

Analisis Pengaruh Ketinggian Air Terhadap Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohydro (PLTMH)-PPI Madiun

Akhwan¹⁾, Sunardi²⁾

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

E-mail: akhwan@ppi.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan air yang melimpah sangat berpotensi dan dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga tenaga mikro hidro (PLTMH). Tujuan pada penelitian melakukan pengujian hasil dari rancangan bangun pembangkit listrik tenaga mikro hidro dan parameter terkait dengan kinerja turbin yaitu tekanan air. Penelitian ini membahas tentang pengaruh ketinggian air terhadap kinerja pembangkit listrik yang telah dirancang sehingga dapat diketahui tegangan dan arus yang telah dihasilkan. Perubahan tekanan air diberikan dengan memberikan berbagai parameter ketinggian tandon air sebesar 1 meter, 2 meter dan 3 meter. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa ketinggian air berpengaruh terhadap kinerja yang dihasilkan pembangkit. Semakin tinggi air maka tekanan yang dihasilkan semakin tinggi dan berpengaruh terhadap tegangan dan arus yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga mikro hidro meningkat. Berdasarkan pengukuran diketahui bahwa tegangan dan arus tertinggi yang dihasilkan dengan ketinggian tandon air 3 meter sebesar 20,46 volt 738 mA.

Kata Kunci: Mikro Hidro, Kinerja Pembangkit Listrik, Energi Alternatif

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan mutlak sebagai aktivitas kehidupan setiap hari untuk memenuhi berbagai kebutuhan pada sektor usaha serta industri. Banyak permasalahan dalam pemenuhan kebutuhan energi listrik tersebut, terutama diakibatkan besarnya ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui seperti minyak bumi. Berbagai alternatif energi saat ini telah banyak dikembangkan mulai dari energi dari matahari (panel surya) , panas bumi (geothermal), angin (turbin) dan air (mikrohidro).

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki jumlah sumber air yang sangat melimpah, hal ini tentunya memiliki potensi yang sangat besar dalam mengembangkan sumber energi terbarukan khususnya dengan memanfaatkan aliran air. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro tentunya dapat dijadikan alternatif dan sangat cocok jika dikembangkan pada daerah terpencil seperti daerah perbukitan maupun lereng gunung. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro dapat dikembangkan dalam skala mikro dengan memanfaatkan aliran air seperti aliran sungai, irigasi persawahan maupun aliran air terjun.

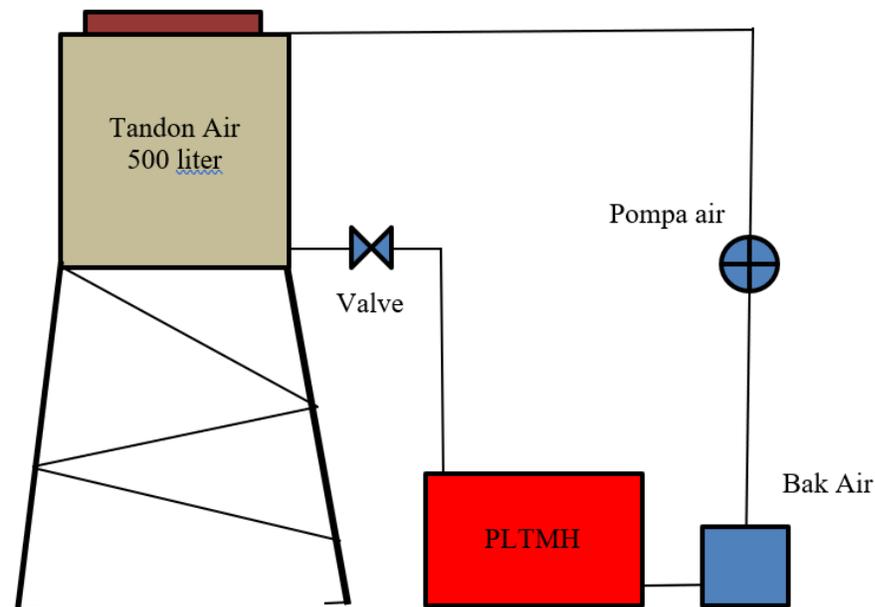
Pemanfaatan energi menggunakan aliran air sebagai pembangkit listrik merupakan solusi yang sangat mudah untuk diaplikasikan. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro telah dikembangkan oleh beberapa peneliti antara lain I Gede Widnyana Putra dan kawan kawanya pada tahun 2018. Pada penelitian ini pembangkit listrik tenaga mikro hidro dikembangkan menggunakan model turbin Archimedes screw. Tujuan penelitiannya adalah melakukan pengujian pebangkit dengan parameter yang berpengaruh pada kinerja turbin yaitu pengaruh tekanan air. Tekanan air dapat mempengaruhi kinerja putaran turbin sehingga dapat diketahui tegangan, arus, daya yang dihasilkan oleh pembangkit. Tekanan air yang diberikan divariasikan sebesar 4 psi, 8 psi, 12 psi, 16 psi, 20 psi, dan 24 psi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa peningkatan tekanan air yang diberikan menyebabkan kinerja PLTMH semakin meningkat, dimana diperoleh efisiensi tertinggi pada tekanan 24 psi yaitu sebesar 18,1%.

Penelitian terkait pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) juga dilakukan oleh Roy Hadianto dan temanya yaitu meneliti dengan menggunakan jenis turbin cross flow. Pengujian pembangkit dilakukan dengan mengukur tegangan dan arus maksimum pada pembangkit yang telah dibuat. Beberapa parameter ketinggian pipa telah divariasikan sebesar pipa 60 cm, pipa 80 cm, dan pipa 100 cm. aliran air yang digunakan dalam penelitian bersumber dari tabung gallon dengan ketinggian 0,49 meter dan volume 19 liter. Dari hasil penelitiannya diketahui bahwa pada ketinggian pipa 100 cm mempunyai efisien terbesar 5.24% dengan arus tertinggi 114.7 mA, tegangan tertinggi 5.94 V dan resistansi 330 ohm. Dari literatur tersebut maka disimpulkan bahwa pembangkit listrik tenaga mikrohidro mempunyai potensi yang sangat besar untuk dikembangkan. Beberapa parameter yang telah

berpengaruh terhadap kinerja pada pembangkit adalah parameter ketinggian air. Sehingga pada penelitian ini membahas tentang analisis pengaruh ketinggian air terhadap karakteristik kinerja pembangkit listrik tenaga mikrohidro politeknik perkeretaapian Indonesia Madiun yang telah dibuat dan dirancang sesuai dengan spesifikasi komponen yang telah ditentukan

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan melakukan uji pembangkit listrik yang telah dirancang. Pembangkit diberikan aliran air pada tandon kapasitas 500 liter dengan variasi jarak ketinggian sebesar 1 meter, 2 meter dan 3 meter. Aliran air disalurkan pada pembangkit menggunakan pipa diameter $\frac{3}{4}$ inch, setelah turbin berputar selanjutnya tegangan dan arus diukur berdasarkan frekuensi waktu 0 hingga 60 menit. Skema rancangan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini



Gambar 1. Skema penelitian



Gambar 2. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro

Desain pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) dilakukan dengan mengumpulkan beberapa peralatan sesuai dengan standard dan spesifikasi rancangan yang ada di lapangan seperti terlihat pada tabel 1

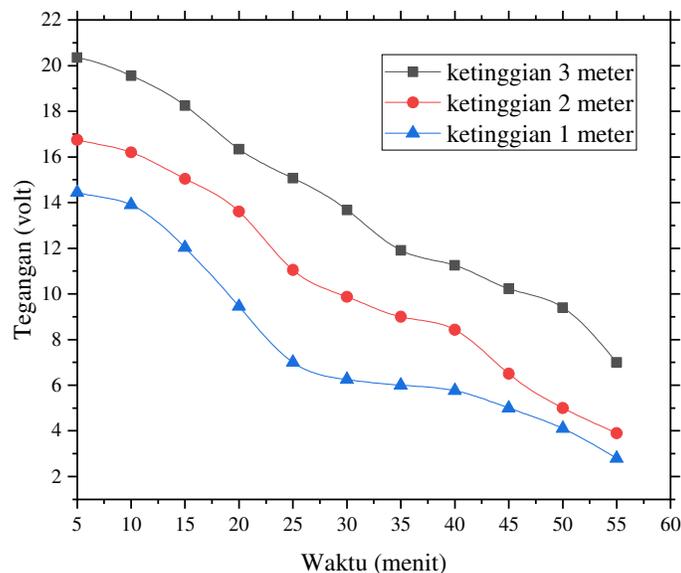
Tabel 1. Spesifikasi pembangkit PLTMH-PPI

Komponen	Fungsi	Spesifikasi
Turbin generator	Pembangkit	Tipe cross flow F50-80 Volt
MCB pengaman	Proteksi pada sistem pembangkit arus listrik	TOB1Z-63 C6, DC 440V, IEC/EN60898-1 GB10963.1
MCB output	Proteksi pada sistem output arus listrik	NXB-63 C2, 230 V-6000, IEC/EN60898-1, 818282
Watt meter	Mengukur arus yang masuk	Voltage 0-60V, Ourrent 0-100A
Batry	Penyimpan arus dari generator	12 V, 7.2 Ah/20HR, cycle use 14.5 V – 14.9 (25°C).
Inverter	Untuk mengubah arus DC to AC	DC 12 Volt to AC 220 Volt dengan kapasitas 300 Watt
Pipa	Penerus air	¾ inch
Lampu	Penerus daya beban	10 Watt

Setelah diperoleh data pengujian meliputi waktu, tegangan dan arus selanjutnya data diolah dan dianalisis untuk menjelaskan pengaruh ketinggian terhadap karakteristik dari kinerja pembangkit mikrohidro. Analisis data pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang diperoleh dari data pengukuran kinerja pembangkit berdasarkan variasi ketinggian air yang berbeda beda.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

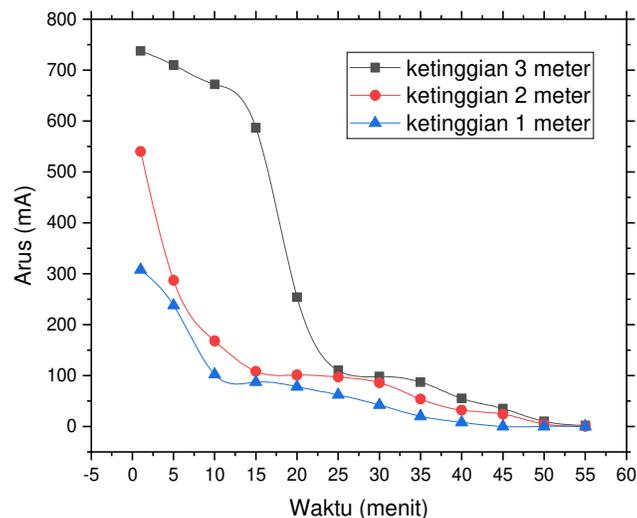
Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh karakteristik nilai tegangan output yang dihasilkan pada prototype pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) politeknik perkeretaapiian indonesia madiun yang dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini



Gambar 3. Karakteristik output tegangan pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH)

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa ketinggian air sangat berpengaruh terhadap tegangan yang telah dihasilkan oleh pembangkit. Jika dilihat pada gambar tersebut

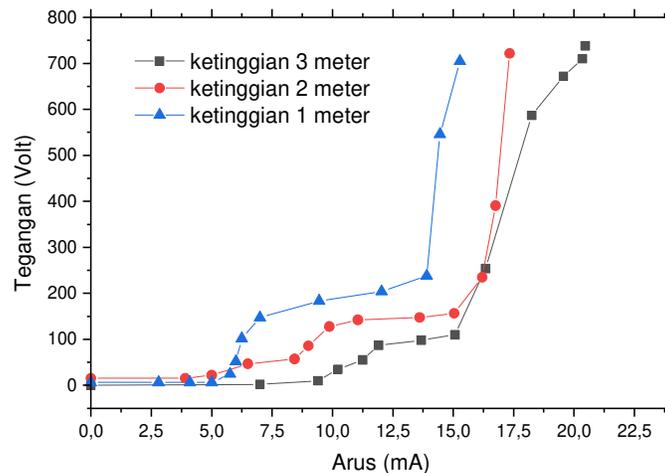
menunjukkan bahwa pada ketinggian 3 meter tegangan output yang dihasilkan pada generator pembangkit PLTMH sebesar 20,46 volt. Pada ketinggian 2 meter mengalami penurunan dengan tegangan sebesar 17,34 volt dan pada ketinggian 1 meter sebesar 15,28 volt. Seiring dengan lamanya waktu pengukuran tegangan yang dihasilkan semakin menurun hal ini dikarenakan berkurangnya kapasitas air yang ada pada tangka penampung sehingga sangat berpengaruh terhadap tekanan air yang dihasilkan untuk menggerakkan turbin pada pembangkit PLTMH. Semakin tinggi luncuran air maka nilai output dari tegangan yang dihasilkan oleh generator semakin tinggi, hal ini dikarenakan adanya tekanan hidrostatik air jatuh kebawah dan adanya pengaruh gravitasi bumi. Peningkatan tekanan air akan menyebabkan kinerja pada putaran turbin semakin cepat dikarenakan adanya gaya dorong air yang kuat keluar dari saluran pipa mengenai sudu turbin. Pada gambar 4 menunjukkan grafik karakteristik output arus yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga mikrohydro (PLTMH) dengan pembebanan sebesar 10 Watt.



Gambar 4. Karakteristik output arus pada pembangkit listrik tenaga mikrohydro (PLTMH)

Pada gambar 4 dapat diketahui bahwa karakteristik arus yang dihasilkan oleh pembangkit sama dengan karakteristik tegangan. Jika dilihat pada grafik tersebut

menunjukkan bahwa semakin tinggi air yang mengalir pada pembangkit maka arus yang dihasilkan juga semakin besar. Pada ketinggian 3 meter PLTMH dapat memberikan output arus tertinggi sebesar 738 mA, pada ketinggian 2 meter output arus sebesar 540 mA dan pada ketinggian 1 meter menghasilkan output arus sebesar 308 mA. Semakin tinggi jarak ketinggian air maka semakin besar tekanan hidrostatik air yang menabrak sudu turbin yang menyebabkan adanya aliran laminar sehingga turbin dapat berputar dengan cepat. Tekanan aliran air yang cepat menghasilkan torsi yang dihasilkan semakin tinggi. Dari kedua karakteristik tersebut dapat dilihat hubungan tegangan dan arus yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) seperti yang telah di tunjukkan pada gambar 5 berikut ini



Gambar 5. Karakteristik output tegangan-arus hasil pembangkit listrik tenaga mikrohidro hydro (PLTMH)

Jika dilihat pada gambar 5 menunjukkan bahwa hubungan tegangan dan kuat arus yang dihasilkan oleh pembangkit mempunyai karakteristik yang sebanding, hal ini sesuai dengan teori hukum ohm. Dimana Tegangan V pada komponen pembangkit listrik sebanding dengan kuat arus listrik I yang mengalir melalui komponen tersebut apabila suhu pada komponen dijaga tetap. Jika ditinjau dengan rumus $V = I \times R$ maka dapat disimpulkan bahwa jika R tetap maka kuat arus yang dihasilkan oleh pembangkit bertambah besar diikuti dengan nilai

tegangan V . semakin besar tegangan yang dihasilkan maka semakin besar arus yang mengalir sebuah penghantar pada rangkaian pembangkit dengan resistansi hambatan yang sama. Semakin besar hambatan pada PLTMH dengan beban lampu 10 Watt maka arus yang mengalir kecil pada sebuah penghantar rangkaian tertutup dengan tegangan sama

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan yang diperoleh yaitu semakin tinggi jarak air yang mengalir melalui pembangkit PLTMH maka dapat mempengaruhi kecepatan turbin dikarenakan adanya tekanan hidrostatik yang besar. Tekanan hidrostatik yang besar dapat mengakibatkan nilai tegangan dan kuat arus yang tinggi. Pada ketinggian 3 meter pembangkit PLTMH dapat menghasilkan tegangan maksimum sebesar 20,46 Volt diikuti dengan arus yang mengalir sebesar 73mA. Jika dilihat pada karakteristik hubungan tegangan dengan kuat arus maka besar tegangan yang dihasilkan sebanding dengan kuat arus yang dihasilkan oleh pembangkit. Dengan tekanan hidrostatik yang tinggi dapat membentuk aliran laminar sehingga mampu meningkatkan kinerja pada putaran turbin pembangkit PLTMH

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akhwan, B Gunari, Sunardi, W.A. Wirawan, “*Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLMTH) Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun*”, Jurnal Teknik Energi, Politeknik Negeri Semarang, Vol 17, No 1, 2021 <http://dx.doi.org/10.32497/eksergi.v17i1.2168>
- [2] Hadiyanto, R., & Bakri, F. (2013). *Rancang Bangun Prototipe Portable Mikro Hydro Menggunakan Turbin Tipe Cross Flow*, 19(1), 19–25.
- [3] Irawan, D.,& Metro, M. (N.D.). *Pembuatan Turbin Mikrohidro Tipe Cross-Flow Sebagai Pembangkit Listrik Di Desa Bumi Nabung Timur*, 3(116), 7–12.
- [4] Sutarno. (1973). *Sistim Listrik Mikro Hidro Untuk Kelistrikan Desa*. Yogyakarta : Ugm Yogyakarta.

- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] W.A. Wirawan, H.B. Wahjono, & F. Rozaq. (2020). *Desain Prototype Teknologi Automatic Surface Treatmen Untuk Meningkatkan Ketahanan Jalan Rel Kereta Api*. Jurnal Perkeretaapian Indonesia, Vol. 4, No. 1, 2020. Hal. 75-79.
- [8] W. A. Wirawan et. al.,” *Rancang Bangun Prototipe Surf. Treatmen Untuk Meningkatkan Ketahanan Pada Permukaan Jalan Rel Kereta Api*, *Jurnal Perkeretaapian Indonesia. (Indonesian Railway Journal)* Vol. V, pp. 1–9, 2021 <https://doi.org/10.37367/jpi.v5i1.129.1>.