

# Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS)

Frengki Eka Putra Surusa  
Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Ichsan Gorontalo  
Gorontalo, Indonesia  
kiki.alaska@gmail.com

Steven Humena  
Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Ichsan Gorontalo  
Gorontalo, Indonesia  
steven.humena@gmail.com

Rivan Laraga  
Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Ichsan Gorontalo  
Gorontalo, Indonesia  
rivan.antek@gmail.com

Diterima : November 2021  
Disetujui : Juli 2022  
Dipublikasi : Juli 2022

**Abstrak-** Indonesia adalah Negara yang memiliki jumlah pulau 16.056, yang tersebar di 34 Provinsi. Terdapat banyak potensi sumber daya alam yang bisa dikembangkan khususnya dalam bidang kelistrikan. Untuk itu diperlukan pemanfaatan aliran air sungai sebagai pembangkit listrik tenaga air sungai untuk menunjang aktifitas masyarakat dalam hal penerangan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat prototype Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS) dan mengetahui unjuk kerja daya listrik yang dihasilkan. Langkah awal yaitu dengan membuat desain prototype yang diinginkan, kemudian mempersiapkan alat dan bahan, selanjutnya membuat prototype. Setelah prototype rampung Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian. Pengujian prototype dilakukan di sungai Alale Desa Lombongo Kabupaten Bone Bolango. Hasil pengujian prototype menghasilkan tegangan rata-rata 11,63 volt dc dan arus rata-rata sebesar 0,84 Amper dc dengan debit air rata-rata 3,64 m<sup>3</sup>/d. pengujian ini dilakukan dengan menggunakan beban lampu dc 5 watt sebanyak 7 mata lampu. Prototype ini dapat bekerja dengan optimal sebagai pembangkit listrik saat beroperasi. Generator dapat berputar dengan baik mengikuti rotasi turbin. Generator dapat menghasilkan energi listrik dan pelampungnya bekerja dengan baik.

**Kata kunci :** PLTAS; Unjuk Kerja; Sungai Alale

**Abstract-** Indonesia is a country that has 16.056 islands, which are spread over 34 provinces. There are many potential natural resources that can be developed, especially in the electricity sector. For this reason, it is necessary to use river water as a river hydroelectric power plant to support community activities in terms of lighting. This study aims to make a prototype of the River Hydroelectric Power Plant (PLTAS) and determine the performance of the electrical power produced. The first step is to make the desired prototype design, then prepare tools and materials, then make a prototype. After the prototype is complete, the next step is testing. Prototype testing was carried out in the Alale river, Lombongo Village, Bone Bolango Regency. The results of the prototype test produce an average voltage of 11.63 volts dc and an average current of 0.84 Ampere dc with an average water flow of 3.64 m<sup>3</sup>/d. This test was carried out using a 5 watt dc lamp load of 7 lamps. This prototype can work optimally as a power plant while operating. The generator can rotate properly following the rotation of the turbine. The generator can produce electrical energy and the buoy works well.

**Keywords:** PLTAS; Work Method; Alale River

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki jumlah pulau 16.056 yang terbesar di 34 provinsi [1]. Terdapat banyak potensi sumber daya alam (SDA) yang bisa di kembangkan khususnya dalam bidang kelistrikan. Hal ini dapat di manfaatkan sebagai Energi Baru Terbarukan (EBT) untuk menghasilkan energi listrik. Masyarakat banyak menggunakan sumber daya listrik untuk kebutuhan sehari-hari karena memiliki fungsi yang beragam. Listrik menopang aktifitas di berbagai bidang, seperti pada bidang industri, pendidikan, rumah tangga, perkantoran, dan lain sebagainya. Dengandemikian listrik sudah menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat.

Selain mengandalkan pembangkit listrik berbahan bakar fosil kita harus memanfaatkan energi baru terbarukan yang ada di alam yaitu energi matahari, air, angin dan panas bumi. Di negara kita sendiri, masih banyak daerah-daerah yang belum mendapatkan aliran listrik sehingga pemakaian bahan bakar minyak pada sektor penyedia energi listrik masih sangat besar [2][3].

Sungai tersebar diseluruh Indonesia, ada yang besar dan ada pula yang kecil. Dengan ini membuka peluang besar bagi kita untuk menciptakan energi alternatif berupa pembangkit listrik mikrohidro. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik kecil yang menggunakan energi air sebagai tenaga penggerak seperti irigasi, sungai atau air alami menggunakan tinggi jatuh dan volume air [4]. Semakin besar kapasitas aliran dan ketinggian instalasi maka semakin besar tenaga yang didapat untuk menghasilkan tenaga listrik[5]. Besarnya tenaga air yang tersedia dari suatu sumber air bergantung pada kecepatan air dan debit air. Kecepatan aliran air akan menghasilkan putaran pada turbin yang akan menghasilkan energi listrik[6][7].

Komponen utama PLTMH dan bangunan penunjang terdiri dari waduk, bendungan, saringan, intake, penstock, inlet value, power house, turbin, transmisi, generator dan transformator [8]. Kelebihan PLTMH adalah potensi air yang melimpah, teknologi handal, ramah lingkungan dan

terbarukan. Sedangkan kekurangannya adalah lokasi potensi jauh dari beban, mahalnya alat ganti dan penetapan tarif yang sukar [9].

Turbin air diklasifikasikan menjadi dua tipe yaitu tipe turbin impuls dan turbin reaksi berdasarkan cara kerjanya [10][11]. Penyaluran daya yang disebut system transmisi berfungsi untuk menyalurkan daya poros turbin untuk memutar poros generator, sehingga bisa dikonversikan menjadi listrik [12]. Pengukuran manual laju aliran dapat menggunakan bola tenis yang dihanyutkan dengan jarak tertentu dan berdasarkan waktu tempuh [13][14].

Menurut data balai wilayah sungai, Gorontalo sendiri masih termasuk wilayah yang sumber daya air melimpah [15]. Dengan memanfaatkan sumber aliran air irigasi untuk memenuhi konsumsi daya listrik skala kecil, terutama pada konsumsi rumah tangga, sebagai inovasi dengan mendesain pembangkit listrik tenaga piko hydro terapung [16].

Komponen utama dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) yaitu intake, headrace, forebay, tailrace, penstock, turbin, sistem peralatan mekanik, sistem transmisi mekanik, dan generator. Peningkatan kebutuhan daya listrik dan keterbatasan kapasitas generator menyebabkan operasi pembangkit tidak optimal. Selain itu kinerja PLTMH sangat dipengaruhi oleh debit air dan teknis peralatan lainnya. Perlu adanya evaluasi dimulai dengan perhitungan data parameter teknis peralatan, yang kemudian dibandingkan dengan parameter yang diperoleh dari pengukuran. Hasil evaluasi PLTMH tidak beroperasi secara optimal saat menangani beban daya skala kecil, dimana jumlah daya yang dihasilkan dengan perhitungan teoritis lebih besar dari jumlah daya yang dihasilkan pada saat generator beroperasi [17].

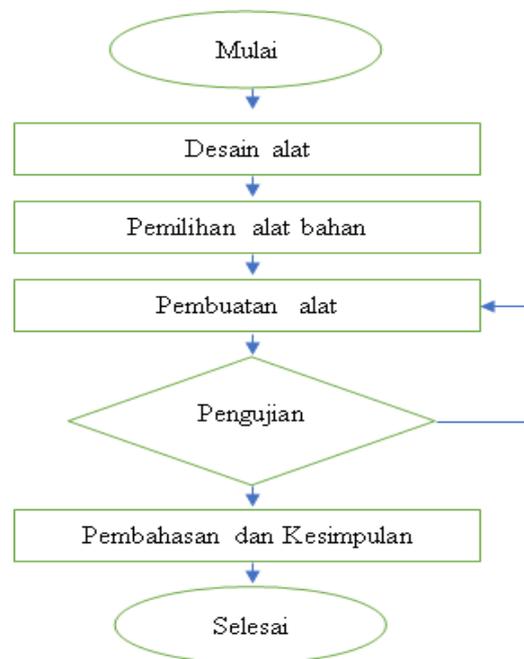
Pembangkit listrik tenaga mikrohydro merupakan pembangkit listrik yang ramah lingkungan dan juga termasuk energi terbarukan. Pemanfaatan aliran air dari bendungan bisa dijadikan sebagai sumber energi listrik yaitu pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH). Seberapa besar potensi air untuk menghasilkan energi listrik dapat berpengaruh pada perencanaan pembangunan PLTMH tersebut. Untuk menghasilkan daya listrik yang optimal maka sebelumnya dilakukan pengukuran debit air dan tinggi terjun [18].

Dengan pemanfaatan dari potensi energi air tersebut maka penulis mengangkat penelitian dengan judul “rancang bangun prototype pembangkit listrik tenaga air sungai (PLTAS)”, dengan tujuan untuk mengetahui unjuk kerja dari prototype pembangkit tersebut dengan memanfaatkan aliran air sungai sebagai sumber energi untuk menghasilkan listrik penerangan.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Diagram Alir

Proses pembuatan alat yang dilakukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 diagram alir. Diagram alir ini adalah suatu Langkah kerja yang berisi Tindakan untuk menyelesaikan rancang bangun prototype mulai dari desain alat, pemilihan alat bahan, dan selanjutnya tahap pembuatan. Tahap pembuatan begitu menentukan berhasil atau gagalnya suatu alat. Karena itu jika melakukan pembuatan harus disertai perhitungan yang matang. Pada proses pembuatan itu juga dikerjakan dengan bahan dan alat yang telah ditentukan sehingga terbentuk satu kesatuan yang utuh prototipe PLTAS. Kemudian pada tahap uji coba prototipe PLTAS dengan melakukan berbagai pengukuran, sehingga memperoleh data yang valid. Apabila pengukuran sesuai atau mendapat hasil bagus, maka prototipe PLTAS yang dibuat berhasil. Tempat pembuatan prototipe pembangkit listrik tenaga air sungai (PLTAS) berlokasi di laboratorium Teknik Elektro Unisan dan tempat pengujian berada di sungai Alale, Desa Lombongo, Kecamatan Suwawa Tengah, Kabupaten Bone Bolango

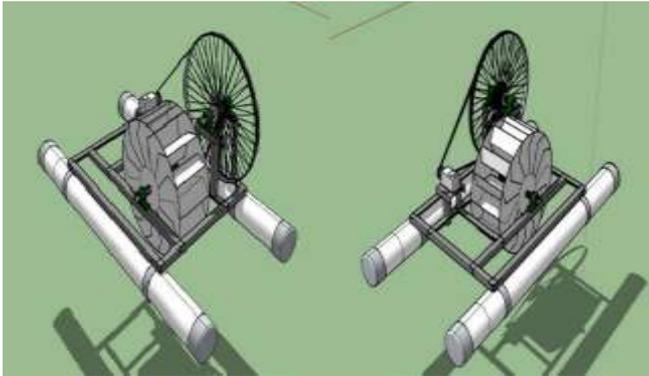


Gambar 1. Digram Alir

### B. Desain Penelitian

Desain kerangka prototype PLTAS ini dibuat dari besi siku ukuran 4x4 mm yang dibentuk persegi, panjangnya 104 cm dan lebarnya 76 cm. Desain ponton ini dibuat dari bahan pipa PVC ukuran 6 inci dengan Panjang 2 meter dan memakai penutup pada setiap ujung dari pipa tersebut. Pulley merupakan komponen transmisi yang menghubungkan gerak dari turbin ke generator. Dalam hal ini salah satu pulley digantikan dengan pelek sepeda berukuran diameter 64 cm. Penggunaan desain turbin air undershot pada prototype pembangkit tenaga listrik air sungai ini karena desain turbin ini yang cocok untuk PLTAS. Diameter turbin 61 cm, lebar 25 cm dan jarak antara sudu 13 cm.

Desain prototype PLTAS ini merupakan gambar utuh dari prototype yang rencananya akan dibuat, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2 perspektif.



Gambar 2 perspektif

### C. Kebutuhan Alat dan Bahan

Kebutuhan alat dan bahan utama yang digunakan pada proses pengerjaan prototype ini adalah Generator, Pulley, Besi siku, besi plat kasar, pipa PVC, V-belt, Rectifer, Accu, SCC, avo meter, tacho meter, kabel, besi as, bor listrik, lampu, inverter, dll.

### D. Pengujian

Rancangan aspek-aspek yang akan diuji dari hasil pembuatan prototype PLTAS ini meliputi uji fungsi kerja prototype yaitu pengujian kinerja dan fungsi prototype.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pembuatan Kerangka Besi

Pembuatan kerangka prototype PLTAS ini menggunakan besi siku yang berukuran 40 x 40 mm yang dipotong dengan ukuran yang pas, sehingganya menjadi beberapa bagian. Kemudian disusun menjadi satu kesatuan kerangka PLTAS yang utuh sesuai yang diinginkan. Pada Gambar 4 terlihat kerangka PLTAS.



Gambar 4 kerangka PLTAS

Langkah-langkah untuk membuat prototype adalah sebagai berikut:

1. Memotong besi siku untuk dudukan turbin
2. Memotong besi siku untuk dudukan generator

3. Memotong besi siku untuk dudukan velk sepeda sebagai pengganti pulley
4. Mewarnai kerangka besi dengan cat besi warna hitam

### B. Pembuatan Turbin Air

Bahan dasar dari turbin air berupa besi plat dengan ketebalan bagian luar 2 mm dan bagian sudu 1,5 mm. kemiringan sudu pada turbin ini adalah 20 derajat dan sudu dibuat sejumlah 14 bilah. Selanjutnya turbin diwarnai dengan cat besi berwarna silver. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5 pembuatan turbin air

### C. Pembuatan Pipa Ponton

Pembuatan pipa ponton seperti halnya membuat pipa aliran air pada umumnya tetapi ini sedikit berbeda karena penerapannya untuk menggabungkan prototype PLTAS. Pipa 6 inci dengan panjang 4 meter di potong menjadi dua bagian yang masing-masing memiliki panjang 2 meter, selanjutnya di beri tutup pipa atau dop pipa di bagian ujung dari masing masing pipa. Pada Gambar 6 di bawah ini merupakan penempatan dari pipa ponton.



Gambar 6 pipa ponton

### D. Proses Perakitan Prototype PLTAS

Proses perakitan prototype dibutuhkan ketrampilan tersendiri, dengan memperhatikan keselamatan dan Kesehatan kerja. Berikut ini adalah proses didalam perakitan prototype :

1. Memasang pillow blok pada kerangka untuk poros turbin air di kedua sisi
2. Memasang turbin pada pillow blok yang sudah menyatu dengan kerangka

3. Pada prototype dipasang generator dikerangka besi mengikuti desain rancangan
4. Memasang pelek sepeda sebagai pengganti pulley untuk transmisi kecepatan dari turbin ke generator
5. Memasang pulley pada turbin dan generator
6. Memasang V-belt pada pulley yang sudah terpasang dari turbin, pelek sepeda serta pada generator untuk menghubungkan transmisi putaran
7. Membuat rangkaian instalasi control pada prototype
8. Setelah semua telah terpasang maka prototype siap untuk di uji. Untuk pengujian prototype, prototype diikat dengan tali tambang ke pinggir sungai sehingga menghindari hanyutnya prototype. Pada Gambar 7 berikut ini merupakan Gambar pada saat pengujian.



Gambar 7 prototype pada saat pengujian

#### E. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan pada Tanggal 12 Maret 2021 bertempat di aliran sungai Bone, bendungan Alale Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo. Gambar maps lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 8. Waktu pengujian dilakukan selama 11 jam dengan 22 kali percobaan. Dimulai pada pukul 08.00 pagi sampai dengan jam 20.00 malam. Interval pengujian dilakukan selama 30 menit. Pengujian juga dilakukan dengan menggunakan beban lampu dc 5 watt sebanyak 7 buah mata lampu.



Gambar 8. Maps Lokasi Penelitian

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan tertinggi terdapat pada pukul 09.00 pagi hari dengan nilai tegangannya adalah 12,24 Vdc. Sedangkan untuk debit airnya adalah 3,46 m<sup>3</sup>/det. Tegangan terendah terdapat pada pukul 17.30 dengan nilai tegangannya adalah 9,38 dan debit airnya adalah 3,09 m<sup>3</sup>/det. Secara keseluruhan rata-rata debit air dari

hasil pengujian adalah 3,64 m<sup>3</sup>/detik, tegangan generator rata-rata adalah 11,63, arus adalah 0,84 A dc putaran generator rata-rata adalah 419,73 RPM dan putaran turbin rata-rata adalah 37,46 RPM.

#### F. Pembahasan

Hasil pengukuran keluaran generator pada prototype pembangkit listrik tenaga air sungai (PLTAS) menunjukkan hasil tegangan yang naik-turun bergantung pada debit air dan beban yang terpasang, semakin besar debit air makan semakin besar juga tegangan yang dikeluarkan oleh generator.

Pengujian PLTAS selama 11 jam dengan beban lampu 5 watt dc sebanyak 7 mata lampu dengan rata-rata debit air 3.64 m<sup>3</sup>/d, lebih efisien menggunakan beban lampu DC karena dapat bertahan selama 11 jam. Parameter yang mempengaruhi output daya dari Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS) yaitu debit air, karena semakin besar debit air yang dihasilkan maka akan mempengaruhi laju putaran generator yang akan mengubah energi mekanik menjadi energi listrik

Prototipe dapat bekerja dengan optimal saat beroperasi. Generator dapat berputar dengan baik mengikuti rotasi turbin. Generator dapat menghasilkan energi listrik dan pelampung dapat bekerja dengan baik mengikuti laju dan tingginya aliran air.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian prototype Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS) dapat disimpulkan bahwa: 1). Dalam proses pembuatan prototype pembangkit listrik tenaga air sungai (PLTAS) berjalan dengan lancar dan sesuai dengan proses perencanaan yang sudah direncanakan sebelumnya; 2). Kinerja prototype dari pembangkit listrik tenaga air sungai (PLTAS) secara keseluruhan bekerja dengan baik; 3). Tegangan rata-rata yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga air sungai (PLTAS) di Sungai Alale Bone, Desa Lombongo, Kecamatan Suwawa Tengah pada tanggal 12 Maret 2021 yaitu 11, 63 volt dc, arusnya adalah 0,84 A dc pada debit air rata-rata adalah 3,64 m<sup>3</sup>/detik.

#### REFERENSI

- [1] BPS (Badan pusat statistik), "Badan pusat statistik," 2018. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2019/06/12/jumlah-pulau-di-indonesia-berkurang-menjadi-16-ribu> (accessed Nov. 07, 2019).
- [2] C. E. Fahmi Arif Maulana, Mohammad Ramdani, "Prototipe kontrol aliran air berbasis mikrokontroler untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro prototype," *e-Proceeding Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 1434–1440, 2017.
- [3] BPPT: Indonesia Energi Outlook (2018) : energi berkelanjutan untuk transportasi darat. In development (vol. 134). <https://doi.org/10.1360/zd-201343-6-1064>.
- [4] V. Dwiyanto, D. I. Kusumastuti, and S. Tugiono, "Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) studi kasus," *J. Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 4, no. 3, pp. 407–422, 2016, [Online]. Available: <https://www.neliti.com/id/publications/127987/analisis-pembangkit-listriktenaga-mikrohidro-pltmh-studi-kasus-sungai-air-anak>.

- [5] R. S. Fandi S.M Tambunan, "Analisis kelayakan pembangunan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) di desa Nyomplong, Bogor," 2014.
- [6] Sihombing, E. S. 2009. "pengujian sudu lengkung prototype turbin terapan pada aliran sungai."
- [7] Singh, D. 2009. "microhydro power resources assesment handbook". September, 69.
- [8] D. L. Sihaloho, "Rancang Bangun Alat Uji Model Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro ( PLTMH ) Menggunakan Turbin Aliran Silang," Universitas Lampung, 2017
- [9] M. R. Ekocahya, "Rancang Bangun Pengaturan Katup Aliran Debit Air (Water Flow Control) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Berbasis Fuzzy Logic Control," 2016.
- [10] S. Ointu, "Studi kelayakan pembangunan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (pltmh), berdasarkan potensi yang ada di desa pinogu kecamatan pinogu kabupaten bone bolango," Universitas Ichsan, 2019.
- [11] I. A. Sunardi, "Pembuatan prototype pembangkit listrik tenaga pikohidro," Universitas Negeri Yogyakarta, 2017.
- [12] E. Yuniarti, "Rancangan Parameter Turbin Crossflow Generator Sikron Pada Pltmh," *Berk. Tek.*, vol. 2, no. 4, pp. 1–8, 2012.
- [13] A. Norhadi, A. Marzuki, L. Wicaksono, and R. Addetya Yacob, "Studi Debit Aliran pada Sungai Antasan Kelurahansungai Andai Banjarmasin Utara," *J. Poros Tek.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–53, 2015, doi: 10.1016/j.apnu.2015.08.018.
- [14] Dimiyati, A. M. 2003. "studi kelayakan potensi pemabgkit listrik tenaga mikrohidro di desa setren kecamatan slgoimo kabupaten wonogiri." 15(02): 1–10.
- [15] B. wilayah sungai (BWS), "Daerah Aliran Sungai BWS Sulawesi II." <http://sda.pu.go.id/bwssulawesi2/data/daerah-aliran-sungai/> (accessed Mar. 18, 2021).
- [16] Suparman, Hadi Suyono, R.N.H. 2017. "desain pembangkit listrik tenaga piko hidro. jurnal *eeis*." 11(2), 82-88.
- [17] Humena, S. Surusa, F.E.P. Pratiwi, A. I dan Kombu, R. Evaluasi Kinerja PLTMH Polohungo 40 kW Terhadap Small Scale Power Load (SSPL). *Jurnal Teknik*. Vol. 19. No. 1. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Gorontalo. 2021.
- [18] Ointu, S. Surusa, F. E. P. dan Zainuddin, M. Studi Perencanaan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Berdasarkan Potensi Air yang Ada di Desa Pinogu. *Journal of Electrica and Electronic Engineering (JEEEE)*. JAMBURA. Vol. 2. No. 2. *Electrical Engineering. State University of Gorontalo*. 2020.