INFO TEKNIK
Volume 21 No. 2 Desember 2020 (125-137)

PENGARUH JUMLAH DAN SUDUT PEMASANGAN SUDU TERHADAP DAYA TURBIN SAVONIUS

Purwoko
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang
purwoko@polinema.ac.id

ABSTRACT

The problem in Energy conservation is finding new opportunities for high-efficiency energy generation including wind power generating machines. Aims of this study to determine the effects of blade number and curv angle of blade mounting on the output power of a Savonius type wind turbine. This low speed wind turbine is intended to get energy at the top of a multi-storey building in an urban area. Tests were carried out on a laboratory scale, using savonius wind turbines with 400 mm diameter and 500 mm height. The driving wind speed of the turbine is set between 1.5 to 8.5 m / s. While the number of blades used is 2 types, namely rotor with three blades and rotor with 4 blades, each of which is tested on 3 different types of curv angle blade.

The investigation results are expected to show that the wind tubing from each experiment will give different characteristics. This investigation results that there was increasing in efficiency in the savonius turbine with blades. The highest rotation and power occur when the turbine uses 2 blades and -5^0 curv angle of blade mounting

Keywords: wind turbine, savonius, blade.

I. PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini tenaga angin menjadi sumber tenaga baru dan menjadi tenaga alternatif yang petumbuhannya paling tinggi di dunia. Telah lama pembangkit tenaga berbentuk turbin angin, utamanya turbin angin dengan posisi poros horisontal dipakai untuk memproduksi tenaga elektrik yang tentu saja menjadi tenaga yang tidak menimbulkan polusi, yang kemudian dikirimkan ke daerah yang susah dijangkau jaringan listrik. Tenaga angin yang jumlahnya semakin lama semakin selalu banyak, misalnya di tahun 2010 hingga meraih angka 196.630 Mega Watt. tetapi, di wilayah-wilayah berkecepatan angin yang tidak cukup tinggi, turbin angin jenis konvensional tidak efisien, karena biasanya turbin-turbin jenis konvensional didesign untuk diterapkan di daerah berkecepatan angin yang cukup tinggi. Kecepatan angin yang tidak terlalu tinggi atau bahkan rendah terjadi di wilayah seperti di Indonesia.

Tenaga angin adalah tenaga yang dapat diperbarui yang sangat mudah berkembang. Alasan karena dapat digunakan untuk bermacam kebutuhan dan memperkecil pemakaian energi dari fosil yang semakin lama semakin kecil jumlahnya. Untuk memanfaatkan tenaga angin sebagai pembangkit tenaga angin dibutuhkan kecocokan tehnik yang diterapkan turbin angin dengan ciri-ciri angin dimana turbin tersebut akan dibangun. varian dan jenis konstruksi turbin mempunyai efisiensi yang berbeda dalam penerapannya. Kecepatan angin di Indonesia memiliki karakter yang

bervariatif, secara umum bisa dikelompokkan sebagai angin dengan kecepatan cukup rendah dan arah anginnya acapkali berubah-ubah.

Dengan pertimbangan ciri-ciri angin tersebut, design turbin angin yang sesuai diterapkan adalah jenis turbin Savonius tipe U yang mempunyai keuntungan berikut, yaitu : tidak tergantung orientasi pada arah angin, menyala sendiri secara otomatis dan dapat putarannya lebih tinggi. Diperkirakan turbin Savonius jenis U dengan jumlah sudu yang berbeda akan menghasilkan jumlah putaran dan besar torsi yang berbeda, disebabkan kecepatan angin yang tinggi besarnya koefisien *drag* putaran akan menjadi lebih tinggi dan mengakibatkan kehilangan banyak tenaga, jika rotor dengan jumlah blade/sudu lebih banyak mempunyai masa dan inersia yang lebih tinggi. Dari pertimbangan di atas kiranya sangat perlu dilakukan penelitian pengaruh jumlah sudu rotor Savonius tipe U terhadap besarnya putaran dan torsi, agar potensi tenaga angin dapat lebih dimanfaatkan secara maksimal, memenuhi kebutuhan dan paling sedikit untuk suatu pembangkit tenaga angin dengan putaran dan torsi yang cukup besar.

A. Rumusan Masalah

Beradasarkan uraian permasalahan yang ada dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana jumlah sudu berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan oleh turbin.
2. Bagaimana sudut pemasangan sudu mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh turbin.

B. Batasan Masalah

Mengingat adanya keterbatasan waktu, tenaga, konstruksi dan kompleknya permasalahan dalam penelitian ini, maka penelitian dibatasi sebagai berikut :

1. Hanya meneliti jumlah dua dan tiga buah sudu.
2. Sudut pemasangan sudu hanya dipersiapkan untuk diatur pada jarak -5^0, 0^0 dan 5^0.

C. Tujuan Penelitian.

Tujuan investigasi atau penelitian ini adalah:

- Untuk mengetahui perubahan daya pada variasi jumlah sudu
- Mengetahui perubahan daya pada variasi sudut sudu

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk memahami pengaruh banyaknya blade/sudu (dua sudu dan tiga sudu) turbin Savonius tipe U versus daya yang dapat dibangkitkan, dan untuk dapat mengetahui sudut pemasangan sudu yang efektif yang menghasilkan besarnya putaran dan momen torsi optimal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Akibat perputaran bumi dan dengan adanya adanya perbedaan panas matahari serta tekanan udara disekitarnya terjadilah pergerakan udara. Dan udara yang bergerak disebut sebagai angin. Udara bergerak dari daerah bertekanan tinggi menuju ke daerah yang bertekanan rendah. Akibat penyinaran oleh matahari, udara akan mengembang. Udara yang telah memuai mengembang kerapatannya menjadi lebih rendah sifatnya ringan dan naik. Jika peristiwa ini terjadi, maka udara disekitarnya mengalir ke daerah yang mempunyai tekanan rendah. Udara yang menyusut kerapatannya meningkat menjadi lebih berat dan menuju ke permukaan bumi. Di permukaan udara menjadi panas lagi dan mengalir ke atas.

B. Altan and M. Atilgan, A Study on Increasing The Performance of Savonius Wind Rotor. *Journal of Mechanical Science and Technology* 1493-1499, menyebutkan bahwa sudu pengarah dengan panjang dan sudut turbin savonius mampu meningkatkan daya turbin hingga mencapai 75% dengan menambahan *blade pengarah* padasisi panjang dan pengaturan arahnya. Faktor-

faktor yang mempengaruhi pada peningkatan daya turbin, antara lain panjang dari sudu pengarah, jumlah, bentukdan sudut kemiringan daripada blade pengarah. Untuk pencapaian besarnya daya yang optimal, maka bentuk daripada turbin savonius juga harus dipertimbangkan.

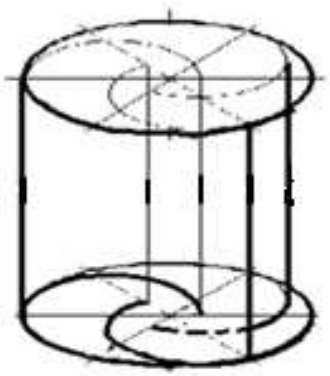
N. H. Mahmoud, A. A. El Haraoun, E, Wahba, M.H. Nasef, An Experimental Study on Improvement of Savonius Rotor Performance, *Alexandria Engineering Journal*, 19-25. menyebutkan bahwa Turbin savonius dapat menghasilkan daya yang baik pada kecepatan rendah adalah turbin yang memiliki dua buah sudu dan memiliki penutup pada sisi bagian atas dan sisi bagian bawah dari turbin.

Y. X. Yao, Z. P. Tang, X. W. Wang, Design Based on Parametric Analysis of Drag driven VAWT with a tower cowling, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 116, 2013, 3239. Dalam penelitian ini menyatakan bahwa unjuk kerja dan aerodinamika turbin angin dapat ditingkatkan oleh bentuk sudut sudu pengarah. Dengan meningkatnya sudut sudu pengarah, akan semakin memperbesar kecepatan angin yang mendorong rotor, sehingga menghasilkan daya yang semakin besar.

III METODE PENELITIAN

A. Peralatan dan Instrumen.

Dalam penelitian ini akan mengaplikasikan turbin Savonius dengan dua dan tiga sudu, seperti yang ditunjukkan di Gambar 4.1, diameter total turbin 180 mm dan ketinggiannya 180 mm.



Gambar 4.1. Rancangan Konstruksi Rotor 3 sudu

Dimensi-dimensi rotor adalah :

Masing-masing Jumlah sudu : 2

Diameter rotor 180 mm

Tinggi rotor 180 mm.

Sudut pemasangan sudu s1 = -5^0

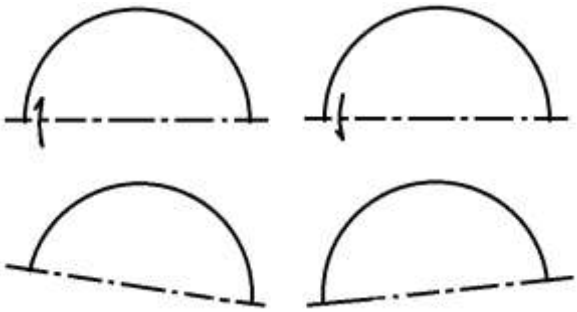
Sudut pemasangan sudu s2 = 0^0

Sudut pemasangan sudu s3 = 5^0

Material pembuatan Rotor

Rotor dibuat dengan plat aluminium ketebalan 1,0 mm untuk bahan sudu dan 1,8 mm untuk *end plate*/plat penyangga.

Gambar 4.2. Spesimen Rotor Terpasang 3 sudu



Gambar 4.3. Layout pergeseran sudut sudu

B. Rancangan Instalasi percobaan

Rancangan Instalasi percobaan seperti yang ditunjukkan pada gambar. Alat ini berguna untuk mendapatkan data percobaan yang terdiri dari mengontrol/mengukur kecepatan angin dengan merubah putaran fan, mengukur putaran turbin dan mengukur torsi putaran turbin. Peralatan ini terdiri dari beberapa komponen seperti berikut:

- *Fan speed controller* berguna untuk mengatur putaran fan sehingga diperoleh kecepatan angin antara 1.5 – 8,5 m/s.
- Fan berfungsi untuk mengalirkan angin dalam tunnel
- Tunnel berguna untuk mengarahkan aliran angin ke turbin.
- Anemometer utuk mengukur laju aliran udara dalam tunnel
- Dinamometer untuk mengukur besarnya torsi putaran turbin
- Odometer berguna untuk mengukur putaran turbin
- Komputer untuk menyimpan dan mengolah data tersebut diatas.

C. Rancangan dan Teknik Pengumpulan Data

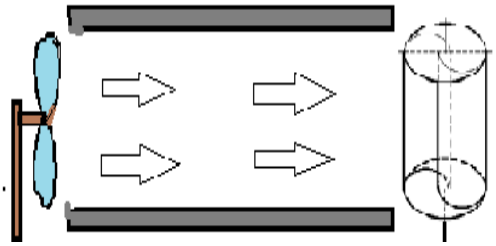
Dalam penelitian ini, pelaksanaannya adalah untuk mendapatkan data-data putaran dan torsi pada turbin. Sedangkan variabel bebasnya adalah kecepatan angin, jumlah dan sudut sudu.

Pengambilan data dimulai dengan mempersiapkan materi penelitian. Seperangkat pengukur dan pengaturan jumlah dan sudut sudu. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen di Laboratorium Teknik Mesin, Polinema. Spesimen pengujian dan detail rancangan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.4.

Variabel dalam penelitian ini ada dua yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

Variabel bebas : kecepatan angin, jumlah sudu dan sudut pergeseran sudu

Variabel terikat : kecepatan putaran turbin dan torsi



Gambar 4.4. Rancangan Instalasi percobaan

D. Variabel-variabel yang akan diteliti

Pengukuran kecepatan angin

Kecepatan angin diperoleh dengan data dengan menempatkan anemometer pada daerah aliran angin. Sedangkan kecepatan angin diatur dengan speed controller yaitu dengan switch yang dipasang untuk merubah arus sehingga putaran fan berkurang atau bertambah.

Pengukuran Torsi

Untuk mengukur torsi dilakukan dengan cara mekanis sederhana dengan memasang bandul yang mempunyai masa tertentu, yang bergesek pada drum turbin. Sehingga besarnya torsi dihitung dari sudut yang dibentuk oleh bandul.

IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A Data Hasil Penelitian

Tabel 5.1. Data kecepatan angin, *putaran turbin*, dan sudut bandul

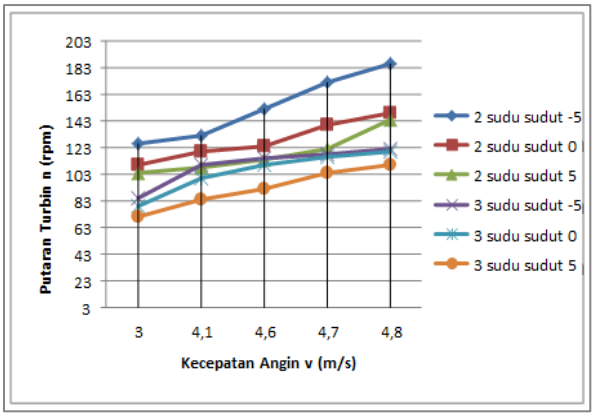
No	Jenis Turbin Savonius	Sudut kurva sudu (°)	kecepatan angin (m/s)	Putaran turbin (rpm)	Sudut (°)
1	dua sudu	- 5	3,2	126	10
2			4	132	12
3			4,3	152	14
4			4,7	172	15
5			4,8	186	17
6	dua sudu	0	3,1	110	13
7			3,2	120	14
8			4,5	124	16
9			4,6	140	18
10			4,7	149	20
11	dua sudu	5	3,4	104	9
12			3,7	108	10
13			4,2	114	11
14			4,6	122	13
15			4,8	144	15

Tabel 5.2. Data kecepatan angin, *putaran turbin*,dan sudut bandul

No	Jenis Turbin Savonius	Sudut kurva sudu (°)	kecepatan angin (m/s)	Putaran turbin (rpm)	Sudut (°)
1	tiga sudu	-5	3,1	85	7
2			4,2	110	9
3			4,5	115	10
4			4,6	118	11
5			4,7	122	12
6	tiga sudu	0	3,1	79	5
7			4,1	100	5
8			4,6	110	6
9			4,7	116	7
10			4,8	120	8
11	tiga sudu	5	3	71	6
12			4,1	84	7
13			4,6	92	8
14			4,7	104	9
15			4,8	110	10

B. Pembahasan

Data dari hasil percobaan dapat ditampilkan dalam grafik kecepatan angin terhadap besarnya putaran turbin seperti gambar 5.1.

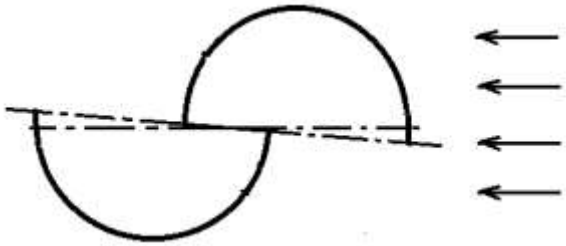


Gambar 5.1 Kinerja Turbin ditunjukkan oleh grafik kecepatan angin & Rpm

Pada seluruh kondisi kecepatan angin yang bervariasi instalasi turbin dengan dua sudu dan dan sudut sudu -5^0 mempunyai hasil putaran yang paling tinggi. Hal ini dapat dijelaskan bahwa pada kecepatan angin yang tinggi putaran turbin akan tinggi juga. Kondisi ideal dorongan angin akan sedikit lebih lambat sehingga sisi sudu yang sudutnya digeser untuk mendahului arah putaran kecepatan tinggi akan diperoleh ketepatan waktu antara dorongan angin dan saat sisi sudu tepet nol derajat. Jika demikian aliran akan mengalami ketepatan arah dan kecepatan angin dengan putaran turbin.

Penjelasan ini akan sebaliknya jika diterapkan pada sudut sudu yang tepat nol derajat. Jika kondisi turbin dengan kecepatan tinggi maka arah dan dorongan angin akan cenderung terlambat. Saat tepat sisi sudu lurus dengan arah dan kecepatan angin luas penampang belum terlalu besar dan berakibat tidak menimbulkan energi yang cukup besar. Namun jika kecepatan angin tidak terlalu besar dan putaran tidak terlalu tinggi kondisi ini sangat menguntungkan karena efisiensinya masin cukup tinggi.

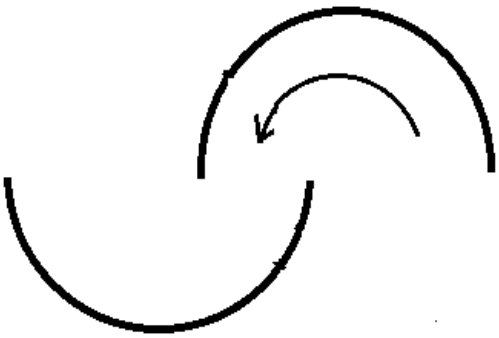
Dalam hal penempatan sudu yang kurang tepat juga akan menimbulkan koefisien discharge yang besar dan effisiensi jadi makin kecil. Jika dilihat dari penampang susunan sudu akan lebih jelas seperti terlihat dalam gambar 5.2



Gambar 5.2 Turbin Savonius Dua sudu sudut sudu -5^0

Tidak demikian jika aliran tidak melewati perubahan penampang yang signifikan perubahan streamline akan dapat dihindari. Energi angin akan semakin banyak terserap ke sistem turbin hingga putaran dan dayanya menjadi lebih besar.

Pada konstruksi ini yaitu dengan 2 sudu dan sudut sudu lebih maju maka perubahan penampang itu terjadi tidak begitu signifikan sehingga tidak menimbulkan schock dan tidak banyak kehilangan energi. Angin mengalir akan membentuk streamline yang merata terlebih jika kondisi kecepatan angin sedang sampai cukup tinggi. Pada kondisis ini menimbulkan koefisien discharge yang tidak berarti dan effisiensi yang dicapai menjadi semakin besar.



Gambar 5.3 Turbin Savonius Dua sudu sudut sudu 0^0.

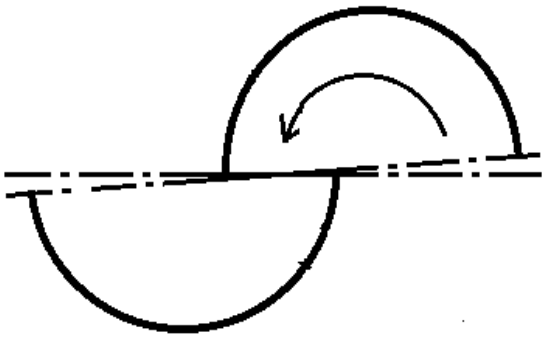
Sedangkan pada instalasi turbin dua sudu, dengan sudut sudu 00 torsi akan terjadi pada setiap tepat bersudut 180 derajat, sehingga keadaan ini akan menimbulkan kehilangan start saat letak sudu lurus dengan arah angin, atau gaya torsi belum muncul sampai melewati sudut

lurusnya. Pada posisi ini tidak ada sudu yang sesuai posisinya dapat menyerap energi angin yang mengalir. Sehingga jika menghendaki tetap menggunakan dua sudu dan bersudut nol derajat maka konstruksinya harus dibuat berbeda misalnya dibuat sudu miring atau bisa dengan konstruksi bertingkat.

Posisi dua sudu dengan sudut nol derajat yang berposisi sejajar dengan arah angin dapat dilihat pada gambar penampang gambar 5.4

Gambar 5.4 Arah Angin sejajar dengan sudut sudu 0^0.

Pada instalasi dua sudu bersudut nol derajat dapat dijelaskan secara umum bahwa konstruksi ini akan terjadi pengisian yang terlambat aliran angin terlihat penampang instalasi dengan dua sudu pada gambar. Sudut sudu dengan membuka awal jika kecepatan turbin tinggi angin seolah akan terlambat mengalir pada celah awal.

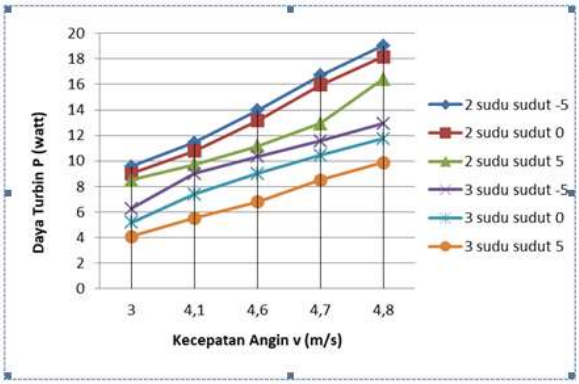


Gambar 5.5 Arah angin dan celah awal pada pemasangan +50

Pembahasan Daya Turbin

Seperti halnya pada putaran turbin, daya turbin dari hasil eksperimen pada seluruh kondisi spesimen baik yang instalasi dua sudu yang bersudut masing-masing -5, 0 maupun yang +5 derajat menunjukkan bahwa semakin besarnya kecepatan angin akan diikuti besarnya daya yang cenderung naik. Disamping itu konstanta kemiringan peningkatannya juga

hampir sejajar. Seperti pada hubungan kecepatan angin dan putaran turbin, bahwa ada hubungan linear antara besarnya kecepatan angin dan daya yang terjadi. Dalam kondisi kecepatan angin yang masih rendah yang berarti masih dalam bilangan yang dibawah angka Reynold 3000, sehingga aliran masih dalam kondisi laminer.



Gambar 5.6. Kinerja Turbin ditunjukkan oleh hubungan kecepatan angin & Daya

V SIMPULAN DAN SARAN

A Simpulan

1. Terdapat perbedaan perbedaan putaran, daya dan penyerapan energi angin pada turbin Savonius dengan variasi jumlah dan sudut sudu.
2. Penyerapan energi terbesar yang berarti terjadi putaran dan daya turbin yang terbesar yaitu pada konstruksi menggunakan dua susu dan dengan sudut -5^0. Pada kondisi ini terjadi pada kecepatan angin adalah 4,8 meter/detik, putaran yang terjadi 120 rpm dan daya turbin sebesar 12,93 watt.

B Saran

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan memfokuskan pada turbin Savonius dua sudu dengan memvariabelkan besarnya radius sudu dengan panjang kurva yang sama, dengan tetap membuat sudut sudu miring atau membuat sudu helik, untuk memperoleh penyerapan daya yang optimal. Karena diharapkan dengan dimensi sudut sudu dan garis singgung kurva

yang berbeda akan diperoleh efisiensi yang semakin besar, dengan tetap memperhatikan kerugian akibat konstruksinya.

VI Daftar Pustaka

[1] B. Altan and M. Atilgan, A Study on Increasing The Performance of Savonius Wind Rotor. Journal of Mechanical Science and Technology 26, 2012, 1493-1499.

[2] Dayan, *Wind energy in buildings*. Refocus March/April 2006:33-8.

[3] N. H. Mahmoud, A. A. El Haraoun, E, Wahba, M.H. Nasef, An Experimental Study on Improvement of Savonius Rotor Performance, *Alexandria Engineering Journal*, 19-25.

[4] R.N Hidayatullah dkk, *DesainAlat Energi Angin Tipe Savonius sebagai Pembangkit Listrik di Pulau Bawean*, Jurusan Kelautan ITS, Surabaya, 1-10 , 2010

[5] S. Martens, *Wind Energy in Urban Areas*, Refocus March/April 2012:22-24.

[6] W. T. Chong, A. Fazlizan, S. C. Poh, K. C. Pan, H. W. Ping, Early development of an innovative building integrated wind, solar and rain water harvester for urban high rise application, *Energy and Buildings 47*, 2012, 201-207.

[7] Y. X. Yao, Z. P. Tang, X. W. Wang, Design Based on Parametric Analysis of Drag driven VAWT with a tower cowling, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 116, 2013, 3239

Halaman ini sengaja dikososngkan