

# Kajian Pengaruh Frekuensi Terhadap Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (PLTPH)

Miko Ilham Kurniawan<sup>1</sup>, Yosi Apriani<sup>2\*</sup>, Zulkifli Saleh<sup>3</sup>, Asri Indah Lestari<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang  
 Indonesia  
 corresponding author(s): yosi\_apriani@um-palembang.ac.id

**Abstrak**— Penelitian ini menggunakan rancangan picohydro dengan kapasitas 5 kW. Proses konversi energi terjadi pada alat yang disebut generator DC, di mana perubahan beban pada generator DC menyebabkan variasi dalam tegangan yang dihasilkan. Dampaknya adalah terjadinya fluktuasi tegangan dan frekuensi yang tidak stabil. Alat yang dapat mengubah energi elektromagnetik dari bentuk mekanik ke listrik dan sebaliknya disebut generator. generator memiliki kemampuan untuk mentransfer energi listrik dari satu rangkaian ke rangkaian lain melalui penggunaan transformator. Hal ini memungkinkan tegangan untuk berubah sementara frekuensi tetap, dengan bantuan medan magnetik Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menentukan daya output yang dihasilkan oleh generator dan menganalisis bagaimana frekuensi output daya generator mempengaruhi pengembangan tenaga pikohidro. Metode penelitian yang digunakan terdiri dari empat langkah yaitu: mengumpulkan data, menentukan peralatan dan perlengkapan yang dibutuhkan, menguji alat, dan menganalisis temuan. Pada output akhir, generator menghasilkan frekuensi sekitar 0,01 Hz. Daya output tertinggi generator, menurut hasil pengujian, adalah sekitar 42 watt.

**Keywords**—Frekuensi, Generator, Picohydro, Daya Keluaran

**Abstract**— *This study uses a picohydro design with a capacity of 5 kW. The energy conversion process occurs in a device called a DC generator, where changes in the load on the DC generator cause variations in the voltage generated. The impact is the occurrence of unstable voltage and frequency fluctuations. A device that can convert electromagnetic energy from mechanical to electrical form and vice versa is called a generator. generators have the ability to transfer electrical energy from one circuit to another through the use of transformers. This allows the voltage to change while the frequency is fixed, with the help of a magnetic field. The main objective of this research is to determine the output power produced by the generator and analyze how the frequency of the generator's power output affects the development of picohydro power. The research method used consists of four steps, namely: collecting data, determining the equipment and supplies needed, testing the equipment, and analyzing the findings. At final output, the generator produces a frequency of about 0.01 Hz. The highest output power of the generator, according to the test results, is about 42 watts.*

**Keywords**—Frequency, Generator, Picohydro, Output Power

## I. PENDAHULUAN

Terdapat variasi jenis pembangkit listrik tenaga air (PLTA) tergantung pada kapasitas energi yang dihasilkan. Salah satu jenisnya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (PLTPH), yang memiliki kapasitas sekitar 5 kW. Keunggulan dari jenis pembangkit ini adalah tidak memerlukan kepala air yang besar atau debit air tinggi di awal, pekerjaan sipil yang rumit, serta investasi awal yang terjangkau [1]. Sebuah penelitian oleh Maher et al. yaitu membandingkan sistem photovoltaic dengan sistem picohydro, dan menemukan bahwa biaya sistem pertama lebih tinggi sebesar 15% per kilowatt-hour dibandingkan dengan sistem picohydro. Oleh karena itu, sistem picohydro lebih ekonomis [2]. Menurut David et al., mesin listrik adalah alat yang dapat menggerakkan. Mesin ini mampu mengubah energi mekanis menjadi energi listrik dengan bantuan generator AC/DC dan memindahkan energi melalui transformator dengan frekuensi yang bervariasi dan medan magnetik yang terkait [3].

R. K. Kumawat et al dan A. Y. Erwin Dodu menyatakan bahwa *Self Excitation Induction Generator* (SEIG) adalah pilihan yang tepat untuk daerah terpencil karena analisisnya terhadap frekuensi generator, reaktansi magnetisasi, dan variasi beban menunjukkan kemampuan untuk beroperasi dalam berbagai lingkungan. Sistem SEIG dapat berfungsi tanpa jaringan mahal dan cocok untuk skala kecil dan penerapan SEIG sebagai generator yang berdiri sendiri dapat menggunakan sumber daya energi konvensional dan non konvensional [4], [5]. Berdasarkan penelitian Petrus Setia Iwanda et al., mereka mengembangkan generator

dengan aliran magnet neodmium permanen axial (NdFeb) tanpa stator perencanaan internal. Generator berperan sebagai pengubah energi elektromagnetik, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, dan kembali dari energi listrik ke bentuk mekanik [6]. Armanyah dan Sudaryanto menjelaskan bahwa tegangan terminal dapat diubah melalui penguatan medan generator sinkron. Generator tiga fasa sering digunakan dalam pembangkit listrik karena mampu menghasilkan daya yang cukup besar. Berdasarkan tinjauan penelitian dan literatur sebelumnya, penelitian ini akan menganalisis efek frekuensi terhadap daya keluaran generator pada pembangkit listrik tenaga picohydro [7].

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (PLTPh)

Picohydro adalah pembangkit listrik tenaga air berkapasitas sangat kecil, yakni 1-100 KWH. PicoHydro hanya membutuhkan ketinggian air 1-3 meter dan debit air 30 liter per detik. Picohydro ini pun mudah dirakit dan dioperasikan serta bisa beroperasi selama 24 jam sesuai dengan debit air. Teknologi ini membuatnya cocok untuk diterapkan di daerah terpencil yang memiliki debit air yang sesuai [1].

PLTPh pada dasarnya memanfaatkan beda ketinggian serta jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air irigasi, sungai ataupun air terjun. Kemudian energi ini dihubungkan dengan generator listrik yang nantinya akan menghasilkan energi listrik. Secara teknis, ini merupakan sistem konversi energi dari bentuk ketinggian dan aliran ke dalam bentuk energi mekanik dan energi listrik. Untuk membangun sistem PLTPh dibutuhkan beberapa komponen, yaitu [8]:

- 1) Bendungan untuk mengalihkan air melalui sebuah pembuka di bagian sisi sungai ke dalam bak pengendap.
- 2) Bak penenang, digunakan untuk mencegah sampah, batu, pasir dan benda lainnya masuk ke dalam pipa pesat yang bisa merusak atau mengganggu fungsi turbin. Selain itu, bak penenang juga berguna mencegah turbulensi air sebelum diterjunkan melalui pipa pesat.
- 3) Pipa pesat (Penstock) dibutuhkan untuk menggerakkan turbin agar dapat menghasilkan energi yang maksimal.
- 4) Bagian yang paling penting dari sistem picohydro adalah Turbin. Komponen ini berfungsi untuk mengubah putaran yang dihasilkan menjadi energi listrik. Hal tersebut dilakukan dengan puli pada rotor yang dihubungkan dengan puli pada generator.
- 5) Generator dibutuhkan untuk menghasilkan listrik dari putaran mekanis turbin.

### B. Turbin Crossflow

Turbin Crossflow adalah turbin impuls dengan tipe aliran radial yakni turbin bertekanan kecil dengan injeksi tangensial dari putaran kipas dengan poros horisontal. Turbin ini sudah jarang digunakan dan telah digantikan oleh turbin yang lebih modern seperti turbin Pelton, Francis, dan Kaplan. Tetapi turbin crossflow ini memiliki kelebihan tersendiri yakni dapat dioperasikan pada debit air sebesar 20 liter/dt sampai 10.000 liter/dt dan head antara 1 meter sampai 200 meter. Pancaran air masuk turbin dan mengenai sudu sehingga terjadi konversi energi kinetik menjadi energi mekanik. Air mengalir keluar membentur sudu dan memberikan energinya (lebih rendah dibanding saat masuk) kemudian meninggalkan turbin. Runner turbin dibuat dari beberapa sudu yang dipasang pada sepasang piringan paralel [9], [10].

Komponen utama konstruksi dari turbin crossflow adalah sebagai berikut [10]:

- 1) Rumah turbin
- 2) Alat pengarah
- 3) Roda jalan
- 4) Katup udara
- 5) Penutup
- 6) Bagian peralihan
- 7) Pipa hisap

### C. Karakteristik Turbin Crossflow

Karakteristik turbin crossflow dinyatakan secara umum sebagai berikut [9]:

- 1) Rasio kecepatan adalah perbandingan antara kecepatan keliling linier turbin pada ujung diameter nominalnya dibagi dengan kecepatan teoritis air melalui curat dengan tinggi terjun sama dengan tinggi terjun (H) yang bekerja pada turbin.
- 2) Kecepatan spesifik, dipakai sebagai tanda batasan untuk membedakan tipe roda turbin dan dipakai sebagai suatu besaran yang penting dalam merencanakan turbin air.
- 3) Tinggi jatuh air (*head*) adalah ketinggian vertical, dimana air jatuh yang dinyatakan dalam satuan meter (m).
- 4) Debit aliran air yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu, yang dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ( $m^3/dt$ ).
- 5) Kecepatan satuan (NU) adalah kecepatan putar turbin yang mempunyai diameter (D) satu satuan panjang dan bekerja tinggi terjun (H) satu satuan panjang.

Berdasarkan karakteristik diatas ada beberapa parameter yang menjadi pertimbangan, yaitu daya dan frekuensi. Daya di dalam sistem tenaga listrik adalah jumlah energi listrik yang digunakan dalam suatu usaha, dan daya tersebut merupakan nilai suatu perkalian antara tegangan dengan arus yang mengalir. Secara sistematis sesuai dengan persamaan berikut [11]:

$$P = V \times I \quad (1)$$

Dengan:

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Frekuensi dihasilkan oleh generator sinkron dengan putaran mekanisnya. Rotor generator sinkron terdiri dari belitan medan dengan suplai arus searah yang menghasilkan medan magnet putar dengan kecepatan dan arah putar yang sama dengan putaran rotor. Hubungan antara kecepatan rotor dengan frekuensi listrik dalam stator ditunjukkan dalam persamaan berikut [12]:

$$f = \frac{n \times p}{120} \quad (2)$$

Dengan:

n = Kecepatan putaran medan atau kecepatan putaran rotor (rpm)

p = Jumlah kutub

### III. METODE PENELITIAN

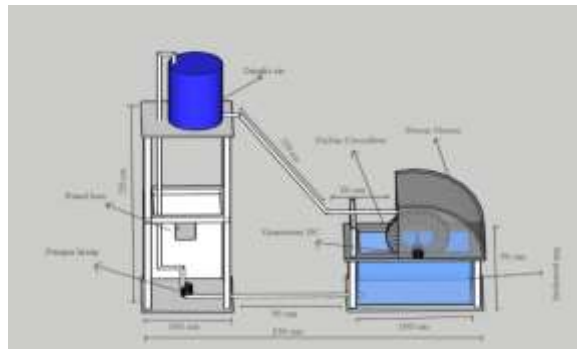
#### A. Metode Pengambilan Data

Pengambilan data untuk menganalisis pengaruh frekuensi terhadap daya keluaran pada Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (PLTPH) dilakukan di laboratorium prodi teknik elektro Universitas Muhammadiyah Palembang, Sumatera Selatan. Proses pengambilan data ini berlangsung dari bulan Maret hingga Juli 2023 Untuk mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian bagaimana pengaruh frekuensi terhadap kinerja Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (PLTPH) ada beberapa peralatan yang harus disiapkan. Rincian alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian tersebut tertera dalam tabel berikut:

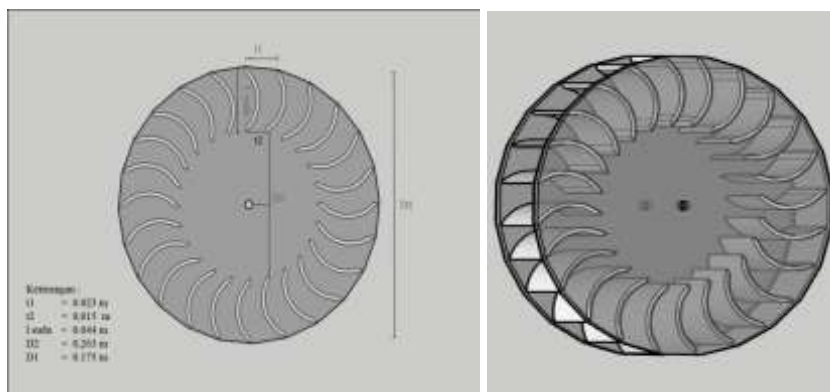
TABLE I. ALAT DAN BAHAN

No	Peralatan	Keterangan
1.	Multimeter	Sebagai alat ukur tegan
2.	Tachometer	Untuk mengukur perputaran mesin (rpm)
3.	Generator	Sebagai pembangkit listrik

Dalam tahap ini, persiapan alat dan bahan sangat penting untuk memastikan pengambilan data yang akurat dan dapat diandalkan dalam analisis selanjutnya. Gambar 1 di bawah ini menunjukkan gambaran model pembangkit listrik tenaga picohydro yang menggunakan turbin cross flow.

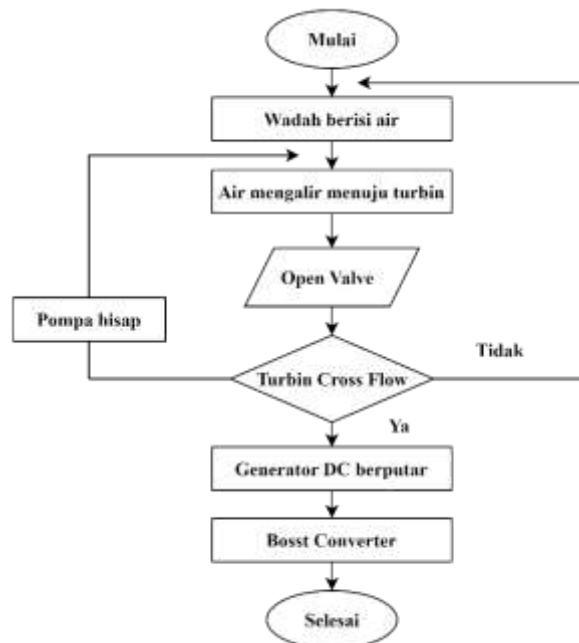


Gambar 1. Permodelan Prototype PLTPH



Gambar 2. Model Turbin Crossflow

*B. Diagram Alir Penelitian*



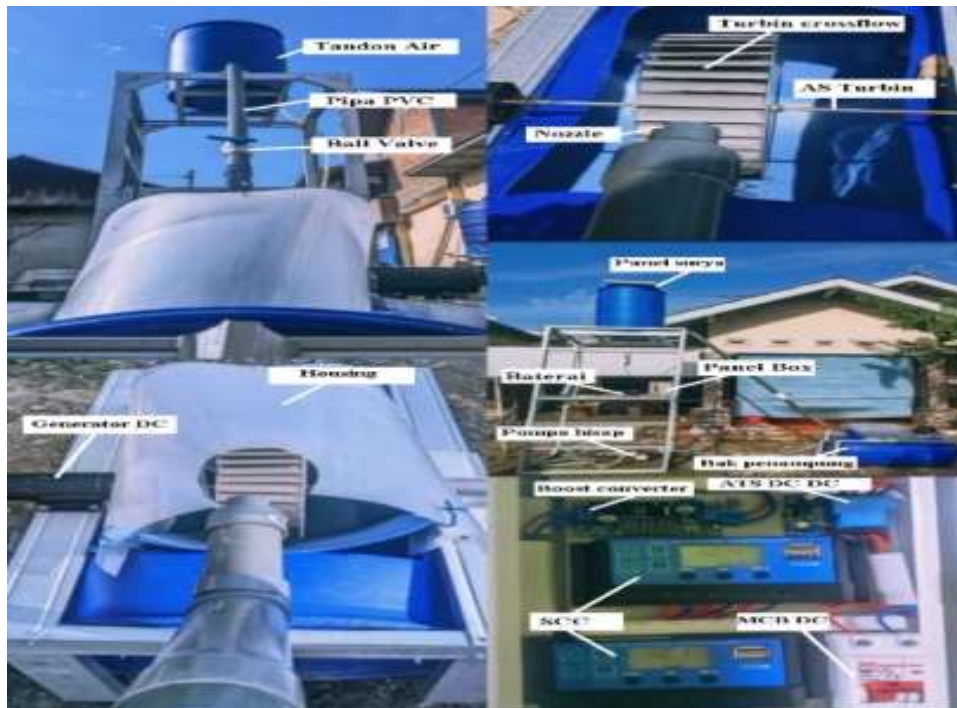
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dari penelitian ini terdiri dari dua sumber data utama: data lapangan yang diperoleh dari observasi dan pengukuran, serta hasil dari simulasi data. Pengumpulan data lapangan melibatkan pengukuran kecepatan mekanik, tegangan, arus, dan frekuensi generator selama berlangsungnya observasi lapangan. Selanjutnya, melalui proses simulasi, data hasil pengujian dianalisis dan diinterpretasikan. Pada akhir penelitian, data pengujian yang terkumpul akan mencakup informasi mengenai kecepatan mekanik (rpm), frekuensi (Hz), tegangan (v), dan arus (A) yang dihasilkan oleh generator DC. Data ini akan menjadi dasar untuk menganalisis pengaruh frekuensi terhadap daya keluaran generator dalam konteks pembangkit listrik tenaga picohydro.

A. Data Realisasi Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Listrik *Picohydro*

Gambar 4 menggambarkan implementasi dari pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (PLTPh) yang menggunakan turbin crossflow. Ini adalah hasil nyata dari pembuatan model yang telah dilakukan.



Gambar 4. Realisasi Sistem PLTPh Secara Keseluruhan

B. Data Spesifikasi

TABLE II. SPESIFIKASI GENERATOR

<b>Parameter</b>	<b>Nilai</b>
Output DC	24 Volt-100 Volt Ampere
Panjang	11 m
Lebar	8 cm
Diameter	8 mm
Putaran Stabil	1500 (rpm)
Output Maksimum	200 Watt

C. Pengukuran Frekuensi pada Generator

Pengukuran pada pemodelan ini untuk mencari hasil data frekuensi generator. Jenis pemodelan alat ini menggunakan generator DC 12-24 Volt. Perhitungan untuk mengetahui frekuensi pada generator menggunakan Persamaan (2).

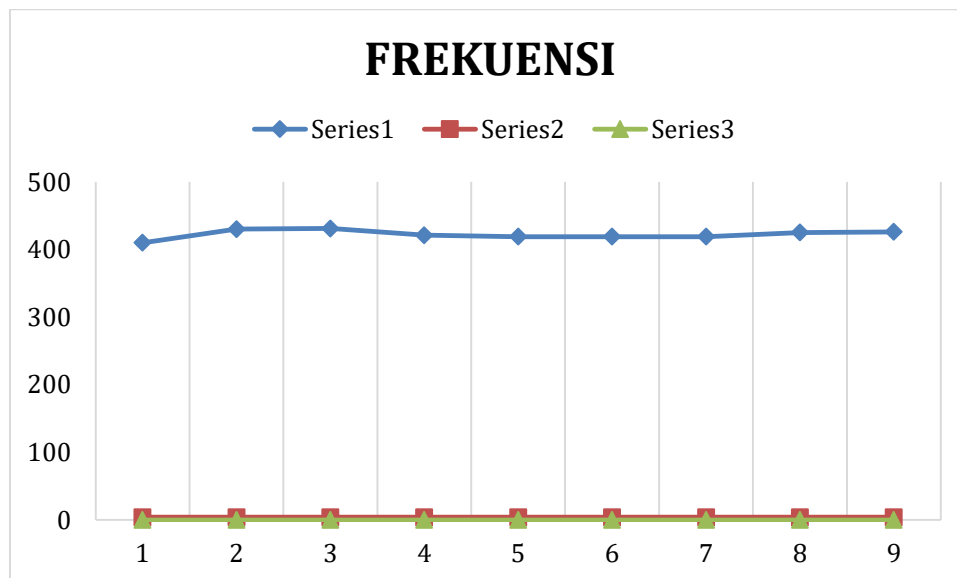
$$\begin{aligned}
 f &= \frac{n.p}{120} \\
 &= \frac{422,2 \times 4}{120} \\
 &= \sqrt[120]{1,688} \\
 &= 0,01 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

Jadi hasil dari perhitungan di atas dapat di lihat frekuensi yang di dihasilkan adalah 0,01 Hz.

Data berikut adalah hasil perhitungan perencanaan, yang didasarkan pada perhitungan frekuensi generator sistem pembangkit listrik tenaga picohydro (PLTPh).

TABLE III. HASIL DATA PENGUJIAN PADA FREKUENSI GENERATOR

<i>Putaran Generator (rpm)</i>	<i>Jumlah Kutub</i>	<i>Frekuensi (Hz)</i>
410	4	0
430	4	0
431	4	0
421	4	0
419	4	0
419	4	0
419	4	0
425	4	0
426	4	0



Gambar 5. Grafik Data Pengujian pada Frekuensi Generator

Berdasarkan Tabel III merupakan data hasil penelitian frekuensi generator, putaran tertinggi yang dihasilkan adalah 431 rpm dengan jumlah kutub dari generator berjumlah 4 dari hasil tersebut bisa di dapatkan frekuensi generator yang dihasilkan 0 Hz. generator DC menghasilkan tegangan yang konstan dalam satu arah, dan parameter seperti tegangan dan arus akan menjadi yang lebih penting untuk diperhatikan.

Perhitungan untuk mencari daya keluaran generator dengan menggunakan turbin crossflow menggunakan arus rata-rata yang dikeluarkan dari spesifikasi generator menggunakan persamaan berikut:

$$P_{\text{generator}} = 7 \times 6 = 42 \text{ watt}$$

Jadi hasil daya yang dikeluarkan dari nilai arus rata-rata generator dari spesifikasi motor adalah 42 watt.

Berikut ini pengukuran pada pemodelan ini untuk mencari hasil daya keluaran pada generator menggunakan beban yang menggunakan Persamaan (1), dengan nilai  $V = 07,15$  dan  $I = 00,26$ .

$$P = V \cdot I$$

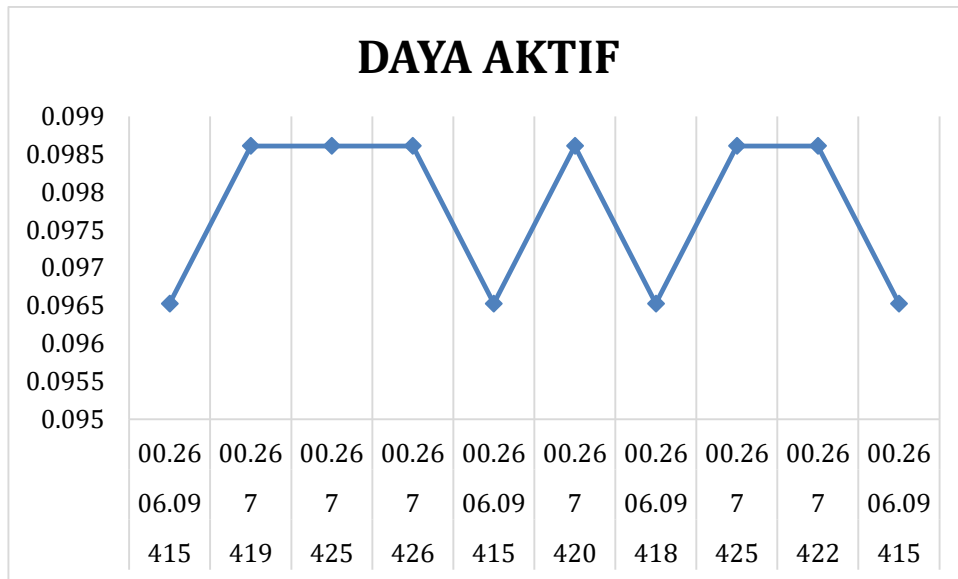
$$= 07,15 \times 00,26$$

$$= 1,86 \text{ Watt}$$

Hasil analisis perhitungan di atas dapat di lihat keluaran daya generator yang dihasilkan adalah 1,86 Watt. Berikut adalah hasilnya perhitungan perencanaan berdasarkan perhitungan yang dilakukan oleh daya keluaran generator sistem yang menghasilkan energi *picohydro*.

TABLE IV. HASIL DATA PENGUJIAN PADA DAYA KELUARAN GENERATOR

<i>Putaran Generator (rpm)</i>	<i>Tegangan (V)</i>	<i>Arus (A)</i>	<i>Daya (Watt)</i>
415	6,9	0,26	1,79
419	7	0,26	1,82
425	7	0,26	1,82
426	7	0,26	1,82
415	6,9	0,26	1,79
420	7	0,26	1,82
418	6,9	0,26	1,79
425	7	0,26	1,82
422	7	0,26	1,82
415	6,9	0,26	1,79



Gambar 6. Grafik Data Pengujian pada Daya Keluaran Generator

Berdasarkan Tabel IV merupakan dat hasil penelitian keluaran daya generator, didapatkan juga putaran tertinggi dari generator 425 rpm, dan tegangan 7 V, sedangkan arus yang dihasilkan rata-rata 0,26 A maka daya dari generator yang dihasilkan dari data sebesar 1,86 Watt. Daya yang dihasilkan oleh generator dalam watt (W). Nilainya berkisar antara 1,79 W dan 1,82 W. Meskipun ada sedikit variasi, daya yang dihasilkan tetap berada dalam rentang yang dekat untuk setiap pengukuran. Dari tabel dan grafik ini, terlihat bahwa meskipun terjadi variasi dalam putaran generator dan tegangan yang dihasilkan, arus yang mengalir dan daya yang dihasilkan tetap relatif stabil. Ini menunjukkan bahwa generator mampu mempertahankan kinerja yang konsisten meskipun ada variasi dalam kondisi operasionalnya.

D. Pengujian Generator

Adapun pengujian generator pada PLTPH dilakukan dengan 2 pengujian yaitu pengujian PLTPH menggunakan generator DC dalam keadaan tanpa beban dan pengujian PLTPH menggunakan generator DC dalam keadaan berbeban. Digunakannya motor DC ini bertujuan agar dapat diatur kecepatan putaran yang bervariasi dengan kondisi pengujian tanpa beban maupun berbeban, dilakukannya pengujian tanpa beban untuk mengetahui relasi antara kecepatan putar rotor (rpm), tegangan yang dihasilkan stator (volt). Sedangkan pengujian beban dilakukan untuk mengukur putaran rotor, arus tegangan, dan daya.

- 1) Pengujian PLTPH menggunakan generator dc dalam keadaan tanpa beban

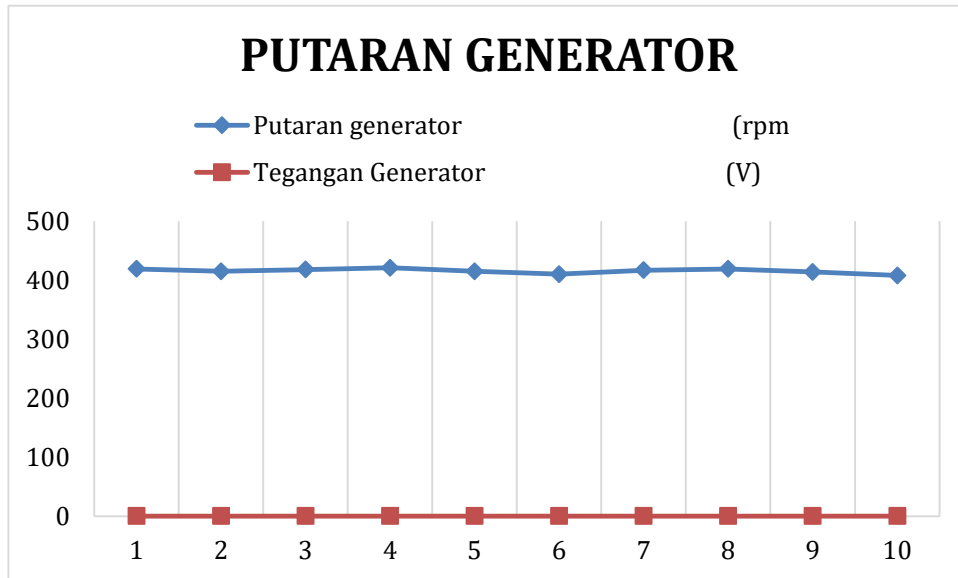
Parameter pengujian terdiri dari dua aspek utama, yaitu pengukuran putaran generator dan tegangan maksimal yang dihasilkan oleh generator ketika tidak ada beban yang terhubung. Hasil pengukuran ini menjadi dasar untuk melaksanakan pengujian pada PLTPH tanpa adanya beban. Rincian pengukuran tersebut dapat ditemukan dalam Tabel V.

TABLE V. HASIL DATA PENGUJIAN PLTPH DALAM KEADAAN TANPA BEBAN

Putaran Generator (rpm)	Tegangan Generator (V)
419	7,2
415	7,2
418	7,2
421	7,2
415	7,2
410	6,9
417	7,2
419	7,2



414	6,9
408	6,9



Gambar 7. Grafik Tegangan dan Putaran Gnerator

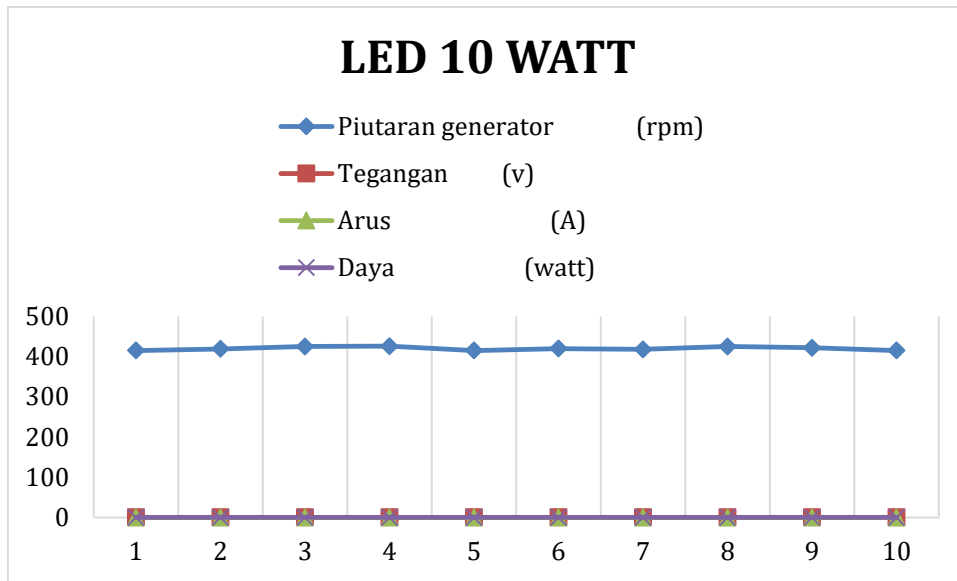
Berdasarkan Tabel V yang merupakan hasil pengujian PLTPH dalam kondisi tanpa beban, hasil pengukuran jumlah putaran yang dihasilkan oleh generator adalah 415.6 tegangan dan rpm yang dihasilkan oleh generator adalah 7.11 V.

2) Pengujian PLTPH menggunakan generator DC dalam keadaan berbeban

Parameter pengujian ini adalah pengukuran putaran generator menghasilkan tegangan, arus, dan daya, dari pengukuran untuk setiap parameter pada pengujian PLTPH dalam 3 variasi keadaan berbeban yaitu beban 10 Watt, 15 Watt, dan 20 Watt.

TABLE VI. HASIL DATA PENGUJIAN PLTPH DENGAN LAMPU 10 WATT

<i>Putaran Generator (rpm)</i>	<i>Tegangan (v)</i>	<i>Arus (A)</i>	<i>Daya (Watt)</i>
415	12,6	0,26	3,27
419	12,8	0,26	3,32
425	12,8	0,26	3,32
426	12,8	0,26	3,23
415	12,6	0,26	3,27
420	12,8	0,26	3,32
418	12,8	0,26	3,32
425	12,8	0,26	3,32
422	12,8	0,26	3,32
415	12,6	0,26	3,27

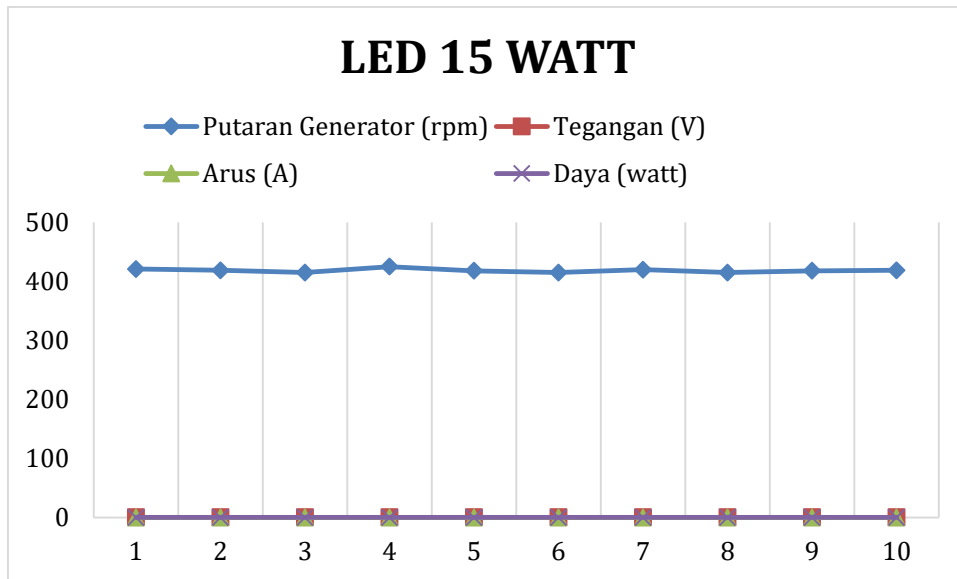


Gambar 8. Grafik Pengujian Lampu LED 10 Watt

Berdasarkan Tabel VI merupakan data hasil pengujian PLTPH pada saat berbeban lampu LED 10 watt, didapatkan putaran tertinggi yang dihasilkan oleh generator sebesar 426 rpm, didapatkan juga tegangan tertinggi dari generator 12.9 V dan rata-rata daya yang dihasilkan 3.3075 watt. Dari analisis ini, kita dapat melihat bahwa meskipun putaran generator bervariasi sedikit, tegangan, arus, dan daya relatif stabil dalam rentang pengamatan ini. Ini menunjukkan bahwa generator mampu menjaga output listriknya secara konsisten meskipun terjadi sedikit variasi dalam putaran. Hal ini menunjukkan bahwa generator tersebut memiliki kinerja yang konsisten dan dapat diandalkan dalam menghasilkan daya.

TABLE VII. HASIL DATA PENGUJIAN PLTPH DENGAN LAMPU 15 WATT

<i>Putaran Generator (rpm)</i>	<i>Tegangan (v)</i>	<i>Arus (A)</i>	<i>Daya (Watt)</i>
421	12,8	0,43	5,50
419	12,8	0,43	5,50
415	12,6	0,43	5,41
425	12,9	0,43	5,54
418	12,8	0,43	5,50
415	12,6	0,43	5,41
420	12,8	0,43	5,50
415	12,6	0,43	5,41
418	12,8	0,43	5,50
419	12,8	0,43	5,50

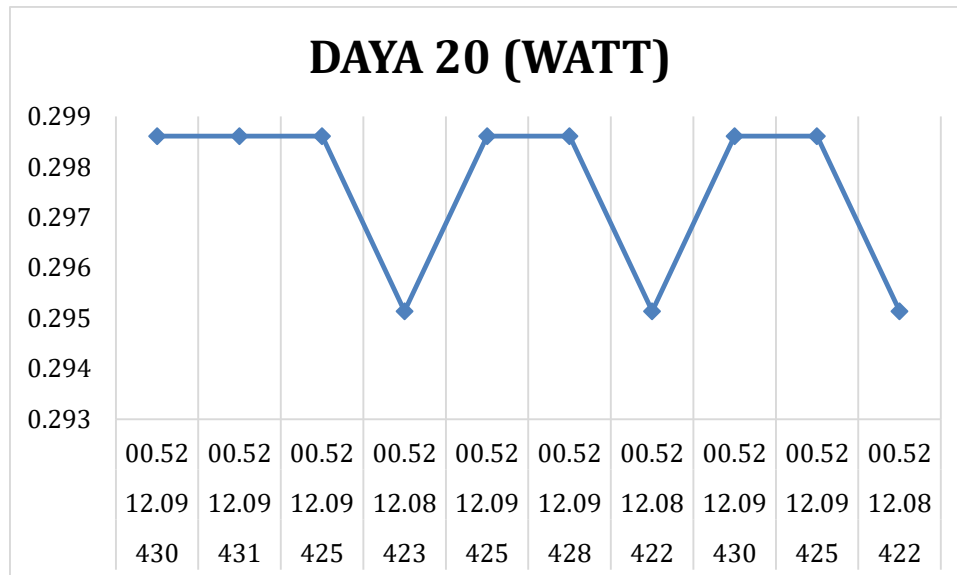


Gambar 9. Grafik Pengujian Lampu LED 15 Watt

Berdasarkan Tabel VII merupakan data hasil pengujian PLTPH pada saat berbeban lampu LED 15 Watt, didapatkan putaran tertinggi yang dihasilkan oleh generator sebesar 425 rpm, didapatkan juga tegangan tertinggi dari generator 12.8 V dan rata-rata daya yang dihasilkan 3.3075 Watt. Dari analisis ini, kita dapat melihat bahwa tegangan dan arus relatif stabil dalam rentang pengamatan ini, sementara daya juga cukup konstan meskipun terdapat sedikit variasi. Meskipun terdapat sedikit fluktuasi dalam tegangan dan daya, secara keseluruhan generator masih dapat menghasilkan output listrik dengan kinerja yang relatif konsisten. Ini menunjukkan bahwa generator tersebut mampu memberikan daya yang stabil meskipun terdapat sedikit variasi dalam putaran dan tegangan.

TABLE VIII. HASIL DATA PENGUJIAN PLTPH DENGAN LAMPU 20 WATT

<i>Putaran Generator (rpm)</i>	<i>Tegangan (v)</i>	<i>Arus (A)</i>	<i>Daya (Watt)</i>
430	12,9	0,52	6,70
431	12,9	0,52	6,70
425	12,9	0,52	6,70
423	12,8	0,52	6,65
425	12,9	0,52	6,70
428	12,9	0,52	6,70
422	12,8	0,52	6,65
430	12,9	0,52	6,70
425	12,9	0,52	6,70
422	12,8	0,52	6,65



Gambar 10. Grafik Pengujian dengan Lampu LED 20 Watt

Berdasarkan Tabel VIII merupakan data hasil pengujian PLTPH pada saat berbeban lampu LED 20 Watt, didapatkan tegangan tertinggi yang dihasilkan pada generator sebesar 12.9 V, didapatkan juga putaran tertinggi dibuat oleh generator 431 rpm dan, rata-rata daya yang diproduksi sebesar 6.685 Watt. Hasil analisis menunjukkan bahwa tegangan, arus, dan daya relatif stabil dalam rentang pengamatan ini. Meskipun terdapat sedikit variasi dalam putaran generator, tegangan dan daya yang dihasilkan tetap cukup konsisten. Ini menunjukkan bahwa generator tersebut mampu menghasilkan output listrik dengan kinerja yang stabil meskipun terdapat sedikit variasi dalam putaran.

## V. KESIMPULAN

Melalui analisis data pengukuran dan proses perhitungan yang dilakukan, kesimpulan berikut ini dapat diambil untuk memberikan gambaran mengenai hasil penelitian:

- a. Generator yang digunakan dalam penelitian ini merupakan generator DC, sehingga frekuensi yang dihasilkan oleh generator tersebut adalah sebesar 0,01 Hz. Hal ini sesuai dengan karakteristik generator DC yang menghasilkan frekuensi tetap pada nilai tersebut.
- b. Pengujian menunjukkan bahwa generator mampu mengeluarkan daya maksimal sebesar 42 Watt. Namun, dalam pengujian yang dilakukan dengan beban, daya keluaran yang dihasilkan menurun menjadi 1,86 Watt. Hal ini mengindikasikan adanya penurunan daya keluaran ketika generator diberi beban, yang mungkin disebabkan oleh faktor-faktor seperti resistansi dalam sistem atau efisiensi konversi energi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Athifah, Suwandi and A. Qurthobi, "Perancangan Tester Alat Uji Efisiensi Pembangkit Listrik Turbin Picohydro," *e-Proceeding of Engineering*, pp. 3853-3861, 2017.
- [2] P. Maher, N. P. A. Smith and A. A. Williams, "Assessment Of Pico Hydro As An Option For Off-Grid Electrification In Kenya," *Renew Energy*, vol. 28, no. 9, pp. 1357-1369, 2003.
- [3] D. Setiawan, Atmam and W. Setiawan, "Sistem Pengendalian Generator DC Eksitasi Terpisah Menggunakan Programmable Logic Controller," *Jurnal Teknik*, vol. 15, no. 1, pp. 1-8, 2021.
- [4] R. K. Kumawat, S. Chourasiya, S. Agrawal and D. K. Paliwalia, "Self Excited Induction Generator: A Review," *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology (IARJSET)*, vol. 2, no. 1, pp. 37-42, 2015.
- [5] A. Y. E. Dodu, "Pemodelan Sistem Generator Induksi Tereksitasi Sendiri (Self-Excited Induction Generator (SEIG))," *JIMT*, vol. 6, no. 2, pp. 44-53, 2009.
- [6] P. S. Iwanda, Syafriyudin and P. E. Pambudi, "Perencanaan Generator Axial Fluks Magnet Permanen Jenis Neodymium (NdFeB) Tanpa Inti Stator Pasa Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)," *Jurnal Elektrikal*, vol. 3, no. 2, pp. 23-30, 2016.
- [7] Armansyah and Sudaryanto, "Pengaruh Penguatan Medan Generator Sinkron Terhadap Tegangan Terminal," *Journal of Electrical Technology*, vol. 1, no. 3, pp. 48-55, 2016.
- [8] Yusmarto, Z. Pelawi and Y. Fauzi, "Pemanfaatan Aliran Air Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (PLTPH) di Desa Bandar

- Rahmat Kecamatan Tanjung Tiram Kabupaten Batu Bara," *Journal of Electrical Technology*, vol. 7, no. 1, pp. 25-28 , 2022.
- [9] Z. Saleh, Y. Apriani, F. Ardianto and R. Purwanto, "Analisis Karakteristik Turbin Crossflow Kapasitas 5 kW," *Jurnal Surya Energy*, vol. 3, no. 26, pp. 25-, 2019.
- [10] Mafrudin and D. Irawan, "Pembuatan Turbin Mikrohidro Tipe Crossflow Sebagai Pembangkit Listrik di Desa Bumi Nabung Timur," *TURBO*, vol. 3, no. 2, pp. 7-12, 2016.
- [11] M. Harahap, Y. T. Nugraha, M. Adam and M. S. Nasution, "Pengaruh Perubahan Variasi Eksitasi Tegangan Terhadap Daya Reaktif Pada Generator," *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 71-76, 2021.
- [12] M. Prambudi, M. Effendy and E. A. Hakim, "Analisa Perbandingan Pengaturan Frekuensi Pada PLTMH dengan PID Berbasis PSO dan GA," *JEECOM*, vol. 3, no. 2, pp. 39-47, 2021.
- [13] R. Sutjipto, H. Sungkowo and Epiwardi, "Analisis Kinerja Generator Induksi 3 Fasa Berdasarkan Regulasi Tegangannya," *Jurnal Teknik Ilmu dan Aplikasi*, vol. 3, no. 2, pp. 91-98, 2022.