

## ANALISIS POTENSI DAYA PADA PEMBANGKIT UNIT 7 PLTA TES

Firmansyah Adam Permana, Helmizar

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

E-mail: [adamdata06@gmail.com](mailto:adamdata06@gmail.com) ; [helmizar@unib.ac.id](mailto:helmizar@unib.ac.id)

### Informasi Naskah:

Diterima:

24 – 03 – 2023

Direvisi:

22 – 05 – 2023

Disetujui Terbit:

29 – 06 – 2023

Diterbitkan:

Cetak

11 – 07 – 2023

Online

11 – 07 - 2023

**Abstract:** *Currently the need for electrical energy is increasing both for industrial and household needs, but until now a lot of electrical energy has been replaced by non-renewable resources (coal), which will run out if it continues to be used. Tes Hydroelectric Power Plant is one of the electrical energy generators that can be renewable. Among the several generating units in Tes Hydroelectric Power Plant, Tes's hydroelectric power plant unit 7 is the most recent, having been inaugurated for the first time in 2014. The power potential that can be projected from this hydroelectric power plant unit 7 still needs to be looked at further. Therefore, this study aims to analyze the potential for electric power from the Tes's hydroelectric power plant unit 7 from 01 July 2022 to 03 July 2022.*

*In making observations about the analysis of the power potential at the Tes's hydroelectric power plant unit 7, several methods are used. Such as observation of data for 3 days of operation from 01 July 2022 to 03 July 2022, literature study and several interview methods with field consultants. The value of the air discharge obtained from the use of air volume per day at the Tes's hydroelectric power plant unit 7. On three days of observation, the Tes's hydroelectric power plant unit 7 were able to produce the highest electrical energy on 03 July 2022, namely 100,722 kWh and the lowest was 99,808 kWh on 02 July 2022. In three days, the electric power that paid for the Tes's hydroelectric power plant unit 7 reached 4 173, 40 kW. The Tes's hydroelectric power plant unit 7 can generate a daily net income of Rp. 105,689,588, - with a per kWh price of Rp. 1300, - and reduced by the basic cost of Rp. 244.81, -, from the sale of electrical energy.*

**Keyword:** *Hydroelectric, Electric, Tes*

### PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan energi listrik serta menipisnya cadangan bahan bakar fosil, maka keadaan tersebut memaksa manusia untuk mencari energi alternatif (*renewable energy*) yang dapat diperbaharui yang dapat menggantikan bahan bakar fosil. Banyak energi alternatif yang dapat diperbaharui seperti pembangkit listrik tenaga air yang menjadi sumber energi yang berpotensi besar untuk dikembangkan saat ini. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air yang memanfaatkan adanya suatu air terjun atau aliran air di sungai.

PLTA Tes merupakan salah satu PLTA tertua di Indonesia. PLTA Tes ini merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi potensial air yang pertama yang didirikan di wilayah Sumatera. Dalam proses menghasilkan listrik, media yang digunakan berupa pemanfaatan aliran Sungai Ketahun yang dibendung dalam kolam tando sebelum dialirkan melalui *penstock* ke turbin. Saat ini PLTA Tes dapat menghasilkan daya sebesar 23,4 MW dengan 7 unit turbin air pembangkit listrik.

Pembangkit Listrik unit 7 di PLTA Tes merupakan pembangkit listrik tenaga air yang beroperasi dari tahun 2014. Dimana Pembangkit Listrik Unit 7 PLTA Tes juga

merupakan pembangkit yang jam kerjanya masih sedikit. Di bulan Juli 2022 pembangkit unit 7 PLTA Tes tercatat sebagai pembangkit yang belum pernah berhenti beroperasi. Maka dari itu, dibuatnya laporan ini untuk melihat potensi daya listrik yang dihasilkan pembangkit unit 7 PLTA Tes dalam 3 hari operasi dari tanggal 01 Juli 2022 sampai tanggal 03 Juli 2022.

## TINJUAN PUSTAKA

PLTA Tes adalah salah satu PLTA tertua di Indonesia. PLTA Tes merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi potensial air pertama yang didirikan di wilayah Sumatra. PLTA Tes terdiri dari 2 sentral unit dimana yang pertama adalah unit PLTA Tes lama yang mulai dibangun pada tahun 1912-1923 oleh pemerintahan kolonial Hindia Belanda dan beroperasi mulai tahun 1923. Pembangunan PLTA tersebut dilatarbelakangi oleh adanya area pertambangan emas yang berada di daerah Lebong Tandai dan Muara Aman.

Kemudian pada tahun 1958 dilakukan renovasi akibat kerusakan yang diakibatkan oleh pembombardiran sentral pembangkit oleh tentara Jepang, dimana daya yang terpasang setelah renovasi menjadi 2 X 600 kW. Sedangkan unit kedua adalah PLTA Tes baru yang dibangun tepat di belakang gedung PLTA lama yang didirikan antara tahun 1986-1991 dengan daya terpasang 4 X 4400 kW, dan pada tahun 2014 ditambah satu unit dengan kapasitas 4400 kW, jadi total daya terpasang 23.200 kW. Saat ini daya listrik yang dibangkitkan oleh PLTA Tes digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di Provinsi Bengkulu melalui jaringan transmisi 70 kV.

Secara geografis, PLTA Tes terletak di daerah perbukitan pada 3°16 LU dan 102° 25 BT yang dikelilingi oleh jajaran pegunungan Bukit Barisan dengan cadangan air yang cukup besar. PLTA Tes berjarak ±180 km sebelah utara kota Bengkulu membujur dari arah timur laut menuju barat daya tepatnya terletak di Desa Turan Tiging, Kecamatan Tes, Kabupaten Lebong, Provinsi Bengkulu, Sumatra (Rizal, 2022). Berikut ini adalah

gambaran umum perusahaan PLTA Tes dapat dilihat pada Gambar 1.

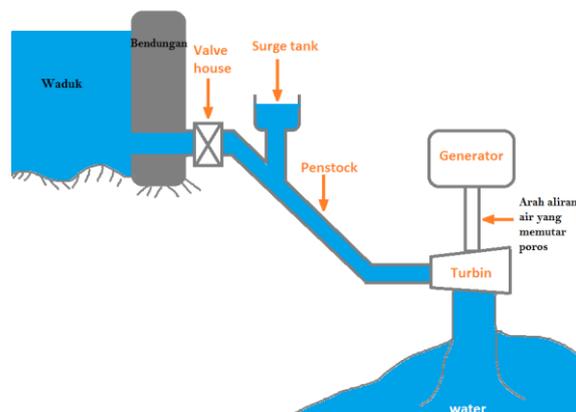


**Gambar 1.** PLTA Tes

Sumber : Dokumentasi Penelitian (2022)

## Potensi Daya

Konsep kerja pembangkit listrik tenaga air itu sendiri cukup sederhana, yaitu mengubah energi potensial air pada ketinggian menjadi energi putar mekanis dengan menggunakan turbin air dan kemudian energi mekanis tersebut diubah menjadi energi listrik menggunakan generator. Skema pembangkit tenaga air dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Skema Pembangkit Tenaga Air  
Sumber : Putra (2019)

Dapat dilihat skema dari pembangkit listrik tenaga air. Air pada waduk mengalir menuruni suatu ketinggian, di salah satu titik ketinggian air dibendung untuk dialirkan pada saluran (pipa/penstock). Energi potensial air pada ketinggian tersebut kemudian dialirkan menuju turbin melalui penstock sehingga turbin berputar. Putaran turbin itu akan menggerakkan rotor generator yang akan menghasilkan listrik (Ghozali, 2021).

Listrik yang dihasilkan tersebut kemudian disesuaikan tegangannya dengan tegangan jaringan menggunakan transformator untuk disalurkan kepada konsumen. Dari skema pembangkitan listrik tenaga air, dapat diambil besaran-besaran utama yang penting dalam analisis pembangunan PLTA tersebut. Besaran – besaran utama tersebut antara lain: head, debit air, potensi daya, dan efisiensi(PLN, 2007).

Head adalah perbedaan ketinggian dua titik pada kolom cairan dan menghasilkan tekanan pada titik yang lebih rendah. Debit adalah kapasitas aliran (Q) yang merupakan sejumlah kubik (volume) cairan yang dipindahkan dalam waktu tertentu, biasanya diberikan satuan m<sup>3</sup>/s. Umumnya suatu sumber air, kapasitas alirannya berubah – ubah tergantung dari besar kecilnya curah hujan dan beberapa faktor lainnya(Dewi, 2020).

Sedangkan daya yang dapat dikonversikan adalah energi per satuan waktu, dalam hal ini per detik, dan volume per detik adalah debit (Putra, 2019), sehingga persamaan daya menjadi:

$$P = g \times Q \times H_n \times \eta$$

Dimana :

|                |                        |                     |
|----------------|------------------------|---------------------|
| P              | : Daya                 | (kW)                |
| g              | : Percepatan Gravitasi | (m/s <sup>2</sup> ) |
| Q              | : Debit Aliran Air     | (m <sup>3</sup> /s) |
| H <sub>n</sub> | : Tinggi Head          | (m)                 |
| η              | : Efisiensi Turbin     | (%)                 |

Specific Water Consumption (SWC)

Dengan mengetahui nilai Specific Water Consumption (SWC) dan energi listrik yang dihasilkan, maka debit air dapat ditentukan. Metoda ini sangat efisien karena PLTA mempunyai catatan data energi yang dibangkitkan tiap harinya (biasanya per jam).

Jika diinginkan data debit air yang panjang, hal ini bisa dilakukan selama PLTA juga mempunyai catatan mengenai daya/energi yang dihasilkan selama itu. Pada suatu PLTA, nilai SWC akan sangat bergantung pada nilai head, dan efisiensi

peralatan yang dipergunakan (khususnya efisiensi turbin dan efisiensi generator).

Dalam perhitungan Specific Water Consumption (SWC) dipengaruhi oleh dua hal, pertama oleh jumlah debit air perhari, perbulan dan pertahun, kedua oleh jumlah beban rata-rata perhari, perbulan dan pertahun (Tangkilisan,2015). Persamaan dari SWC adalah sebagai berikut :

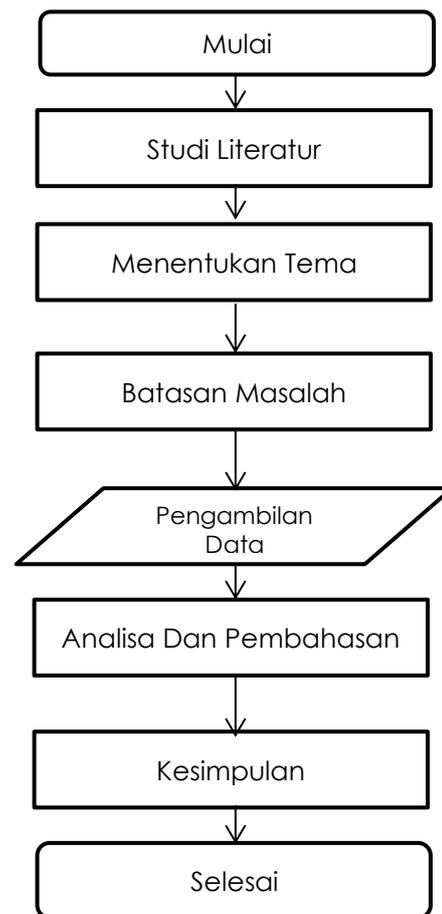
$$SWC = \frac{Q}{W}$$

Dimana :

|      |                            |                       |
|------|----------------------------|-----------------------|
| SWC: | Spesific Water Consumption | (m <sup>3</sup> /kWh) |
| Q    | : Jumlah debit air         | (m <sup>3</sup> )     |
| W    | : Energi Listrik           | (kWh)                 |

### METODOLOGI

Langkah – langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian di PLTA Tes dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Diagram Alir

Dalam pelaksanaan penelitian di PLTA Tes ini yaitu melakukan observasi

pengamatan lapangan yang mana meliputi yaitu sebagai berikut:

### 1. Orientasi PLTA Tes

Orientasi yaitu upaya pelatihan dan pengembangan awal bagi mahasiswa yang melaksanakan penelitian di PLTA Tes, yang mana memberi informasi mengenai perusahaan, jabatan dan kelompok kerja. Orientasi ini juga bertujuan untuk perkenalan untuk bisa menentukan sikap berupa arahan bagi mahasiswa yang hidup ditempat atau lingkungan baru (Dhamier, 2022). Pada orientasi yang dilakukan terdapat 3 bagian yaitu sebagai berikut:

a. Pengenalan Lingkungan yaitu bertujuan untuk penyampaian terhadap pihak perusahaan kepada mahasiswa yang baru, terhadap selingkup perusahaan yaitu PLTA Tes.

b. Pengenalan K3 yaitu sebuah penyampaian terhadap pihak perusahaan kepada mahasiswa yang baru bergabung ke perusahaan yang mana sebuah kegiatan yang akan menjamin terciptanya kondisi kerja yang aman bagi karyawan, menghindari gangguan fisik dan mental melalui pelatihan k3, mengarahkan dan mengendalikan pelaksanaan tugas dari karyawan, serta memberi bantuan sesuai dengan peraturan yang berlaku tempat perusahaan di PLTA Tes.

c. Pemeliharaan pada saat kerja praktek di PLTA Tes yaitu bertujuan untuk mengetahui kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu asset dan memperbaikinya agar selalu dalam keadaan siap pakai untuk melaksanakan produktivitas secara efektif dan efisien sesuai dengan standar (fungsional dan kualitas). Dalam prakteknya, pemeliharaan dapat diartikan sebagai tindakan merawat suatu barang atau peralatan dengan memperbaharui usia peralatan.

### 2. Pengamatan Lapangan

Dalam kerja praktek ini yang dilakukan yaitu untuk mengetahui pengoperasian pada PLTA Tes dimana yang diamati yaitu pada turbin di setiap unit dan terkhusus pada Pembangkit Unit 7 PLTA Tes. Dimana pada saat pengoperasian yang dilakukan

banyak faktor yang harus diperhatikan yaitu dari elevasi ketinggian air sehingga turbin bisa beroperasi, sampah yang ada pada penyaringan di *Trash Rack Inlet* sehingga bisa mengakibatkan penyumbatan dan bisa terjadinya derating terhadap daya yang dihasilkan dan kemudian pada pembagian *flow* air terhadap *penstock* menuju ke turbin.

### 3. Pengumpulan data

Melakukan pengumpulan data untuk mengetahui potensi daya yang dihasilkan oleh pembangkit unit 7. Dalam pelaksanaan pengamatan penelitian ini data yang dibutuhkan diperoleh dari *Control Room* di PLTA Tes, adapun data yang dibutuhkan yaitu data hasil operasi pembangkit unit 7 (energi listrik *output*), Jumlah pemakaian air per hari, jumlah energi listrik yang PLTA Tes konsumsi, dan nilai dari *Spesific Water Consumption* awal dari unit 7.

### 4. Diskusi dengan *supervisor*

Pada saat pelaksanaan penelitian yang dilakukan terdapat diskusi pada *supervisor*, dan penyampaian juga bertujuan untuk mengetahui agar pengamatan yang dilakukan tidak salah dan sudah mendapatkan penyampaian terhadap setiap pengoperasian dan faktor kendala dalam pengoperasian. Pada saat penyampaian dari *supervisor* juga terdapat banyak materi yang telah di beri termasuk sejarah terbangunnya suatu PLTA Tes ini.

### Lokasi Pengamatan

Lokasi pada saat melakukan pengamatan berada di Pembangkit listrik unit 7 PLTA Tes menggunakan jenis turbin *francis* yaitu turbin yang dikelilingi dengan sudu pengarah yang akan menggerakkan air masuk secara tangensial dan semuanya terbenam ke dalam air. Turbin *francis* digunakan untuk pemanfaatan potensi menengah. Turbin *francis* digunakan pada *head* 49 m, dengan *runner* terbuat dari baja. Unit pembangkit ini dipasang diantara sumber air yang bertekanan tinggi dibagian masuk dan air bertekanan rendah dibagian keluarannya. Pembangkit unit 7 PLTA Tes tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Pembangkit Unit 7 PLTA Tes  
Sumber : Dokumentasi Penelitian (2022)

Spesifikasi dari pembangkit unit 7 PLTA Tes dapat dilihat pada Tabel 1. berikut.

**Tabel 1.** Spesifikasi Pembangkit Listrik Unit 7 PLTA Tes (PLN)

|               |                         |
|---------------|-------------------------|
| Model         | HLA904a – WJ – 112      |
| Head          | 49,0 m                  |
| Discharge     | 9,75 m <sup>3</sup> / s |
| Speed         | 500 RPM                 |
| Output        | 4400 kW                 |
| Netto Weight  | 26730 kg                |
| Serial Number | 2012020                 |
| Date          | Mei 2012                |

#### Pengumpulan Data

Dalam pelaksanaan pengamatan ini ada beberapa data yang mendukung diperoleh dari beberapa metode yaitu :

1. Metode observasi lapangan

Yaitu dengan mengamati pembangkit unit 7 PLTA Tes secara langsung supaya mengetahui kondisi pembangkit listrik tersebut benar – benar beroperasi ketika melaksanakan pengamatan.

2. Metode wawancara

Yaitu dengan mewawancarai pembimbing lapangan agar mengetahui apa saja kondisi nyata dari pembangkit listrik unit 7 PLTA Tes tersebut

3. Pengambilan data hasil operasi di Control Room PLTA Tes.

Data yang dibutuhkan yaitu data hasil operasi pembangkit unit 7 (energi listrik *output*), Jumlah pemakaian air per hari, jumlah energi listrik yang PLTA Tes konsumsi, dan nilai dari *Specific Water*

*Consumption* (SWC) awal dari pembangkit unit 7.

#### HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN

Data hasil operasi pembangkit unit 7 tersebut adalah jumlah daya yang dihasilkan perhari atau 24 jam, dimulai dari pukul 10.00 WIB sampai dengan pukul 10.00 WIB. Data hasil operasi pada pembangkit unit 7 dapat dilihat pada Tabel 2. sebagai berikut.

**Tabel 2.** Data Hasil Operasi Pembangkit Unit 7 PLTA Tes

| Tanggal         | $W_{Output}$<br>(kWh) | $P_{Output}$<br>(kW) | Energi<br>Konsumsi<br>Pembangkit<br>(kWh) |
|-----------------|-----------------------|----------------------|---|
| 01 Juli<br>2022 | 101.621               | 4234,21              | 1.666                                     |
| 02 Juli<br>2022 | 101.440               | 4226,67              | 1.632                                     |
| 03 Juli<br>2022 | 102.355               | 4264,79              | 1.633                                     |

Kemudian terdapat juga data pemakaian air pada pembangkit unit 7 PLTA Tes perharinya untuk menghasilkan energi listrik yang dapat dilihat pada Tabel 3. sebagai berikut.

**Tabel 3.** Tabel Data Pemakaian Air Perhari

| Tanggal         | Jumlah Volume<br>Pemakaian Air (m <sup>3</sup> ) |
|-----------------|--|
| 01 Juli<br>2022 | 802.805,90                                       |
| 02 Juli<br>2022 | 801.376,00                                       |
| 03 Juli<br>2022 | 808.604,50                                       |

Berdasarkan Tabel 3., jumlah pemakaian air didapatkan dari hasil kali antara energi *output* dengan nilai SWC awal dari pembangkit unit 7 (7,9 m<sup>3</sup>/kWh). Perhitungan volume pemakaian air

perhari pembangkit unit 7 dihitung menggunakan persamaan 1.

$$V/\text{Hari} = W_{\text{Output}/\text{hari}} \times \text{SWC} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- $V/\text{Hari}$  : Volume Air Perhari ( $\text{m}^3$ )
- $W_{\text{Output}/\text{hari}}$  : Energi Per Pembangkit (kWh)
- SWC : SWC Awal Unit 7 ( $7,9 \text{ m}^3/\text{kWh}$ )

Berikut adalah contoh perhitungan volume pemakaian air perhari di tanggal 01 Juli 2022.

$$\begin{aligned} V/\text{Hari} &= W_{\text{Output}/\text{hari}} \times \text{SWC} \\ V_{01 \text{ Juli } 2022} &= 101.621,00 \text{ kWh} \times 7,9 \text{ m}^3/\text{kWh} \\ V_{01 \text{ Juli } 2022} &= 101.621,00 \text{ kWh} \times 7,9 \text{ m}^3/\text{kWh} \\ \mathbf{V_{01 \text{ Juli } 2022} &= 802.805,90 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

Persamaan – Persamaan

Setelah memperoleh data – data operasi dari pembangkit unit 7 PLTA Tes, untuk mengetahui potensi daya dari pembangkit tersebut melibatkan beberapa perhitungan yang menggunakan persamaan – persamaan sebagai berikut.

### 1. Debit (Q)

Debit (Q) merupakan jumlah air yang mengalir dalam satuan volume per waktu (Setiawan & Purwanto, 2018). Pada analisa pengamatan kali ini nilai debit diperoleh dengan persamaan sebagai berikut.

$$Q = \frac{V_{\text{Total}}}{t} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- Q : Debit ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $V_{\text{Total}}$  : Volume Air per 24 Jam ( $\text{m}^3$ )
- t : Waktu (s)

### 2. Efisiensi Turbin ( $\eta$ )

Efisiensi Turbin merupakan daya guna yang dibangkitkan oleh turbin sebagai hasil pemanfaatan potensi air seminimal mungkin untuk menghasilkan tenaga listrik (Agus, 2022). Untuk menghitung efisiensi pembangkit, terlebih dahulu menghitung daya hidrologi ( $P_{\text{Hidrologi}}$ ).

$$P_{\text{Hidrologi}} = \rho \cdot g \cdot h \cdot Q \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

- $P_{\text{Hidrologi}}$  : Daya Turbin Perhari (kW)
- $\rho$  : Massa Jenis Air ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
- g : Percepatan Gravitasi ( $\text{m}/\text{s}^2$ )

- h : Head (m)
- Q : Debit ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

Kemudian untuk menghitung efisiensi ( $\eta$ ) menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{\text{Output}}}{P_{\text{Hidrologi}}} \times 100 \% \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

- $\eta$  : Efisiensi (%)
- $P_{\text{Output}}$  :  $P_{\text{Output}}$  Yang Dihasilkan (kW)
- $P_{\text{Hidrologi}}$  : Daya Hidrologi (kW)

### 3. Energi Listrik Netto ( $W_{\text{Netto}}$ )

Perhitungan daya bersih yang dihasilkan dapat dihitung melalui persamaan :

$$W_{\text{Netto}} = W_{\text{Output}} - W_{\text{Konsumsi Pembangkit}} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana :

- $W_{\text{Netto}}$  : Energi Listrik Netto (kWh)
- $W_{\text{Output}}$  : Energi Listrik Produksi (kWh)
- $W_{\text{Konsumsi Pembangkit}}$  : Konsumsi Listrik PLTA Tes (kWh)

### 4. Pendapatan (Income)

Data energi listrik pada pembangkit unit 7 PLTA Tes kemudian dapat digunakan untuk menghitung pendapatan yang diperoleh melalui persamaan :

$$\text{Income} = W_{\text{Netto}} \times (\text{Rp. } 1300 - \text{Rp. } 244,81) \dots (6)$$

Dimana :

- $W_{\text{Netto}}$  : Energi Listrik Netto (kWh)
- Rp. 1300,- ; Rp. 244,81,- : Harga Transfer Energi & Biaya Pokok Produksi

Perhitungan

#### 1. Debit (Q)

Perhitungan debit (Q) pada pengamatan kali ini menggunakan persamaan 4.2. Pada nilai t, diperoleh dari 24 jam dalam satuan detik yang kemudian dimasukkan ke persamaan 2.

$$24 \text{ Jam} = 86.400 \text{ Detik}$$

Apabila jumlah volume di tanggal 01 Juli 2022 dihitung menggunakan persamaan tersebut, maka diperoleh :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{V_{\text{Total}}}{86.400 \text{ s}} \\ Q &= \frac{802.805,09 \text{ m}^3}{86.400 \text{ s}} \\ Q &= 9,29173 \end{aligned}$$

$$Q = 9,29 \text{ m}^3/\text{s}$$

Hasil perhitungan jumlah volume perhari yang digunakan oleh pembangkit unit 7 PLTA Tes. Hasil perhitungan (Q) dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut.

**Tabel 4.** Tabel Hasil Perhitungan Debit

| Tanggal      | V (m <sup>3</sup> ) | T (s)  | Q (m <sup>3</sup> /s) |
|--------------|---------------------|--------|-----------------------|
| 01 Juli 2022 | 802.805,09          | 86.400 | <b>9,29</b>           |
| 02 Juli 2022 | 801.376,00          | 86.400 | <b>9,27</b>           |
| 03 Juli 2022 | 808.604,50          | 86.400 | <b>9,35</b>           |

## 2. Efisiensi ( $\eta$ )

Sebelum masuk ke perhitungan efisiensi ( $\eta$ ), terlebih dahulu menghitung daya hidrologi ( $P_{\text{Hidrologi}}$ ) menggunakan persamaan 3. sebagai berikut.

$$P_{\text{Hidrologi}} = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,29 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 49 \text{ m}$$

$$P_{\text{Hidrologi}} = \mathbf{4.466,44 \text{ kW}} \text{ (01 Juli 2022)}$$

Hasil perhitungan daya hidrologi ( $P_{\text{Hidrologi}}$ ) perharinya dapat dilihat pada Tabel 5. sebagai berikut.

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Daya Hidrologi

| Tanggal      | $\rho \cdot Q \cdot g \cdot h$ |      |      |    | $P_{\text{hidrologi}}$<br>(kW) |
|--------------|--------------------------------|------|------|----|--------------------------------|
| 01 Juli 2022 | 1000                           | 9,29 | 9,81 | 49 | <b>4.466,44</b>                |
| 02 Juli 2022 | 1000                           | 9,27 | 9,81 | 49 | <b>4.458,49</b>                |
| 03 Juli 2022 | 1000                           | 9,35 | 9,81 | 49 | <b>4.498,70</b>                |

Setelah diperoleh hasil daya hidrologi, kemudian dapat dihitung efisiensi ( $\eta$ ) pada pembangkit unit 7 PLTA Tes. Efisiensi ( $\eta$ ) dapat dihitung menggunakan persamaan 4. sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{\text{Output}}}{P_{\text{Hidrologi}}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{4234,21 \text{ kW}}{4466,44 \text{ kW}} \times 100\%$$

$$\eta = \mathbf{94,81 \%}$$

Hasil perhitungan efisiensi perhari pada pembangkit unit 7 PLTA Tes dapat dilihat pada Tabel 6. sebagai berikut.

**Tabel 6.** Hasil perhitungan efisiensi perhari

| Tanggal      | $P_{\text{Output}}$<br>(kW) | $P_{\text{Hidrologi}}$<br>(kW) | $\eta$<br>(%) |
|--------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------|
| 01 Juli 2022 | 4234,21                     | 4466,44                        | <b>94,81</b>  |
| 02 Juli 2022 | 4226,67                     | 4458,49                        | <b>94,80</b>  |
| 03 Juli 2022 | 4264,79                     | 4498,70                        | <b>94,80</b>  |

## 3. Energi Listrik Netto ( $W_{\text{Netto}}$ )

Perhitungan energi listrik *netto* ( $W_{\text{Netto}}$ ) yang dihasilkan oleh pembangkit unit 7 PLTA Tes dihitung dengan menggunakan persamaan 4.5. Hasil dari perhitungan energi listrik *netto* ( $W_{\text{Netto}}$ ) pada tanggal 01 Juli 2022 adalah sebagai berikut.

$$W_{\text{Netto}} = W_{\text{Output}} - W_{\text{Konsumsi Pembangkit}}$$

$$W_{\text{Netto}} = 101.621 \text{ kWh} - 1.666 \text{ kWh}$$

$$W_{\text{Netto}} = \mathbf{99.955 \text{ kWh}}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, hasil perhitungan energi listrik *netto* ( $W_{\text{netto}}$ ) di perharinya dapat dilihat pada Tabel 7. sebagai berikut.

**Tabel 7.** Hasil Perhitungan  $W_{\text{Netto}}$

| Tanggal      | Energi Output<br>(KWh) | Energi Konsumsi Pembangkit<br>(KWh) | Energi Netto<br>(KWh) |
|--------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| 01 Juli 2022 | 101.621                | 1.666                               | <b>99.955</b>         |
| 02 Juli 2022 | 101.440                | 1.632                               | <b>99.808</b>         |
| 03 Juli 2022 | 102.355                | 1.633                               | <b>100.722</b>        |

## 4. Pendapatan (*Income*)

Di bawah ini adalah salah satu contoh perhitungan pendapatan (*Income*) pembangkit unit 7 PLTA Tes di tanggal 01 Juli 2022.

$$Income = W_{\text{Netto}} \times (\text{Rp. } 1300 - \text{Rp. } 244,81)$$

$$Income = 99.955 \text{ kWh} \times (\text{Rp. } 1300 - \text{Rp. } 244,81)$$

$$Income = \mathbf{\text{Rp. } 105.471.516,-}$$

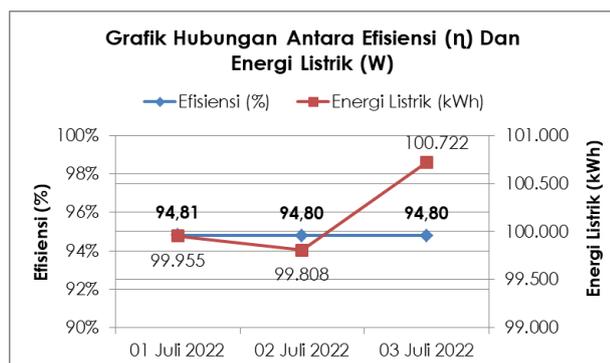
Perhitungan pendapatan (*Income*) perharinya dengan menggunakan persamaan di atas dapat dilihat pada Tabel 8. sebagai berikut.

**Tabel 8.** *Income* Pembangkit Unit 7 Perhari

| Tanggal      | $W_{Netto}$ (kWh) | <i>Income</i>            |
|--------------|-------------------|--------------------------|
| 01 Juli 2022 | 99.955            | <b>Rp. 105.471.516,-</b> |
| 02 Juli 2022 | 99.808            | <b>Rp. 105.316.403,-</b> |
| 03 Juli 2022 | 100.722           | <b>Rp. 106.280.847,-</b> |

#### Grafik

Setelah melakukan perhitungan efisiensi ( $\eta$ ), dan energi listrik ( $W$ ). Grafik tersebut dapat dilihat pada atau grafik diatas, diperoleh grafik hubungan antara efisiensi ( $\eta$ ), dan energi listrik ( $W$ ). Grafik tersebut dapat dilihat di Gambar 4. berikut.



**Gambar 4.** Grafik Hubungan Efisiensi ( $\eta$ ), dan Energi Listrik ( $W$ )

Sebuah pembangkit listrik tenaga air bekerja apabila adanya air yang mengalir melalui turbin pembangkit. Semakin besar air yang mengalir ke dalam turbin air, maka semakin besar energi listrik yang dihasilkan (Kurniasari, B., Handajadi, W., Hani, S, 2020). Permintaan energi listrik di setiap harinya selalu berubah – ubah. Berdasarkan grafik diatas, diperoleh nilai efisiensi ( $\eta$ ) dengan nilai yang sama yaitu 94,80 %. Akan tetapi, energi listrik yang dihasilkan di tanggal 03 Juli 2022 itu adalah hasil tertinggi dalam 3 hari pengamatan karena pada saat itu Pembangkit unit 7 PLTA Tes diamankan untuk menghasilkan listrik sebesar itu. Meskipun nilai efisiensi di tanggal 03 Juli 2022 hanya

94,80 %, karena debit air yang melimpah sehingga pembangkit unit 7 bisa menghasilkan energi listrik secara maksimal.

#### Pembahasan

Berdasarkan perhitungan debit yang diperoleh dari hasil bagi antara volume pemakaian air perhari ( $m^3$ ) dan satu hari dalam satuan detik, diperoleh debit perharinya. Pada awal bulan Juli pemakaian debit di pembangkit unit 7 PLTA Tes sebesar 9,29  $m^3/s$ . Kemudian di hari kedua bulan Juli jumlah debit pada hari itu menurun, yaitu 9,27  $m^3/s$  dikarenakan pada saat itu curah hujan rendah. Di keesokan harinya curah hujan naik sehingga debit yang diperoleh pembangkit unit 7 PLTA Tes mengalami kenaikan, yaitu sebesar 9,35  $m^3/s$ .

Pada perhitungan efisiensi ( $\eta$ ) yang telah dilakukan, menggunakan massa jenis air ( $\rho$ ) 1000  $kg/m^3$ , percepatan gravitasi ( $g$ ) sebesar 9,81  $m/s^2$ , dan head ( $h$ ) sebesar 49 m, serta debit ( $Q$ ) diambil dari rata – rata debit perharinya. Berdasarkan Grafik 4, pada 3 hari operasi mulai dari tanggal 01 Juli 2022 hingga 03 Juli 2022 pembangkit unit 7 PLTA Tes memperoleh nilai efisiensi cukup stabil. Sehingga memungkinkan untuk beroperasi hingga mencapai kapasitas tertingginya (Oktawati & Azizah, 2023).

Mengacu pada perhitungan energi listrik bersih ( $W_{Netto}$ ) perhari di pembangkit unit 7 PLTA Tes, pada perhitungan energi listrik bersih ( $W_{Netto}$ ) tersebut menggunakan persamaan ( $W_{Netto} = \text{Energi Output} - \text{Energi Konsumsi Pembangkit}$ ), yang mana perhitungan energi listrik bersih diperoleh dari data energi output ( $W_{Output}$ ) yang dihasilkan oleh pembangkit unit 7 PLTA Tes dan energi konsumsi pembangkit yang ada pada Tabel 4.1. Dimana pada tanggal 01 Juli 2022 pembangkit unit 7 PLTA Tes mampu memproduksi daya listrik bersih sebesar 99.955 kWh, dan 99.808 kWh pada 02 Juli 2022, serta di hari ketiga merupakan hasil produksi daya bersih tertinggi, yaitu mencapai 100.722 kWh. Sehingga jumlah produksi daya bersih pada pembangkit unit 7 PLTA Tes dalam 3 hari operasi mulai tanggal 01 sampai 03 Juli 2022 dapat

memproduksi listrik sebesar 300.485 kWh atau sebesar 4173,40 kW.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian potensi daya pembangkit unit 7 di PLTA Tes yaitu sebagai berikut:

1. Dari perhitungan efisiensi ( $\eta$ ) di atas, dapat disimpulkan bahwa dalam 3 hari pengamatan dari tanggal 01 Juli 2022 - 03 Juli 2022 Pembangkit Unit 7 PLTA Tes dapat beroperasi secara maksimal dengan nilai efisiensi sebesar  $\pm 94,80 \%$ .
2. Berdasarkan perhitungan Energi Listrik Bersih ( $W_{netto}$ ) dapat disimpulkan bahwa dalam 3 hari Pembangkit Unit 7 PLTA Tes mampu menghasilkan  $\pm 100.000$  kWh energi listrik perhari-nya.
3. Setelah melakukan 3 hari pengamatan, Pembangkit Unit 7 dapat menghasilkan  $\pm$  Rp.100.000.000,- perhari apabila beroperasi selama 24 jam.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Jurnal penelitian dengan judul "Analisis Potensi Daya Pada Pembangkit Unit 7 PLTA Tes" di PT. PLN (Persero) UNIT PLTA Tes, Lebong – Bengkulu. Penelitian ini telah berjalan dengan lancar berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, M. (2022). *Maintenance Cooling Water System Terhadap Performa Heat Exchanger Pada Unit 4 Di PT. PLN (Persero) Unit PLTA Tes*. 49.
- Dewi, R. (2020). Analisis Potensi Daya Listrik Aliran Sungai Cibuni. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2),
- Dhamier, A. (2022). *Efektifitas Cooling Tower Induced Draft Di Pt. Pln (Persero) Updk Keramasan*. 53.
- Ghozali. (2021). *Kerugian Disposisi Guide Vane Pada Turbin Francis Unit 6 Di PLTA Loss Of Guide Vane Disposition On Francis Turbine Of Unit 6 Of The Hydroelectric Power Plant*. 5(2), 1–8.
- Kurniasari, B., Handajadi, W., Hani, S, .

(2020). Analisa Efisiensi Turbin Generator Berdasarkan Kualitas Daya Pada PLTU Pabrik Gula Madukismo. *Institut Sains & Teknologi AKPRIND*, 20–27.

- Oktawati, Azizah, N. (2023). *Penerapan Arsitektur Tropis Rumah Adat Karampuang di Sinjai*. 16(2), 35–40.
- PLN. (1994) *Performance Of Riva Hydroart Francis Turbine.pdf*.
- PLN. (2007). *Prosedur Tetap Deklarasi Kondisi Pembangkit Dan Indeks Kinerja Pembangkit*.
- Putra. (2019). *Analisis Potensi Daya Listrik di Pembangkit Listrik Tenaga Air Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri*. 1–27.  
<http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/74138>
- Rizal. (2022). *Pengaruh Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Pada Generator Unit 7*. 42.
- Setiawan, Ri., & Purwanto, Y. (2018). Perbandingan Pengukuran Debit Sungai Metode Pelampung dan Current Mater. *Prosiding Hasil Penelitian Dan Kegiatan*, ISSN 0852-, 67–74.
- Tangkilisan, P. Y., Hans, (2015). Analisa Perhitungan Specific Water Consumption Pada Pembangkit Listrik Tenaga Air Di Sistem Minahasa. *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer*, 4(5), 27–36.