

POTENSI PLTMH DI BENDUNGAN SIDAN, DESA BELOK SIDAN, KABUPATEN BADUNG

I D G Natih Evan Bayu¹, I W Sukerayasa², Cok Gede Indra Partha²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

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

Email : natihevan111@gmail.com

ABSTRAK

Potensi energi baru terbarukan sangat diperlukan untuk mendukung Bali Energi Bersih, salah satu energi yang dapat dimanfaatkan adalah PLTMH. Perancangan PLTMH Bendungan Sidan berlandaskan dibangunnya Kawasan Bendungan Sidan di Desa Belok Sidan Kabupaten Badung, perencanaan PLTMH Bendungan Sidan hanya sampai pada Pembangunan *penstock* saja. Dalam *Capstone Project* ini perancangan PLTMH Bendungan Sidan menggunakan data debit air dan ketinggian *head* dari perencanaan Bendungan Sidan, dengan data tersebut digunakan untuk menentukan desain, jenis turbin air, dimensi turbin air, dan menentukan kapasitas generator yang sesuai. Hasil perhitungan menunjukkan PLTMH Bendungan Sidan memiliki potensi kapasitas 290,83 kW dengan tipe turbin francis dan kapasitas generator sebesar 472,59 Kva, serta diperkirakan menghasilkan energi tahunan sebesar 1.783.396 kWh dengan faktor kapasitas 70%.
Kata Kunci : Bendungan Sidan, Energi Baru Terbarukan, PLTMH, Turbin Francis

ABSTRACT

The potential of new renewable energy is highly needed to support Clean Energy Bali, and one of the viable energy sources is Micro Hydro Power Plant (PLTMH). The design of the Sidan Dam PLTMH is based on the construction of the Sidan Dam area in Belok Sidan Village, Badung Regency. The planning of the Sidan Dam PLTMH only extends to the construction of the penstock. In this Capstone Project, the design of the Sidan Dam PLTMH utilizes water discharge and head height data from the Sidan Dam planning. This data is used to determine the design, type of water turbine, dimensions of the water turbine, and to determine the appropriate generator capacity. The calculation results indicate that the Sidan Dam PLTMH has a potential capacity of 290.83 kW with a Francis turbine type and a generator capacity of 472.59 Kva. It is estimated to generate an annual energy output of 1,783,396 kWh with a capacity factor 70%.

Key Words : Sidan Dam, Renewable Energy, Micro Hydro Power Plant, Francis Turbine

1. PENDAHULUAN

Kenaikan permintaan listrik nasional berasal dari pertumbuhan penduduk yang terus meningkat, menyebabkan peningkatan kebutuhan listrik harian. Informasi ini diperoleh dari data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, peningkatan kebutuhan energi listrik nasional mencapai angka 6,9 % per tahunnya [1]. Sebagian besar sumber energi yang dimanfaatkan

untuk memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia tetap mengandalkan energi konvensional yang berasal dari bahan bakar fosil, menyebabkan pelepasan emisi yang berdampak buruk pada lingkungan. Salah satu cara untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil sebagai 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" menetapkan target untuk sepenuhnya memanfaatkan Energi Baru Terbarukan (EBT) hingga transisi tahun 2050. Potensi EBT di Provinsi Bali memberikan peluang besar untuk optimalisasi pemanfaatan EBT dalam memenuhi kebutuhan energi listrik. Salah satu potensi tersebut adalah energi air dengan kapasitas mencapai 624 MW di Bali dan Nusa Tenggara, sebagaimana tercatat dalam Rancangan Umum Energi Nasional (RUEN) Tahun 2016. Oleh karena itu, guna mendukung implementasi kebijakan Bali Energi Bersih, perlu dilakukan optimalisasi pemanfaatan EBT di Provinsi Bali. Salah satu langkah yang tengah ditingkatkan adalah pembangunan Pembangkit listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di sepanjang sungai atau bendungan.

Pengembangan pembangunan bendungan di Bali terus meningkat seiring berjalannya waktu, mengingat pentingnya energi air sebagai sumber energi terbarukan. Salah satu bendungan terbaru yang baru saja diresmikan adalah Bendungan Sidan. Terletak di Desa Belok Sidan, Kabupaten Badung, Bendungan Sidan dibangun hanya sampai *penstock* saja, sebaiknya potensi yang ada digunakan sebagai lokasi operasional Pembangkit listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) guna mendukung kebutuhan energi listrik di wilayah sekitarnya.

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

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.

PLTMH memiliki prinsip kerja yang sama dengan PLTA, namun yang membedakan PLTMH dengan pembangkit listrik air lainnya adalah kapasitas daya keluaran yang dihasilkan pada saat pengoperasiannya. Persamaan prinsip kerja tersebut mengakibatkan komponen-komponen PLTA dan PLTMH tidak akan berbeda jauh.

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 merupakan struktur yang melintang di sepanjang aliran sungai yang digunakan sebagai wadah untuk menampung aliran air sungai, dengan maksud untuk mengatur tinggi air di dalam sungai.
2. Saluran Penyadap (*Intake*)
Saluran penyadap merupakan struktur konstruksi dalam Pembangkit listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) yang berperan dalam membuka jalur aliran air dari bendungan ke saluran pengantar. Saluran ini dilengkapi dengan penghalang untuk mencegah objek asing seperti sampah agar tidak merusak turbin. Tujuan utamanya adalah melindungi turbin dari kerusakan yang mungkin disebabkan oleh objek asing.
3. Saluran Pembawa (*Headrace*)
Saluran pembawa merupakan

Sebuah saluran yang menyerupai bukit, berperan dalam menjaga stabilitas air dan mengarahkan aliran air dari saluran penyadap menuju bak penenang.

4. Saluran Pelimpah (*Spillway*)
Saluran pelimpah merupakan bangunan sipil yang berfungsi mengalirkan kelebihan air ke dalam bak penenang untuk mencegah terjadinya genangan air di bangunan pembangkit.
5. Bak Penenang (*Head Tank*)
Bak penenang digunakan untuk mengumpulkan air yang akan diarahkan ke turbin melalui saluran pipa dengan mematuhi kapasitas aliran air yang diinginkan.
6. Pipa Pesat (*Penstock*)
Pipa pesat adalah Saluran penghubung antara bak penenang dan rumah pembangkit, dengan sudut kemiringan yang telah ditetapkan untuk optimalisasi energi aliran air yang digunakan untuk menggerakkan turbin.
7. Rumah Pembangkit
Rumah pembangkit merupakan bangunan sipil tempat komponen elektrik dan mekanik dari PLTMH, serta berfungsi sebagai tempat pengendalian distribusi energi listrik. Dalam menentukan luasan rumah pembangkit, dapat digunakan persamaan berikut ini [4].
$$e = 0,051f + 16,13 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :
e = Luas rumah daya
f = Kapasitas PLTMH
8. Saluran Pembuang (*Tailrace*)
Saluran pembuang berfungsi untuk menyalurkan air keluar setelah dimanfaatkan untuk memutar turbin.
9. Turbin
Turbin merupakan Bagian utama dalam proses menghasilkan energi listrik dari Pembangkit listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Turbin terhubung dengan generator, memungkinkan energi mekanik dari

turbin untuk menggerakkan generator dan menghasilkan listrik.

10. Generator
Generator mengkonversi energi mekanik yang timbul dari perputaran turbin di dalam bangunan pembangkit menjadi energi listrik yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di sekitarnya. Dalam menentukan kapasitas generator dapat digunakan persamaan berikut ini [4].
$$PG = 130\% \times P \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :
PG = Kapasitas generator
P = Daya listrik desain

2.2 Kriteria Pemilihan Jenis Turbin

Pemilihan jenis turbin yang akan digunakan perlu memperhatikan faktor-faktor yang memengaruhi kinerja turbin yang telah ditetapkan. Faktor-faktor ini meliputi debit air dan ketinggian air (*head*) di lokasi pembangunan Pembangkit listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Kedua faktor ini merupakan parameter utama dalam memastikan bahwa PLTMH dapat menghasilkan energi listrik sesuai dengan kapasitas yang telah direncanakan [5]. Pemilihan turbin berdasarkan kondisi *head* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Pemilihan Turbin Berdasarkan *Head*

Jenis Turbin	Head
Turbin Kaplan	2 m < H < 20 m
Turbin Francis	10 m < H < 350 m
Turbin Pelton	50 m < H < 100 m
Turbin Crossflow	6 m < H < 100 m
Turbin Turgo	50 m < H < 250 m

2.3 Debit

Debit adalah jumlah aliran air yang dapat mengalir melalui suatu penampang dalam satuan waktu tertentu [6]. Jumlah aliran air dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk curah hujan dan kondisi geologi di sepanjang jalur aliran air tersebut. Oleh karena itu, dalam perancangan Pembangkit listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), penting

untuk mengetahui berapa besar rencana debit air dan debit yang dapat dimanfaatkan, agar sistem dapat beroperasi secara optimal. Dalam menentukan besarnya debit pada aliran air, dapat menggunakan persamaan berikut [7].

$$V = m/s \dots\dots\dots (3)$$

$$A = l \times d \dots\dots\dots (4)$$

$$Q = V \times A \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

V = Kecepatan (m/s)

m = Jarak (m)

s = Waktu (s)

A = Luas Penampang (m²)

l = Lebar Sungai (m)

d = Kedalaman Sungai (m)

Q = Debit Air (m³/s)

Daya yang dapat dihasilkan oleh Pembangkit listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) ditentukan oleh air yang mengalir dan perbedaan ketinggian. *Head* adalah perbedaan tinggi antara kolam penenang dan poros turbin. Untuk mengidentifikasi potensi daya listrik yang dapat dihasilkan, dua faktor ini, yaitu debit air dan *head* menjadi penentu kunci. dapat digunakan persamaan berikut

$$P = \rho \times g \times Q \times H \times \mu \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan :

P = Daya

ρ = Massa jenis (1000 kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

Q = Debit (m²/s)

H = Tinggi *Head* (m)

μ = Efisiensi total

2.4 Tinggi Jatuh Efektif (*Head*)

Head adalah jarak antara permukaan air di *intake* dengan turbin, dan dapat diukur dengan menghitung perbedaan elevasi antara *inlet* dan *outlet penstock*. *Head* menjadi faktor kunci dalam Pembangkit listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) untuk menentukan kapasitas daya yang dapat dihasilkan oleh sistem [8]

2.5 Waktu PLTMH Beroperasi

Perkiraan durasi beroperasinya Pembangkit listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan bagian dari perencanaan. Dalam situasi dimana tidak ada aliran air dari hulu untuk mengisi

Bendungan yang dapat terjadi selama musim kemarau, durasi operasional PLTMH dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [9].

$$PLTMH \text{ beroperasi} = \left(\frac{V_{man} - V_{mam}}{Q} \right) \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

V_{man} = Volume muka air normal

V_{mam} = Volume muka air minimum

Q = Debit air

2.6 Energi PLTMH Setahun

Dalam perencanaan Pembangkit listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Bendungan Sidan, perlu mempertimbangkan seberapa banyak energi yang dapat dihasilkan. Perhitungan potensi energi bertujuan untuk mendapatkan estimasi yang lebih akurat, perhitungan tersebut dapat dilakukan dengan mengasumsikan faktor kapasitas dari PLTMH. Perhitungan potensi energi tahunan dapat dihitung dengan persamaan berikut [10].

$$E = p \text{ (kWh)} \times 8760 \text{ (jam/tahun)} \times CF \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

E = Energi per tahun

p = Daya PLTMH

CF = Faktor kapasitas

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Bendungan Sidan, terletak di Desa Belok Sidan, Kabupaten Badung. Sumber data yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari pengukuran debit air dan ketinggian *head* yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai. Pengumpulan data dilakukan selama periode Juni 2023 hingga Desember 2023, dengan menggunakan teknik observasi, dan peninjauan literatur. Prosedur penelitian dapat dilihat sebagai berikut.

1. Melakukan observasi dan identifikasi lokasi secara langsung.
2. Pengumpulan data:
 - a. Data Teknis Bendungan Sidan.
 - b. Data debit air Bendungan Sidan.
 - c. Data *head* Bendungan Sidan.
3. Mengidentifikasi kelayakan lokasi Bendungan Sidan.
4. Menentukan jenis turbin menggunakan diagram turbin.

5. Menentukan jenis generator untuk PLTMH Bendungan Sidan.
6. Menghitung potensi daya PLTMH Bendungan Sidan menggunakan rumus daya terbangkitkan.
7. Menghitung potensi energi tahunan PLTMH Bendungan Sidan dengan memperhitungkan faktor kapasitas 70%.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Bendungan Sidan

Bendungan Sidan terletak di Kabupaten Badung, lebih tepatnya di Desa Belok Sidan, Kecamatan Petang, dengan koordinat geografis 8,12913° lintang selatan (LS) dan 115,18090° bujur timur (BT), serta berada pada ketinggian 158 mdpl.



Gambar 1 Bendungan Sidan [11]

Pembangunan Bendungan Sidan dimulai pada Oktober 2018 dan diresmikan langsung oleh Presiden Republik Indonesia pada tanggal 2 Februari 2023. Bendungan ini dibangun di lahan seluas 82,73 hektar dengan jenis konstruksi Rock Fill Dam. Bendungan Sidan dapat dijadikan sumber energi baru terbarukan yaitu dengan PLTMH.

4.2 Potensi di Bendungan Sidan

Potensi Bendungan sidan dapat dilihat dengan memperhatikan informasi teknis yang diperoleh, dalam penelitian ini

berasal dari Balai Wilayah Sungai (BWS) Bali Penida. Data teknis mencakup data mengenai konstruksi sipil dan data mengenai volume aliran air (debit), ketinggian *head* yang ditampilkan pada Tabel 2 berikut.

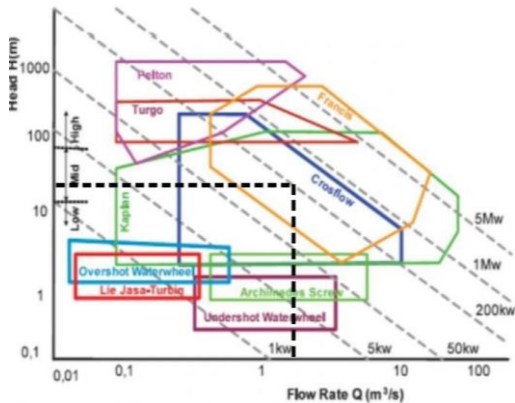
Tabel 2 Data Teknis Bendungan Sidan

Kapasitas Tampung Total (m ³)	3,13 Juta
Kapasitas Tampung Efektif (m ³)	2,85 Juta
Kapasitas Tampung Mati (m ³)	0,446 Juta
Elevasi Muka Air Normal (m)	+822,00
Elevasi Muka Air Banjir (m)	+824,68
Elevasi Muka Air Minimum (m)	+729,00
Tinggi <i>Head</i> (m)	20,25
Debit Air <i>Intake</i> Bendungan (m ³ /s)	2,08
Debit Ait <i>Inlet Penstock</i> (m ³ /s)	1,75

Berdasarkan data debit air Bendungan Sidan pada tabel di atas menunjukkan data kondisi air bendungan normal memperoleh debit air yaitu sebesar 1,75 m³/s. Pada perancangan PLTMH Bendungan Sidan, *head* yang digunakan diukur dengan mencari selisih *antara inlet penstock* dan *outlet penstock*.

4.3 Menentukan Jenis Turbin PLTMH

Menentukan jenis turbin air untuk digunakan dalam PLTMH di Bendungan Sidan dilakukan dengan mempertimbangkan efektifitas tinggi jatuh (*head*) dan aliran air yang dapat diukur. Pemilihan turbin dengan memperhitungkan kriteria ini diharapkan dapat mengoptimalkan produksi energi listrik dari PLTMH yang direncanakan. Informasi mengenai *head* dan debit air *intake penstock* Bendungan Sidan, yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai (BWS) Bali Penida, menunjukkan masing-masing sebesar 20,25 meter dan 1,75 m³/s. Dengan data tersebut, turbin yang paling sesuai dapat dipilih berdasarkan pada grafik kriteria seleksi turbin seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2 Grafik Pemilihan Turbin [12]

Berdasarkan Gambar 2, garis putus putus merupakan pertemuan antara *head* dan debit air yang disesuaikan dengan variabel data teknis Bendungan Sidan. Dengan melihat garis tersebut, maka turbin yang cocok untuk PLTMH Bendungan Sidan adalah jenis turbin Francis.

4.4 Perancangan PLTMH Bendungan Sidan

Desain Pembangkit listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di wilayah Bendungan Sidan harus memperhitungkan berbagai faktor, termasuk aspek-aspek yang berkaitan dengan menjaga ketersediaan air di bendungan agar tidak menurun secara signifikan ketika digunakan untuk memenuhi kebutuhan PLTMH. Oleh karena itu, perencanaan PLTMH akan mempertimbangkan data ketinggian *head* dan pengukuran debit air *intake penstock*. Dengan keterbatasan data yang diberikan oleh Balai Wilayah Sungai (BWS) Bali Penida, maka debit desain yang digunakan akan mengacu pada debit air yang diperkirakan akan mengalir pada *penstock* dan *head* desain yang digunakan berdasarkan data oleh Balai Wilayah Sungai (BWS) Bali Penida.

Berdasarkan data yang diterima dari beberapa kanal berita dan Balai Wilayah Sungai (BWS) Bali Penida, debit air yang digunakan pada perancangan PLTMH yaitu berada pada rata-rata sebesar 1,75 m³/s dan *head* yaitu 20,25 m.

Perhitungan kapasitas yang dapat dihasilkan oleh PLTMH Bendungan Sidan

dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (6) berikut.

$$P = \rho \times g \times Q \times H \times \mu$$

$$P = 1000 \times 9,81 \times 1,75 \times (20,25 \times 0,83)$$

$$P = 290.837,192 \text{ W}$$

$$P = 290,83 \text{ kW}$$

Setelah mengidentifikasi potensi daya listrik yang dapat dihasilkan, langkah berikutnya adalah menentukan jenis generator yang akan digunakan. Generator yang akan diaplikasikan merupakan generator sinkron dengan tegangan output tiga fasa 220/380 Volt dan dilengkapi dengan Auto Voltage Regulator. Untuk kapasitas generator dihitung dengan menggunakan persamaan berikut dengan asumsi *cos phi* sebesar 0,8.

Dengan demikian, kapasitas generator yang cocok untuk PLTMH dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2) berikut.

$$PG = 130\% \times P$$

$$PG = 130\% \times 290,83 \text{ kW}$$

$$PG = 378,079 \text{ kW}/0,8$$

$$PG = 472,59 \text{ kVA}$$

Salah satu komponen yang penting dalam perencanaan PLTMH Bendungan Sidan adalah rumah daya. Luas rumah daya dengan kapasitas PLTMH yang tentukan dapat dihitung menggunakan persamaan (1) berikut.

$$e = 0,051(f) + 16,13$$

$$e = 0,051(290,83 \text{ kW}) + 16,13$$

$$e = 31 \text{ m}^2$$

Dalam pengoperasian PLTMH Bendungan Sidan, diasumsikan akan terjadi musim kemarau yang mengakibatkan tidak adanya aliran air dari hulu. Maka lamanya PLTMH Bendungan Sidan dapat beroperasi dapat dihitung dengan persamaan (7) berikut.

$$PLTMH \text{ beroperasi} = \left(\frac{V_{man} - V_{mam}}{Q} \right)$$

$$PLTMH \text{ beroperasi} = \left(\frac{2.623.000}{1,75} \right)$$

$$PLTMH \text{ beroperasi} = 1.498.857,142 \text{ s}$$

$$PLTMH \text{ beroperasi} = 416 \text{ jam}$$

Energi efektif dihitung dengan tujuan untuk mendapatkan jumlah energi per tahun yang lebih realistis. Menghitung energi listrik

efektif dapat dilakukan dengan menambahkan perhitungan faktor kapasitas pada PLTMH Bendungan Sidan, faktor kapasitas pembangkit diasumsikan 70% yang merupakan pertimbangan waktu pemeliharaan PLTMH Bendungan Sidan sepanjang tahun. Total energi listrik efektif dapat dihitung dengan persamaan (7) berikut.

$$E = p(\text{kWh}) \times 8760(\text{jam/tahun}) \times CF$$

$$E = 290,83 \text{ kWh} \times 8760 \text{ jam} \times 70\%$$

$$E = 1.783.396 \text{ kWh}$$

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dari hasil perhitungan perancangan PLTMH Bendungan Sidan, dapat disimpulkan Perancangan PLTMH Bendungan Sidan dengan kapasitas 290,83 kW, dengan menggunakan debit rata-rata pada kondisi muka air normal sebesar 1,75 m/s dan menggunakan *head* setinggi 20,25m dengan mencari selisih antara *inlet penstock* dan *outlet penstock*. Penentuan jenis turbin menggunakan diagram turbin berdasarkan debit air dan *head*, maka didapatkan turbin yang cocok digunakan adalah jenis turbin Francis. Energi yang dapat dihasilkan PLTMH Bendungan Sidan dalam waktu satu tahun 1.783.396 kWh dengan mempertimbangkan faktor kapasitas 70%.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian ESDM, "Peta Potensi Energi Hidro Indonesia 2020," 2021.
- [2] Contained Energy Indonesia, Buku Panduan Energi yang Terbaru, 2016.
- [3] N. S. Kumara, W. G. Ariastina dan D. P. D. Suparyawan, "Microhydro Powerplant for Rural Area in Bali to Generate Green and Sustainable Electricity," pp. 113-117, 2014.
- [4] D. P. D. Suparyawan, I. N. S. Kumara dan W. G. Ariastina, "Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Mikrohidro di Desa Sambangan Kabupaten Buleleng Bali," *Teknologi Elektro*, vol. 12, pp. 1-8, 2013.
- [5] M. A. K. Krishnastana, L. Jasa dan A. I. Weking, "Studi Analisis Perubahan Debit dan Tekanan Air Pada Pemodelan Pembangkit listrik Tenaga Mikro Hidro," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 17, pp. 257-262, 2018.
- [6] K. D. S. Widiarta, I. W. A. Wijaya dan 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] Mafruddin dan D. Irawan, Turbin Impuls Lampung, Laduny, 2020.
- [8] M. A. Rafdi, "Potensi Energi Tahunan PLTMH Berdasarkan Simulasi Waktu di Sungai Kendung Pasang," *MATRIKS*, pp. 205-214, 2018.
- [9] K. F. E. P. Dewantara, I. N. Setiawan dan I. W. Sukerayasa, "Perancangan PLTMH Untuk Mendukung Wisata Hijau di Bendungan Tamblang Desa Sawan Kabupaten Buleleng," *SPEKTRUM*, vol. 10, pp. 9-18, 2023.
- [10] D. N. T. Budiantara, I. N. S. Kumara dan I. A. D. Giriantari, "Redesain Dan Analisa Kelayakan PLTMH 25 kW Desa Susuan Karangasem Bali," *Majalah Ilmiah Elektro*, vol. 18, pp. 303-312, 2019.
- [11] Kementerian PUPR, "Kementerian PUPR Targetkan Bendungan Sidan di Provinsi Bali Rampung 2023," 2021.
- [12] A. D. Supragoyo, "Pembuatan Turbin Air Tipe Undershot Untuk PLTPH Dengan Memanfaatkan Aliran Air Curug Gondoriyo Ngaliyan Semarang Barat," 2018.