

# PERANCANGAN PLTMH UNTUK MENDUKUNG WISATA HIJAU DI BENDUNGAN TAMBLANG, DESA SAWAN, KABUPATEN BULELENG

K Fajar Edy Putra Dewantara<sup>1</sup>, I N Setiawan<sup>2</sup>, I W Sukerayasa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana  
Kampus Bukit, Jl Raya Kampus Unud Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali 80631

Email : [fajar.edyputra@gmail.com](mailto:fajar.edyputra@gmail.com)<sup>1</sup>

## ABSTRAK

Potensi energi air di Provinsi Bali, khususnya di Bendungan Tamblang, sangat tinggi dan dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi di daerah sekitar. Disisi lain, Pemerintah Kabupaten Buleleng berinisiatif mengembangkan potensi pariwisata dengan merencanakan Daerah Tujuan Wisata (DTW) berbasis wisata hijau, yang memanfaatkan energi terbarukan sebagai komponen pendukungnya. Salah satu potensi energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan di Bendungan Tamblang adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), yang dirancang dengan debit rancangan sebesar 2,21 m<sup>3</sup>/s dengan kapasitas sebesar 1,2 MW. Perancangan PLTMH Bendungan Tamblang memerlukan biaya investasi awal sebesar Rp 2,434,358,091, dan berdasarkan hasil analisis ekonomi, perancangan PLTMH Bendungan Tamblang tergolong layak secara investasi, dengan NPV sebesar Rp 68,6 miliar, BCR 40,81, dan PP kurang dari 10 tahun.

**Kata Kunci** : Energi Baru Terbarukan, Daerah Tujuan Wisata, Bendungan Tamblang, PLTMH, Analisis Ekonomi

## ABSTRACT

*The potential of water energy in Bali Province, especially in Tamblang Dam, is very high and can be utilized to provide energy needs in the surrounding area. On the other side, the Buleleng Regency Government took the initiative to develop tourism potential by planning a green tourism-based Tourism Destination Area (DTW), which utilizes renewable energy as a supporting component. One of the renewable energy potentials that can be utilized in Tamblang Dam is Micro Hydro Power Plant (PLTMH), which is designed with a designed flow rate of 2.21 m<sup>3</sup>/s with a capacity of 1.2 MW. The design of Micro Hydro Power Plant of Tamblang Dam requires an initial investment cost of Rp 2,434,358,091, and based on the results of economic analysis, the design of Micro Hydro Power Plant of Tamblang Dam is classified as feasible for investment, with NPV of Rp 68.6 billion, BCR 40.81, and PP less than 10 years.*

**Key Words** : Renewable Energy, Tourism Destination Area, Tamblang Dam, Micro Hydro Power Plant, Economic Analysis

## 1. PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan listrik nasional didasari oleh pertumbuhan penduduk yang meningkat seiring waktu, sehingga menyebabkan kebutuhan listrik sehari-hari mengalami peningkatan. Berdasarkan data Kementerian ESDM, peningkatan kebutuhan energi listrik nasional mencapai angka 6,9 % per tahunnya [1]. Sebagian besar sumber energi yang dimanfaatkan untuk memenuhi

kebutuhan listrik di Indonesia masih bersumber dari energi konvensional yang bersumber dari bahan bakar fosil, dan menghasilkan emisi yang merusak lingkungan. Salah satu solusi untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil untuk sumber energi listrik adalah dengan memanfaatkan sumber energi yang dapat diperbaharui, atau disebut Energi Baru Terbarukan (EBT). Berbagai kebijakan mulai ditetapkan oleh pemerintah untuk

menanggulangi permasalahan mengenai penggunaan sumber energi konvensional, dan Provinsi Bali menjadi salah satu daerah yang telah melakukan kebijakan terkait penggunaan EBT.

Pemerintah Provinsi Bali melalui Peraturan Gubernur Nomor 45 Tahun 2019 tentang "Bali Energi Bersih" memiliki target untuk memaksimalkan penggunaan EBT secara menyeluruh hingga transisi tahun 2050. Potensi EBT di Provinsi Bali memiliki peluang yang besar dalam memaksimalkan pemanfaatan EBT untuk kebutuhan energi listrik, salah satunya adalah potensi energi air mencapai 624 MW di Bali dan Nusa Tenggara menurut data Rancangan Umum Energi Nasional (RUEN) Tahun 2016. Maka dari itu, untuk mendukung kebijakan Bali Energi Bersih, pemanfaatan EBT di Provinsi Bali harus dimaksimalkan, dan salah satu pemanfaatan EBT di Provinsi Bali yang sedang dimaksimalkan adalah dengan membangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) pada sungai atau bendungan.

Pembangunan bendungan di Bali makin ditingkatkan seiring waktu karena kebutuhan energi air sebagai salah satu sumber energi terbarukan, dan salah satu bendungan yang baru saja diresmikan dan beroperasi adalah Bendungan Tamblang. Bendungan Tamblang yang berlokasi di Desa Sawan, Kabupaten Buleleng menjadi bendungan yang memiliki potensi yang besar untuk pengoperasian PLTMH sebagai penunjang kebutuhan energi listrik di daerah sekitar. Melihat potensi tersebut, selain direncanakan sebagai sumber energi terbarukan, Pemerintah Daerah Kabupaten Buleleng berencana untuk memanfaatkan potensi wisata yang ada di sekitar, khususnya Bendungan Tamblang sebagai Daerah Tujuan Wisata (DTW) berbasis energi hijau. Sehingga dengan merencanakan DTW dan pemanfaatan energi terbarukan, maka akan dilakukan perancangan sumber pembangkit listrik dengan pemanfaatan EBT untuk mendukung DTW Bendungan Tamblang.

Berdasarkan hal tersebut, untuk mendukung kebijakan Bali Energi Bersih, maka dalam penelitian ini dilakukan kajian mengenai pemanfaatan EBT di Bendungan Tamblang untuk mendukung DTW Bendungan Tamblang yang direncanakan, dengan merancang PLTMH yang memanfaatkan saluran air dari Bendungan Tamblang.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 PLTMH

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan pembangkit listrik dengan sumber dari Energi Baru Terbarukan yang memanfaatkan energi potensial dari aliran air untuk menggerakkan turbin menghasilkan energi kinetik [2], kemudian mengkonversi energi kinetik turbin menjadi energi listrik. Parameter utama dari PLTMH untuk beroperasi terdiri dari dua aspek, yaitu debit air dan tinggi jatuh efektif atau *head* pada sumber air yang dimanfaatkan.

Pada dasarnya, PLTMH memiliki prinsip kerja yang sama dengan PLTMH dan PLTA, namun yang membedakan PLTMH dengan pembangkit listrik air lainnya adalah kapasitas daya keluaran yang dihasilkan pada saat pengoperasiannya.

#### 2.1.1 Komponen PLTMH

Komponen pendukung PLTMH terdiri dari komponen bangunan sipil serta komponen elektrikal dan mekanikal sebagai berikut ini [3] :

1. Bendungan

Bendungan adalah bangunan melintang terhadap aliran sungai yang dimanfaatkan sebagai tempat penampungan aliran air sungai, dengan tujuan mengatur ketinggian air pada sungai.

2. Saluran Penyadap (*Intake*)

Saluran penyadap merupakan bangunan sipil PLTMH yang berfungsi untuk membuka jalur aliran air dari bendungan ke saluran pembawa, yang dilengkapi penghalang objek asing seperti sampah untuk menjaga turbin dari kerusakan akibat objek asing.

3. Saluran Pembawa (*Headrace*)

Saluran pembawa merupakan saluran seperti bukit yang berfungsi untuk mempertahankan kestabilan air dan menyalurkan air dari saluran penyalur ke bak penenang.

4. Saluran Pelimpah (*Spillway*)

Saluran pelimpah merupakan bangunan sipil yang berfungsi menyalurkan kelebihan air pada bak penenang untuk mencegah rumah pembangkit tergenang air.

5. Bak Penenang (*Head Tank*)

Bak penenang digunakan untuk menenangkan air yang akan disalurkan menuju turbin melalui pipa pesat sesuai dengan kapasitas debit air yang diinginkan.

6. Pipa Pesat (*Penstock*)

Pipa pesat adalah saluran penghubung antara bak penenang dengan rumah pembangkit, dengan kemiringan yang sudah ditetapkan untuk memaksimalkan energi aliran air dalam memutar turbin.

7. Rumah Pembangkit

Rumah pembangkit merupakan bangunan sipil tempat komponen elektrik dan mekanikal dari PLTMH, serta berfungsi sebagai tempat pengendalian distribusi energi listrik.

8. Saluran Pembuang (*Tailrace*)

Saluran pembuang berfungsi untuk menyalurkan air keluar setelah dimanfaatkan untuk memutar turbin.

9. Turbin

Turbin merupakan komponen utama dalam proses pembangkitan energi listrik dari PLTMH. Turbin dihubungkan ke generator sehingga energi mekanik turbin mampu memutar generator untuk menghasilkan listrik.

10. Generator

Generator mengubah energi mekanik yang dihasilkan perputaran turbin pada rumah pembangkit menjadi energi listrik untuk dimanfaatkan memenuhi kebutuhan listrik di sekitar pembangkit. Dalam menentukan kapasitas generator dapat digunakan persamaan berikut ini [3] :

$$PG = 130\% \times P \quad (1)$$

Keterangan :

PG = Kapasitas Generator (kW)

P = Daya listrik desain (kW)

2.2 Kriteria Pemilihan Jenis Turbin

Pemilihan jenis turbin yang akan digunakan perlu memperhatikan parameter-parameter yang mempengaruhi kinerja turbin yang ditentukan. Parameter tersebut antara lain debit air dan *head* pada lokasi yang akan dibangun PLTMH, dimana kedua faktor tersebut merupakan parameter utama dalam PLTMH menghasilkan energi listrik dengan kapasitas yang direncanakan [4]. Pemilihan turbin berdasarkan kondisi *head* dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1 Operasi Turbin Berdasarkan Head

Jenis Turbin	Head
Turbin Kaplan dan <i>Propeller</i>	2 m < H < 20 m
Turbin Francis	10 m < H < 350 m
Turbin Pelton	50 m < H < 100 m
Turbin <i>Crossflow</i>	6 m < H < 100 m
Turbin Turgo	50 m < H < 250 m

2.3 Debit

Debit merupakan besarnya aliran air yang dapat mengalir pada luasan penampang per satuan waktu [5]. Besarnya debit air dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti curah hujan dan kondisi geologi pada aliran air tersebut, sehingga dalam perencanaan PLTMH perlu diketahui berapa debit rencana dan debit andalan aliran air yang dimanfaatkan sehingga sistem mampu bekerja secara optimal. Dalam menentukan besarnya debit pada aliran air, dapat menggunakan persamaan berikut [6].

$$V = \frac{m}{s} \quad (2)$$

$$A = l \times d \quad (3)$$

$$Q = V \times A \quad (4)$$

Keterangan :

V = Kecepatan (m/s)

m = Jarak (m)

s = Waktu (s)

A = Luas Penampang (m<sup>2</sup>)

l = Lebar Sungai (m)

d = Kedalaman Sungai (m)

Q = Debit Air (m<sup>3</sup>/s)

**2.4 Tinggi Jatuh Efektif (Head)**

Head merupakan jarak antara permukaan air pada intake dengan turbin, yang diukur secara vertikal dengan sudut 90 derajat. Head menjadi salah satu faktor utama pada PLTMH untuk menentukan daya output yang mampu dihasilkan PLTMH.

**2.5 Analisa Ekonomi dan Kelayakan Investasi**

Analisis ekonomi digunakan untuk menentukan nilai investasi dari suatu proyek sehingga diketahui besarnya keuntungan yang akan diperoleh, dengan menggunakan parameter ekonomi [7]. Parameter ekonomi digunakan sebagai standar penentu kelayakan investasi suatu proyek sehingga pertimbangan dalam kelanjutan proyek tersebut dapat diketahui melalui analisis kelayakan investasi, dengan mengetahui proyek tersebut mengalami keuntungan atau kerugian selama umur proyek berlangsung.

**2.5.1 Cash Flow**

Arus kas atau cash flow adalah laporan keuangan yang terdiri dari pengaruh kas yang bersumber dari kegiatan operasional, investasi, pendanaan serta kenaikan atau penurunan kas bersih dalam satu periode usaha [8]. Arus kas pada umumnya terdiri dari dua unsur utama, yaitu penerimaan atau kas masuk (hasil jual atau sewa) dan pengeluaran atau kas keluar (biaya operasional, pembelian).

**2.5.2 Life Cycle Cost (LCC)**

Biaya siklus hidup atau life cycle cost merupakan suatu pendekatan teoritis maupun teknis, yang berfungsi sebagai bahan evaluasi suatu proyek sebagai pertimbangan dalam pengambilan keputusan maupun solusi terkait permasalahan suatu proyek [9]. Untuk mengetahui nilai LCC dapat dituliskan melalui persamaan berikut.

$$LCC = C + Mpw + Rpw \tag{5}$$

Keterangan :

LCC = Life Cycle Cost

- C = Biaya investasi awal proyek
- Mpw = Nilai present value untuk biaya operasional selama umur proyek berlangsung (n tahun)
- Rpw = Nilai present value untuk biaya penggantian komponen selama umur proyek berlangsung (n tahun)

Dimana :

$$Mpw = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \tag{6}$$

$$Rpw = B \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right] \tag{7}$$

Keterangan :

- A = Biaya operasional selama umur proyek berlangsung
- B = Biaya penggantian komponen selama umur proyek berlangsung
- i = Tingkat diskonto (%)
- n = Estimasi umur proyek berlangsung (tahun)

**2.5.3 Net Present Value (NPV)**

Net Present value adalah selisih harga saat ini dari aliran kas bersih di masa depan (Net Cash Flow) dengan harga saat ini yang bersumber dari investasi awal pada suku bunga tertentu [10].

$$NPV = \sum_{t=1}^t \frac{NCF_t}{(1+i)^t} - I \tag{8}$$

Keterangan :

- NPV = Net Present Value (Rp)
- NCFt = Net Cash Flow selama umur proyek berlangsung (Rp)
- t = Tahun ke-
- i = Tingkat diskonto (%)
- I = Biaya investasi awal proyek (Rp)

**2.5.4 Benefit Cost Ratio (BCR)**

Benefit Cost Ratio atau BCR merupakan perbandingan penerimaan yang diperoleh dari ekspor energi listrik dengan keseluruhan biaya pengeluaran yang dikeluarkan selama periode proyek aktif [10].

$$BCR = \frac{Penerimaan}{Pengeluaran} \tag{9}$$

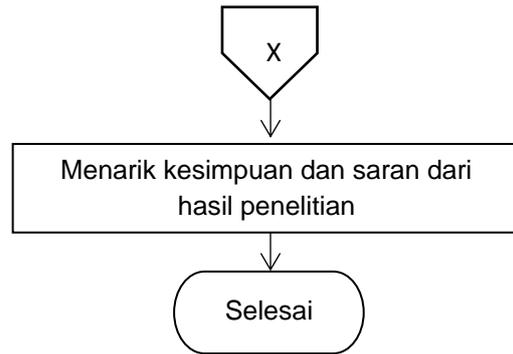
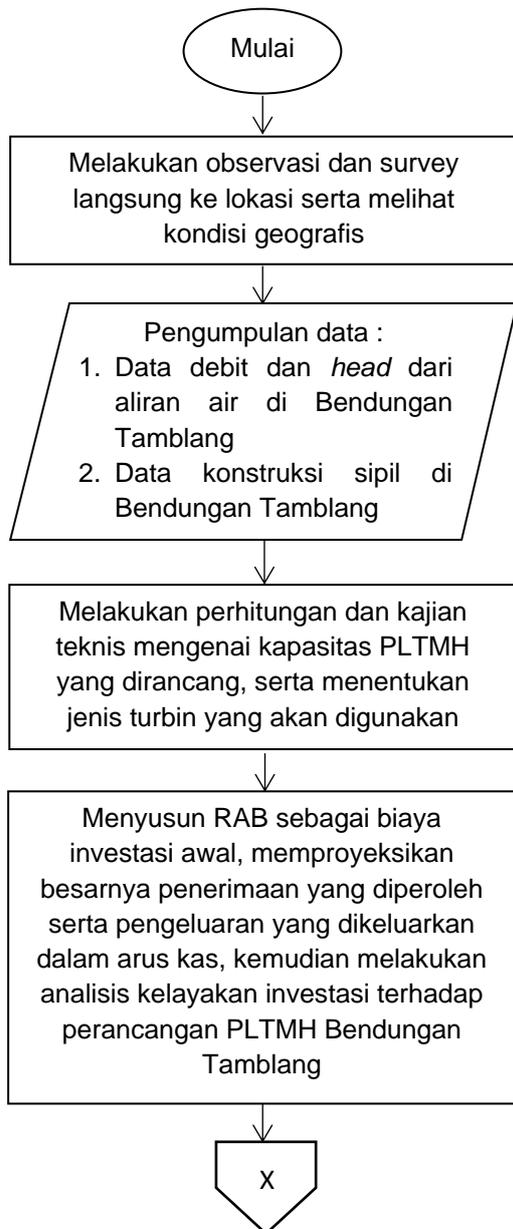
**2.5.5 Payback Period (PP)**

Payback Period atau PP merupakan waktu yang dibutuhkan untuk sebuah proyek

memperoleh pengembalian modal yang telah dikeluarkan sebelumnya.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Bendungan Tamblang, Desa Sawan, Kabupaten Buleleng. Penelitian dilakukan pada periode bulan Januari 2023 hingga Mei 2023, dengan teknik pengambilan data terdiri atas observasi, metode triangulasi, dan kajian ilmiah. Adapun prosedur penelitian yang dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Gambaran Umum Bendungan Tamblang

Bendungan Tamblang terletak di Desa Sawan, Kabupaten Buleleng dengan koordinat 8,1°07'53" Lintang Selatan (LS) 115,1°10'47" Bujur Timur (BT). Bendungan Tamblang dibangun dengan tujuan memenuhi kebutuhan air irigasi seluas 588 hektar, serta memiliki daya tampung sebesar 7,6 juta m<sup>3</sup> dengan luas genangan pada kondisi muka air sebesar 236.793,38 m<sup>2</sup> dan memiliki head setinggi 62,5 meter. Bendungan Tamblang direncanakan akan dikembangkan menjadi Daerah Tujuan Wisata Hijau, yang didukung oleh pembangkit listrik EBT yaitu PLTMH.

#### 4.2 Data Teknis Bendungan Tamblang

Data teknis yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari Balai Wilayah Sungai (BWS) Bali Penida. Data teknis meliputi data konstruksi sipil dan data debit yang ditampilkan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 Data Konstruksi Sipil Bendungan Tamblang

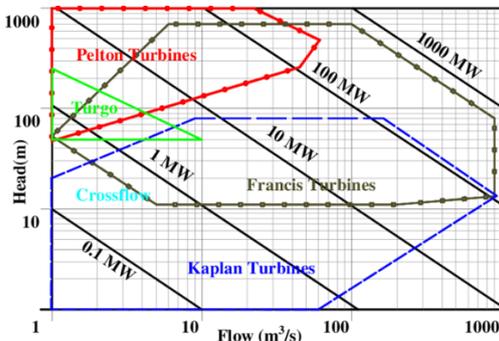
Elevasi Dasar Sungai (m)	117
Elevasi Muka Air Normal (m)	179,5
Volume Air Muka Air Normal (m <sup>3</sup> )	3.967.237,99
Elevasi Muka Air Minimum (m)	161
Volume Air Muka Air Minimum (m <sup>3</sup> )	1.253.003,67
Tinggi Bangunan Pelimpah (m)	62,5

Data debit diambil pada bulan Februari 2023 hingga April 2023 dengan kondisi bendungan sudah terisi air. Berdasarkan tabel 2, saat kondisi volume air pada elevasi muka air normal yaitu sebesar 3.967.237,99 m<sup>3</sup>, diperoleh nilai debit rata-rata pada intake tertinggi yaitu sebesar 23,81 m<sup>3</sup>/s pada tanggal 5 Februari 2023. Sedangkan pada kondisi volume air pada elevasi muka air minimum yaitu sebesar 1.253.003,67 m<sup>3</sup>, diperoleh nilai debit rata-rata pada intake terendah yaitu sebesar 2,21 m<sup>3</sup>/s pada tanggal 26 April 2023.

Pada perancangan PLTMH Bendungan Tamblang, debit rancangan yang digunakan adalah debit air intake pada saat kondisi volume air berada pada elevasi muka air minimum dengan head berdasarkan tinggi bangunan pelimpah. Hal ini dilakukan sebagai pertimbangan untuk PLTMH agar mampu beroperasi pada kondisi muka air minimum, dan memastikan air pada bendungan tidak dalam kondisi kering.

**4.3 Menentukan Turbin PLTMH**

Pemilihan turbin dilakukan berdasarkan head dan debit yang digunakan untuk PLTMH sesuai perencanaan. Berdasarkan data yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai (BWS) Bali Penida, diperoleh head dan debit air intake desain pada Bendungan Tamblang masing-masing senilai 62,5 meter dan 2,21 m<sup>3</sup>/s. Dalam menentukan jenis turbin yang akan digunakan, dapat ditentukan dengan diagram jenis turbin berdasarkan head dan debit seperti ditampilkan pada gambar 2 dibawah ini.



**Gambar 2** Diagram Jenis Turbin Berdasarkan Head dan Debit Air

Berdasarkan gambar 2, diasumsikan titik berwarna hitam menunjukkan titik dengan variabel yang sesuai dengan head dan debit rancangan PLTMH Bendungan Tamblang. Dengan melihat titik koordinat pada diagram, maka turbin yang cocok digunakan adalah jenis turbin Francis, dan hal ini juga didukung berdasarkan tabel 1 dimana head dengan tinggi 62,5 meter sesuai dengan kriteria dari turbin Francis.

**4.4 Perancangan PLTMH Bendungan Tamblang**

Pada perancangan PLTMH Bendungan Tamblang, debit rancangan yang digunakan adalah debit air intake pada saat kondisi volume air berada pada elevasi muka air minimum dengan head berdasarkan tinggi bangunan pelimpah. Hal ini dilakukan sebagai pertimbangan untuk PLTMH agar mampu beroperasi pada kondisi muka air minimum, dan memastikan air pada bendungan tidak dalam kondisi kering.

Berdasarkan hal tersebut, kapasitas yang akan dihasilkan dari perancangan PLTMH Bendungan Tamblang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$P = \rho \times g \times Q \times H \times \mu \quad (10)$$

$$P = 1000 \times 9,81 \times 2,21 \times 62,5 \times 0,87$$

$$P = 1.178.855,44 \text{ W}$$

$$P = 1,2 \text{ MW}$$

Maka, kapasitas PLTMH yang diperoleh untuk mendukung kebutuhan listrik di DTW Bendungan Tamblang adalah sebesar 1,2 MW. Namun, dalam pengoperasiannya, diasumsikan saat musim kemarau mengakibatkan tidak adanya aliran air dari hulu, maka lamanya waktu PLTMH beroperasi dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$\text{Waktu PLTMH beroperasi} = \left( \frac{V_{MAN} - V_{MAM}}{Q} \right) \quad (11)$$

$$\text{Waktu PLTMH beroperasi} = \left( \frac{3.967.237,99 \text{ m}^3 - 1.253.003,67 \text{ m}^3}{2,21 \text{ m}^3/\text{s}} \right)$$

$$\text{Waktu PLTMH beroperasi} = \left( \frac{2.714.234,32 \text{ m}^3}{2,21 \text{ m}^3/\text{s}} \right)$$

$$\text{Waktu PLTMH beroperasi} = 1.228.160,33 \text{ s}$$

$$= 341 \text{ jam}$$

Dimana :

- $V_{MAN}$  = Volume Muka Air Normal
- $V_{MAM}$  = Volume Muka Air Minimum

**4.5 Analisis Ekonomi dan Kelayakan Investasi Perancangan PLTMH Bendungan Tamblang**

**Tabel 3** Rancangan Anggaran Biaya Perancangan PLTMH Bendungan Tamblang

No	Nama Komponen	Jumlah	Satuan	Harga (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Turbin Francis + Generator 1-2 MW	1	Set	1.781.209.200	1.781.209.200
2	Biaya pengiriman	1	Kali	20.633.069	20.633.069
3	Biaya pemasangan turbin dan generator	1	Set	26.400.000	26.400.000
4	Biaya instalasi jaringan listrik	1	Kubikal	18.732.000	18.732.000
5	Trafo Distribusi 20 kV	1	Set	75.000.000	75.000.000
<b>TOTAL (Rp)</b>					<b>2.213.052.810</b>
<b>Tax 10 % (Rp)</b>					<b>221.305.281</b>
<b>JUMLAH KESELURUHAN (Rp)</b>					<b>2.434.358.091</b>

**4.5.1 Rancangan Anggaran Biaya**

Adapun Rancangan Anggaran Biaya atau RAB dari perancangan PLTMH Bendungan Tamblang yang ditampilkan pada tabel 3 berikut.

**4.5.2 Perhitungan Penerimaan Energi Listrik**

Penerimaan diperoleh dari hasil jual energi listrik yang dihasilkan PLTMH dengan harga yang ditentukan berdasarkan *Purchasing Power Agreement* (PPA) sesuai dengan Permen ESDM Nomor 22 Tahun 2014 [11]. Dengan asumsi terdapat waktu pemeliharaan selama satu hari selama PLTMH beroperasi, maka besarnya proyeksi energi PLTMH yang diperoleh dalam setahun adalah :

$$P = P_{net} \times (W_{Operasi} - W_{Pemeliharaan}) \quad (12)$$

$$P = 1,2 \text{ MW} \times ((24 \text{ jam} \times 365) - (24 \text{ jam} \times 12))$$

$$P = 1,2 \text{ MW} \times (8.760 - 288)$$

$$P = 1,2 \text{ MW} \times 8.472 = 10.166,4 \text{ MWh}$$

Sehingga besarnya penerimaan yang diperoleh dalam setahun sesuai dengan PPA sebesar Rp 1.075 per kWh adalah :

$$Penerimaan = Rp \ 1.075/kWh \times 10.166.400 \text{ kWh} \quad (13)$$

$$Penerimaan = Rp \ 10.928.880.000$$

**4.5.3 Life Cycle Cost**

*Life Cycle Cost* perancangan PLTMH Bendungan Tamblang diperoleh dengan menjumlahkan biaya investasi awal serta biaya operasional dan pemeliharaan yang diasumsikan sebesar satu persen dari biaya

investasi awal. Untuk suku bunga yang digunakan merupakan suku bunga Bank Umum Investasi berdasarkan data Badan Pusat Statistik, yaitu sebesar 8,67 %.

Berdasarkan persamaan 5, 6, dan 7 maka besarnya nilai LCC perancangan PLTMH Bendungan Tamblang adalah sebagai berikut.

$$LCC = C + Mpw + Rpw$$

Dengan biaya investasi awal sebesar Rp 2.434.358.091 dan biaya operasional dan pemeliharaan sebesar Rp 24.343.581, besarnya LCC adalah :

$$LCC = C + A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

$$LCC = Rp \ 2.434.358.091 + Rp24.343.581 \left[ \frac{(1+8,67\%)^{10} - 1}{8,67\%(1+8,67\%)^{10}} \right]$$

$$LCC = Rp \ 2.368.011.434$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka nilai LCC perancangan PLTMH Bendungan Tamblang adalah sebesar Rp 2.368.011.434.

**4.5.4 Net Present Value**

Nilai NPV ditentukan berdasarkan arus kas bersih selama proyek berlangsung, dengan menghitung besarnya pendapatan serta pengeluaran yang kemudian

diakumulasikan dan dibandingkan dengan faktor diskon. Untuk menentukan faktor diskon setiap tahunnya digunakan persamaan berikut dengan suku bunga sebesar 8,67 % :

$$DF \text{ Tahun ke } - 1 = \frac{1}{(1 + 8,67\%)^1} = 0,920$$

Perhitungan diatas berlaku terhadap faktor diskon selama umur proyek, yaitu 10 tahun. Kemudian untuk arus kas tahun pertama dapat dihitung dengan cara berikut.

$$CF \text{ tahun ke } - 1 = \text{Penerimaan} - \text{Pengeluaran}$$

$$CF \text{ tahun ke } - 1 = Rp 10.928.880.000 - Rp 24.343.581$$

$$CF \text{ tahun ke } - 1 = Rp 10.904.536.419$$

Perhitungan diatas berlaku untuk arus kas hingga tahun ke-10, dan untuk memperoleh arus kas bersih, arus kas setiap tahunnya dikalikan dengan faktor diskon selama 10 tahun proyek berlangsung. Total kumulatif arus kas bersih (PVNCF) digunakan untuk menentukan nilai NPV dengan menggunakan persamaan 8.

$$NPV = \sum_{t=1}^t \frac{NCF_t}{(1+i)^t} - I$$

$$NPV = PVNCF - I$$

$$NPV = Rp 71.009.669.169 - Rp 2.434.358.091$$

$$NPV = Rp 68.575.311.078$$

#### 4.5.5 Benefit Cost Ratio

Nilai BCR diperoleh dari perbandingan antara penerimaan dengan pengeluaran selama proyek berlangsung. Dengan menggunakan persamaan 9, maka nilai BCR untuk perancangan PLTMH Bendungan Tamblang :

$$BCR = \frac{\text{Penerimaan}}{\text{Pengeluaran}}$$

$$BCR = \frac{Rp 109.288.800.000}{Rp 2.677.793.900}$$

$$BCR = 40,81$$

#### 4.5.6 Payback Period

Payback Period merupakan waktu pengembalian modal dalam suatu proyek dalam kurun waktu selama proyek berlangsung, dimana nilai PP dikatakan baik jika pengembalian modal terjadi kurang dari periode waktu proyek berlangsung. Berdasarkan arus kas perancangan PLTMH Bendungan Tamblang, pengembalian modal sudah terjadi sebelum proyek selesai dan mampu menutupi biaya investasi awal sehingga memperoleh keuntungan.

#### 4.5.7 Hasil Analisis

Hasil analisis kelayakan investasi perancangan PLTMH Bendungan Tamblang dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

**Tabel 4** Hasil Analisis Kelayakan Investasi Perancangan PLTMH Bendungan Tamblang

No	Analisis Kelayakan Investasi	Kriteria Kelayakan	Hasil Analisis Kelayakan Investasi	Kesimpulan
1	Net Present Value (NPV)	NPV > 0 (Layak) NPV < 0 (Tidak Layak)	Rp 68.575.311.078	Layak investasi karena nilai NPV lebih dari 0
2	Benefit Cost Ratio (BCR)	BCR > 1 (Layak) BCR < 1 (Tidak Layak)	40,81	Layak investasi karena nilai BCR lebih dari 1
3	Payback Period (PP)	PP > Umur Proyek (Layak) PP < Umur Proyek (Tidak Layak)	<10	Layak investasi karena arus kas bersih pada tahun ke-10 mampu menutupi biaya investasi awal

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Perancangan PLTMH Bendungan Tamblang dengan kapasitas 1,2 MW, dengan menggunakan debit rancangan merupakan debit terendah pada kondisi muka air minimum sebesar 2,21 m<sup>3</sup>/s dan tinggi *head* sebesar 62,5 meter. Penentuan jenis turbin yang digunakan dilakukan berdasarkan debit dan *head* rancangan, dengan turbin yang cocok sesuai kriteria debit dan *head* yang digunakan adalah jenis turbin Francis.

2. Hasil analisis ekonomi dan kelayakan investasi perancangan PLTMH Bendungan Tamblang, dengan biaya investasi awal sebesar Rp 2.434.358.091, memiliki nilai LCC sebesar Rp 2.368.011.434, yang menunjukkan biaya siklus hidup yang baik karena nilai LCC lebih rendah dari biaya investasi awal. Kemudian hasil analisis kelayakan investasi, menunjukkan nilai NPV sebesar Rp 68.575.311.078, nilai BCR sebesar 40,81 dan nilai PP kurang dari 10 tahun, menunjukkan perancangan PLTMH Bendungan Tamblang tergolong layak secara investasi karena nilai NPV > 1, BCR > 1 dan PP < 10 tahun, sehingga proyek dapat dilanjutkan.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian ESDM, "Peta Potensi Energi Hidro Indonesia 2020," 2021. [Online]. Available: <https://p3tkebt.esdm.go.id/news-center/arsip-berita/peta-potensi-energi-hidro-indonesia-2020>. [Accessed Minggu, 16 Oktober 2022].
- [2] Contained Energy Indonesia, Buku Panduan Energi yang Terbarukan, 2016.
- [3] Kumara, D. P. D. Suparyawan, W. G. Ariastina, W. Sukerayasa and I. A. D. Giriantari, "Microhydro powerplant for rural area in Bali to generate green and sustainable electricity," 2014 International Conference on Smart Green Technology in Electrical and Information Systems (ICSGTEIS), Kuta, Bali, Indonesia, 2014, pp. 113-117, doi: 10.1109/ICSGTEIS.2014.7038741..
- [4] E. D. Alam and N. Amin, "Pembuatan Rangka Turbin Air Jenis Kaplan Dengan Desain Kapasitas 250 Watt," pp. 1-6, 2019.
- [5] M. A. K. Krishnastana, L. Jasa and A. I. Weking, "Studi Analisis Perubahan Debit dan Tekanan Air Pada Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro," *Majalh Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 17, pp. 257-262, 2018.
- [6] K. . D. S. Widiarta, I. W. A. Wijaya and I. M. Suartika, "Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Di Desa Aan, Kabupaten Klungkung Provinsi Bali," *SPEKTRUM*, vol. 8, pp. 1-8, 2021.
- [7] G. M. Abuk and Y. Rumbino, "Analisis Kelayakan Ekonomi Menggunakan Metode Net Present Value (NPV), Metode Internal Rate of Return (IRR) Payback Period (PBP) Pada Unit Stone Crusher di CV. X Kab. Kupang Prov. NTT," *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana*, pp. 68-75, 2020.
- [8] P. A. Nursyabani and Mahfud, "Analisis Pengaruh Cash Flow, Fund Size, Family Size, Expense Ratio, Stock Selection Ability dan Load Fee Terhadap Kinerja Reksadana Saham Periode 2012-2014," *Diponegoro Journal of Management*, vol. 5, pp. 1-15, 2016.
- [9] R. A. Buyung, P. A. Pratisis and G. Y. Malingkas, "Life Cycle Cost (LCC) pada Proyek Pembangunan Gedung Akuntansi Universitas Negeri Manado (Unima) di Tondano," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 7, pp. 1572-1536, 2019.
- [10] W. Wijaya, J. Windarto and Karnoto, "Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro Di Sungai Logawa Kecamatan Kedungbanteng Kabupaten Banyumas," *Transient*, vol. 1, pp. 24-34, 2012.

- [11] U. R. H. Jawadz, H. Prasetijo and W. H. Purnomo, "Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Di Aliran Sungai Desa Kejawar Banyumas," *Dinamika Rekayasa*, pp. 11-24, 2019.