

DESIGN AND PERFORMANCE TEST OF THE SAVONIUS TYPE VERTICAL SHAFT WATER TURBINE USING THE ADDITION OF A CONCENTRATOR

Aldi Tri Johan Atmaja¹

ABSTRACT

Currently, the availability of fossil energy is decreasing, the use of fossil energy has been overused. So that we need renewable and environmentally friendly energy sources to replace the depleting fossil energy. One of the renewable energies that can be used as a substitute for fossil energy is water energy. The purpose of this study was to determine the effect of adding a water flow concentrator on the performance of the Savonius Type Vertical Shaft Water Turbine. This study used experimental design research. The results showed that the addition of a water flow concentrator affected the performance of the turbine. The Savonius Type Vertical Shaft Water Turbine with a concentrator gives a higher effect on the water flow rate of 2.17 m / s, with a turbine rotation of 94 rpm, the highest turbine power produced by the turbine is 176.6 Watt, and the turbine efficiency is obtained 85%

Keywords: Turbine, Concentrator, Savonius, Water Turbine, Performance

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di Indonesia saat ini masih didominasi oleh energi yang berbasis bahan bakar fosil, seperti minyak bumi dan batu bara. Pada saat ini jumlah penggunaan batu bara sekitar 28,7% dan akan meningkat menjadi pesat menjadi 74,1% pada tahun 2025 (*World Energy Council.2017*). Permintaan listrik pada tahun 2025 pada masing-masing skenario akan tumbuh 11-12%. Permintaan listrik sampai tahun 2050 disemua skenario masih didominasi oleh sektor rumah tangga, kemudian sektor

¹ Universitas PGRI Semarang, Kota Semarang, Indonesia

*Corresponding author:

alditrijoan98@gmail.com

industri dan komersial (Out Look Energi Indonesia, 2019).

Penggunaan sumber energi fosil mempunyai beberapa kerugian diantaranya hasil pembakaran bahan bakar fosil adalah CO₂ yang dapat meningkatkan gas rumah kaca. Selain itu bahan bakar fosil merupakan energi yang tidak terbarukan, sehingga jika dilakukan *eksploitasi* terus menerus akan habis. Oleh karena itu didapatkan pengembangan energi alternatif yang dapat menggantikan energi fosil yang lebih ramah lingkungan dan bersifat terbarukan yaitu salah satunya turbin air, dimana turbin air merubah energi kinetik aliran air untuk menggerakkan turbin.

Perkembangan turbin air di Indonesia mempunyai kelemahan yaitu kecepatan aliran air yang relatif kecil, oleh karena itu untuk memenuhi daya yang sesuai maka perlu dilakukan suatu inovasi terhadap turbin. Turbin air tipe *Savonius* menjadi pilihan untuk memanfaatkan kecepatan aliran air yang relatif kecil karena memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan tipe turbin lainnya diantaranya: konstruksi sudu yang sederhana, biaya pembuatan murah, mudah dibuat. Turbin Savonius biasanya terdiri dari dua atau tiga buah sudu, jika dipandang dari atas akan tampak seperti huruf "S" (Ali, 2013).

Beberapa Penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kinerja turbin ini, seperti penelitian pengaruh jumlah blade, penggunaan penutup rotor, dan overlap ratio turbin Savonius terhadap performance. Jumlah sudu yang diteliti adalah 2,3, dan 4 buah, sedangkan variasi overlap ratio 0,0, 0,2, 0,25, 0,3 dan 0,35. Hasilnya rotor Savonius 2 blade lebih efisien dibandingkan dengan 3 ataupun 4 blade, penggunaan penutup rotor menghasilkan efisiensi yang lebih besar daripada tanpa penutup rotor, rotor tanpa overlap ratio memiliki koefisien power yang lebih besar dibanding rotor dengan overlap ratio, Mahmoud dkk. (2012). Akhir-akhir ini penggunaan turbin Savonius telah banyak dikembangkan sebagai pembangkit tenaga air, seperti penelitian yang dilakukan Golecha dkk. (2011) meneliti tentang pengaruh posisi blade deflector terhadap performance turbin. Turbin ini diuji pada aliran air dengan kecepatan rendah sekitar 0.45 m/s. Selanjutnya Purnama dkk. (2013) meneliti tentang rancang bangun turbin air menggunakan turbin Savonius pada aliran sungai dengan pemandu arah

aliran. Hasilnya Turbin ini dapat berputar 20 rpm pada kecepatan aliran 0,30 m/s. Dengan penambahan pengarah aliran terjadi peningkatan menjadi 33 rpm. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini akan memanfaatkan energi air sebagai salah satu solusi untuk menangani masalah krisis energi dengan melakukan pengembangan turbin air tipe *savonius* dengan judul skripsi Rancang Bangun Serta Uji *Performance* Turbin Air Poros *Vertical Tipe Savonius* dengan Penambahan Konsentrator.

Berdasarkan latar belakang diatas maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah desain (rancangan) Turbin Poros *Vertical Tipe Savonius*?
2. Bagaimanakah pengaruh penambahan konsentrator aliran air terhadap performance turbin air?

Tujuan utama dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui perancangan serta pembuatan Turbin Air Poros *Vertical Tipe Savonius* dengan Penambahan Konsentrator.
2. Mengetahui pengaruh putaran turbin (n) terhadap Daya Turbin (P_t) akibat penambahan konsentrator aliran air.
3. Mengetahui pengaruh Daya turbin (P_t) terhadap *Efisiensi* turbin (η_t) akibat penambahan konsentrator aliran air.

METODE

Metode penelitian ini meliputi studi literatur studi kepustakaan, kajian-kajian dari teori-teori, buku-buku dan tulisan-tulisan yang terkait dengan Turbin Air Poros *Vertical Tipe Savonius* Menggunakan Penambahan Konsentrator. Menggunakan pendekatan penelitian eksperimen. Metode penelitian eksperimen merupakan suatu metode penelitian untuk menguji apakah variabel-variabel pada eksperimen efektif atau tidak. Untuk menguji efektif atau tidaknya harus digunakan variabel control.

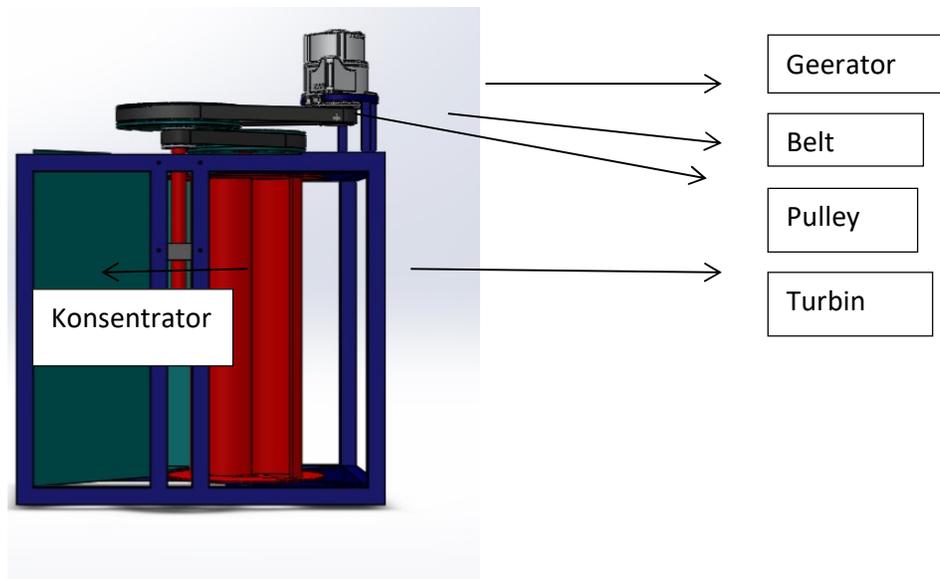
Desain Turbin Air Poros *Vertical Tipe Savonius*

Pembuatan Turbin air jenis *savonius* poros vertikal dilaksanakan di Laboratorium

Teknik Mesin UPGRIS. Rancangan turbin ini diharapkan dapat digunakan pada profil sungai /irigasi dengan aliran rendah. ketinggian dari turbin disesuaikan dengan kedalaman sungai yang rendah. berdasarkan studi literatur dan teori yang mendukung pada tinjauan pustaka, turbin yang akan dibuat adalah turbin air jenis *savonius* poros *vertical*.

Adapun beberapa pekerjaan yang dilakukan adalah:

- a. Pembuatan sudu dari bahan galvanis.
- b. Pembuatan poros dari bahan besi beton.
- c. Pembuatan rumah turbin (*casing*) dari bahan besi hollo.
- d. Pembuatan saluran konsentrator bahan galvanis.



Gambar 1. Desain Turbin Air Poros *Vertical* Tipe *Savonius*

Pengujian Turbin Air Savonius

Pengujian Turbin air *savonius* dilakukan di Sungai Tinjomoyo Semarang performa turbin dengan menggunakan tekanan air sebagai penggerak turbin. Pengujian meliputi kecepatan arus air, kecepatan putar menggunakan tachometer serta data yang diperoleh selanjutnya dianalisa.



Gambar 2. Pengujian turbin air savonius di Sungai Tinjomoyo Semarang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Turbin dan putaran dari kecepatan air tanpa melalui konsentrator aliran. adapun perhitungan perubahan kecepatan aliran tanpa melalui konsentrator seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Kecepatan Aliran Air Terhadap RPM Tanpa Konsentrator

Percobaan	Tanpa Konsentrator					
	V	n(rpm)	v (volt)	I (Ampere)	F (N)	U (m/s)
1	0,64	16	4,7	0,25	10,8	0,17
2	0,66	19	5	0,29	11,6	0,2
3	0,78	23	6,2	0,4	16,2	0,24
4	0,91	30	7,8	0,53	24,3	0,31
5	1	34	9,2	0,67	30,1	0,36

Turbin dan putaran dari kecepatan air melalui konsentrator aliran. adapun perhitungan perubahan kecepatan aliran melalui konsentrator adalah sebagai berikut :

Tabel 1 Kecepatan Aliran Air Terhadap RPM dengan Kosentrator

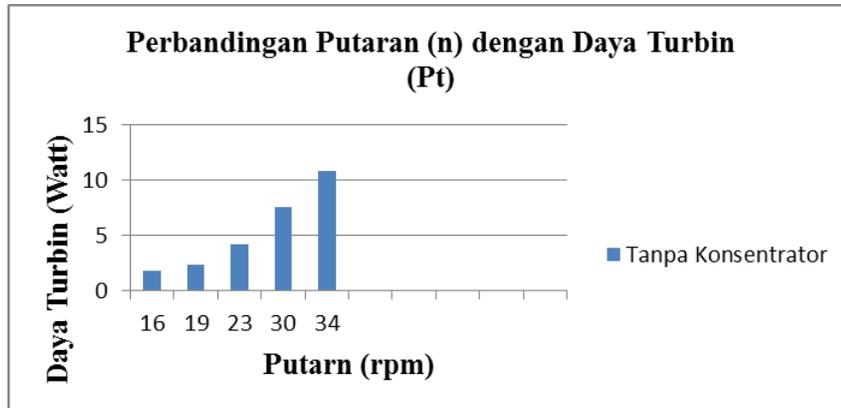
Percobaan	Dengan Kosentrator					
	V(m/s)	n(rpm)	v (volt)	I (Ampere)	F (N)	U (m/s)
1	1,4	53	9,6	0,69	65,3	0,55
2	1,43	56	10,2	0,7	67,3	0,57
3	1,69	67	10,3	0,75	99,4	0,7
4	1,97	80	11,5	0,78	139,8	0,84
5	2,17	94	11,8	0,81	180,2	0,98

Dari pengujian tanpa kosentrator dan dengan kosentrator, adapun data-data yang dihasilkan sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian

Tanpa Kosentrator					Dengan Kosentrator				
V (m/s)	Pa (Watt)	Pt (Watt)	Pg (Watt)	η_t (%)	V (m/s)	Pa (Watt)	Pt (Watt)	Pg (Watt)	η_t (%)
0,64	5,1	1,8	1,2	35%	1,4	53,8	35,9	6,6	66%
0,66	5,6	2,3	1,45	41%	1,43	57,3	38,4	7,14	67%
0,78	9,3	4,2	2,84	45%	1,69	95	69,6	7,7	73%
0,91	14,8	7,5	4,1	51%	1,97	149,8	116,8	9	78%
1	20	10,8	6,2	54%	2,17	200,3	176,6	9,6	85%

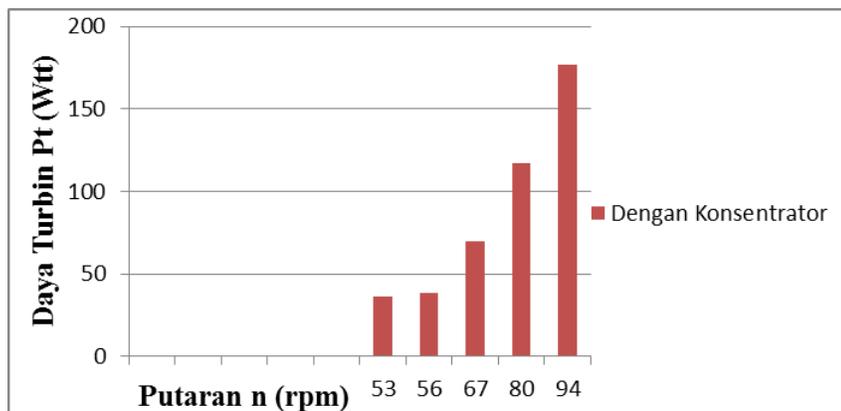
Grafik Putaran (n) dengan Daya Turbin (Pt) Tanpa Konsentrator



Gambar 8 Grafik Putaran dengan daya turbin tanpa konsentrator

Dari gambar 8 Grafik di atas di dapat data bahwa semakin banyak putaran turbin, maka semakin besar daya yang dihasilkan oleh turbin dapat disimpulkan bahwa putaran turbin berbanding lurus dengan daya turbin. Tanpa konsentrator aliran putaran tertinggi 34 rpm dengan daya turbin 10,8 Watt.

Grafik Putaran (n) dengan Daya Turbin (Pt) Dengan Konsentrator

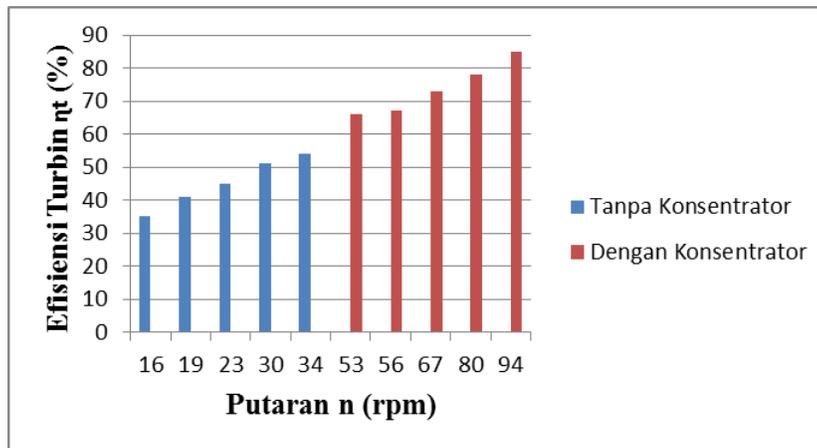


Gambar 9 Grafik Putaran dengan Daya Turbin dengan Konsentrator

Dari gambar 9 Grafik di atas di dapat data bahwa semakin banyak putaran turbin, maka semakin besar daya yang dihasilkan oleh turbin dapat

disimpulkan bahwa putaran turbin berbanding lurus dengan daya turbin. Putaran tertinggi 94 rpm daya turbin 176,6 Watt dengan menggunakan konsentrator aliran.

Grafik Putaran (n) dengan Efisiensi Turbin (η_t)



Gambar 10 Grafik Putaran dengan Efisiensi Turbin

Dari gambar 10 Grafik di atas di dapat data bahwa semakin banyak putaran turbin, maka semakin besar efisiensi turbin yang dihasilkan oleh turbin. Tanpa konsentrator aliran putaran tertinggi 34 rpm dengan efisiensi turbin 54% menjadi putaran tertinggi 94 rpm daya turbin 85% dengan menggunakan konsentrator aliran.

KESIMPULAN

1. Pada pembuatan turbin air ini dibutuhkan besi hollow 1,5 x 2 dengan panjang 100 cm sebagai *frame body* sebanyak 7 buah, bahan besi beton diameter 2 cm dengan panjang 50 cm sebagai poros turbin dan besi galavanis 1 x 1 dengan tebal 1 mm sebagai konsentrator dan turbin sebanyak 2 buah.
2. Dari hasil penelitian dan perhitungan turbin air tanpa konsentrator diperoleh putaran turbin (n) 34 rpm Daya turbin (P_t) tertinggi sebesar 10,8 Watt dengan kecepatan aliran air 1 m/s dan Efisiensi Turbin (η_t) 54%, dengan konsentrator

putaran turbin (n) 94 rpm Daya turbin (P_t) tertinggi sebesar 176,6 Watt dengan kecepatan aliran air 2,17 m/s dan Efisiensi Turbin (η_t) 85%.

3. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa turbin air poros *vertical type savonius* dengan konsentrator lebih memiliki pengaruh lebih besar atau peningkatan drastis dalam putaran turbin (n) sebesar 94 rpm, kecepatan aliran air (v) 2,17 m/s, Daya turbin (P_t) 176,6 Watt, dan Efisiensi Turbin (η_t) 85% dari pada tanpa konsentrator. Pengaruh dari variasi kecepatan aliran air terhadap performance turbin air poros *vertical type savonius* yaitu semakin besar kecepatan aliran air maka semakin besar pula kecepatan putaran turbin (rpm), sehingga daya putaran poros/shaft turbin (P_t) berbanding lurus dengan Efisiensi Turbin (η_t).

DAFTAR PUSTAKA

- Purnama A. C., Hantoro R., Nugroho G., 2013, Rancang bangun turbin air sungai poros vertikal tipe Savonius dengan menggunakan pemandu arah aliran, Jurnal Teknik ITS, 2(2), B278-B282.
- Alit, I. B., Padang, Y. A., Sutanto, R., & Susana, I. G. B. (2020). Pengaruh rasio konsentrasi pada turbin air Savonius. *Dinamika Teknik Mesin*, 10(1), 18-24.
- Mahmoud N.H., Haroun A.A., Wahba E., Nasef M.H., 2012, An experimental study on improvement of Savonius rotor performance, *Alexandria Engineering Journal*, 51, 19-25.
- Alit, I. B., Mara, I. M., Susana, I. G. B., & Sapri, S. (2019). Uji performance turbin Savonius dengan penambahan konsentrator pada aliran air. *Dinamika Teknik Mesin: Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin*, 9(1), 58-64.
- Setiawan, P. A., Yuwono, T., Widodo, W. A., Julianto, E., & Santoso, M. (2019). Numerical study of a circular cylinder effect on the vertical axis Savonius water turbine performance at the side of the advancing blade with horizontal distance variations. *International Journal of Renewable Energy Research*, 9(2), 978-985.
- Lutfi, F. S., Nugroho, G., & Musyafa, A. (2013). Rancang bangun turbin angin vertical

- jenis savonius dengan variasi jumlah stage dan phase shift angle untuk memperoleh daya maksimum. Paper and presentation of physics Engineering, 1(1), 1-5.
- M Iqbal, N. (2017) Kajian Eksperimen Pengaruh Penambahan Silinder Sirkular Terhadap Kinerja Turbin Air Savonius Sumbu Vertikal (Studi Kasus Perubahan Jarak Kedua Silinder Sirkular Terhadap Tegak Lurus Arah Aliran).
- Wahyudi, B., & Widodo, S. A. (2016, October). Studi Simulasi Penggunaan Nozzle-Diffuser Savonius Tandem Pada Turbin Air Cross Flow Sumbu Vertikal (CROSSVAT). In Prosiding Sentrinov (Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif) (Vol. 2, No. 1, pp. 75-83).
- Sanditya, T. A. (2016). Pengaruh Sudut Kelengkungan Sudut Savonius pada Horizontal Axis Water Turbine Terhadap Power Generation.
- Prawira, Y. E., & Wihadi, R. D. (2019, December). Performance of horizontal axis Savonius water turbine using deflector angle variations. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2202, No. 1, p. 020114). AIP Publishing LLC.
- Outlook Energi Indonesia ISSN 2527-3000 Tahun 2019 Tentang Gambaran Proyeksi dan Penyediaan Energi Nasional.
- Paryatmo, Wibowo. (2007). Turbin Air. Cetakan 1. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Rajput, R. K. 1998. A Textbook Of Fluid Mechanics– First Edition. S. Chand & Company LTD. New Delhi.
- Aritonang, R. M. A. A. (2018). Rancangan Pengujian Serta Pembuatan Turbin Air Kinetik Tipe Savonius Poros Vertikal Menggunakan Pemandu Arah Aliran dengan Pemanfaatan Aliran Sungai.
- Abadi, R. P. (2018). Kincir Air Poros Vertikal Tipe Savonius Dua Sudu Terbuka Dengan Menggunakan Deflektor. Teknik Mesin, Universitas Sananta Dharma.
- Khurmi, R.S. 1970. A Textbook Of Hydraulics, Fluid Mechanics And Hydraulic Machines. S. Chand & Company LTD. New Delhi.
- Voith-Siemens, 2005. Turbina Franscinas. Publish.
- Golecha, K., Eldho, T. I., & Prabhu, S. V. (2011). Influence of the deflector plate on the

performance of modified Savonius water turbine. *Applied Energy*, 88(9), 3207-3217.

Sularso-Kiyokatsu Suga. (2000). *Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Penerbit PT PRADNYA PARAMITA.