



## **Pengaruh Sudut Fin Dan Berat Sudu Terhadap Kinerja Turbin Savonius Type L**

**M. Ihya' Ulumuddin, Syafi'udin, I Made Kastiawan**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia  
email: [ihyacerah@gmail.com](mailto:ihyacerah@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Turbin angin merupakan alat yang bisa mengkonversi energi angin menjadi pembangkit listrik. Turbin ini dapat diterapkan di berbagai tempat yang memiliki angin rendah. Jenis turbin yang digunakan yaitu turbin angin savonius type L. Dengan variasi sudut fin ( 25°, 30°, 35° ) dan berat sudu ( 2.638 gr, 3.288 gr, 3.844 gr ). Kecepatan angin tanpa beban yang digunakan adalah 2,0 m/s yang menghasilkan putaran poros maksimum 90,5 rpm , gaya 4,00 Nm dan torsi sebesar 0,00600 Nm. Sedangkan dengan penambahan pembebanan generator membutuhkan kecepatan angin minimum 4,0 m/s yang menghasilkan daya generator 2,5 Watt, Efisiensi system 19,87 %, dan BHP yang di dapat sebesar 0,13 Watt

**Kata kunci: Turbin angin savonius type L, Sudut fin, Berat sudu, Daya**

### **ABSTRACT**

A wind turbine is a device that can convert wind energy into electricity generation. This turbine can be applied in various places that have low winds. The type of turbine used is the Savonius type L wind turbine. With variations in fin angle ( 25°, 30°, 35° ) and blade weight ( 2,638 gr, 3,288 gr, 3,844 gr). The wind speed without load used is 2.0 m/s which produces a maximum shaft rotation of 90.5 rpm, a force of 4.00 Nm and a torque of 0.00600 Nm. Meanwhile, with the addition of generator loading requires a minimum wind speed of 4.0 m/s which produces 2.5 Watt generator power, 19.87 % system efficiency, and 0.13 Watt BHP.

**Keywords: Savonius type L wind turbine, Fin angle, Blade weight, Power**

### **PENDAHULUAN**

Angin adalah udara yang bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah yang tersedia di bumi dalam jumlah yang sangat besar serta tidak terbatas. Angin dapat dimanfaatkan sebagai energi baru terbarukan. Untuk bisa memanfaatkan tenaga angin, dibutuhkan suatu alat yang dapat mengkonversi tenaga angin menjadi energi yang bisa dimanfaatkan oleh manusia.

Turbin angin merupakan perangkat yang dipergunakan untuk memanfaatkan potensi

tenaga angin. berdasarkan hasil penelitian, angin yang paling sesuai untuk diaplikasikan pada Pulau Jawa khususnya Surabaya adalah kincir angin Savonius tipe L dengan sumbu vertikal. oleh sebab itu, kincir angin sumbu vertikal ini cocok buat wilayah dengan kecepatan angin rendah, contohnya memanfaatkan kecepatan angin kendaraan yang melintas.

Turbin angin Savonius merupakan jenis turbin sumbu vertikal (Vertical Axis Wind Turbine) dimana turbin bisa bergerak di kapasitas kecepatan angin rendah, hal ini

dapat memiliki *self starting* yang baik serta torsi yang cukup tinggi. Penggunaan turbin angin savonius dengan kecepatan angin rendah dan arah angin yang tidak konstan mempunyai kemampuan membuat daya yang lebih optimal dibandingkan turbin angin sumbu horizontal.

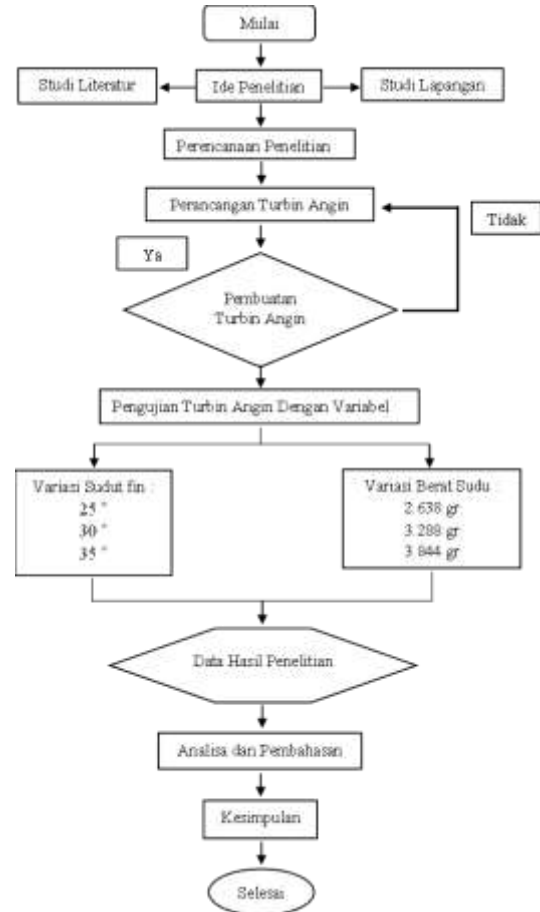
Berdasarkan penelitian sebelumnya, (Irsyad, 2012) Koefisien drag cembung lebih kecil dari koefisien drag cekung, dan bilah turbin berbentuk silinder elips (U). Peningkatan rasio L/D meningkatkan perbedaan antara koefisien drag cekung dan cembung. (Setiawan Wawan, 2017) didapatkan torsi maksimum yang dihasilkan oleh sudut sudu adalah  $110^\circ$ , dengan sudut variabel  $110^\circ$ ,  $125^\circ$ , dan  $140^\circ$ , karena bilah cekung memiliki luas penampang yang lebih besar, sehingga aliran udara lebih cepat, yang mendorong aliran udara lebih besar.

(Fariedi, 2014) Dibahas tentang model turbin angin dengan bentuk sudu konstan, dengan spesifikasi sebagai berikut, diameter sudu 70 cm dan sudut pitch  $10^\circ$ , menghasilkan 0,605 pada 406 rpm pada 0,18 cp pada kecepatan angin 2 – 3,23 m/s Watt power 6.1 tip ratio, 1.311 watt pada 513 rpm, 0.21 cp, 6.3 tip ratio, 1.673 watt pada 561 rpm, 0.21 cp, 6.3 tip ratio. Dapat dibuktikan bahwa di bawah pengaruh bentuk pisau dari spesifikasi tertentu, berbagai daya dapat dihasilkan.

(Abdul Gofur, Angga Catur Pamungkas, 2017) penambahan fin pada turbin, dimana angin yang mengenai fin dapat diarahkan ke sudu turbin, sehingga membantu *self start* dan peningkatan putaran turbin yang maksimal, pada penambahan fin turbin menggunakan sudut terbaik  $30^\circ$ . dan juga di penelitian (Imam Fahrur Rozy, 2020) Variasi bentuk sudu terbaik pada sudut sudu dan sudu turbin savonius type L adalah  $110^\circ$ . Penelitian ini dilakukan analisa untuk mengetahui hasil pengaruh bentuk sudu dan sudut fin terhadap optimalisasi kinerja turbin angin savonius type L dengan menggunakan kecepatan angin terendah 4,5 m/s pada bentuk sudu, sehingga mempengaruhi daya yang

dihasilkan maksimal. Sudut fin juga mempengaruhi transfer aliran fluida dari sudu satu ke sudu yang lain, agar tidak terjadinya turbulensi.

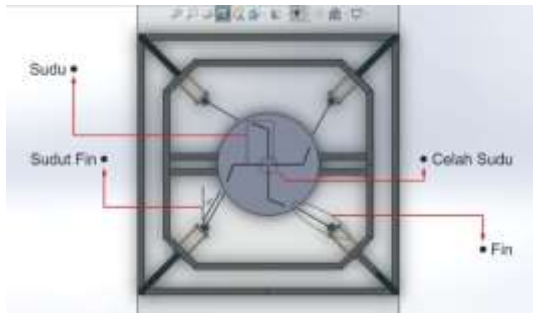
## PROSEDUR EKSPERIMEN



Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen. yaitu melakukan pengujian dengan menggunakan variasi sudut fin dan berat sudu sebagai parameter agar mengetahui hasil torsi melalui putaran yang didapatkan oleh turbin.

### Variabel

Variasi yg digunakan dalam penelitian ini adalah Sudut fin ( $25^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $35^\circ$ ) dan berat sudu (2.638 gr, 3.288 gr, 3.844 gr). menggunakan kecepatan angin 2,0 m/s tanpa beban dan 4,0 m/s dengan beban (generator).



Gambar 1. Gambar penjelasan variabel tampak atas.

1. Fin adalah sudu untuk mengarahkan angin ke turbin. Dan Sudut fin adalah besarnya sudut dalam satuan derajat sebagai pembatas pergerakan fin.
2. Sudu adalah suatu penampang dengan bentuk lempengan yang menampung aliran udara untuk menghasilkan gaya dorong oleh turbin.

#### Proses Pembuatan Turbin

- a. Proses pembuatan sudu dikerjakan dengan cara memotong akrilik berukuran  $200 \text{ mm} \times 700 \text{ mm}$  menggunakan gergaji besi. Berikutnya dalam pembentukan sudut  $110^\circ$  pada akrilik dengan menggunakan hair dryer sebagai pemanas akrilik dan busur sebagai alat untuk mengukur sudut sudu.
- b. Proses pembuatan Endplate sudu memakai bahan akrilik dengan ketebalan 3 mm dan endplate memiliki diameter 400 mm dengan menggunakan alat gergaji besi dan cutter akrilik. Kemudian pembuatan lubang dengan diameter 10 mm dan panjang poros atas 10 cm, poros bawah 15 cm untuk menyatukan endplate terhadap poros.
- c. Proses pembuatan Fin pengarah memakai bahan akrilik dengan tinggi 700 mm, lebar 150 mm, ketebalan 2 mm menggunakan gergaji besi dan cutter akrilik, kemudian pada as poros fin bahan pipa alumunium dipotong sesuai ukuran menggunakan gerinda potong.

- d. Poros memakai bahan besi yg mempunyai diameter 10 mm, setelah itu pembuatan ulir pada poros dengan cara dibut yang berfungsi untuk menyatukan poros dan endplate ketika di kunci dengan baut.
- e. Pada pembuatan rangka turbin memakai bahan besi holo yang dipotong sesuai dengan ukuran memakai gerinda potong.

#### Proses Perakitan Turbin.

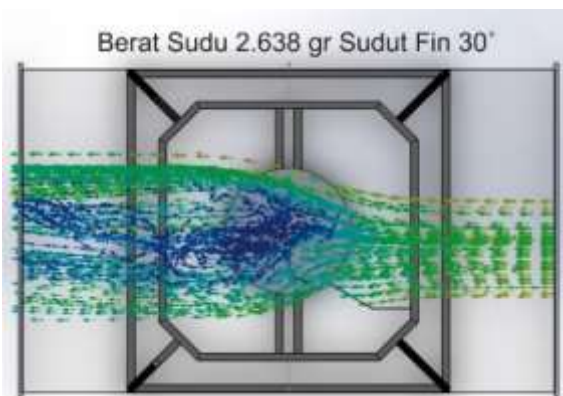
- a. Langkah pertama yaitu perakitan rangka dengan cara menyabung antara potongan besi yang sudah dipotong sesuai ukuran menggunakan alat las listrik.
- b. Proses kedua dilakukan pengeboran pada rangka yang dibuat untuk tempat dudukan bearing poros turbin dan poros fin pengarah.
- c. Kemudian pemasangan bearing pada rangka turbin yang sudah dilubangi.
- d. Proses ketiga yaitu menggabungkan sudu dan endplate pada penguncian sudu yang sudah di beri lubang. Pada endplate sudu bagian atas dan bawah dipasang poros yang telah diberi lubang poros, kemudian endplate dikunci menggunakan mur baut M6 sebagai pengunci poros.
- e. Proses keempat pemasangan Fin pengarah dengan menggabungkan fin dan poros fin yang diberi klem penjepit atas dan bawah.
- f. Proses kelima yaitu pemasangan generator pada rangka, kemudian pemasangan pulley pada poros turbin yang digabungkan menggunakan v-belt ke pulley poros generator dan perakitan rangkaian kabel kelistrikan dari generator menuju ke lampu.

#### Pengujian

Tahapan pengujian ini dilakukan di laboratorium pengolahan Untag Surabaya yang mengalami perencanaan, perancangan, pengujian alat, pengumpulan data dan pengolahan data. 2 kali selama

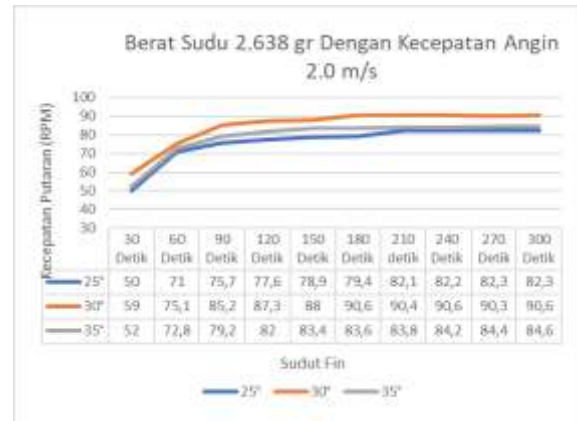
pengujian dan pengumpulan data. Pada uji tanpa beban pertama, kecepatan angin adalah 2,0 m/s, diukur dengan anemometer. Sedangkan untuk mengetahui putaran poros digunakan tachometer, dan untuk menguji gesekan atau pengereman digunakan neraca pegas. Pada pengujian kedua menggunakan beban generator dengan kecepatan angin minimal 4,0 m/s, pengujian menggunakan multitester untuk mengetahui hasil nilai tegangan dan arus yang dihasilkan generator.

### HASIL DAN PEMBAHASAN Hasil pengujian berat sudu.



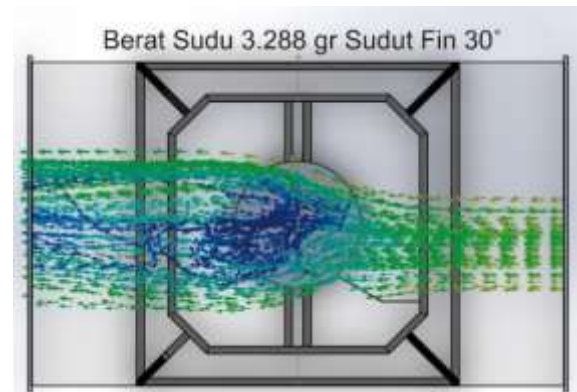
Gambar 2 Pengujian Berat Sudu 2.638 gr dengan Sudut fin 30° menggunakan software solidwork 2020.

Pada pengujian dengan berat sudu 2.638 gr dengan menggunakan software pada gambar 2 hasil uji aliran fluida yang mengenai sudut fin 25° dan 35° menunjukkan banyaknya angin yang terbangun setelah melewati celah sudu, sehingga menghambat laju putaran turbin. Sedangkan angin mengalir dengan baik terjadi pada sudut fin 30°.



Gambar 3 Hubungan kecepatan turbin terhadap Sudut fin 30° dengan berat 2.638 gr menggunakan kecepatan angin 2.0 m/s.

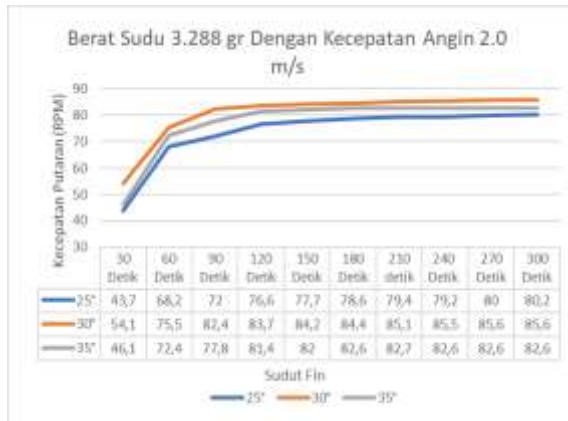
Pada hasil pengujian lab menggunakan kecepatan angin 2.0 m/s dengan berat sudu 2.638 gr dan sudut fin 30° mempunyai kinerja yang terbaik pada gambar 3. putaran turbin mulai stabil dimulai pada detik 180 dan seterusnya. Dari data yang diperoleh yaitu pada detik 180-300 detik, menemukan rata-rata sebesar 90,5 rpm. Sedangkan pada sudut 25° dan 35° putaran sudu tidak maksimal, karena banyaknya angin yang terbangun sehingga mengakibatkan putaran turbin menurun.



Gambar 4 Pengujian Berat Sudu 3.288 gr dengan Sudut fin 30° menggunakan software solidwork 2020.

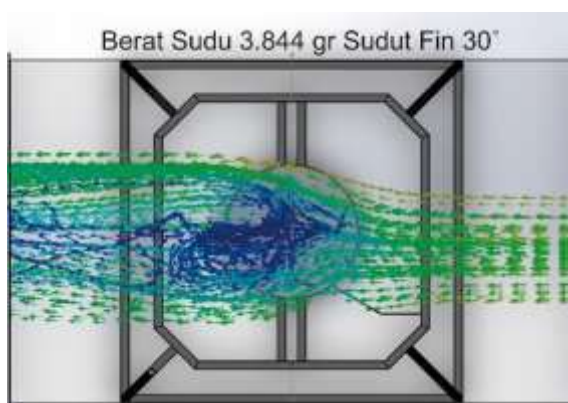
Pada pengujian dengan berat sudu 3.288 gr dengan menggunakan software pada gambar 4 hasil uji aliran fluida yang mengenai sudut fin 25° dan 35° menunjukkan banyaknya angin yang terbangun setelah melewati celah sudu, sehingga menghambat laju putaran turbin.

Sedangkan angin mengalir dengan baik terjadi pada sudut fin 30°.



Gambar 5 Hubungan Kecepatan Turbin Terhadap Sudut fin dengan berat sudu 3.288 gr menggunakan kecepatan angin 2.0 m/s.

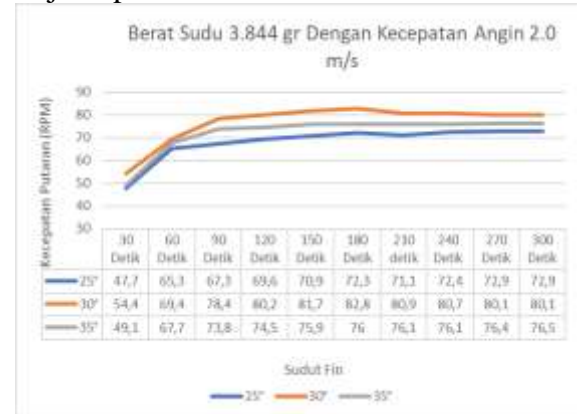
Pada hasil pengujian lab menggunakan kecepatan angin 2.0 m/s dengan berat sudu 3.288 gr dan sudut fin 30° mempunyai kinerja yang terbaik pada gambar 5 putaran turbin mulai stabil dimulai pada detik 180 dan seterusnya. Dari data yang diperoleh yaitu pada detik 180-300 detik, menemukan rata-rata sebesar 85,24 rpm. Sedangkan pada sudut 25° dan 35° tidak memiliki putaran yang maksimal karena banyaknya angin yang terbuang sehingga mengakibatkan putaran turbin menurun.



Gambar 6 Hasil Pengujian Berat Sudu 3.844 gr Dengan Sudut Fin 30° Menggunakan Software solidwork 2020.

Pada pengujian dengan berat sudu 3.844 gr dengan menggunakan software pada gambar 6 hasil uji software diatas bahwa

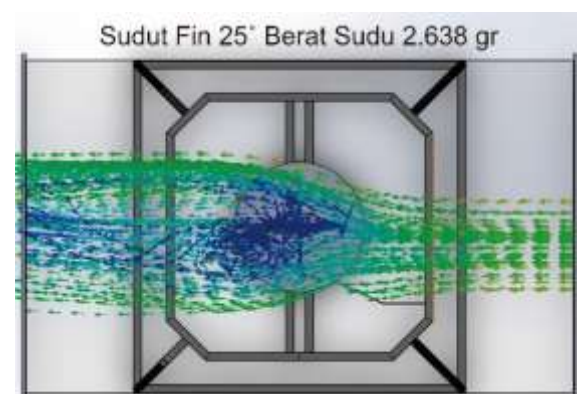
aliran fluida yang mengenai sudut fin 25° dan 35° menunjukkan banyaknya angin yang terbuang setelah melewati celah sudu, sehingga menghambat laju putaran turbin. Sedangkan angin mengalir dengan baik terjadi pada sudut fin 30°.



Gambar 7 Hubungan Kecepatan Turbin Terhadap Sudut fin dengan berat sudu 3.844 gr menggunakan kecepatan angin 2.0 m/s.

Pada hasil pengujian lab menggunakan kecepatan angin 2.0 m/s dengan berat sudu 3.844 gr dan sudut fin 30° mempunyai kinerja yang terbaik pada gambar 7. putaran turbin mulai stabil pada detik 180 dan seterusnya. Dari data yang diperoleh yaitu pada detik 180-300 detik, menemukan rata-rata sebesar 80,92 rpm. Sedangkan pada sudut 25° dan 35° tidak memiliki putaran yang maksimal karena banyaknya angin yang terbuang sehingga mengakibatkan putaran turbin menurun.

### Hasil Pengujian Sudut Fin.



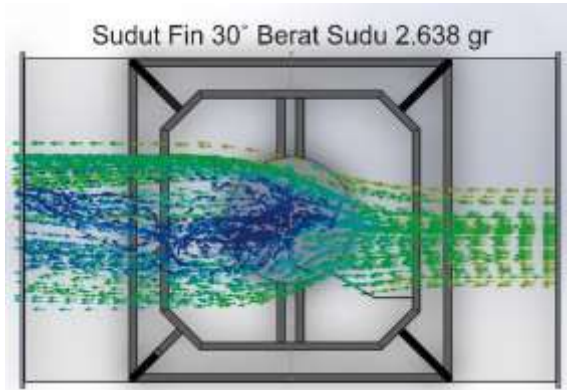
Gambar 8 Hasil Pengujian Sudut Fin 25° Dengan Berat Sudu 2.638 gr Menggunakan Software solidworks 2020.

Pada pengujian sudut fin 25° dengan menggunakan software hasil terbaik pada gambar 8 dengan berat sudu 2.638 gr karena memiliki self start dan hasil tingkat kesetabilan yang tinggi dibandingkan dengan berat sudu 3.288 gr dan 3.844 gr.



Gambar 9 Hubungan Kecepatan Turbin Terhadap Berat Sudu Dengan Sudut Fin 25° dan kecepatan angin 2.0 m/s.

Pada hasil pengujian lab menggunakan kecepatan angin 2.0 m/s dengan sudut fin 25° dan berat 2.684 gr mempunyai kinerja yang terbaik pada Gambar 9 putaran turbin mulai stabil dimulai pada detik 180 dan seterusnya. Dari data yang diperoleh yaitu pada detik 180-300 detik, menemukan rata-rata sebesar 81,66 rpm. Sedangkan pada sudut 25° dan 35° tidak memiliki putaran yang maksimal karena banyaknya angin yang terbang sehingga mengakibatkan putaran turbin menurun.



Gambar 10 Hasil Pengujian Sudut Fin 30° Dengan Berat Sudu 2.638 gr Menggunakan Software solidworks 2020.

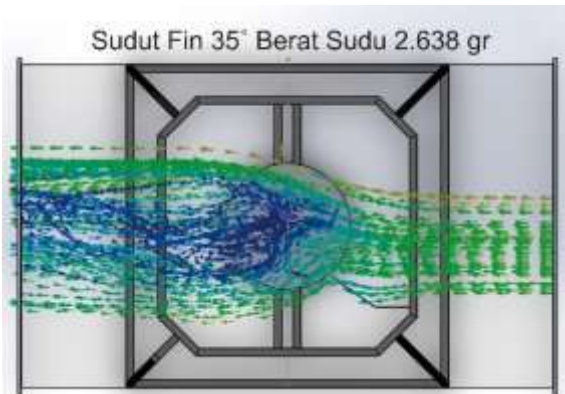
Pada pengujian dengan sudut fin 30° dengan menggunakan software hasil terbaik pada gambar 10 dengan berat sudu 2.638 gr karena memiliki self start dan hasil tingkat kesetabilan yang tinggi dibandingkan dengan berat sudu 3.288 gr dan 3.844 gr.



Gambar 11. Hubungan kecepatan turbin terhadap berat 2.638 gr dengan Sudut fin 30° dengan kecepatan angin 2.0 m/s.

Pada hasil pengujian lab menggunakan kecepatan angin 2.0 m/s dengan sudut fin 30° dan berat 2.638 gr mempunyai kinerja yang terbaik pada Gambar 11 Putaran turbin mulai stabil dimulai pada detik 180 dan seterusnya. Dari data yang diperoleh yaitu pada detik 180-300 detik, menemukan rata-rata sebesar 90,5 rpm. Sedangkan pada sudut 25° dan 35° tidak memiliki putaran yang maksimal karena banyaknya angin

yang terbang sehingga mengakibatkan putaran turbin menurun.



Gambar 12 Hasil Pengujian Sudut Fin 35° Dengan Berat Sudu 2.638 gr Menggunakan Software solidworks 2020.

Pada pengujian dengan sudut fin 35° dengan menggunakan software hasil terbaik pada Gambar 12 dengan berat sudu 2.638 gr karena memiliki self start dan hasil tingkat kesetabilan yang tinggi dibandingkan dengan berat sudu 3.288 gr dan 3.844 gr.



Gambar 13 Hubungan Kecepatan Turbin Terhadap Berat Sudu Dengan Sudut Fin 35° dan kecepatan angin 2.0 m/s.

Pada hasil pengujian lab menggunakan kecepatan angin 2.0 m/s dengan sudut fin 35° dan berat 2.638 gr mempunyai kinerja yang terbaik pada gambar 13 putaran turbin mulai stabil dimulai pada detik 180 dan seterusnya. Dari data yang diperoleh yaitu pada detik 180-300 detik, menemukan rata-rata sebesar 80,92 rpm. Sedangkan pada

sudut yang lain banyaknya angin yang terbang sehingga mengakibatkan putaran turbin menurun.

### Pengujian Gaya Gesek



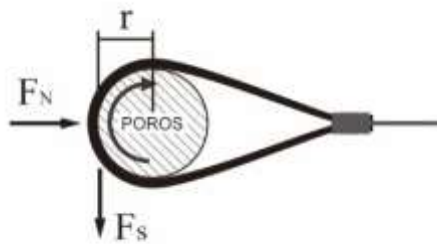
Gambar 14 Hasil pengujian torsi turbin angin dengan kecepatan 2.0 m/s.

Dari hasil pengujian lab pada gambar 13 bawa hasil terbaik dalam uji torsi menggunakan neraca meter terdapat pada berat sudu 2.638 gr dengan Sudut fin 30°.

### Gaya Gesek :



Gambar 15 Hasil Perhitungan Gaya Gesek.



Gambar 16 Bidang Gesek Pada Poros.

Perhitungan gaya gesek diperoleh dari:

$$F_s = \mu_s \cdot F_N \quad (1)$$

Dimana :

- $F_s = \text{Gaya Gesek (N)}$
- $\mu_s = \text{Koefisien Gesek (N)}$
- $F_N = \text{Gaya Normal (N)}$

Dari hasil perhitungan gaya gesek pada Gambar 15 bahwa hasil terbaik terdapat pada berat sudu 2.638 gr dan sudut fin 30°.

**Gaya Torsi**

Torsi merupakan perkalian dari kecepatan angin dan jari-jari turbin angin dibagi Top Speed Ratio. Yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$T = F_t \cdot r \quad (2)$$

Yang dalam hal ini :

- T = Torsi ( Nm )
- FT = Gaya Tangensial (N)
- r = jari jari poros ( m )

Nilai Gaya Tangensial didapat dari Gaya Gesek (N)

Nilai jari-jari poros diketahui ( r ) 0,005 m.



Gambar 17. Hasil Perhitungan Gaya Gesek

Pada gambar 17 hasil perhitungan torsi terbaik terdapat pada berat sudu 2.638 gr dan sudut fin 30°.

Perhitungan Daya Angin :

$$P_a = 1/2 P \cdot A \cdot V^3 \dots\dots\dots (3)$$

Yang dalam hal ini :

- $P_a = \text{Daya Angin (Watt)}$
- $P = \text{Masa Jenis Udara (Kg/m}^3\text{)}$
- $A = \text{Luas Penampang Sapuan (m}^2\text{)}$
- $V = \text{Kecepatan Angin (m/s)}$

$$P_a = 1/2 P \cdot A \cdot V^3$$

$$= 1/2 1,2 \cdot 32,77 \cdot 4^3$$

$$= 12,58 \text{ Watt}$$

Perhitungan Daya Generator :

$$P_g = V \cdot I$$

Yang dalam hal ini :

- $P_g = \text{Daya Generator (Watt)}$
- $V = \text{Tegangan Listrik (Volt)}$
- $I = \text{Kuat Arus Listrik (Ampere)}$

Penyelesaian :

$$V = 2,5 \text{ Volt}$$

$$I = 1 \text{ ampere}$$

$$P_g = 2,5 \cdot 1$$

$$P_g = 2,5 \text{ Watt}$$

Perhitungan Daya Efisiensi System :



$$\eta_{sis} = \frac{P_g}{P_a} \cdot 100 \% \quad (4)$$

Yang dalam hal ini :

- $\eta_{sis}$  = efisiensi system (%)
- $P_g$  = daya generator (watt)
- $P_a$  = daya angin (watt)

Penyelesaian :

$$P_g = 2,5 \text{ Watt}$$

$$P_a = 12,58 \text{ Watt}$$

$$\eta_{sis} = \frac{2,5}{12,58} \cdot 100 \%$$

$$\eta_{sis} = 19,87 \%$$

Perhitungan BHP ( Brake House Power ) :

$$BHP = \frac{P_g}{\eta_{sis}} \dots\dots\dots (5)$$

Yang dalam hal ini :

- $BHP$  = Brake Horse Power (Watt)
- $P_g$  = Daya Generator (Watt)
- $\eta_{sis}$  = Efisiensi System (%)

$$BHP = \frac{2,5}{19,87}$$

$$BHP = 0,13 \text{ Watt}$$

### KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

A. Dari analisa data dan pembahasan sebelumnya dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Kecepatan angin minimal tanpa beban adalah 2,0 m/s :
2. Variasi berat sudu yang mempunyai hasil terbaik pada berat 2.638 gr (ketebalan 4 mm)
3. Variasi Sudut Sudu yang mempunyai hasil terbaik pada kemiringan sudut fin 30°.

4. Pengujian putaran dan Gaya pada poros kincir angin maksimum 90,5 rpm dan 4,00 Nm.

5. Torsi kincir angin maksimum 0,00600 Nm.

B. Kecepatan angin minimal dengan pembebanan generator adalah 4,0 m/s:

1. Daya angin yang di dapat sebesar 12,58 Watt
2. Daya generator yang di dapat sebesar 2,5 Watt
3. Efisiensi system yang didapat sebesar 19,87 %
4. BHP yang di dapat sebesar 0,13 Watt
5. Pengaruh penurunan kinerja turbin angin di timbulkan pada posisi sudu yang menerima angin, yang menyebabkan angin terbuang.

Saran

Setelah melakukan pengujian turbin angin savonius di atas hendaknya penelitian selanjutnya mengembangkan alat sebagai berikut :

1. Perbandingan antara pulley as pada sudu dan pulley as generator supaya putaran lebih maksimal.
2. Penambahan Step Up untuk meningkatkan daya listrik.
3. Penambahan stabilizer agar daya yang keluar tidak melebihi daya yang ditentukan.
4. Sebaiknya jarak antara fin dengan sudu lebih dekat agar angin tidak banyak yang terbuang.

### REFERENSI

Abdul Gofur, Angga Catur Pamungkas, A. B. (2017) '*pengaruh celah fin, sudut kemiringan fin dan celah sudu terhadap kinerja turbin angin savonius type v*', pp. 1-7. Surabaya : Universitas 17 Agustus 1945.

Firdaus Kurniawan Triono, M. H. R. (2019) '*Analisa pengaruh kinerja turbin angin savonius type kemiringan*

- fin'*, 2(2), pp. 2–5. Surabaya : Universitas 17 Agustus 1945.
- Imam Fahrur Rozy, S. U. (2020) ‘analisa pengaruh bentuk dan sudut sudu terhadap kinerja kincir angin savonius’, pp. 1–12. Surabaya : Universitas 17 Agustus 1945.
- Irsyad, M. (2012) ‘*untuk meningkatkan efisiensi turbin savonius*’, 10, pp. 105–110. Lampung : Universitas Lampung.
- Fariedi, Muhammad, Faqihuddin., Nizam, Muhammad D., Danardono, Dwi., Prija, Tjahjana, 2014. Karakteristik Model Turbin Angin Untwisted Blade Dengan Menggunakan Tipe Airfoil Nrel S833 Pada Kecepatan Angin Rendah, Jurnal Universitas Sebelas Maret, Surakarta