

## PENGEMBANGAN ALIRAN SUNGAI SEBAGAI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK MIKRO HIDRO SERTA EDUKASI DAN AKULTURASI DI DESA MERANTI TENGAH DUSUN BATU RANGIN KECAMATAN PINTU POHAN MERANTI KABUPATEN TOBASA

Zufri Hasrudy Siregar<sup>1\*</sup>, Roswani Siregar<sup>2</sup>, Prinsi Rigitta<sup>3</sup>, Nurdiana<sup>4</sup>, Riana Puspita<sup>5</sup>, Refiza<sup>6</sup>, Masdania Zurairah<sup>7</sup>, Indra Gunawan Purba<sup>8</sup>, Jarnawi Hadi Saputra Tanjung<sup>9</sup>

<sup>1,3,4</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Al Azhar

<sup>2</sup> Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Al-Azhar Medan

<sup>5</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area

<sup>6,7</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Al-Azhar Medan

<sup>8</sup> Program Studi Ilmu Hukum, Fakultas Hukum, Universitas Islam Sumatera Utara

<sup>9</sup> Program Studi Hukum, Fakultas Hukum, Universitas Al Azhar

\*Korespondensi: rudysiregar7@gmail.com

**ABSTRAK.** Energi merupakan hal yang sangat vital ada di suatu daerah, dikarenakan segala aktivitas kehidupan selalu dikaitkan dengan energi dan perekonomian. Dari isu anasional dapat dilihat bahwa energi terbarukan akan mencapai 13,5% pada tahun 2050, dengan pembangkit listrik tenaga air sebesar 5,8%, panas bumi sebesar 4,3%, dan energi terbarukan lainnya sebesar 3,4%, sehingga pengembangan energi dianggap penting dan selaras dengan capaian energi nasional. Tujuan pengabdian ini adalah memberikan edukasi dan analisis potensi Mikro Hidro (PLTMH) dengan kajian analisis dan sebagai dasar untuk mengembangkan energi berkelanjutan di dusun tersebut. Metode yang digunakan adalah partisipatif observasi dimana dilakukan partisipasi pembangunan dan melakukan observasi potensi energi yang ada. Hasil yang didapat dari pengabdian ini yaitu potensi yang di hitung sebesar 48,559.5 W atau 48,5595 kW dan dapat dilanjutkan untuk pembangunannya.

**Kata kunci:** Mikro hidro, edukasi, dusun batu rangin

**ABSTRACT.** Energy is a very important thing in an area because all life activities are always associated with energy and the economy. From the national issue, it can be seen that renewable energy will reach 13.5% by 2050, with hydroelectric power generation at 5.8%, geothermal at 4.3%, and other renewable energy at 3.4%, so energy development is considered important and in line with national energy achievements. The purpose of this service is to provide education and analysis of the potential of Micro Hydro (PLTMH) with analytical studies and as a basis for developing sustainable energy in the hamlet. The method used is participatory observation where development participation is carried out and observation of existing energy potential. The results obtained from this service are calculated potential of 48,559.5 W or 48,5595 kW and can be continued for its development.

**Keywords:** Micro hydro, education,

Terima 29 Januari 2024

Terima dan di revisi 30 Januari 2024

Disetujui 31 Januari 2024

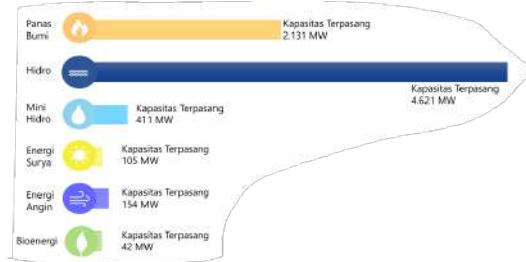
### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki banyak potensi alam dan energi yang dapat dimanfaatkan untuk kesejahteraan manusia (Ramadhan & Chaerul, 2023). Sementara, cadangan energi Indonesia semakin lama semakin berkurang, hal ini dirasa tidak sejalan dengan Peraturan Presiden Nomor 41 Tahun 2016 tentang tata cara penanggulangan krisis energi menyatakan bahwa cadangan

sumber energi akan digunakan ketika krisis melanda Indonesia (Bagaskara et al., 2022). Di antara 75 GW tenaga air Indonesia yang tersebar di Sumatra, Sulawesi, Kalimantan, dan Papua, hanya 26,3 GW yang dapat dikembangkan, menurut studi *screening* lingkungan dan sosial PT PLN (Persero). Selama RUPTL 2016–2025, PLN berencana meningkatkan kapasitas PLTA sebesar 14 GW dan PLTMH sebesar 0,3 GW (Rahayu & Windarta, 2022) dana berdasarkan yang ditulis



(Surhayati, 2023) bahwa Total pangsa energi terbarukan dalam bauran pembangkitan akan mencapai 13,5% pada tahun 2050, dengan pembangkit listrik tenaga air sebesar 5,8%, panas bumi sebesar 4,3%, dan energi terbarukan lainnya sebesar 3,4%.



**Gambar 1.** Potensi dan Kapasitas terpasang EBT  
Sumber: (BPPT, 2021)

Potensi sungai merupakan salah satu alternatif energi yang dapat digunakan di samping fungsi sungai sebagai sosial kultural, ekosistem, kebutuhan air minum dan mandi serta budaya kultural dan rekreasi (Husni, 2016) serta daerah aliran sungai yang juga diuntungkan dengan pengolahan air sungai tersebut (Santoso & Alayubi, 2022). Potensi yang besar disektor pembangkit listrik tenaga air atau energi hidro. 128 dari 4.400 sungai potensial. Topografi sungai yang sangat kompleks terdiri dari pegunungan dengan ketinggian hingga 6500 meter, perbukitan, dataran aluvial, dataran rendah, dan pantai. Dengan curah hujan lebih dari 2000 milimeter per tahun, dan wilayah perairan laut Indonesia, yang berjumlah sekitar 6,4 juta km persegi (Sekretariat Kabinet Republik Indonesia, 2023) dimana hujan sering menjadi masalah banjir namun bisa terselesaikan bila dapat mengolahnya dengan teknologi panen air hujan (Siregar et al., 2023).

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah sekumpulan mesin yang digunakan untuk mendapatkan energi listrik melalui transformasi energi yang menggunakan air sebagai energi utamanya berupa sungai, saluran irigasi, air terjun dan arus air yang rendah (Alamsyah et al., 2024)(Jumadi & Amir, 2017) dimana potensinya cukup besar yaitu 458,75 MW dan baru terpasang 84 MW (Jumadi & Amir, 2017) cara menghitung potensi PLTMH dengan

$$P_H = \rho \times g \times Q \times H \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- $P_H$  = Potensi Daya Air (Watt)
- $\rho$  = Massa air = 1000 (kg/m<sup>2</sup>)

- Q = Debit air (m<sup>3</sup>/ detik)
- H = Tinggi jatuh air (meter)
- G = Gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

(Alamsyah et al., 2024)



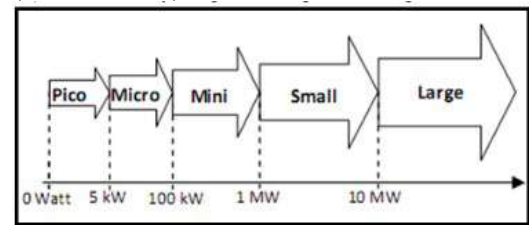
**Gambar 2.** Cara Kerja PLTMH  
Sumber : (ALizarrrd, 2021)

Teknologi mikro hidro dengan ketinggian dan debit air telah tertulis dalam Al-Qur'an, yang tertuang dalam QS. Ar-Ra'd ayat 17

أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَالَتْ أَوْدِيَةٌ بِقَدَرِهَا فَاحْتَمَلَ السَّيْلُ زَبَدًا رَابِيًا

Adapun arti dari QS. Ar-Ra'd ayat 17 adalah sebagai berikut: "Allah telah menurunkan air (hujan) dari langit, maka mengalir air di lembah-lembah menurut ukurannya, maka arus itu membawa buih yang mengambang."

Seperti yang ditunjukkan pada akhir ayat, air sebagai sumber energi telah dibahas dalam kitabullah sejak empat belas tahun yang lalu (Rhofita, 2016)



**Gambar 3.** Klasifikasi hydro power  
Sumber : (ALizarrrd, 2021)

Mikro hidro, yang berasal dari aliran air, dapat menghasilkan daya antara 5 kW dan 100 kW.

Lokasi kelurahan Pintu Pohan Meranti adalah 277,72 km<sup>2</sup>. Ini menempati 13,71% dari luas total Kabupaten Toba. Situs Pintu Pohan Meranti terletak pada 2°24'-2°36' Lintang Utara dan 99°15'-99°32' Bujur Timur (Toba, 2021). Kecamatan Pintu Pohan Meranti berada di ketinggian antara 150 dan 1200 meter di atas permukaan laut. Beberapa desa di Kecamatan Pintu Pohan Meranti berada di sekitar Sungai Asahan. Pembangkit listrik

tenaga air (PLTA) menggunakan sungai ini. Pabrik aluminium PT. Inalum menghasilkan listrik dari waduk Sigura-Gura, yang merupakan waduk kedua terbesar di Indonesia.



**Gambar 4.** Survei Head Actual Potensi PLTM  
Sumber : penulis



**Gambar 5.** Survei kecepatan arus Potensi PLTM  
Sumber : penulis

Disamping energi, budaya dan kearifan lokal sangat penting dibangun untuk membangun dan memberdayakan masyarakat. Edukasi dan pertukaran budaya dan kebiasaan yang baik merupakan hal yang diharapkan dalam melakukan pengabdian ini. Kehidupan sehari-hari penduduk lokal menunjukkan budayanya. Pranata sosial masyarakat memungkinkan hal ini terjadi (Ahdiati & Kusumanegara, 2020).



**Gambar 6.** Kegiatan makan bersama dalam memahami budaya masyarakat  
Sumber : penulis

Edukasi juga dilakukan dalam kegiatan tersebut dimana kunjungan dilakukan pada Sekolah Dasar (SD 173589 Parduaan) dengan fakta seklaah yang sangat terpencil serta murid yang sedikit tidak lebih dari hitungan jari serta Guru hanya seorang saja



**Gambar 7.** Kunjungan ke SD 173589 Parduaan  
Sumber : penulis

## METODE

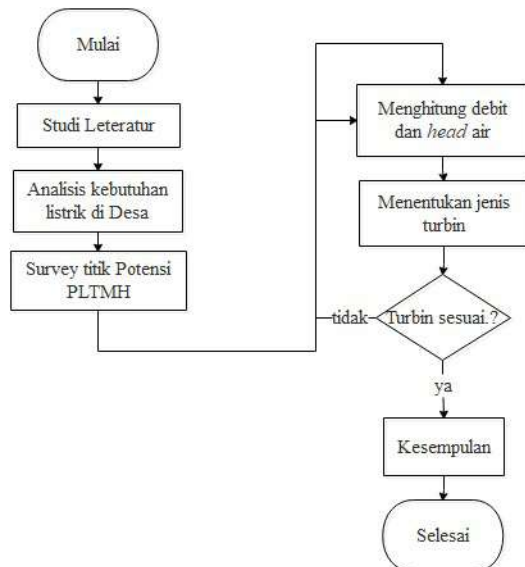
Pelaksanaan pengabdian ini dilakukan 5 sampai 7 Januari 2024 dimana metode yang digunakan adalah metode partisipatif, observasi dan wawancara. Metode partisipatif menurut (Rahmat & Mirnawati, 2020) bahwa metode ini merupakan “*pelaksanaan penelitian untuk mendefinisikan sebuah masalah maupun menerapkan informasi ke dalam aksi sebagai solusi atas masalah yang telah terdefinisi*”, serta metode wawancara dalam menggali informasi dan keterbatasan Masyarakat dan melakukan survey ke potensi titik energy hydro yang akan dibangun.



**Gambar 8.** Survey titik PLTMH  
Sumber : penulis



Untuk edukasi dan akulturisasi digunakan metode interaktif dan tanya jawab dengan masyarakat Kecamatan Pintu Pohan Meranti. Untuk lebih jelas nya dapat dilihat pada gambar *flowchat* Pengabdian ini.



Gambar 9. *Flowchat* pengabdian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan potensi energi Listrik yang dihasilkan oleh PLTMH, maka diawali dengan mengetahui debit yang tersedia untuk menggerakkan generator turbin air tersebut. Besarnya debit air sementara diketahui dengan melakukan pengukuran pada titik titik potensial energi. Pengukuran dilakukan pada jalur air yang curam (mempunyai kemiringan tinggi) dan terdapat *bending* (turunan arus) yang dapat di jadikan acuan dalam menentukan *head* (tinggi jatuh) aliran menuju turbin (Ardo et al., 2022)

- Head (Tinggi jatuh) : 1 meter
- Kecepatan aliran Sungai (v) : 1,5 m/dt
- Lebar Sungai (b) : 2,2 meter
- Kedalaman aliran Sungai (h) : 1,5 meter

Maka  $Q = V.A$ ; Dimana  $A = b \times h$   
 Sehingga  $Q = 1,5 \text{ m/dt} \times 1,5 \text{ meter} \times 2,2 \text{ meter} = 4,95 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Dari pengukuran debit, maka secara benar dapat dihitung energi yang dihasilkan menggunakan rumus

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \text{ (Kriswanto \& Djufri, 2020)}$$

Dimana:

$P$  = daya terbangkitkan (Watt)

$\rho$  = masa jenis = 1000  $\text{gk/m}^3$

$g$  = gravitasi = 9,81  $\text{m}^2/\text{dtk}$

dari perhitungan dapat diestimasi energi terbangkitkan berdasarkan pengukuran debit sungai sebesar 48,559.5 W atau 48,5595 kW

## SIMPULAN

Pelaksanaan pengabdian yang dilakukan memberikan manfaat bagi Masyarakat khususnya pemberdayaan dan pengajaran untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan Masyarakat.

- Aliran Sungai Dusun Batu Rangin Kecamatan Pintu Pohan Meranti Kabupaten Tobasa dari hasil perhitungan dapat membangkitkan energi listrik sebesar 48,5595 kW dalam keadaan sungai yang masih turun hujan, dengan rencana bendungan setinggi 4 meter dengan tinggi jatuh air efektif 1 meter dan debit air.
- Perencanaan PLTMH dianggap baik dikarenakan setelah dilakukan survei lapangan didapat data yang memberikan potensi yang besar pada aliran Sungai tersebut
- Di samping pemberdayaan energi, pemberdayaan edukasi juga dirasa penting dilakukan pada desa tersebut, sebab masing banyak penduduknya buta huruf dan tidak paham mengelola hasil Perkebunan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahdiati, T., & Kusumanegara, S. (2020). Kearifan Lokal dan Pengembangan Identitas untuk Promosi Wisata Budaya di Kabupaten Banyumas. *Jurnal Pariwisata Terapan*, 4(1), 25–34. <https://doi.org/10.22146/jpt.50417>
- Alamsyah, M. S., Suprianto, B., Joko, & Endryansyah. (2024). Rancang bangun pembangkit listrik tenaga mikrohidro menggunakan turbin Crossflow dengan perbandingan variasi sudut sudu terhadap daya yang dihasilkan. *Jurnal Teknik Elektro*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.26740/jte.v13n1.p1-8>
- ALizarrd, L. (2021). *Cara Kerja Pembangkit Listrik Minihidro (Tenaga Air Skala Kecil)*. Blogger. <https://www.cara->



- kerja.com/2020/12/pembangkit-listrik-tenaga-air-skala-kecil-minihidro.html
- Ardo, B., Emidiana, E., & Perawati, P. (2022). Perencanaan pembangkit listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Desa Tanjung Raman Talang Air Selepah Kecamatan Pendopo Kabupaten Empat Lawang. *Jurnal Tekno*, 19(1), 81–92. <https://doi.org/10.33557/jtekno.v19i1.1665>
- Bagaskara, A., Hapsari, A., Kurniawan, D., Tumiwa, F., Vianda, F., Padhilah, F. A., Wismadi, F. S., Puspitarini, H. D., Bintang, H. M., Loeksmanto, I. H., Surya, I. R. F., Christian, J., Mendrofa, M. J. S., Aji, P., Wiranegara, R. Y., & Firdausi, S. N. (2022). *Indonesia Energy Transition Outlook 2023: Tracking Progress of Energy Transition in Indonesia: Pursuing Energy Security in the Time of Transition*. www.irena.org
- BPPT. (2021). Outlook Energi Indonesia 2021 Prespektif Teknologi Energi Indonesia: Tenaga Surya untuk Penyediaan Energi Charging Station. In *Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi (PPIPE) Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)*. <https://www.bppt.go.id/dokumen/outlook-energi>
- Husni, N. (2016). Analisis permasalahan pengelolaan sungai Deli. *Jurnal Politik Dan Kebijakan Inovasi*, 14(1), 77–82. <http://jurnal.bappelitbang.sumutprov.go.id/index.php/inovasi/article/view/89/26>
- Jumadi, J., & Amir, F. (2017). Perencanaan dan perancangan pembangkit listrik tenaga mikro-hidro jenis crossflow. *Jurnal POLIMESIN*, 15(1), 30. <https://doi.org/10.30811/jpl.v15i1.370>
- Kriswanto, K., & Djufri, S. U. (2020). Perhitungan daya output PLTMH di Jalan Bintara Sungai Duren Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, 2(1), 11. <https://doi.org/10.33087/jepca.v2i1.24>
- Rahayu, L. N., & Windarta, J. (2022). Tinjauan potensi dan kebijakan pengembangan PLTA dan PLTMH di Indonesia. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 3(2), 88–98. <https://doi.org/10.14710/jebt.2022.13327>
- Rahmat, A., & Mirnawati, M. (2020). Model participation action research dalam pemberdayaan masyarakat. *Aksara: Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal*, 6(1), 62. <https://doi.org/10.37905/aksara.6.1.62-71.2020>
- Ramadhan, F. V., & Chaerul, A. (2023). Peluang dan tantangan Indonesia menuju poros Maritim Dunia: Perspektif Politik Internasional. *Jurnal Ilmu Komunikasi, Sosial Dan Humaniora*, 1(3), 262–272. <https://doi.org/10.47861/tuturan.v1i3.460>
- Rhofita, E. I. (2016). Al- qur'an dan aplikasi teknologi mikrohidro di indonesia. *Jurnal Teknik Lingkungan Al-Ard*, 2(1), 23–30. <https://doi.org/10.29080/alard.v2i1.130>
- Santoso, P., & Alayubi, A. (2022). Kajian Potensi Lahan Untuk Pengembangan Akuakultur Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Talau-Loes, Lintas Batas RDTL-Indonesia. *Jurnal Vokasi Ilmu-Ilmu Perikanan (Jvip)*, 3(1), 44. <https://doi.org/10.35726/jvip.v3i1.1217>
- Sekretariat Kabinet Republik Indonesia. (2023). *Buka World Hydropower Congress, Presiden Harapkan Rekomendasi Kebijakan bagi Bumi Lestari*. Sekretariat Kabinet Republik Indonesia. <https://setkab.go.id/buka-world-hydropower-congress-presiden-harapkan-rekomendasi-kebijakan-bagi-bumi-lestari/>
- Siregar, Z. H., Mawardi, M., Puspita, R., Fazri, M., Refiza, R., & Irwansyah, M. (2023). Pemanfaatan Air Hujan dan Minyak Jelantah sebagai kepedulian lingkungan di Ikatan Keluarga Besar Istri (IKBI) PTPN-III Desa Sei Mangkei. *Jurnal Derma Pengabdian Dosen Perguruan Tinggi (Jurnal DEPUTI)*, 3(2), 219–225. <https://doi.org/10.54123/deputi.v3i2.286>
- Surhayati. (2023). Indonesia Country Report. In Kimura, S. . Phoumin, & A. . Purwanto (Eds.), *Energy Outlook and Energy-Saving Potential in East Asia 2023* (1st ed., Vol. 1, Issue September, pp. 149–170). ERIA. [https://www.eria.org/uploads/media/Books/2023-Energy-Outlook/13\\_Ch.7-Indonesia.pdf](https://www.eria.org/uploads/media/Books/2023-Energy-Outlook/13_Ch.7-Indonesia.pdf)
- Toba, B. (2021). Kecamatan Pintu Pohan



Meranti dalam Angka 2021. In B. P. S. K. Toba (Ed.), *Nucl. Phys.* (1st ed., Vol. 1, Issue 1). BPS. chrome-extension://dagcmkpagjhlhakfdhnbomgmjdpkdklff/enhanced-reader.html?pdf=http%3A%2F%2Fwww.hms.harvard.edu%2Fbss%2Fneuro%2Fbomnlab%2Fnb204%2Fstatistics%2Fbootstrapping.pdf

