

# PENGARUH VARIASI KEDALAMAN LENGKUNG SUDU TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN SAVONIUS TIPE U

<sup>1</sup>Chandra Julian, <sup>2</sup>Mujiburrahman, <sup>3</sup>Muhammad Suprpto

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan MAB

Jl. Trans Kalimantan, Kec. Alalak, Kab. Barito Kuala. 70582, Kalimantan Selatan

Chandrajulian34@gmail.com

## Abstrak

Salah satu energi terbarukan yang bisa digunakan untuk skala kecil adalah energi angin. Potensi angin di Indonesia pada umumnya memiliki kecepatan angin rendah khususnya di banjarmasin kalimantas selatan yaitu kisaran 2-5 m/s. Sehingga tubin yang optimal diterapkan sesuai dengan kecepatan angin di Banjarmasin adalah turbin angin jenis savonius. Pada penelitian ini yang ditawarkan oleh peneliti untuk meningkatkan kinerja turbin angin savonius yaitu mengembangkan kelengkungan sudu. Ada beberapa kedalaman lengkung yang ditawarkan pada penelitian ini yaitu 3cm, 5cm, 7cm. Adapun hasil yang didapatkan, kedalaman lengkung sudu 3cm mampu memaksimalkan kecepatan angin dengan baik. Dimana dari hasil pengujian dengan berbagai kondisi angin pada wind tunnel rasio kedalaman lengkung sudu 3cm mampu memaksimalkan efek dorong angin untuk menciptakan *self starting* sudu. Jika dibandingkan dengan kedalaman lengkung sudu 5cm, 7cm. Dimana kedalaman lengkung sudu 3cm memiliki nilai tertinggi putaran sebesar 79.98 rpm dengan daya yang dihasilkan sebesar 3.94 watt, sedangkan nilai terendah putaran yang dihasilkan sebesar 69.28 rpm dengan daya yang dihasilkan sebesar 3.28 watt. Untuk kedalaman lengkung sudu 5cm memiliki nilai tertinggi yang dihasilkan sebesar 61.36 rpm dengan daya yang dihasilkan sebesar 3.84 watt, sedangkan nilai terendah putaran yang dihasilkan sebesar 54.40 rpm dengan daya yang dihasilkan sebesar 2.71 watt. Kemudian untuk kedalaman lengkung sudu 7cm memiliki nilai tertinggi putaran sebesar 78.02 rpm dengan daya yang dihasilkan sebesar 3.89 watt, sedangkan nilai terendah putaran yang dihasilkan sebesar 56.02 rpm dengan daya dihasilkan sebesar 2.84 watt.

**Kata Kunci** : Turbin angin savonius, Lengkung sudu, Kinerja turbin

## Abstract

*One of renewable energies that can be used on a small scale is wind energy. Wind potential in Indonesia generally has a low wind speed, especially in Banjarmasin, south Kalimantan, which is in the range of 2-5 m/s. so that the optimal turbine applied in accordance with the wind speed in Banjarmasin is the savonius type wind turbine. In this study offered by researchers to improve the performance of savonius wind turbines, namely developing the curvature of the blade. There are several curved depths offered in this research, namely 3cm, 5cm, and 7cm. As for the result obtained, the blade curve depth of 3cm is able to maximize wind speed well. Where from the test result with various wind conditions in the wind tunnel, the ratio of the blade arch depth of 3cm is able to maximize the effect of wind thrust to create self starting blades. When compared to the depth of the blade 5cm or 7cm. Where the blade arch depth of 3cm has the highest value of rotation of 79.98 rpm with a generated power of 3.94 watts, while the lowest value of rotation generated is 69.28 rpm with a generated power of 3.28 watts. For the depth of the blade curve of 5cm, the highest value of rotation is 61.36 rpm with a power generated*

of 3.84 watts, while the lowest value of rotation generated is 54.40 rpm with a power generated of 2.71 watts. Then for the blade curve depth of 7cm has the highest value of rotation of 78.02 rpm with a power generated of 3.89 watts, while the lowest value of rotation of 56.02 rpm with a power generated is 56.02 rpm with a power generated of 2.82 watts.

**Keywords** : Savonius wind turbine, Blade curvature, Performance turbine.

## PENDAHULUAN

Untuk memenuhi kebutuhan energi serta membantu mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca dan mengurangi ketergantungan akan sumber daya energi fosil, maka perlu ditingkatkan upaya untuk pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT), salah satu solusinya yang saat ini digunakan secara komersil di Indonesia diantaranya adalah energi air, panas bumi, energi angin, energi matahari, bio gas dan masih banyak energi terbarukan yang masih dalam pengembangan. Salah satu sumber energi terbarukan yang bisa digunakan dalam skala kecil adalah energi angin. Sumber energi berlimpah dan dapat diperbaharui sehingga sangat berpotensi untuk dikembangkan. Potensi angin di Indonesia pada umumnya memiliki kecepatan angin rendah khususnya di Banjarmasin, Kalimantan Selatan yaitu kisaran 2 m/s – 5 m/s (*Global Wind Atlas*), sehingga turbin yang optimal diterapkan sesuai dengan kecepatan angin di Banjarmasin adalah turbin jenis savonius.

Turbin angin savonius mampu menerima angin dari segala arah karena memiliki sisi cekung dan cembung yang saling berlawanan yang dihadapkan pada arah datangnya angin. Sisi cembung yang dihadapkan pada arah datangnya angin menjadi penghambat karena menghasilkan torsi negative yang berlawanan dengan arah putaran turbin. (Altan dkk. 2012). Ada beberapa penelitian mengenai turbin angin savonius yang pernah dilakukan antara lain “*An Experimental Study On Improvement Of Savonius Rotor Performance*” (N.H. Mahmoud. Dkk,

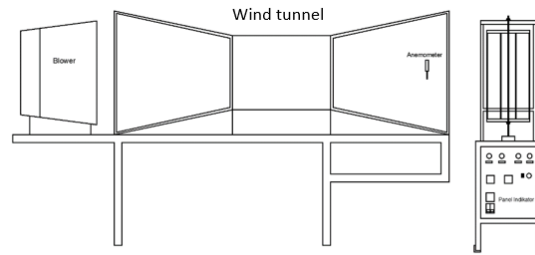
2012), “*Influence Of Blade Overlap And Blade Angle On The Aerodynamic Coefficients In Vertical Axis Swirling Type Savonius Wind Turbine*” (A. Al-Faruk, 2014), “*Pengujian Kinerja Turbin Angin Savonius Sumbu Vertical Overlap Dengan Deflector Lengkung Ganda*” (Halil Muhammad, 2018), “*Simulasi Kincir Angin Savonius Dengan Variasi Pengarah*” (Budi Sugiharto. Dkk, 2017), “*Pengaruh Pengarah Angin dan Kecepatan Angin Pada Turbin Savonius Tiga Sudu Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan*” (Sudirman. Hadi Santoso, 2020), “*Pengaruh Kelengkungan Sudu Terhadap Kinerja Turbin Angin Savonius*” (Jamal. A.M.Shiddiq Yunus. Lewi, 2019).

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan dapat dikatakan bahwa dengan mengubah desain turbin angin savonius baik dari segi bentuk, overlap ratio, jumlah dan kelengkungan sudu mampu mempengaruhi kinerja dari turbin angin savonius. Karena pada dasarnya adalah tujuannya untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi dari kerja turbin angin tersebut. Pada penelitian ini metode yang ditawarkan untuk meningkatkan kinerja turbin angin savonius adalah mengembangkan kelengkungan sudu. Kelengkungan sudu diharapkan dapat bekerja secara optimal di kecepatan angin rendah kisaran 2 m/s – 5 m/s yang ada di Kalimantan Selatan khususnya daerah Banjarmasin.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Kalimantan Banjarmasin

menggunakan *wind tunnel*. Metode yang digunakan yaitu eksperimental, dimulai dari membaca studi literatur penelitian sebelumnya, kemudian merumuskan masalah dan tujuan penelitian, membuat desain perencanaan alat, menyiapkan bahan dan peralatan yang digunakan, selanjutnya melakukan pengujian untuk mendapatkan data, adapun variabel pengujian yang difokuskan yaitu pada kedalaman lengkung sudu dengan 3 variasi diantaranya 3cm, 5cm, dan 7cm dengan variasi kecepatan angin diantara 2-5 m/s. pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan kecepatan angin yang berbeda-beda diantaranya 2.9, 3.7, 3.9, 4.5, 5.5 m/s. selanjutnya melakukan Analisa data hasil pengujian sesuai dengan parameter pengujian, dan kemudian melakukan evaluasi dan rekomendasi hasil data pengujian turbin yang mempunyai kinerja lebih baik.



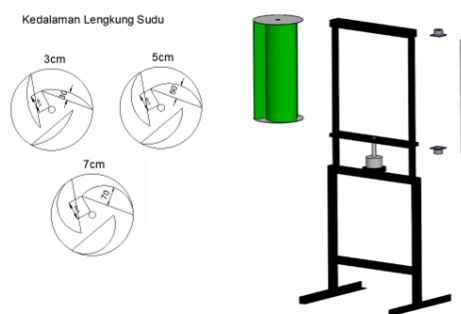
**Gambar 2 Skema Pengujian**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan memuat hasil pengujian pada wind tunnel 3 jenis lengkung sudu yang berbeda diantaranya nya lengkung sudu 3cm, 5cm, dan 7cm. setiap pengukuran data dilakukan 5 kali pengulangan untuk memastikan hasil pengukuran. Adapaun data yang di sajikan terdiri dari hasil perhitungan, pengukuran, sedangkan gambar grafik yang ditampilkan merupakan data hasil pengujian secara langsung.

**Tabel 1 Spesifikasi Turbin**

No	Dimensi Turbin		
	Type	Ukuran	Satuan
1	Diameter Rotor	0.3	m
2	Diameter Poros	0.0254	m
3	Jumlah Sudu	3	Buah
4	Kedalaman Lengkung Sudu	0.03, 0.05, 0.07	m
5	Tebal Sudu	0.001	m
6	Tinggi Turbin	0.6	m



**Gambar 1 Desain Turbin**

**Tabel 2 Hasil Pengujian Kedalaman Lengkung Sudu 3cm**

NO	KECEPATAN ANGIN (m/s)	KECEPATAN PUTARAN (rpm)	DAYA MASUK		$P_g (W)$	$\eta (\%)$
			VOLT	AMPERE		
1	2,90	69,28	12,80	0,26	3,28	1,31
2	3,70	72,76	12,80	0,28	3,61	0,68
3	3,90	75,56	12,80	0,30	3,79	0,60
4	4,50	77,30	12,80	0,30	3,89	0,41
5	5,50	79,98	12,80	0,31	3,94	0,22

**Tabel 3 Hasil Pengujian Kedalaman Lengkung Sudu 5cm**

NO	KECEPATAN ANGIN (m/s)	KECEPATAN PUTARAN (rpm)	DAYA MASUK		$P_g (W)$	$\eta (\%)$
			VOLT	AMPERE		
1	2,90	54,40	12,80	0,21	2,71	1,14
2	3,70	56,86	12,80	0,25	3,23	0,63
3	3,90	59,60	12,80	0,28	3,61	0,58
4	4,50	61,44	12,80	0,29	3,71	0,39
5	5,50	61,36	12,80	0,30	3,84	0,22

**Tabel 4 Hasil Pengujian Kedalaman Lengkung Sudu 7cm**

NO	KECEPATAN ANGIN (m/s)	KECEPATAN PUTARAN (rpm)	DAYA MASUK		$P_g (W)$	$\eta (\%)$
			VOLT	AMPERE		
1	2,90	55,12	12,80	0,22	2,82	1,06
2	3,70	69,62	12,80	0,26	3,30	0,61
3	3,90	75,58	12,80	0,29	3,76	0,62
4	4,50	76,30	12,80	0,30	3,79	0,40
5	5,50	78,02	12,80	0,30	3,89	0,22

### Perhitungan Daya Potensial $P_w$ (Watt)

Untuk menghitung daya potensial angin pada kecepatan angin 2,9 m/s dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_w &= \frac{1}{2} \times \rho \times A \times v^3 \\ &= \frac{1}{2} \times 1,164 \times 0,18 \times 2,9^3 \\ &= 2,5 \text{ Watt} \end{aligned}$$

### Perhitungan Tip Speed Ratio ( $\lambda$ )

Untuk menghitung *tip speed ratio* kedalaman lengkung sudu 3cm pada kecepatan angin 2,9 m/s dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{\pi \times D \times n}{60 \times v} \\ &= \frac{3,14 \times 0,18 \times 69,28}{60 \times 2,9} \\ &= 0,22 \end{aligned}$$

### Perhitungan Daya Generator $P_g$ (Watt)

Untuk menghitung daya generator kedalaman lengkung sudu 3cm pada kecepatan angin 2,9 m/s dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_g &= V \times I \\ &= 12,80 \times 0,256 \\ &= 3,28 \text{ Watt} \end{aligned}$$

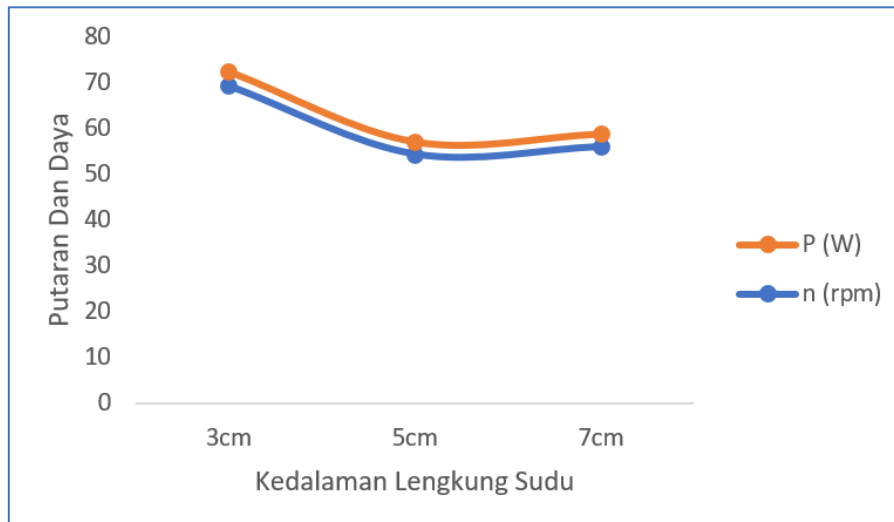
### Perhitungan Efisiensi Turbin $\eta$ (%)

Untuk menghitung efisiensi turbin kedalaman lengkung sudu 3cm pada kecepatan angin 2,9 m/s dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \eta &= P_g / P_w \times 100\% \\ &= 3,28 / 2,5 \times 100\% \\ &= 1,312 \% \end{aligned}$$

**Tabel 5 Hasil Pengujian dan Perhitungan**

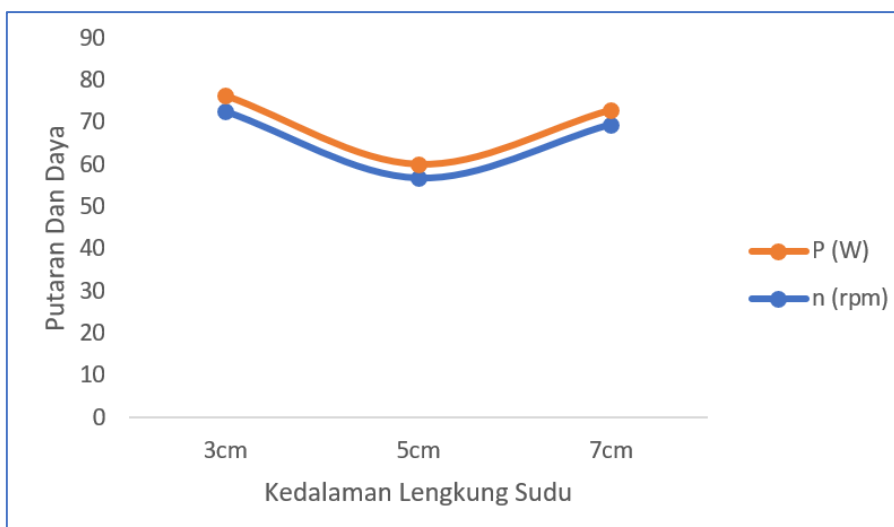
NO	KECEPATAN ANGIN (m/s)	KEDALAMAN SUDU 3CM		
		n (rpm)	$P_g$ (Watt)	$\eta$ (%)
1	2,9	69,28	3,28	1,312
2	3,7	72,76	3,61	0,681
3	3,9	75,56	3,79	0,598
4	4,5	77,3	3,89	0,412
5	5,5	79,98	3,94	0,223
NO	KECEPATAN ANGIN (m/s)	KEDALAMAN SUDU 5CM		
		n (rpm)	$P_g$ (Watt)	$\eta$ (%)
1	2,9	54,4	2,71	1,136
2	3,7	56,86	3,23	0,628
3	3,9	59,06	3,61	0,582
4	4,5	61,44	3,71	0,39
5	5,5	61,36	3,84	0,22
NO	KECEPATAN ANGIN (m/s)	KEDALAMAN SUDU 7CM		
		n (rpm)	$P_g$ (Watt)	$\eta$ (%)
1	2,9	56,02	2,82	1,056
2	3,7	69,62	3,3	0,609
3	3,9	75,44	3,76	0,624
4	4,5	76,3	3,79	0,398
5	5,5	78,02	3,84	0,223



**Gambar 3 Hubungan kedalaman lengkung sudu terhadap putaran dan daya pada kecepatan angin 2,9 m/s**

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa hasil pengujian di kecepatan angin 2,9 m/s pada kedalaman lengkung sudu 3cm mampu menghasilkan output putaran sebesar 69,28 rpm, kedalaman lengkung sudu 5cm sebesar 54,40 rpm, dan kedalaman lengkung sudu 7cm sebesar 56,02 rpm. Sedangkan daya yang dihasilkan pada kedalaman lengkung

sudu 3cm sebesar 3,28 watt, kedalaman lengkung sudu 5cm sebesar 2,71 watt, dan kedalaman lengkung sudu sebesar 7cm 2,82 watt. Pada pengujian ini kedalaman lengkung sudu 3cm menunjukkan kinerja putaran dan daya yang lebih baik sebesar 69,28 rpm dan 3,28 watt.



**Gambar 4 Hubungan kedalaman lengkung sudu terhadap putaran dan daya pada kecepatan angin 3,7 m/s**

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa hasil pengujian di kecepatan angin 3,7 m/s pada kedalaman lengkung sudu 3cm mampu menghasilkan output putaran sebesar 72,76 rpm, kedalaman

lengkung sudu 5cm sebesar 56,86 rpm, dan kedalaman lengkung sudu 7cm sebesar 69,62 rpm. Sedangkan daya yang dihasilkan pada kedalaman lengkung sudu 3cm sebesar 3,61 watt, kedalaman

lengkung sudu sebesar 5cm 3,23 watt, dan kedalaman lengkung sudu sebesar 7cm 3,30 watt. Pada pengujian ini kedalaman lengkung sudu 3cm

menunjukkan kinerja putaran dan daya yang lebih baik sebesar 72,76 rpm dan 3,61 watt.



**Gambar 5 Hubungan kedalaman lengkung sudu terhadap putaran dan daya pada kecepatan angin 3,9 m/s**

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa hasil pengujian di kecepatan angin 3,9 m/s pada kedalaman lengkung sudu 3cm mampu menghasilkan output putaran sebesar 75,76 rpm, kedalaman lengkung sudu 5cm sebesar 59,06 rpm, dan kedalaman lengkung sudu 7cm sebesar 75,44 rpm. Sedangkan daya yang dihasilkan pada kedalaman lengkung

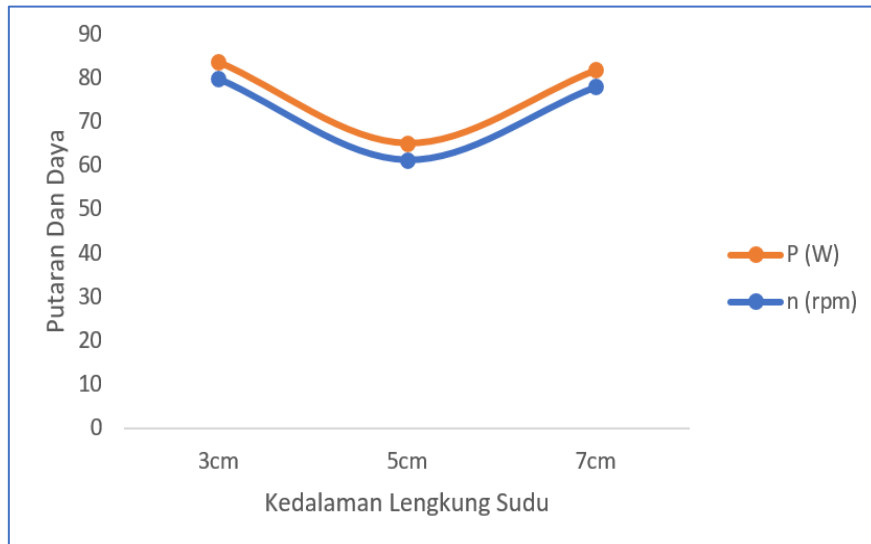
sudu 3cm sebesar 3,79 watt, kedalaman lengkung sudu sebesar 5cm 3,61 watt, dan kedalaman lengkung sudu sebesar 7cm 3,76 watt. Pada pengujian ini kedalaman lengkung sudu 3cm menunjukkan kinerja putaran dan daya yang lebih baik sebesar 75,56 rpm dan 3,79 watt.



**Gambar 6 Hubungan kedalaman lengkung sudu terhadap putaran dan daya pada kecepatan angin 4,5 m/s**

Pada gambar 6 menunjukkan bahwa hasil pengujian di kecepatan angin 4,5 m/s pada kedalaman lengkung sudu 3cm mampu menghasilkan output putaran sebesar 77,30 rpm, kedalaman lengkung sudu 5cm sebesar 61,44 rpm, dan kedalaman lengkung sudu 7cm sebesar 76,30 rpm. Sedangkan daya yang dihasilkan pada kedalaman lengkung

sudu 3cm sebesar 3,89 watt, kedalaman lengkung sudu 5cm sebesar 3,71 watt, dan kedalaman lengkung sudu 7cm sebesar 3,79 watt. Pada pengujian ini kedalaman lengkung sudu 3cm menunjukkan kinerja putaran dan daya yang lebih baik sebesar 77,30 rpm dan 3,89 watt.



**Gambar 7 Hubungan kedalaman lengkung sudu terhadap putaran dan daya pada kecepatan angin 5,5 m/s**

Pada gambar 7 menunjukkan bahwa hasil pengujian di kecepatan angin 5,5 m/s pada kedalaman lengkung sudu 3cm mampu menghasilkan output putaran sebesar 79,98 rpm, kedalaman lengkung sudu 5cm sebesar 61,36 rpm, dan kedalaman lengkung sudu 7cm sebesar 78,02 rpm. Sedangkan daya yang dihasilkan pada kedalaman lengkung sudu 3cm sebesar 3,94 watt, kedalaman

lengkung sudu 5cm sebesar 3,84 watt, dan kedalaman lengkung sudu 7cm sebesar 3,89 watt. Pada pengujian ini kedalaman lengkung sudu 3cm menunjukkan kinerja putaran dan daya yang lebih baik sebesar 79,98 rpm dan 3,94 watt. Dalam hal ini kedalaman lengkung sudu 3cm mampu tampil lebih dibandingkan kedalaman lengkung sudu 5cm dan 7cm.

## KESIMPULAN

Kedalaman lengkung sudu 3cm mampu memaksimalkan kecepatan angin dengan baik. Dimana dari hasil pengujian dengan berbagai kondisi angin pada wind tunnel rasio kedalaman lengkung sudu 3cm mampu memaksimalkan efek dorong angin untuk menciptakan *self starting* sudu jika dibandingkan dengan kedalaman lengkung sudu 5cm dan 7cm.

kinerja turbin angin savonius sudu 3 dengan kedalaman lengkung sudu 3cm memiliki keseimbangan dan rasio putaran yang baik di bandingkan dengan kedalaman lengkung sudu 5cm maupun 7cm, baik di kecepatan angin terendah 2,9 m/s dengan hasil putaran sebesar 69,28 rpm dan daya sebesar 3,28 watt maupun di kecepatan angin tertinggi sebesar 5,5 m/s dengan hasil putaran sebesar 79,98

rpm dan daya 3,94 watt. Sedangkan kedalaman lengkung sudu 5cm tampil kurang baik di berbagai kondisi angin, baik di kecepatan angin terendah 2,9 m/s dengan hasil putaran sebesar 54,40 rpm dan daya sebesar 2,71 watt maupun di kecepatan angin tertinggi sebesar 5,5 m/s dengan hasil putaran sebesar 61,36 rpm dan daya 3,84 watt.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ananto Bagas Ramadhan, & Yuwono Tri Yogi. (2020). Studi Eksperimen Peningkatan Kinerja Turbin Angin Savonius dengan Penempatan Silinder Pengganggu di Depan Returning Blade Turbin pada  $S/D = 1,2$ . *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), 5–10.
- [2] Budi, Danial, G. S. L. (2022). Analisis Energi Turbin Angin Savonius 3 Sudu pada Jermal Ikan Dusun Besar Kecamatan Pulau Maya. *Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin (JTRAIN)*, 3(e-ISSN:2798-0421), 98–103. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtm/article/download/52584/75676592273>
- [3] Budihartono, M. L., & Yuwono, T. Y. (2021). Studi Eksperimen Peningkatan Kinerja Turbin Angin Savonius dengan Penempatan Silinder Sirkular di Depan Returning Blade Turbin Pada Jarak  $S/D = 2,4$ . *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), 22–27. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.53981>
- [4] Deda Altan, B., & Gultekin, G. S. (2023). Investigation of Performance Enhancements of Savonius Wind Turbines through Additional Designs. *Processes*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/pr11051473>
- [5] Irwansyah, I., & Anwar, M. S. (2023). Pengaruh jumlah sudu terhadap performa pada turbin angin Savonius tipe U. *Sultra Journal of Mechanical Engineering (SJME)*, 2(1), 37–44. <https://doi.org/10.54297/sjme.v2i1.440>
- [6] Jamal, J., Yunus, A. M. S., & Lewi, L. (2019). Pengaruh Kelengkungan Sudu Terhadap Kinerja Turbin Angin Savonius. *INTEK: Jurnal Penelitian*, 6(2), 139. <https://doi.org/10.31963/intek.v6i2.1578>
- [7] Latief, A. (n.d.). Pengaruh jumlah sudu pada turbin angin sumbu vertikal terhadap distribusi kecepatan dan tekanan 1,2. 141–151.
- [8] Lillahulhaq, Z., & Djanali, V. S. (2019). Numerical Study of Savonius Wind Turbine with Fluid-Rotor Interactions. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 0(1), 48. <https://doi.org/10.12962/j23546026.y2019i1.5106>
- [9] Mrigua, K., Zemamou, M., & Aggour, M. (2022). Numerical Investigation of a New Modified Savonius Wind Turbines. *International Journal of Renewable Energy Development*, 11(4), 1113–1123. <https://doi.org/10.14710/ijred.2022.45799>
- [10] Mujiburrahman, M., Irawan, H., & Suprpto, M. (2023). Pengembangan Turbin Angin Bubungan Atap Dengan Variasi Desain Bilah Sudu dan Sudut Kemiringan Sudu. *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(9), 15454–15469. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v7i9.14302>