KAMPUS AKADEMIK PUBLISING
Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU)
Vol.1, No.5 September 2024
e-ISSN: 3047-7603, p-ISSN :3047-9673, Hal 136-141
DOI : https://doi.org/10.61722/jinu.v1i5.2473

ANALISIS PENGARUH JUMLAH SUDU TURBIN PELTON TERHADAP DAYA GENERATOR PADA *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO

Ilhamu Dzinurain Muhandis
Universitas Hasyim Asy'ari
Basuki
Universitas Hasyim Asy'ari
Retno Eka Pramitasari
Universitas Hasyim Asy'ari
Mohammad Munib Rosadi
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari
Korespondensi penulis: ildzinn@gmail.com

Abstract *Micro hydropower uses water to drive a turbine which in turn rotates a generator to produce electricity. The Pelton turbine, which has bowl-shaped blades, plays a key role in capturing the water jets. This study explored the effect of the number of blades (18, 20, and 22) on the power and RPM of the micro hydropower generator through an experimental method. The results showed that the turbine with 18 blades achieved the highest power (1.19 W), while the turbine with 22 blades produced the lowest power (1.02 W). These findings confirm that the number of Pelton turbine blades significantly affects the performance of the micro hydropower, with 18 blades being the optimal choice for maximum efficiency.*

Keywords: Pelton Turbine, Generator, Number of Blades.

Abstrak PLTMH menggunakan air untuk menggerakkan turbin yang pada gilirannya memutar generator untuk menghasilkan listrik. Turbin Pelton, yang memiliki sudu berbentuk mangkok, berperan penting dalam menangkap pancaran air. Penelitian ini mengeksplorasi pengaruh jumlah sudu (18, 20, dan 22) terhadap daya generator PLTMH melalui metode eksperimen. Hasilnya menunjukkan bahwa turbin dengan 18 sudu mencapai daya tertinggi (1,19 W), sedangkan turbin dengan 22 sudu menghasilkan daya terendah (1,02 W). Temuan ini menegaskan bahwa jumlah sudu turbin Pelton secara signifikan mempengaruhi performa PLTMH, dengan sudu 18 menjadi pilihan optimal untuk efisiensi maksimum.

Kata Kunci: Turbin Pelton, Generator, Jumlah Sudu.

PENDAHULUAN

Manusia memerlukan energi listrik dalam kegiatan sehari-hari untuk mengoperasikan berbagai perangkat elektronik. Energi listrik dapat dihasilkan dari sumber alam seperti air, yang dimanfaatkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). PLTMH menggunakan air untuk menggerakkan turbin dan generator, dan Indonesia memiliki potensi besar untuk pembangkitan energi dari sumber air, meskipun baru dimanfaatkan sekitar 6,4% dari potensi totalnya.

Turbin Pelton, jenis turbin impuls yang menggunakan energi kinetik air, memainkan peran penting dalam konversi energi mekanik menjadi listrik. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa jumlah sudu pada turbin Pelton mempengaruhi output

Received Juli 30, 2024; Revised Agustus 24, 2024; September 02, 2024
Ilhamu Dzinurain Muhandis, *ildzinn@gmail.com*

daya generator, sehingga penting untuk menentukan jumlah sudu optimal untuk meningkatkan kinerja PLTMH. Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan menganalisis pengaruh jumlah sudu terhadap kinerja turbin Pelton, dengan harapan menemukan konfigurasi sudu yang optimal untuk mencapai efisiensi maksimal dalam pembangkitan listrik.

TINJAUAN PUSTAKA

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Pembangkit listrik tenaga mikro hidro adalah fasilitas berukuran kecil yang menghasilkan listrik menggunakan aliran air. PLTMH dapat dianggap sebagai sumber energi bersih karena bersifat ramah lingkungan. Energi PLTMH dihasilkan melalui pembendungan aliran sungai kecil atau danau, dan kemudian memanfaatkan ketinggian tertentu untuk menghasilkan tenaga[1].

Turbin Air

Turbin Air merupakan turbin yang bekerja menggunakan media berupa air dan umumnya memiliki poros dan sudu-sudu. Sudu pada turbin dibagi menjadi dua jenis yakni rotary blade (Sudu berputar) dan stationary blade (Sudu tetap). Pada stationary blade sudu tidak mngikuti putaran poros dan memiliki fungsi untuk mengarahkan aliran fluida. Sedangkan pada rotary blade Sudu berputar mengikuti porosnya. Dari putaran poros tersebut dapat berguna sebagai energi untuk menggerakkan generator dan menghasilkan daya untuk PLTMH[2].

Turbin Pelton

Salah satu jenis turbin impuls adalah turbin Pelton, yang memiliki roda dengan mangkok mangkok buatan. Diciptakan oleh Lester A. Pelton pada tahun 1880, turbin Pelton menggunakan mangkok ganda yang simetris dengan punggung membelah yang membagi jet menjadi dua paruh yang sama[3]. Turbin Pelton memiliki keunggulan dibanding jenis turbin yang lain dimana percikan air pada turbin pelton diarahkan kembali oleh mangkuk sehingga pemanfaatan enegi kinetik air lebih maksimal.

Rumus untuk menghitung jumlah sudu optimal dari turbin pelton menggunakan rumus dibawah ini[4].

$$z = 5{,}4 \,.\, \sqrt{\frac{Dlt}{Dn}} \qquad (1)$$

Keterangan :

z = Jumlah Sudu

Dlt = Diameter Lingkaran Tusuk (mm)

Dn. = Diameter Nozel (mm)

Generator

Menurut Abigail 2023 dalam (Fahdita, 2020) generator listrik dapat didefinisikan sebagai mesin yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui proses induksi elektromagnetik. Meskipun terdapat banyak kesamaan antara generator dan motor, motor berperan sebagai pengubah energi listrik menjadi energi mekanik[5].

Cara kerja generator magnet permanen serupa dengan generator sinkron, namun pada generator ini, kumparan medan magnet digantikan oleh magnet permanen. Bagian generator yang berputar disebut rotor. Dalam generator magnet permanen, rotator berfungsi sebagai sumber medan magnet yang dibutuhkan untuk menghasilkan listrik. Proses induksi elektromagnetik dalam generator magnet permanen mengikuti hukum Faraday yang menyatakan bahwa "setiap perubahan fluks magnetik yang mengelilingi suatu kumparan akan menimbulkan GGL pada kumparan tersebut"[6].

Persamaan rumus yang digunakan untuk menghitung besaran daya generator adalah sebagai berikut[7]:

$$P = V \, . \, I \qquad (2)$$

Keterangan :

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

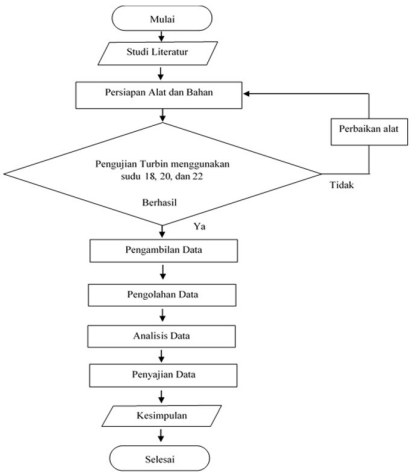
I = Arus (Ampere)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengguakan jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Penelitian Eksperimen adalah metode penelitian ilmiah yang didesain untuk menyelidiki sebab dan akibat dalam suatu hubungan. Penelitian yang dilaksanakan berlokasi di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Hasyim Asy'ari yang berada di daerah Tebuireng, Jombang. Adapun waktu dalam penelitian dilaksanakan antara bulan November 2023 sampai bulan Juli 2024.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian adalah *multimeter* untuk mengukur keluaran arus dan voltase dalam rumus mencari daya. Pengukuran dilakukan dengan beban lampu DC 12V 15W dalam interval waktu 15 detik dan pengambilan sampel sebanyak 15 pada setiap jumlah sudu (18, 20, dan 22). Data kemudian diolah dan dianalisis menggunakan *software* IBM SPSS Statistics dengan pengujian menggunakan uji analisis regresi sedergana uji F (Anova). Hasil dari penelitian selanjutnya dijabarkan dalam bentuk grafik dan tabel untuk memudahkan pembacaan.

Gambar 1. Diagram Alur Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

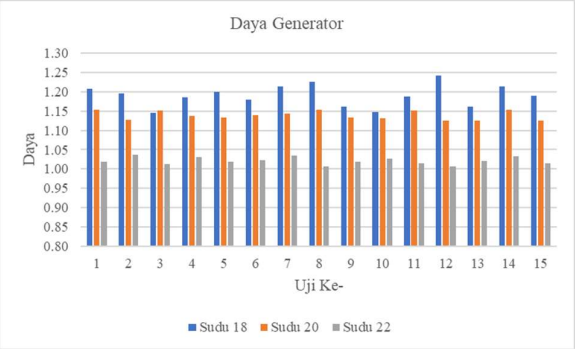
Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh besar keluaran daya yang dihasilkan generator pada jumlah sudu yang berbeda (18, 20, dan 22) dan tetap mempertahankan variabel kontrol agar tidak memengaruhi hasil dari pengukuran. Besaran yang diukur adalah arus (I) dan voltase (V) yang kemudian dikalikan sehingga mendapatkan besaran daya (W)

Dari hasil pengukuran menggunakan *multimeter* didapatkan data-data penelitian seperti dibawah ini.

Tabel 1. Rata-Rata Daya Generator

Jumlah Sudu	Rata-rata Daya
18	1.19
20	1.14
22	1.02

Gambar 2. Grafik Daya Sudu 18, 20, dan 22



Ketika menggunakan sudu berjumlah 18 rata-rata daya yang dikeluarkan sebesar 1.19 Watt dengan daya tertinggi di 1.24 W dan terendah 1.15 W, ketika menggunakan 20 sudu rata-rata daya sebesar 1.14 Watt dengan daya tertinggi di angka 1.15 W dan terendah 1.12 W, dan saat menggunakan sudu berjumlah 22 rata-rata daya sebesar 1.02 Watt dengan tertinggi sebesar 1.04 W dan terendah berada di angka 1.01 W.

Berdassarkan data yang disajikan pada Tabel 1. Rata-rata Daya Generator dan Gambar 2. Grafik Daya Sudu 18, 20, dan 22. Menghasilkan Nilai rata-rata daya sebesar 1,19 W pada sudu 18. Pada sudu 20 menghasilkan rata-rata 1,14 W dan pada sudu 22 menghasilkan rata-rata sebesar 1,04 W. Perbandingan ini mengambarkan bahwa jumlah sudu 18 memiliki keluaran daya lebih besar dibanding 2 jumlah sudu lainnya.

Hasil penelitian dianalisa menggunakan analisis uji normalitas Shapiro Wilk dan pada tabel 4.9 menunjukkan bahwa data memiliki sebaran normal. Uji pengaruh menggunakan Uji F seperti ditunjukkan pada tabel 4.10 nilai signifikansi 0.001 < 0.05 yang berarti terdapat pengaruh variabel daya terhadap variabel generator dalam penelitian. Dari output tersebut berarti bahwa H0 ditolak yang berarti H1 diterima yang berbunyi ada pengaruh jumlah sudu terhadap daya generator PLTMH.

Gambar 3. Uji F Daya Generator

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.206	1	.206	290.558	<.001[b]
	Residual	.031	43	.001		
	Total	.237	44			

a. Dependent Variable: DAYA GENERATOR

b. Predictors: (Constant), JUMLAH SUDU

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Suhadi Napid dkk. 2023, dengan judul "pengaruh varian jumlah sudu 16, 14, dan 12 terhadap daya output turbin pelton pada PLTMH" dengan hasil daya tertinggi didapat ketika menggunakan 14 jumlah sudu dengan Rpm sebesar 1085 Rpm dan daya output yang dihasilkan 4.02 Watt.

Perbedaan hasil daya penelitian Suhardi Napid dkk. Dengan penelitian yang dilakukan peneliti disebabkan karena bentuk sudu turbin yang berbeda. Pada penelitiannya Suhardi Napid dkk. menggunakan cetakan untuk membentuk mangkok sudu sehingga daya yang dikeluarkan lebih besar, sedangkan dalam penelitian ini menggunakan sendok alumunium yang dimodifikasi menyerupai turbin pelton.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan data-data, hasil uji, dan pembahasan pada penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah sudu turbin pelton pada prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

Perbedaan penggunaan jumlah sudu pada turbin pelton berpengaruh terhadap keluaran daya generator PLTMH. Dibuktikan dengan nilai signifikansi uji F = 0.001 < 0.05 yang mengandung arti bahwasannya jumlah sudu memengaruhi daya generator. Daya terbesar didapatkan ketika menggunakan jumlah sudu 18 yakni 1,19 W.

Hubungan antara daya (Y_1) dan RPM (Y_2) memiliki hubungan korelasi positif atau bias dikatakan ketika RPM meningkat maka keluaran daya juga akan meningkat. Hal ini dibuktikan dengan nilai korelasi pearson sebesar 0.890 dengan tingkat signifikansi 0.001 < 0.05 yang berarti terdapat hubungan positif antara daya dan RPM.

Saran

Agar penelitian kedepannya dapat menjadi lebih baik, saran termasuk hal yang penting. Adapun beberapa saran dalam penelitian ini adalah Penggunaan material turbin dibuat yang lebih ringan untuk meningkatkan RPM yang dihasilkan oleh turbin dan tentunya berdampak pada keluaran daya yang dihasilkan generator.

Penggunaan nozel yang divariasi pada setiap jumlah sudu supaya mampu meningkatkan ketepatan pancaran air yang optimal pada masing-masing jumlah sudu. Kekuatan mangkok turbin dibuat kokoh, semakin kokoh mangkok turbin maka semakin baik kemampuannya dalam menahan pancaran air.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Solihat, I. (2020). Rancang bangun prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH). J. Inov. Ilmu Pengetah. dan Teknol, 2, 22.

[2] Saputra, I. G. N., Jasa, L., & Wijaya, I. W. A. (2020). Pengaruh Jumlah Sudu Pada Prototype PLTMH Dengan Menggunakan Turbin Pelton Terhadap Efisiensi Yang Dihasilkan. J. SPEKTRUM Vol, 7(4)

[3] Mafruddin, M., Irawan, R. M., Setiawan, N., Rajabiah, N., & Irawan, D. (2020). Pengaruh jumlah sudu dan diameter nozel terhadap kinerja turbin pelton. Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 8(2), 214-218.

[4] Ainurrahman, A. (2022). Rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTM) menggunakan turbin pelton sebagai sumber daya listrik university smart garden (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).

[5] Apouw, A. A., Mangindaan, G. M. C., & Rumbayan, M. (2023). Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Efisiensi Generator.

[6] Syahbana, I. F., & Alfi, I. (2019). Analisis Pengaruh Pembebanan Dan Rpm Terhadap Performa Generator Wind Turbine Menggunakan Software Magnet Infolytica (Doctoral dissertation, University of Technology Yogyakarta).

[7] Saleh, M. (2018). Perancangan Alat Uji Prestasi Turbin Pelton. Pengaraian, Riau: Universitas Pasir Pengaraian.