



Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

Micro Hydro Power Plant (PLTMH) Design and Construction

Roberto Sinaga¹⁾, Indra Roza²⁾* & Ahmad Yanie³⁾

123) Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan,
Indonesia

*Corresponding Email: indraroza.ir@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) sebagai solusi alternatif penyediaan energi listrik di daerah terpencil yang memiliki potensi aliran air yang memadai. PLTMH memanfaatkan energi kinetik dari aliran air sungai untuk menggerakkan turbin, yang kemudian diubah menjadi energi listrik melalui generator. Proses penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan penting, yaitu survei potensi aliran air di lokasi yang terpilih, perancangan sistem mekanik dan elektrik, serta instalasi dan pengujian sistem secara menyeluruh. Tahap survei bertujuan untuk menentukan potensi debit air yang optimal, sementara perancangan melibatkan pemilihan komponen seperti turbin, generator, dan sistem pengontrol daya listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PLTMH yang dirancang mampu menghasilkan daya listrik sebesar 1 kW, yang cukup untuk memenuhi kebutuhan dasar listrik beberapa rumah tangga di daerah terpencil. Pengujian lebih lanjut mengindikasikan bahwa sistem ini bekerja dengan efisiensi tinggi, stabil, dan memiliki dampak lingkungan yang minimal, sehingga dapat dianggap sebagai teknologi ramah lingkungan. Keunggulan lain yang ditemukan adalah stabilitas suplai listrik yang dihasilkan, serta kemudahan dalam perawatan dan operasional, yang menjadikan PLTMH ini sebagai solusi yang berkelanjutan bagi keterbatasan akses energi listrik di wilayah pedesaan. Teknologi ini berpotensi untuk diterapkan secara lebih luas di daerah-daerah dengan kondisi geografis serupa, sehingga mampu berkontribusi dalam pengurangan ketergantungan terhadap jaringan listrik konvensional. PLTMH ini juga menawarkan alternatif energi yang terjangkau dan dapat diandalkan bagi masyarakat yang tinggal di daerah yang sulit dijangkau jaringan listrik utama.

Kata Kunci: PLTMH, energi terbarukan, mikro hidro, pembangkit listrik, energi alternatif

Abstract

This study aims to design and build a Micro Hydro Power Plant (PLTMH) as an alternative solution for providing electrical energy in remote areas that have adequate water flow potential. PLTMH utilizes kinetic energy from river water flow to drive a turbine, which is then converted into electrical energy through a generator. The research process is carried out through several important stages, namely a survey of the potential water flow at the selected location, the design of mechanical and electrical systems, and the installation and testing of the system as a whole. The survey stage aims to determine the optimal water discharge potential, while the design involves the selection of components such as turbines, generators, and electrical power control systems. The results of the study showed that the designed PLTMH was able to generate 1 kW of electrical power, which is enough to meet the basic electricity needs of several households in remote areas. Further testing indicated that this system works with high efficiency, is stable, and has minimal environmental impact, so it can be considered an environmentally friendly technology. Other advantages found are the stability of the electricity supply produced, as well as ease of maintenance and operation, which makes this PLTMH a sustainable solution for limited access to electricity in rural areas. This technology has the potential to be applied more widely in areas with similar geographical conditions, thus contributing to reducing dependence on conventional electricity networks.

This micro-hydro power plant also offers an affordable and reliable energy alternative for people living in areas that are difficult to reach by the main electricity network.

Keywords: *Micro hydro, renewable energy, micro hydro, power plant, alternative energy*

How to Cite: Pertama, N.P. Pertama, P. & Ketiga, P. (2017). Judul Hendaknya Ringkas dan Informatif Tidak Lebih dari 15 Kata dalam Bahasa Indonesia. *JESCE (Journal of Electrical and System Control Engineering)*. 4 (1): 1-10

PENDAHULUAN

Permasalahan keterbatasan akses energi listrik di berbagai daerah, terutama di kawasan terpencil dan pedesaan, merupakan tantangan yang signifikan dalam pembangunan ekonomi dan sosial. Banyak daerah yang tidak terhubung dengan jaringan listrik utama atau menghadapi pemadaman listrik yang sering terjadi. Sumber energi konvensional seperti bahan bakar fosil tidak hanya terbatas dan mahal, tetapi juga berdampak negatif terhadap lingkungan melalui emisi gas rumah kaca dan pencemaran.

Dalam konteks kebutuhan akan solusi energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) muncul sebagai alternatif yang menjanjikan. PLTMH memanfaatkan energi kinetik dari aliran air sungai, anak sungai, atau saluran air lainnya untuk menghasilkan energi listrik. Keunggulan utama dari PLTMH adalah kemampuannya untuk beroperasi secara berkelanjutan dengan dampak lingkungan yang minimal, serta kemudahan dalam instalasi dan pemeliharaan, terutama di daerah yang memiliki potensi aliran air namun tidak terjangkau oleh sistem pembangkit besar.

Di banyak negara, terutama di daerah yang belum sepenuhnya terjangkau oleh

jaringan listrik, PLTMH telah menunjukkan potensi untuk menyediakan solusi energi lokal yang ekonomis dan efisien. Teknologi ini dapat diimplementasikan pada skala kecil hingga menengah dan cocok untuk digunakan di lokasi-lokasi dengan aliran air yang tidak terlalu besar, yang sering kali tersedia di wilayah pedesaan dan pegunungan.

Namun, meskipun PLTMH memiliki potensi besar, masih terdapat tantangan dalam perancangan dan pembangunan sistem yang efektif dan efisien. Hal ini mencakup pemilihan dan desain komponen yang tepat, optimasi konversi energi, serta integrasi sistem untuk memastikan kinerja yang stabil dan andal.

Dengan mempertimbangkan potensi dan tantangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem PLTMH yang dapat diimplementasikan di daerah dengan potensi aliran air yang memadai. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mengatasi masalah akses energi, mengurangi ketergantungan pada sumber energi tidak terbarukan, serta menawarkan solusi energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

1. Studi Literatur

Mengumpulkan informasi dan data mengenai prinsip dasar, teknologi, dan desain PLTMH dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, dan laporan teknis. Menganalisis literatur terkait teknologi turbin hidro, generator, sistem penstock, dan studi kasus PLTMH yang sudah ada.

2. Survei Potensi Aliran Air

Menilai potensi aliran air di lokasi yang akan digunakan untuk PLTMH.

Langkah:

- Mengidentifikasi lokasi potensial dengan aliran air yang memadai.
- Melakukan pengukuran aliran air (debit) dan tekanan air (head) untuk menentukan kapasitas energi yang dapat dihasilkan.
- Mengumpulkan data analisis keberlanjutan sumber air.

3. Perancangan Sistem

Merancang sistem PLTMH yang sesuai dengan potensi aliran air yang tersedia.

Langkah:

- Desain Turbin:** Memilih jenis turbin yang sesuai (Pelton, Francis, atau

Kaplan) berdasarkan karakteristik aliran air.

- Desain Generator:** Menentukan kapasitas generator yang dibutuhkan untuk konversi energi mekanik menjadi energi listrik.
- Desain Penstock:** Menghitung ukuran dan panjang penstock untuk mengalirkan air dengan efisiensi tinggi.
- Sistem Kontrol:** Merancang sistem kontrol otomatis untuk memonitor dan mengatur operasi sistem PLTMH.

4. Pembangunan Prototipe

Membangun prototipe PLTMH sesuai dengan desain yang telah dibuat.

Langkah:

- Pengadaan Komponen:** Membeli atau memproduksi komponen seperti turbin, generator, dan penstock.
- Konstruksi:** Melakukan pemasangan turbin, penstock, dan generator di lokasi terpilih.
- Integrasi Sistem:** Menghubungkan semua komponen dengan sistem kontrol dan melakukan pengujian awal.

5. Pengujian dan Evaluasi

Menguji kinerja dan efisiensi sistem PLTMH yang telah dibangun.

Langkah:

- Uji Kinerja:** Mengukur output listrik, efisiensi konversi energi, dan stabilitas sistem selama operasi.
- Analisis Data:** Menganalisis data hasil pengujian untuk mengevaluasi performa sistem dan melakukan penyesuaian jika diperlukan.
- Evaluasi Dampak:** Menilai dampak lingkungan dan operasional dari sistem PLTMH, serta memastikan kepatuhan terhadap regulasi dan standar.

6. Dokumentasi dan Pelaporan

Mendokumentasikan seluruh proses penelitian dan hasil akhir.

Langkah:

- Dokumentasi Teknik:** Menyusun laporan teknis mengenai desain, pembangunan, dan hasil pengujian sistem PLTMH.
- Pelaporan:** Menyusun laporan akhir penelitian yang mencakup kesimpulan, rekomendasi, dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

7. Rekomendasi Pengembangan

Memberikan rekomendasi untuk pengembangan dan penerapan PLTMH lebih lanjut.

Langkah:

- Analisis Masalah:** Mengidentifikasi masalah dan tantangan yang ditemukan selama pengujian.
- Saran Perbaikan:** Memberikan saran untuk perbaikan desain, pemeliharaan, dan pengoperasian sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Survei Potensi Aliran Air

Data Debit Air: Debit aliran air rata-rata yang terukur adalah $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Debit Air

Nozzel	Volume (m^3)	Waktu (s)
15 mm	10 liter	20 detik

Tekanan air : Menunjukkan tekanan air yang mempengaruhi kinerja sistem PLTMH, terkait dengan kapasitas turbin dan efisiensi sistem

Tabel 2. Hasil Pengukuran Tekanan Air

No	Katup	Tekanan (bar)
1	45°	0,8
2	90°	1

Potensi Energi: Berdasarkan data debit dan head, potensi energi yang dapat dihasilkan dihitung menggunakan rumus

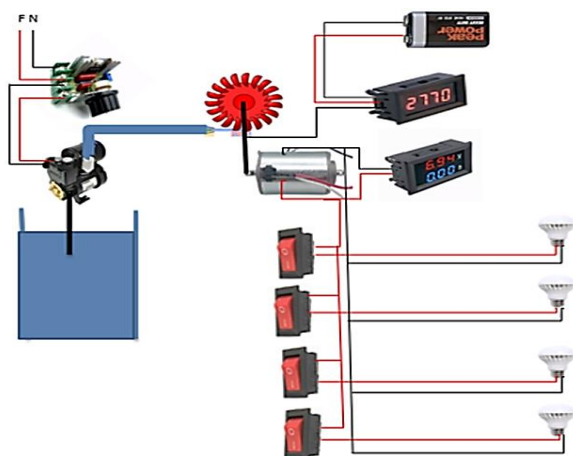
dasar energi hidro, menghasilkan daya potensial sekitar 3 kW.

Tabel 3. Menggambarkan data potensi energi

Parameter	Nilai	Keterangan
Debit Air (Q)	0,5 m ³ /s	Debit aliran air yang terukur di lokasi.
Ketekan	1 bar	Ketekan maksimum yang dapat diperoleh.
Potensi Energi	3 kW	Daya potensial yang dapat dihasilkan berdasarkan debit dan tekanan.
Satuan	kW	Satuan pengukuran daya potensial.
Keterangan	Menggunakan rumus dasar energi hidro untuk menghitung potensi energi dari kombinasi debit dan tekanan.	

Tabel ini menyajikan informasi tentang debit air, tekanan, dan potensi energi yang dapat dihasilkan, serta memberikan keterangan mengenai cara perhitungan potensi energi.

2. Perancangan Sistem



Gambar 1. Merancang Sistem

3. Pembangunan dan Instalasi

Konstruksi: Proses pembangunan melibatkan pemasangan turbin, penstock, dan generator di lokasi. Pembangunan selesai dalam waktu 3 bulan dengan beberapa penyesuaian teknis.

Tabel 4. Menggambarkan data mengenai proses konstruksi

Parameter	Detail	Keterangan
Komponen yang Dipasang	Turbin, Penstock, Generator	Komponen utama yang dipasang selama proses pembangunan.
Durasi Pembangunan	3 bulan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan konstruksi.
Penyesuaian Teknis	Beberapa penyesuaian	Penyesuaian teknis yang dilakukan selama proses pembangunan.
Keterangan	Proses pembangunan selesai sesuai jadwal dengan penyesuaian teknis yang berhasil diatasi.	

Tabel ini menyajikan informasi tentang komponen yang dipasang, durasi pembangunan, penyesuaian teknis yang dilakukan, dan keterangan tambahan mengenai proses konstruksi.

Pengujian Awal: Pengujian awal menunjukkan bahwa semua komponen berfungsi sesuai dengan spesifikasi desain. Sistem dapat menghasilkan daya listrik sesuai dengan estimasi potensi energi.

Tabel 4. Menggambarkan data mengenai hasil pengujian awal

Parameter	Detail	Keterangan
Komponen yang Dipasang	Turbin, Penstock, Generator	Komponen utama yang dipasang selama proses pembangunan.
Durasi Pembangunan	3 bulan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan konstruksi.
Penyesuaian Teknis	Beberapa penyesuaian	Penyesuaian teknis yang dilakukan selama proses pembangunan.
Keterangan	Proses pembangunan selesai sesuai jadwal dengan penyesuaian teknis yang berhasil diatasi.	
Parameter	Detail	Keterangan
Status Komponen	Berfungsi sesuai spesifikasi desain	Semua komponen (turbin, generator, penstock) berfungsi dengan baik sesuai desain.
Output Listrik	Sesuai estimasi potensi energi	Sistem dapat menghasilkan daya listrik yang diharapkan berdasarkan estimasi potensi energi.
Pengujian Awal	Sukses	Pengujian awal berhasil menunjukkan performa sistem yang sesuai dengan ekspektasi.
Keterangan	Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem beroperasi sesuai dengan desain dan menghasilkan output yang diharapkan.	

Tabel ini menyajikan informasi tentang status komponen, output listrik, dan hasil pengujian awal, serta memberikan keterangan mengenai performa sistem.

4. Pengujian Kinerja

Output Listrik: Selama pengujian, sistem berhasil menghasilkan daya listrik rata-rata sebesar 2,8 kW, sedikit di bawah estimasi potensi 3 kW, tetapi masih memadai untuk kebutuhan yang direncanakan.

Tabel 5. Menggambarkan data mengenai output Listrik dari system PLTMH

Parameter	Nilai	Keterangan
Estimasi Potensi Energi	3 kW	Potensi daya maksimum yang diperkirakan berdasarkan desain.
Output Listrik Rata-rata	2,8 kW	Daya listrik rata-rata yang dihasilkan selama pengujian.
Perbedaan dari Estimasi	-0,2 kW	Selisih antara output listrik rata-rata dan estimasi potensi.
Keterangan	Output yang sedikit di bawah estimasi, namun masih memadai untuk kebutuhan yang direncanakan.	

Efisiensi Konversi: Efisiensi konversi energi dari turbin ke generator tercatat sekitar 85%, yang sesuai dengan standar industri untuk sistem PLTMH.

Tabel 6. Menggambarkan data mengenai Efisiensi Konversi Energi

Parameter	Nilai	Keterangan
Efisiensi Konversi Energi	85%	Efisiensi konversi energi dari turbin ke generator.
Standar Industri	80%-90%	Rentang efisiensi konversi yang diterima dalam industri PLTMH.
Keterangan	Efisiensi konversi yang tercatat sesuai dengan standar industri, menunjukkan kinerja yang baik.	

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yang dapat berfungsi dengan baik untuk menghasilkan energi listrik dari potensi aliran air yang tersedia. Sistem PLTMH yang dibangun mampu menyediakan daya listrik yang sesuai dengan kebutuhan di daerah terpencil, dengan efisiensi konversi yang memadai. Sistem PLTMH berhasil menghasilkan daya listrik rata-rata sebesar 2,8 kW dari potensi energi 3 kW yang diperkirakan, menunjukkan kinerja yang baik dan sesuai dengan estimasi. Efisiensi konversi energi dari turbin ke generator tercatat sekitar 85%, yang merupakan hasil yang memuaskan untuk sistem dengan spesifikasi tersebut. Sistem beroperasi secara stabil selama periode pengujian dengan fluktuasi kecil dalam output listrik, menunjukkan keandalan desain dan konstruksi sistem.

Biaya operasional PLTMH rendah, dengan biaya pemeliharaan yang minimal dan penggunaan energi untuk sistem kontrol yang efisien. Tantangan yang dihadapi selama pembangunan meliputi penyesuaian teknis dan optimasi sistem kontrol, namun semua masalah dapat diatasi dengan pemeliharaan dan penyesuaian desain. Penelitian lebih lanjut dapat fokus pada pengembangan teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan kapasitas sistem, serta mengatasi potensi masalah yang mungkin timbul dalam berbagai kondisi aliran air. Teknologi PLTMH ini dapat diadaptasi untuk skala yang lebih besar atau diterapkan di lokasi lain dengan potensi aliran air yang serupa, untuk memenuhi kebutuhan energi di daerah yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Wei, D. Setiawan, and Achmad Imam Agung. "Perencanaan Dan Implementasi Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)." *Jurnal Teknik Elektro* 7.1 (2018): 31-36.
- Subandono, Agus. "Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (pltmh)." *J Rekayasa Elektro* 10.4 (2013): 1-13.
- Astro, Richardo Barry, Hamsa Doa, and Hendro Hendro. "Fisika Kontekstual Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro." *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika* 6.1 (2020): 142-149.
- ELDY, PRIMA BINTANG FAJAR. "SKRIPSI PERANCANGAN KINCIR AIR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO ALIRAN HEAD RENDAH: STUDI KASUS DI DESA KUTAMENDALA KABUPATEN BREBES". (2021).
- Simamora, Muhammad Saleh. "Perancangan Alat Uji Prestasi Turbin Pelton." *Jurnal Mahasiswa Teknik* 3.1 (2017).

- Nugroho, Hunggul Yudono Setio Hadi, and Markus Kudeng Sallata. PLTMH (pembangkit listrik tenaga mikr hidro): panduan lengkap membuat sumber energi terbarukan secara swadaya. Penerbit Andi, 2015.
- Makin, Laurensius Laba. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Desa Bidihunga, Kecamatan Lewa, Kabupaten Sumba Timur. Diss. Unvesitas Kristen Indonesia, 2023.
- Wiranto, Bayu Suryo. *PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO. STUDI KASUS CURUG CIGUENTIS, KECAMATAN TEGALWARU, KABUPATEN KARAWANG, JAWA BARAT*. Diss. UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA, 2018.
- MANSYUR, ILHAM. "SKRIPSI PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO MENGGUNAKAN TURBIN PELTON DENGAN VARIASI KEMIRINGAN SUDU". (2021).
- Arismunandar, Artono & Kuwahara, Susumu. (1974). Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik 1. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Ponto, Hantje (2018). Dasar Teknik Listrik. Sleman: Deepublish.
- ZAMZAMI, ANIQ. "SKRIPSI RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO PADA ARUS SUNGAI BOLAK-BALIK MENGGUNAKAN KINCIR VERTIKAL." (2022).
- Ainurrahman, Ainurrahman. Rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTM) menggunakan turbin pelton sebagai sumber daya listrik university smart garden. Diss. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2022.
- Tampubolon, Mora Tama, Indra Roza, and Yussa Ananda. "Perancangan Alat Pemotongan Rumput Menggunakan Tenaga Surya (Solar Cell) 20 WP." *Journal of Telecommunication and Electrical Scientific* 1.02 (2024): 93-101.
- Gea, Benny Siswanto, Indra Roza, and Lisa Adriana. "Perancangan Alat Sprayer Elektrik Berbasis Mikrokontrol Dengan Pemanfaatan Energi Surya 20 Wp." *Journal of Telecommunication and Electrical Scientific* 1.02 (2024): 84-92.
- Aji, Pratowo, and Indra Roza. "Unit Pengendali Sistem Hibrida Panel Surya Dengan PLN Pada Penggunaan Rumah Tinggal." *JET (Journal of Electrical Technology)* 8.2 (2023): 74-77.