

Pengaruh Variasi Bentuk Turbin Terhadap Keluaran Daya pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

Lintang Muhammad*, Reza Rahmadian, Ayusta Lukita Wardani, Aditya Chandra Hermawan

Universitas Negeri Surabaya

Abstrak: Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat masih didominasi oleh penggunaan bahan bakar fosil yang tidak terbarukan. Sebagai alternatif, energi air menjadi pilihan yang ramah lingkungan dan potensial, terutama di Indonesia yang memiliki sumber daya air melimpah. Energi dari aliran air dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Salah satu komponen utama dalam sistem ini adalah turbin air. Dalam penelitian ini bertujuan untuk membandingkan tiga bentuk turbin dengan bertujuan mengetahui efisiensi keluaran daya pada masing – masing bentuk turbin. Pengujian ini dilakukan dengan air yang ditampung di dalam kolam dialirkan dengan pompa *centrifugal* kemudian air masuk pada basin yang bertujuan untuk memutar turbin yang di kopel dengan *pulley*, kemudian *pulley* akan memutar generator yang nantinya akan menghasilkan listrik, kemudian multimeter digunakan untuk mengukur *output* tegangan yang dihasilkan oleh generator. Kesimpulan dari hasil dari pengukuran yang di lakukan diperoleh nilai tertinggi dengan bentuk turbin *vortex* dengan hasil nilai rpm tertinggi sebesar 154,5 rpm, rpm generator 393 rpm, dan tegangan 8,4 V serta arus 0,25A.

Kata Kunci: Turbin Reaksi, Generator, RPM, Tegangan, Arus

DOI:

<https://doi.org/10.47134/jte.v2i3.4764>

*Correspondence: Lintang Muhammad

Email: lintang.19013@mhs.unesa.ac.id

Received: 22-08-2025

Accepted: 22-09-2025

Published: 22-10-2025



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: The increasing demand for electrical energy is still dominated by the use of non-renewable fossil fuels. As an alternative, water energy has become a promising and environmentally friendly option, especially in Indonesia, which has abundant water resources. Energy from flowing water can be utilized to drive turbines in Micro Hydro Power Plant systems. One of the main components in this system is the water turbine. This study focuses on the effect of turbine shape variations on power output, specifically on vortex, Savonius, and Kaplan turbine types, with turbine design considered as a key factor in determining efficiency and turbine RPM. The increasing demand for electrical energy is still dominated by the use of non-renewable fossil fuels. As an alternative, water energy has become a promising and environmentally friendly option, especially in Indonesia, which has abundant water resources. Energy from flowing water can be utilized to drive turbines in Micro Hydro Power Plant (MHPP) systems. One of the main components in this system is the water turbine. This study focuses on the effect of turbine shape variations on power output, specifically on vortex, Savonius, and Kaplan turbine types, with turbine design considered as a key factor in determining efficiency and turbine

Keywords: Reaction turbine, generator, rpm, voltage, current

Pendahuluan

Pada saat ini energi listrik yang umum digunakan dari bahan bakar fosil atau sumber daya tidak terbarukan. Salah satu sumber energi yang tersedia dan terjangkau adalah air. Energi listrik dapat dihasilkan oleh turbin yang digerakkan oleh aliran air. Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) adalah jenis energi listrik yang dihasilkan dengan menggunakan aliran air, dan juga dianggap sebagai sumber energi yang ramah lingkungan (Syarif et al, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro dan menganalisis kinerja masing – masing bentuk turbin yang paling optimal dalam menghasilkan RPM dan keluaran daya.

Pemanfaatan energi air dianggap sebagai salah satu pilihan yang tepat. Selain mudah ditemukan di Indonesia persediaan air cukup melimpah. Potensi air sebagai sumber energi dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga air (PLTA) dan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) (Muis, 2010). Pemanfaatan energi air pada dasarnya adalah penggunaan energi potensial gravitasi. Energi mekanik air yang mengalir merupakan konversi energi potensial gravitasi yang digunakan untuk menggerakkan turbin. Turbin ini adalah jenis turbin air reaksi yang digunakan pada saluran air dengan *head* rendah (Kane et al., 2016). Turbin *vortex* memanfaatkan pusaran air yang berputar di dalam basin untuk menggerakkan turbin. Turbin yang berputar akan memutar poros sehingga generator juga berputar dan menghasilkan energi listrik (Power et al., 2015).

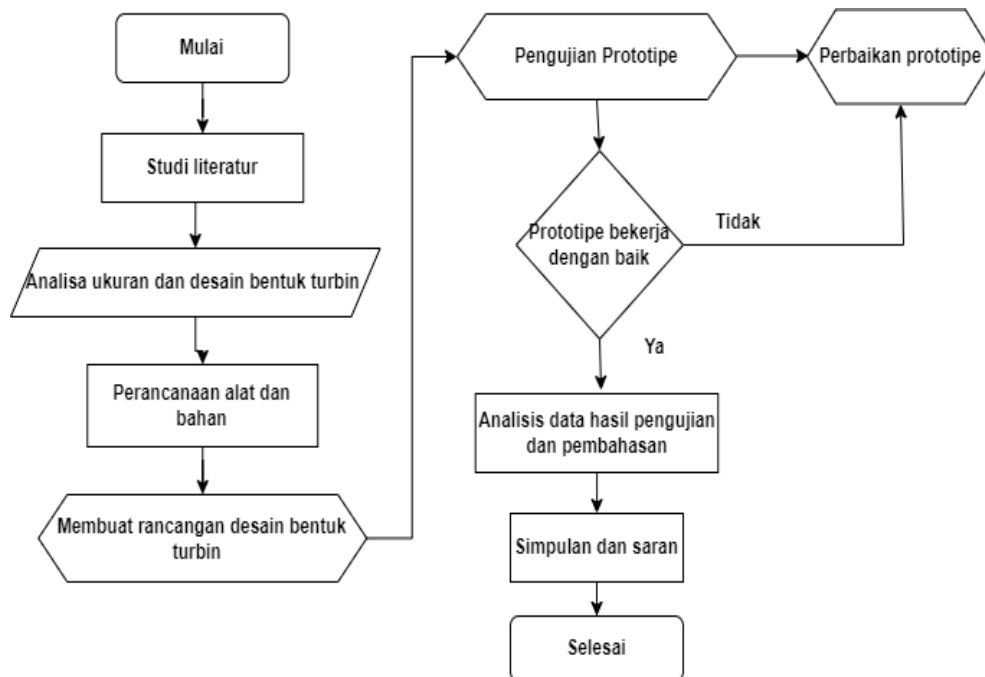
Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Misalnya (Prasetyo & Rahmadian, 2023) dimana hasil penelitian tersebut berisikan pemilihan jumlah sudu yang tepat akan mempengaruhi daya *output* yang dihasilkan turbin. Selain itu (Yani et al, 2017) dimana hasil dari penelitian tersebut berisikan pemilihan bentuk sudu yang tepat akan mempengaruhi daya *output* yang dihasilkan. Oleh karena itu dibuatkannya tugas akhir ini dengan judul “Pengaruh Variasi Bentuk Turbin Terhadap Keluaran Daya pada Turbin *Vortex* Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)”.

Metodologi

Berikut penjelasan terkait prosedur penelitian dalam penyusunan tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Variasi Bentuk Turbin *Vortex* Terhadap Keluaran Daya pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)”: Langkah pertama yang diperlukan dalam pembuatan prototipe PLTMH dengan mempelajari literatur terkait penelitian yang dikerjakan. Langkah selanjutnya menganalisa ukuran dan desain bentuk turbin *vortex*, turbin kaplan, turbin *savonius* menggunakan software *Autodesk Inventor*. Langkah selanjutnya yaitu perencanaan alat dan bahan yang di butuhkan dalam pembuatan prototipe PLTMH serta alat ukur yang digunakan. Langkah selanjutnya setelah alat terkumpul, melakukan perancangan turbin *vortex*, turbin kaplan, turbin *savonius* menggunakan *3D printing* sesuai dengan perencanaan perhitungan. Langkah selanjutnya yaitu proses pengujian prototipe. Apakah prototipe dengan baik, jika tidak sesuai maka dilakukan perbaikan pada prototipe, jika sesuai maka lanjut pada tahap pengambilan data dari prototipe. Langkah selanjutnya setelah pengambilan data telah diperoleh,

menganalisa data hasil percobaan yang telah dilakukan. Kemudian menarik kesimpulan dari hasil pengambilan data dan analisis yang telah dilakukan.

Secara garis besar, prosedur penelitian ini di jelaskan dalam diagram alur penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Pengerjaan Tugas Akhir

Hasil dan Pembahasan

Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja dari ketiga jenis turbin yang digunakan. Pengukuran meliputi Debit air, analisis kecepatan turbin berdasarkan debit air (nq), analisis kecepatan tangensial masuk sudu pada sisi luar sudu (u_1), diameter luar *runner*, diameter leher poros (D_N), lebar *runner*, jarak antar sudu, perencanaan daya hidrolis, perhitungan kecepatan putaran turbin, perhitungan perencanaan *output* daya. Sehingga diperoleh nilai dari efisiensi prototipe PLTMH turbin.

Hasil Rangkaian Alat Prototipe Turbin

Hasil Penelitian ini menggunakan tiga variasi bentuk turbin yaitu turbin *vortex*, turbin kaplan, dan turbin *savonius*. Bahan dari turbin ini adalah filamen *PLA*. Rangka menggunakan bahan *galvanis hollow* berukuran 2x2 tebal 0.8mm dengan realisasi tinggi prototipe 60cm. Untuk ukuran diameter basin 40cm berbahan plat besi tebal 1,2mm, tinggi 30cm. Pada bagian elektrik lampu menggunakan *fiting* tempel yang dihubungkan pada *output* generator. Hasil rancangan berupa alat yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Realisasi Turbin *Vortex*



Gambar 3. Realisasi Turbin *Savonius*



Gambar 4. Realisasi Turbin Kaplan



Gambar 5. Realisasi Prototipe PLTMH

Pengukuran Jumlah Putaran Turbin dan Generator pada Tiga Jenis Bentuk Turbin

Pengukuran ini bertujuan mengetahui berapa rpm turbin dan rpm generator yang dihasilkan pada ketiga turbin tersebut. Berikut hasil penelitian tersebut bisa dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 1. Pengukuran RPM Turbin

Bentuk Turbin	Jumlah Putaran Pada Turbin (rpm)		
	Sebelum Dikopel Generator	Setelah Dikopel Generator	Setelah Dikopel Beban
<i>Vortex</i>			
1.	2002 rpm	154,9 rpm	37,3 rpm
2.	1992 rpm	152,1 rpm	38,8 rpm
3.	1987 rpm	155,8 rpm	40,2 rpm
Rata - Rata	1993 rpm	154,2 rpm	38 rpm
<i>Kaplan</i>			
1.	1912 rpm	134,9 rpm	31,5 rpm
2.	1906 rpm	135,0 rpm	32,9 rpm
3.	1911 rpm	134,1 rpm	33,1 rpm
Rata - Rata	1909 rpm	134,6 rpm	32,6 rpm

Bentuk Turbin	Jumlah Putaran Pada Turbin (rpm)		
	Sebelum Dikopel Generator	Setelah Dikopel Generator	Setelah Dikopel Beban
<i>Savonius</i>			
1.	1823 rpm	129,4 rpm	30,8 rpm
2.	1792 rpm	128,9 rpm	31 rpm
3.	1802 rpm	129,5 rpm	28,8 rpm
Rata - Rata	1805 rpm	129,2 rpm	30,2 rpm

Tabel 2. Pengukuran RPM Generator

Bentuk Turbin	Jumlah Putaran Pada Generator (rpm)	
	Sebelum Dikopel Beban	Setelah Dikopel Beban
<i>Vortex</i>		
1.	1806 rpm	388,5 rpm
2.	1781 rpm	399,5 rpm
3.	1824 rpm	391,1 rpm
Rata - Rata	1803 rpm	393 rpm
Kaplan		
1.	1560 rpm	347,6 rpm
2.	1558 rpm	332,4 rpm
3.	1569 rpm	345,7 rpm
Rata - Rata	1562 rpm	341,9 rpm
<i>Savonius</i>		
1.	1521 rpm	319,7 rpm

Bentuk Turbin	Jumlah Putaran Pada Generator (rpm)	
	Sebelum Dikopel Beban	Setelah Dikopel Beban
2.	1525 rpm	322 rpm
3.	1534 rpm	333,1 rpm
Rata - Rata	1526 rpm	324,9 rpm

Pengukuran *Output* Tegangan dan Arus Pada Generator

Generator yang berputar akan menghasilkan tegangan. Pada pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui tegangan yang di keluarkan oleh generator dalam kondisi tanpa beban dan yang sudah diberi beban yang nantinya dilakukan pengujian secara terpisah pada setiap masing – masing bentuk turbin yang digunakan. Maka hasil penelitian tersebut bisa dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 3. Pengukuran Tegangan Tanpa Beban

<i>Output</i> Tegangan Generator Tanpa Beban (V)			
No.	<i>Vortex</i>	Kaplan	<i>Savonius</i>
1.	74,7 V	71,6 V	68,2 V
2.	75,3 V	72,4 V	71,9 V
3.	74 V	72,7 V	67,5 V
Rata - Rata	74,6 V	72,2 V	69,2 V

Tabel 4. Pengukuran Tegangan Berbeban

<i>Output</i> Tegangan Generator Berbeban (V)			
No.	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
<i>Vortex</i>			
1.	8,1 V	0,248 A	
2.	8,9 V	0,253 A	2,08 W
3.	8,4 V	0,243 A	

<i>Output Tegangan Generator Berbeban (V)</i>			
No.	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
Rata - Rata	8,4 V	0,248 A	
Kaplan			
1.	7,9 V	0,224 A	
2.	8,1 V	0,203 A	
3.	8,2 V	0,206 A	1,68 W
Rata - Rata	8 V	0,211 A	
<i>Savonius</i>			
1.	7,85 V	0,203 A	
2.	7,87 V	0,193 A	
3.	7,9 V	0,204 A	1,57 W
Rata - Rata	7,87 V	0,200 A	

Perhitungan Torsi

Berikut ini adalah dari nilai torsi pada kondisi tanpa beban dan berbeban.

Tabel 5. Perhitungan Torsi Tanpa Beban

Torsi		
Turbin sebelum di kopel Generator	Turbin setelah di kopel Generator	Generator
<i>Vortex</i>		
0,093 N _M	1,21 N _M	0,011 N _M
Kaplan		
0,098 N _M	1,39 N _M	0,010 N _M
<i>Savonius</i>		
0,23 N _M	3,31 N _M	0,009 N _M

Tabel 6. Perhitungan Torsi Berbeban

Torsi	
Turbin	Generator
<i>Vortex</i>	
4,92 N _M	0,522 N _M
<i>Kaplan</i>	
5,74 N _M	0,049 N _M
<i>Savonius</i>	
6,20 N _M	0,046 N _M

Efisiensi Daya

Dalam PLTMH ini, ketinggian jatuh air pada sistem ini sebesar 0,5 m, debit aliran air di dalam pipa sebesar 0,0040 m³/s, massa jenis air sebesar 1000 kg/m³ dan percepatan gravitasi bumi sebesar 9,8 m/s². Perhitungan efisiensi dapat diperoleh menggunakan rumus

$$\eta_{PLTMH} = \frac{P_G}{P_H} \times 100\%$$

Keterangan :

P_G = Daya Praktik

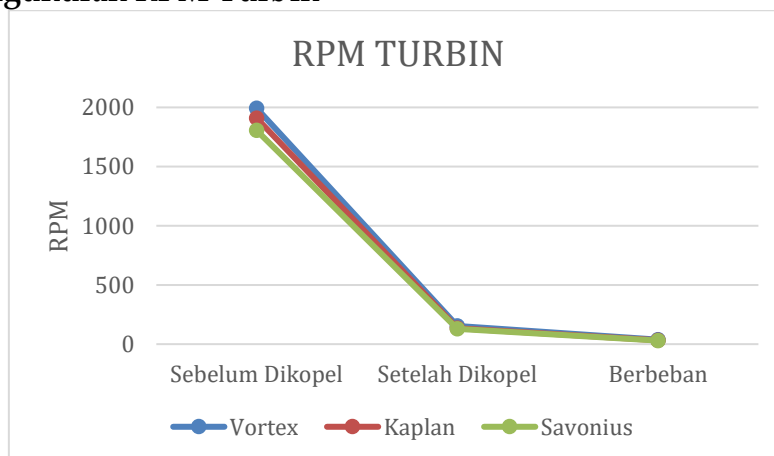
P_H = Daya Hidrolisis

η_{PLTMH} = Efisiensi Sistem PLTMH (%)

Tabel 7. Efisiensi Daya

Bentuk Turbin	Efisiensi Daya (%)
<i>Vortex</i>	10,6%
Kaplan	8,5%
<i>Savonius</i>	3,5%

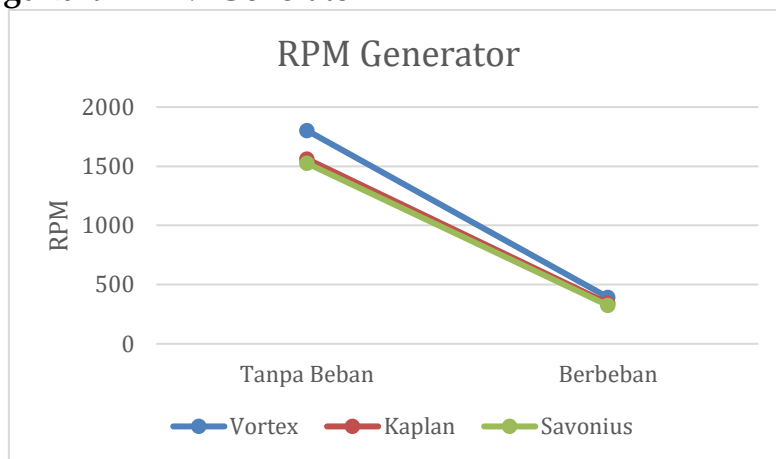
Pembahasan Pengukuran RPM Turbin



Gambar 1. RPM Turbin

Hasil dari ketiga variasi bentuk turbin tersebut, putaran turbin yang paling optimal adalah turbin *vortex* yang mempunyai nilai rpm pada saat sebelum dikopel generator sebesar 1993 rpm, saat dikopel generator sebesar 154,5 rpm, saat dikopel dengan beban sebesar 38 rpm.

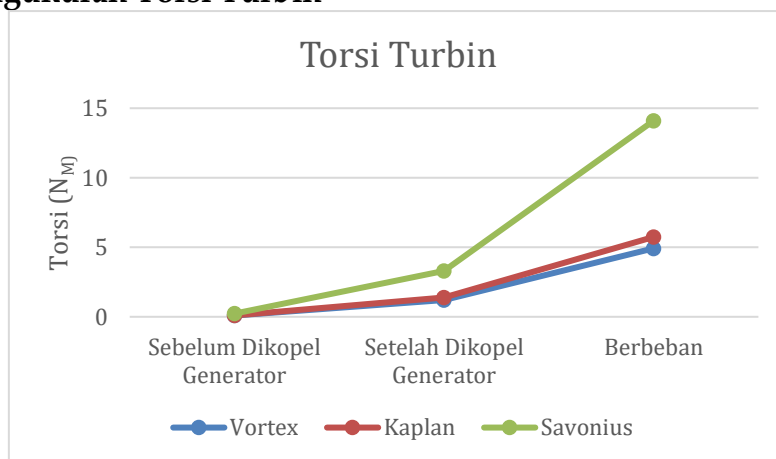
Pembahasan Pengukuran RPM Generator



Gambar 2. RPM Generator

Hasil dari ketiga variasi bentuk turbin tersebut, putaran generator yang paling optimal adalah generator yang dikopel dengan turbin *vortex* yang mempunyai nilai rpm pada saat generator tanpa beban sebesar 1806 rpm dan pada saat generator berbeban sebesar 393 rpm.

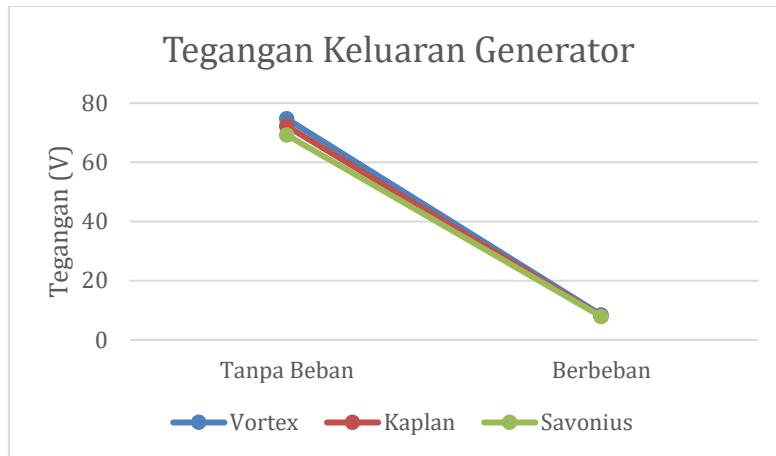
Pembahasan Pengukuran Torsi Turbin



Gambar 3. Pengukuran Torsi Turbin

Hasil dari ketiga variasi bentuk turbin tersebut, Torsi turbin yang paling ringan adalah turbin *vortex* yang mempunyai nilai torsi pada saat sebelum dikopel generator sebesar 0,093 Nm, saat setelah dikopel dengan generator sebesar 1,21 Nm, saat dikopel dengan beban sebesar 4,92 Nm. Turbin ini juga merupakan turbin dengan nilai rpm yang paling tinggi sehingga torsi yang dihasilkan akan kecil, semakin tinggi rpm maka semakin kecil torsi yang dihasilkan.

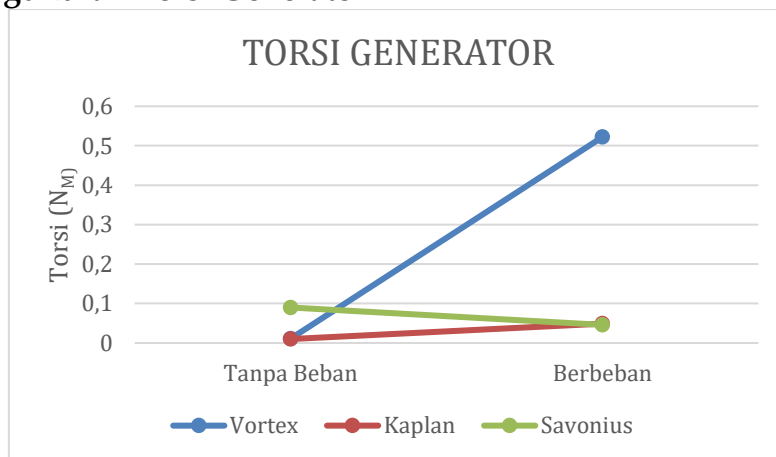
Pembahasan Pengukuran Tegangan Generator



Gambar 4. Pengukuran Tegangan Generator

Hasil dari ketiga variasi bentuk turbin tersebut, Torsi generator yang paling ringan adalah generator yang dikopel ke turbin yang mempunyai turbin *vortex* yang mempunyai nilai tegangan keluaran pada saat generator tanpa beban sebesar 74,7 V, saat generator berbeban sebesar 8,4 V.

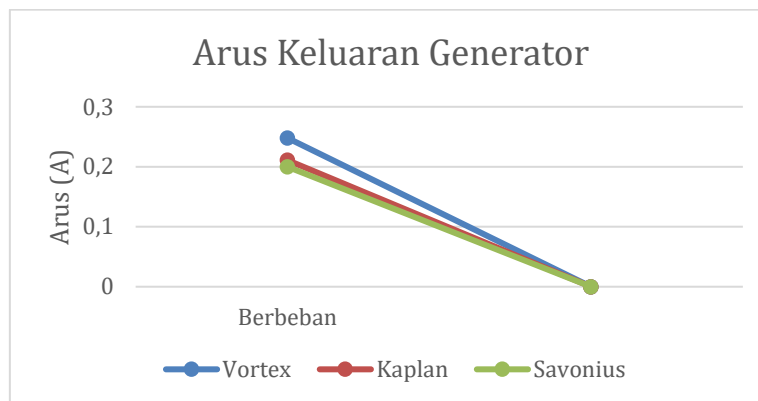
Pembahasan Pengukuran Torsi Generator



Gambar 5. Pengukuran Torsi Generator

Hasil dari ketiga variasi bentuk turbin tersebut, Torsi generator yang paling ringan adalah generator yang dikopel ke turbin yang mempunyai turbin *vortex* yang mempunyai nilai tegangan keluaran pada saat generator tanpa beban sebesar 74,7 V, saat generator berbeban sebesar 8,4 V.

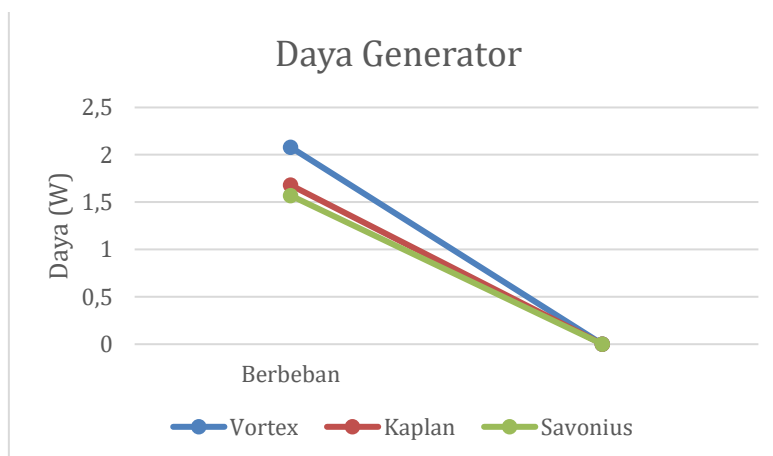
Pembahasan Pengukuran Arus Generator



Gambar 6. Arus Keluaran Generator

Hasil dari ketiga variasi bentuk turbin tersebut, daya generator yang menghasilkan daya paling besar adalah generator yang dikopel ke turbin vortex yang mempunyai nilai daya sebesar 2,08 Watt.

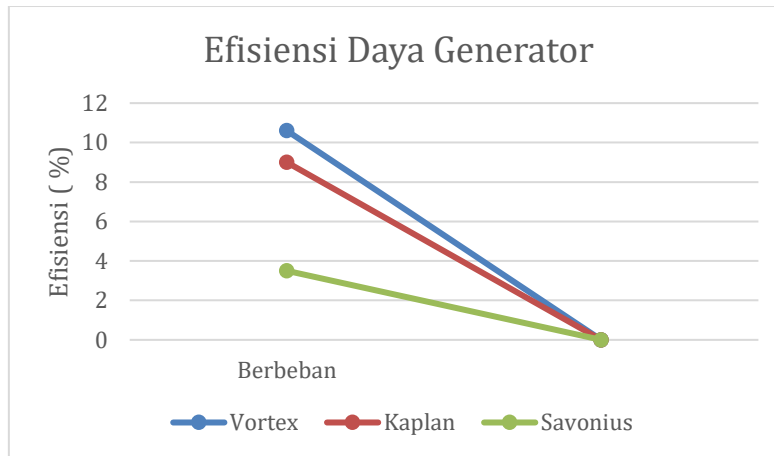
Pembahasan Pengukuran Daya Generator



Gambar 7. Pengukuran Gaya Generator

Hasil dari ketiga variasi bentuk turbin tersebut, daya generator yang menghasilkan daya paling besar adalah generator yang dikopel ke turbin *vortex* yang mempunyai nilai daya sebesar 2,08 Watt.

Pembahasan Efisiensi Daya



Gambar 8. Efisiensi Daya Generator

Hasil dari efisiensi memiliki hasil yang rendah dikarenakan daya yang digunakan beban hanya sebesar 10 watt, sehingga persentasi efisiensi menjadi rendah.

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pemilihan bentuk turbin yang tepat akan sangat mempengaruhi *output* yang dihasilkan oleh generator. Data yang diukur mengalami kenaikan dan penurunan karena pada saat pengujian sistem dipengaruhi oleh perubahan debit karena kondisi alam yang tidak menentu, pengaruh penggunaan ukuran *vanbelt* yang kurang tepat mempengaruhi kecepatan pada putaran pada *pulley*, selain itu sudut sudu miring karena sudut ini membantu mengkonversi gerak putaran air menjadi gerak rotasi pada turbin.

Dari hasil pengujian kinerja prototipe turbin dengan menggunakan beban lampu 10 watt. Pada turbin *vortex* diperoleh kecepatan putaran turbin 38 rpm dan menghasilkan kecepatan putaran generator 393 rpm serta diperoleh tegangan generator sebesar 8,4 V dan arus sebesar 0,248 A serta diperoleh daya sebesar 2,08 W. Pada turbin Kaplan diperoleh kecepatan putaran turbin 32,6 rpm dan menghasilkan kecepatan putaran generator 341,9 rpm serta diperoleh tegangan generator sebesar 8 V dan arus sebesar 0,211 A serta diperoleh daya sebesar 1,68 W. Kemudian pada turbin *savonius* diperoleh kecepatan putaran turbin 30,2 rpm dan menghasilkan kecepatan putaran generator 324,9 rpm serta diperoleh tegangan generator sebesar 7,87 V dan arus sebesar 0,200 A serta diperoleh daya sebesar 1,57 W. Hasil dari data diatas dapat disimpulkan bahwa bentuk turbin *vortex* merupakan bentuk turbin yang dapat menghasilkan rpm dan keluaran daya yang optimal.

Saran

Diharapkan pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk membuat pelindung pada generator agar dapat terlindungi dari cipratan air, kemudian diharapkan pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk menggunakan *vanbelt* dengan ukuran yang tepat agar tidak mempengaruhi kecepatan putaran pada *pulley*, kemudian diharapkan pada penelitian selanjutnya bisa menggunakan jumlah sudu turbin yang beragam agar bisa memaksimalkan putaran (rpm) pada turbin untuk dapat menghasilkan output tegangan dan arus dari generator yang lebih maksimal

Daftar Pustaka

- Al Amin, M. S. (2017). Fluktuasi Beban Pada Generator Set. *Jurnal Ampere*, 1(2), 50.
- Andi Kusumayana B, M., Arta Wijaya, I. W., & Janardana, I. G. N. (2021). Rancang Bangun Prototype Turbin Kaplan Skala Pltmh. *Jurnal SPEKTRUM*, 8(2), 160.
- Andrean, W. I. P., Janardana, I. G. N., & Arta, W. I. W. (2020). Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Menggunakan Turbin Cross-Flow. *Jurnal SPEKTRUM*, 7(4), 151.
- Annisa, A. & Khair, B. N. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terhadap Hasil Belajar IPA Siswa Kelas IV SDN Gugus I Kecamatan Kuripan Tahun. *Jurnal Ilmiah Bahasa Dan Sastra*, 7, 620–627.
- Apriansyah, F., Rusdinar, A., & Darlis, D. (2016). *Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Mikrohidro (Pltmh) Pada Pipa Saluran Pembuangan Air Hujan Vertikal Design of Micro-Hydro Power Plant on Rainwater Disposal Pipe*. 3(1), 57–64.
- Diharja, F. P., Irfa'i, & Mohammad Munib Rosadi. (2022). Analisis Pengaruh Variasi Diameter Driven Pulley Terhadap Output Kecepatan Putar dan Torsi Akhir pada Trainer Transmisi Toyota Kijang Innova E 2.0 M/T. *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu Dan Aplikasi Teknik*, 21(1), 32–41.
- Dwiyanto, V. (2016). ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) STUDI KASUS: SUNGAI AIR ANAK (HULU SUNGAI WAY BESAI). *Resma*, 3(2), 13–22.
- Farid, A. (2014). Optimasi Daya Turbin Angin Savonius Dengan Variasi Celah Dan Perubahan Jumlah Sudu. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1), 18–23.
- Hakim, R. R. Al. (2020). Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energy terbarukan Untuk Ketahanan Energi Di Indonesia. *ANDASIH Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 1–11.
- Kane, S. N., Mishra, A., & Dutta, A. K. (2016). Preface: International Conference on Recent Trends in Physics (ICRTP 2016). *Journal of Physics: Conference Series*, 755(1).
- Khan, H., Khan, I., & Binh, T. T. (2020). The heterogeneity of renewable energy consumption, carbon emission and financial development in the globe: a panel quantile regression approach. *Energy Reports*, 6, 859–867.
- Kurniawan, Y. H., Mujiburrahman, & Arifin, J. (2019). Efektifitas Sudut Sudu Pengarah Pada Perancangan Turbin Kaplan Tipe Open Flume Dengan Daya 100 W. *Concept and Communication*, 23, 301–316.

- Kusnadi, K., Mulyono, A., Pakki, G., & Gunarko, G. (2018). Rancang Bangun Dan Uji Performansi Turbin Air Jenis Kaplan Sekala Mikrohidro. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 7(2).
- Luo, C., & Wu, D. (2016). Environment and economic risk: An analysis of carbon emission market and portfolio management. *Environmental Research*, 149, 297–301.
- Mk, M. K., & Listrik, P. (2022). *Universitas Negeri Surabaya Fakultas Vokasi Program Studi D4 Teknik Listrik*. 2021.
- Muis, A. (2010). Turbin Air Pada PLTA Larona. *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Terapan*, 7, 61–69.
- McNabola, A., & Coughlan, P. (2015). A Parametric Experimental Investigation of the Operating Conditions of Gravitational Vortex Hydropower (GVHP). *Journal of Clean Energy Technologies*, 4(2), 112–119.
- Prasetyo, H. B., & Rahmadian, R. (2023). Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Menggunakan Turbin Vortex. *Jurnal Teknik Elektro*, 12(2), 65–73.
- Prasetyo, W. D. (2018). Rancang Bangun Turbin Vortex Skala Kecil Dan Pengujian Pengaruh Bentuk Penampang Sudu Terhadap Daya. In *Universitas Islam Indonesia*.
- Pudja Dianda Mayapada, G., Jasa, L., & Suartika, I. M. (2022). Rancang Bangun Prototype Turbin Vortex Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh). *Jurnal SPEKTRUM*, 9(3), 44.
- Purnama, A. C., Hantoro, R., & Nugroho, G. (2013). *Rancang bangun turbin air sungai poros vertikal tipe Savonius dengan menggunakan pemandu arah aliran*. 2(2).
- Ridwan, M., AM, S., Ulum, B., & Muhammad, F. (2021). Pentingnya Penerapan Literature Review pada Penelitian Ilmiah. *Jurnal Masohi*, 2(1), 42.
- Saputra, I. G. N., Jasa, L., & Arta Wijaya, I. W. (2020). Pengaruh Jumlah Sudu Pada Prototype Pltmh Dengan Menggunakan Turbin Pelton Terhadap Efisiensi Yang Dihasilkan. *Jurnal SPEKTRUM*, 7(4), 161.
- Syarif, A., Trisnaliani, L. (2019). Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Turbin Pelton The Design Of Pelton Turbine Micro Hydro Power. *Kinetika*, m, 1–6.
- Yani, M.Haidar, R.Erianto. (2017). PENGARUH VARIASI BENTUK SUDU TERHADAP KINERJA TURBIN AIR KINETIK (Sebagai Alternatif Pembangkit Listrik Daerah Pedesaan). *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 5(1), 1-6.
- Yulistiyanto, B., & Hizhar, Y. (2012). Effect Of Flow Discharge and Shaft Slope Of Archimedes (Screw) Turbin on The Micro-Hydro Power Plant. *Dinamika TEKNIK SIPIL*, 12(1), 1–5.
- Zhipeng, T., Yingxue, Y., Liang, Z., & Bowen, Y. (2013). A review on the new structure of savonius wind turbines. *Advanced Materials Research*, 608–609(December), 467–478.