

## Studi Potensi Daya Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Kampung Ubadari Kabupaten Fakfak

<sup>1\*</sup> Yulianto La Elo, <sup>2</sup> Rusliadi, <sup>3</sup> Muhammadon Moka, <sup>4</sup> Febriyan

<sup>1,2,3,4</sup> Teknik Listrik, Politeknik Negeri Fakfak

<sup>1\*</sup> [yulianto@polinef.ac.id](mailto:yulianto@polinef.ac.id), <sup>2</sup> [rusliadi@polinef.id](mailto:rusliadi@polinef.id), <sup>3</sup> [muhamadonmoka2018@gmail.com](mailto:muhamadonmoka2018@gmail.com), <sup>4</sup> [febriyan310103@gmail.com](mailto:febriyan310103@gmail.com)

### Article Info

#### Article history:

Received July 15<sup>th</sup>, 2023

Revised August 9<sup>th</sup>, 2023

Accepted September 15<sup>th</sup>, 2023

#### Keyword:

Renewable Energy

PLTMH

Dependable Flow

Energy

Electric Power

Fakfak

### ABSTRACT

Fakfak Regency, West Papua Province has several rivers and waterfalls that have the potential to produce electrical energy. One of the areas in Fakfak Regency that has abundant water resource potential is Kayuni District, Fakfak Regency. So far, the use of this river and waterfall has been as a water source for villagers in Kayuni District and as one of the main tourist destinations in Fakfak Regency. Through this research, it is hoped that this resource can be developed for other potentials, one of which is for Micro Hydro Power Plants (PLTMH). Research is carried out by conducting surveys and direct measurements where the results of the measurements will be calculated to determine the potential for river flow discharge and potential for electricity generation. The results of measurements and calculations showed that the average flow of the Ubadari river was 4,674 m<sup>3</sup>/second, the effective fall height (Heff) of the flow was 4 m. With these results, it is estimated that the electrical power produced will be 111,402 kW.

*Copyright © 2023 Jurnal JEETech.  
 All rights reserved.*

#### Corresponding Author:

Yulianto La Elo,

Teknik Listrik, Politeknik Negeri Fakfak,

Jl. Imam Bonjol, Tanema, Kec.Fakfak, Kab.Fakfak, Papua Barat. 98611.

Email: [yulianto@polinef.ac.id](mailto:yulianto@polinef.ac.id)

*Abstrak*— Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat memiliki beberapa Daerah Aliran Sungai dan Air Terjun yang berpotensi untuk menghasilkan energi listrik. Salah satu daerah di Kabupaten Fakfak yang memiliki potensi sumber daya air yang melimpah adalah Distrik Kayuni, Kabupaten Fakfak. Selama ini, pemanfaatan Sungai dan Air Terjun ini adalah sebagai sumber air warga kampung yang berada di Distrik Kayuni serta sebagai salah satu destinasi wisata andalan di Kabupaten Fakfak. Melalui penelitian ini, Diharapkan, sumber daya ini dapat dikembangkan potensi lainnya yang salah satunya untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Penelitian dilakukan dengan melakukan survei serta pengukuran secara langsung dimana hasil pengukuran akan dilakukan perhitungan untuk mengetahui potensi debit aliran sungai serta potensi pembangkit listrik. Hasil pengukuran serta perhitungan diperoleh debit rata-rata aliran air sungai Ubadari sebesar 4,674 m<sup>3</sup>/detik, tinggi jatuh efektif (Heff) aliran sebesar 4 m. Dengan hasil tersebut diperkirakan daya listrik yang dihasilkan sebesar 111,402 kW.

### I. Pendahuluan

Menurut data *Blueprint* Pengelolaan Energi Nasional 2005-2025 yang dikeluarkan oleh Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (DESDM) pada tahun 2005, cadangan minyak bumi di Indonesia pada tahun 2004 diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 18 tahun dengan rasio cadangan/produksi pada tahun tersebut. Sedangkan gas diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 61 tahun dan batubara 147 tahun [1].

Energi Baru Terbarukan (EBT) adalah sumber-sumber energi yang terus menerus dibaharui oleh alam dan berasal langsung dari matahari (seperti termal, foto-kimia, dan fotolistrik), secara tidak langsung dari matahari (seperti angin, tenaga air, dan energi fotosintesis yang tersimpan di biomassa), atau dari gerakan dan mekanisme alami lingkungan lainnya (seperti energi panas bumi dan pasang surut) [2]. Menurut PP No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, pada tahun

2025 pasokan energi nasional ditargetkan sebesar 23% dari EBT dan 31% pada 2050. Pemanfaatan EBT khususnya untuk pembangkit listrik masih minim di mana pada tahun 2018 hanya 14% dari total kapasitas pembangkit listrik. Minimnya pemanfaatan ini disebabkan harga produksi pembangkit berbasis EBT yang relatif masih tinggi [3].

Guna mengatasi permasalahan sumber energi yang semakin menipis perlu dilakukan pengembangan energi terbarukan, salah satunya yaitu pembangkit listrik tenaga air (PLTA) skala mikro atau mikrohidro [4]. Indonesia sebagai negara yang berada di garis khatulistiwa beriklim tropis dianugerahi banyak energi terbarukan dengan potensi mencapai 441,7 GW [5]. Potensi tenaga air yang diperuntukkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro sebesar 11% yang tersebar di seluruh Indonesia [6] [7].

Menurut data dari Kementerian ESDM, hingga 2018 masih terdapat 1,7% wilayah yang belum teraliri listrik dan pada Juli 2019 mencapai 98,2% dan daerah yang terendah adalah Papua dan NTT. Jaringan listrik di Indonesia baru menjangkau 85% dari 82.190 desa. Sebanyak 2.519 desa bahkan belum merasakan layanan listrik sama sesungai, 2.376 di antaranya ada di pulau Papua. Sisanya belum mendapat layanan secara penuh dalam 24 jam [8] [9]. Olehnya, banyak diantara desa-desa yang belum memiliki akses listrik secara penuh terutama di daerah kepulauan dan pedesaan lebih memilih menggunakan generator disel yang membutuhkan biaya investasi awal yang rendah dan instalasi yang lebih sederhana [10].

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan air sebagai sumber utamanya. Menggunakan istilah mikrohidro karena merupakan pembangkit listrik skala kecil dengan output daya yang dihasilkan di bawah 1 MW. Tenaga air yang digunakan untuk PLTMH biasanya aliran sungai, irigasi, ataupun air terjun alam dengan memanfaatkan perbedaan ketinggian (head) dan jumlah debit alirannya. Semakin besar debit aliran dan ketinggian yang digunakan, maka semakin besar pula energi yang dihasilkan [11].

Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat memiliki beberapa Daerah Aliran Sungai dan Air Terjun. Topografi wilayah berbentuk perbukitan dengan beda tinggi aliran sungai cukup curam berpotensi dapat menghasilkan energi listrik. Salah satu daerah di Kabupaten Fakfak yang memiliki potensi sumber daya air yang melimpah adalah Distrik Kayuni, Kabupaten Fakfak. Daerah tangkapan air di Distrik Kayuni memiliki hutan yang cukup terpelihara sehingga ketersediaan air cukup tersedia sepanjang tahun. Salah satu sungai yang cukup dikenal di Distrik Kayuni adalah Sungai Ubadari yang memiliki aliran sungai yang cukup deras. Selama ini, pemanfaatan Sungai dan Air Terjun ini adalah sebagai sumber air warga kampung yang berada di Distrik Kayuni serta sebagai salah satu destinasi wisata andalan di Kabupaten Fakfak. Diharapkan, sumber daya ini dapat dikembangkan potensi lainnya yang salah satunya untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yang menggunakan sistem aliran sungai, dan hanya akan memproduksi listrik jika air tersedia, sehingga keberadaan debit sungai akan mempengaruhi terhadap keberlanjutan produksi listrik. Aktivitas di hulu sungai, seperti penebangan pohon akan berpengaruh langsung terhadap kontinuitas debit sungai, kualitas air sungai (*siltation*) dan pada akhirnya mempengaruhi keberlangsungan produksi listrik. Korelasi langsung antara penggundulan hutan dengan produksi listrik yang dibutuhkan masyarakat pedesaan sekitar hutan akan menumbuhkan kesadaran dan partisipasi aktif masyarakat untuk menjaga kelestarian hutan. Oleh karena itu penerapan teknologi PLTA dapat digunakan sebagai media untuk mengurangi penggundulan (*deforestation*) dan penurunan fungsi (*degradation*) hutan [12].

Studi tentang PLTMH di Papua Barat pernah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya adalah untuk mengetahui Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro di Kabupaten Pegunungan Arfak [13], Perencanaan Pembangunan Pltmh Di Kampung Sasnek Distrik Sawiat, Kabupaten Sorong Selatan [14], Potensi Energi Terbarukan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Manokwari Selatan [10], dan di Kabupaten Fakfak untuk mengetahui Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Pada Sungai Air Besar [15]. Penggunaan PLTMh sebagai energi alternatif yang *cost friendly*, *user friendly*, *environmenfriendly*, dan *material friendly* diharapkan dapat lebih besar lagi pemanfaatannya menjadi solusi atas kurangnya aksesibilitas masyarakat pedesaan terhadap listrik [16].

Berdasarkan deskripsi yang dikemukakan di atas, maka perlu adanya pemecahan masalah terkait pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yang dimulai dari studi terkait potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Aliran Sungai di Kampung Ubadari, Distrik Kayuni, Kabupaten Fakfak. Diharapkan, Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) ini tidak hanya mampu membuat potensi energi Air Terjun termanfaatkan tetapi juga meningkatkan manfaat potensi wisatanya.

## II. Metode Penelitian

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Aliran Sungai Ubadari yang ada di Kampung Ubadari, Distrik Kayuni, Kabupaten Fakfak dengan waktu penelitian yaitu pada bulan Juli hingga bulan Agustus tahun 2023. Pemilihan Lokasi ini dengan pertimbangan bahwa Sungai Ubadari memiliki potensi air yang cukup melimpah sepanjang tahun. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Peta Sungai Ubadari, Distrik Kayuni

*Metode Penelitian dan Teknik Analisa Data*

Secara umum pelaksanaan Penelitian menggunakan metode *mix match method* yang mencakup metode analisa (*desk study analysis*) dan metode survei atau observasi lapangan. Metode analisa dilakukan dengan melakukan perhitungan menggunakan beberapa persamaan matematis terhadap output yang ditargetkan, seperti besaran debit Sungai Ubadari serta kapasitas energi yang dapat dihasilkan. Sedangkan metode survei dilakukan dengan menghitung debit sesaat melalui pendekatan *float method* melalui hasil pengukuran, penentuan tinggi jatuh, dan perkiraan lokasi pembangunan PLTMH. Pemilihan tempat pengukuran menjadi hal yang penting dalam *float method*. Tempat yang dipilih adalah bagian sungai yang lurus dengan perubahan lebar sungai, dalamnya air dan *gradient* yang kecil. *Float method* dilakukan dengan 3 buah pelampung dialirkan pada satu garis pengukuran aliran dan diukur kecepatan rata-rata pelampung tersebut. Pelampung tersebut dialirkan pada jarak tertentu kemudian dilakukan pencatatan waktu pelampung mengalir dari satu titik ke titik tertentu yang sudah ditentukan [17].

Data yang digunakan terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung di sungai Ubadari, Distrik Kayuni, Kabupaten Fakfak. Sedangkan data sekunder diperoleh dari berbagai literatur, lembaga terkait atau pun instansi pemerintah seperti halnya dari BMKG, BPS, data dari Kepala Kampung Ubadari, dan juga data dari sumber lain yang dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk penelitian ini.

Data yang telah terkumpul dianalisis dengan menggunakan bahan referensi yang tersedia. Dalam hal ini diharapkan dapat memahami debit air dan potensi listrik daya yang akan dihasilkan. Untuk menentukan debit sungai, biasanya digunakan metode profil sungai (*cross section*). Pada metode ini debit dapat diketahui dengan menentukan luas penampang vertical sungai kemudian dikalikan dengan laju aliran sungai. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Q = V_a A \left( \frac{m^3}{s} \right) \tag{1}$$

Dengan:

- $V_f$  = kecepatan (m/s)
- $V_a$  = kecepatan rata-rata (m/s)
- A = luas penampang basah (  $m^2$  )
- C = faktor koreksi,

Dimana faktor koreksi:

- Saluran beton, persegi panjang, mulus  $c = 0.85$
- Sungai luas, tenang, aliran bebas ( $>10m^2$ )  $c = 0.75$
- Sungai dangkal, aliran bebas ( $<10 m^2$ )  $c = 0.65$
- Dangkal ( $<0.5m$ ), aliran turbulen  $c = 0.45$
- Sangat dangkal ( $<0.2m$ ), aliran turbulen  $c = 0.25$

Luas Penampang

$$A = \text{Lebar Sungai} \times \text{Kedalaman Sungai} \tag{2}$$

Kecepatan Aliran Air:

$$V_f = \frac{\text{Jarak Ukur}}{\text{Waktu Tempuh}} \left(\frac{m}{s}\right) \quad (3)$$

Kecepatan rata-rata

$$V_a = V_f \cdot c \left(\frac{m}{s}\right) \quad (4)$$

Penentuan daya dan energi dalam penelitian ini, didasarkan pada debit yang tersedia (Q) dan tinggi jatuh efektif (Heff) yang disesuaikan dengan efisiensi turbin dan generator, sebagaimana persamaan berikut:

$$Pa = \rho \cdot \eta \cdot g \cdot Q \cdot H_{eff} \quad (5)$$

Dengan:

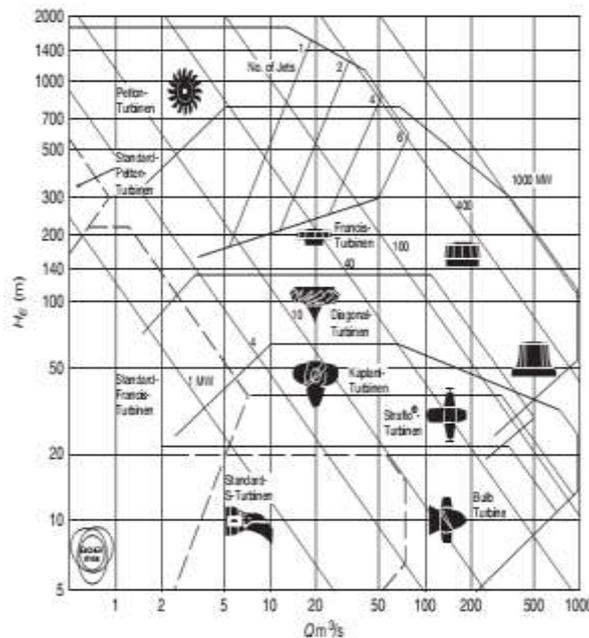
- Pa = daya yang dihasilkan (kW)
- ρ = massa jenis air = 1000 (kg/m<sup>3</sup>)
- η = efisiensi total system
- g = percepatan gravitasi (9,8)
- H<sub>eff</sub> = tinggi jatuh efektif (m)

Dimana

- Eff turb = efisiensi turbin (0,8 - 0,95)
- Eff transmisi = efisiensi transmisi (0,95 - 0,98)
- Eff generator = efisiensi generator (0,8 - 0,95)

### Pemilihan Jenis Turbin

Pada PLTMH tidak semua level ketinggian *head* dapat digunakan. Pemilihan turbin berdasarkan *head* dan debit air ditunjukkan berdasarkan gambar dibawah ini. Pemilihan jenis turbin dapat dilakukan dengan melihat grafik karakteristik hubungan antara tinggi jatuh net [m] dan debit aliran [m<sup>3</sup>/s] agar didapatkan jenis turbin yang cocok sesuai dengan kondisi pengoperasiannya [18].



Gambar 2. Pemilihan Jenis Turbin

### III. Hasil dan Pembahasan

#### A. Perhitungan Luas Penampang Pengukuran

Pengukuran lebar sungai dan kedalaman sungai ini di lakukan di dua titik, gambar pengukuran lebar dan kedalaman sungai dapat di lihat pada gambar di bawa ini.



Gambar 3. Pengukuran Lebar dan Kedalaman Sungai

Dari hasil pengukuran kemudian dilakukan perhitungan luas penampang Sungai menggunakan persamaan (3) sehingga diperoleh luas penampang pada titik pertama yaitu sebesar  $112.000\text{ cm}^2$  atau  $11,2\text{ m}^2$ , sedangkan luas penampang pada titik kedua yaitu sebesar  $76.000\text{ cm}^2$  atau  $7,6\text{ m}^2$ . Sehingga rata-rata luas penampang Sungai ubadari adalah sebesar  $9,4\text{m}^2$ .

*B. Perhitungan Kecepatan Rata-Rata Pengukuran*

Pengukuran kecepatan sungai di lakukan dengan menggunakan metode apung (float method). Pengukuran dilakukan pada dua titik dimana pada masing masing titik dilakukan sebanyak 15 kali pengamnbilan data. Hasil tersebut kemudian dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (3) untuk memperoleh kecepatan sungai. Hasil pada masing masing titik ditampilkan pada tabel.

Tabel 1. Kecepatan pada titik ukur pertama

| No | Waktu Tempuh (s) | Kecepatan (m/s) |
|----|------------------|-----------------|
| 1  | 46               | 1,08            |
| 2  | 60               | 0,83            |
| 3  | 51               | 0,98            |
| 4  | 51               | 0,98            |
| 5  | 34               | 1,34            |
| 6  | 50               | 1               |
| 7  | 64               | 0,78            |
| 8  | 72               | 0,69            |
| 9  | 48               | 1,04            |
| 10 | 49               | 1,02            |
| 11 | 52               | 0,96            |
| 12 | 65               | 0,76            |
| 13 | 54               | 0,92            |
| 14 | 86               | 0,58            |
| 15 | 50               | 1               |
|    | rata-rata        | 0,93            |

Tabel 2. Kecepatan pada titik ukur pertama

| No | Waktu Tempuh (s) | Kecepatan (m/s) |
|----|------------------|-----------------|
| 1  | 100              | 0,5             |
| 2  | 87               | 0,57            |
| 3  | 105              | 0,47            |
| 4  | 103              | 0,48            |
| 5  | 84               | 0,59            |
| 6  | 82               | 0,60            |
| 7  | 75               | 0,66            |
| 8  | 85               | 0,58            |
| 9  | 70               | 0,71            |
| 10 | 67               | 0,74            |
| 11 | 68               | 0,73            |
| 12 | 97               | 0,51            |
| 13 | 74               | 0,67            |
| 14 | 80               | 0,62            |
| 15 | 65               | 0,76            |
|    | rata-rata        | 0,58            |

Untuk mengetahui kecepatan rata-rata, dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (4) dengan menambahkan faktor koreksi untuk Sungai dangkal yaitu 0,65, sehingga diperoleh rata-rata kecepatan di titik pertama sebesar 0,617 m/s dan rata-rata kecepatan di titik kedua sebesar 0,377 m/s. Dengan demikian, rata-rata kecepatan aliran Sungai Ubadari yaitu sebesar 0,497 m/s.

C. Perhitungan Debit Air

Perhitungan debit air dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 1. Hasil perhitungan debit air pada titik pertama adalah sebesar 6,916 m<sup>3</sup>/detik dan pada titik ke dua adalah sebesar 2,8652 m<sup>3</sup>/detik sehingga rata-rata debit diperoleh 4,674 m<sup>3</sup>/detik.

D. Perhitungan Potensi Pembangkit

Sebelum melakukan perhitungan potensi pembangkit, terlebih dahulu dilakukan pengukuran ketinggian (*head*). Pengukuran ini menggunakan alat ukur GPS (*Global Position System*). Pengukuran dilakukan dengan cara membaca pada alat ukur dalam posisi ketinggian atas atau pada titik pertama, kemudian data ketinggian atas tersebut dikurangi data ketinggian bawah atau titik ke dua sebagai tempat untuk turbin (*power house*). Dari pengukuran diperoleh ketinggian (*Head*) = 4 m. Berdasarkan debit dan ketinggian tersebut maka jenis turbin yang digunakan adalah turbin jenis *crossflow*.

Menggunakan persamaan (5), dilakukan perhitungan potensi pembangkit dengan asumsi nilai efisiensi minimal maka diperoleh:  $P_a = \rho \cdot \eta \cdot g \cdot Q \cdot H_{eff}$  P air =  $g \times Q \times H_{eff} = 9,8 \times 4,674 \times 4 = 183,227$  kW. P turbin = P air x Eff turbin =  $183,227 \times 0,8 = 146,581$  Kw P transmisi = P turbin x Eff transmisi =  $146,581 \times 0,95 = 139,252$  kW. P generator = P transmisi x Eff generator =  $139,252 \times 0,8 = 111,402$  kW

Dari perhitungan yang telah dilakukan diatas, dapat diketahui bahwa sungai Ubadari memiliki rata-rata debit sebesar 4,674 m<sup>3</sup>/detik yang berdasarkan pengukuran tinggi jatuh efektif (*Heff*) aliran diperoleh sebesar 4 m. Dengan hasil tersebut dapat diperkirakan daya listrik yang dihasilkan sebesar sebesar 111,402 kW. Daya tersebut, yang kemudian digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik perumahan disekitar wilayah sungai air besar dengan perkiraan daya listrik sebesar 900 W setia kepala rumah tangga. Dengan demikian dapat diasumsikan bahwa daya listrik yang dihasilkan sungai air besar dapat memenuhi kebutuhan energi listrik sekitar 123 kepala keluarga (KK) yang mana telah dapat digunakan untuk kebutuhan listrik warga Kampung Ubadari dimana berdasarkan data BPS di tahun 2021 memiliki total 47 Rumah yang dialiri oleh listrik PLN [19]

IV. Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

Sungai Ubadari yang terletak di Kampung Ubadari, Distrik Kayuni, Kabupaten Fakfak memiliki potensi untuk dijadikan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Debit rata-rata aliran air diperoleh sebesar 4,674 m<sup>3</sup>/detik yang berdasarkan pengukuran tinggi jatuh efektif (*Heff*) aliran diperoleh sebesar 4 m. Dengan hasil tersebut dapat diperkirakan daya listrik yang dihasilkan sebesar sebesar 111,402 kW.

Daya tersebut, yang kemudian digunakan untuk memnuhi kebutuhan energi listrik rumahan disekitar wilayah sungai air besar dengan perkiraan daya listrik sebesar 900 W setia kepala rumah tangga. Dengan demikian dapat diasumsikan bahwa daya listrik yang dihasilkan sungai air besar dapat memenuhi kebutuhan energi listrik sekitar 123 kepala keluarga (KK).

#### V. Daftar Pustaka

- [1] A. S. A. Y. E. R. Sulistiyono, "Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Di Sungai Cikawat Desa Talang Mulia Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Propinsi Lampung," *Jurnal FEMA*, vol. 1, no. 1, pp. 48-54, 2013.
- [2] H. A.-R. F. B. Omar Ellabban, "Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 39, pp. 748-764, 2014.
- [3] Dewan-Energi-Nasional, *Indonesia Energy Outlook 2019*, Sekretariat General National Energy Council, 2019.
- [4] S. N. A. H. S. A. Z. H. A. R. S. L. Bono Pranoto, "Potensi energi mikrohidro di daerah irigasi (studi kasus di Wilayah Sungai Serayu Opak)," *Jurnal Irigasi*, vol. 12, no. 2, pp. 77-86, 2018.
- [5] E. K. S. Y. E. Lindawati, "Potensi Energi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Niagara Desa Rantau Nipis Kecamatan Banding Agung Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan," *JURNAL DEFORMASI*, vol. 6, no. 2, pp. 70-79, 2021.
- [6] Dewan-Energi-Nasional, *Indonesia Energy Outlook 2016*, Sekretariat General National Energy Council, 2016.
- [7] S. W. W. Jellyn Trissiana, "Studi Potensi Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Di Kawasan Wisata Air Terjun Sumberwangi Desa Tirtomarto Kecamatan Ampelgading Kabupaten Malang," in *Seminar Nasional INOBALI*, Bali, 2019.
- [8] K. E. d. S. D. Mineral, "Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia," 5 Agustus 2017. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/news-archives/desa-belum-berlistrik-jonan-perlu-empati-besar-listriki-saudara-saudara-kita->. [Accessed 24 September 2023].
- [9] M. Sinaga, "Studi Potensi Dan Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Dengan Model Simulasi Casimir Di Desa Kadu Bereum Kecamatan Padarincang Propinsi Banten," *Jurnal Teknosain*, vol. 15, no. 1, pp. 66-77, 2018.
- [10] A. D. P. E. A. P. Elias K. Bawan, "Analisis Potensi Energi Terbarukan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Manokwari Selatan," *Jurnal Penelitian Sainstek*, vol. 26, no. 1, pp. 24-34, 2021.
- [11] H. A. B. R. Wahyuni Martiningsih, "Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Sungai Ciliman Kabupaten Pandeglang," *Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, vol. 5, no. 1, pp. 113 - 119, 2019.
- [12] M. Z. T. N. S. Muhibbuddin, "Studi Pemanfaatan Potensi 20 MW untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Cruk Meuasap Hulu Sungai Babahrot Aceh Barat Daya," in *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, Lhokseumawe, 2019.
- [13] E. A. P. E. K. B. Antonius D. Palintin, "Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kabupaten Pegunungan Arfak," *IGYA SER HANJOP*, vol. 2, no. 1, pp. 11-24, 2020.
- [14] V. N. V. H. Markus Dwiyanto Tobi, "Studi Perencanaan Pembangunan Pltmh Di Kampung Sasnek Distrik Sawiat Kabupaten Sorong Selatan Provinsi Papua Barat," *Elektro Luceat*, vol. 3, no. 1, 2017.
- [15] R. Z. F. S. Yulianto La Elo, "Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Pada Sungai Air Besar Kampung Air Besar Kabupaten Fakfak," *Jurnal JEETech*, vol. 4, no. 1, pp. 9-14, 2022.
- [16] A. M. Dimiyati, "Studi Kelayakan Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Desa Setren Kecamatan Slogoimo Kabupaten Wonogiri," *Jurnal Emitor*, vol. 5, no. 2, pp. 1-10, 2015.
- [17] M. M. S. A. S. P. Suharto, "Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Mikrohidro (PLTMH) Daya 8.1 kWatt untuk Masyarakat dengan Studi Kasus Usaha Terpadu Desa Caturanom," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 18, no. 1, pp. 121-128, 2023.
- [18] C. Pence, *Laymans Guidebook on how to develop a small hydro site (2nd Edition)*, Brussel: European Small Hydropower Association, 1998.
- [19] B. P. S. K. Fakfak, *Distrik Kayauni Dalam Angka 2021*, Fakfak: Badan Pusat Statistik Kabupaten Fakfak, 2021.