

KAJIAN EKSPRIMENTAL AIRFOIL SAVONIUS TIPE L ROTOR GANDA DENGAN KISI PENGARAH TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN ATAP RUMAH

Mujiburrahman^{1,a*}, Heri Irawan^{2,b}

^{1,2}Program Studi Teknik Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan MAAB

Jl. Adhiyaksa No.2 Kayutangi, Banjarmasin,

^amujiburrahman.4646@gmail.com, ^bheri.irawan.up@gmail.com

Abstrak

Pengarah merupakan bagian yang sangat penting dalam mengarahkan dan memfokuskan aliran angin agar daya dorong angin mampu di maksimalkan dengan baik. Khususnya turbin angin atap rumah yang di mana arah angin hanya datang dari dua arah tentunya hal ini menjadi sebuah kerugian bagi sebuah pembangkit listrik tenaga angin oleh karenanya di perlukan sebuah rekayasa aliran melalui mekanisme pengarah aliran. Karena pada dasarnya turbin atap rumah memiliki sistem pengarah yang sistematis dengan adanya rotor ganda tetapi hal itu tidak cukup membantu dalam memaksimalkan angin mendorong sudu, sehingga di perlukan sebuah pengarah ganda yang di lengkapi dengan kisi-kisi pengarah untuk memusatkan aliran angin dengan tepat mendorong sudu turbin. Ini tentunya berbeda dari beberapa penelitian sebelumnya karena cara ini dapat meminimalisir kerugian aliran akibat arah angin yang berubah ubah setiap waktu. Metode yang di gunakan pada penelitian ini melakukan eksperimen alat yang di fokuskan pada tambahan kisi pengarah aliran angin. Hasil pengujian Turbin atap rumah pada kecepatan angin 3,3 m/s turbin dengan kisi pengarah menghasilkan unjuk kerja turbin lebih baik di dibandingkan dengan tanpa kisi pengarah dimana putaran yang di hasilkan sebesar 51,12 rpm. daya generator sebesar 3,74 W. dan efesiensi turbin sebesar 0,425 %. Hasil pengujian Turbin atap rumah pada kecepatan angin 5,1 m/s turbin dengan kisi pengarah menghasilkan unjuk kerja turbin lebih baik di dibandingkan dengan tanpa kisi pengarah dimana putaran yang di hasilkan sebesar 97,53 rpm. daya generator sebesar 16,57 W. dan efesiensi turbin sebesar 0,510 %. Hasil pengujian Turbin atap rumah pada kecepatan angin 5,1 m/s turbin dengan kisi pengarah menghasilkan unjuk kerja turbin lebih baik di dibandingkan dengan tanpa kisi pengarah dimana putaran yang di hasilkan sebesar 144,4 rpm. daya generator sebesar 52,74 W. dan efesiensi turbin sebesar 0,577 %.

Kata kunci : Airfoil Savonius Tipe L, Rotor Ganda, kisi Pengarah, Unjuk kerja

Abstract

The rudder is a very important part in directing and focusing the wind flow so that the wind thrust can be maximized properly. Especially the roof wind turbine where the wind direction only comes from two directions, of course this is a disadvantage for a wind power plant, therefore a flow engineering is needed through a flow control mechanism. Because basically the roof turbine of the house has a systematic guide system with a double rotor but that is not enough to help in maximizing the wind pushing the blades, so a double guide is needed which is equipped with a guide grid to focus the wind flow properly pushing the turbine blades. This is certainly different from several previous studies because this method can minimize flow losses due to wind directions that change every time. The method used in this study carried out tool experiments focused on additional wind flow guide grids. The results of testing the roof turbine at a wind speed of 3.3 m/s, the turbine with a rudder grille produces better turbine performance

compared to that without a rudder grid where the resulting rotation is 51.12 rpm. generator power of 3.74 W. and turbine efficiency of 0.425%. The results of testing the roof turbine at a wind speed of 5.1 m/s, the turbine with a rudder grille produces better turbine performance compared to that without a rudder grid where the resulting rotation is 97.53 rpm. generator power of 16.57 W. and turbine efficiency of 0.510%. The results of testing the roof turbine at a wind speed of 5.1 m/s, the turbine with a directional grille produced better turbine performance compared to that without a directional grille where the resulting rotation was 144.4 rpm. generator power of 52.74 W. and turbine efficiency of 0.577%.

Keywords : L Type Savonius Airfoil, Double Rotor, Guide grille, Performance

PENDAHULUAN

Pengarah merupakan bagian yang sangat penting dalam mengarahkan dan memfokuskan aliran angin agar daya dorong angin mampu di maksimalkan dengan baik. Khususnya turbin angin atap rumah yang di mana arah angin hanya datang dari dua arah tentunya hal ini menjadi sebuah kerugian bagi sebuah pembangkit listrik tenaga angin oleh karenanya di perlukan sebuah rekayasa aliran melalui mekanisme pengarah aliran. Karena pada dasarnya turbin atap rumah memiliki sistem pengarah yang sistematis dengan adanya rotor ganda tetapi hal itu tidak cukup membantu dalam memaksimalkan angin mendorong sudu, sehingga di perlukan sebuah pengarah ganda yang di lengkapi dengan kisi-kisi pengarah untuk memusatkan aliran angin dengan tepat mendorong sudu turbin. Ini tentunya berbeda dari beberapa penelitian sebelumnya karena cara ini dapat meminimalisir kerugian aliran akibat arah angin yang berubah ubah setiap waktu.

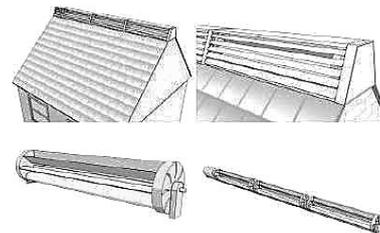
TINJAUAN PUSTAKA

Turbin Angin Bubungan Atap

Turbin angin bubungan atap merupakan sebuah turbin angin yang diletakkan tepat di atas atap rumah dengan bentuk memanjang dan memang kalau dilihat tidak seperti sebuah turbin angin. Mujiburrahman (2016).

Kelebihan dari Turbin Angin Bubungan Atap pemasangan yang lebih

mudah dan tidak merusak pemandangan. berbentuk memanjang, apabila aliran angin mengenai sudu akan menyebabkan turbin tersebut berputar dan menghasilkan tenaga listrik.



Gambar 2.5. Ridgeblade wind turbin
(Sumber : Raymond E. Paggi, (2010))

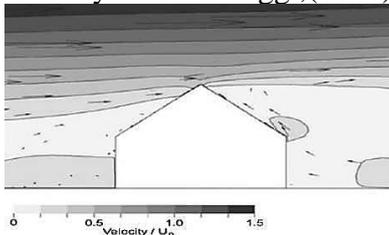
Dari beberapa jenis konsep Turbin angin bubungan atap yang dijelaskan oleh peneliti sebelumnya, dengan mempertimbangkan permasalahan yang diakibatkan oleh Turbin angin bubungan atap, biaya perancangan yang cukup besar, efisiensi yang dihasilkan masih kurang maksimal, ditambah lagi pengaruh terhadap struktur atap jika menempatkan turbin angin diatap rumah dimana sudah dijelaskan diatas. maka pada penelitian ini akan mengacu kepada konsep Turbin angin bubungan atap seperti yang dilakukan oleh Raymond E. Paggi, (2010).

Potensi Energi Angin Bubungan Atap

Sistem pemanfaatan energi angin yang dapat di pasang sepanjang bubungan atap miring dan mengambil keuntungan penuh dari terkenal "efek atap" di mana dampak angin di

permukaan kemiringan atap dan memandu mengalihkan aliran udara ke puncak atap, sehingga menaikkan kecepatan angin. Raymond E. Paggi, (2010).

Efek ini mirip dengan udara meningkat dalam kecepatan lebih dari sayap, yang menurunkan tekanan udara di atas sayap menurut persamaan Bernoulli dan dengan demikian memberikan tumpangan ke sayap. Efek ini juga menyebabkan atap rumah terhindar dari badai karena aliran angin yang terjadi mengikuti aliran kemiringan atap dan mengurangi tekanan yang terjadi distruktur atap. Menurut Raymond E. Paggi,(2010).



Gambar 2.6 Pola aliran udara
(Sumber : Ridgeblade wind turbin)

Profil kecepatan angin melintasi rumah di tengah baris paling berlawanan arah angin rumah dalam susunan bangunan. Penemuan ini menyediakan lima sampai delapan kali energi dari turbin angin berukuran tipe baling - baling setara dengan tidak dipasang di atap miring. Kinerja Turbin angin bubungan atap dengan panjang 20 kaki dan lebar bilah 1 kaki dibandingkan dengan turbin angin jenis baling – baling yang dipasang dimenara dengan diameter lima kaki pada kecepatan angin cahaya untuk 10 mil per jam. Oleh karena itu, kincir atau turbin angin sering disebut sebagai

Sistem Konversi Energi Angin (SKEA). Energi kinetik dapat dinyatakan dengan rumus:

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

- Ek = energi kinetik (joule)
- m = massa udara (kg)
- v = kecepatan angin (m/s)

Bila suatu blok udara yang memiliki penampang A dalam satuan m, dan bergerak dengan kecepatan v dalam satuan m/s, maka jumlah massa yang melewati suatu tempat dinyatakan sebagai berikut:

$$m = \rho \cdot A \cdot v^2 \dots\dots\dots (2.2)$$

Di mana :

m = laju alir massa udara (kg/s)

v = kecepatan udara (m/s)

ρ = kerapatan udara 3(kg/m)

A = luas penampang (m²)

Jika

$$A = d \times h \dots\dots\dots (2.3)$$

Di mana :

d = diameter sudu (m)

h = tinggi sudu (m)

Adapun persamaan diatas tanpa memperhatikan nilai power coefficient (Cp). Dimana menurut hukum Betz (sebuah hukum yang diformulasikan oleh Albert Betz, seorang ilmuwan dari Jerman, pada tahun 1919) mengatakan bahwa, energi kinetik yang bisa dikonversi menjadi energi mekanik pada sebuah wind turbine adalah maksimal 16/27 atau 59% saja. Dengan demikian maka energi yang dapat dihasilkan per satuan waktu adalah sesuai dengan rumus:

$$P_{\text{angin}} = \text{Energi/waktu} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\begin{aligned} &= (\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2) / t \\ &= \frac{1}{2} \cdot m/t \cdot v^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot C_p \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \dots\dots\dots (2.5) \end{aligned}$$

$$P_r = C_p \frac{1}{2} \rho A v^3 \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\lambda = \frac{\pi D n}{60 v} \dots\dots\dots (2.7)$$

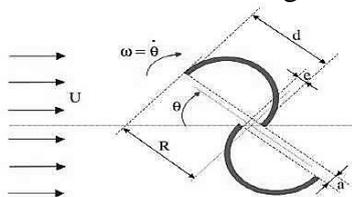
$$P_g = I \cdot V \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\eta = \frac{P_g}{P_w} 100\% \dots\dots\dots (2.9)$$

Airfoil Savonius

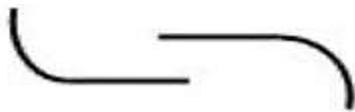
Menurut, Sargolzei, (2007). Salah satu jenis turbin angin yang banyak digunakan untuk kecepatan angin rendah adalah Turbin Angin Sumbu

Vertikal Savonius. Selain konstruksinya sederhana, sangat cocok di tempat-tempat yang arah anginnya sangat bervariasi. Selain itu juga memiliki kemampuan self-starting yang bagus, sehingga hanya membutuhkan angin dengan kecepatan rendah untuk dapat memutar rotor dari turbin angin ini. Selain itu, torsi yang dihasilkan turbin angin jenis savonius relatif tinggi sehingga hanya membutuhkan angin dengan kecepatan rendah untuk dapat memutar rotor dari turbin angin ini.



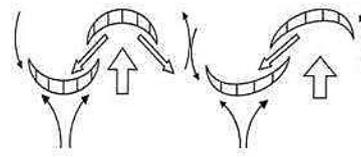
Gambar 2.11. Rotor Dua Sudu Lengkung U [Sumber : Soelaiman, 2006]

Pada perkembangannya turbin Savonius banyak mengalami perubahan bentuk rotor, seperti desain rotor yang berbentuk huruf L seperti pada gambar 2.12 berikut:



Gambar 2.12. Airfoil Savonius Tipe L [Sumber : Soelaiman, 2006]

Pada turbin angin savonius type L aliran udara pada sisi bilah yang lurus lebih besar dibandingkan pada sisi bilah lengkung seperempat lingkaran (Soelaiman,2006). Turbin angin ini memiliki prinsip kerja sama seperti turbin pada umumnya. Dimulai dari pemanfaatan energi kinetik yang dimiliki oleh angin, yang kemudian dikonversikan oleh sudu menjadi energi mekanik poros atau rotor. Hal tersebut seperti pada gambar 2.13 berikut.



Gambar 2.13. Prinsip Kerja Savonius Tipe L [Sumber : Soelaiman, 2006]

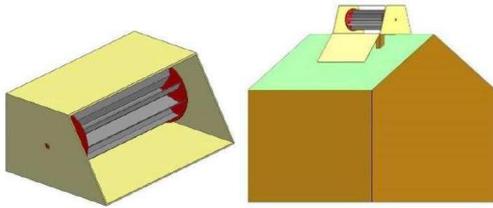
Rotor Savonius tipe diatas mempunyai bentuk seperti huruf “L”. Rotor tersebut memiliki efisiensi yang lebih baik dibanding dengan rotor tipe pertama ataupun kedua. Tidak hanya keunggulan dalam membelokkan fluida, tetapi bucket seperti diatas mampu bertindak seperti airfoil ketika fluida menabrak tepi rotor dan menimbulkan sedikit gaya lift. Dengan demikian mampu meningkatkan efisiensi.

METODE PENELITIAN

Metoda yang dilakukan dalam penelitian ini dengan percobaan pemodelan Turbin angin atap rumah sistem ganda yang di pasang secara seri dalam satu sumbu poros dan di lengkapi dengan pengarah aliran sebagai media uji. Selanjutnya menempatkan turbin simulasi untuk meniru keadaan pengujian sebenarnya dalam penentuan desain sistem akuisisi data. Percobaan ini dilakukan pada fasilitas terowongan angin sederhana.

Tabel 3.1. Data Spesifikasi Alat

No	Spesifikasi Turbin		
	Tipe	Ukuran	Satuan
1	Diameter rotor	0,40	M
2	Panjang sudu turbin	1	M
3	Jumlah sudu	5 – 10	Buah
4	Lengkung sudu	35	Derajat
5	Diameter poros	19	Mm
6	Tebal sudu	2	Mm
7	Airfoil sudu	Tipe L	-
8	Material sudu/blade	Alm	-



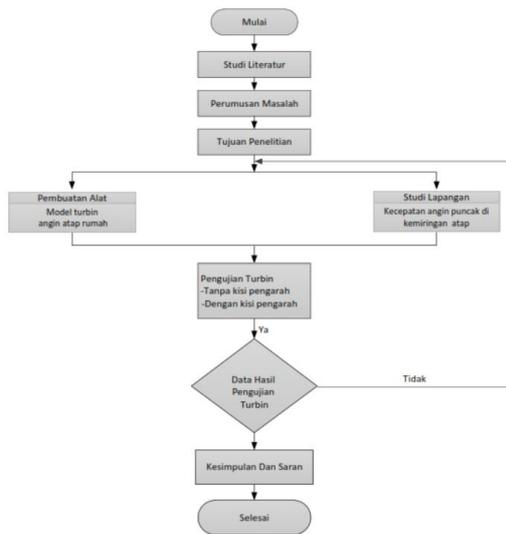
Gambar 3.1. Gambar desain turbin

Bahan

1. Rotor turbin
2. Sudu turbin
3. Pengarah
4. Terowongan angin

Peralatan

1. Anemometer
2. Tachometer
3. Generator
4. Watt meter
5. Controller
6. Baterai



Gambar 3.2. Flow Chart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN Hasil Pengujian



Gambar 4.1. Pengujian turbin

Tabel 4.7. Data Pengujian Putaran Turbin n (rpm)

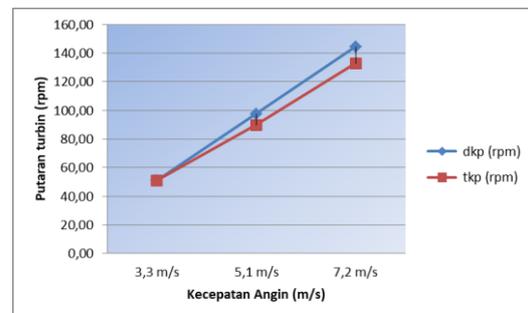
Kecepatan angin, v (m/s)	Dengan kisi pengarah n(rpm)	Tanpa kisi pengarah n(rpm)
3,3 m/s	51,123	51,047
5,1 m/s	97,533	89,800
7,2 m/s	144,400	132,867

Tabel 4.8. Data Pengujian P_g Turbin (W)

Kecepatan angin, v (m/s)	Dengan kisi pengarah P _g (W)	Tanpa kisi pengarah P _g (W)
3,3 m/s	3,745	3,524
5,1 m/s	16,572	14,976
7,2 m/s	52,742	44,541

Tabel 4.9. Data Perhitungan Efisiensi Turbin (%)

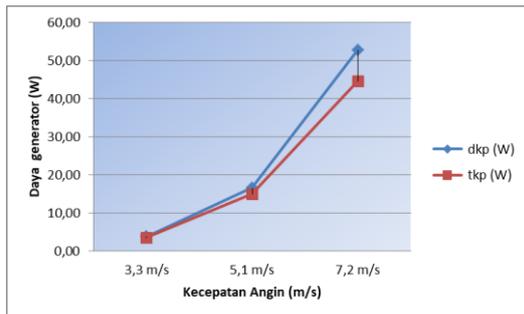
Kecepatan angin, v (m/s)	Dengan kisi pengarah η(%)	Tanpa kisi pengarah η(%)
3,3 m/s	0,425	0,400
5,1 m/s	0,510	0,461
7,2 m/s	0,577	0,487



Gambar 4.2. Perbandingan Putaran Turbin

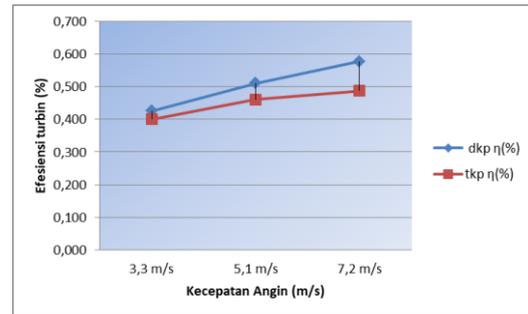
Dari gambar 4.2. di atas, secara umum kecepatan putar turbin baik dengan kisi pengarah maupun tidak menggunakan kisi pengarah terus meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan angin, hal ini disebabkan karena kecepatan angin sangat berpengaruh terhadap daya angin yang dihasilkan. Putaran rotor turbin juga semakin meningkat seiring dengan bertambahnya aliran angin karena adanya dua buah rotor ganda dan

penutup turbin yang mengarahkan dan memfokuskan arah angin sehingga mengakibatkan kecepatan angin menjadi bertambah besar. Dalam penelitian ini kecepatan putar rotor turbin tertinggi di tunjukkan oleh turbin dengan penambahan kisi pengarah yaitu sebesar 144,4 rpm pada kecepatan angin 7,2 m/s.



Gambar 4.3. Perbandingan daya generator Turbin

Dari gambar 4.3 di atas, menunjukkan daya generator turbin juga mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kecepatan angin, hal ini disebabkan karena titik fokus aliran angin mampu di maksimalkan dengan baik melalui dua buah rotor ganda dan dinding penutup turbin yang berfungsi sebagai pengarah aliran angin yang datang dari berbagai arah. Karena dalam hal ini kecepatan angin sangat berpengaruh terhadap putaran rotor turbin dalam menghasilkan daya generator. Dengan menambahkan kisi pengarah aliran angin yang berfokus ke sudu turbin Putaran rotor juga semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan angin mengakibatkan kecepatan angin menjadi bertambah besar dan daya yang di hasilkan bertambah besar. Dalam penelitian ini daya generator turbin tertinggi di tunjukkan oleh turbin dengan penambahan kisi pengarah yaitu sebesar 52,74 W. Pada kecepatan angin 7,2 m/s.



Gambar 4.4. Perbandingan efisiensi (%) Turbin

Dari gambar 4.4 di atas, menunjukkan efisiensi yang di hasilkan turbin juga mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kecepatan angin, Karena dalam hal ini kecepatan angin sangat berpengaruh terhadap putaran rotor turbin dalam menghasilkan daya generator untuk meningkatkan efisiensi turbin. Dengan menambahkan kisi pengarah aliran angin yang berfokus ke sudu turbin Putaran rotor juga semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan angin mengakibatkan kecepatan angin menjadi bertambah besar dan efisiensi yang di hasilkan bertambah besar. Dalam penelitian ini efisiensi turbin tertinggi di tunjukkan oleh turbin dengan penambahan kisi pengarah yaitu sebesar 0,557 %. Pada kecepatan angin 7,2 m/s.

KESIMPULAN

1. Hasil pengujian Turbin atap rumah pada kecepatan angin 3,3 m/s turbin dengan kisi pengarah menghasilkan unjuk kerja turbin lebih baik di bandingkan dengan tanpa kisi pengarah dimana putaran yang di hasilkan sebesar 51,12 rpm. daya generator sebesar 3,74 W. dan efisiensi turbin sebesar 0,425 %.
2. Hasil pengujian Turbin atap rumah pada kecepatan angin 5,1 m/s turbin dengan kisi pengarah menghasilkan unjuk kerja turbin lebih baik di bandingkan dengan tanpa kisi pengarah dimana putaran yang di hasilkan sebesar 97,53 rpm. daya

- generator sebesar 16,57 W. dan efisiensi turbin sebesar 0,510 %.
3. Hasil pengujian Turbin atap rumah pada kecepatan angin 5,1 m/s turbin dengan kisi pengarah menghasilkan unjuk kerja turbin lebih baik di bandingkan dengan tanpa kisi pengarah dimana putaran yang di hasilkan sebesar 144,4 rpm. daya generator sebesar 52,74 W. dan efisiensi turbin sebesar 0,577 %.

- [9] Hendra A. 2012, Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Savonius. Universitas Brawijaya.

REFERENSI

- [1] Dursan Ahyan, Safak Saglam, 2011. Tinjauan Teknis Sistem Tenaga Angin Yang Dipasang Di Gedung Dan Contoh Model Simulasi.
- [2] Raymond E. Paggi, 2010. Paten Application Ser. No. 61/105,096, filed Nov.24, 2008, Entitled Roof Ridge Wind Turbine.
- [3] Lukas deisadze, dkk 2013. Vertical Axis Wind Turbine Evaluation and Design.
- [4] Eka Maulana, Mujiburrahman, Iskendar, 2016. Analisis Pengaruh Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Atap Rumah Pada Putaran Rendah Dengan Metode Taguchi.
- [5] Subagyo, Muhamad Mufflih dan Andre Yulian Atmojo, 2016. Sistem Akuisisi Data Pengujian Kinerja Daya Turbin Angin Menggunakan Fasilitas Terowongan Angin
- [6] Mujiburrahman, Heri Irawan 2018. Analisis Pengaruh Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Atap Rumah Pada Kecepatan Angin Rendah Menggunakan Simulasi CFD.
- [7] Mujiburrahman, Heri Irawan 2019. Analisis Pengaruh Panjang Turbin Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Atap Rumah Pada Kecepatan Angin Rendah.
- [8] Andry kusbiantoro, dkk 2013. Pengaruh Lengkung Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Vertikal Savonius.