

ANALISIS PENGARUH SUDU TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN ATAP RUMAH PADA KECEPATAN ANGIN RENDAH MENGGUNAKAN SIMULASI CFD

⁽¹⁾Mujiburrahman, ⁽²⁾Heri Irawan

⁽¹⁾⁽²⁾Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB
Jl. Adhiyaksa No. 2 Kayu Tangi, Banjarmasin
Email: mujiburrahman.4646@gmail.com, heri.irawan.up@gmail.com

ABSTRAK

Turbin angin yang di aplikasikan pada puncak kemiringan atap bentuk memanjang sangat jarang di aplikasikan di indonesia mengingat potensi angin kemiringan atap rumah yang tergolong kecepatan angin rendah dan cenderung berubah-ubah arah. Sehingga perlu dikembangkan turbin angin atap rumah yang mampu memaksimalkan angin rendah. (Watson et, 2008), melihat permasalahan tersebut tentunya pemilihan jenis turbin, bentuk airfoil, dan jumlah blade sangat menentukan prestasi turbin angin atap rumah. Selain itu pertimbangan aerodinamika bentuk airfoil yang diinginkan tentunya memiliki self starting yang tinggi sehingga mampu menghasilkan daya keluaran, daya mekanik dan coefisien daya paling optimum. turbin angin jenis savonius memiliki kemampuan self-starting yang bagus, karena mampu memaksimalkan energi angin mendorong blade, sehingga hanya membutuhkan angin dengan kecepatan rendah untuk memutar rotor dari turbin angin ini. Selain itu, torsi yang dihasilkan blade turbin angin jenis savonius relatif tinggi (Sargolzei, 2007). Metode penelitian ini menggunakan percobaan eksperimen motion model, dengan variabel bebas faktor kecepatan angin 3 m/s. Jumlah blade 3,4, dan 5. Selanjutnya di simulasikan menggunakan Computational Fluid Dynamic, untuk melihat daya keluaran, daya mekanik dan coefisien daya paling optimum. Hasil pengujian turbin atap rumah blade 5 buah memiliki pengaruh paling besar terhadap daya mekanik sebesar 28.185 W, dan koefisien daya C_p , sebesar 0.58%. Selanjutnya tertinggi kedua di hasilkan jumlah blade 4 buah memiliki pengaruh terhadap daya mekanik sebesar 27.96 W, dan koefisien daya C_p , sebesar 0.56%. Sedangkan jumlah blade 3 buah memiliki pengaruh paling besar ketiga terhadap daya mekanik sebesar 27.86 W, dan koefisien daya C_p , sebesar 0.55%. Dimensi model turbin angin atap rumah yang paling optimal dari ketiga model hasil simulasi desain dan perhitungan yaitu hasil simulasi desain no 3. Turbin angin atap rumah jumlah blade 5 buah menghasilkan daya turbin maksimum sebesar, 28.185 W, dan koefisien daya C_p , sebesar 0.568%. Menurut Betz limit, bahwa nilai ideal dari koefisien daya pada turbin angin tidak melebihi nilai 0.593. Di dalam penelitian ini masih termasuk ke dalam kategori yang baik, dikarenakan tidak melebihi batas Betz.

Kata Kunci : Turbin atap rumah, Putaran rendah, Jumlah sudu, Unjuk kerja

PENDAHULUAN

Menurut Outlook Energi Nasional 2011, dalam kurun waktu 2000-2009 konsumsi energi Indonesia meningkat

rata-rata sebesar 2,2 % pertahun. Upaya-upaya pencarian sumber energi alternatif selain fosil menyemangati para peneliti di berbagai negara untuk mencari energi

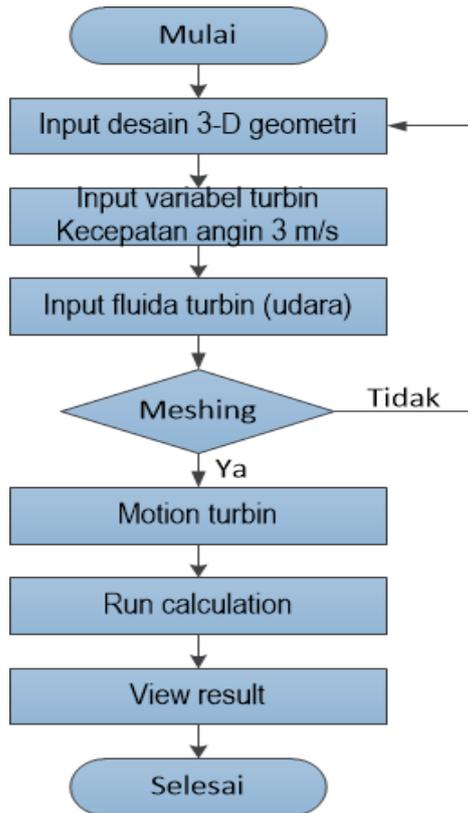
lain yang kita kenal sekarang dengan istilah energi terbarukan. Pengembangan energi angin skala besar di Indonesia masih mengalami kendala karena kondisi angin yang rendah, dan cenderung berubah-ubah, permasalahan lain pemasangan turbin angin biasanya adalah masalah tempat di mana harus menyediakan sebuah tiang yang cukup kuat agar bisa menahan sudu yang besar, kebisingan, getaran di hasilkan struktur atap dan bahaya untuk burung. Lebih sedikit perhatian difokuskan pada turbin angin skala kecil yang dapat ditempatkan di atap bangunan. (*Reymond E Paggi 2010*).

Turbin angin yang di aplikasikan pada puncak kemiringan atap bentuk memanjang sangat jarang di aplikasikan di Indonesia mengingat potensi angin kemiringan atap rumah yang tergolong kecepatan angin rendah dan cenderung berubah-ubah arah. Sehingga perlu dikembangkan turbin angin atap rumah yang mampu memaksimalkan angin rendah. (*Watson et, 2008*), melihat permasalahan tersebut tentunya pemilihan jenis turbin, bentuk airfoil, dan jumlah blade sangat menentukan prestasi turbin angin atap rumah. Selain itu pertimbangan aerodinamika bentuk airfoil yang diinginkan tentunya memiliki self starting yang tinggi sehingga mampu menghasilkan daya keluaran, daya mekanik dan koefisien daya paling optimum. turbin angin jenis savonius memiliki kemampuan self-starting yang bagus, karena mampu memaksimalkan energi angin mendorong blade, sehingga hanya membutuhkan angin dengan kecepatan rendah untuk memutar rotor dari turbin angin ini. Selain itu, torsi yang dihasilkan blade turbin angin jenis savonius relatif tinggi (*Sargolzei, 2007*). Dengan pertimbangan estimasi waktu dan biaya maka, Metode penelitian ini menggunakan percobaan eksperimen motion model menggunakan

Computational Fluid Dynamic, melihat interaksi variabel faktor yang dicobakan seperti kecepatan angin, dan jumlah sudu dengan parameter daya keluaran, daya mekanik dan koefisien daya paling optimum.

METODE PENELITIAN

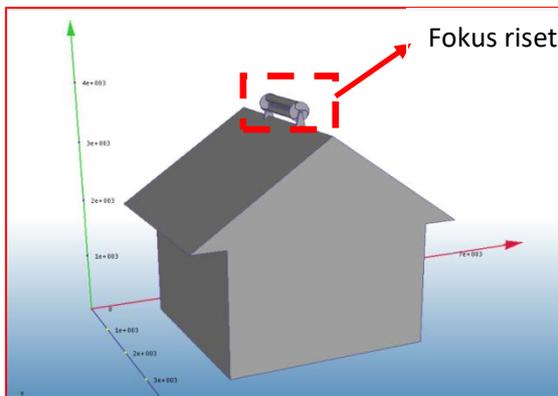
Metode yang di gunakan dalam penelitian turbin angin tipe atap rumah ini adalah dengan memperhatikan dan menggunakan dari faktor desain awal desain turbin yang terdiri dari dimensi turbin 300 mm, panjang turbin 1000 mm, jumlah blade 3, 4, 5, kelengkungan blade 140° , jarak celah blade 20 mm, tebal blade 2 mm, dan material blade aluminium, selanjutnya dilakukan pemodelan turbin menggunakan software Pro-eng desing untuk menentukan kondisi optimum. Kemudian dilakukan simulasi dengan menggunakan CFD untuk melihat aliran kecepatan angin atau fluida udara dengan melakukan pemodelan secara 3-D dengan berbagai variasi desain yang telah di tentukan. Setelah geometri dibuat, maka langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi dengan memasukkan input-input variabel dan parameter yang menjadi batas pada simulasi. Simulasi yang digunakan yaitu simulasi 3-D hasil yang didapat berupa tampilan geometri yang memiliki kontur dan vector kecepatan angin serta tekanan.



Gambar 3.5. Diagram alir simulasi

6	1.3-3.8	25.4	3.0-5.3	34.6
7	1.1-4.5	24.3	0.7-4.5	21.8
8	3.5-7.7	42.1	1.3-5.8	31.5
9	1.3-4.5	23.3	1.3-6.7	33
10	1.4-4.7	26.8	1.7-7.7	34.9
11	2.3-6.9	37.3	1.8-6.9	40.3
12	2.5-4.5	29.5	0.5-4.5	24
13	2.1-7.2	34.4	2.1-7.2	34.8
14	1.4-6.5	33.5	1.7-6.5	30.3
15	1.3-5.1	22.6	1.4-8.2	29.1
16	2.5-5.7	27.8	1.8-4.4	29.1
17	3.6-7.9	48.9	0.9-7.8	24.7
18	2.1-6.7	35.6	2.7-8.5	39
19	1.7-6.9	35.7	3.5-6.8	42.2
20	2.5-4.5	29.5	1.5-6.8	38.5
21	1.5-5.6	31.4	1.4-7.2	30.9
22	2.5-6.4	31.3	3.0-6.1	37.2
23	1.8-5.9	32	2.8-6.4	38.3
24	1.5-6.3	35.5	2.9-6.3	35.5
25	1.7-3.9	25.3	1.8-5.3	30.6
26	1.2-7.8	33.4	1.9-4.5	28.7
27	2.9-6.7	31.5	0.7-6.7	25.5
28	1.5-7.3	40	3.5-7.3	37.8
29	1.6-6.2	34.1	3.1-5.6	35
30	1.7-5.3	23	3.3-8.7	44.9
		Rata- rata bulanan, 32.45	Rata- rata bulanan, 32.59	

HASIL DAN PEMBAHASAN



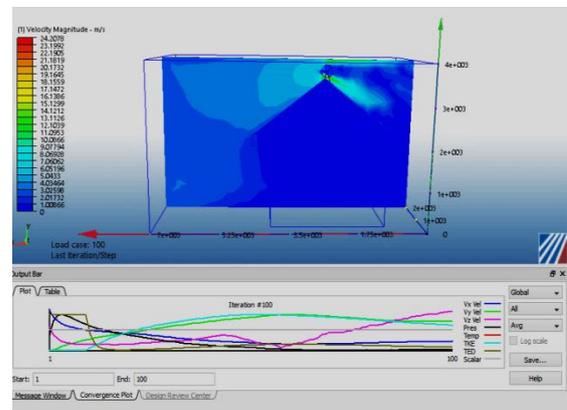
Gambar 4.1. Pemodelan turbin angin atap rumah

Dengan memperhatikan desain awal di atas, perlu diperhitungkan faktor utama di dalam mendesain suatu turbin angin di atas atap rumah, yaitu kecepatan angin diasumsi konstan pada 3 (m/s), faktor blade turbin angin savonius profil U (3, 4 dan 5 blade), kelengkungan blade 140° , jarak celah blade 20 (mm), diameter rotor 300 (mm), panjang 1000 (mm) serta material blade yang digunakan adalah Aluminium.

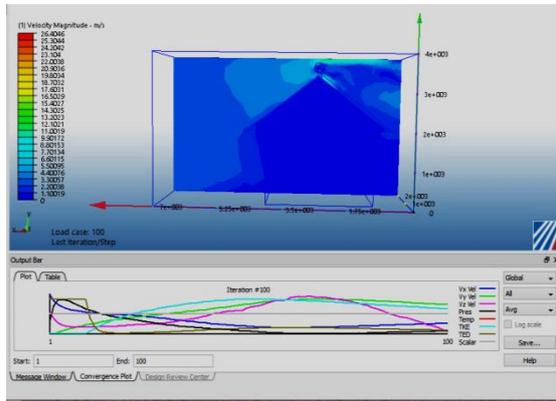
Perhitungan Desain Awal Turbin Atap Rumah

Data kecepatan angin atap rumah

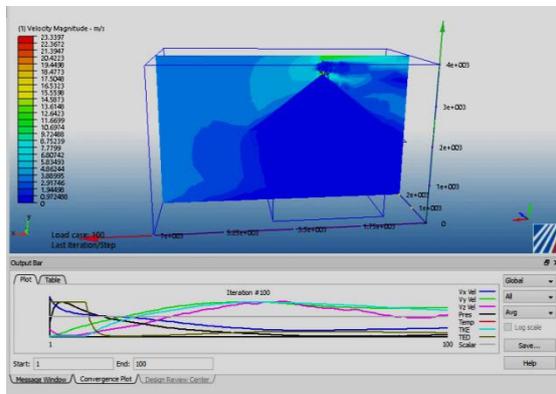
No	Tgl, 15/06/17-14/07/2017 Kecepatan angin v, (m/s)		Tgl, 15/07/17-13/08/2017 Kecepatan angin (m/s)	
	rata- rata harian (m/s)		rata- rata harian (m/s)	
1	2.9-6.6	36.7	1.4-7.9	30.8
2	2.5-5.5	33.5	0.5-6.7	26.5
3	2.1-4.7	28.5	3.4-5.1	34.8
4	3.1-7.1	39.9	0.5-7.1	31.4
5	3.3-7.4	40.7	0.4-4.5	21.5



Gambar 4.4. Hasil simulasi CFD untuk 3 blade



Gambar 4.5. Hasil simulasi CFD untuk 4 blade



Gambar 4.5. Hasil simulasi CFD untuk 5 blade

Tabel 4.1. Data simulasi kecepatan angin turbin atap rumah

Jumlah Blade	Kecepatan angin [m/s]	
	Masuk rata-rata	Keluar rata-rata
3	3.66	1.47
4	3.36	1.51
5	3.48	1.62

Perhitungan P_w (W)

Dengan menggunakan data pada Tabel 4.1. dapat dilakukan perhitungan daya teoritis (P_w) dan daya mekanik turbin hasil simulasi (P_T) serta koefisien daya turbin (C_p) dengan menggunakan persamaan berikut :

$$P_w = \frac{1}{2}(\rho Av)(v^2) = \frac{1}{2} \rho Av^3 \tag{2.4}$$

Tabel 4.2. Data perhitungan daya angin P_w (W)

Jumlah Blade	Daya angin [W]
3	49.6125
4	49.6125
5	49.6125

Perhitungan P_T (W)

Untuk menghitung daya mekanik turbin angin dapat menggunakan persamaan berikut ini :

$$P_T = \frac{1}{4} \rho A(v_1 + v_2)(v_1^2 - v_2^2) \tag{2.5}$$

Tabel 4.3. Data daya mekanik turbin P_T (W)

Jumlah blade	Daya mekanik turbin [W]
3	27.86593
4	27.96002
5	28.65473

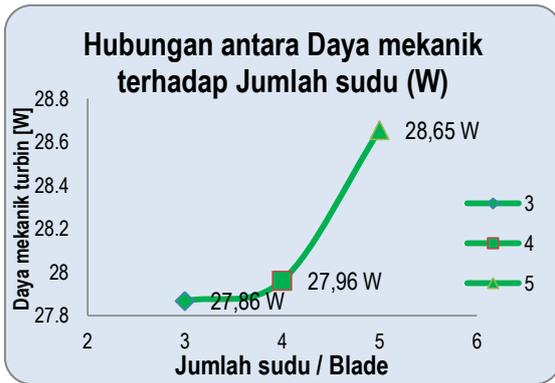
Perhitungan C_p (%)

Selanjutnya menentukan koefisien daya (C_p) turbin angin Savonius profil U, perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

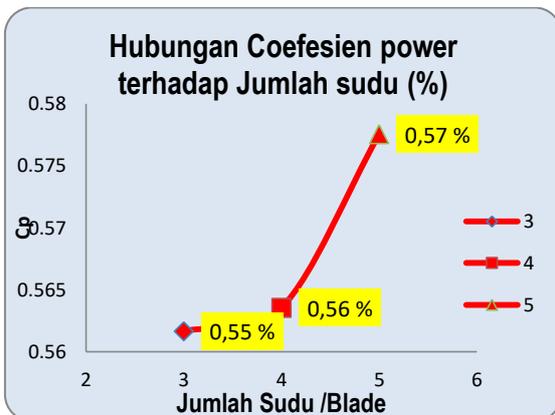
$$C_p = \frac{P_T}{P_w} = \frac{\frac{1}{4} \rho A(v_1 + v_2)(v_1^2 - v_2^2)}{\frac{1}{2} \rho Av_1^3} \tag{4.6}$$

Tabel 4.4. Data koefisien daya (C_p) turbin angin

Jumlah blade	Daya teoritik (P_w)	Daya mekanik (P_T)	C_p
3	49.6125	27.86593	0.561
4	49.6125	27.96002	0.563
5	49.6125	28.65473	0.577



Gambar 4.7. Hubungan P_T terhadap Jumlah Blade



Gambar 4.8. Hubungan C_p terhadap Jumlah Blade

Berdasarkan gambar grafik 4.7 – 4.8. memberikan perbandingan antara P_T dan C_p terhadap jumlah blade di turbin angin. Pada gambar grafik 4.7 diatas menerangkan bahwa jumlah blade memiliki andil kenaikan daya mekanik turbin (P_T). Jika menggunakan blade sebanyak 3 buah maka akan memperoleh (P_T) sebesar 27,85 W, begitu pula untuk blade yang berjumlah 4 akan didapatkan (P_T) sebesar 27,96 W. Dan terus meningkat pada jumlah blade 5 buah yaitu (P_T) yang di di capai sebesar 28,65 W. Hal ini membuktikan bahwa jumlah blade berperan untuk menaikkan besaran daya keluaran (P_T). yang dihasilkan turbin angin atap rumah.

Sedangkan untuk gambar grafik 4.8 menjelaskan pola yang hampir sama dengan Gambar 4.7 sebelumnya, bahwa besaran nilai coefisien daya C_p , akan mengalami kenaikan apabila menggunakan jumlah blade yang besar

pula. Dimana blade sebanyak 3 buah mampu menghasilkan coefisien daya C_p , sebesar 55,1%, begitu pula untuk blade yang berjumlah 4 akan didapatkan coefisien daya C_p , sebesar 56,3% . Dan terus meningkat pada jumlah blade 5 buah yaitu coefisien daya C_p , yang dihasilkan sebesar 57,8%. Hal ini juga membuktikan bahwa jumlah blade berperan untuk menaikkan besaran coefisien daya C_p , yang dihasilkan turbin angin atap rumah.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis turbin angin atap rumah dalam penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Turbin atap rumah blade 5 buah memiliki pengaruh paling besar terhadap daya mekanik sebesar 28.185 W, dan koefisien daya C_p , sebesar 0.58%. Selanjutnya tertinggi kedua di hasilkan turbin atap rumah blade 4 buah memiliki pengaruh terhadap daya mekanik sebesar 27.96 W, dan koefisien daya C_p , sebesar 0.56%. Sedangkan turbin atap rumah blade 3 buah memiliki pengaruh paling besar ketiga terhadap daya mekanik sebesar 27.86 W, dan koefisien daya C_p , sebesar 0.55%.
2. Dimensi model turbin angin atap rumah yang paling optimal dari ketiga model hasil simulasi desain dan perhitungan yaitu hasil simulasi desain no 3. Turbin angin atap rumah jumlah blade 5 buah menghasilkan daya turbin maksimum sebesar, 28.185 W, dan koefisien daya C_p , sebesar 0.568%. Menurut Betz limit, bahwa nilai ideal dari koefisien daya pada turbin angin tidak melebihi nilai 0.593. Di dalam penelitian ini masih termasuk ke dalam kategori yang baik, dikarenakan tidak melebihi batas Betz.

REFERENSI

- [1] Raymond E. Paggi, 2010. Paten Application Ser. No. 61/105,096, filed Nov.24, 2008, *Entitled Roof Ridge Wind Turbine*.
- [2] Rosidin, Nanang. 2007. Perancangan, Pembuatan, dan Pengujian Prototipe SKEA Menggunakan Rotor Savonius dan Windside Untuk Penerangan Jalan Tol. Bandung: ITB.
- [3] *Andreas Andi Setiawan, dkk. 2014. Pengaruh Jarak Celah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Vertikal Savonius.*
- [4] Andry kusbiantoro, Rudy soenoko dan Djoko sutikno 2009. *Pengaruh panjang lengkung sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros vertikal savonius.*
- [5] Daryanto, Y, 2007. *Kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu.* Balai PPTAGG - UPT-LAGG.
- [6] Watson et, 2008, *Estimating The Potential Yield of Small Building - Monted Wind Turbines.*
- [7] Lubitz. 2008. *Effec Roof Slope on a Building Monted Wind Turbine.*
- [8] David Wood, 2011. *Small Wind Turbines, Analisis, Design, and Application.*
- [9] Dutton, A., Halliday, J., & Blanch, M. 2005. *The Feasibility of Building-Mounted/Integrated Wind Turbines (BUWTs): Achieving their Potential for Carbon Emission Reductions.* Energy Research Unit, CCLRC.