

## ANALISIS KINERJA TRANSMISI SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINI HIDRO (PLTM) DESA TALUDA'A KABUPATEN BONE BOLANGO

**Abdul Rahim Ismail<sup>\*1)</sup>, Burhan Liputo<sup>2)</sup> Romi Djafar<sup>3)</sup>, Yunita Djamalu<sup>4)</sup>,**

<sup>1,2,3,4)</sup> Teknik Mesin, Universitas Nahdlatul Ulama Gorontalo, Indonesia

Email: ayibabz@gmail.com<sup>1)</sup>

Nomor Telp : +62 82296614562

Asal Negara: Indonesia

### ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) adalah sarana kelistrikan yang terletak di Desa Ilohuwa, Kecamatan Bone, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo, dengan memanfaatkan saluran irigasi sungai Taludaa dan sungai Iya. Within the working area of PT. PLN (Persero) Wilayah Sultenggo Cabang Gorontalo. PLTM Taludaa Unit I ini selalu merencanakan sistem operasinya untuk mendapatkan produksi listrik yang maksimal sesuai target tiap tahunnya; namun, disetiap pembangkit pada umumnya akan mengalami banyak kendala pada debit air dan komponen yang menghambat proses Penggunaan Energi Listrik, sehingga berkembang. Hasil analisis menunjukkan bahwa Trasmisi yang digunakan adalah menggunakan poros yang panjangnya 3M dan beratnya poros 83Kg, Poros adalah penghubung transmis dari turbin ke generator kemudian dengan adanya Roda gila hanyalah penyimbangan putaran atau (Balancing) dengan berat roda gila 76Kg dan momen inersia yang di perhitungkan adalah 121,60 kg/m<sup>2</sup>. Kemudian dengan ketahanan bearing telah di perhitungkan Umur pemakaian bearing berdasarkan pada beban dan kecepatan putaran semakin besar beban dan kecepatan putaran maka semakin kecil umur bearing hasil yang di peroleh, 14,5457 jam kerja, 6060 per hari, 119 per bulan 16,6 pertahun, jadi di definisikan umur bearing dapat bertahan sejauh 16,6 pertahun. Dan hasil efisiensi Turbin adalah 0,94 dihitung dengan menggunakan data spesifikasi yang ada pada PLTM Taluda'a tersebut atau (MANUAL BOOK). Kemudian dengan hasil yang di peroleh KW setiap harinya tergantung debit air yang masuk ke turbin. Dihitung dengan menggunakan spesifikasi dapat menghasilkan 991,2 Kw per 1 unit. Sedangkan PLTM Taluda'a menggunakan 2 unit jadi Kwh yang di hasilkan adalah 991,2 Kw x2 di hitung dengan menggunakan data spesifikasi PLTM taluda'a tersebut. Evaluasi rata-rata daya mampu netto dari tahun 2022 sampai tahun 2023 mengalami naik turunnya Kwh yang di hasilkan karena adanya musim hujan dan musim kemarau.

**Kata Kunci:** Sistem transmisi, PLTM, Listrik, Air terjun, Taludaa

### ABSTRACT

*The Mini Hydro Power Plant (PLTM) is an electricity facility located in Ilohuwa Village, Bone District, Bone Bolango Regency, Gorontalo Province, using the irrigation channels of the Taludaa River and the Iya River. In the working area of PT. PLN (Persero) Sultenggo Region, Gorontalo Branch. PLTM Taludaa Unit I always plans its operating system to obtain maximum electricity production according to targets every year. However, every generator will generally experience many problems with airflow and components that hinder the process of using electrical energy so that it can grow. The analysis results show that the transmission used is a shaft that is 3M long, and the post weighs 83 kg. The shaft is the transmission link from the turbine to the generator. Then, with the flywheel, it is just balancing the rotation or (Balancing) with a flywheel weight of 76 kg and the moment of inertia that is considered. It is 121.60kg/m<sup>2</sup>. Then, with the bearing resistance, the bearing life has been calculated based on the load and rotation speed. The greater the load and rotation speed, the smaller the bearing life. The results obtained are 14.5457 working hours, 6060 per day, 119 per month, and 16.6 per year, so it defines the bearing life as being able to last 16.6 years. The turbine efficiency result is 0.94, calculated using the data specifications in the Taluda'a PLTM or (MANUAL BOOK). Then, the results obtained by KW every day depend on the air flow entering the turbine. Calculated using specifications, it can produce 991.2 Kw per 1 unit. Meanwhile, the Taluda'a PLTM uses two teams, so the Kwh made is 991.2 Kw x2, calculated using the Taluda'a PLTM specification data. Evaluation of the average net capacity from 2022 to 2023 experiences an increase and decrease in Kwh produced due to the rainy and dry seasons.*

**Keywords:** Transmission system, PLTM, Electricity, Waterfall, Taluda

## 1. PENDAHULUAN

Energi merupakan suatu kebutuhan bagi kehidupan manusia. Saat ini minyak dan gas merupakan sumber energi yang terbatas dan pada akhirnya akan habis. Penyediaan energi sangat penting untuk memenuhi kebutuhan manusia. Dengan berkembangnya teknologi energi listrik untuk memenuhi kebutuhan rumah, energi, dan transportasi, kebutuhan tersebut semakin berkembang dari waktu ke waktu (1)

Keseluruhan pembangunan suatu negara sangat bergantung pada akses terhadap tenaga listrik. Penerapannya yang efektif akan menjadi senjata ampuh untuk mendorong perluasan ekonomi energi. Masuk akal jika permintaan listrik baru-baru ini melonjak di negara-negara di seluruh dunia karena adanya energi ini. Akibatnya, beberapa negara di dunia berupaya memanfaatkan sumber daya lokal yang tersedia untuk pembangkit listrik terbarukan yang terjangkau, salah satunya dengan memanfaatkan sumber daya air yang berlimpah di bumi (2)

Pembangkit listrik tenaga mikro atau mini hidro (PLTM) merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang wajib dikembangkan guna mengatasi persoalan semakin berkurangnya sumber energi. Pembangkit listrik tenaga mini hidro (PLTM) merupakan sumber utama energi terbarukan karena perkiraan penurunan sumber daya bahan bakar fosil dan batubara. Karena skema minihidro bersifat sederhana, mudah dibangun, mudah dioperasikan, dan dirawat dengan biaya rendah, maka skema ini dapat menyediakan energi yang ekonomis untuk memenuhi kebutuhan listrik (3)

Instalasi pembangkit listrik tenaga air disebut sebagai pembangkit listrik tenaga *air kecil*. Instalasi, kapasitas aliran, dan ketinggian adalah beberapa contoh kondisi yang harus dipenuhi sebelum air dapat digunakan untuk menghasilkan energi. Ketinggian air terjun (dalam meter) dan laju aliran air (dalam m<sup>3</sup> per detik) digunakan oleh pembangkit listrik untuk menghasilkan pembangkit listrik tenaga air di saluran irigasi, sungai, dan air terjun alami (4)

Pembangkit listrik bernama Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTM) Taluda'a yang dibangun pada tahun 2010 dijalankan oleh PT SEL (Sumber Energi Lestari). Desa Ilohuwuwa, Kecamatan Bone, Kabupaten Bone Bolango, Prov. Gorontalo merupakan lokasi perencanaan pemasangan fasilitas pembangkit listrik yang memanfaatkan saluran irigasi sungai Taludaa dan Iya. PLTM Taludaa merupakan bagian dari wilayah operasional PT. PLN (Persero) Wilayah Sultenggo Cabang Gorontalo dengan kapasitas desain 2.300 MW dan output 1.150 kW per unit. Setiap tahunnya, PLTM Taludaa menargetkan energi operasionalnya dapat menghasilkan listrik sebanyak-banyaknya. Namun, biasanya terdapat masalah pada debit air dan komponen lain di setiap generator, yang memperlambat proses penggunaan energi listrik serta

menurunkan realisasi daya dan produksi. Tujuan penelitian adalah menganalisis dan melakukan analisis deskriptif pada mesin putar PLTM Taluda'a.

## 2. METODE PENELITIAN

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan dari PLTM Taluda'a Bone Bolango Penulis telah mendapatkan data yang dibutuhkan untuk melakukan penilitian dengan beberapa spesifikasi data para parameter mekanik transmisi, data akan ini akan dilakukan analisa dengan beberapa analisis, yaitu analisis transmisi daya pada generator, analisis poros, analisis Momen Inersia pada Roda Gila dan Analisis Pemakain Bearing. Analisis tersebut berdasarkan data yang didapatkan di lapangan dengan menghitung data output generator.

### 2.1. Klasifikasi PLTM

Klasifikasi PLTM dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Berikut adalah data tabel spesifikasi (Manual Book) PLTM Taluda'a

#### 1. Berdasarkan kapasitas terpasang

Parameter	Spesifikasi
Power	1165 Kw
Voltage	6300 Volt
Frekuensi	50 Hz
Putaran	1200Rpm
Insulute	Class F
Kecepatan Terukur	500Rpm
Faktor daya	0,8
Diameter poros	90mm
Panjang poros	3m
Berat poros	83 kg
Berat Roda Gila	76Kg
Beban dukung	90Kg
Poros	

Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Nomor 09 Tahun 2016, distribusi pembangkit listrik tenaga air dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan jumlah daya yang dihasilkan:

- PLTA apabila kapasitas yang dibangkitkan lebih dari 10 MW
- PLTM apabila kapasitas yang dihasilkan berkisar antara 1 MW sampai 10MW
- PLTM apabila kapasitas yang dihasilkan kurang dari 1 MW

#### 2. Berdasarkan tinggi jatuh

Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTM) memanfaatkan air yang dialirkan dari ketinggian tertentu kemudian dialirkan ke turbin yang berada di dalam pembangkit listrik untuk mengubah energi potensial dari air menjadi listrik. PLTM digolongkan menjadi 3 jenis berdasarkan ketinggian jatuhnya, antara lain

- High Head : Tinggi jatuh diatas 100 m

- b. Medium Head : Tinggi jatuh antara 30 – 100 m
  - c. Low Head : Tinggi jatuh dibawah 30 m
3. Berdasarkan Skema
- Berdasarkan skemanya ada beberapa tipe dari pembangkit listrik tenaga mini hidro. Berikut beberapa tipe minihidro berdasarkan skemanya yaitu:
- a. Pembangkit listrik tenaga mini hidro pada bendungan Bendungan pada umumnya dibangun bertujuan untuk penyediakan air bersih, pengendalian banjir dantempat rekreasi. Pembangunan pembangkit listrik tenaga mini hidro tergantung pada jenis bendungan dan konfigurasi dari outletnya,
  - b. Run of River
- Skema Run of River yaitu skema pembangkit listrik tenaga mini hidro dengan mengalihkan air sungai melalui saluran air kemudian ke pipa pesat (Penstock) dialirkan mengalirkan melalui turbin dan generator untuk membangkitkan listrik dan terakhir dikembalikan ke sungai kembali dibagian hilirnya
4. Berdasarkan tujuan pengadaan
- Tergantung pada alasan pembelian
- Ada dua kategori pembangkit listrik mini hidro, yaitu:
- 1) Tujuan Tunggal Infrastruktur pembangkit listrik tenaga mikrohidro hanya digunakan untuk menghasilkan energi.
  - 2) Multifungsi Infrastruktur pembangkit listrik mini hidro menyediakan air untuk berbagai keperluan selain menghasilkan listrik, antara lain untuk perlindungan banjir, irigasi lahan, mitigasi kekeringan, penyediaan air bersih, dan kebutuhan masyarakat lainnya.
5. Berdasarkan Ekonomi
- Menurut ilmu ekonomi, ada dua kategori PLTM:
- a. Yang pertama adalah PLTM mandiri. Karena keluaran listrik PLTM diputus dari PLN, maka hanya digunakan untuk kepentingan pribadi atau semi publik.
  - b. Kedua, PLTM dengan kerja tim. Karena PLTM yang baru dibangun akan terkoneksi dengan Perusahaan Energi Negara (PLN), maka listrik yang dihasilkan akan tersedia untuk masyarakat.

## 2.2 Transmisi Mini Hidro

Air (hidro), turbin, dan generator merupakan tulang punggung teknis PLTM. Mirip dengan PLTA, perbedaan nyata antara PLTM dan PLTA hanya terletak pada kapasitas atau ukurannya. Secara teori, variasi ketinggian dan volume debit air per detik pada aliran air saluran irigasi, sungai, atau air terjun dapat digunakan untuk menghasilkan listrik bagi pembangkit

listrik tenaga air skala kecil. Dengan tekanan air yang cukup, poros turbin dapat diputar untuk menghasilkan energi mekanik. Tenaga ini digunakan untuk memutar generator, yang pada gilirannya menghasilkan listrik. Untuk menghasilkan listrik yang dapat digunakan, skema mikrohidro memerlukan dua hal: aliran air dan ketinggian jatuh (head). Alat ini mengubah energi vertikal dan kinetik (energi potensial) menjadi tenaga mekanik dan listrik.

Meskipun pembangkit listrik tenaga mikrohidro hadir dalam berbagai bentuk dan ukuran, fungsi intinya—"Konversi energi potensial menjadi energi listrik (listrik)"—tetap sama, apa pun desainnya. Alih-alih terjadi sekaligus, rangkaian peristiwa berikut ini terjadi untuk membawa perubahan:

- Tenaga potensial menjadi tenaga kinetik
- Tenaga kinetik menjadi tenaga mekanik
- Tenaga mekanik menjadi tenaga listrik

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Transmisi Mekanik PLTM dan Komponen Bagian

Sistem transmisi pembangkit listrik tenaga mini hidro. Untuk turbin dan generator di hubungkan melalui transmisi mekanik ,komponen transmisi antara lain

1. Pulley
- Fungsi dari pulley yaitu untuk putaran menjadi naik dan stabil sehingga putaran turbin sesuai pada daerah kerja generator.
2. Poros Transmisi
- Poros berfungsi untuk menghubungkan putaran turbin ke pulley dan menghubungkan putaran ke generator. Sehingga menghasilkan energi listrik.
3. Bearing

Bearing berfungsi untuk menahan poros yang menghubungkan turbin ke pulley dan menghubungkan ke generator, bearing terbagi menjadi tiga bagian. Yaitu bearing turbin, bearing bearing pulley (roda gila) dan bearing generator

### 3.2 Dimensi dan fungsi komponen Transmisi mekanik

Pembangkit listrik tenaga minihidro (PLTM) mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik, selanjutnya energi mekanik tersebut diubah menjadi listrik. Generator, turbin, trafo, transmisi mekanis, dan jaringan listrik merupakan contoh peralatan elektromagnetik.

Karena kecepatan turbin PLTM menurun pada ketinggian air yang rendah, maka generator memerlukan pengaturan kecepatan yang lebih tinggi. Oleh karena itu, turbin dan generator tidak dapat berbagi poros yang sama. Oleh karena itu, transmisi mekanis harus dipasang dengan cara:

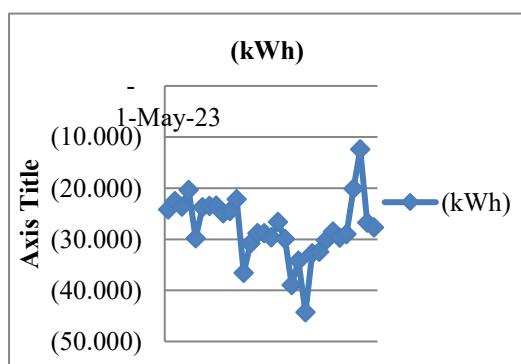
1. Ban
- Penggunaan ban dipasang saat praktik dan apabila terjadi perpindahan berdasarkan gesekan. Sehingga untuk meningkatkan gesekan pada ban

- umumnya trasiun yang terpasang pada alur roda berbentuk sama.
2. Roda Gila  
Roda gila digunakan apabila jarak antar poros generator dan poros turbin kecil.
  3. Rantai  
Penggunaan rantai apabila jarak poros generatator dan poros turbin besar sehingga menggunakan roda gila dan penggunaan ban jika memiliki ukuran yang kecil.

Roda Gila digunakan apabila jarak antar poros generator dan poros turbin kecil. Roda Gilai ini juga berfungsi sebagai penyeimbangan putaran turbin ke generotor atau biasa di sebut Balancing.

### 3.3 Spesifikasi data Parameter KWH yang Dikeluarkan

Dengan gambar dibawah ini kita bisa melihat data spesifikasi kwh yang di hasilkan oleh PLTM Taluda'a.



Gambar 1. Grafik Daya Kwh PLTM Taludaa

Data ini di ambil sejak tanggal 13 mei 2023, pada pukul 09.57. Grafik menunjukan bahwa adaya daya Kwh yang naik turun karena adanya cuaca yang tidak stabil. Dengan data Kwh perhari tersebut dapat menghasilkan dengan rata-ratanya 861,755 Kw dalam 1 hari. Ketika adanya penurunan daya yang dihasilkan oleh PLTM karena tekanan daya yang masuk ke turbin berkurang atau musim kemarau jadi daya yang di hasilkan menurun. Apabila daya yang dihasilka naik karena air yang masuk ke turbin lebih banyak atau pada musim hujan, jadi PLTM Taluda'a itu ketergantung cuaca atau air yang masuk.

### 3.4 Analisis Transmisi Daya Pada Generator

Dari hasil gambar grafik di atas kita bisa menghitung daya yang di keluarkan setiap jam dan per harinya.

P = daya generator (Kw)

P = daya turbin (Kw)

$$\text{Efisiensi Turbin} = \frac{P_{\text{generator}}}{P_{\text{turbin}}} \times 100 \% \\ = \frac{1165}{1239} \times 100 \% \\ = 0,94$$

$$\text{P out Generator} = \text{P out Turbin} \times \pi G (\text{KW}) \\ = 1239 \times 0,8 \\ = 991,2 \text{ kW}$$

Berdasarkan hasil perhitungan Dan analisis PLTM Taluda'a mampu menghasilkan daya sebesar 2 x 991,2 KW di hitung dengan mengunakan data spesifikasi (maual book) PLTM Taluda'a.

### 3.5 Analisis Berat Poros

Poros adalah salah satu sistem transmis PLTM Taluda'a yang menghantarkan atau menghubungkan turbin ke generotor, ditengahnya terdapat transmisi roda gila sebagai penyeimbangan ( Balancing) putaran poros, Menghitung berat poros diperhitungkan, (menggunakan persamaan berdasarkan dari sumber Arif Firdausi,) maka :

$$\text{RA} = \text{RB} = \frac{1}{2} (\text{F} + \text{FP}) (\text{kg}) \\ \text{R} = \frac{1}{2} (90 + 76) \\ = \frac{1}{2} \times 166 \\ = 83 \text{ Kg}$$

Hasil perhitungan jadi berat Poros adalah 83 Kg, maka berat poros lebih berat dari berat beban poros karena poros yang akan menerima beban tersebut.

Bantalan adalah salah satu sisitem transmisi PLTM Taluda'a yang menahan poros untuk berputar, Jadi menghitung tekanan bidang pada bantalan, (menggunakan persamaan dari sumber Arif Firdausi) maka :

$$\text{K} = \frac{\text{FO}}{\text{LO} \cdot \text{DO}} \\ = \frac{1250}{3 \times 9} \\ = 27 \\ \text{K} = \frac{\text{FO}}{27} \\ = \frac{1250}{27} \\ \text{K} = 46,29 \text{ Kg/Cm}^2$$

Hasil perhitungan diatas jadi tekanan yang diterima oleh bantalan poros adalah 46,29 Kg/Cm<sup>2</sup>, dihitung menggunakan data spesifikasi lapangan.

### 3.6 Analisis Momen Inersia Pada Roda Gila

Momen inersia adalah resistensi suatu benda terhadap gerak rotasi atau perubahan kecepatan sudut yang di berikan kepadanya. Momen Inersia (Kg/m<sup>2</sup>) adalah hasil perkalian antara berat Roda Gila dengan jari-jari Roda gila, dengan rumus sebagai berikut:  $I = m \times r^2$

Ket : I = momen inersia (Kg/m<sup>2</sup>)

m = massa roda gila

r = jari jari roda gila

I = 76 x 40<sup>2</sup> = 121,60 kg/m<sup>2</sup>

Berdasarkan perhitungan diatas dengaan data spesifikasi lapangan menghasilkan momen inersial 121,60 kg/m<sup>2</sup>

### 3.7 Analisis Pemakain umur Bearing

Umur pemakain bearing berdasarkan pada beben dan kecepatan putaran semakin besar beban dan kevepatan putaran makan semakin kecil umur bearing, (menggunakan persamaan dari sumber Choirul Anam

2016) Umur bearing diketahui dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} L_{10h} &= \left(\frac{C}{P}\right)^b \times \frac{1000000}{60 \cdot n} \\ &= \left(\frac{350,535 \text{ Lbf}}{167,55 \text{ Lbf}}\right)^2 \times \frac{1000000}{60 \cdot 500} \\ &= 2,09^2 \times 3,33 \\ &= 4,3681 \times 3,33 \\ &= 14,5457 \text{ jam kerja} \end{aligned}$$

4.

Mikrohidro (PLTMH) Sebuah Pililhan: Belajar dari Koperasi Mekar, Subang. 2017. 1–24 p.

Gadang L, Selatan S. STUDI ANALISA DAYA YANG TERSALURKAN OLEH PLTM SANGIR HULU LUBUK GADANG SOLOK SELATAN Ariska Maryeni 1), Indra Nisja 2). 2018;3–7.

Keterangan:

$L_{10h}$  = Umur pemakain  
 C = Beban Radial  
 P = Beban Aksial  
 b = Jumlah Bearing  
 n = Kecepatan Putaran

Berdasarkan perhitungan di atas umur pemakain Bearing hanya mampu menahan sejauh 14,5457 jam kerja, Dihitung dengan menggunakan data spesifikasi lapangan yang ada.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

1. Pada PLTM Taluda'a menggunakan Sistem Transmisi Poros, Dengan berat 83 kg, dan dengan tekanan bidang pada bantalan poros 27,77 kg/Cm<sup>2</sup>.
2. Hasil perhitungan Dan analisis PLTM Taluda'a mampu menghasilkan daya sebesar 2 x 991,2 KW
3. Berdasarkan hasil analisis umur pemakain Bearing hanya mampu menahan sejauh 14,5457 jam kerja, 6060 Hari, 119 Bulan, 16,6 Tahun, Dihitung dengan menggunakan data spesifikasi lapangan yang ada.

##### B. Saran

1. Agar kedepanya dapat dilakukan penelitian lebih lanjut tentang Transmisi Poros, Roda Gila, Bearing dan generator
2. Agar kedepanya dilakukan penelitian pegaruh temperatur terhadap umur bearing
3. Dilakukanya uji kerja pada poros, bearing dan Roda gila guna mendapatkan hasil uji yang akurat.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Made Kamiana I. Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air I Made Kamiana. 2011;(May).
2. Arifin AS. Rancang Bangun (Pltmh) Memanfaatkan Motor Listrik Singkron (Ac) Type Dinamo (Xqd-135-a) Sebagai Generator Memanfaatkan .... Sci Electro [Internet]. 2022; Available from: <http://riset.unisma.ac.id/index.php/jte/article/download/17227/13130>
3. Purwanto. Listrik Dari Mikrohidro Dalam Konteks Pengembangan Energi Terbarukan Di Indonesia. Pembagkit Listrik Tenaga