

Kajian Eksperimen Pengaruh Variasi Jarak *Stagger* Silinder Di Depan *Returning Blade* Turbin Angin Savonius Dengan *Fin Type Myring* $N=1$

Syahdan Firza Hendarto ¹, Dr. Priyo Agus Setiawan, S.T., M.T. ², Dra. Daisy Dwijati Kumala R.A., M.Pd. ³

Program Studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia¹

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia²

Program Studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia³

Email: syahdanfirza@student.ppns.ac.id^{1*}; privo.as@ppns.ac.id^{2*}; daisy.dwijati@ppns.ac.id^{3*}

Abstract - The Savonius wind turbines convert wind energy into electrical energy. Unfortunately, these turbines have lower performance than other types of turbines. In previous research, addition disturbance cylinder in front of the returning blade with the addition of 1 fin on the blade has been proven to increase the performance of the turbine. Although the increase not optimal. Based on above problems, and experimental study was carried out placing the fins and the interfering cylinder at the same place and time. This experiment uses a savonius turbine with $n=1$ myring type fins. Turbine blade height and diameter of 40 cm. Variation of interfering cylinder distance $S/d = 1.4; 1.7; 2.0; \text{ and } 2.3$. The test uses variations in wind speed of 5 m/s; 6m/s; and 7 m/s and carried out 12 times to determine the effect of adding interfering cylinders and fins at the turbine blades to coefficient of power (C_p) and the coefficient of torque (C_t). The end result shows that the best performance improvement the savonius wind turbine occurs in variation the interfering cylinder distance ratio $S/d = 1.4$ at a wind speed of 6 m/s. The increase in the coefficient of torque (C_t) is 15.01% and coefficient of power (C_p) is 89.95% for turbines without interfering cylinders.

Keyword: Experiments, Savonius Wind Turbine, Overlap Ratio, Stagger Cylinders, Coefficient of Torque, Coefficient of Power, Myring. $n=1$

Nomenclature

ω	= kecepatan Aliran sudut (rad/s)
U	= Kecepatan Fluida (m/s)
D	= Diameter Turbin Angin (m)
C_d	= Koefisien Drag
ρ	= Massa Jenis Fluida Angin (kg/m^3)
C_p	= Coefficient of Power
C_t	= Coefficient of Torque
TSR	= Tip Speed Ratio
A_s	= Luas Permukaan Turbin (m^2)
T_{aktual}	= Torsi Aktual Turbin
μ	= Viskositas Fluida (N.s/m^2)

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan dan pemakaian energi yang terus bertambah. Sekarang sangat bergantung pada listrik. Dampaknya sering terjadinya pemadaman bergilir dan terjadinya gangguan, yang mengakibatkan Kegiatan berhenti. Pemerintah harus dapat membuat suatu alternatif energi, salah satunya memanfaatkan energi angin sebagai sumber energi untuk pembangkitan energi listrik. Angin merupakan energi alternatif. Salah satu bentuk pemanfaatan energi angin adalah sebagai sumber energi untuk pembangkit tenaga listrik. Tetapi pemanfaatan

energi angin di negara ini semakin rendah sehingga sangat sulit menghasilkan energi listrik dalam skala besar. Turbin angin Savonius pertama kali diperkenalkan oleh seorang insinyur Finlandia yang bernama *Sigurd J. Savonius* pada tahun 1922. Turbin angin Savonius adalah turbin angin yang memiliki bentuk dan konstruksi yang sangat sederhana sehingga dalam proses pembuatannya pun tidak memerlukan biaya yang mahal. Turbin angin Savonius adalah salah satu jenis turbin angin yang digerakkan dengan gaya drag. (Latif, 2013) Turbin angin ini berbentuk dua sudu setengah silinder sehingga membentuk huruf "S". Satu sisi berbentuk cembung dan sisi yang lain berbentuk cekung, sudu yang ada pada turbin ini disebut dengan *advancing* dan *returning*. Dan performa turbin savonius lebih perlahan perputarannya jika dibandingkan dengan turbin horizontal.

[1]

Pada penelitian sebelumnya menggunakan turbin angin konvensional overlap pada sudu turbin dengan penambahan variasi rasio diameter silinder pengganggu ($d_s/D=0.1, 0.2, 0.3, \text{ dan } 0.4$)

[2].

Pada penelitian lain, hal yang sama dilakukan pada sudu turbin angin savonius konvensional dengan modifikasi overlap namun perbedaan terletak pada variasi silinder pengganggu dengan variasi sudut ($45^\circ, 50^\circ, 55^\circ, 60^\circ$)

[3].

Pada penelitian lain, hal yang berbeda dilakukan pada penggunaan turbin angin savonius konvensional sudu turbin menggunakan penambahan fin serta variasi rasio diameter silinder pengganggu yang sama yaitu ($d_s/D=0.1, 0.2, 0.3, \text{ dan } 0.4$)

[4].

Pada penelitian selanjutnya, penggunaan turbin angin savonius konvensional yang sama dengan modifikasi penambahan fin tetapi menggunakan variasi yang berbeda pada silinder pengganggu yaitu menggunakan variasi jarak ($S/d=1.4, 1.7, 2.0, \text{ dan } 2.3$)

[5].

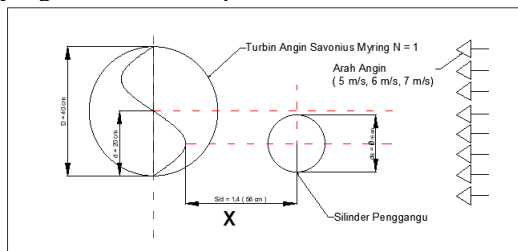
Dan pada penelitian terakhir, penggunaan yang sama pada sudu turbin angin konvensional menggunakan modifikasi penambahan vin namun menggunakan variasi sudut silinder pengganggu yaitu ($45^\circ, 50^\circ, 55^\circ, 60^\circ$)

[6].

Kajian eksperimen dilakukan dengan cara menggunakan modifikasi penambahan *fin* pada turbin angin savonius namun menggunakan persamaan *myring* $n=1$ dan variasi jarak silinder pengganggu yang berbeda yaitu pada jarak $S/d=1.4, 1.7, 2.0, 2.3$. Eksperimen ini meningkatkan performa turbin tersebut. Variasi kecepatan angin 5 m/s; 6 m/s; dan 7 m/s dan penambahan silinder pengganggu pada sudu turbin terhadap *coefficient of power* (C_p) dan *coefficient of torque* (C_t).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Gambar 1 menunjukkan tampak atas pengujian yang dilakukan oleh penulis.



Gambar 1 Skema Pengujian Turbin Angin Savonius *Overlap* Tipe *Myring* N=1

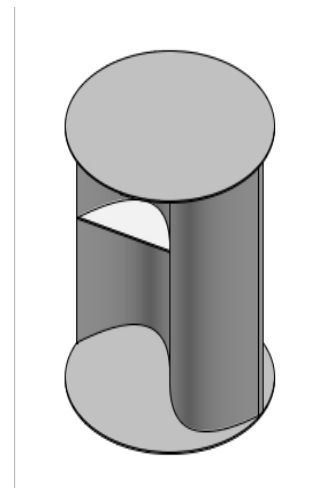
Spesifikasi peralatan dilihat pada gambar dibawah ini:

A. Spesifikasi Pegujian

1.) Spesifikasi turbin angin *savonius* pada gambar 2

Diameter Turbin (D) : 0,4 m

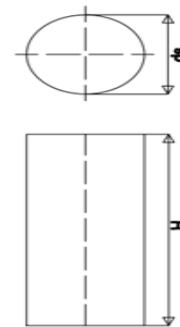
Diameter Sudu Turbin (d) : 0,2 m
 Tinggi Turbin : 0,4 m



Gambar 2 Turbin Angin Savonius

2.) Spesifikasi Silindder Pengganggu dilihat pada gambar 3

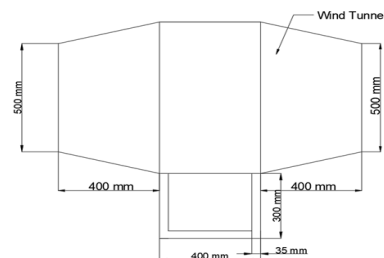
Tinggi *stagger* silinder (h) = 0,5 m
 Diameter *stagger* silinder (d) = 0,16 m



Gambar 3 Skema *Stagger* Silinder

B. Spesifikasi *Wind Tunnel*

Spesifikasi *Wind Tunnel* dilihat pada gambar 4



Gambar 4 Skema *Wind tunnel*

C. Alat Ukur

1.) Tachometer

Spesifikasi Tachometer

Tachometer Wipro seri DT-2235A dengan akurasi pembacaan 0,01% atau ± 1 digit.

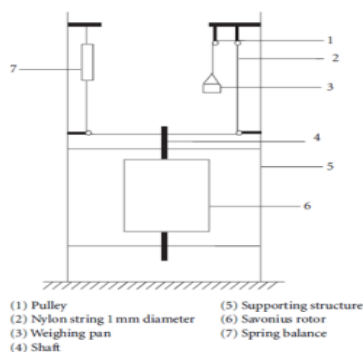
2.) Anemometer

Spesifikasi Anemometer

Anemometer Krisbow model : Kw 06-562.

D. Metode Pengukuran Performa

Penelitian menggunakan brake dynamometer. Pengukuran pada brake dynamometer dilakukan dengan sistem pulley, massa pemberat, dan pegas yang dihubungkan oleh benang *nylon* yang menyelubungi poros turbin angin *savonius*. Torsi dinamis pada turbin diukur ketika turbin berputar dan kemudian massa pemberat ditambahkan dengan berbagi variasi. Putaran dari turbin diukur dengan menggunakan tachometer. Nilai dari torsi dinamis didapatkan dari selisih antara gaya yang dihasilkan oleh massa pemberat (M) dengan gaya yang terbaca pada neraca pegas kemudian dikalikan dengan jari-jari yang terpasang pada poros turbin angin *savonius*.



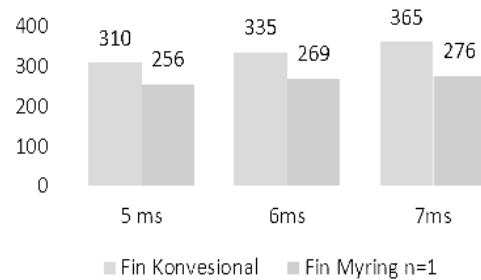
Gambar 5 Skema Brake Dynamometer

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Performa Turbin Angin Savonius *myring* n=1 Penambahan Silinder Pengganggu.

1.) Putaran (RPM) turbin angin savonius konvensional dan penambahan *overlap*.

Pada Gambar 6 grafik diagram batang menunjukkan bahwa perbandingan kecepatan putaran (RPM) turbin angin savonius konvensional penambahan fin dengan turbin angin savonius menggunakan persamaan *myring* n=1 dengan penambahan fin. Pada grafik tersebut dihasilkan bahwa putaran (RPM) yang dihasilkan dari turbin angin savonius konvensional *fin* lebih tinggi daripada turbin angin savonius *fin myring* n=1. Hal ini disebabkan karena adanya perubahan pada bentuk sudu turbin angin savonius menggunakan persamaan *myring* n=1 yang menjadi perbandingan nilai dengan turbin angin konvensional



Gambar 6 Grafik RPM Turbin Angin Savonius Konvensional *overlap* dan Turbin Angin Savonius *fin myring* n=1

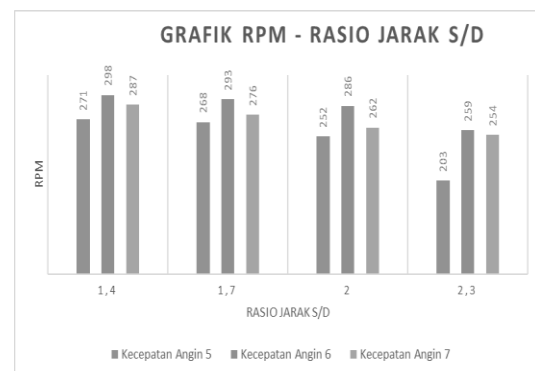
2.) Putaran (RPM) terhadap variasi rasio diameter silinder pengganggu rasio S/d = 1,4 1,7 2,0 2,3.

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4.50 pengaruh variasi rasio jarak S/d yang digunakan pada setiap variasi kecepatan aliran fluida. Pada kecepatan aliran fluida pengaruh putaran (RPM) terhadap variasi rasio jarak S/d diperoleh dari pengujian yang tertinggi terletak variasi rasio jarak:

5 m/s pada rasio jarak S/d = 1,4 yaitu 271 Rpm.

6 m/s pada rasio jarak S/d = 1,4 yaitu 298 Rpm.

7 m/s pada rasio jarak S/d = 1,4 yaitu 287 Rpm.



Gambar 7 Grafik RPM – Rasio S/d Silinder Pengganggu ds/D

4. KESIMPULAN

Pada penelitian turbin angin savonius tipe *myring* n=1 dengan modifikasi penambahan Fin dan meletakkan silinder pengganggu di depan *returning blade* didapatkan kesimpulan sebagai berikut.:

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 7 pengaruh variasi rasio jarak S/d yang digunakan pada setiap variasi kecepatan aliran fluida. Pada kecepatan aliran fluida pengaruh putaran (RPM) terhadap variasi rasio jarak S/d diperoleh dari pengujian yang tertinggi terletak pada variasi rasio jarak:

5 m/s pada rasio jarak S/d = 1,4 yaitu 271 RPM.

6 m/s pada rasio jarak S/d = 1,4 yaitu 298 RPM.

7 m/s pada rasio jarak S/d = 1,4 yaitu 287 RPM

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang memberi rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Priyo Agus Setiawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I.
3. Ibu Dra. Daisy Dwijati Kumala R.A., M.Pd selaku dosen pembimbing II
4. Orang tua yang telah memberikan banyak materi, motivasi, kasih sayang, do'a, dan nasehat hidup bagi penulis.
5. Kerabat dan sahabat seperjuangan Teknik Permesinan Kapal-PPNS.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Latif, M. (2013). Efisiensi Prototipe Turbin *Savonius* pada Kecepatan Angin Rendah. *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, 10(3).
<https://doi.org/10.17529/jre.v10i3.1030>
- [2] Pratama, W. A. (2022). *Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Rasio Diameter Silinder Pengganggu Di Depan Returning Blade Terhadap Performa Turbin Angin Savonius Dengan Penambahan Overlap Ratio*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Teknik Permesinan Kapal. Surabaya: Perpustakaan Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
- [3] Wicaksono, H. A. (2022). *Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Sudut Silinder Pengganggu Di Sisi Returning Blade Terhadap Performa Turbin Angin Savonius Dengan Penambahan Overlap Ratio*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Teknik Permesinan Kapal.
- [4] Hilmi, M. N. (2022). *Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Rasio Diameter Silinder Pengganggu Di Depan Returning Blade Terhadap Performa Turbin Angin Savonius Dengan Penambahan Fin*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Teknik Permesinan Kapal.
- [5] Putra, F. N. (2022). *Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Jarak Silinder Pengganggu Di Depan Returning Blade Terhadap Kinerja Turbin Angin Savonius Dengan Penambahan Fin*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Teknik Permesinan Kapal
- [6] Saputra, B. (2022). *Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Sudut Silinder Pengganggu Di Sisi Returning Blade Terhadap Kinerja Turbin Angin Savonius Dengan Penambahan Fin*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Teknik Permesinan Kapal
- [7] Bachtiar, A., & Hayyatul, W. (2018). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 7(1), 34–45.
- [8] R. Tania, R. L. Florin, I. V. D. Adriana, M. Roxana, A. Ancuta, and D. Florin, "Experimental investigation on the influence of Overlap Ratio on Savonius Turbines Performance," *Int. J. Renew. Energy Res.*, vol. 8, no. 3, pp. 1791–1799, 2018, doi: 10.20508/ijrer.v8i3.7764.g7480.
- [9] P. A. Setiawan, M. Santoso, R. Indarti, N. Ariwiyono, T. Yuwono, and W. A. Widodo, "An Experimental Study of the Savonius Water Current Turbine by means of Myring Equation for $n = 1$," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1764, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1764/1/012194.
- [10] P. A. Setiawan, R. Indarti, N. Ariwiyono, T. Yuwono, and W. A. Widodo, "An Experimental Study of Overlap Ratio Effecto Savonius water Current Turbine by using Myring Equation for $n=1$," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1764, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1764/1/012198.
- [11] O. H. Yuqa et al., "Studi Numerik Pengaruh Variasi Sudut Stagger Silinder Sirkular Pada Sisi Advancing Blade Terhadap Performa Turbin Air Savonius.
- [12] P. Setiawan, T. Yuwono, and W. Widodo, "Flow Analysis of a Circular Cylinder on the Savonius Hydrokinetic Turbine Performance Placed the Side of Advancing Blade," *Int. J. Mech. Mechatronics Eng. IJMME-IJENS*, vol. 19, no. 06, p. 41, 2019.
- [13] P. Setiawan and T. Yuwono, "The Effect of Inner Fan Blade Angle to The Ventilation Rate of The Turbine Ventilator," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 3, pp. 227–233, 2018.
- [14] P. A. Setiawan, T. Yuwono, and W. A. Widodo, "Flow visualization analysis on the vertical axis Savonius water turbine by placing a cylinder in front of returning by varying stagger angle," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1764, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1764/1/012203.
- [15] A. Subekti et al., "A numerical study of the effect of a single cylinder and plate deflector toward the Savonius wind turbine performance," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1477, no. 5, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1477/5/052010.

- [16] P. A. Setiawan, T. Yuwono, and W. A. Widodo, “Numerical Study of the Stagger Angle Effect of a Circular Cylinder Installed in front of Returning Blade Toward the Vertical Axis Savonius Water Turbine Performance,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1179, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1179/1/012107.
- [17] A. Ardianto, P. A. Setiawan, and N. Ariwiyono, “Analisa Pengaruh Sudut Stagger Di Depan *Advancing Blade* Terhadap Performa Turbin Air Savonius Myring Blade $n=1$ & $n=2$,” *Proceeding Conf. Mar. Eng. its Appl.*, vol. 3, 2020.
- [18] D. Purnanto, S. Soim, and P. A. Setiawan, “Kajian Eksperimen Pengaruh Pemasangan Silinder Sirkular Dengan Diameter Silinder 16 Cm Dan Jarak 20 Cm Pada Sisi *Advancing Blade* Turbin Air Savonius,” no.v, pp. 1–3.
- [19] D. Falahudin, P. A. Setiawan, and A. Indartono, “Kajian Ekperimen Pengaruh Pemasangan Silinder Sirkular Bervariasi Diameter dengan Posisi $X / D = 0 . 5$ dan $Y / D = 0 . 7$ pada Sisi *Advancing Blade* Terhadap Performa Turbin Air Savonius,” pp. 0–5.
- [20] W. F. Prasetya, P. A. Setiawan, and P. Sidi, “Analisa Variasi Sudut Dan Diamater *Stagger* Penghalang Pada Sisi *Returning Blade* Terhadap Kinerja Turbin Air Savonius Dengan Persamaan Myring $n = 1$ dan $n = 2$ ”.
- [21] F. S. Fathoni, P. A. Setiawan, and D. D. K. R. A, “Kajian Numerik Pengaruh Variasi Sudut *Stagger* Dan Diameter Silinder Sirkular Di Sisi *Advancing Blade* Terhadap Kinerja Turbin Air Savonius Bersudu Kombinasi Myring $N = 1$ Dan $N = 2$,” pp. 4–9.
- [22] P. A. Setiawan, T. Yuwono, W. A. Widodo, E. Julianto, and M. Santoso, “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,” *Int. J. Renew. Energy Res.*, vol. 9, no. 2, pp.978–985, 2019, doi:10.20508/ijrer.v9i2.8890.g7662.