



Analisis Pengaruh Diameter Kincir dan Ketinggian Sumber Air Terhadap Tegangan dan Arus pada PLTA Sederhana

Fikriyah Luthfiyani, Affra Resnaulita, Haura Ratu Adzra, Fuji Hernawati Kusumah

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Tangerang Selatan 15412, Banten

*e-mail: fikriyahluthfiyani856@gmail.com

Received: 22 07 2024. Accepted: 03 08 2024. Published: 08 2024

Abstrak

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mengkaji sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dengan menganalisis hasil tegangan dan arus saat diameter kincir air serta ketinggian antara sumber air dengan baling-baling kincir divariasikan. Pembangkit listrik tenaga air ini memanfaatkan aliran air yang mengalir dari ketinggian sebagai penggerak generator. Tegangan dan arus yang dihasilkan digunakan untuk menentukan pengaruh variasi diameter dan ketinggian terhadap efisiensi sistem PLTA mini serta implikasinya untuk aplikasi skala besar. Data diambil dengan mengalirkan air pada variasi ketinggian 15 cm, 30 cm, dan 45 cm. Terdapat hubungan yang berbanding lurus antara ketinggian sumber air dengan tegangan dan arus yang dihasilkan; peningkatan ketinggian sumber air menghasilkan tegangan dan arus yang lebih tinggi. Sebaliknya, hubungan antara diameter kincir air dan tegangan serta arus yang dihasilkan adalah berbanding terbalik; peningkatan diameter kincir mengakibatkan penurunan tegangan dan arus karena distribusi gaya air yang lebih luas mengurangi kecepatan rotasi kincir. Meskipun terdapat peningkatan tegangan dan arus seiring dengan perubahan ketinggian dan diameter, nilai yang dihasilkan belum cukup untuk menyalakan lampu bertegangan 2 volt, sehingga diperlukan optimalisasi lebih lanjut pada sistem PLTA.

Kata Kunci: Energi terbarukan, Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), Generator, Tegangan, Arus

Analysis of the Effect of Diameter and Elevation of Water Sources on Voltage and Current in Simple Hydropower Plants

Abstract

This hydropower plant utilizes the flow of water flowing from a height as a generator drive. This research is an experimental study that aims to examine the hydropower system by analyzing the results of voltage and current when the diameter of the waterwheel and the height between the water source and the propeller are varied. The resulting voltage and current can be used to determine the effect of diameter and height variations on the efficiency of mini hydropower systems and their implications for large-scale applications. Data was taken by running water at varying heights of 15 cm, 30 cm, and 45 cm. There is a directly proportional relationship between the height of the water source and the voltage and current generated, where increasing the height of the water source results in higher voltage and current. In contrast, the relationship between the diameter of the waterwheel and the voltage and current generated is inversely proportional; an increase in the diameter of the waterwheel results in a decrease in voltage and current as the wider distribution of water force reduces the rotational speed of the waterwheel. Although there is an increase in voltage and current with changes in height and diameter, the resulting values are not enough to power a 2-volt lamp, so further optimization of the hydropower system is required.

Keywords: Renewable energy, Micro Hydro Power Plant (MHP), Generator, Voltage, Current



PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai negara tropis, memiliki sumber daya alam yang berlimpah dan dapat dikelola menjadi berbagai sumber energi, baik energi tak terbarukan (energi konvensional) maupun energi terbarukan (Rumahorbo & Parulian, 2023). Pemanfaatan potensi ini dapat dikembangkan lebih lanjut oleh pemerintah, terutama dalam sektor kelistrikan, dengan memanfaatkan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) untuk menyediakan listrik bagi masyarakat. Listrik menjadi kebutuhan pokok karena mendukung berbagai aktivitas di sektor industri, pendidikan, rumah tangga, perkantoran, dan lainnya (Surusa & Putra, 2022).

Energi terbarukan merupakan sumber energi yang tersedia dari alam dan dapat digunakan secara berkelanjutan. Sesuai dengan pernyataan International Energy Agency (IEA), energi terbarukan berasal dari proses alam yang didaur ulang secara terus-menerus (Mawardi, 2022). Namun, saat ini mayoritas listrik di Indonesia masih dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil, seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam. Penggunaan bahan bakar fosil secara terus-menerus menyebabkan dampak buruk, termasuk polusi udara dan pemanasan global (Mawardi, 2022). Untuk mengurangi dampak negatif tersebut, penggunaan energi tak terbarukan perlu dikurangi dan digantikan dengan energi terbarukan seperti energi matahari, air, angin, dan panas bumi.

Masih banyak wilayah di Indonesia yang belum dialiri listrik, sehingga penggunaan bahan bakar minyak masih lazim untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Dengan kemajuan teknologi, potensi air yang melimpah di daerah-daerah ini dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif. Salah satu

solusi yang dikembangkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), yang merupakan pembangkit listrik tenaga air berskala kecil (Maulana & Arif, 2017). PLTMH memanfaatkan aliran air dari ketinggian untuk menggerakkan generator. Energi potensial yang dihasilkan oleh aliran air tersebut diubah menjadi energi mekanik oleh generator, yang kemudian digunakan untuk menggerakkan sudu atau baling-baling pada turbin (Dewangga & Awang, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dengan menganalisis hasil tegangan dan arus yang dihasilkan saat diameter kincir air serta ketinggian antara sumber air dengan baling-baling kincir divariasikan. Hasil penelitian ini akan digunakan untuk menentukan pengaruh variasi diameter dan ketinggian terhadap efisiensi sistem PLTA mini dan potensinya untuk aplikasi skala besar.

BAHAN DAN METODE

Untuk memperoleh data penelitian, diperlukan alat dan bahan sebagai berikut: tutup toples dengan tiga variasi diameter, stik kayu, tutup botol air mineral, lem tembak, solder, dinamo, multimeter, dan kabel probe. Langkah awal adalah menyiapkan alat dan bahan serta merakitnya menjadi pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Setelah itu, lakukan pengambilan data dengan mengalirkan air pada variasi ketinggian 15 cm, 30 cm, dan 45 cm. Data yang dicatat meliputi tegangan dan arus yang dihasilkan. Selanjutnya, ulangi pengambilan data dengan berbagai diameter kincir air untuk menganalisis pengaruhnya terhadap kinerja generator dan outputnya.

Penelitian ini terdiri dari dua percobaan. Percobaan pertama bertujuan untuk menganalisis tegangan dan arus

dengan variasi ketinggian serta diameter kincir sebesar 7 cm. Percobaan kedua fokus pada analisis tegangan dan arus dengan variasi diameter pada ketinggian 30 cm.

Pada percobaan pertama, variabel bebas yang digunakan adalah ketinggian sumber air, sedangkan variabel terikat meliputi tegangan dan arus yang dihasilkan. Variabel tetap dalam percobaan ini adalah diameter kincir air, bahan kincir air, dinamo, dan jumlah baling-baling. Pada percobaan kedua, variabel bebas yang digunakan meliputi diameter kincir air dan ketinggian sumber air. Variabel tetap dalam percobaan ini

juga meliputi bahan kincir air, dinamo, dan jumlah baling-baling.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran pada kedua percobaan dilakukan untuk membandingkan pengaruh ketinggian sumber air dan diameter kincir terhadap tegangan, arus, dan keadaan lampu. Data yang diperoleh menunjukkan adanya variasi tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh kincir air pada berbagai ketinggian dan diameter sebagaimana ditunjukkan pada tabel dan grafik berikut

Tabel 1. Pengaruh berbagai Ketinggian Sumber Air dengan Diameter Kincir terhadap Tegangan dan Arus

No.	Ketinggian (cm)	Tegangan (v)	Arus (a)	Keadaan Lampu
1.	15 cm	0,25	0,65	Mati
2.	30 cm	0,30	0,85	Mati
3.	45 cm	0,34	1,1	Mati

Berdasarkan data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan linear positif antara ketinggian sumber air dengan tegangan dan arus yang dihasilkan oleh kincir air dengan diameter 7 cm. Setiap peningkatan ketinggian sumber air berkontribusi pada peningkatan tegangan dan arus yang dihasilkan. Pada ketinggian 15 cm, tegangan yang dihasilkan adalah 0,25 volt dengan arus 0,65 ampere.

Pada ketinggian 30 cm, tegangan meningkat menjadi 0,30 volt dengan arus 0,85 ampere. Selanjutnya, pada ketinggian 45 cm, tegangan meningkat lebih jauh menjadi 0,34 volt dengan arus 1,10 ampere. Meskipun terdapat peningkatan dalam tegangan dan arus, kondisi lampu tetap mati, yang menunjukkan bahwa tegangan dan arus yang dihasilkan masih belum mencukupi untuk menyalakan lampu yang memerlukan tegangan 2 volt.

Tabel 2. Pengaruh berbagai Diameter Kincir dengan Ketinggian Sumber Air terhadap Tegangan dan Arus

No.	Diameter (cm)	Tegangan (v)	Arus (a)	Keadaan Lampu
1.	5 cm	0,33	1,45	Mati
2.	7 cm	0,30	0,85	Mati
3.	9 cm	0,25	0,55	Mati

Peningkatan diameter kincir cenderung mengurangi tegangan dan arus yang dihasilkan. Pada diameter 5 cm, tegangan yang dihasilkan adalah

0,33 volt dengan arus 1,45 ampere. Pada diameter 7 cm, tegangan turun menjadi 0,30 volt dan arus menjadi 0,85 ampere. Pada diameter 9 cm, tegangan

lebih lanjut menurun menjadi 0,25 volt dengan arus 0,55 ampere. Penurunan ini disebabkan oleh peningkatan luas diameter kincir, yang mengakibatkan distribusi gaya air yang lebih luas dan mengurangi kecepatan rotasi kincir. Kondisi lampu yang tetap mati menunjukkan bahwa, meskipun diameter kincir bervariasi, tegangan dan arus yang dihasilkan masih belum mencukupi untuk menyalakan lampu yang memerlukan tegangan 2 volt. Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan terbalik antara diameter kincir dan tegangan serta arus yang dihasilkan pada ketinggian sumber air 30 cm. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa untuk mengoptimalkan efisiensi kincir air, perlu mempertimbangkan

keseimbangan antara ketinggian sumber air dan diameter kincir. Meskipun peningkatan ketinggian sumber air secara signifikan meningkatkan tegangan dan arus yang dihasilkan, hasil ini masih belum memadai untuk aplikasi yang memerlukan tegangan lebih tinggi. Sebaliknya, peningkatan diameter kincir menurunkan efisiensi dengan mengurangi tegangan dan arus akibat distribusi gaya air yang lebih luas. Oleh karena itu, untuk mencapai efisiensi optimal dalam produksi energi listrik pada sistem PLTA sederhana, diperlukan strategi desain yang memperhitungkan keseimbangan antara ketinggian sumber air dan ukuran diameter kincir, serta mungkin melibatkan inovasi tambahan dalam desain kincir untuk meningkatkan output energi

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan adanya hubungan linear positif antara ketinggian sumber air dengan tegangan dan arus yang dihasilkan oleh kincir air, dengan diameter kincir yang tetap. Peningkatan ketinggian sumber air berkontribusi pada peningkatan tegangan dan arus. Namun, meskipun terdapat peningkatan, nilai tegangan dan arus yang dihasilkan masih belum memadai untuk menyalakan lampu dengan tegangan 2 volt, dengan tegangan maksimum yang dihasilkan sebesar X volt dan arus maksimum sebesar Y mA. Selain itu, terdapat hubungan terbalik antara diameter kincir dengan tegangan dan arus yang dihasilkan pada ketinggian sumber air yang tetap. Peningkatan diameter kincir evaluasi dan penyesuaian yang sesuai. Peningkatan variabel-variabel ini sangat penting untuk mencapai output listrik

mengurangi tegangan dan arus, disebabkan oleh distribusi gaya air yang lebih luas pada kincir dengan diameter lebih besar, yang mengakibatkan penurunan kecepatan rotasi kincir. Meskipun diameter kincir bervariasi dari A cm hingga B cm, tegangan dan arus yang dihasilkan tetap di bawah batas yang diperlukan untuk menyalakan lampu dengan tegangan 2 volt. Untuk mencapai tegangan dan arus yang memadai guna menyalakan lampu, perlu dilakukan optimalisasi dalam hal ketinggian sumber air dan desain diameter kincir. Secara spesifik, disarankan untuk meningkatkan ketinggian sumber air melebihi X cm dan mengeksplorasi desain diameter kincir yang lebih efisien. Selain itu, faktor laju aliran air juga harus diperhatikan dengan melakukan yang memadai dalam sistem pembangkit listrik tenaga air (PLTA)



DAFTAR PUSTAKA

- Dewangga, Y. A., Kholis, N., Baskoro, F., & Haryudo, S. I. (2022). Pengaruh Jumlah Sudu Turbin Air Terhadap Kinerja Generator Pembangkit Listrik Tenaga Air. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 71-76.
- Maulana, F. A., Ramdani, M., & Ekaputri, C. (2017). Prototipe Kontrol Aliran Air Berbasis Mikrokontroler Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *eProceedings of Engineering*, 4(2).
- Mawardi, J. (2022). Apa yang Dimaksud Energi Terbarukan? Diakses pada 22 Juli 2024, dari <https://infopmb.itpln.ac.id/sudah-paham-apa-yang-dimaksud-energi-terbarukan/>.
- Rumahorbo, R. P., & Nursadi, H. (2023). Energi Baru Terbarukan Sumber Daya Air: Manfaat dan Dampaknya terhadap Lingkungan Hidup. *Jurnal Darma Agung*, 31(2).
- Surusa, & Putra, F. E. (2022). Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik. *Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(2).
- Widyasari, R., & nana. (2020). Pembahasan Materi Sumber Energi Terbarukan Dengan Menggunakan Model Poe2we. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Unimed* 6(4).