

## Study Eksperimen Savonius dengan Tiga Pelat Lengkung

Petrus Sampelawang

Dosen UKI Toraja

### ABSTRAK

Hingga saat ini, sumber energy utama masih didominasi oleh energy yang berasal dari *fossil fuel*. Peningkatan konsumsi energi berdampak pada ketersediaan energi yang semakin langka, sehingga hampir semua negara berupaya mendapatkan energi dari sumber-sumber energi baru dan terbarukan. Salah satu sumber energy terbarukan yang cukup potensial untuk dikembangkan adalah pemanfaatan energi angin sebagai substitusi energi *fossil fuel*.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik kincir angin tipe *savonius* dengan tiga sudu lengkung dari material pipa paralon diameter 9 cm dengan panjang masing-masing 15 cm yang dibelah dan direkatkan pada pipa paralon yang berukuran 1 inci arah vertikal sebagai *prototype* yang diuji pada *wind tunnel* sederhana dari seng plat dengan panjang 120 cm dan diameter 28 cm.

Fluida kerja adalah udara dengan variasi kecepatan terbatas sesuai kemampuan fan yang digunakan yaitu 1.2 m/s 1.4 m/s 1.8 m/s. Daya maksimum yang dihasilkan sesuai urutan peningkatan kecepatan tersebut adalah 0.04173 watt, 0.12519 watt dan 0.31296 watt. Sedangkan Torsi maksimum untuk masing-masing urutan peningkatan kecepatan angin adalah 0.00498 Nm, 0.00997 Nm, dan 0.01993 Nm. Efisiensi yaitu perbandingan output yaitu daya kincir (P) dengan input Kincir angin yaitu daya ideal angin (W) untuk *savonius* dengan tiga sudu pelat lengkung sesuai *prototype* dapat menghasilkan efisiensi sebesar 22,34 % hingga 44,10 %.

**Kata kunci** : Daya, Efisiensi, Savonius, Tiga sudu, Torsi, Wind Tunnel.

### PENDAHULUAN

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang, kebutuhan energinya terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk maupun pembangunan diberbagai bidang. Peningkatan kebutuhan tersebut jelas mengakibatkan berkurangnya ketersediaan sumber-sumber energi yang tidak terbarukan sehingga diperlukan suatu upaya substitusi demi terciptanya keseimbangan antara konsumsi dengan ketersediaan. Dengan terbatasnya ketersediaan minyak dan gas bumi maka dibutuhkan berbagai upaya untuk menjaga tetap tersedianya energi untuk mensuplai kebutuhan. Salah satu upaya untuk itu adalah dengan program optimalisasi sumber daya, efisiensi pemanfaatan sumber energi serta pemanfaatan sumber-sumber lain misalnya energi surya, air, angin, biomassa, panas bumi dan sumber lainnya.

Salah satu sumber energi alternatif yang potensial untuk dikembangkan adalah energi angin. Energi angin yang tersedia sepanjang tahun pada beberapa lokasi, adalah asset energi murah namun teknologi dan pemanfaatannya masih butuh pengembangan.

Berbagai jenis kincir angin yang telah dikembangkan dan diterapkan, salah satu di antaranya Savonius. Rotor savonius dibuat pertama

kali oleh orang Finlandia (El-Wakil, 1985), sudu-sudu yang terbentuk dipasang pada poros vertikal dengan variasi jumlah sudu yang disesuaikan kondisi lingkungan dan potensi angin yang tersedia. Energi mekanik putaran rotor ini di peroleh dari perubahan energi kinetik angin yang menumbuk sudu-sudu rotor tersebut. Besarnya daya dan putaran yang dihasilkan sebuah rotor savonius sangat tergantung pada besarnya energi/kecepatan angin yang menumbuk sudu-sudu rotor, geometri dan dimensi sudu, dan yang paling utama adalah jumlah sudu (*blade*).

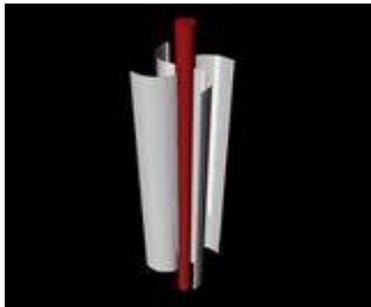
### METODE PENELITIAN

Pengambilan data Penelitian ini dilakukan pada laboratorium Teknik Mesin UKI Toraja pada bulan Juni 2012.

Alat yang digunakan berupa fan, Anemometer digital, Tachometer, Timbangan, Thermometer, meteran, Tali beban dan beberapa tools seperti kunci pas, kunci ring, kunci inggris, obeng, tang, palu dan gergaji.

Model uji berupa kincir angin proros vertikal (Savonius) dengan tiga sudu lengkung terbuat dari material pipa paralon diameter 9 cm dengan panjang 15 cm dibelah dan direkatkan pada pipa paralon diameter 1 inci yang berfungsi sebagai poros kincir

angin. Prototipe tersebut diuji pada suatu wind Tunnel sederhana yang terbuat dari seng plat dengan panjang 120 cm dan diameter 28 cm. Untuk memperoleh aliran udara, digunakan fan yang dipasang pada bagian belakang wind tunnel dan kecepatannya dapat divariasikan sebanyak 3 variasi masing-masing 1,2 m/s, 1,4 m/s dan 1,8 m/s. Kincir angin dipasang tepat pada wind Tunnel bagian depan selanjutnya dipasang alat ukur Anemometer dan Tachometer.



Gambar 1. Prototipe turbin Angin Savonius

Pada penelitian ini, dilakukan pengambilan data berupa berat pembebanan yang digunakan, pengukuran putaran poros kincir angin, pengukuran kecepatan angin, pengukuran temperature udara sekeliling. Data-data hasil pengukuran tersebut dikelola untuk memperoleh gambaran karakteristik kincir angin berupa Torsi maksimum, Daya maksimum dan efisiensi kincir angin.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Daya Ideal Angin

Energi yang dimiliki oleh angin dapat diperoleh dari persamaan :

$$W = \frac{1}{2} \rho AV^3$$

Dengan :  $W = \text{Energi angin (Watt)}$

$\rho = \text{Kerapatan udara (Kg/m}^3\text{)}$

$A = \text{Area penangkapan angin (m}^2\text{)}$

$V = \text{kecepatan angin (m/s)}$

Sehingga Daya ideal angin yang dihasilkan pada kecepatan 1.8 m/s.adalah :

$$W = \frac{1}{2} \rho AV^3$$

$$W = \frac{1}{2} \times 1.184 \times (3.14 \times 0.175^2) \times 1.8^3$$

$$W = 0.3326 \text{ Watt}$$

### 2.Torsi

Torsi dapat diperoleh dengan menggunakan sistim pengereman yaitu dengan menggantungkan beban pada pulley yang berputar dengan persamaan :

$$Q = F \times r$$

Dengan :

$$Q = \text{torsi (N.m)}$$

$$F = \text{gaya pembebanan (m)}$$

$$r = \text{jari-jari (m)}$$

sehingga torsi pada kecepatan 1.8 m/s, dan pembebanan 20 gr adalah :

$$Q = F \times r$$

$$Q = \left(\frac{20}{1000} \times 9.81\right) \times (2.54/100)$$

$$Q = 0.0050 \text{ Nm}$$

### 3. Daya Kincir Angin

Daya kincir merupakan output dari daya angin, dapat di peroleh dengan persamaan :

$$P = Q \times \omega$$

Dengan :

$$P = \text{daya (Watt)}$$

$$Q = \text{torsi (N.m)}$$

$$\omega = \text{rotasi putaran kincir angin (Rad/s)}$$

Daya kincir pada kecepatan 1.8 m/s, putaran 220 rpm dan pembebanan 20 gr adalah :

$$P = Q \times \omega$$

$$P = Q \times 2\pi n/60$$

$$P = 0.0050 \times (2 \times 3.14 \times 220/60)$$

$$P = 0.1129 \text{ Watt}$$

### 4. Efisiensi Kincir Angin

Efisiensi kincir angin merupakan perbandingan antara daya output dan input dari kincir angin, dapat di tulis dengan persamaan :

$$\eta = \frac{P}{W} \times 100\%$$

Sehingga :

$$\eta = \frac{0.1129}{0.3326} \times 100\%$$

$$\eta = 38.94 \%$$

### 5. Ratio Kecepatan Ujung

Jika didefinisikan bahwa tip speed ratio ( $\lambda$ ) adalah perbandingan antara kecepatan linear rotor dengan kecepatan angin sebelum sudu atau ditulis secara matematik :

$$\lambda = \frac{\omega \cdot R}{V}$$

Dengan :

$\lambda = \text{ratio kecepatan ujung}$

$\omega = \text{rotasi putaran kincir angin (Rad/s)}$

$R = \text{jari-jari}$

$V = \text{kecepatan angin}$

Sehingga ,

$$\lambda = \frac{2\pi n \cdot R}{V}$$

$$\lambda = \frac{(2 \times 3.14 \times 220)}{60} \times 0.175$$

$$\lambda = \frac{1.2}{1.2}$$

$$\lambda = 1.22111$$

### 6. Pembahasan

Daya ideal angin yang diperoleh bervariasi sesuai kecepatan angin. semakin besar kecepatan angin, maka daya ideal angin juga

semakin besar. Dengan terbatasnya kemampuan sumber angin yaitu fan maka dihasilkan pula daya angin yang terbatas yaitu dari kecepatan 1,2 m/s hingga 1,8 m/s. Dari hasil penelitian Nampak bahwa daya angin maksimum yang diperoleh adalah 0,3326 Watt yang diperoleh pada kecepatan angin 1,8 m/s.

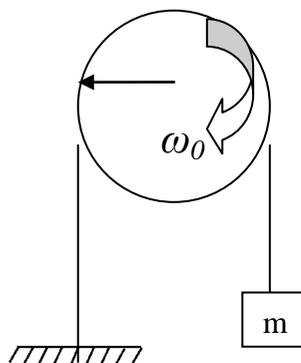
Putaran maksimum untuk masing-masing variasi kecepatan adalah putaran sebelum terjadinya pembebanan. Daya kincir maksimum didapatkan melalui pembebanan berupa pengereman pada poros sehingga untuk kecepatan 1,8 m/s diperoleh daya kincir maksimum sebesar 0,2156 W pada pembebanan 60 gram.

Tabel 1. Daya dan torsi maksimum pada kecepatan angin 1,8 m/s

Kecepatan Angin (m/s)	Variasi Pembebanan (gram)	Putaran Kincir (Rpm)	Torsi (Nm)	Daya Kincir (W)	Daya Angin (w)
1.8	0	300	0	0	0.3326
	10	270	0.0025	0.0693	0.3326
	20	220	0.0050	0.1129	0.3326
	30	200	0.0074	0.1540	0.3326
	40	180	0.0098	0.1848	0.3326
	50	150	0.0123	0.1925	0.3326
	60	140	0.0147	0.2156	0.3326
	70	0	0.0172	0	0.3326

Suatu pembebanan yang digantung pada pulley yang berputar dapat mengurangi putaran dari poros,

hal tersebut terjadi karena adanya pengereman yang berupa gesekan antara pulley dan tali beban.



Gambar 2. Mekanisme pembebanan pada kincir

Setiap pembebanan yang diberikan pada kincir angin type *savonius* akan mengurangi putaran poros kincir. Sebagai contoh pada kecepatan angin 1,8 m/s putaran awal/maksimum poros 300 rpm dan apabila di gantungkan beban sebesar 10 gram, maka putaran poros turun menjadi 270 rpm. Dan apabila beban pada kincir tersebut terus ditambahkan maka kincir tersebut akan berhenti. Pembebanan 70 gram mengakibatkan poros berhenti berputar hal mana

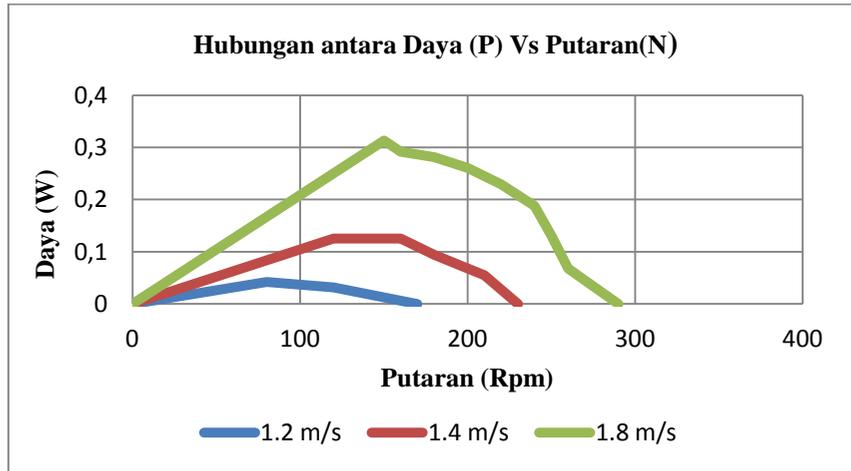
memberikan informasi tentang torsi maksimum yang dihasilkan prototype tersebut. Torsi maksimum ini terjadi sebelum kincir berhenti berputar atau torsi terjadi dibawah putaran daya maksimum. dari pengujian yang dilakukan pada kecepatan angin 1.2 m/s, daya maksimum 0.042 watt, terjadi pada putaran 80 rpm, sedangkan torsi maksimum 0.00498 Nm, terjadi pada putaran 80 rpm data pada tabel 1 dan 2.

Tabel 2. Daya maksimum pada beberapa kecepatan angin

Kecepatan Angin (m/s)	Variasi Pembebanan (gr)	Putaran Kincir (Rpm)	Daya Maksimum (w)
1,2	20	80	0.0417
1,4	30	160	0.1252
1,8	50	200	0.2608

Untuk kecepatan angin 1,2 m/s sampai 1,8 m/s, daya dan torsi pada setiap kecepatan angin juga berubah, semakin tinggi kecepatan angin maka akan

semakin besar daya dan torsi yang terjadi, seperti yang diperlihatkan gambar dibawah ini :



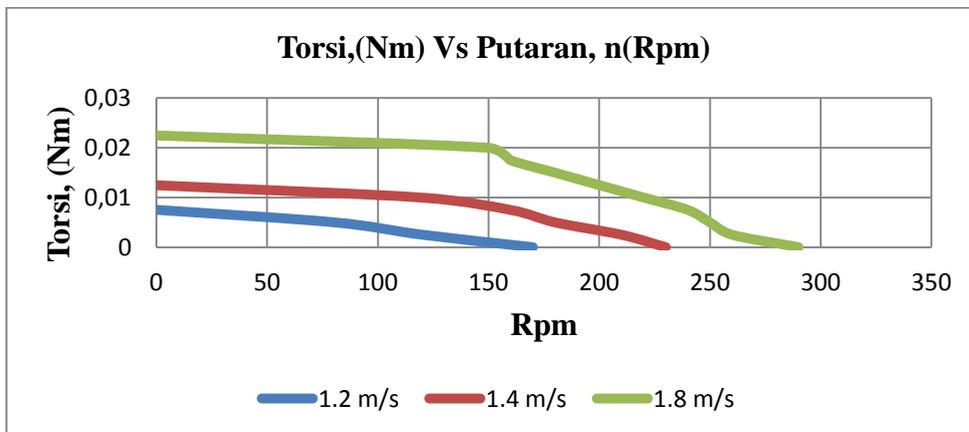
Grafik 1. Daya sebagai fungsi putaran pada berbagai kecepatan angin

Setiap kenaikan kecepatan angin (1,2 m/s, 1,4 m/s dan 1,8 m/s) maka torsi maksimum yang

terjadi semakin besar. Hal ini dapat kita lihat pada tabel dan gambar grafik berikut :

Tabel 3. Torsi maksimum pada beberapa kecepatan angin

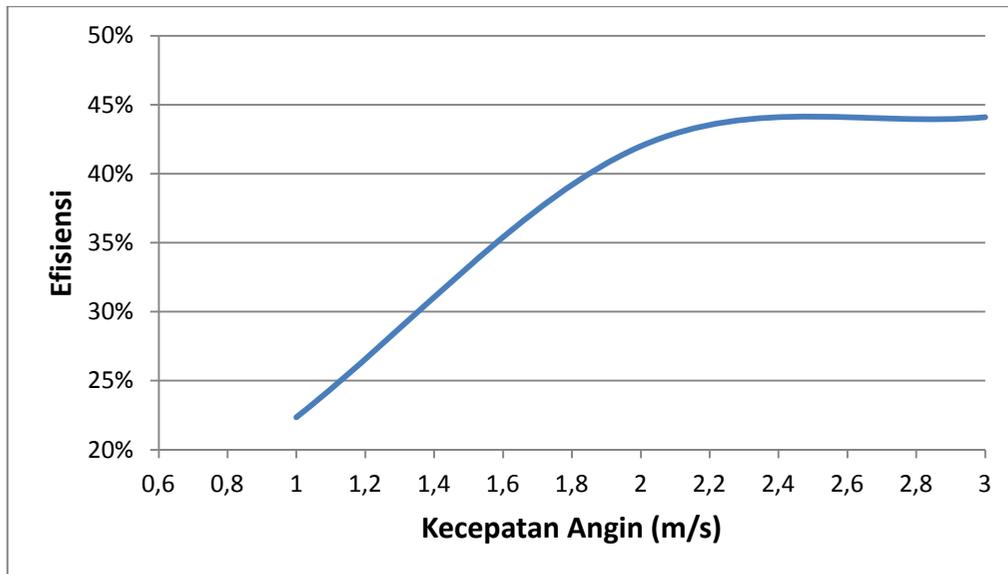
Kecepatan Angin m/s	Variasi Pembebanan (gr)	Putaran Kincir (Rpm)	Torsi Maksimum (Nm)
1,2	20	80	0.00498
1,4	40	120	0.00997
1,8	80	150	0.01993



Grafik 2. Daya sebagai fungsi putaran pada berbagai kecepatan angin

Dari grafik 2. Nampak bahwa setiap peningkatan kecepatan angin maka putaran daya dan torsi juga semakin bertambah, serta daya maksimum dan torsi maksimum yang terjadi di setiap kecepatan

angin juga berbeda, semakin besar kecepatan angin maka torsi dan daya maksimum terjadi pada putaran diatas putaran torsi dan daya maksimum sebelumnya.



Grafik 3. Efisiensi versus kecepatan angin

Grafik 3 menunjukkan kinerja atau efisiensi dari Prototipe yang digunakan menghasilkan efisiensi minimum sebesar 22,34 % yaitu efisiensi pada kecepatan angin 1,2m/s. Sedang efisiensi maksimum 44,10 % terjadi pada kecepatan 1,8 m/s. Hal tersebut memberi gambaran bahwa Savonius dengan 3 sudu vertical akan lebih efisien pada kecepatan angin yang cukup besar, namun ada kecenderungan peningkatan relative kecil atau setelah tercapai efisiensi diatas 40 %.

**KESIMPULAN**

1. Prototipe kincir angin savonius dengan tiga sudu lengkung menghasilkan daya minimum sebesar 0,042 watt pada kecepatan angin 1,2 m/s dan daya maksimum sebesar 0,313 pada kecepatan 1,8 m/s.
2. Kincir angin Savonius dengan tiga sudu lengkung menghasilkan Torsi minimum sebesar 0.00498 Nm pada kecepatan 1,2 m/s, dan torsi maksimum 0.01993 Nm pada kecepatan 1,8 m/s.
3. Tidak semua energi kinetik dari angin dapat dimanfaatkan menjadi daya kincir. Savonius dengan tiga sudu lengkung dapat merubah 22,24 % hingga 44,1 % energy angin yang tersedia menjadi daya kincir.
4. Kincir angin Savonius dengan tiga sudu pelat lengkung merupakan salah satu alternatif alat

konversi energi yang efisiensinya lebih baik pada kecepatan angin diatas 1,8 m/s.

**DAFTAR PUSTAKA**

Dietzel, Fritz, Sriyono, Dakso.1990. *Turbin,Pompa dan Kompresor*. Jakarta : Erlangga.

El-Wakil, M.M., 1985, *Powerplant Technology*, McGraw-Hill Book Company, New York.

Himran, Syukri, 2006. *Energi Angin*, CV Bintang Lamumpatue, Makassar.

Priyanto, Patuh, 2008, *Analisis Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal Jenis Savonius Dengan Variasi Bentuk Sudu Plat dan Airfoil*, Skripsi, Program Studi Teknik Fisika UGM, Yogyakarta.

Planet hijau. *Turbin Angin*. <http://www.planethijau.com>. Diakses 27 Februari 2012.

Reuk. 2006. *Savonius Wind Turbines*. <http://www.reuk.co.uk/Savonius-Wind-Turbines.htm>. Diakses 30 Februari 2012.

Soelaiman, Tandian, N. P., dan Rosidin, N. , 2006, *Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Prototipe SKEA Menggunakan Rotor Savonius dan Windside Untuk Penerangan Jalan Tol*, Program Studi Teknik Mesin ITB, Bandung. <http://duniaengineering.blogedit.com>. Diakses 2 Maret 2012

