

Kajian Eksperimen Pengaruh Rasio Diameter Silinder Di Depan *Returning Blade Turbin Angin Savonius Myring N=1 Dengan Fin*

Maulana Jalalluddin Safii ^{1*}, Dr. Priyo Agus Setiawan, S.T., M.T. ², Eky Novianarenti S.T., M.T. ³

Program Studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1*}

Program Studi D-IV Teknik Perpipa-an, 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: maulanajalalluddin@student.ppns.ac.id^{1*}; privo.as@ppns.ac.id^{2*}; eky.novianarenti@ppns.ac.id^{3*}

Abstract – *Savonius wind turbine have the lowest efficiency compared to other wind turbines. Based on the previous research, additional interfering cylinder and fin to the turbine was less efficient so there is still an opportunity to improved. Based on this condition, the experimental study was carried out by adding 1 fin to each turbine blade and placing an interfering cylinder in front returning blade to determine its improvement. It also compared between both of them in the experimental also used the myring equation $n=1$. Wind turbine dimension was 40 cm and variation of interfering cylinder diameter ratio was $ds/d = 0,4;0,5;0,6$; and $0,7$. The speed variation was 5 m/s, 6 m/s and 7 m/s. The best performance of the savonius myring $n=1$ wind turbine is obtained at $ds/d = 0,4$ at a speed of 6 m/s. The coefficient of torque (C_t) performance increase 21.47% and the coefficient of power (C_p) 89.80%*

Keyword: *Experiments study, Myring $n=1$, Savonius wind turbine, fin, Interfering cylinder*

Nomenclature

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

1. PENDAHULUAN

Dalam sebuah Negara kepulauan terbesar didunia dan memiliki letaka yang dilewati oleh garis khatulistiwa, Indonesia memiliki potensi energy yang tinggi dan dapat dapat dikelola kembali, di Indonesia memiliki banyak macam energy yang dapat dimanfaatkan dan dikelola secara utuh permanfaatannya dimulai dari energy yang dapat diperbarui seperti salah satu contohnya energy angin, salah satu alternatif yang dinilai sangat murah, ramah iklim dan menjadi andalan energy dimasa depan. Turbin angin adalah sebuah alat yang dapat mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik atau energi mekanik poros turbin untuk kemudian diubah lagi oleh generator menjadi energi listrik. Dengan menggunakan turbin angin, energi angin bisa dirubah menjadi energi listrik. Ada dua jenis turbin angin yang sering digunakan berdasarkan

kedudukan poros, yaitu turbin angin sumbu horizontal (Horizontal Axis Wind Turbine, HAWT) dan turbin angin sumbu vertikal (Vertical Axis Wind Turbine, VAWT). Pada bagian ini dibahas tentang turbin angin sumbu vertikal (VAWT). Turbin angin sumbu vertikal adalah turbin angin yang memiliki gerakan sudu sejajar dengan arah angin. Turbin angin jenis ini memiliki struktur yang lebih sederhana. Turbin angin sumbu vertikal adalah turbin angin yang dapat digunakan pada kecepatan angin yang bervariasi dengan arah yang berbeda-beda. Tidak seperti turbin angin sumbu horizontal, turbin angin jenis ini memiliki kecepatan putar yang rendah dengan torka yang tinggi. Turbin angin sumbu vertikal dikenal dengan beberapa nama dan bentuk antara lain turbin Darrieus, turbin Savonius dan turbin H.(Bachtiar & Hayyatul, 2018)

Performa turbin dapat ditingkatkan dengan cara menambah variasi sudu yaitu penambahan *fin*, *myring* $n=1$ [3][4][5][6][7]. Peningkatan performa turbin bisa dilakukan dengan cara yang lain yaitu dengan menambahkan silinder pengganggu pada sisi turbin angin *savonius* [8][9]. Variasi peletakan silinder pengganggu ada banyak, mulai dari sudut *stagger*, jarak silinder, rasio diameter silinder dan peletakan pada sisi *advancing blade* maupun *returning blade* [10][11][12].

Eksperimen menggunakan turbin air *savonius myring* $n=1$ dan $n=2$ dengan variasi sudut *stagger* di depan *advancing blade*

menghasilkan peningkatan performa terbaik turbin pada $ds/D = 0,3$ dan sudut 60° dengan nilai C_p sebesar $0,1515$ [13].

Eksperimen menggunakan turbin air *savonius* dengan penambahan silinder sirkular dengan diameter 16 cm dan jarak 20 cm sisi *advancing blade* menghasilkan peningkatan performa turbin dengan nilai C_p sebesar $0,1924$ pada $TSR\ 0,633$ [14].

Eksperimen turbin air *savonius* dengan penambahan silinder sirkular dengan variasi diameter $X/D = 0,5$ dan $Y/D = 0,7$ sisi *advancing blade* menghasilkan peningkatan performa turbin dengan nilai C_p sebesar $0,16$ pada $TSR\ 0,49$ [15].

Studi numerik turbin air *savonius myring* $n=1$ dan $n=2$ dengan variasi sudut dan diameter *stagger* sisi *returning blade* menghasilkan peningkatan performa turbin pada diameter *stagger* 16 cm dengan sudut 0° sebesar $19,90\%$ dari turbin air *savonius* tanpa *stagger* [16].

Studi numerik turbin air *savonius myring* $n=1$ dan $n=2$ dengan variasi sudut dan diameter *stagger* sisi *advancing blade* menghasilkan peningkatan performa turbin pada $ds/D = 0,4$ dengan sudut 60° sebesar $35,86\%$ dari turbin air *savonius* tanpa *stagger* [17].

Studi numerik turbin air *savonius* menggunakan silinder pengganggu di depan *advancing blade* dengan variasi jarak silinder menghasilkan *coefficient power* terbaik pada $X/D = 0,5$ dengan nilai $0,250$ pada $TSR\ 0,9$ [18].

Pada penelitian sebelumnya, dilakukan dengan menggunakan turbin angin konvensional dengan modifikasi overlap pada sudu turbin dengan penambahan variasi rasio diameter silinder pengganggu ($ds/D=0,1,0,2,0,3,$ dan $0,4$) [19].

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 ($45^\circ, 50^\circ, 55^\circ, 60^\circ$) [20].

Pada penelitian lain, hal yang berbeda dilakukan pada penggunaan turbin angin *savonius* konvensional dengan modifikasi sudu turbin menggunakan penambahan fin serta variasi rasio diameter silinder pengganggu yang sama yaitu ($ds/D=0,1,0,2,0,3,$ dan $0,4$) [21].

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 ($S/d=1,4,1,7,2,0,$ dan $2,3$) [22].

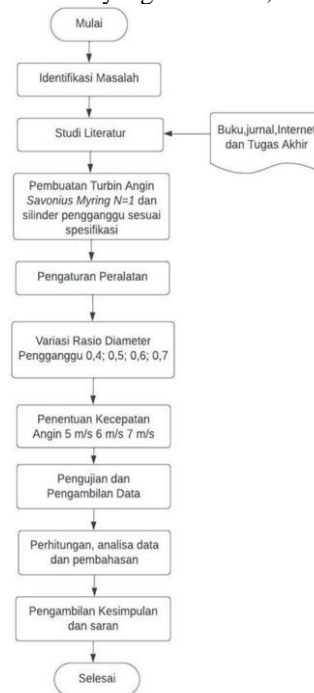
Dan pada penelitian terakhir, penggunaan yang sama pada sudu turbin angin konvensional menggunakan modifikasi penambahan vin

namun menggunakan variasi sudut silinder pengganggu yaitu ($45^\circ, 50^\circ, 55^\circ, 60^\circ$) [23]

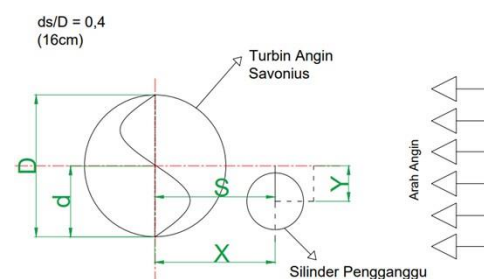
Oleh karena itu kajian eksperimen dilakukan lagi dengan cara menggunakan turbin angin *savonius* namun menggunakan persamaan *myring* $n=1$ penambahan *fin* dan rasio diameter silinder pengganggu yang berbeda yaitu $ds/D=0,4,0,5,0,6,0,7$ pada jarak $X/d= 34\text{ cm}$. Eksperimen ini akan diujikan pada variasi kecepatan 5 m/s , 6 m/s dan 7 m/s dan peletakkan silinder pengganggu di depan *Returning Blade* terhadap *coefficient of power* (C_p) dan *coefficient of torque* (C_t).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada Gambar adalah tahapan diagram alir penelitian yang dilakukan, sebagai berikut:



Pada gambar 2 adalah bentuk design skema pengujian turbin angin *Savonius* dan peltakan jarak silinder pengganggu di depan *returning blade*



Gambar 2 Skema Pengujian Turbin Angin Savonius penambahan *fin* Tipe *Myring* $N=1$

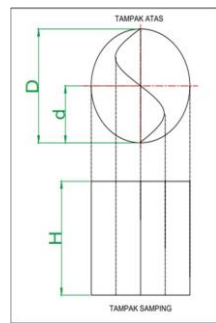
Spesifikasi peralatan dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

A. Spesifikasi Turbin Angin *Savonius*

1.) Spesifikasi benda uji dapat dilihat pada gambar 2

Diameter Turbin (D) : $0,4\text{ meter}$

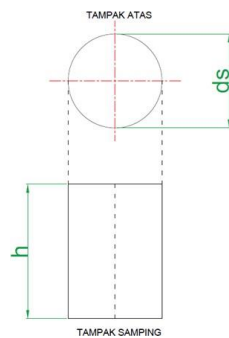
Diameter Sudu Turbin (d) : 0,2 meter
 Tinggi Turbin : 0,4 meter



Gambar 3 Skema Turbin Angin Savonius

2.) Spesifikasi Silinder Pengganggu dapat dilihat pada 3

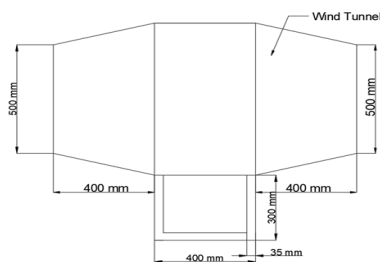
Tinggi silinder pengganggu (h) = 0,5 meter
 Diameter silinder pengganggu (d) = 0,16 meter, 0,20 meter, 0,24 meter dan 0,28 meter.



Gambar 4 Skema Silinder Pengganggu

B. Spesifikasi Wind Tunnel

Spesifikasi Wind Tunnel dapat dilihat pada



Gambar 5 Skema Wind tunnel

C. Alat Ukur

1.) Tachometer

Tachometer yang digunakan yaitu Contact Tachometer Wipro seri DT-2235A dengan akurasi pembacaan data 0,01% atau ± 1 digit.

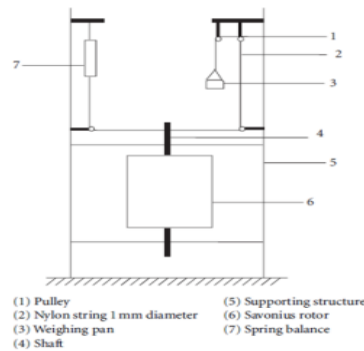
2.) Anemometer

Anemometer yang digunakan yaitu Anemometer Krisbow model : Kw 06-562.

D. Metode Pengukuran Performa

Pada penelitian ini untuk mengukur performa daya yang dihasilkan turbin angin savonius menggunakan brake dynamometer. Pengukuran pada braked namometer dilakukan dengan skema sistem pulley, massa pemberat, dan pegas yang

dihubungkan oleh benang nylon yang menyelubungi poros turbin angin savonius.

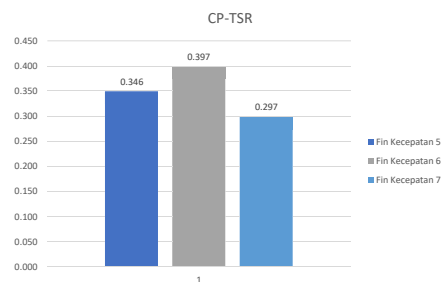


Gambar 6 Skema Brake Dynamometer

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Performa Turbin Angin Savonius penambahan fin myring n=1 dengan Penambahan Silinder Pengganggu.

1.) Pada gambar 7 grafik diagram batang menunjukkan bahwa perbandingan Cp-Tsr turbin angin savonius terhadap kecepatan angin. Pada tabel gambar tabel dibawah menunjukkan nilai coefficient of power (Cp) meningkat pada nilai Tip Speed Ratio (TSR) tertentu dan menurun seiring bertambahnya nilai Tip Speed Ratio (TSR).

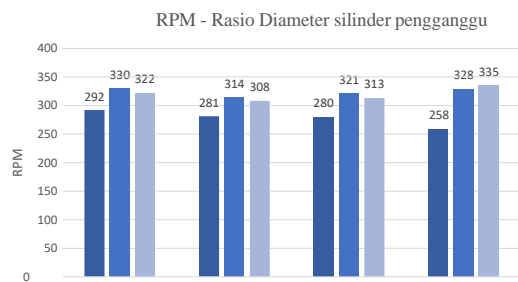


Gambar7 Grafik Cp-TSR Turbin Angin Savonius penambahan fin myring n=1 terhadap kecepatan angin.

2.) Putaran (RPM) terhadap variasi rasio diameter silinder pengganggu pada ds/D=0.4,0.5,0.6,dan 0.7.

Dari grafik pada gambar 8 dapat dilihat bahwa seiring meningkatnya nilai kecepatan angin, maka nilai putaran dari turbin angin savonius dengan penambahan fin juga semakin meningkat dan berlaku pada rasio diameter ds/D yang sama. Kecepatan angin yang menabrak silinder pengganggu berpengaruh terhadap putaran turbin angin savonius. Pada rasio diameter ds/D = 0.4, nilai putaran pada kecepatan angin 5 m/s adalah sebesar 292 rpm, kemudian pada kecepatan angin 6 m/s didapatkan nilai sebesar 330 rpm dan pada kecepatan angin 7 m/s didapatkan sebesar 322 rpm. Grafik dibawah memperlihatkan bahwa pada variasi kecepatan angin 5m/s, 6m/s dan 7m/s nilai putaran dari turbin sedikit mengalami penurunan yang tidak

signifikan pada seluruh variasi diameter ds/D 0.4 hingga ds/D 0.7.



Gambar 8 Grafik RPM – Rasio Diameter Silinder Pengganggu ds/D

4. KESIMPULAN

Pada penelitian turbin angin *savonius* tipe *myring* $n=1$ penambahan silinder pengganggu yang diletakkan di depan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

Pada Gambar 6 nilai *Coefficient of power* (C_p) yang meningkat dan menurun disebabkan oleh bertambah dan menurunnya nilai *Tip speed ratio* (Tsr).

Pada Gambar nilai RPM terbaik yang didapatkan dalam pengujian turbin angin *savonius myring* $n=1$ berada pada turbin angin *savonius* dengan rasio diameter ds/D 0.7 pada kecepatan angin 7 m/s sebesar 335 RPM, akan tetapi tingginya nilai RPM tidak diikuti dengan nilai performa yang selalu tinggi juga.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Pembuat dan penulis menyadari dengan adanya eksperimen ini tak luput dengan dukungan dan doa yang diteguhkan kepada penulis, dan tak habis terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberi rahmat dan hidayahnya yang memberikan kekuatan kepada seorang hamba yang berjuang.
2. Bapak Dr. Priyo Agus Setiawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I
3. Ibu Eky Novianarenti S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II
4. Kedua orang tua yang memberikan dukungan penuh kepada anak sebagai mahasiswa dan memberikan tuntunan serta nasehat.
5. Kerabat, teman dan sahabat yang memberikan dukungan aktif serta memberikan tuntunan terhadap berjalannya tugas akhir ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] ESDM, K. (2017, Mei 2). Peta Potensi Energi Angin Indonesia dan Buku Integration of Wind Energy in Power Systems Diluncurkan. Retrieved 2 1, 2023, from Kementrian Energi dan

Sumber Daya Mineral

[2] 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.

[3] 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.

[4] 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.

[5] P. A. Setiawan, R. Indarti, N. Ariwiyono, T. Yuwono, and W. A. Widodo, “An Experimental Study of Overlap Ratio Effectto 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.

[6] F. N. Putra, “SILINDER PENGGANGGU DI DEPAN RETURNING BLADE,” 2022.

[7] O. H. Yuqa *et al.*, “STUDI NUMERIK PENGARUH VARIASI SUDUT STAGGER SILINDER SIRKULAR PADA SISI ADVANCING BLADE TERHADAP PERFORMA TURBIN AIR SAVONIUS TIPE Dalam melakukan penelitian ini diperlukan beberapa langkah diantaranya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :,” pp. 2–7, 2019.

[8] 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.

[9] 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.

[10] 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.

- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] W. F. Prasetya, P. A. Setiawan, and P. Sidi, “ANALISA VARIASI SUDUT DAN DIAMETER STAGGER PENGHALANG PADA SISI RETURNING BLADE TERHADAP KINERJA TURBIN AIR SAVONIUS DENGAN PERSAMAAN MYRING $n = 1$ DAN $n = 2$ ”.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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
- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] 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.