

## Kajian Eksperimen Pengaruh Variasi Diameter *Stagger* Silinder Di Depan *Returning Blade* Turbin Angin Savonius *Overlap Tipe Myring* N=1

Nurman Dwi Harmaji <sup>1\*</sup>, Dr. Priyo Agus S, S.T., M.T. <sup>2</sup>, Projek Priyonggo Sumangun L S.T., M.T. <sup>3</sup>

Program Studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>1\*</sup>

Program Studi D-IV Teknik Perpipa-an, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>2</sup>

Program Studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>3</sup>

Email: [nurmandwi@student.ppns.ac.id](mailto:nurmandwi@student.ppns.ac.id)<sup>1\*</sup>; [priyo.as@ppns.ac.id](mailto:priyo.as@ppns.ac.id)<sup>2\*</sup>; [projek.priyonggo@ppns.ac.id](mailto:projek.priyonggo@ppns.ac.id)<sup>3\*</sup>

**Abstract** - Based on previous research, the performance of Savonius Overlap wind turbine with additional cylinders had increased but it could still be improved to reach the highest performance. Based on this condition, this experiment was carried out by using a Savonius wind turbine by changing blade with Myring  $n = 1$  and adding an Overlap Ratio of 0.3 to the turbine blade. Its diameter and height are 40 cm. The stagger cylinder is placed with a distance ratio of  $S/d$  1.7 and uses various diameter ratio 0.4 0.5 0.6 and 0.7. The wind speed is arranged by varying the speed of 5 , 6 and 7 m/s. This experiment was conducted to determine effect of additional circular cylinder to Coefficient Power ( $C_p$ ) and Coefficient Torque ( $C_t$ ). The final result shows that the best performance increase occurs in the variation of interfering cylinder diameter ratio  $ds/D = 0.4$  with a wind speed of 6 m/s. The increase in the Coefficient Torque ( $C_t$ ) is 9.58% and the Coefficient Power ( $C_p$ ) is 21.56% for the Savonius Myring wind turbine  $n = 1$  Overlap without interfering cylinders.

**Keyword:** Experiments, Savonius Wind Turbine, Overlap Ratio, Stagger Cylinders, Coefficient of Torque, Coefficient of Power, Myring.

### Nomenclature

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

### 1. PENDAHULUAN

Pada kenyataannya sebuah energi mampu membantu manusia untuk menjalankan suatu aktivitas pekerjaan yang membutuhkan suatu energi tertentu didalam hal tersebut. Di dunia industri sendiri energi sangat berperan penting dalam skema perencanaan suatu sistem dalam kebutuhan industri tersebut. Di negara Indonesia sendiri proses industri rata-rata masih menggunakan energi listrik yang mana energi listrik masih mengandalkan energi yang tidak terbarukan dan untuk pemanfaatan energi yang terbarukan masih sedikit. Potensi angin di Indonesia telah teridentifikasi di beberapa lokasi terutama di wilayah Jawa, Sulawesi, Nusa Tenggara Barat dan Maluku. Beberapa

pengembang yang telah mengusulkan pembangunan PLTB di beberapa lokasi. Pemerintah Indonesia telah mempunyai target sampai tahun 2025 merencanakan pengembangan potensi PLTB sebesar 2.500 MW. Skema yang ada tersebut dapat melalui program Pemerintah melalui skema feed in tariff atau negosiasi dengan PLN (ESDM, 2017).[1]

Turbin angin adalah alat yang dapat mengubah energi kinetik menjadi energi listrik atau energi mekanik yang terletak pada poros turbin untuk kemudian diubah kembali oleh generator menjadi energi listrik. Turbin angin sumbu vertikal disebut dengan beberapa nama dan bentuk serupa antara lain turbin Darrieus, turbin Savonius dan turbin H.(Bachtiar & Hayyatul, 2018) [2]

Performa turbin dapat ditingkatkan dengan cara menambah variasi sudut yaitu *overlap*, *myring*, dan *fin* [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 bagian *advancing* dan *returning* [10][11][12].

Pada eksperimen menggunakan turbin air *savonius myring*  $n=1$  dan  $n=2$  pada variasi sudut *stagger* di depan *advancing blade* hasilnya

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

Pada eksperimen menggunakan turbin air *savonius* serta penambahan silinder sirkular dengan diameter  $16\text{ cm}$  dan jarak  $20\text{ cm}$  sisi *advancing blade* hasilnya peningkatan performa turbin dengan nilai  $C_p$  sebesar  $0,1924$  pada  $TSR$   $0,633$  [14].

Pada eksperimen turbin air *savonius* serta penambahan silinder sirkular dan 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*  $16\text{ cm}$  dengan sudut  $0^\circ$  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  $60^\circ$  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].

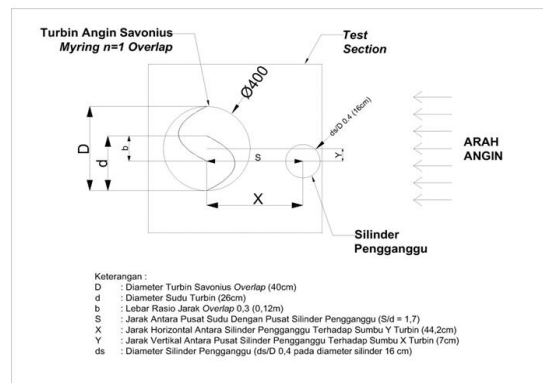
Dan pada penelitian terakhir, penggunaan yang sama pada sudu turbin angin konvensional menggunakan modifikasi penambahan vin

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

Oleh karena itu kajian eksperimen dilakukan lagi dengan cara menggunakan modifikasi sudu *overlap* pada turbin angin *savonius* namun menggunakan persamaan *myring*  $n=1$  dan rasio diameter silinder pengganggu yang berbeda yaitu  $ds/D=0,4,0,5,0,6,0,7$  pada jarak  $S/d=1,7$ . Eksperimen ini diharapkan dapat meningkatkan performa turbin tersebut. Pengujiannya menggunakan variasi kecepatan angin  $5\text{ m/s}$ ;  $6\text{ m/s}$ ; dan  $7\text{ m/s}$  dan dilakukan sebanyak 12 kali untuk mengetahui juga pengaruh penambahan silinder pengganggu dan *overlap* pada sudu turbin terhadap *coefficient of power* ( $C_p$ ) dan *coefficient of torque* ( $C_t$ ).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada Gambar 1 dibawah ini tampak atas skema pengujian yang dilakukan oleh penulis.



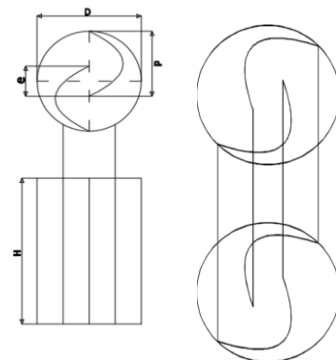
Gambar 1 Skema Pengujian Turbin Angin Savonius Overlap Tipe Myring N=1

Spesifikasi peralatan dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

### A. Spesifikasi Benda Uji

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

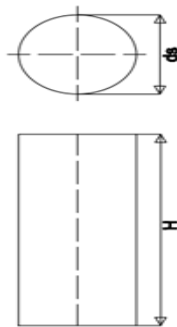
- Diameter Turbin (D) :  $0,4\text{ meter}$
- Diameter Sudu Turbin (d) :  $0,2\text{ meter}$
- Tinggi Turbin :  $0,4\text{ meter}$



Gambar 2 Skema Turbin Angin Savonius

2.) Spesifikasi Silindder Pengganggu dapat dilihat pada 3

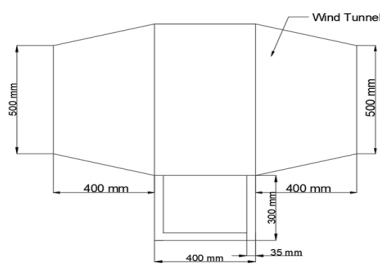
Tinggi silinder pengganggu ( $h$ ) = 0,5 meter  
 Diameter silinder pengganggu ( $d$ ) = 0,16 meter



Gambar 3 Skema Silinder Pengganggu

### B. Spesifikasi Wind Tunnel

Spesifikasi *Wind Tunnel* dapat dilihat pada



Gambar 4 Skema *Wind tunnel*

### C. Alat Pengukuran

#### 1.) Tachometer

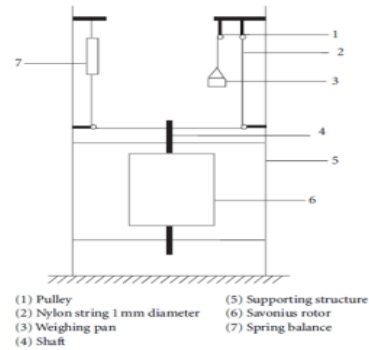
Alat yang digunakan yaitu Contact *Wipro seri DT-2235A* dengan akurasi pembacaan 0,01% atau  $\pm 1$  digit.

#### 2.) Anemometer

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

### D. Metode Ukur Performa

Penelitian ini ditujukan untuk pengukuran performa daya yang dihasilkan dari turbin savonius menggunakan brake dynamometer. Pengukuran pada brake dynamometer dilakukan dengan skema 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 berbagai 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 disc yang terpasang pada poros turbin angin savonius.



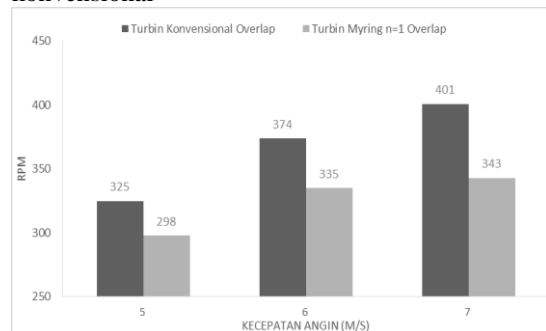
Gambar 5 Skema *Brake Dynamometer*

## 3. HASIL PEMBAHASAN

A. Data Performa Turbin Savonius *overlap myring*  $n=1$  dengan Penambahan Silinder Pengganggu.

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

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

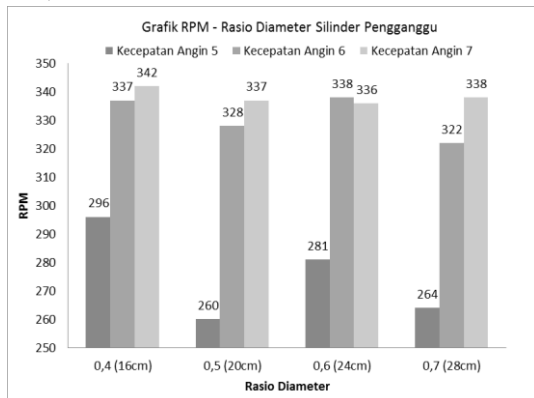


Gambar 6 Grafik RPM Turbin Angin Savonius Konvensional *overlap* dan Turbin Angin Savonius *overlap myring*  $n=1$

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 7 dapat dilihat bahwa seiring meningkatnya nilai kecepatan angin, maka nilai putaran dari turbin angin savonius dengan penambahan *overlap* 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 296 rpm, kemudian pada kecepatan angin 6 m/s didapatkan nilai sebesar 337 rpm dan pada

kecepatan angin 7 m/s didapatkan sebesar 342 rpm. Grafik diatas 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, hal ini membuktikan bahwa penempatan silinder pengganggu mempengaruhi putaran dari turbin angin savonius *overlap* sedangkan seiring dengan semakin bertambahnya rasio diameter silinder pengganggu menghasilkan nilai rpm yang menurun.



Gambar 7 Grafik RPM – Rasio Diameter Silinder Pengganggu ds/D

#### 4. KESIMPULAN

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

Pada Gambar 7 nilai RPM terbaik yang didapatkan dalam menguji pada turbin angin savonius *myring*  $n=1$  berada pada turbin angin savonius dengan rasio diameter ds/D 0.4 pada kecepatan angin 7 m/s sebesar 342 RPM, akan tetapi tingginya nilai RPM tidak diikuti dengan nilai performa yang selalu tinggi juga.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

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

1. Allah SWT yang selalu memberi rahmat dan hidayahnya sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Priyo Agus Setiawan, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing I
3. Bapak Projek Priyonggo Sumangun L, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing II
4. Kedua orang tua yang sering mendukung dan mendoakan penulis supaya lancar dalam melaksanakan apapun.

5. Kerabat serta sahabat seperjuangan Teknik Permesinan Kapal-PPNS

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ESDM, K. (2017, Mei 2). Peta Potensi Energi Angin Indonesia, Diluncurkan. Retrieved 2 1, 2023, from Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
- [2] Bachtiar, A., & Hayyatul, W. (2018). Analisa Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin pada PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras.
- [3] R. Tania, R. L. Florin, I. V. D. Adriana, M. Roxana, A. Ancuta, and D. Florin, "Experimental investigation of Overlap Ratio on Savonius Turbines Performance,"
- [4] P. A. Setiawan, M. Santoso, R. Indarti, N. Ariwiyono, T. Yuwono, and W. A. Widodo, "An Experimental Study of Savonius Water Current Turbine means of Myring Equation for  $n = 1$ ,"
- [5] P. A. Setiawan, R. Indarti, N. Ariwiyono, T. Yuwono, and W. A. Widodo, "Experimental Study of Overlap Ratio Effect Savonius water Current Turbine with Myring Equation  $n=1$ ,"
- [6] 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.
- [7] P. Setiawan, T. Yuwono, and W. Widodo, "Flow Analysis of Circular Cylinder Savonius Hydrokinetic Turbine Performance Placed the Side of Advancing Blade," *Int. J. Mech. Mechatronics Eng. IJMME-IJENS*.
- [8] P. Setiawan and T. Yuwono, "The Effect of Inner Fan Blade Angle Ventilation Rate of Turbine Ventilator,"
- [9] P. A. Setiawan, T. Yuwono, and W. A. Widodo, "Flow visualization analysis on vertical axis Savonius water turbine by placing cylinder in front of returning by varying stagger angle,"
- [10] A. Subekti *et al.*, "A numerical study of effect a single cylinder and plate deflector toward Savonius wind turbine performance,"
- [11] 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,”
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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  $n = 2$ ”.
- [16] F. S. Fathoni, P. A. Setiawan, and D. D. K. R. A, “Kajian Numerik Pengaruh Variasi Sudut Stagger Dan Diameter Silinder Sirkular Pada Sisi Advancing Blade Terhadap Kinerja Turbin Air Savonius Bersudu Kombinasi Myring  $N = 1$  Dan  $N = 2$ ,” pp. 4–9.
- [17] P. A. Setiawan, T. Yuwono, W. A. Widodo, E. Julianto, and M. Santoso, “Numerical study of a circular cylinder effect on vertical axis savonius water turbine performance at the side of advancing blade with horizontal distance variations,”
- [18] 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
- [19] Wicaksono, H. A. (2022). *Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Sudut Silinder Pengganggu Pada Sisi Returning Blade Terhadap Performa Turbin Angin Savonius Dengan Penambahan Overlap Ratio*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Teknik Permesinan Kapal.
- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] Saputra, B. (2022). *Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Sudut Silinder Pengganggu Pada Sisi Returning Blade Terhadap Kinerja Turbin Angin Savonius Dengan Penambahan Fin*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Teknik Permesinan Kapal.