

ANALISIS POTENSI DAN PEMANFAATAN PEMBANGKIT LISTRIK MIKROHIDRO (PLTMH) DI DESA TIPANG KECAMATAN BAKTI RAJA SUMATERA UTARA

Gunawan Sihombing¹⁾, Ahmad Arif²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Amir Hamzah

²⁾Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Al-Azhar Medan

E-mail: ¹⁾gunawansihombing6939@gmail.com

ABSTRAK

Energi listrik menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat. ketersediaan energi listrik merupakan salah satu faktor pendorong peningkatan ekonomi masyarakat. Namun, ketersediaan energi listrik kurang dirasakan oleh warga Desa Tipang, disana sering terjadi listrik padam sehingga masyarakat terkadang sampai berhari-hari tidak menggunakan listrik. Sering terjadi listrik padam tentu mengganggu kegiatan masyarakat. Salah satu solusi untuk mengatasi kekurangan listrik tersebut adalah dengan memanfaatkan saluran air terjun menjadi pembangkit listrik tenaga air. Pembangkit listrik ini dapat diintegrasikan dengan saluran air untuk menghasilkan energi listrik yang bersih dan berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah menghitung debit aliran saluran air (sungai) yang berada pada saluran air terjun Janji Desa Tipang, kemudian menganalisis potensi energi yang dimiliki oleh aliran air sungai yang berada di sekitar saluran air terjun Janji Desa Tipang. Hasil penelitian adalah debit terukur aliran air sungai Janji Desa Tipang, Kecamatan Bakti Raja adalah sekitar 400 s/d. 600 liter per detik dan tinggi rata-rata 35 m. Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Janji desa Tipang sebesar 80 kW. Jika menggunakan satu buah turbin tipe Turbo Propeller (sumbu horizontal), diameter 300 mm dan 1 unit generator sinkron 3 fasa, maka mampu menghasilkan listrik sebesar 35 kW dari potensi tersebut dapat mencukupi kebutuhan listrik masyarakat Desa Tipang Kabupaten Humbang Hasundutan.

Kata kunci : Turbin, Generator, Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

ABSTRACT

Electrical energy is a basic need for society. The availability of electrical energy is one of the driving factors for improving the community's economy. However, the availability of electrical energy is not felt by the residents of Tipang Village. There are frequent power outages so that people sometimes go days without using electricity. Frequent power outages certainly disrupt community activities. One solution to overcome the electricity shortage is to use the waterfall channel to become a hydroelectric power plant. This power plant can be integrated with waterways to produce clean and sustainable electrical energy. The aim of this research is to calculate the flow rate of the water channel (river) in the Janji waterfall channel in Tipang Village, then analyze the energy potential of the river water flow around the Janji waterfall channel in Tipang Village. The results of the research are that the measured discharge of the Janji River, Tipang Village, Bakti Raja District is around 400 s/d. 600 liters per second and an average height of 35 m. Tipang Village's potential for a micro-hydro power plant (PLTMH) is 80 kW. If you use one Turbo Propeller type turbine (horizontal axis), 300 mm diameter and 1 3-phase synchronous generator unit, it can produce 35 kW of electricity from this potential, which can meet the electricity needs of the people of Tipang Village, Humbang Hasundutan Regency.

Keywords : Turbine, Generator, Micro Hidro Power Plant

1. PENDAHULUAN

Energi listrik menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat Indonesia. Energi listrik banyak dimanfaatkan untuk kegiatan sehari-hari[1]. Fungsi listrik dalam kehidupan sehari-hari antara lain sebagai penerangan, pekerjaan rumah tangga, pekerjaan industri dan lain sebagainya. Ketersediaan energi listrik merupakan salah satu faktor pendorong peningkatan strata hidup dan ekonomi masyarakat[2]. Berdasarkan data PT.PLN (Persero) area kabupaten Humbang Hasundutan tahun 2023 mencatat jumlah listrik padam di kecamatan baktiraja mencapai 180 pemadaman pemadaman terjadi karena pemeliharaan jaringan, kurangnya pasokan listrik gangguan alam, gardu listrik rusak dan lainnya Sering terjadi listrik padam tentu mengganggu kegiatan masyarakat, contohnya pelajar kesulitan belajar pada malam hari karena kondisi gelap dan lainnya. Secara geografis Desa tipang merupakan salah satu dari 153 desa di Kabupaten Humbang hasundutan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik kabupaten Humbang Hasundutan tahun 2023 mencatat penduduk kecamatan baktiraja 7.685 jiwa luas wilayah mencapai 24,00 km. Saluran air yang terletak di sekitar air terjun Janji Bakkara menawarkan potensi yang besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber daya energi. Air terjun tersebut dapat menjadi sumber daya alam yang bernilai tinggi jika digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga air. Pembangkit listrik ini dapat diintegrasikan dengan saluran air tersebut untuk menghasilkan energi listrik yang bersih dan berkelanjutan. Pemanfaatan energi listrik tenaga air di saluran air pada air terjun Janji Desa Tipang, Kecamatan Bakti Raja juga dapat membantu mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil yang semakin terbatas dan berdampak buruk pada lingkungan[3]. Selain itu, keberlanjutan energi listrik tenaga air dapat memberikan kontribusi positif terhadap upaya mitigasi perubahan iklim di Indonesia, dimana akan mempunyai potensi pembangkit listrik tenaga air hingga 75.091 MW yang tersebar di seluruh Indonesia, namun efisiensi pemanfaatan hanya sekitar 7,2%. Tenaga air terutama digunakan sebagai

generator. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) ini sudah terbukti kemampuannya dan memberikan kontribusi besar[1]. Menurut data kementerian ESDM tahun 2022, kebutuhan listrik di Indonesia mencapai 1.172 kWh/orang dan akan terus meningkat seiring dengan laju pertumbuhan ekonomi negara yang diperkirakan mencapai 5,3% pada tahun 2025. Untuk itu perlu adanya penambahan kapasitas pembangkitan dari pembangkit listrik baru dan energi terbarukan (EBT). dengan demikian komitmen Indonesia untuk berkontribusi mengurangi 358 juta ton CO₂ di sektor energi pada tahun 2030 dapat tercapai[2]. Untuk mencapai sasaran pengembangan PLTA selain meningkatkan kualitas dan kuantitas potensi energi air juga perlu dilakukan penyempurnaan peraturan perundang-undangan terkait sumber daya air[3]. Sebagian besar pembangkit listrik energi terbarukan yang ada maupun yang telah direncanakan mengandalkan energi air atau panas bumi[4]. Menurut data dari IESR (Laporan Status Energi Bersih Indonesia, 2019) dari 7 GW kapasitas terpasang yaitu 66% adalah Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)[5]. Peluang pengembangan pembangkit listrik tenaga air di Indonesia masih besar apalagi Indonesia masih menghadapi kekurangan bahan bakar minyak (BBM). pemanfaatan sumber daya dapat meningkatkan ketahanan pangan[1]. Selain itu, pembangkit listrik tenaga air juga bisa menjadi jawaban bagi pembangkit listrik yang menghasilkan CO₂ seperti pembangkit listrik berbahan bakar fosil, meskipun ada yang berpendapat bahwa peningkatan CO₂ di atmosfer terjadi karena pembangunan bendungan dan pengoperasian pembangkit listrik berbahan fosil[4] Jadi pada tahun 2035, penggunaan energi 10.000 MW berikutnya diharapkan menjadi 7.000 MW salah satunya adalah pembangkit listrik tenaga air[5]. Indonesia mempunyai jumlah air permukaan terbesar kelima di dunia.

Seperti diketahui, Sumatera Utara memiliki 20 lokasi air terjun yang jika diamati secara langsung maka air terjun tersebut dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik dengan kapasitas ratusan. hingga ribuan Watt, yang tentu tergantung dari aliran air, ketinggian

dan teknologi yang digunakan. Berdasarkan hal tersebut, maka pada bagian ini akan dilakukan penelitian analisis potensi dan pemanfaatan pembangkit listrik mikrohidro di aliran air terjun Janji Desa Tipang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan langkah pengembangan selanjutnya untuk dapat mengembangkan pembangkit listrik tenaga air.

2. METODE PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah menghitung debit aliran saluran air (sungai) yang berada saluran air terjun Janji Desa Tipang, kemudian menganalisis potensi energi yang dimiliki oleh aliran air sungai yang berada di sekitar saluran air terjun Janji Desa Tipang, Kecamatan Bakti Raja, Sumatera Utara menggunakan metode survey secara langsung dan studi literatur untuk memperoleh data-data yang diperlukan. Data-data yang didapatkan kemudian dianalisis untuk mendapatkan hasil secara langsung sesuai dengan yang direncanakan. Tahap penelitian ini adalah literatur tentang PLTMH dari segi listrik dan juga dari segi mesin yang akan digunakan dan menganalisis debit air yang digunakan dan besaran ketinggian air. Dari hasil pengamatan 12 January 2024 pada saat musim hujan rata-rata kedalaman air terjun mencapai 3 m.

Tabel 1. Data kedalaman air terjun janji

No	Kedalaman (m)
1	4,5
2	4,8
3	3,0
4	3,0
5	3,2
Rata-rata	30,5

3. HASIL DAN DISKUSI

Air Terjun Janji berada di Desa Tipang, Kecamatan Bakti Raja, Kabupaten Humbang Hasundutan, Provinsi Sumatera Utara. Air terjun yang berada wilayah tersebut mengalir sepanjang tahun.

3.1. Penghitungan debit air

Debit sungai adalah banyaknya air sungai yang mengalir dalam satuan waktu

tertentu. Debit air sungai adalah tinggi muka air sungai yang diukur dengan alat ukur air sungai. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ($m^3/detik$).

Prinsip pengukuran debit sungai adalah mengukur luas penampang basah sungai, laju aliran, dan tinggi muka air. Arus dapat dihitung menggunakan rumus berikut..

$$Q = (a.v) \quad (1)$$

Dimana q = debit ($m^3/detik$)

A = Luas penampang (m^2)

V = Kecepatan rata-rata ($m/detik$)



Gambar 2.1 Potensi sungai Air Terjun Janji Desa Tipang, Kecamatan Bakti Raja[6]

Potensi air terjun Janji yang merupakan salah sumber air yang mengalir sepanjang tahun yang berada di daerah Tipang Mas. Berdasarkan hasil survey yang dilakukan tanggal 12 January 2024 peneliti melakukan wawancara dengan pemerintah setempat dan masyarakat sekitar mendapatkan informasi bahwa, ketersediaan air terjun janji tetap terjaga meskipun terjadi penurunan debit di waktu musim kering. Setelah menentukan lokasi penghitungan kecepatan air dengan menggunakan *current* meter dan menghitung debit yang tepat dari badan air melalui beberapa pengukuran kecepatan bagian. Seperti halnya dengan *current* meter, metode pengukuran ini juga didasarkan pada teknologi radar yang inovatif Hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan 1 menunjukkan aliran sungai janji mencapai 400 liter per detik. Pada saat perhitungan aliran kondisinya

sedang musim hujan sehingga dikhawatirkan akan turun tajam pada musim kemarau. Oleh karena itu, kebutuhan debit untuk desain Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) pada air terjun Janji diambil hanya dengan faktor koreksi 60% berdasarkan pengukuran pada saat tertentu.

3.2. Pengukuran tinggi kemiringan sungai atau (*head*)

Tinggi bersih air merupakan selisih antara tinggi kotor dan tinggi rugi-rugi pada pipa pembangkit listrik tenaga mikrohidro. *Head* kotor adalah jarak vertikal antara permukaan air sumber dengan tinggi air yang keluar dari saluran turbin untuk turbin reaksi dan tinggi air yang keluar dari nosel untuk turbin reaksi. Perbedaan elevasi/*head* diukur dengan menggunakan alat dan alat *Theodolite Total Station Topcon GT105* dan akurasi pengukuran hingga 1mm untuk memberikan informasi perbedaan tinggi yang akurat. Selama pengukuran ini dilakukan bersamaan dengan pemetaan topografi lokal di sekitar lokasi pembangkit. Hasil pengukuran menunjukkan tinggi air terjun Janji (PLTMH) adalah 35 meter [8][9].

3.3. Potensi Hidrolik

Potensi hidrolik adalah potensi energi yang ditimbulkan oleh tekanan air akibat gaya gravitasi bumi. Potensi energi mikrohidro yang tersedia di alam adalah merupakan energi dalam bentuk energi potensial. Besarnya potensi hidrolik ditentukan oleh besarnya debit air (*Q*) dan ketinggian kemiringan sungai atau *head* (*h*) [10]. Secara matematis, besarnya potensi hidrolik dari suatu potensi energi mikrohidro dapat dijelaskan dengan rumus sebagai [11] berikut.

$$p_h = \rho \times g \times Q \times h \quad (2)$$

Dimana

- p_h = Potensi Hidrolik (KW)
- ρ = Kerapatan atau massa jenis air (1000 kg/m³)
- G = Percepatan gravitasi (M/S²)
- Q = Debit aliran air (M²/detik)
- H = *Head*

Setelah harga dari masing-masing parameter di atas didapat dari hasil pengukuran lapangan, persamaan ini dapat digunakan untuk menghitung potensi hidrolik PLTMH sungai Desa Tipang. Harga dari masing-masing parameter dan hasil perhitungan potensi dapat didapat dengan menggunakan persamaan 2. Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan Hidrolik PLTMH Desa Tipang.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Hidrolik PLTMH Desa Tipang .

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	Debit (<i>Q</i>)	M ² /detik	400
2	<i>Head</i> (<i>H</i>)	Meter	30
3	Gravitasi (<i>g</i>)	M/S ²	9,83
4	Potensi Hidrolik (p_h)	KW	80

3.4. Kapasitas Pembangkit Listrik

Tidak seluruh energi potensial hidrolik dalam air dapat diubah menjadi energi listrik. Ketika energi potensial diubah menjadi energi listrik, sebagian energinya hilang atau disebut rugi-rugi. Selain itu, besarnya energi listrik yang diperoleh sangat bergantung pada efisiensi turbin dan generator yang digunakan. Sederhananya daya dapat dihitung menggunakan persamaan [12] berikut.

$$p_{el} = N_t \times P_h \quad (3)$$

Dimana

- p_{el} = Kapasitas pembangkit listrik (kw)
- P_h = Potensi hidrolik (KW)
- N_t = Total efisiensi %

Dengan demikian kapasitas PLTMH Desa Tipang bisa ditentukan. Hasil perhitungan keluaran daya PLTMH desa Tipang dapat dilihat pada tabel dibawah ini..

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kapasitas PLTMH Desa Tipang

No	Jenis	Nilai	satuan (simbol)
1	Debit disain	400 liter/detik	Q_a
2	Gross head	30 m	H_g
3	Debit terukur	600 liter /detik	Q_m

No	Jenis	Nilai	satuan (simbol)
4	Potensi daya/tenaga hidrolik	80 kW	Ph
5	Estimasi <i>head</i> bersih	30 M	H _{net}
6	Persentase efisiensi turbin	0,82	ⁿ r
7	Evaluasi efisiensi generator.	0,70	ⁿ G
8	Estimasi transmisi mekanis	1	ⁿ M
9	<u>Estimasi daya</u> pembangkit	35 kW	P _{eli}

Net head (H_{net}) ditentukan dari pengurangan rugi-rugi gesekan dan turbulensi dalam pipa pesat (H_{loss}) terhadap *gross head* (H_g). Estimasi efisiensi turbin, estimasi efisiensi generator dan estimasi efisiensi transmisi mekanis di atas masing-masing merupakan efisiensi untuk turbin *Crossflow* yang diproduksi lokal, generator sinkron dan *flat-belt* pada umumnya. Sedangkan rugi-rugi pada jalur transmisi diperkirakan sekitar 6% dari daya listrik yang dibangkitkan pada rumah pembangkit (P_{eli}).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengolahan data yang diperoleh maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut : debit terukur aliran air sungai janji Desa Tipang, Kecamatan Bakti Raja Sumatera Utara adalah sekitar 400 s/d 600 liter per detik dan tinggi rata-rata 30 m. Potensi PLTA/PLTMH Tipang sebesar 80 kW. Jika menggunakan satu buah turbin tipe *Turbo Propeller* (sumbu horizontal), diameter 300 mm dan 1 unit generator sinkron 3 fasa, maka mampu menghasilkan listrik sebesar 35 kW dari potensi tersebut dapat mencukupi kebutuhan listrik masyarakat Desa Tipang Kabupaten Humbang Hasundutan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Prastika, “Hubungan Antara Tingkat Konsumsi Energi Listrik dengan Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia,” *J. Ilmu Ekon. JIE*, vol. 7, pp. 18–29, Mar. 2023, doi: 10.22219/jie.v7i01.25042.
- [2] M. Sofyan and I. M. Sudana, “Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Berdasarkan Debit Air dan Kebutuhan Energi Listrik,” *J. List. Instrumentasi, dan Elektron. Terap.*, vol. 3, no. 2, pp. 31–39, 2022, doi: 10.22146/juliet.v3i2.64410.
- [3] I. Muarifa, A. Khanafi, G. Wati, S. Kurnia, S. Astutik, and R. Handayani, “pemberdayaan air sebagai sumber energi terbarukan untuk mendukung elektrifikasi indonesia,” *J. Sains Ris.*, vol. 13, pp. 729–735, Nov. 2023, doi: 10.47647/jsr.v13i2.1614.
- [4] I. Desti and A. Ula, “Analisis Sumber Daya Alam Air,” *J. Sains Edukatika Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 17–24, 2021.
- [5] Kementerian ESDM RI, “Saatnya Kembangkan PLTB di Indonesia,” *Media Center.*, [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/saatnya-kembangkan-pltb-di-indonesia>
- [6] P. Aditya, “Air Terjun Janji, Air Terjun Indah yang Sarat Nilai Sejarah di Humbang Hasundutan,” *pesisir.net.*, [Online]., Available: <https://www.pesisir.net/air-terjun-janji-humbang-hasundutan>
- [7] L. N. Rahayu and J. Windarta, “Tinjauan Potensi dan Kebijakan Pengembangan PLTA dan PLTMH di Indonesia,” *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 3, no. 2, pp. 88–98, 2022, doi: 10.14710/jebt.2022.13327.
- [8] A. Suhendra, “Studi Perbandingan Hasil Pengukuran Alat Teodolit Digital dan Manual: Studi Kasus Pemetaan Situasi Kampus Kijang,” *ComTech Comput. Math. Eng. Appl.*, vol. 2, no. 2, p. 1013, 2011, doi: 10.21512/comtech.v2i2.2851.
- [9] M. Wahid, A., Junaidi, & Arsyad, “Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan

- Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik,” *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 2, no. 1, 2014, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/192853-ID-analisis-kapasitas-dan-kebutuhan-daya-li.pdf>
- [10] E. K. Bawan, A. D. Palintin, and E. A. Patandianan, “(the Analysis of Renewable Energy Potential of Microhydro,” *J. Penelit. Saintek*, vol. 26, no. 1, pp. 24–34, 2021.
- [11] W. X. Waresindo, “Analisis Potensi Sumber Energi di Indonesia Serta Tantangan Eksplorasinya,” *Tugas Pengantar Sains Dan Energi (Fi 6002)*, no. September, 2019, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/335985811_Analisis_Potensi_Sumber_Energi_di_Indonesia_Serta_Tantangan_Eksplorasinya
- [12] I. B. G. Wira Negara, I. G. N. Janardana, and I. W. Arta Wijaya, “Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Di Aliran Sungai Irigasi Subak Werdi Putra Sedana Kabupaten Badung,” *J. SPEKTRUM*, vol. 9, no. 2, p. 148, 2022, doi: 10.24843/spektrum.2022.v09.i02.p17.