastikan bahwa alat dapat beroperasi secara

efektif, efisien, dan andal dalam menghasilkan energi listrik dari sumber air.

6. Hasil Pengujian Alat

Hasil pengujian alat pada pembuatan miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) mengacu pada data dan informasi yang diperoleh setelah melakukan serangkaian pengujian terhadap alat tersebut. Pengujian bertujuan untuk memverifikasi kinerja, fungsionalitas, dan keandalan miniatur PLTA yang telah dibuat. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi efisiensi miniatur PLTA dalam mengubah energi potensial air menjadi energi listrik. Hasil pengujian alat pada pembuatan miniatur PLTA sangat penting dalam mengevaluasi kinerja dan memastikan keberhasilan alat tersebut. Apabila terjadi tidak kesesuaian pada saat pengujian alat, maka dilakukan perbaikan dengan melakukan tahanan Analisis Kebutuhan Alat dengan itu apakah alat yang dipakai dalam pembuatan miniatur PLTA memenuhi persyaratan dan harapan pengguna secara efektif.

7. Kesimpulan

pada proses ini merupakan proses terakhir dari proyek akhir, yaitu mengambil kesimpulan dari alat yang telah diuji dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan alat saat digunakan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kecepatan Putar Pada Kincir Air

Untuk menghitung kecepatan pada kincir air yang perlu diketahui adalah tinggi jatuh air dan diameter pada kincir. Oleh karena itu, dalam proyek penulis tidak menggunakan tingginya jatuh air tetapi menggunakan kecepatan aliran air.

Sehingga :

- Untuk mengetahui kecepatan aliran air menggunakan rumus

$$V=Q/A.....(1)$$

Keterangan : V : kecepatan aliran air (v^3)

Q : debit air (m^3/s)

A : luas penampang aliran (m)

- Untuk mencari luas penampang aliran dapat dicari menggunakan rumus :

$$A = L_{sudu} \times T_{dalam\ saluran}(2)$$

$$L_{sudu} = n \times (L \times W)(3)$$

Keterangan :

n : jumlah sudu pada kincir

L : panjang sudu (m)

W : lebar sudu (m)

$T_{\text{dalam saluran}}$: tinggi didalam saluran (m)
 Diket : tinggi dalam saluran pompa ikan 6 cm
 konversi menjadi 0,06 m

- Step 1

Rumus mengetahui L total pada sudu :

$$\begin{aligned} \text{Sehingga : } L_{\text{total sudu}} &= n \times (L \times W) \\ &= 8 \times (0,084 \times 0,14) \\ &= 8 \times 0,01176 \text{ m} \\ &= 0,09408 \text{ m} \end{aligned}$$

diambil 3 atau 2 dibelakang koma menjadi 0,094 agar tidak sulit saat mengalikan bilangan yang berkoma menjadi 0,09 m.

- Step 2

Mengetahui luas penampang menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} A &= L_{\text{sudu}} \times T_{\text{dalam saluran}} \\ &= 0,09 \times 0,06 \\ &= 0,0054 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Maka luas penampang aliran 0,0054 m²

- Step 3

Untuk mencari volume fluida pada pompa ikan menggunakan rumus dasar yaitu :

Diketahui : Diameter lingkaran pada tabung fluida adalah 1,4 cm Tinggi : 6 cm

sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \pi \times r^2 \times t \dots\dots\dots(4) \\ &= 3,14 \times 0,7^2 \times 6 \end{aligned}$$

= 9,2316 cm³ menjadi 9,2 dikonversi kan menjadi 0,092 m³

Jadi volume fluida pada pompa ikan adalah 0,092 m³.

- Step 4

Sehingga untuk mengetahui kecepatan aliran air adalah :

$$\begin{aligned} V &= Q / A \\ &= 0,092 / 0,0054 = 1,703 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Setelah mengetahui kecepatan aliran air kita dapat mengetahui kecepatan kincir air permenit dengan rumus :

$$\text{Kecepatan Putar (n)} = (V_{\text{air}} / (\pi \times D_{\text{kincir}})) \times 60$$

Keterangan :

- n : kecepatan Putaran (rpm)
 - V_{air} : kecepatan aliran air (rpm)
 - π : konstanta matematika(3,14 atau 22/7)
 - D_{kincir} : diameter kincir air (m)
- Diket : diameter kincir 14 cm dikonversi menjadi 0,14 m
 = (1,703 / (3,14/ 0,14)) x 60
 = 1,016 rpm

Jadi kecepatan yang dihasilkan dari pompa ikan untuk memutar kincir air adalah 1,016 rpm.

Untuk dalam rancangan kincir air dibantu menggunakan motor listrik atau dinamo sebagai energi tambahan agar kincir dapat berputar lebih cepat. Berikut urutan cara menghitung kecepatan kincir jika di bantu dengan motor listrik seperti dinamo menggunakan rumus :

$$n = (\text{Daya Listrik} / (\text{Efisiensi Dinamo} \times \text{Daya Mekanik})) \times 60 \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

- n : kecepatan putaran (rpm)
- Daya listrik (watt)
- Efisiensi dinamo (% atau desimal)

Daya mekanik (watt)

- Step 1

Rumus mengetahui efisiensi kincir air bantuan dari dinamo :

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi } (\eta) &= (\text{Daya Listrik} / \text{Daya Mekanik}) \times 100\% \\ &= (0,3811 / 2,22) \times 100\% \\ &= 0,171 \text{ (bentuk desimal)} \end{aligned}$$

- Step 2

$$\begin{aligned} \text{Kec. putaran} &= (\text{Daya Listrik} / (\text{Efisiensi Dinamo} \times \text{Daya Mekanik})) \times 60 \\ &= (0,3811 / (0,171 \times 2,22)) \times 60 \\ &= 4,94 \times 60 \\ &= 296,4 \text{ rpm.} \end{aligned}$$

Jadi kecepatan yang dihasilkan kincir air dengan bantuan dinamo mejadi bertambah sedikit lebih cepat dari sebelumnya jika ditotalkan kecepatan pada kincir air menggunakan pompa ikan dan dinamo yaitu :

- Δ Kec.pompa Ikan + Kec.dinamo
 = 1,016 + 296,4
 = 297,416 rpm.

Jadi kecepatan total yang dihasilkan dari kecepatan aliran air pompa ikan dan dinamo adalah 297,416 rpm.

Untuk mengetahui daya listrik dan daya mekanik penulis menggunakan data tabel 4.7 untuk mendapatkan hasil dari 2,22 watt atau daya mekanik penulis mengalikan antara volt baterai 6 Volt dikalikan dengan ampere output pada dinamo, sebaliknya daya listrik yang dihasilkan adalah dengan mengalikan antaran tegangan ouput dan ampere output yang sudah di hitung dengan multimeter digital.

3.2 Cara Kerja Miniatur PLTA

Cara kerja Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah sebagai berikut:

1. Dimulai dari air sebagai sumber energi terbarukan. Maka, dibuat wadah sebagai tempat air dan dibantu dengan tekanan air dari mesin

Pom Ikan untuk menghasilkan air mengalir seperti arus air pada umumnya.
 2. Kemudian, mengenai kincir yang bergerak berputar mengikuti tekanan air yang dihasilkan dari mesin Pom Ikan ke baling-baling kincir yang tersambung ke sudu kincir.
 3. Selanjutnya, poros kincir akan berputar mengubah energi kinetik menjadi energi mekanik dan putaran tersebut dihubungkan ke dinamo *Tape*. Baterai berfungsi.

3.3 menghitung Daya Miniatur PLTA

Untuk mengetahui daya yang dikeluarkan miniatur PLTA menggunakan rumus :
 Sehingga di ketahui data :

Tabel 4.7 Tegangan Ouput

No	Keterangan	Tegangan (v)	Tegangan Output (v)
1.	Dinamo Tape	12	1,03
2.	Dinamo Blender	12	0,04

Tabel 4.7 Arus Keluar

No	Keterangan	Arus Ouput (A)
1.	Dinamo Tape	0,37
2.	Dinamo Blender	0,12

* Menghitung daya juga dapat menggunakan rumus $P = V \times I$

Keterangan :

P : Daya (watt)

V : tegangan (V)

I : Arus (A)

Untuk mengetahui daya (watt) dengan kecepatan aliran air menggunakan rumus:

$$P = \rho \times A \times V^3 / 2 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan : ρ = densitas fluida (1000 Kg/m³)

P = jumlah daya (watt)

A = luas penampang

V = kecepatan aliran air

- Step 1

Sehingga : $P = \rho \times A \times V^3 / 2$
 $= 1000 \times 0,00054 \times 1,703^3 / 2$
 $= 1,333 \text{ watt.}$

Jadi daya keluaran yang dihasilkan dari kecepatan aliran air adalah 1,333 watt.

- Step 2

Efisiensi kecepatan kincir air dengan bantuan dinamo dan kecepatan liaran air menggunakan pendekatan rumus :

4. untuk dinamo *Tape* agar dapat bergerak dengan tujuan untuk mempercepat putaran agar bisa terhubung atau ditransmisikan ke generator.
5. Pada posisi generator ini dihubungkan ke baterai agar saat motor listrik mengalir arus ke beban tetap stabil dan mendapatkan hasil yang maksimal.

Diketahui efisien dinamo = efisiensi kincir air yaitu 0,171. Maka daya mekanik yang dihasilkan akibat kecepatan aliran air

$$P = 0.5 \times \rho \times A \times V^3 \times \eta \dots\dots\dots(2)$$

Di mana:

P : daya keluaran, diukur dalam watt (W) atau kilowatt (kW).

ρ : densitas air (1000 kg/m³).

A : luas penampang aliran air yang mengenai kincir (m²).

V : kecepatan aliran air yang mengenai kincir, diukur dalam meter per detik (m/s).

η : efisiensi kincir air

Sehingga :

$$P = 0.5 \times \rho \times A \times V^3 \times \eta$$

$$= 0,5 \times 1000 \times 0,00054 \times 1,703^3 \times 0,171$$

$$= 0,22 \text{ watt}$$

Jadi daya yang dikeluarkan adalah 0,22 watt.

Jika ingin mengetahui daya keluaran dari tekanan air menggunakan rumus :

$$\text{Tekanan (P)} = \rho \times g \times H \dots\dots\dots(3)$$

Tekanan (P) diukur dalam pascal (Pa)

ρ : densitas air atau fluida lainnya

g adalah percepatan gravitasi (m/s²).

H : tinggi yang dihasilkan oleh pompa ikan spiral dari dasar wadah kolam (m).

Sehingga :

diket : H : 7,5 cm dikonversikan menjadi 0,075 m

$p : 0,092 \text{ kg/m}^3$ (volume fluida)

$$\text{Tekanan (P)} = \rho \times g \times H$$

$$= 0,092 \times 9,8 \times 0,075$$

$$= 0,067 \text{ watt}$$

- Step 3

Untuk menghitung daya keluaran menuju ke beban menggunakan rumus :

$$P_{\text{keluaran}} = P_{\text{mekanik}} \times \eta$$

P_{keluaran} : daya keluaran dari miniatur PLTA menuju beban (watt atau kilo watt)

P_{mekanik} : daya mekanik yang dihasilkan oleh miniatur PLTA (W atau kW). Daya mekanik ini berkaitan dengan kecepatan aliran air dan tekanan

yang memutar kincir air atau turbin pada PLTA.

η : efisiensi PLTA (kincir air)

Sehingga :

diket : kecepatan aliran air = 1,703 rpm

efisiensi kincir air = 0,171

$$\begin{aligned} P_{\text{keluaran}} &= P_{\text{mekanik}} \times \eta \\ &= 1,703 \times 0,171 \\ &= 0,29 \text{ watt} \end{aligned}$$

Jadi daya keluaran minitur PLTA menuju ke beban adalah 0,29 watt.

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan pada uraian yang telah dikemukakan diatas untuk rancangan Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) ini sebagai berikut :

1. Untuk memutar kincir air membutuhkan tekanan air dari mesin Pom Ikan dan bantuan dari dinamo yang dihubungkan ke baterai sebagai energi tambahan untuk memutar kincir air tersebut. Dimana dibuatkan *vambelt* untuk menghubungkan ke kincir air agar berputar dengan baik.
2. Rancangan Miniatur PLTA ini menggunakan komponen serta alat yang yang sudah tidak digunakan lagi dan juga ada beberapa komponen.

yang dibeli sesuai kebutuhan pada rancangan miniatur PLTA.

3. Rancangan Miniatur PLTA ini memiliki kekurangan yaitu kecepatan putaran kincir tidak akan seperti aliran sungai yang menekan putaran kincirnya cepat, karena tekanan air didalam wadah berbalik membuat kincir sedikit melambat.
4. Jumlah kecepatan putaran kincir air dengan energi dari pompa ikan dan dinamo agar dapat berputar lebih cepat pada proyek miniatur PLTA ini adalah 297,416 rpm.
5. Miniatur PLTA menghasilkan arus listrik DC sehingga tidak dapat menyimpan energi cadangan seperti baterai.
6. Daya keluaran yang dihasilkan dari tekanan air pada miniatur PLTA yaitu sebesar 0,29 watt.
7. Jika menghitung daya keluaran dari kecepatan aliran air menggunakan rumus $P_{\text{keluaran}} = P_{\text{mekanik}} \times \eta$
8. Estimasi biaya dilakukan agar dapat mengetahui harga barang dan tolat saat belanja keperluan untuk membangun miniatur PLTA

9. Beberapa jenis dinamo yang cocok untuk proyek miniatur PLTA menghidupkan 1 buah rumah yaitu, Dinamo Mikrohidro, Dinamo Tipe Axial Flow Dinamo, Tipe Pelton dan Dinamo Turgo.

10. Pada proyek akhir ini memiliki perbedaan tetapi memiliki prinp kerja yang sama yaitu mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Yang menjadi perbedaan kedua pembangkit ini dibagian komponen dan fungsi masing_masing komponen serta hasil arus listrik yang dihasilkan berbeda. Dimana PLTA ini menghasilkan arus listrik AC sedangkan miniatur PLTA menghasilkan arus DC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdilah, Hayatining Suci, Desnita Desnita, and Umiatin Umiatin. "Pengenmbangan Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Air Sebagai Media Pembelajaran Fisika Sekolah Menengah Atas (SMA)." *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-JOURNAL)*. Vol. 4. 2015.
- [2] Damastuti, Anya P. "Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro." *Wacana* 8 (1997).
- [3] Djalal, Muhammad Ruswandi, et al. "*frequency control PLTMH dengan capacitive energy storage menggunakan cuckoo search algorithm*." *SENTIA* 2015 7.1 (2015).
- [4] Khalid, Anhar. "Rancang Bangun Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Dengan Kapasitas 9 Watt/0, 3 Volt." *Jurnal INTEKNA: Informasi Teknik dan Niaga* 16.1 (2016): 22-30.
- [5] Lestari, Sri Ayu. Pengembangan Media Kincir Air Pembangkit Listrik Pada Tema 9 Subtema 1 Kekayaan Sumber Energi Di Indonesia Di Kelas IV SD Negeri 060858 Medan Tembung TA 2019/2020. Diss. Universitas Negeri Medan, 2020.
- [6] Morong, Juneidy Yohanes. *Rancang Bangun Kincir Air Irigasi Sebagai Pembangkit Listrik di Desa Talawaan*. Diss. Politeknik Negeri Manado, 2016.
- [7] Noviyanti, Silvina, and Hamidi Hamidi. "Pengembangan Media Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Pada Pembelajaran IPA Kelas IV Sekolah Dasar." *Jurnal Gentala Pendidikan Dasar* 4.2 (2019): 220-231.
- [8] Rohermanto, Agus. "Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)." (2013).
- [9] Rompas, Parabelem TD. "Analisis

- pembangkit listrik tenaga mikrohidro (pltmh) pada daerah aliran sungai ongkak mongondow di desa muntoi kabupaten bolaang mongondow." *Jurnal Penelitian Saintek* 16.2 (2011): 160-171.
- [10] Sinaga, M., & Marcelino, J. (2023). Studi Potensi Pembangkit Listrik Mikrohidro (PLTMH) Sungai Cikulung Di Desa Bogor. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 8(1), 55-63.
- [11] Subandono, Agus. "Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (pltmh)." *J. Rekayasa Elektr* 10.4 (2013): 1-13.
- [12] Sukamta, Sri, and Adhi Kusmantoro. "Perencanaan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur." *Jurnal Teknik Elektro* 5.2 (2013).
- [13] M. N. Meizani, A. Muid, and T. Rismawan, "Pembuatan Prototipe Kacamata Elektronik Untuk Tuna Netra Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor Ultrasonik," *J. Coding, Sist. Komput.*, vol. 03, no. 2, pp. 88–99, 2015. (diakses, 05 April 2023)
- [14] G. W. Arminda, A. Hendriawan, R. Akbar, and L. Sulistijono, "Desain Sensor Jarak Dengan Output Suara Sebagai Alat Bantu Jalan Bagi Penyandang Tuna Netra," pp. 110, 2011, [Online]. Available: <http://repo.pens.ac.id/id/eprint/582>. (diakses, 07 April 2023)
- [15] V. A. Fergiyawan, S. Andryana, and U. Darusalam, "Alat Pemandu Jalan Untuk Penyandang Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis Arduino," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 1, no. 10, pp. 55–60, 2018.