

ANALISIS KINERJA KINCIR ANGIN SEDERHANA DENGAN DUA SUDU POROS HORIZONTAL

Yeni Yusuf Tonglolangi

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin, UKI Toraja

email: yeni.y.tonglolangi@gmail.com

Abstrak

Pola konsumsi energy yang meningkat menyebabkan terjadi kelangkaan sumber energy sehingga perlu diusahakan untuk mencari sumber energy alternatif, salah satunya adalah energy angin. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik kincir angin sederhana dengan dua sudu poros horizontal dengan menghitung daya dan efisiensi maksimum yang dihasilkannya. Daya terbesar yang dihasilkan pada penelitian ini adalah terjadi pada kecepatan 3,22 m/s, yaitu sebesar 1,0562 Watt dengan nilai efisiensi sebesar 33,4008%.

Kata Kunci: Kincir angin, Kecepatan angin, Daya angin, dan efisiensi.

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi angin untuk pembangkit listrik bukanlah teknologi yang baru lagi. Pada masa awal perkembangannya. Teknologi energi angin lebih banyak dimanfaatkan dalam bidang pertanian dan manufaktur. Namun saat ini, teknologi tersebut telah dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik yang bersih, baik untuk penerangan, sumber panas atau tenaga pembangkit untuk alat-alat rumah tangga dan industry. Selain ramah lingkungan, sumber energi ini juga selalu tersedia setiap waktu. Sebagian besar Negara maju di Eropa dan USA telah memanfaatkan sumber energi ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik kincir angin sederhana dengan dua sudu poros horizontal dengan menghitung daya dan efisiensi maksimum yang dihasilkannya.

2. KAJIAN LITERATUR

2.1. Energi Angin

Energi angin adalah energi yang relatif bersih dan ramah lingkungan karena tidak menghasilkan karbon dioksida (CO₂) atau gas-gas lain yang berperan menghasilkan pemanasan global, seperti sulfur dioksida dan natrium dioksida (jenis gas yang menghasilkan hujan asam). Energi angin juga tidak menghasilkan limbah yang berbahaya bagi lingkungan maupun manusia. Disamping itu,

turbin atau kincir angin juga dapat memberikan pesona tersendiri dan bisa menjadi atraksi wisata yang menarik, seperti halnya di negeri Belanda (Nanang Okta, 2006).

2.2. Daya Angin

Daya angin dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$W = \frac{1}{2} \rho A V^3 \dots\dots\dots (2.1)$$

Persamaan di atas merupakan sebuah persamaan untuk kecepatan angin pada turbin yang ideal, dimana energi angin dapat diekstrak keseluruhannya menjadi energi listrik. Namun juga terdapat faktor efisiensi dari mekanik turbin angin dan efisiensi dari generator itu sendiri. Sehingga daya yang dapat diekstrakkan menjadi energi angin dapat diketahui dari persamaan berikut:

$$W = \gamma \frac{1}{2} \rho A V^3 \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan:

W = Energi Angin (Watt)

ρ = Kerapatan udara (kg/m³)

A = Area penangkapan angin (m²)

V = Kecepatan angin (m/s)

γ = Efisiensi kincir angin (%)

2.3. Daya Kincir

Daya kincir merupakan output dari daya angin. Daya kincir dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = T \times S \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan:

P = Daya kincir (Watt)

T = Torsi (N.m)

S = Rotasi putaran kincir (rad/s)

2.4. Torsi

Torsi adalah gaya yang bekerja mengelilingi sebuah titik yang dalam penerapannya digunakan untuk memutar benda. (<http://drive.web.id/mekanika/penger-tian-torsi-mesin/>)

Torsi dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$T = F \times r \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan:

T = Torsi (N.m)

F = Gaya pembebanan (N)

r = Jari-jari pembebanan (m)

2.5. Kinerja Kincir

Kinerja kincir merupakan perbandingan antara daya output dan input dari kincir angin, dapat ditulis dengan persamaan:

$$y = \frac{P}{W} \times 100\% \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan:

y = Efisiensi (%)

P = Daya kincir (Watt)

W = Daya angin (Watt)

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan merancang prototype kincir angin sederhana dengan dua sudu horizontal.

Peralatan yang digunakan adalah *Wind tunnel*, terowongan angin sederhana yang dilewati angin; Kipas angin, yang berfungsi sebagai sumber angin yang dipasang tepat di belakang terowongan angin; Anometer digital, yang berfungsi untuk mengukur kecepatan angin; Tachometer, berfungsi untuk mengukur kecepatan putaran poros; Timbangan yang berfungsi untuk mengukur berat pembebanan; Agle, berfungsi sebagai pembebanan, Thermometer yang berfungsi untuk mengukur suhu ruangan; dan alat bantu perbengkelan seperti kunci pas, kunci ring, kunci inggris, obeng, tang, palu, dan sebagainya.

Langkah-langkah pembuatan prototype kincir angin adalah sebagai berikut:

- a. Pembuatan *wind tunnel* yang sederhana dapat dibuat dari plat seng yang dirangkai sehingga membentuk desain *wind tunnel* dimana plat seng tersebut dikelilingi.
- b. Membuat dudukan untuk *wind tunnel* yang terbuat dari balok kayu yang dirangkai sedemikian rupa sehingga dapat menjadi dudukan yang pas untuk *wind tunnel* tersebut.
- c. Sudu kincir didesain dari fiber dengan lebar 20 cm dan tinggi 10 cm.
- d. Kincir dipasang tepat di depan *wind tunnel* pada stator yang telah dibuat sehingga ukurannya sesuai dimana poros akan berputar pada saat kincir dihembuskan angin.
- e. Membuat dudukan kincir dengan menggunakan balok kayu yang dirangkai sedemikian rupa.
- f. Poros yang dihubungkan dengan sebuah pulley (tali senar) sebagai tempat menggantung beban.
- g. Menjalankan kipas angin yang dipasang di belakang *wind tunnel*.
- h. Memasang alat pengukur kecepatan angin (anemometer) di depan *wind tunnel*.
- i. Mengukur putaran poros kincir dengan menggunakan tachometer untuk putaran awal.
- j. Mengemas pasir dengan berat yang berbeda dan menaruhnya pada wadah yang tergantung pada pulley.
- k. Mengukur putaran poros kincir angin dengan tachometer untuk percobaan kedua.
- l. Mengulangi prosedur (d – e) sampai putaran kincir berhenti.

Data yang dipergunakan dalam pengujian ini merupakan data yang diperoleh dari hasil pengujian dan pembacaan langsung pada alat pengukur pengujian. Data yang diperoleh tersebut diolah ke dalam rumus empiris kemudian semua hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dibawah ini diperoleh dari pembebanan dengan diameter poros, $D = 2,54$ mm dan diukur pada temperatur ruangan, $T = 25^{\circ}\text{C}$.

Tabel 4.1. Hasil Pengambilan Data

No	Kecepatan V (m/s)	Pembebanan m (kg)	Putaran Poros, n (rpm)
1	2,29	0	140
		1	100
		2	60
		3	20
		4	0
2	2,61	0	180
		1	160
		2	140
		3	120
		4	100
		5	80
		6	60
		7	40
		8	20
9	0		
3	3,22	0	200
		1	190
		2	180
		3	170
		4	160
		5	140
		6	130
		7	110
		8	100
		9	90
		10	80
		11	70
		12	50
		13	30
14	0		

4.2. Daya Angin (W)

Untuk kecepatan angin 2,29 m/s diperoleh daya angin sebesar:

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

Dimana:

ρ = Kerapatan udara

$$= 1,184 \text{ kg/m}^3$$

A = Area penangkapan angin

$$= 0,8 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$$

$$= 0,16 \text{ m}^2$$

V = Kecepatan angin

$$= 2,29 \text{ m/s}$$

Sehingga diperoleh:

$$W = \frac{1}{2} \times 1,184 \text{ kg/m}^3 \times 0,16 \text{ m}^2 \times (2,29 \text{ m/s})^3$$

$$= 1,14 \text{ kg.m}^2/\text{s}^3$$

$$= 1,14 \text{ Watt}$$

4.2. Daya Kincir (P)

Daya kincir adalah output dari daya angin, yang dapat diperoleh dari persamaan:

$$P = T \times S$$

Dimana:

$$T = \text{Torsi (N.m)}$$

$$= F \times r$$

Dimana:

F = gaya pembebanan

= massa x percepatan gravitasi

$$= 1 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$= 9,81 \text{ kg.m/s}^2$$

$$= 9,81 \text{ N}$$

r = jari-jari

$$= \frac{1}{2} \times \text{Diameter}$$

$$= \frac{1}{2} \times (2,54 \text{ mm})$$

$$= 1,27 \text{ mm}$$

$$= 0,00127 \text{ m}$$

Sehingga diperoleh:

$$T = 9,81 \text{ N} \times 0,00127 \text{ m}$$

$$= 0,0125 \text{ Nm}$$

S = Rotasi putaran kincir (rad/s)

$$= \frac{2 f n}{60 \text{ s}}$$

$$= \frac{2 \times 3,14 \times 10 \text{ rad}}{60 \text{ s}}$$

$$= 10,4667 \text{ rad/s}$$

Maka diperoleh:

$$P = T \times S$$

$$= 0,0125 \text{ Nm} \times 10,4667 \text{ rad/s}$$

$$= 0,1304 \text{ Nm/s}$$

$$= 0,1304 \text{ Watt}$$

4.3. Kinerja Kincir (y)

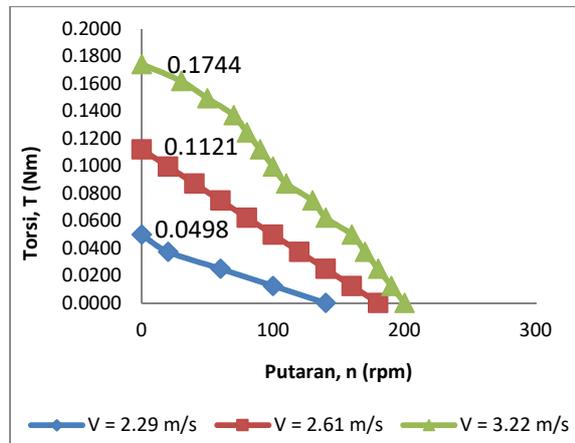
Kinerja kincir merupakan perbandingan antara nilai output dan input dari kincir angin, dapat diperoleh dari persamaan:

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

$$= \frac{0,1304 \text{ Watt}}{1,14 \text{ Watt}} \times 100\%$$

$$= 11,4639\%$$

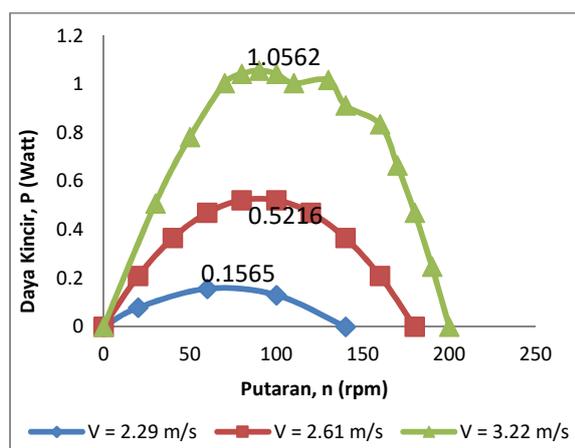
Untuk hasil perhitungan pada data selanjutnya dapat dilihat pada grafik 4.1, grafik 4.2 dan grafik 4.3.



Grafik 4.1 Pengaruh Putaran terhadap Torsi yang dihasilkan Kincir Angin Sederhana dengan Dua Sudu Poros Horizontal

Setiap pembebanan yang diberikan pada kincir angin sederhana dengan dua sudu poros horizontal akan mengurangi putaran poros kincir.

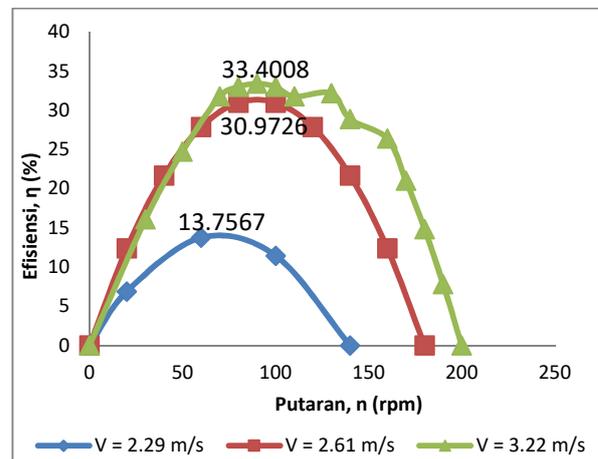
Pada kecepatan angin 2,29 m/s putaran poros awal 140 rpm dan pada saat digantungkan beban sebesar 1 kg, maka putaran poros berkurang menjadi 100 rpm hingga pada penambahan beban 4 kg, poros berhenti berputar dan menghasilkan torsi sebesar 0,1744 Nm.



Grafik 4.2 Pengaruh Putaran terhadap Daya Kincir yang dihasilkan Kincir Angin Sederhana dengan Dua Sudu Poros Horizontal

Dari grafik 4.2 dapat dilihat bahwa daya maksimum pada kecepatan 2,29 m/s terjadi

pada putaran 60 rpm yaitu sebesar 0,1565 Watt. Daya maksimum pada kecepatan 2,61 m/s terjadi pada putaran 100 dan 80 rpm yaitu sebesar 0,5216 Watt. Sedangkan daya maksimum pada kecepatan 3,22 m/s terjadi pada putaran 90 rpm yaitu sebesar 1,0562 Watt.



Grafik 4.3 Pengaruh Putaran terhadap Efisiensi Kincir yang dihasilkan Kincir Angin Sederhana dengan Dua Sudu Poros Horizontal

Dari grafik 4.3 dapat dilihat bahwa daya maksimum pada kecepatan 2,29 m/s terjadi pada putaran 60 rpm yaitu sebesar 13,7567%. Daya maksimum pada kecepatan 2,61 m/s terjadi pada putaran 100 dan 80 rpm yaitu sebesar 30,9726%. Sedangkan daya maksimum pada kecepatan 3,22 m/s terjadi pada putaran 90 rpm yaitu sebesar 33,4008%.

Efisiensi yang dihasilkan masih terlalu kecil karena area penangkapan angin yang dibuat kemungkinan masih terlalu besar untuk ukuran prototype ini sehingga untuk aplikasinya nanti disarankan menyesuaikan daerah penangkapan angin dengan prototype yang akan dibuat.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisa data dapat disimpulkan bahwa:

1. Semakin besar nilai kecepatan angin, maka semakin besar pula daya yang dihasilkan oleh kincir angin sederhana dengan dua sudu poros horizontal. Daya terbesar yang

dihasilkan pada penelitian ini adalah terjadi pada kecepatan 3,22 m/s, yaitu sebesar 1,0562 Watt.

2. Semakin besar nilai kecepatan angin, maka semakin besar pula nilai efisiensi yang dihasilkan oleh kincir angin sederhana dengan dua sudu poros horizontal. Nilai Efisiensi yang terbesar dari hasil penelitian ini adalah diperoleh pada kecepatan 3,22 m/s, yaitu sebesar 33,4008%.

6. REFERENSI

- Ariwibowo Agus. 2006. Penelitian Karakteristik Aerodinamika Savonius dengan Metode Pergeseran Mesh. Jurnal Teknologi Dirgantara, Volume 4 No. 1, Jui 2006: 39-46, LAPAN.
- Ginting Dinas. 2010. Rancangan Awal dan Analisis Bentuk Sudu Turbin Angin.
<http://drive.web.id/mekanika/pengertian-torsi-mesin/>, diakses 1 September 2014
- K.R. Ajoa, and Adeniyi, J. S.O., 2009. *Comparison of Theoretical and Experimental Power Output of Small 3-bladed Horisontal Axis Wind Turbine*. Journal of American Science Volume 5, No. 4.
- N.M. Andika, dkk. 2007. Kincir Angin Sumbu Horisontal Bersudu banyak. Jurusan Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Satmiko Arief, dkk. 2011. Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal untuk Penerangan Rumah Tangga. Universitas Diponegoro, Semarang.
- W. Arismunanda. Penggerak Mula Turbin. Bandung ITB Press.
- Y. Daryanto. 2007. Kajian Potensi Angin untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin. Yogyakarta: BALAI PPTAGG-LAGG.