

**ABSTRAK**  
**UJI EKSPERIMEN KINERJA MODEL TURBIN ANGIN**  
**JENIS SWIRLING SAVONIUS DEFLEKTOR DIAM DENGAN PENAMBAHAN *FREE DRAG***  
***REDUCING***  
**DI TEROWONGAN ANGIN**

**Iqbal Tawakal**

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [iqbaltawakal@mhs.unesa.ac.id](mailto:iqbaltawakal@mhs.unesa.ac.id)

**Indra Herlamba Siregar S.T, M.T.**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [indrasiregar@unesa.ac.id](mailto:indrasiregar@unesa.ac.id)

**Abstrak**

Secara umum dalam penggunaan/konsumsi energi di Indonesia masih mengandalkan dan bergantung pada sumber energi minyak bumi. Suatu kondisi bahwa, perkembangan teknologi menunjukkan bahwa hampir seluruh peralatan rumah tangga, dan peralatan lainnya masih menggunakan energi listrik yang semua tersebut bergantung pada bahan bakar minyak. Di Indonesia salah satu sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan adalah energi angin. Turbin angin savonius mengkonversikan energi angin menjadi energi mekanis dalam bentuk gaya dorong (*drag force*). Untuk meningkatkan efisiensi turbin ini dapat menambahkan deflektor atau pengarah angin, dan memodifikasi bilah turbin dengan penambahan overlap pada bilah yang menyebabkan tumpang tindih. Pada penelitian ini lebih memfokuskan pada variasi jumlah deflektor dengan sudut sebesar  $45^\circ$  dari datangnya arah angin. Dengan adanya penambahan deflektor ini dapat berpengaruh besar terhadap daya dan koefisiensi turbin angin, karena angin yang datang langsung di arahkan ke turbin angin. Model dalam penelitian ini berupa turbin angin Swirling Savonius. Penelitian ini dilakukan menggunakan deflektor diam pada turbin angin swirling savonius dengan penambahan *Free Drag Reducing*. Variasi jumlah deflektor yang digunakan disini sebanyak 12, 14, 16 dan 18 buah. Dengan sudut deflektor  $45^\circ$  yang diukur dari datangnya arah angin, dan 3 lubang *Free Drag Reducing*. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa daya terbaik diperoleh pada variasi deflektor diam 12 bilah dengan daya sebesar 2.72875 watt dengan beban 2400 gram. Untuk CP terbaik diperoleh pada variasi deflektor diam 12 bilah dengan CP sebesar 24.9986768% dengan beban 2400 gram. Untuk karakteristik jumlah CDP dan CLP total antara sisi *advancing* dan *returning* bilah didapatkan pada variasi deflektor 12 sebesar 1.074 dengan total CDP 3.116 dan CLP 2.042. Variasi tanpa deflektor didapatkan sebesar -2.265 dengan total CDP 0.530 dan CLP 2.795. Variasi deflektor 14 didapatkan sebesar -1.111 dengan total CDP 1.333 dan CLP 2.445. Variasi deflektor 16 didapatkan sebesar -1.872 dengan total CDP 1.668 dan CLP 3.540. Variasi deflektor 18 didapatkan sebesar -2.065 dengan total CDP -1.141 dan CLP 0.924.

**Kata kunci:** Swirling savonius, vertical, deflektor, *free drag reducing*

**Abstract**

In general, energy usage / consumption in Indonesia still relies on and depends on petroleum energy sources. This condition refers to technological developments show that almost all household appliances, and other equipment still use electrical energy which all depend on fuel oil. In Indonesia, one of the renewable energy sources that could be utilized is wind energy. Savonius wind turbines convert wind energy into mechanical energy in the form of drag force. To increase the efficiency of this turbine, It could be added a deflector or wind direction, and modify the turbine blades by adding overlap to the blades that cause overlap. This research focuses more on variations in the number of deflectors with an angle of  $45^\circ$  from the coming wind direction. By the addition of this deflector can greatly affect the power and coefficient of wind turbines, because the wind that comes directly directed to the wind turbine. The model in this study is the Savonius Swirling wind turbine. This research was conducted using a silent deflector on a swirling savonius wind turbine with the addition of *Free Drag Reducing*. There are 12, 14, 16 and 18 variations in the number of deflectors used. With a  $45^\circ$  deflector angle measured from the coming wind direction, and 3 *Free Drag Reducing* holes. The results of the study showed that the best power was obtained in the variation of the 12 blades silent deflector with a power of 2,72875 watts with a load of 2400 grams. The best CP is obtained in the variation of 12 blades silent deflector with CP 24.9986768% with 2400 gram load. For the characteristics of the total number of CDP and CLP between the advancing and returning slats, the variation of deflector 12 is 1,074 with a total CDP of 3,116 and CLP 2,042. Variations without deflectors were obtained for -2,265 with a total CDP of 0.530 and CLP of 2795. The variation of deflector 14 was obtained for -1.111 with a total CDP of 1.333 and CLP of 2,445. The variation of deflector 16 is -1,872 with a total CDP of 1,668 and CLP 3,540. The variation of deflector 18 is obtained by -2.065 with a total CDP of -1.141 and CLP of 0.924.

**Keywords:** Swirling savonius, vertical, deflector, *free drag reducing*

## PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan dasar manusia, yang terus meningkat sejalan dengan tingkat kehidupannya. Bahan bakar minyak (BBM) memegang posisi yang sangat dominan dalam pemenuhan kebutuhan energi nasional. Komposisi konsumsi energi nasional saat ini adalah BBM : 52,50%; Gas: 19,04%; Batubara: 21,52%; Air: 3,73%; Panas bumi: 3,01%; dan Energi baru: 0,2%.

Bedasarkan data yang diperoleh dapat ditentukan langkah serta strategi dalam pemanfaatan dan pengelolaan seluruh potensi sumber kekayaan alam terutama sumber daya energi yang ada untuk penyediaan kebutuhan energi pada wilayah tertentu dan jenis kegiatan, sehingga ditetapkan strategi pemanfaatannya. Sehingga energi terbarukan harus segera dikembangkan secara nasional bila tergantung pada energi fosil, ini menimbulkan dampak yaitu, menipisnya cadangan minyak bumi, kenaikan/ketidakstabilan harga akibat laju permintaan yang lebih besar dari produksi minyak, dan polusi gas rumah kaca (terutama CO<sub>2</sub>) akibat pembakaran bahan bakar fosil.

Indonesia secara geografis dilewati garis khatulistiwa dan beriklim tropis. Potensi energi angin di Indonesia berdasarkan data kecepatan angin di berbagai wilayah, sumber daya energi angin Indonesia berkisar antara 3 m/s–6 m/s pada ketinggian 24 meter di atas permukaan tanah. Salah satu alat yang dapat digunakan sebagai energi terbarukan dengan memanfaatkan angin adalah turbin angin. Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Turbin angin *savonius* merupakan salah satu jenis turbin angin yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik dan merupakan salah satu jenis turbin angin yang tertua dari turbin angin jenis *Vertical Axis Wind Turbine* (VAWT). Untuk itu agar mencapai kinerja turbin yang lebih baik maka dilakukan beberapa modifikasi pada turbin angin *savonius*. Beberapa peneliti telah berusaha untuk menaikkan efisiensi turbin *savonius* dengan berbagai upaya dilakukan.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Al-Faruk and Sharifian (2014) tentang penelitian "*Influence of Blade Overlap and Blade Angle on the Aerodynamic Coefficient in Vertical Axis Swirling type Savonius Wind Turbine*". Hasil menunjukkan daya maksimum diperoleh pada rasio 0,20 (pisau tumpang tindih) dengan sudut 195° sudut busur pisau. Hasil koefisien kekuatan turbin angin berputar-putar meningkat sebesar 25,5%. Namun, pada pertunjukan kecepatan sudut yang lebih rendah dari berputar-putar dan turbin angin *savonius* tetap sama.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Al-Faruk and Sharifian (2016) tentang penelitian "*Effects of flow on the performance of vertical axis swirling tipe Savonius wind turbine*". Pada penelitian ini membandingkan antara 2 buah turbin angin antara turbin angin *Swirling Savonius* dengan turbin angin *Savonius konvensional*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa koefisien kekuatan turbin angin

*Swirling Savonius* meningkat sekitar 27% lebih tinggi dari pada turbin *Savonius konvensional*.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh kamoji et al. (2009) tentang "*experimental investigations on single modified Savonius rotor*". Perbandingan kinerja dimodifikasi *Savonius rotor* dengan poros, dimodifikasi *Savonius rotor* tanpa poros dan rotor *Savonius konvensional*. Menyatakan bahwa hasil koefisien tertinggi didapatkan turbin angin tanpa poros.

Penelitian tentang turbin angin *savonius* dilakukan oleh Budi Sugiharto "*Simulasi Kincir Angin Savonius dengan Variasi Pengarah*" dari variasi sudut yang dilakukan peneliti Torsi static maksimum terjadi pada sudut 45°, dengan nilai lebih dari dua kali torsi statiska tanpa pengarah. Pengarah lengkung tidak menunjukkan hasil yang lebih baik dibanding dengan pengarah datar.

Penelitian tentang turbin angin *savonius* dilakukan oleh Abdurrohman Wachid (2018) mengenai "*Studi Experimental Turbin Angin Savonius Dua Tingkat Dengan Penambahan Drag Reducing Pada Returning Blade (studi kasus pada 2 blade pertingkat)*" dari hasil penelitian penambahan jumlah variasi *Drag Reducing* pada *Returning Blade* berpengaruh pada kinerja turbin angin. Terbukti dari hasil yang diperoleh, jumlah variasi bukaan 3 *Drag Reducing* lebih efektif dibandingkan turbin angin tanpa *Drag Reducing* maupun jumlah variasi *drag reducing* yang lainnya.

Penelitian tentang turbin angin *swirling savonius* dilakukan oleh Moh. Zulianto (2020) mengenai "*Uji Eksperimen Model Turbin Angin Swirling Savonius dengan Deflektor Diam Menggunakan Terowongan Angin*" dari hasil penelitian mengetahui efisiensi penambahan deflektor terhadap kinerja turbin angin *Swirling Savonius* 1 tingkat 2 blade. Mempaparkan bahwa jumlah deflektor 12 menunjukkan daya yang besar.

## Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

- Berapa hasil daya terbaik yang diperoleh model turbin angin *Swirling Savonius* satu tingkat dengan penambahan *Free Drag Reducing* menggunakan deflektor diam?
- Berapa hasil efisiensi terbaik yang diperoleh model turbin angin *Swirling Savonius* satu tingkat dengan penambahan *Free Drag Reducing* menggunakan deflektor diam?
- Bagaimana karakteristik distribusi tekanan statik pada permukaan bilah turbin angin?

## Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui:

- Untuk mengetahui hasil daya terbaik yang diperoleh model turbin angin *Swirling Savonius* satu tingkat dengan penambahan *Free Drag Reducing* menggunakan deflektor diam.
- Untuk mengetahui hasil efisiensi terbaik yang diperoleh model turbin angin *Swirling Savonius* satu tingkat

dengan penambahan *Free Drag Reducing* menggunakan deflektor diam.

- Untuk mengetahui karakteristik distribusi tekanan static pada permukaan blade turbin angin.

## METODE

### Pendekatan Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Kegiatan yang akan dilakukan pada penelitian ini ialah meliputi perancangan model turbin angin vertikal Swirling Savonius (dua blade) satu tingkat menggunakan deflektor diam dengan variasi bilah 12, 14, 16, 18 bilah dengan sudut  $45^\circ$  dari datangnya arah angin dengan penambahan *Free Drag Reducing*, pembuatan turbin angin vertikal, *set up*, dan pengambilan data.

### Tempat dan Waktu Penelitian

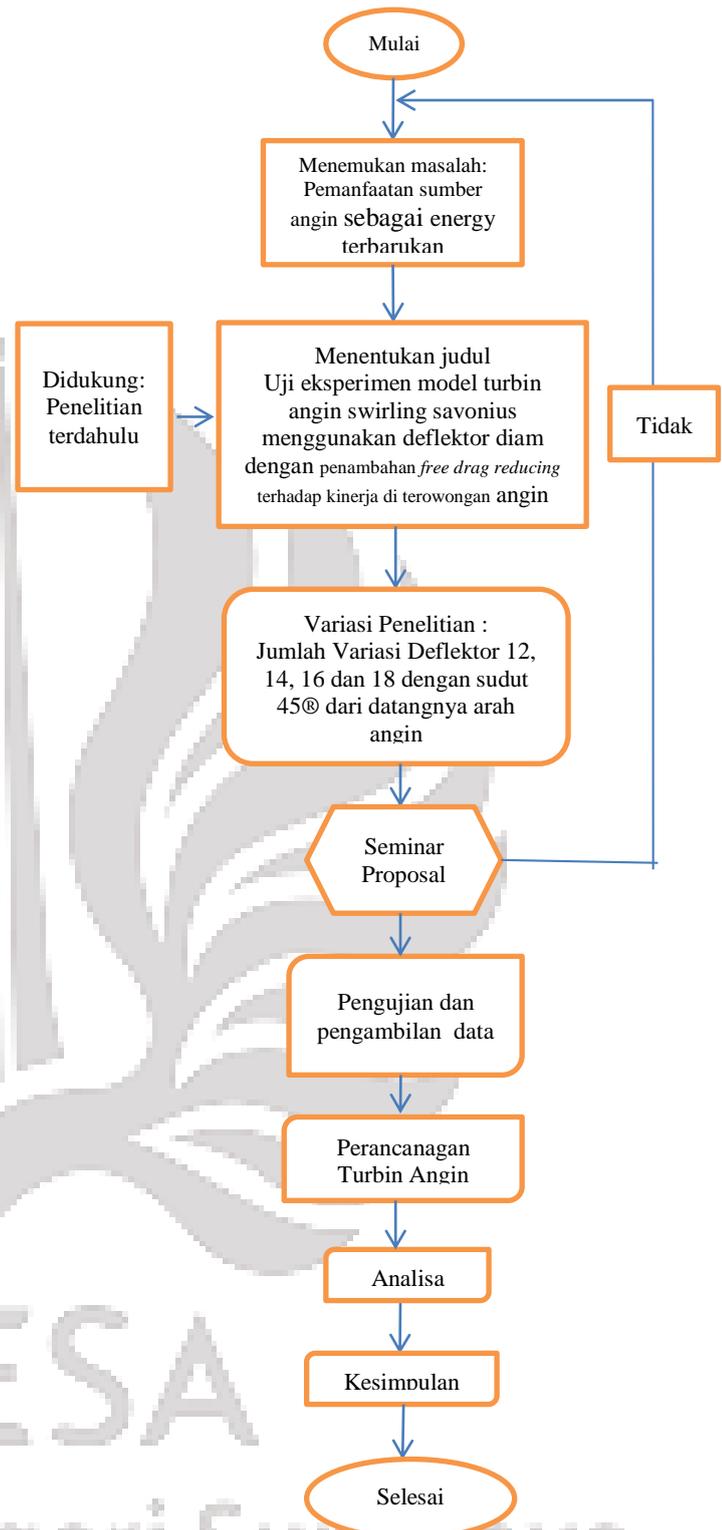
- Penelitian eksperimen ini dilakukan di gedung A8 lantai 4 Laboratium Termodinamika Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
- Waktu penelitian dilakukan pada bulan Februari 2019 hingga selesai

### Objek Penelitian

Obyek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu turbin angin jenis swirling savonius satu tingkat menggunakan deflektor diam dengan variasi bilah 12, 14, 16 dan 18

### Variabel Penelitian

- Variabel Bebas
  - Variasi deflektor diam dengan jumlah variasi deflektor sebanyak 12, 14, 16, 18.
- Variabel Terikat
  - Variabel terikat pada penelitian ini adalah Daya dan Efisiensi
- Variabel Kontrol
  - Turbin angin Swirling Savonius satu tingkat dengan jumlah bilah sebanyak 2 buah
  - Beban turbin angin yang digunakan sebesar 100 gram, 200 gram, 300 gram dan seterusnya hingga turbin berhenti berputar.
  - Kecepatan angina yang digunakan ialah 3 m/s, 3,5 m/s, 4 m/s, 4,5m/s, 5m/d, 5,5m/s, 6m/s.



Gambar 1. Flowchart Pengujian

### Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Data yang diperoleh dari eksperimenturbin angin Swirling savonius dengan menggunakan deflektor dan tanpa deflektor dimasukkan kedalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik yang kemudian akan dianalisis lalu ditarik kesimpulan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

• Daya Angin

- Untuk menghitung daya angina menggunakan rumus :

Daya Angin ( $P_w$ )

$$P_w = 0,5\rho AV^3 \infty$$

Dimana :

$$V^3 \infty = 3^3 \\ = 27$$

$$P_w = 0,5\rho AV^3 \infty \\ = 0,5 \times 1 \times 27 \times 0,09 \\ = 1,364445$$

Maka didapat hasil watt 1,364445

• Daya Turbin (PT) :

$$P_t = T \cdot \omega$$

Dimana :  $T = F \times r \dots \dots (Nm)$

$$F = \frac{F_1 - F_2}{1000} \times g \\ F = \frac{F_1 - F_2}{1000} \times 9,8 \\ = \frac{100 - 70}{1000} \times 9,8 \\ = \frac{30}{1000} \times 9,8 \\ = 0,294$$

$$T = F \times r \\ = 0,294 \times r \\ = 0,294 \times 0,0075 \\ = 0,002205 \text{ Nm}$$

$$\omega = \frac{2\pi N}{60} \\ = \frac{2 \times 3,14 \times 146,1}{60} \\ = \frac{917,5}{60} \\ = 15,2917 \text{ rad/s}$$

$$P_T = T \cdot \omega \\ = 0,002205 \times 15,2917 \\ = 0,033718 \text{ watt}$$

• Efisiensi Turbin (%)

$$C_p = \frac{P_T}{P_w} \\ \eta = \frac{0,033718}{1,364445} \times 100\% \\ = 2,471\%$$

• Koefisien Tekanan atau *Coefficient Pressure* ( $C_p$ )

Untuk menghitung  $C_p$  dapat menggunakan rumus berikut:

$$C_p = \frac{P - P_\infty}{\left(\frac{1}{2}\right)\rho V^2_\infty}$$

Dimana:

$C_p$  = *Coefficient Pressure*

$P$  = Tekanan statis pada bilah turbin ( $\frac{kg}{m.s^2}$ )

$P_\infty$  = Tekanan udara lingkungan ( $\frac{kg}{m.s^2}$ )

$V_\infty$  = Kecepatan angin (m/s)

$\rho$  = Massa jenis udara ( $\frac{kg}{m^3}$ )

sedangkan untuk mendapatkan  $P$  menggunakan rumus:

$$P = \rho g h$$

Dimana:

$P$  = Tekanan (N/m<sup>2</sup>)

$\rho$  = Massa jenis ( $\frac{kg}{m^3}$ )

$g$  = Percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$h$  = Ketinggian permukaan (m)

$$h = 2 (H_2 - H_1) \sin(\alpha)$$

$$= 2 (10,4 - 9) \sin(5)$$

$$= \frac{2 (1,4) \sin(5)}{100}$$

$$= 0,00244 \text{ m}$$

$$P = \rho g h$$

$$= (0,85456 \times 1000) 9,8 \times 0,00244$$

$$= 20,434238 \text{ N/m}^2$$

$$C_p = \frac{P - P_\infty}{\left(\frac{1}{2}\right)\rho V^2_\infty}$$

$$= \frac{20,434238 - 4,3999}{\left(\frac{1}{2}\right) 1,123 \cdot 6^2}$$

$$= \frac{20,434239 - 4,3999}{\left(\frac{1}{2}\right) 1,123 \cdot 36}$$

$$= \frac{16,0343}{20,214}$$

$$= 0,79322$$

• Perhitungan *Coeffisien Drag Pressure* ( $C_{DP}$ )

Sebagai Contoh Perhitungan maka diambil salah satu nilai *Coeffisien Drag Pressure* ( $C_{DP}$ ) Pada moter Turbin angin Tipe-Swirling savonius dengan metode aturan Simpon 1/3 segmen berganda sebagai berikut:

$$C_{DP} = \frac{1}{2} \int_0^{2\pi} C_p(\theta) \cos(\theta) d\theta$$

$$\text{Bila } I = \int_0^{2\pi} C_p(\theta) \cos(\theta) d\theta$$

$$\text{Maka } C_{DP} = \frac{1}{2} I$$

Dimana :

$C_{DP}$  = Koefisien pressure drag

1 = Batas bawah

$2\pi$  = Batas atas

$C_p$  = Koefisien tekanan

$\theta$  = Sudut tab kontur model uji

$$I \cong (b - a) \frac{f(x_0) + 4 \sum_{i=1,3,5}^{n-1} f(x_i) + 2 \sum_{j=2,4,6}^{n-2} f(x_j) + f(x_n)}{3n}$$

Dimana:

$$a = 0; b = 2\pi;$$

$$f(x_0) = C_p(0) \cdot \cos 0 \text{ dan } f(x_n) = C_p(2\pi) \cdot \cos$$

$$2\pi \text{ untuk } C_D$$

$$f(x_0) = C_p(0) \cdot \sin 0 \text{ dan } f(x_n) = C_p(2\pi) \cdot \sin$$

$$2\pi \text{ untuk } C_L$$

$n$  = jumlah data

$f(x_i)$  = perkalian dari fungsi data gasal dimana;  
 $i = 1,3,5,\dots,n-1$   
 $f(x_j)$  = perkalian dari fungsi data genap dimana;  
 $i = 2,4,6,\dots,n-2$   
 Jadi :

$$I \cong (b-a) \frac{f(x_0) + 4 \sum_{i=1,3,5}^{n-1} f(x_i) + 2 \sum_{j=2,4,6}^{n-2} f(x_j) + f(x_n)}{3n}$$

Dimana:  $b$  = Batas atas ( $2\pi$ ). Dan  $a$  = Batas bawah (0)

$n$  = jumlah data (36)

$$f(x_0) = 0,7272$$

$$4 \sum_{i=1,3,5}^{n-1} f(x_i) = 7,9113$$

$$2 \sum_{j=2,4,6}^{n-2} f(x_j) = 3,8958$$

$$f(x_n) = -0,2654$$

$$I \cong (2\pi - 0) \frac{0,7272 + 7,9113 + 3,8958 + (-0,2654)}{3 * 36}$$

$$C_{DP} = 0,1136$$

- Perhitungan *Coefisien lift Pressure* ( $C_{LP}$ )  
 Untuk menghitung  $C_p$  dapat menggunakan rumus berikut:

$$C_{LP} = -\frac{1}{2} \int_0^{2\pi} C_p(\theta) \sin(\theta) d\theta.$$

$$\text{Bila } I = \int_0^{2\pi} C_p(\theta) \cos(\theta) d\theta$$

$$\text{Maka } C_{LP} = -\frac{1}{2} I$$

Dimana :

- $C_{LP}$  = Koefisien pressure lift
- 0 = Batas bawah
- $2\pi$  = Batas atas
- $C_p$  = Koefisien tekanan
- $\theta$  = Sudut tab kontur model uji

Jadi :

$$I \cong (b-a) \frac{f(x_0) + 4 \sum_{i=1,3,5}^{n-1} f(x_i) + 2 \sum_{j=2,4,6}^{n-2} f(x_j) + f(x_n)}{3n}$$

Dimana:  $b$  = Batas atas ( $2\pi$ ). Dan  $a$  = Batas bawah (0)

$n$  = jumlah data (36)

$$f(x_0) = -0,1546$$

$$4 \sum_{i=1,3,5}^{n-1} f(x_i) = -1,3298$$

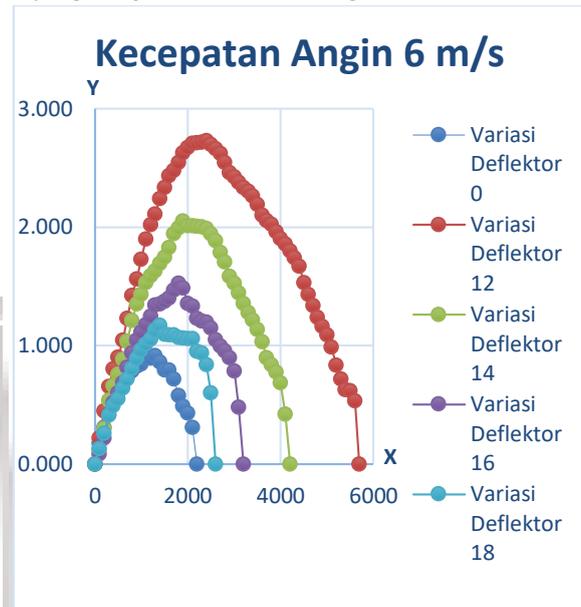
$$2 \sum_{j=2,4,6}^{n-2} f(x_j) = -2,2549$$

$$f(x_n) = 0,0564$$

$$I \cong (2\pi - 0) \frac{-0,1546 + (-1,3298) + (-2,2549) + 0,0564}{3 * 36}$$

$$C_{DP} = -0,0346$$

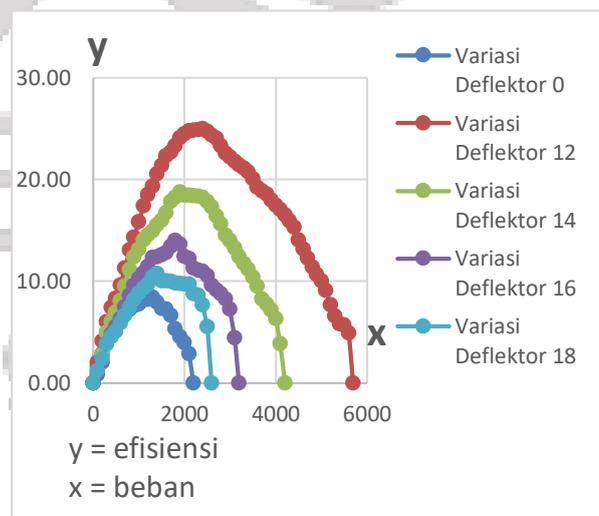
- Hasil perhitungan daya turbin angin Swirling Savonius yang disajikan dalam bentuk grafik



Gambar 2 Grafik Daya turbin angin vs beban pada kecepatan 6 m/s

Dari semua grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi kecepatan angin dan pengaruh penambahan dari variasi deflektor 12 yang digunakan maka daya yang dihasilkan turbin angin meningkat. Dimana data menunjukkan bahwa daya turbin angin yang dihasilkan kecepatan angin 6 m/s dengan penambahahan variasi deflektor 12 lebih besar jika dibandingkan dengan kecepatan angin dan penambahan variasi deflektor lainnya. Daya turbin angin terbaik yang diperoleh adalah sebesar 2,72875 watt dengan beban sebesar 2400 gram.

- Hasil perhitungan daya turbin angin Swirling Savonius yang disajikan dalam bentuk grafik



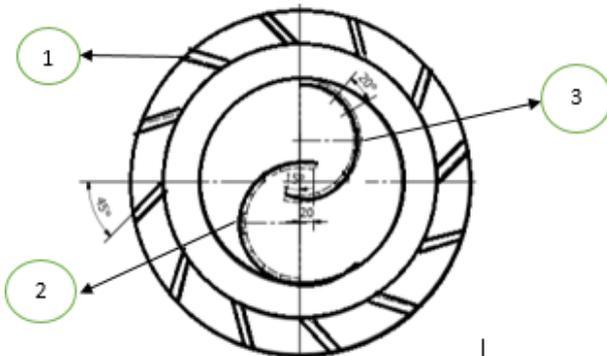
Gambar 3 Grafik Efisiensi turbin angin vs beban pada kecepatan 6 m/s

Koefisiensi daya atau *coefficient power* ( $c_p$ ) merupakan perbandingan antara daya turbin angin ( $P_t$ ) dengan daya angin

(pa) yang di ekstrak oleh turbin angin. Sama halnya dengan daya, efisiensi daya yang dihasilkan turbin angin juga dipengaruhi oleh daya angin yang bertiup. Untuk pengaruh penambahan deflektor diam pada turbin angin swirling savonius juga sangat berpengaruh terhadap efisiensi (cp) pada turbin angin.

Dari uraian grafik sebelumnya dapat dilihat bahwa deflektor 12 menghasilkan daya yang paling tinggi disemua kecepatan angin. Daya dan efisiensi turbin angin dengan 12 deflektor mengalami peningkatan yang terus menerus hingga pembebanan 2400 gram dan mengalami penurunan pada pembebanan 2500 gram dan hingga berhenti putaran dipembebanan 5700 gram, hasil daya yang diperoleh pada variasi deflektor adalah sebesar 2,72875 watt dan efisiensi sebesar 24,99868% pada pembebanan 2400 gram.

- Pengaruh penambahan deflektor diam terhadap daya dan efisiensi

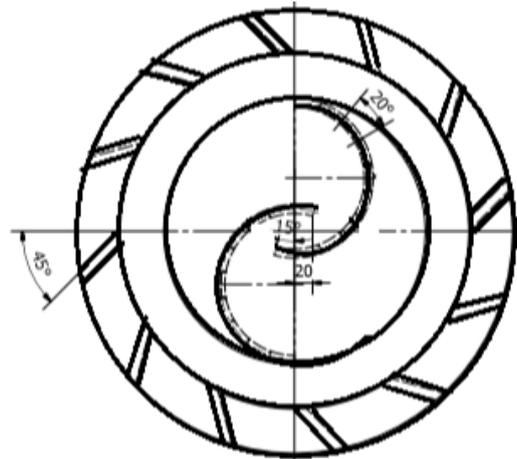


Gambar 4 Keterangan Bagian Turbin

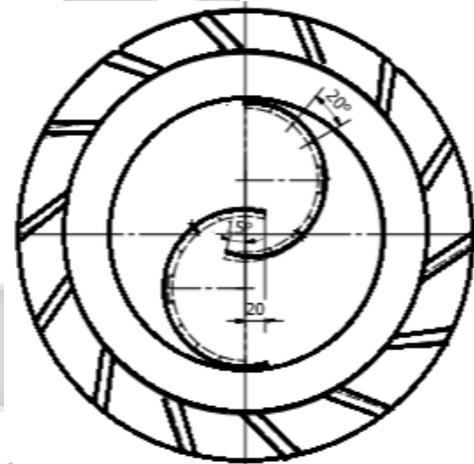
Keterangan:

1. Deflektor
2. Sisi Cembung bilah turbin angin ( Returning blade)
3. Sisi Cekung bilah turbin angin ( Advancing blade)

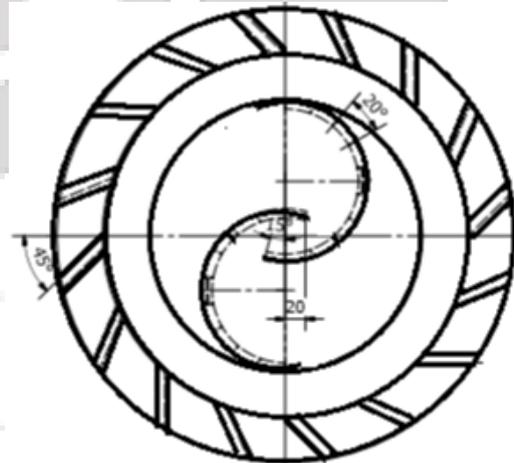
Pengaplikasian deflektor diam pada turbin angin dimaksudkan untuk mengoptimalkan kinerja tubin angin sehingga aliran udara yang menabrak turbin angin agar lebih terarah dan turbin angin tersebut dapat berputar secara maksimal. Penambahan variasi jumlah variasi bilah 12 pada sudut 45° penelitian ini memiliki pengaruh yang terbaik jika dibandingkan dengan jumlah bilah antara lain, yaitu: bilah 0,14 bilah, 16 bilah, dan 18 bilah.



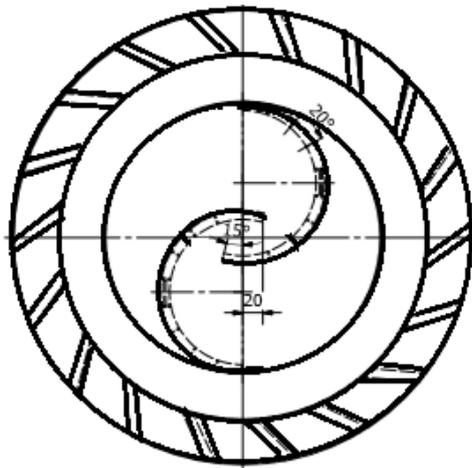
Gambar 5. Turbin Angin Swirling Savonius 12 Deflektor



Gambar 6. Turbin Angin Swirling Savonius 14 Deflektor



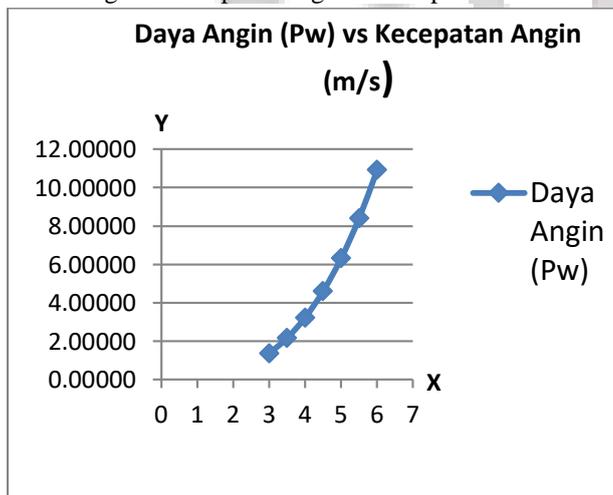
Gambar 7. Turbin Angin Swirling Savonius 16 Deflektor



Gambar 8. Turbin Angin Swirling Savonius 18 Deflektor

Dari gambar diatas dapat kita lihat perbedaan jumlah sudu deflektor pada saat putaran angin tinggi jika jumlah variasi deflektor diam yang lebih bagus pada gambar 4.17 Angin yang mendorong dan terjadi percepatan putaran turbin lebih terfokus dan tertuju pada sisi bilah cekung sedangkan gambar 4.17 Dan gambar 4.20 angin yang masuk pada celah sudu deflektor masih belum terfokus pada sisi bilah cekung, angin sebagian masuk dan banyak yang terbuang karena celah deflector yang terlalu rapat, permukaan sisi cembung pada turbin berperan sebagai gaya hambat yang terjadi pada permukaan sisi bilah cembung sehingga menjadikan putaran turbin angin tidak dapat berputar secara maksimal.

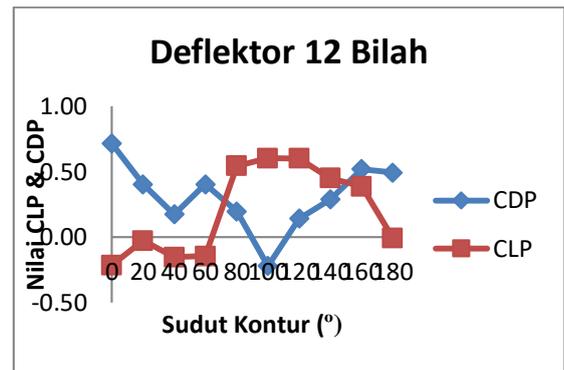
- Pengaruh kecepatan angin terhadap variasi deflektor



Gambar 9. Grafik daya turbin angin vs kecepatan angin

Dari hasil grafik diatas menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan angin maka daya angin yang dihasilkan akan semakin besar.

Dari penjelasan diatas dapat kita lihat dari beberapa grafik CLP (Coefisien Lift Pressure) dan CDP (Coefisien Drag Pressure) berikut dibawah ini :



Gambar 10. Grafik CLP dan CDP Deflektor 12

Dari penjelasan diatas dapat dilihat bahwa pengaruh penambahan deflektor mengakibatkan penurunan gaya drag (gaya hambat) dengan demikian menambah gaya lift menjadi lebih tinggi, sehingga semakin kecil gaya drag (gaya hambat) dan gaya lift yang lebih tinggi pada turbin angin mengakibatkan putaran turbin semakin maksimal dan putaran turbin semakin cepat, sehingga membuat daya dan efisiensi turbin semakin tinggi.

CLP dan CDP Total			
Deflektor	CDP	CLP	CDP-CLP
0	0,530	2,795	-2,265
12	3,116	2,042	1,074
14	1,333	2,445	-1,111
16	1,668	3,540	-1,872
18	-1,141	0,924	-2,065

Dari beberapa variasi jumlah bilah deflector yang paling rendah gaya drag total adalah variasi jumlah bilah deflector 12 yaitu mencapai 3,116 , sedangkan gaya lift yang paling tinggi terdapat pada variasi jumlah bilah 12, lift total mencapai 1,074.

Jadi grafik diatas dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan deflektor diam menghasilkan karakteristik distribusi tekanan yaitu semakin tinggi daya dan efisiensi yang dihasilkan maka Coefisien Drag Pressure (CDP) semakin rendah Coefisien Lift Pressure (CLP) semakin tinggi sehingga gaya drag yang rendah dan gaya lift yang tinggi mengakibatkan angin bisa berputar secara maksimal.

## PENUTUP Simpulan

Setelah dilakukan penelitian terhadap Uji Eksperimen Kinerja Model Turbin Angin Jenis *Swirling Savonius* Deflektor Diam Dengan Penambahan *Free Drag Reducing* di Terowongan Angin dengan menggunakan variasi jumlah bilah deflector yaitu 12 bilah, 14 bilah, 16 bilah, dan 18 bilah, dengan sudut deflektor 45 ° pada variasi kecepatan angin 3 m/s, 3,5 m/s, 4 m/s, 4,5 m/s, 5 m/s, 5,5 m/s, 6 m/s maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Daya terbaik yang diperoleh model turbin angin

*Swirling savonius* satu tingkat dengan penambahan *Free Drag Reducing* menggunakan deflektor diam sebesar 2.72875 watt pada variasi jumlah bilah 12 deflektor dengan kecepatan 6 m/s dan beban 2400 gram.

- Efisiensi ( $\eta$ ) terbaik yang diperoleh model Turbin Angin *Swirling savonius* satu tingkat dengan penambahan *Free Drag Reducing* menggunakan deflektor diam terbesar terjadi pada variasi jumlah bilah deflektor 12 bilah sebesar 24.9986768% pada kecepatan angin 6 m/s dengan beban 2400 gram.
- Karakteristik distribusi tekanan pada bilah turbin angin menunjukkan semakin tinggi daya dan efisiensi yang dihasilkan maka Coefisien Drag Pressure (CDP) semakin rendah Coefisien Lift Pressure (CLP) semakin tinggi sehingga gaya drag yang rendah dan gaya lift yang tinggi mengakibatkan angin bisa berputar secara maksimal.

#### Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai turbin angin tipe *vertical axis* ini dan penyempurnaan pada rangkaain turbin angin, diantaranya :

- Turbin angin menggunakan variasi *fix drag reducing* dengan sudut bukaan *free drag reducing* yang lebih rendah.
- Turbin angin menggunakan model *blade* yang berbeda agar dapat diketahui model yang terbaik dan yang sesuai jika disatukan dengan variasi *fix drag reducing*.
- Mengembangkan turbin angina dengan variasi sudut bukaan *fix drag reducing* untuk diuji pada turbin angin skala real di tempat terbuka dengan penggerak angin alami.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrohman Wachid (2018) mengenai “*Studi Experimental Turbin Angin Savonius Dua Tingkat Dengan Penambahan Drag Reducing Pada Returning Blade (studi kasus pada 2 blade pertingkat)*”
- Admin. 2017. Sumber Energi Tak Terbarukan dan Energi Terbarukan, (online)  
<https://velajaran.net/sumber-energi-tak-terbarukan-dan-energi/>. Diakses 12 januari 2019
- Ajao, K.R., and M.R, Mahamood. 2009. “*Wind Energy Conversion System: The Past, The Present And The Prospect*”. *Journal of American Science*. Vol. 5: pp 17-22.
- Akwa, J.V. dkk, 2012, “A Riview on The Performace of Savonius Wind Turbines”. *Renewable and Sustainable Energy Rivies*. Vol. 16: pp 3054-3064.
- Al-Faruk., Sharifian. 2014. *Influence of Blade Overlap and Blade Angle on the Aerodynamic Coeffisien in Vertical Axis Swirling type Savonius Wind Turbine*. Al-Faruk., Sharifian. 2015. *Effect of flow parameter on the performance of vertical axis swirling type Savonius Turbine*. *International journal of Automotive and Mechanical Engngneering (IJAME)* Volume 12, pp. 2929-2943.
- Al-Faruk dan A. Sharifian. Pengaruh Blade Tumpang Tindih dan Pisau Angle pada Aerodinamika Koefisien di Vertical Axis jenis Swirling Turbin Angin Savonius. Andi Yasa (2018) mengenai “*Studi Eksperimental Model Turbin Angin Savonius Satu Tingkat Dengan Penambahan Fix Drag Reducing*”
- Arifin Sanusi (2017) .*Perfomance Analysis of a Combined Blade Savonius Wind Turbines*.
- Budi Sugiharto. Simulasi Kincir Angin Savonius dengan Variasi Pengarah.
- Hau, Erich 2013. *Wind Turbine: Fundamental, Technologies, Application, Economics*, Three Edition. Berlin: Springer.
- Herlamba S, Indra. 2017. Pengaruh Perubahan Sudut Lengkung Blade Terhadap Kinerja Turbin Angin Savonius Tipe S Dua Tingkat
- Intisolar. 2017. Dampak Pemakaian Energi, (Online).  
[\(Fosil,http://intisolar.com/news/dampak-pemakaian-energi-fosil/](http://intisolar.com/news/dampak-pemakaian-energi-fosil/), diakses14 Januari 2019
- J.V. Akwa, H.A. Vielmo, A.P. Petry. 2012. “A Review on The Performance of\_Savonius Wind Turbines”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 16: pp 3056-3064.
- Katz, Joseph. 1995. “*Race Car Aerodynamics Designing for Speed*”. Bentley Publisher: a division of Robbert Bently, Inc.
- Moh. Zulianto (2020) mengenai “*Uji Eksperimen Model Turbin Angin Swirling Savonius dengan Deflektor Diam Menggunakan Terowongan Angin*”
- Mahmoud, N.H. dkk, 2012. “*An Experimental Study on Improvement of Savonius Rotor Performance*, Mesir: Engineering-Alexandria University.
- M.A Kamoji (2008). *Experimental Investigation On Single Stage Modified Savonius Rotor*.
- Nevers, Noel de. 1991. “*Fluid Mechanics for Chemical Engineers 2<sup>nd</sup> Edition*”. Utah: Mc Graw-Hill, Inc.
- Naufal. 20 Klasifikasi Angin, (Online)  
[\(https://skpticalinquirer.wordpress.com/2015/01/25/klasifikasi-angin/](https://skpticalinquirer.wordpress.com/2015/01/25/klasifikasi-angin/)
- Tim. 2014. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya
- Tri Handoyono. 2012. *Pengaruh Overlap Sudu dan Penambahan Fin pada Rotor Savonius Tipe-L*. Jember: Universitas Jember
- Y. Daryanto. 2007. *Kajian Potensi Angin untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu*. BALAI PPTAGG-UPT-LAGG. Yogyakarta.