

RANCANG BANGUN KINCIR ANGIN SAVONIUS UNTUK MEMBANGKITKAN ENERGI LISTRIK SKALA KECIL

Daud Patabang

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tadulako
Palu, Sulawesi Tengah

Abstract

The aim of this paper is to design and construct a Savonius windmill generating electrical energy in small scale. For generating power 100 watts at wind velocity 4 m/s are find out dimensions of rotor 0.72 m of wide and 0.8 m of height. Rotor is made in two series. The result of experiment at power and wind velocity planning are 51.8% of efficiency and 45.864 watts of power generating.

Keywords : Windmill, Savonius, electrical energy.

A. Pendahuluan

Konsumsi energi dewasa ini semakin meningkat, dan terfokus kepada penggunaan energi fossil yaitu bahan bakar minyak yang jumlahnya terbatas dan harganya semakin meningkat.

Pada sisi lain tersedia berbagai jenis energi alternatif yang dapat diperbaharui, jumlahnya melimpah serta tersedia sepanjang masa dan juga tidak menimbulkan polusi, antara lain energi air, energi matahari, energi biomassa, energi angin dan lain lain.

Pengembangan energi terbarukan dapat dijadikan unggulan untuk mendampingi atau mensubstitusi penggunaan bahan bakar minyak.

Pengkajian energi ini mutlak dilakukan agar tidak terjadi krisis energi. Melalui kajian mesin konversi energi maka energi terbarukan di indonesia dapat dimanfaatkan secara optimal untuk kebutuhan energi di dalam menunjang keberlangsungan pembangunan dan kebutuhan manusia di bidang energi.

Kota Palu memiliki potensi energi angin dengan kecepatan rata - rata 5 sampai 8 m/s yang bertiup disekitar jam 10 pagi hingga jam 17 sore. Potensi ini dapat dikembangkan melalui pemanfaatan kincir angin baik dalam ukuran kecil, menengah maupun dalam ukuran besar.

Salah satu bentuk kincir angin yang mudah dibuat oleh bengkel sederhana adalah kincir angin dengan poros horisontal misalnya kincir angin tipe Savonius. Kincir angin jenis ini berputar dengan memanfaatkan kecepatan angin dari berbagai arah dan mudah dikonversi untuk membangkitkan energi listrik.

Bertitik tolak uraian di atas, maka dilakukan rancang bangun kincir angin Savonius untuk menghasilkan energi listrik dalam skala kecil.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah membuat desain kincir angin Savonius skala kecil untuk membangkitkan torsi yang dapat menggerakkan dinamo untuk dikonversi ke energi listrik.

C. Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil rancang bangun ini akan menghasilkan energi listrik skala kecil kebutuhan rumah tangga.

D. Desain Kincir angin

Kincir angin Savonius memanfaatkan gaya tahanan udara (drag force) dari hembusan angin, melalui rotor yang dipasang vertikal pada poros kincir angin. Pada desain ini digunakan rotor bertingkat dua, dengan sudu berbentuk ellips. Hal ini dimaksudkan agar gaya tahanan dari massa udara dapat memutar sudu dan selebihnya dapat mengerakkan sudu yang disebelahnya. Rotor bertingkat dua dimaksudkan agar momentum dari angin dapat kontinu dimanfaatkan untuk memutar rotor sehingga daya yang dihasilkan kincir angin dapat berkesinambungan.

E. Perhitungan Energi Angin.

Berdasarkan teori Betz (1927), menyatakan bahwa daya maksimum yang dapat dibangkitkan oleh kincir angin Savonius berdasarkan momentum angin yang menggerakkan rotor adalah:

$$P_{maks} = \frac{8}{27} \rho AV^3 \quad (1)$$

Di mana :

ρ adalah kerapatan udara; parameter ini merupakan fungsi dari suhu dan tekana udara (kg/m^3)

A adalah luas penampang frontal dari rotor yang menerima momentum angin (m^2)

V adalah kecepatan angin (m/s).

Pada kincir angin ini daya rencana yang akan dibangkitkan adalah 100 watt.

Dari daya rencana ini dapat dihitung kebutuhan luas frontal rotor yang akan menerima momentum angin sebagai berikut:

$$A = \frac{27}{8 \cdot \rho \cdot V^3} P_{maks} \quad (2)$$

Dengan memasukkan daya 100 watt, dan kondisi udara dengan suhu 30°C ; dan kecepatan rencana dari angin dipilih 5 m/s; maka ukuran penampang rotor diperoleh :

$$A = 2,317 \text{ m}^2$$

Dengan mengambil rotor 2 tingkat dan tinggi dari tiap-tiap rotor 0,8 m maka lebar tiap rotor adalah :

$$L = 0,72 \text{ m}$$

F. Efisiensi Mekanis

Efisiensi mekanis dari kincir angin diperoleh dari perbandingan antara daya aktual dengan daya teoritis pada kondisi yang sama dan dapat ditulis dengan persamaan :

$$\eta_m = \frac{P_{act}}{P_{teoritis}} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana :

η_m adalah efisiensi mekanis (%)

P_{act} adalah daya aktual kincir angin, diperoleh dari pengukuran langsung saat kincir angin beroperasi

$P_{teoritis}$ adalah daya teoritis yang diperoleh dari perhitungan dimana bergantung atas kecepatan angin dan densitas udara.

Hasil perhitungan efisiensi dibuat dalam gambar 7

G. Hasil dan Pembahasan

Hasil rancang bangun seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 1. Sudu kincir angin



Gambar 2. Poros vertikal kincir angin



Gambar 3. Sistem mekanis dan tower penyangga turbin angin



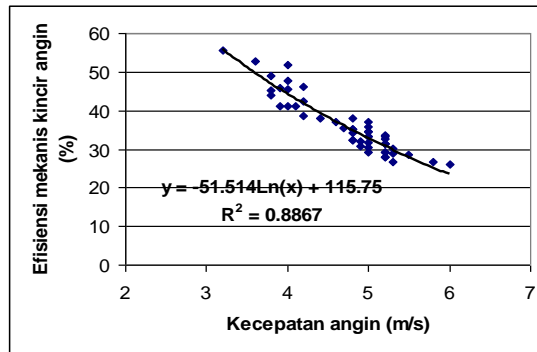
Gambar 4. Perakitan rotor turbin angin savonius



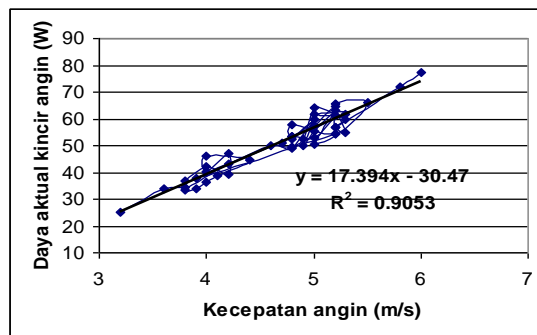
Gambar 5. Hasil perakitan kincir angin savonius dengan rotor 2 tingkat

Hasil pengujian kincir angin :

Data pengujian kincir angin seperti tertera pada lampiran 1 dan selanjutnya dibuat grafik 1 hubungan antara kecepatan angin dengan efisiensi mekanis dan grafik 2 hubungan antara kecepatan angin dengan daya aktual yang dibangkitkan oleh kincir angin.



Gambar 6. Hubungan antara efisiensi mekanis kincir dengan kecepatan angin



Gambar 7. Hubungan antara daya aktual kincir dengan kecepatan angin.

Pembahasan

Dari data hasil pengujian diperoleh fakta bahwa apabila kecepatan angin bertambah mengakibatkan meningkatnya daya aktual dari kincir angin, dan trend kurva ini mengikuti persamaan regresi $P_{act} = 17,394v - 30,47$; dari persamaan ini terlihat bahwa daya aktual memiliki korelasi positif dengan meningkatnya kecepatan angin.

Sebaliknya efisiensi mekanis berkurang dengan meningkatnya kecepatan angin, dan persamaan regresi adalah $\eta_m = -11,357v + 89,865$. Dari sini terlihat bahwa makin tinggi putaran kincir angin semakin besar kerugian mekanis akibat gesekan-gesekan elemen mesin dalam sistem transmisi.

Pada kecepatan angin rencana 4 m/s dan suhu udara 30 °C diperoleh daya aktual kincir angin 45.864 watt, dan efisiensi mekanis 51,8 %.

H. Kesimpulan

Dari hasil rancang bangun kincir angin dengan daya rencana 100 watt dan kecepatan angin 4 m/s dan suhu udara 30 °C, dan dari hasil uji kincir angin tersebut diperoleh beberapa kesimpulan :

- 1) Ukuran rotor lebar 0,72 m, dan tinggi 0,8 m
- 2) Rotor dibuat bertingkat dua
- 3) Semakin tinggi kecepatan angin mengakibatkan peningkatan daya aktual kincir angin
- 4) Semakin tinggi kecepatan angin, efisiensi mekanis semakin berkurang

- 5) Pada daya dan kecepatan angin rencana diperoleh daya aktual 45,864 watt dan efisiensi mekanis 51,8 %

Patabang, D, 1996, *"Rancang Bangun Kincir Angin untuk kebutuhan lahan kering dengan sistem pompa torak*, PSL Universitas Tadulako Palu.

Daftar Pustaka

Harijono, D,1980, *" Aspek Tekno-Ekonomi Dari pemanfaatan Energi Angin di Indonesia"* Jakarta.

Patabang, D, 2001 *" Rancang Bangun Kincir Angin Untuk Memompa Air Laut Kebutuhan Tambak Garam di Talise "* Jurnal Mektek Untad Palu.

Kadir, A, 1987, *"Energi"* Universitas Indonesia Press, Jakarta.

Reksoatmojo, NT, 2005, *" Vertical- Axis Differential Drag Windmill"* Jurnal Teknik Mesin UNJANI Volume 7 Nomor 1 April 2005,

Lampiran :

DATA PENGUJIAN KINCIR ANGIN tgl.14 Nopember 2009

Lokasi : Talise'

No	Jam	T	ρ	v	n	N	P_{akt}	P_t	η
1	11.45	30	1.165	3.2	57	3	25.137	181.33	13.863
2	11.5	30	1.165	3.6	61	3.8	34.075	258.18	13.198
3	11.55	30	1.165	3.8	63	3.7	34.266	303.65	11.285
4	12	32	1.157	3.8	63	4	37.044	301.56	12.284
5	12.05	32	1.157	4	65	4.4	42.042	351.73	11.953
6	12.1	32	1.157	4.2	67	4	39.396	407.17	9.6756
7	12.15	31	1.161	4.2	67	4.8	47.275	408.58	11.571
8	12.2	31	1.161	4	65	4.2	40.131	352.94	11.37
9	12.25	30	1.165	4	65	4.8	45.864	354.16	12.95
10	12.3	30	1.165	4.4	69	4.4	44.629	471.39	9.4676
11	12.35	33	1.153	4.1	66	4	38.808	377.46	10.281
12	12.4	32	1.157	4	65	3.8	36.309	351.73	10.323
13	12.45	30	1.165	3.9	64	3.6	33.869	328.26	10.318
14	12.5	30	1.165	3.8	63	3.6	33.34	303.65	10.98
15	12.55	30	1.165	4.2	67	4.4	43.336	409.98	10.57
16	13	30	1.165	4.6	71	4.8	50.098	538.63	9.3009
17	13.05	31	1.161	4.8	73	4.6	49.363	609.89	8.0937
18	13.1	31	1.161	5	75	5.4	59.535	689.34	8.6365
19	13.15	31	1.161	4.9	74	4.6	50.039	648.8	7.7125
20	13,20	31	1.161	5	75	5.2	57.33	689.34	8.3166
21	13.25	31	1.161	4.7	72	4.8	50.803	572.56	8.873
22	13,30	31	1.161	4.8	73	4.6	49.363	609.89	8.0937
23	13.35	30	1.165	4.9	74	4.8	52.214	651.04	8.0202
24	13,40	30	1.165	5	75	5.8	63.945	691.72	9.2444

*Rancang Bangun Kincir Angin Savonius Untuk Membangkitkan Energi Listrik skala Kecil
(Daud Patabang)*

25	13,45	30	1.165	5.2	77	5.4	61.123	778.09	7.8555
26	13,50	30	1.165	5	75	5.6	61.74	691.72	8.9256
27	13,55	30	1.165	5.3	78	5.4	61.916	823.85	7.5155
28	14,00	30	1.165	3.9	64	4	37.632	328.26	11.464
29	14,05	30	1.165	5.2	77	4.8	54.331	778.09	6.9826
30	14,10	30	1.165	5	75	4.6	50.715	691.72	7.3317
31	14,15	30	1.165	5.2	77	5.6	63.386	778.09	8.1464
32	14,20	30	1.165	5	75	5	55.125	691.72	7.9693
33	14,25	30	1.165	5	75	5.2	57.33	691.72	8.2881
34	14,30	30	1.165	5.2	77	5.7	64.518	778.09	8.2919
35	14,40	30	1.165	5.2	77	5.4	61.123	778.09	7.8555
36	14,45	30	1.165	5	75	4.8	52.92	691.72	7.6505
37	14,50	30	1.165	4.8	73	5	53.655	611.99	8.7673
38	14,55	30	1.165	4.8	73	4.9	52.582	611.99	8.592
39	15,00	30	1.165	5	75	5.4	59.535	691.72	8.6068
40	15,05	30	1.165	4.8	73	5	53.655	611.99	8.7673
41	15,10	30	1.165	4.8	73	5.4	57.947	611.99	9.4687
42	15,15	30	1.165	5.2	77	4.8	54.331	778.09	6.9826
43	15,20	30	1.165	5.5	80	5.6	65.856	920.68	7.153
44	15,25	30	1.165	5.2	77	5.8	65.65	778.09	8.4374
45	15,30	30	1.165	5.3	78	4.8	55.037	823.85	6.6805
46	15,35	30	1.165	5.2	77	5	56.595	778.09	7.2736
47	15,40	30	1.165	5.2	77	5.4	61.123	778.09	7.8555
48	15,34	30	1.165	5.3	78	5.2	59.623	823.85	7.2372
49	15,50	30	1.165	5.2	77	5	56.595	778.09	7.2736
50	15,55	31	1.161	5.8	83	5.9	71.986	1076	6.6902
51	16,00	31	1.161	6	85	6.2	77.469	1191.2	6.5035

Keterangan :

T adalah suhu udara ($^{\circ}\text{C}$)

ρ adalah kerapatan udara (kg/m^3)

V adalah kecepatan angin (m/s)

n adalah putaran kincir angin (rpm)

N adalah torsi kincir angin (N-m)

P_{akt} adalah daya actual kincir angin (watt)

P_t adalah daya teoritis (watt)

η adalah efisiensi mekanis (%)