

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) POLITEKNIK PERKERETAAPIAN INDONESIA MADIUN

Akhwan^{1*}, Bambang Gunari¹, Sunardi¹, Willy Artha Wirawan²

¹Teknologi Elektro Perkeretaapian, Politeknik Perkeretaapian Indonesia

²Teknologi Mekanika Perkeretaapian, Politeknik Perkeretaapian Indonesia
Madiun, Jalan Tirta Raya, Nambangan Lor, Mangu Harjo, Jiwan – Madiun
(63129) – Indonesia

*E-mail: akhwan@ppi.ac.id

Abstrak

Rancang bangun pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) adalah rancangan pembangkit listrik dengan memanfaatkan tenaga air yang bersumber dari saluran tandon air yang berada di Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun, Jawa Timur. Pada penelitian ini bertujuan untuk membuat rancang bangun sederhana pembangkit mikro hidro yang dilengkapi dengan alternative antara tenaga air (mikrohidro) dan tenaga panas dari matahari (panel surya). Metode penelitian ini menggunakan rancang bangun dengan membuat prototype alat, kemudian dilakukan beberapa parameter penggunaan turbin dan panel surya. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh debit air yang tersedia di lokasi sebesar 14 liter/menit. Kemudian dari hasil pengukuran daya pembangkit diketahui bahwa, pembangkit listrik tenaga mikro hidro generator 12 Volt dapat menghasilkan tegangan sebesar 13.18 Volt dengan arus rata-rata sebesar 102.2 mA. Pembangkit listrik tenaga mikro hidro pada generator 80 Volt dapat menghasilkan tegangan 17.27 Volt dengan arus rata-rata 129 mA. Sedangkan alternatif cadangan pembangkit listrik menggunakan panel surya dapat menghasilkan arus sebesar 20.406 Volt dan arus 0.736 A.

Kata Kunci: Pembangkit Listrik, Mikro Hidro, Energi Alternatif

PENDAHULUAN

Energi listrik adalah suatu kebutuhan mutlak sebagai aktivitas kehidupan setiap hari masyarakat Indonesia, terutama untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, pada sektor usaha serta industri. Begitu banyak permasalahan dalam pemenuhan kebutuhan energi listrik tersebut, terutama diakibatkan besarnya ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar minyak (BBM), serta semakin naiknya BBM, tentu akan semakin memberatkan pihak penyedia listrik khususnya PLN dalam menyediakan energi listrik tersebut, sehingga konsekuensinya adalah pemerintah harus menaikkan Tarif Dasar Listrik (TDL) yang berada di Indonesia. Dari dampak tersebut maka akan menimbulkan banyak masalah yang semakin berat. Untuk itu perlu adanya inovasi alternative energy yang baru dalam

memenuhi kebutuhan listrik yang efisien dan murah. Sehingga perlu pembangkit listrik tenaga listrik mikro hidro maupun menggunakan alternative dengan tenaga surya.

Pemanfaatan energi menggunakan air sebagai pembangkit listrik merupakan salah satu solusi yang sangat berpotensi untuk diaplikasikan. Pembangkit listrik menggunakan tenaga listrik telah dilakukan oleh beberapa penelitian salah satunya Farel Hasiholan pada tahun 2008 melakukan penelitian yang dilakukan di Sumatera Selatan dengan mengukur debit aliran air terjun rata-rata sebesar 1-10 m/s yang berada di 30 titik air terjun daerah Ogan Komering Ulu. Dari penelitian tersebut air terjun dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit dengan hasil energy listrik sebesar 0.8-10 watt. Pembangkit listrik tenaga mikro hidro dipilih sebagai salah satu energi alternatif dikarenakan mempunyai beberapa keunggulan dibanding dengan pembangkit listrik lainnya, yaitu ramah terhadap lingkungan, lebih awet digunakan, biaya operasional pembuatan dan perawatan lebih mudah, dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui serta dapat diaplikasikan pada daerah terpencil.

Penelitian terkait rancang bangun pembangkit listrik tenaga mikro hidro juga dilakukan oleh Roy Hadianto dan Fauzi Bakri meneliti penggunaan turbin cross flow dengan diameter 2.5 inchi 20 sudu. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan arus maksimum pada generator yang telah dibuat dengan beberapa variasi ketinggian pipa 60 cm, pipa 80 cm, dan pipa 100 cm. Sedangkan sumber air yang digunakan bersumber dari wadah air yang mempunyai volume 19 liter dan ketinggian wadah 0.49 meter. Dari hasil pengukuran diketahui bahwa efisien terbesar 5.24% terdapat pada ketinggian pipa 100 cm mempunyai arus tertinggi 114.7 mA, tegangan tertinggi 5.94 V dan resistansi 330 ohm.

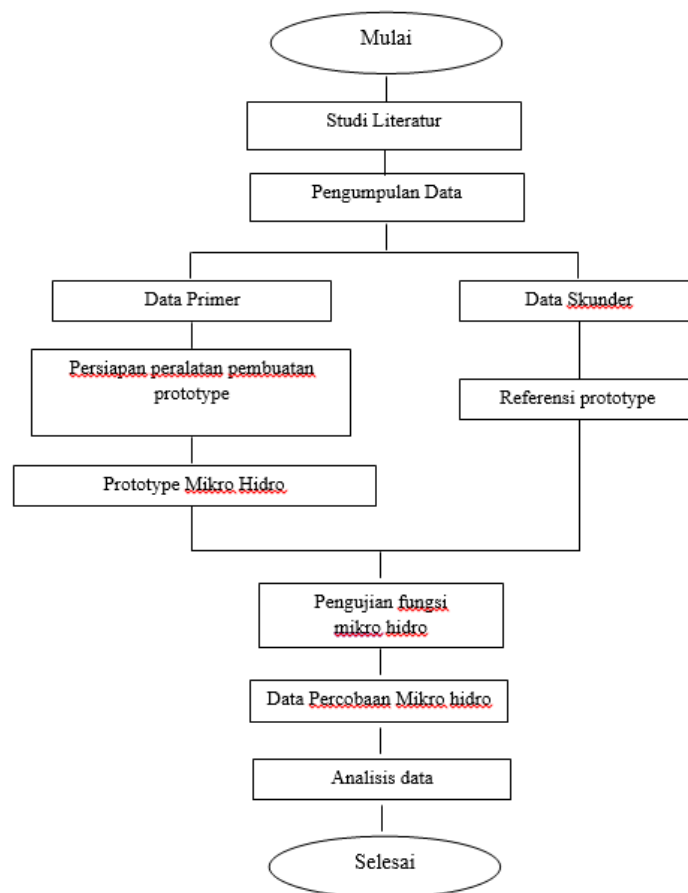
Dari beberapa penelitian dapat disimpulkan bahwa pembangkit listrik tenaga mikro hidro mempunyai peran yang sangat penting untuk menggantikan energy fosil yang tidak dapat diperbaharui. Selain itu mempunyai beberapa keunggulan yaitu mudah dirancang dan efisien digunakan. Prototype dapat diaplikasikan secara sederhana seperti pemanfaatan air jatuh seperti air terjun serta air yang berada di dalam tendon air.

Mengingat beberapa keunggulan yang telah dipaparkan maka dari permasalahan tersebut peneliti berkeinginan untuk membuat serta merancang bangun prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro yang dilengkapi dengan alternative penggunaan panel surya di Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun. Mengingat kebutuhan air setiap hari di politeknik perkeretaapian Indonesia madiun tinggi maka dapat dimanfaatkan sebagai

energy kinetic dan potensial menggunakan turbin air yang dipasang pada pipa output tendon air dan ditambahkan panel surya sebagai energy tambahan ketika output air dari tendon air kosong.

METODE PENELITIAN

Metode pembuatan pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) dan pembangkit tenaga surya dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi survey lokasi, desain peralatan, uji coba prototype dan instalasi keseluruhan. Survey langsung di lapangan diperlukan untuk mengetahui potensi air sebagai sumber tenaga listrik, mengukur output debit air yang akan digunakan sebagai input bagi perancangan pembangkit, saluran air yang digunakan dan tempat penempatan turbin. Tahapan desain adalah desain dan perancangan sistem turbin, generator, panel surya, tempat panel dan instalasi.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pendekatan Desain Fungsional

Rancang bangun pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang dibuat berdasarkan kebutuhan penggunaan masing-masing alat. Air yang dialirkan melalui pompa dengan akan disalurkan menuju turbin. Turbin yang digunakan adalah tipe *crossflow* yang memiliki tekanan relative kecil dengan injeksi tangensial dari putaran kipas dengan poros horizontal.

Aliran air yang mengalir melalui pintu masuk pipa akan dialirkan menuju pipa pisat (*nozzle*) sebagai pengatur aliran yang kemudian air tersebut akan menumbuk turbin dimana turbin akan menerima energi mekanik diakibatkan adanya perputaran poros turbin yang berlawanan sehingga memberikan efisiensi tambahan. Poros yang berputar tersebut kemudian ditransmisikan ke generator. Dari generator akan dihasilkan energi listrik yang disimpan pada batre (*accu*) dengan daya yang dihasilkan akan digunakan untuk menhidupkan lampu indikator dan pompa

Pendekatan Desain Struktural

Desain structural pada prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) dilakukan dengan mengumpulkan beberapa peralatan sesuai dengan spesifikasi yang ada di lapangan meliputi

- a. Generator yang berfungsi sebagai pembangkit mempunyai kapasitas F50-12 Volt dan F50-80 Volt
- b. Panel surya sebagai alternative ketika air off dengan kapasitas P max 10 W, Imp 0.58 A, Vmp 17.4 V, Isc 0.63 A, Voc 22.4 V, Dimension 350x300x25, Temperatur -45-+80°C, Max system Voltage 700V.
- c. MCB sebagai proteksi pada sistem pembangkit arus listrik menggunakan tipe TOB1Z-63 C6, DC 440V, IEC/EN60898-1 GB10963.1
- d. MCB sebagai proteksi pada sistem output arus listrik menggunakan tipe NXB-63 C2, 230 V-6000, IEC/EN60898-1, 818282
- e. Watt Meter digunakan untuk mengukur arus yang masuk dengan kapasitas Voltage 0-60V, Ourrent 0-100A
- f. Battry digunakan sebagai penyimpan arus dari generator dan panel surya dengan spesifikasi 12 V, 7.2 Ah/20HR, cycle use 14.5 V – 14.9 (25°C).

- g. Solar charge Control berfungsi sebagai sistem kontrol charger yaitu menggunakan tipe MPPT T10, 12V/24V (AUTO), Parameter error ($\pm 5\%$), Solar panel Maximum power (W_p) ≤ 130 W (12 V system) ≤ 260 W (24 V system)
- h. Inverter digunakan untuk mengubah arus DC 12 Volt menjadi menjadi AC 220 Volt dengan kapasitas 300 Watt
- i. Pipa paralon dan switch 3/4
- j. Lampu berfungsi sebagai penerus daya sebagai penerangan kapasitas 10 Watt

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran dan percobaan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh prototype pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang dapat digunakan sebagai pembelajaran di politeknik perkeretaapian indonesia madiun.



Gambar 2. Prototype Pembangkit Mikro Hidro

Dari gambar 2 prototype pembangkit mikro hydro dapat dirancang menggunakan beberapa komponen yang telah menyesuaikan peralatan yang telah ada di pasaran. Komponen pembangkit terdiri dari dua generator cadangan yang digunakan sebagai supply arus yang masuk pada control kemudian digunakan untuk mengisi battery yang ada kemudian arus DC dinaikkan dan diubah menjadi AC dengan kapasitas 220 untuk menhidupkan bola lampu. Selain generator air sebagai cadangan sumber arus listrik

Rancang Bangun Pembangkit Listrik TenagaAkhwan, dkk

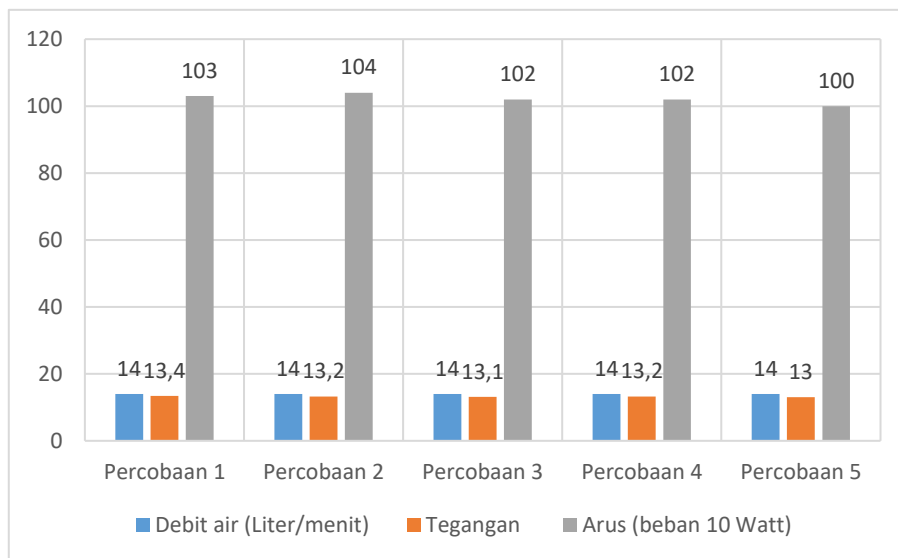
digunakan panel surya yang digunakan sebagai pembantu apabila air tidak akan berfungsi dan sumber energy terbarukan. Dari rancangan tersebut maka dapat dimanfaatkan sebagai cadangan energy pengganti batubara dan fosil dari bumi.

Hasil Pengukuran dan percobaan

Dari hasil pengukuran arus pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro pertama F50-12 Volt dapat diketahui pada tabel 1

Tabel 1 Hasil Percobaan generator F 50 - 12 Volt

Percobaan pembangkit	Debit air (Liter/menit)	Tegangan	Arus (beban 10 Watt)
Percobaan 1	14	13.4 Volt	103 mA
Percobaan 2	14	13.2 Volt	104 mA
Percobaan 3	14	13.1 Volt	102 mA
Percobaan 4	14	13.2 Volt	102 mA
Percobaan 5	14	13 Volt	100 mA
Rata-rata	14	13.18 Volt	102.2 mA



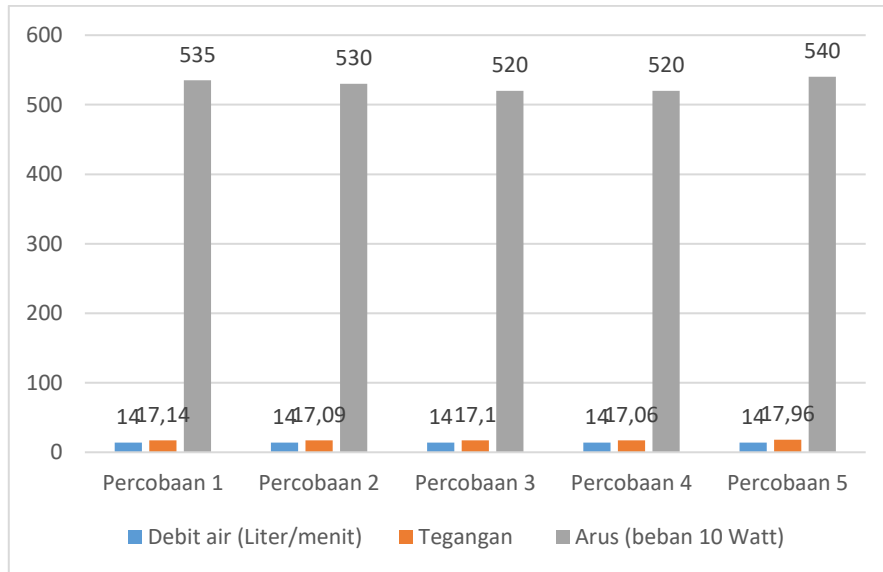
Gambar 3 Hasil Percobaan lima kali Pengukuran generator F50-12 Volt

Dari tabel 1 diketahui bahwa hasil dari pengukuran yang dilakukan selama lima kali pembangkit listrik tenaga mikro hydro politeknik perkeretaapian Indonesia madiun pada generator F 50 - 12 Volt mempunyai nilai rata-rata 13.18 Volt dengan arus yang diperoleh dari pengukuran sebesar 102.02 mA. Generator disupplay menggunakan aliran air kran menggunakan kapasitas 14 Liter/menit. Dari hasil pengukuran tersebut maka dapat diketahui bahwa dengan adanya protyep yang dibuat maka air dengan kapasitas aliran 14 Liter/menit dapat menghasilkan tenaga listrik yang ramah lingkungan sebesar 13 Volt yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi cadangan.

Dari hasil pengukuran arus pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro kedua F50-80 Volt dapat diketahui pada tabel 2

Tabel 2 Hasil Percobaan generator F 50- 80 Volt

Percobaan pembangkit	Debit air (Liter/menit)	Tegangan	Arus (beban 10 Watt)
Percobaan 1	14	17.14 Volt	535 mA
Percobaan 2	14	17.09 Volt	530 mA
Percobaan 3	14	17.10 Volt	520 mA
Percobaan 4	14	17.06 Volt	520 mA
Percobaan 5	14	17.96 Volt	540 mA
Rata-rata	14	17.27 Volt	129 mA



Gambar 4 Hasil Percobaan lima kali Pengukuran generator F50-80 Volt

Dari tabel 2 diketahui bahwa hasil dari pengukuran yang dilakukan selama lima kali pembangkit listrik tenaga mikro hydro politeknik perkeretaapian Indonesia madiun pada generator F 50 - 80 Volt diperoleh nilai rata-rata 17.27 Volt dengan arus yang diperoleh dari pengukuran sebesar 129 mA. Generator disuplay menggunakan aliran air kran menggunakan kapasitas 14 Liter/menit. Dari hasil pengukuran tersebut maka dapat diketahui bahwa dengan adanya prototype yang dibuat maka air dengan kapasitas aliran 14 Liter/menit dapat menghasilkan tenaga listrik yang ramah lingkungan rata-rata sebesar 17 Volt yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi cadangan.

Dari hasil pengukuran arus pada pembangkit listrik tenaga cadangan dengan tenaga panel surya dapat diketahui pada tabel 3

Tabel 3 Hasil Percobaan Panel Surya

Percobaan panel surya	Intensitas Cahaya	Tegangan	Arus (beban 10 Watt)
Percobaan 1	35.000 lux	20.52 Volt	0.74 A
Percobaan 2	36.000 lux	20.46 Volt	0.73 A
Percobaan 3	35.000 lux	20.31 Volt	0.74 A
Percobaan 4	38.000 lux	20.28 Volt	0.74 A
Percobaan 5	39.000 lux	20.46 Volt	0.73 A
Rata-rata	36.000 lux	20.406 Volt	0.736 A

Dari tabel 3 diketahui bahwa hasil dari pengukuran yang dilakukan selama lima kali pembangkit listrik cadangan tenaga surya politeknik perkeretaapian Indonesia madiun diperoleh nilai rata-rata 20.406 Volt dengan arus yang diperoleh dari pengukuran menggunakan beban lampu sebesar 10 watt sebesar 0.736 mA. Dari hasil pengukuran tersebut maka dapat diketahui bahwa dengan adanya prototype yang dibuat maka dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi cadangan apabila aliran kran sedang mati dengan pengganti tenaga matahari.

Secara keseluruhan dari hasil penelitian bahwa rancang bangun pembangkit listrik tenaga mikro hidro dapat disuplai menggunakan panel surya sebagai pembangkit cadangan apabila aliran air tidak ada. Prototype memanfaatkan cadangan dua generator dan satu pembangkit panel surya. Jika diurutkan dapat diketahui bahwa generator satu mempunyai tegangan dan arus paling kecil jika dibandingkan dengan tegangan dan arus pada generator kedua. Tenaga panel surya dapat mensuplay arus dan tegangan yang paling tinggi.

SIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dalam penulisan dan penyusunan laporan penelitian ini antara lain:

Rancang Bangun Pembangkit Listrik TenagaAkhwan, dkk

- a. Pembuatan rancangan bangun prototype pembangkit listrik tenaga mikro hidro pada pembangkit yang menggunakan generator 12 Volt dapat menghasilkan tegangan sebesar 13.18 Volt dengan arus rata-rata sebesar 102.2 mA
- b. Pembangkit listrik tenaga mikro hidro yang menggunakan generator 80 Volt dapat menghasilkan tegangan 17.27 Volt dengan arus rata-rata 129 mA
- c. Selain pembangkit listrik tenaga mikro hidro terdapat alternatif cadangan pembangkit listrik menggunakan panel surya dapat men supplay arus sebesar 20.406 Volt dan arus 0.736 A

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hadiyanto, R., & Bakri, F. (2013). *Rancang Bangun Prototipe Portable Mikro Hydro Menggunakan Turbin Tipe Cross Flow*, 19(1), 19–25.
- [2] Irawan, D.,& Metro, M. (N.D.). *Pembuatan Turbin Mikrohidro Tipe Cross-Flow Sebagai Pembangkit Listrik Di Desa Bumi Nabung Timur*, 3(116), 7–12.
- [3] Sutarno. (1973). *Sistim Listrik Mikro Hidro Untuk Kelistrikan Desa*. Yogyakarta : Ugm Yogyakarta
- [4] S. Sunardi, W.A. Wirawan, A. Aghastya. (2018). *Estimation Of Geothermal Potential As A Power Supply (Reactivation Planning Of The Madiun Slahung Ponorogo Railroad*. *Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal)* Vol. 2, No.2, 2018. Hal. 104-106.
- [5] W.A. Wirawan, A. Aghastya, A. L. Lailya. (2019). *Modeling Of Atmega 2560 Microcontroller-Based Train Passenger Counter*. *Jurnal Perkeretaapian Indonesia*. Vol. 3, No. 1, 2019. Hal 55-61.
- [6] W.A. Wirawan, H.B. Wahjono, & F. Rozaq. (2020). *Desain Prototipe Teknologi Automatic Surface Treatmen Untuk Meningkatkan Ketahanan Jalan Rel Kereta Api*. *Jurnal Perkeretaapian Indonesia*, Vol. 4, No. 1, 2020. Hal. 75-79.