

# Pemanfaatan Mikrohidro Air Terjun Lawang Bromo Untuk Menerangi Dusun Tanpa Listrik di Kabupaten Probolinggo

Syarief Albar, Jaka Windarta

Magister Energi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro;

Email : [syariefalbar@students.undip.ac.id](mailto:syariefalbar@students.undip.ac.id) (S.A), [jakawindarta@lecturer.undip.ac.id](mailto:jakawindarta@lecturer.undip.ac.id) (J.W);

**Abstrak** : Desa Ngepung Kecamatan Sukapura Kabupaten Probolinggo adalah satu desa yang belum mendapatkan aliran listrik dari PLN karena letak geografinya yang terletak dibawah kaki gunung Bromo. Kebutuhan energi dimasa pandemi ini mendorong diadakannya upaya lebih untuk tetap bergulirnya roda ekonomi. Salah satu upaya adalah dengan memanfaatkan air terjun dan sungai untuk digunakan sebagai pembangkit listrik mikrohidro yang lebih dikenal dengan PLTMH dan tempat wisata air terjun lawang bromo. PLTMH yang akan dibangun rencananya adalah bagian dari CSR PT. POMI – PAITON ENERGY dengan nama program Rumah Belajar Energi 3, dengan kapasitas 14,6 KW dan menggunakan model turbin Kaplan. Pemanfaatan PLTMH/mikrohidro dan air terjun akan dikelola oleh BUMDES agar kelangsungan bisa terjaga dan peran serta masyarakat tetap terwujud.

**Kata Kunci** : Mikrohidro, PLTMH, CSR, BUMDES, Air terjun, Bromo, Probolinggo

**Abstract** : Ngepung village, Sukapura District, Probolinggo is a isolated village that has not been reached by PLN electricity because its geographical which is on the slope of Mount Bromo. Energy is needed in pandemic period to keeping economic activity still running. To solve this problem, they use waterfall dan river to generating electricity from mikrohidro, which named as PLTMH and lawang bromo's waterfall tourist spot. PLTMH/Mikrohidro will be built with CSR of PT. POMI – PAITON ENERGY, which is named Energy Study House program with Capacity 14,6 KW and Kaplan modeled turbin. Management PLTMH/Mikrohidro and waterfall tourist spot will be held by local authority in BUMDES so its can sustainable and empower local community.

**Keywords** : Mikrohidro, PLTMH, CSR, BUMDES, Waterfall, Bromo, Probolinggo

---

## 1. Pendahuluan

Masalah pemerataan listrik berdampak pada daerah dengan keterbatasan akses di Negara berkembang termasuk Indonesia (*Nafis, et al, 2012*). Karena bagaimanapun juga Energi merupakan pendorong kemajuan ekonomi suatu negara (*Uddin et al, 2019*). Terlebih di masa pandemi COVID-19, kebutuhan akan energi menjadi sesuatu yang tidak dapat dihindari. Energi listrik semakin jadi kebutuhan utama di kala aktivitas bekerja hingga belajar dilakukan dari rumah. Namun, bagi mereka yang belum mendapat akses listrik tentu akan semakin mempersulit aktivitas di saat pandemi.

Desa Ngepung merupakan salah satu desa yang ada di Kecamatan Sukapura Kabupaten Probolinggo, berada di kaki Gunung Bromo dan Berpenduduk 2023 jiwa atau 625 KK (*BPS Kab.Probolinggo, 2020*). Merupakan Desa yang indah dan subur, maka sektor pertanian dan wisata merupakan tumpuan ekonomi warga setempat. Namun sarana dan prasarana untuk menuju lokasi belum memadai, karena sulitnya akses menyebabkannya rentan tidak teraliri listrik oleh PLN, sebagaimana umumnya daerah pegunungan. Desa Ngepung sebagai daerah pegunungan memiliki aliran air yang cukup untuk digunakan pembangunan PLTMH di wilayah Probolinggo sebagai alternatif yang bisa mengatasi masalah listrik untuk masyarakat desa Ngepung yang belum mendapatkan akses listrik (*Basri et al, 2020*).

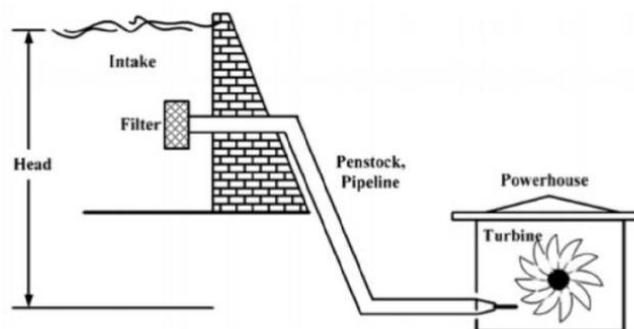
Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan teknologi untuk memanfaatkan debit air yang ada di sekitar kita untuk diubah menjadi energi listrik (*Hatata, 2019*). Caranya dengan memanfaatkan debit air untuk menggerakkan turbin yang akan menghasilkan energi mekanik (*Nasir, 2014*). Selanjutnya, energi mekanik ini menggerakkan generator dan menghasilkan listrik (*Dametew, 2016*).

Proyek ini sendiri rencananya akan dibangun oleh PT. POMI – Paiton Energy melalui program CSR yang bernama Rumah Belajar Energi III.

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Prinsip Kerja PLTMH/Mikrohidro

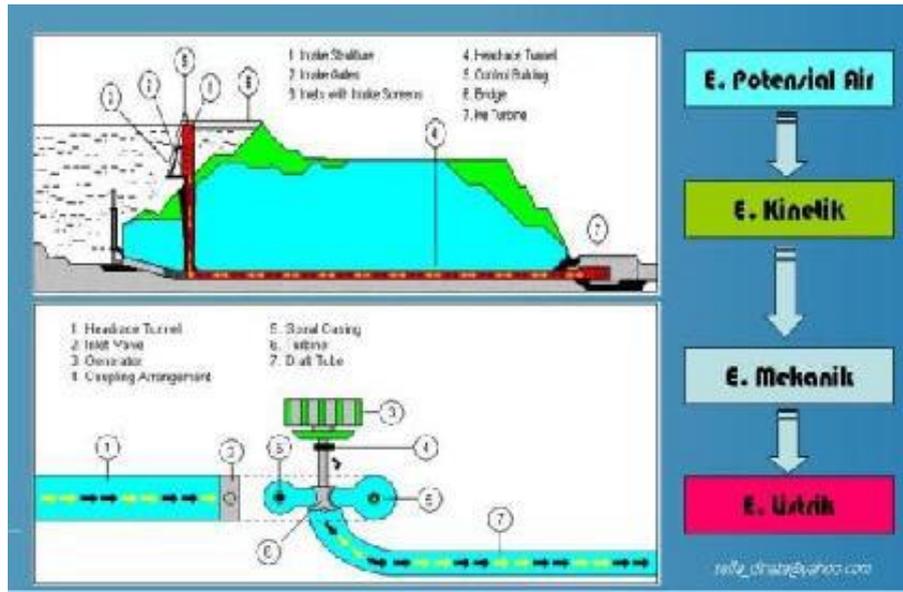
Secara singkat prinsip kerja dari suatu pembangkit PLTMH dapat digambarkan sebagai berikut (*Asmaranto, 2020*).



**Gambar 1.** Prinsip Kerja Suatu PLTMH

Gambar 1, maka dapat disimpulkan bahwa suatu pembangkit listrik tenaga minihidro tergantung dengan debit air, ketinggian (jatuh ketinggian) dan efisiensi (*Hanafi, 2015*).

Besarnya daya yang dihasilkan oleh PLTMH tergantung dari besarnya head dan debit air. Yang dimaksud dengan head adalah tinggi jatuh efektif sedangkan debit air adalah debit outflow pada intake. Prinsip kerja PLTMH adalah memanfaatkan energi dari aliran air untuk dikonversi menjadi energi listrik. Air yang digunakan bisa diperoleh dengan cara membendung ataupun dengan memindahkan aliran air yang telah ada untuk mendapatkan tinggi jatuh air yang cukup sebagai pembangkit daya listrik.



Gambar 2. Skema perubahan energi pada PLTMH

## 2.2. Persamaan Daya PLTMH

Dalam desain PLTMH digunakan model Kaplan karena bisa digunakan untuk debit yang kecil (chamil ett all, 2017). Besarnya *Water Horse Power* (WHP) yang merupakan potensi sumber daya energi air pada suatu wilayah, ditentukan melalui persamaan berikut (Hanggara et al, 2017).

- *Water Horse Power* (WHP)

$$WHP = \rho \times g \times h \times V \quad (1)$$

Dimana :

- $\rho$  = Massa jenis ( $\text{kg/m}^3$ )
- $g$  = Percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )
- $V$  = Debit ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $h$  = Head (m)

- Daya Turbin

$$\text{Daya Turbin} = WHP \times \text{Efisiensi} \quad (2)$$

- Putaran Turbin

$$\text{Putaran Turbin} = \frac{\rho \times (2gh)^{\frac{3}{4}}}{2\sqrt{\pi V}} \quad (3)$$

- Putaran Spesifik

$$N_s = \frac{n\sqrt{V}}{\frac{3}{2^4}} \quad (4)$$

- Diameter Luar Turbin

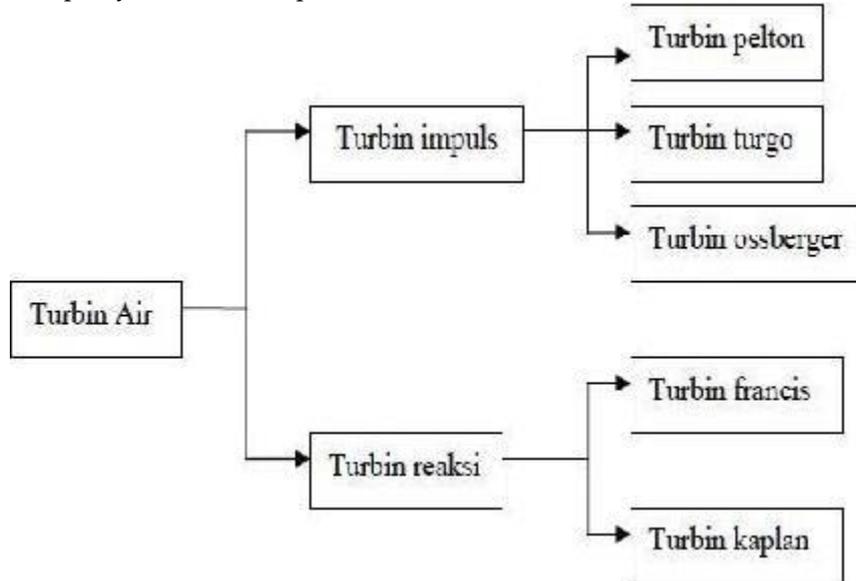
$$D_a = \frac{2\rho}{\sqrt{\pi}} \times \sqrt[4]{\frac{V^2}{2gh}} \quad (5)$$

- Diameter Dalam Turbin

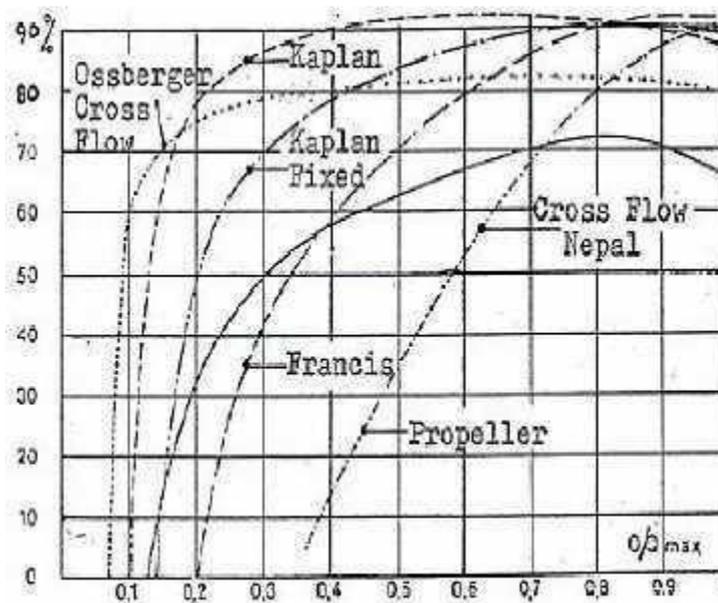
$$D_n = D_a \times 0,4 \quad (6)$$

### 2.3. Klasifikasi Turbin Air

Turbin air mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Energi mekanis diubah dengan generator listrik menjadi tenaga listrik. Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis (momentum fluida kerjanya), turbin air dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin impuls dan turbin reaksi (Nurdin, 2017).



Gambar 3. Diagram klasifikasi turbin air



Gambar 4. Skema pemilihan turbin berdasarkan debit

#### 2.4. Pemberdayaan Ekonomi berbasis Mikrohidro

Kegiatan pemberdayaan ekonomi berbasis Mikrohidro ini adalah melakukan identifikasi potensi ekonomi yang bisa dikembangkan oleh kelompok masyarakat. Dalam hal ini adalah dengan memanfaatkan air terjun lawang bromo sebagai tempay wisata dan energi. Selain itu pada saat siang hari dimana masyarakat tidak banyak menggunakan energy listrik mikrohidro, maka sisa energi yang ada bisa digunakan untuk peningkatan ekonomi kreatif, meningkatkan pendapatan sehari-hari yang dikelola bersama. Contoh kegiatan yang bisa dilaksanakan adalah desa wisata air terjun lawang bromo, usaha bengkel las listrik, pertukangan menggunakan alat serut dan pasrah listrik, menggunakan listrik mikro hidro dibawah pengawasan BUMDES (Badan Usaha Milik Desa). Selain itu juga dilakukan analisis SWOT agar tergali semua potensi kelemahan dan kekerungannya (Sanito et al, 2020).



Gambar 5. Peta Air Terjun Lawang Bromo

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Perhitungan Potensi Pembangkitan

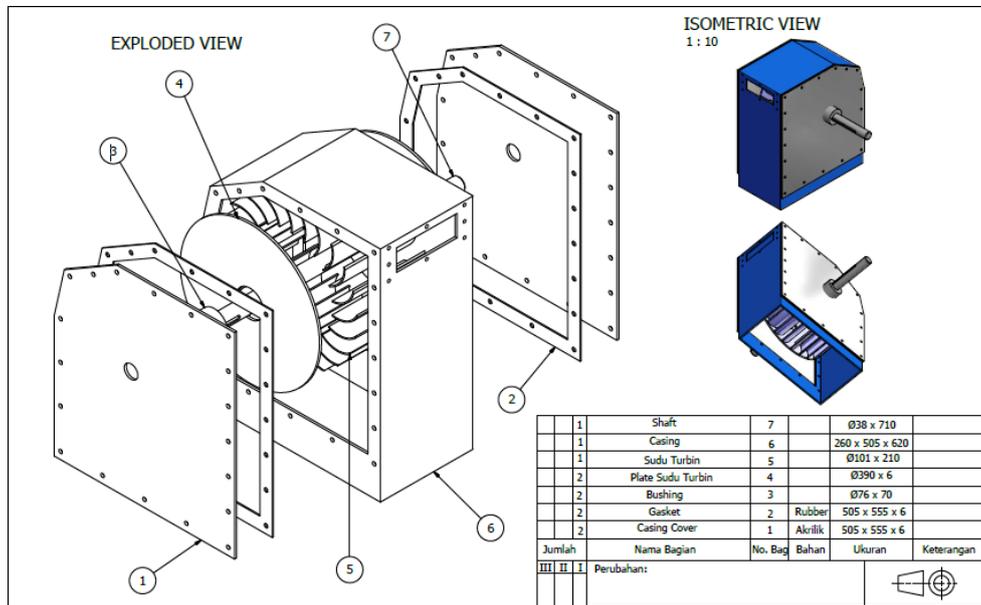
Berdasarkan hasil survei dilapangan, diketahui bahwa untuk membangun didapatkan data data yang kemudian dimasukkan dalam table. Berikut hasil perhitungan untuk desain turbin mikrohidro.

Tabel 5.

Hasil Perhitungan Desain Turbin Mikrohidro

Parameter	Nilai	Satuan
Head	10	m
Debit	0.20	m <sup>3</sup> /s
Diameter Penstock	0.8	m
Panjang Penstock	12	m
Daya Turbin	18.26	kW
Daya Generator	14.61	kW
Putaran Turbin	250	rpm
Diameter Luar Turbin	0.404	m
Diameter Dalam Turbin	0.267	m
Panjang Turbin	0.238	m
Diameter Shaft	0.70	m
Torsi Turbin	697.71409	Nm
Kecepatan Spesifik Turbin	60.08	-
Jumlah Sudu	22	-

Dengan daya output 14,61 KW tersebut diharapkan bisa menerangi tempat wisata dan penduduk yang tinggal disekitar tempat wisata. Karena debit kecil 0,2 m<sup>3</sup>/s, maka pemilihan turbin Kaplan dinilai tepat.



Gambar 6. Desain Turbin PLTMH Ngepung

### 3.2. Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat

Berdasarkan hasil survei, kajian dan analisis SWOT di lokasi adalah sebagai berikut :

#### 1. Strength (Kekuatan)

- Sumber air yang mencukupi sebagai sumber energy PLTMH yang murah dari lingkungan sekitar.
- Ada anggota yang mau belajar mengenal rumah belajar energi
- Kapasitas sdm beberapa anggota telah mendapatkan pelatihan.
- Memiliki jaringan yang luas dengan berbagai instansi di kabupaten probolinggo.

#### 2. Weakness (kelemahan)

- Sumber air merupakan sumber energy utama yang terkadang saat musim kemarau debit air berkurang. Sehingga harus memiliki kolam penampung air agar debit air tetap stabil.

#### 3. Opportunity (hal yang menguntungkan)

- Masyarakat penerima manfaat lebih bisa menghemat untuk pembelian listrik.
- Tempat wisata air terjun lawang bromo dapat menggunakan aliran listrik dari PLTMH dan mampu menekan cost pembayaran listrik PLN.
- Daerah dengan keterbatasan akses mampu dialiri listrik.
- Mudah dalam pengaplikasian dilapangan.
- Masyarakat dengan mudah belajar energy baru terbarukan.

#### 4. Threat (hal yang merugikan)

- ketersediaan debit air sangat mempengaruhi besar kecilnya listrik yang dihasilkan.
- jika tidak ada lagi kelompok yang mau menjalankan dan merawat program rumah belajar energi.

#### 4. Kesimpulan

Potensi desa yang belum dikembangkan sangat perlu diolah menggunakan potensi energi lokal seperti, mikro hidro, solar cell, biogas kotoran hewan, biogas sampah, dll sehingga ketergantungan masyarakat terhadap bantuan pemerintah semakin berkurang. Pemberdayaan Badan Usaha Milik Desa juga perlu pendampingan supaya mencapai kemandirian ekonomi berbasis potensi kearifan lokal masing-masing wilayah.

Evaluasi program dilakukan secara rutin oleh perusahaan pembina CSR bersama masyarakat dan pemerintah setempat. Monitoring dan evaluasi ini dilakukan setiap bulan untuk mengetahui perkembangan manfaat yang dapat diperoleh. Adanya kegiatan evaluasi yang dilakukan pihak internal dan eksternal ini bertujuan untuk mengetahui capaian serta keberhasilan program secara berkala, sehingga dapat melakukan antisipasi maupun inovasi baru untuk mencapai target dan tujuan dari program Rumah Belajar Energi yang dikemas dalam pembangunan PLTMH.

Setelah program ini selesai diharapkan dapat memberikan efek positif dari segi ekonomi masyarakat dan lingkungan. Peningkatan fasilitas listrik untuk masyarakat di daerah terbatas teratasi. Program ini diharapkan akan tetap berlanjut dan dilakukan dengan mandiri oleh masyarakat dengan terus melebarkan sayap dalam penyebaran ilmu pengetahuan terkait pemanfaatan sumber daya air menjadi energi listrik.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada Departemen CSR dan LPSK Selaras yang telah membantu dalam survei lapangan dan pekerjaan teknis lainnya dilapangan, serta perangkat desa ngepung kecamatan sukapura yang telah banyak membantu. Semoga proyek PLTMH ini bisa terwujud dan bermanfaat bagi masyarakat setempat.

#### Daftar Pustaka

- A. Chamil, T. Hantsch. (2017). *Design and Analysis of Kaplan Turbine Runner Wheel*. Conference Paper- June 2017. <https://www.researchgate.net/publication/317286861>
- A. W. Dametew. (2016). *Design and Analysis of Small Hydro Power for Rural Electrification Chapter-One*. Global Journal of Researches in Engineering.
- A. Y. Hatata, M. M. El-Saadawi, S. Saad. (2019). *A Feasibility Study of Small Hydro Power for Selected Locations in Egypt*. Energy Strategy Reviews.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Probolinggo. (2021). *Kabupaten Probolinggo Dalam Angka Tahun 2021*. ed. Kabupaten Probolinggo. Kabupaten Probolinggo: Kabupaten Probolinggo.
- B. A. Nasir. (2014). *Design Considerations of Micro-Hydro-Electric Power Plant*. In Energy Procedia.
- I. Hanggara, H. Irvani. (2017). *Potensi PLTMH di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur*.
- J. Hanafi, A. Riman. (2015). *Life Cycle Assessment of a Mini Hydro Power Plant in Indonesia: A Case Study in Karai River*. "In Procedia CIRP.
- M. H. Basri, R. Rizky, A. Febrianto, Annasrullah, Aminuddin, A. B. Ramadhan, A. A. Ramadhan, Y. K. Awk, M. B. Zaman, M. A. Aris, A. Zamani, Burhanuddin (2020). *Pemanfaatan Saluran Irigasi Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (Vortex) untuk Daerah Tidak Terdampak Pasokan Listrik PLN*

M. Irfan, Suwignyo. (2015). Potensi Pembangunan PLTMH Sumber Jeruk Desa Karangnuka Kec. Pagelaran Kab. Malang.

Nurdin. (2017). Analisis Teknis PLTMH Dengan Pembuatan Kolam Tandon. Studi Kasus Sungai Way Kunyir Menggunakan Jenis Turbin Crossflow.

R. Asmaranto, Sugiarto, D. Widhiyanuriyawan, M. Purnomo. (2020). Penguatan Wilayah Binaan Mandiri Energi Melalui Peningkatan Kapasitas Mikrohidro di Daerah Terpencil. Jurnal Teknik Pengairan, 2020, 11(1) pp.18-25.

R.C. Sanito, J.Y. Sheng, J.C. Tien, W. Fen. (2020). *Economic and Environmental Evaluation of Flux Agents in the Vitrification of Resin Waste : A SWOT Analysis*. Journal of Environmental Management.

S. Nafis, A. Berlian, T. Anggono, H. Maksum. (2013) Evaluasi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Studi Kasus: PLTMH Kombongan, Kab. Garut, Jawa Barat.

W. Uddin. (2019). *Current and Future Prospects of Small Hydro Power in Pakistan: A Survey.* "Energy Strategy Reviews.