

PENGUJIAN PENGARUH PENAMBAHAN WINGLET PADA PADA TURBIN ANGIN SAVONIUS UNTUK KECEPATAN ANGIN RENDAH SKALA LAB

Nitanael Nicodimus Mbura¹, Muhammad Marsudi², Mujiburrahman³

Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan MAB
Jl. Adhyaksa No. 2 Kayu Tangi Banjarmasin
Email : Nitanelmbura@gmail.com

ABSTRAK

Turbin angin savonius salah satu jenis turbin angin sumbu vertikal yang di letakkan di ladang angin untuk putaran angin rendah, dengan memanfaatkan aliran angina yang ada. Konstruksi turbin sangat sederhana, tersusun dari dua buah sudu setengah silinder. Pada perkembangannya turbin Savonius ini banyak mengalami perubahan bentuk rotor, untuk menghasilkan daya listrik yang maksimal. Turbin yang sesuai untuk kecepatan angin rendah adalah jenis turbin savonius tetapi perlu di lakukan modifikasi untuk menambah daya tangkap angin dengan menambahkan winglet pada ujung lengkungan sudu. Turbin ini memiliki torsi awal yang besar pada kecepatan angin rendah. Secara sederhana pembuatan konstruksi dapat dilakukan dengan melengkungkan flat aluminium dan membentuknya menjadi profil lengkung U yang di tambahkan winglet Pengarah angin pada ujung lengkungan, turbin seperti ini disebut juga dengan rotor savonius tipe U. Turbin savonius termasuk turbin tipe sumbu tegak (vertikal axis) yang rotornya dapat berputar untuk semua arah angin. Hasilnya, Dilakukan 3 kali percobaan tanpa winglet, pertama dengan kecepatan angin 3,24 m/s menghasilkan daya potensial angin (Pw) 3,125, Tip Speed Ratio (λ) 0,22 dan Koefisien torsi (CT) 2,226688. Kedua dengan kecepatan angin 5,16 m/s menghasilkan daya potensial angin (Pw) 12,623, Tip Speed Ratio (λ) 0,24 dan Koefisien torsi (CT) 2,090462. Ketiga dengan kecepatan angin 7,44 m/s menghasilkan daya potensial angin (Pw) 37,837, Tip Speed Ratio (λ) 0,41 dan Koefisien torsi (CT) 1,224194. Sedangkan dengan winglet pertama dengan kecepatan angin 3,24 m/s menghasilkan daya potensial angin (Pw) 3,125, Tip Speed Ratio (λ) 0,23 dan Koefisien torsi (CT) 2,178271. Kedua dengan kecepatan angin 5,16 m/s menghasilkan daya potensial angin (Pw) 12,623, Tip Speed Ratio (λ) 0,28 dan Koefisien torsi (CT) 1,781368. Ketiga dengan kecepatan angin 7,44 m/s menghasilkan daya potensial angin (Pw) 37,837, Tip Speed Ratio (λ) 0,50 dan Koefisien torsi (CT) 1,004889.

Kata Kunci : Kecepatan Angin, Winglet, Turbin Angin Savonius

PENDAHULUAN

Angin merupakan sumber daya alam yang tidak akan habis, berbeda dengan sumber daya alam yang berasal dari fosil seperti gas dan minyak. Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki potensi angin yang banyak, namun sampai saat ini tenaga angin masih jarang dimanfaatkan sebagai sumber energi. Berbeda dengan negara maju yang

ada di eropa seperti Jerman, Belanda, Denmark dan Rusia. Mereka sudah banyak menggunakan energi alternatif terutama tenaga angin sebagai pembangkit listrik ataupun untuk keperluan sehari-hari. Untuk mengatasi ketergantungan terhadap energi fosil, maka perlu dilakukan konversi, konversasi, dan pengembangan sumber-sumber energi baru terbarukan.

Pengembangan ini harus memperhatikan tiga "E", yakni energi, ekonomi dan ekologi. Jadi pengembangan energi harus dapat memproduksi energi dalam jumlah yang besar, dengan biaya yang rendah serta mempunyai dampak minimum terhadap lingkungan (Culp, 1991). Salah satu pemanfaatan energi terbarukan yang saat ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan adalah angin. Energi ini merupakan energi yang bersih dan dalam proses produksinya tidak mencemari lingkungan. Perkembangan energi angin untuk wilayah kota Banjarmasin untuk saat ini masih tergolong rendah. Salah satu penyebabnya adalah karena kecepatan angin rata-rata di Banjarmasin tergolong kecepatan angin rendah, sehingga sulit untuk menghasilkan energi listrik dalam skala besar. Meskipun demikian, potensi angin di Banjarmasin tersedia hampir sepanjang tahun, sehingga memungkinkan untuk dikembangkan sistem pembangkit listrik skala kecil. Selama ini banyak orang yang belum menyadari ternyata sudu savonius juga mempunyai potensi sebagai menghasilkan energi, salah satunya Turbin Angin. Untuk itu perlu dilakukan penelitian seberapa besar pengaruh sudu savonius terhadap karakteristik pola aliran kecepatan angin yang terjadi, sebagai pembangkit listrik tenaga angin untuk putaran rendah sesuai dengan potensi angin di Kalimantan. Turbin angin savonius salah satu jenis turbin angin sumbu vertikal yang di letakkan di ladang angin untuk putaran angin rendah, dengan memanfaatkan aliran angin yang ada. Konstruksi turbin sangat sederhana, tersusun dari dua buah sudu setengah silinder. Pada perkembangannya turbin Savonius ini banyak mengalami perubahan bentuk rotor, untuk menghasilkan daya listrik yang maksimal. Turbin yang sesuai untuk kecepatan angin rendah adalah jenis turbin savonius tetapi perlu di lakukan modifikasi untuk menambah daya tangkap angin dengan menambahkan winglet pada ujung lengkungan sudu. Turbin ini memiliki torsi awal yang besar pada kecepatan angin

rendah. Secara sederhana pembuatan konstruksi dapat dilakukan dengan melengkungkan flat aluminium dan membentuknya menjadi profil lengkung U yang di tambahkan winglet Pengarah angin pada ujung lengkungan, turbin seperti ini disebut juga dengan rotor savonius tipe U. Turbin savonius termasuk turbin tipe sumbu tegak (vertikal axis) yang rotornya dapat berputar untuk semua arah angin.

METODOLOGI PENELITIAN



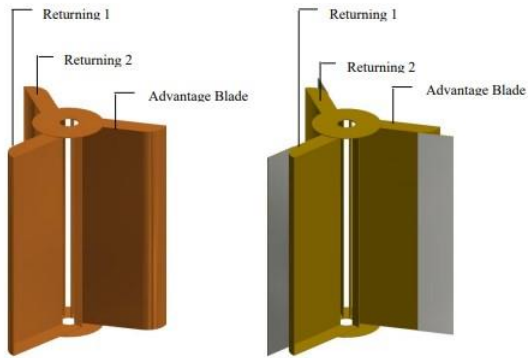
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Maret 2021 sampai dengan selesai, bertempat di Laboratorium Teknik Mesin Uniska. Banjarmasin.

Data Awal Turbin Angin Savonius

No	SPESIFIKASI	KETERANGAN
1	Profil Sudu	Savonius
2	Diameter rotor	0,30 (m)
3	Tinggi rotor	0,50 (m)
4	Jumlah sudu	3 buah
7	Tebal sudu	2 (mm)
8	Bahan	Aluminium
9	Diameter poros	19 (mm)



Gambar 2. Turbin Angin Savonius Tanpa Winglet dan Dengan Winglet

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini data yang diperlukan dapat diperoleh melalui dua metode yaitu :

1. Penelitian Kepustakaan (Library Research) Penelitian kepustakaan yaitu penelitian untuk landasan teori dan tugas akhir ini dengan jalan membaca literatur yang berhubungan dengan penulisan tugas akhir ini serta dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya.
2. Pembuatan Alat Sebelum dilakukan penelitian maka terlebih dahulu dilakukan pembuatan alat yang di uji yaitu sudu tipe vertikal dengan variasi kecepatan angin dan bagian sudu berbahan aluminium.
3. Pengamatan secara langsung atau observasi Dengan menggunakan metode observasi yaitu dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek yang diteliti dalam hal ini adalah sudu tipe vertikal dengan variasi sudu.
4. Metode analisa Menggunakan metode analisa untuk mengetahui tentang hasil penelitian yang telah dilakukan, maka perlu diadakan pembuktian terhadap data-data yang diperoleh.

Peralatan Pengujian

1. Turbin angin savonius tiga sudu dengan menggunakan airofoil savonius. sebagai bahan pengujian.



Gambar 3. Pengujian Turbin Angin Savonius Tanpa Winglet dan Dengan Winglet

2. Alat ukur Anemometer digital, berfungsi untuk mengukur kecepatan angin dan suhu lingkungan.



Gambar 4. Anemometer Digital

3. Alat ukur Tachometer digital, berfungsi untuk mengukur kecepatan putaran poros.



Gambar 5. Tachometer Digital

Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini menggunakan Pengamatan langsung pada objek yang diteliti pada saat operasional dengan peralatan yang telah tersedia. Langkah pengambilan data dalam penelitian ini adalah :

1. Langkah pertama mengukur kecepatan angin.
2. Langkah kedua menyiapkan turbin angin untuk pengujian.

- Langkah ketiga merakit instalasi untuk pengujian.
- Langkah keempat pengujian unjuk kerja turbin angin.
- Data kuantitatif yang diperoleh dari perhitungan dengan metode eksperimen dituangkan dalam bentuk tabel dan grafik.

Teknik Pengolahan Data

Setelah melakukan dan melewati beberapa pengujian, maka penguji dapat melakukan pengumpulan data dan dapat menganalisa.

1. Grafik

Grafik ini dapat dihasilkan dengan mengolah dan mengumpulkan data.

2. Analisa

Untuk dapat memeriksa keadaan sebenarnya dari hasil penelitian ini diperlukan beberapa hal yang dapat membantu suatu analisa yaitu :

- Data
- Grafik
- Perhitungan
- Lampiran dan Tebl
- Sumber tertulis dan tidak tertulis yang dapat mendukung dalam proses analisa.

3. Kesimpulan

Berisikan kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pembahasan dan analisa data pengujian serta saran yang dapat diberikan dari hasil pengujian.

ANALISIS DATA DAN HASIL PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang data pengujian turbin angin savonius biasa dan savonius dengan penambahan winglet. Hasil uji simulasi yang berupa data rata-rata 5 kali pengukuran : uji perubahan kecepatan angin yang di simulasikan pada terowongan angin sederhana selanjutnya mengukur kinerja putaran poros dari masing- masing turbin. Hasil pengujian dapat di lihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1 Pengujian Turbin Angin Savonius 3 Sudu

Kecepatan Angin m/s	Tanpa Winglet	Dengan Winglet
	n, rpm	n, rpm
3,3	92,8	95,4
3,1	92,6	95,2
3,3	92,7	95,4
3,2	92,6	92,3
3,3	92,7	95,4
Rerata = 3,24 m/s	Rerata = 92,68 rpm	Rerata = 94,74 rpm
5,1	156,1	183,7
5,3	159,0	185,2
5,1	156,3	184,2
5,2	158,2	184,9
5,1	156,5	184,5
Rerata = 5,16 m/s	Rerata = 157,22 rpm	Rerata = 184,5 rpm
7,4	386,5	471,1
7,5	388,1	472,3
7,4	386,3	471,2
7,4	386,4	471,1
7,5	388,2	472,2
Rerata = 7,44 m/s	Rerata = 387,1 rpm	Rerata = 471,58 rpm

Menghitung Koefisien Daya (Cp)

Besarnya efisiensi teoritis atau maksimum dari turbin angin Cp adalah :

$$Cp = \text{Daya Rotor} \\ = 16/27 \\ = 0,5$$

Menghitung Daya Potensial Angin (Pw)

Contoh Perhitungan Pw turbin angin savonius kecepatan angin 3,24 m/s menggunakan persamaan.

$$P_w = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

Tabel 2. Perhitungan Pw Turbin Angin Savonius 3 Sudu

Cp	ρ	A	v	Pw
0,5	1,225	0,15	3,24	3,125
0,5	1,225	0,15	5,16	12,623
0,5	1,225	0,15	7,44	37,837

Menghitung Tip Speed Ratio (TSR)

Contoh Perhitungan tsr turbin angin savonius kecepatan angin 3,24 m/s menggunakan persamaan.

$$\lambda = \frac{\pi D n}{60 v}$$

Tabel 3. Perhitungan TSR Turbin Angin Savonius 3 Sudu Tanpa Winglet

π	D	N	$60 \times v$	λ
3.14	0.15	92.68	194.40	0.22
3.14	0.15	157.22	309.60	0.24
3.14	0.15	387.10	446.60	0.41

Tabel 4. Perhitungan TSR Turbin Angin Savonius 3 Sudu Dengan Winglet

π	D	N	$60 \times v$	λ
3.14	0.15	94.74	194.40	0.23
3.14	0.15	184.50	309.60	0.28
3.14	0.15	471.58	446.60	0.50

Menghitung Koefisien Hambat Cd

Perhitungan Cd turbin angin savonius kecepatan angin 3,24 m/s menggunakan persamaan.

$$C_d = \frac{1}{2} \cdot v \cdot \rho \cdot D$$

Tabel 5 Perhitungan Cd Turbin Angin Savonius

Cp	v	ρ	D	Cd
0,5	3,24	1,225	0,15	0,297
0,5	5,16	1,225	0,15	0,474
0,5	7,44	1,225	0,15	0,863

Menghitung Gaya Hambat Fd

Perhitungan Cd turbin angin savonius kecepatan angin 3,24 m/s menggunakan persamaan.

$$F_d = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot C_d \cdot A$$

Tabel 6. Perhitungan Fd Turbin Angin Savonius

Cp	ρ	v	Cd	A	Fd
0,5	1,225	3,24	0,297	0,15	0,286
0,5	1,225	5,16	0,474	0,15	0,726
0,5	1,225	7,44	0,863	0,15	1,510

Menghitung Koefisien Torsi CT

Perhitungan CT turbin angin savonius kecepatan angin 3,24 m/s menggunakan persamaan.

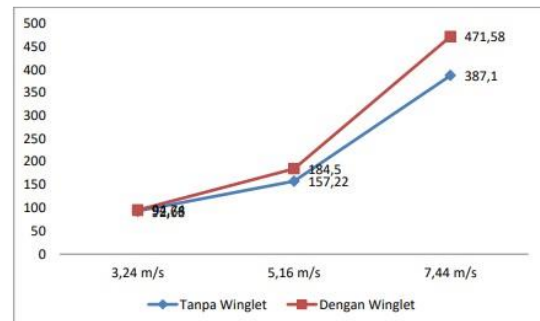
$$C_T = \frac{C_p}{\lambda}$$

Tabel 7. Perhitungan CT Turbin Angin Savonius Tanpa Winglet 3 Sudu

Cp	λ	C _T
0,5	0,22	2,226688
0,5	0,24	2,090462
0,5	0,41	1,224194

Tabel 8. Perhitungan CT Turbin Angin Savonius Dengan Winglet 3 Sudu

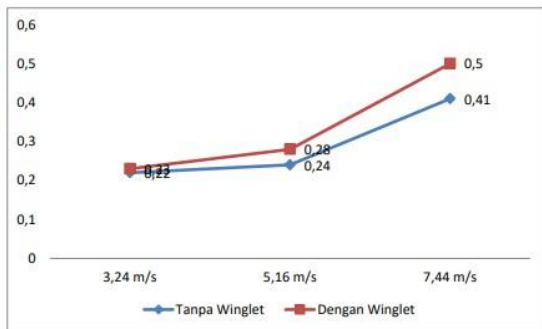
Cp	λ	C _T
0,5	0,23	2,178271
0,5	0,28	1,781368
0,5	0,50	1,004889



Gambar 6. Perbandingan Putaran Turbin Angin Savonius 3 Sudu

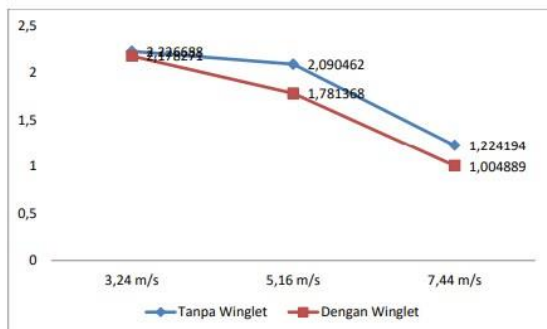
Dari gambar 6 menyajikan gambar perbandingan putaran turbin angin savonius 3 sudu tanpa winglet dan dengan winglet. Dilakukan 3 kali percobaan, pertama dengan kecepatan 3,24 m/s tanpa winglet menghasilkan 94,74 rpm, sedangkan dengan winglet menghasilkan 92,68 rpm. Kedua dengan kecepatan 5,16 m/s tanpa winglet menghasilkan 184,5 rpm, sedangkan dengan winglet menghasilkan 157,22 rpm.

Ketiga dengan kecepatan 7,44 m/s tanpa winglet menghasilkan 471,58 rpm, sedangkan dengan winglet menghasilkan 387,1 rpm. Dari gambar tersebut, maka kecepatan putar turbin angin (rpm) tanpa winglet semakin besar.



Gambar 7. Perbandingan TSR Turbin Angin Savonius 3 Sudu

Dari gambar 7 menyajikan gambar perbandingan TSR turbin angin savonius 3 sudu tanpa winglet dan dengan winglet. Dilakukan 3 kali percobaan, pertama dengan kecepatan 3,24 m/s tanpa winglet menghasilkan 0,22 λ , sedangkan dengan winglet menghasilkan 0,23 λ . Kedua dengan kecepatan 5,16 m/s tanpa winglet menghasilkan 0,24 λ , sedangkan dengan winglet menghasilkan 0,28 λ . Ketiga dengan kecepatan 7,44 m/s tanpa winglet menghasilkan 0,41 λ , sedangkan dengan winglet menghasilkan 0,50 λ . Dari gambar tersebut, maka TSR yang dihasilkan turbin dengan winglet semakin besar.



Gambar 8. Perbandingan CT Turbin Angin Savonius 3 Sudu

Dari gambar 8 menyajikan gambar perbandingan CT turbin angin savonius 3 sudu tanpa winglet dan dengan winglet. Dilakukan 3 kali percobaan, pertama dengan kecepatan 3,24 m/s tanpa winglet menghasilkan 2,226688 %, sedangkan dengan winglet menghasilkan 2,178271 %. Kedua dengan kecepatan 5,16 m/s tanpa winglet menghasilkan 2,090462 %, sedangkan dengan winglet menghasilkan 1,781368 %. Ketiga dengan kecepatan 7,44

m/s tanpa winglet menghasilkan 1,224194 %, sedangkan dengan winglet menghasilkan 1,004889 %. Dari gambar tersebut, maka CT yang dihasilkan turbin tanpa winglet semakin besar.

KESIMPULAN

- Dilakukan 3 kali percobaan tanpa winglet, pertama dengan kecepatan angin 3,24 m/s menghasilkan daya potensial angin (Pw) 3,125, Tip Speed Ratio (λ) 0,22 dan Koefisien torsi (CT) 2,226688. Kedua dengan kecepatan angin 5,16 m/s menghasilkan daya potensial angin (Pw) 12,623, Tip Speed Ratio (λ) 0,24 dan Koefisien torsi (CT) 2,090462. Ketiga dengan kecepatan angin 7,44 m/s menghasilkan daya potensial angin (Pw) 37,837, Tip Speed Ratio (λ) 0,41 dan Koefisien torsi (CT) 1,224194.
- Dilakukan 3 kali percobaan dengan winglet, pertama dengan kecepatan angin 3,24 m/s menghasilkan daya potensial angin (Pw) 3,125, Tip Speed Ratio (λ) 0,23 dan Koefisien torsi (CT) 2,178271. Kedua dengan kecepatan angin 5,16 m/s menghasilkan daya potensial angin (Pw) 12,623, Tip Speed Ratio (λ) 0,28 dan Koefisien torsi (CT) 1,781368. Ketiga dengan kecepatan angin 7,44 m/s menghasilkan daya potensial angin (Pw) 37,837, Tip Speed Ratio (λ) 0,50 dan Koefisien torsi (CT) 1,004889.

REFERENSI

- Anggara, B., Widiastuti, I., & Saputro, H. (2018). Numerical study of Savonius wind turbine with additional fin blade using computational fluid dynamic. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 434, No. 1, p. 012172). IOP Publishing
- Sumiati, R. (2012). Pengujian turbin angin savonius tipe U tiga sudu di lokasi Pantai Air Tawar Padang. Jurnal Teknik Mesin, 9(1), 26-32.

- Ruzita Sumiati, 2012. Pengujian Turbin Angin Savonius Tipe U Tiga Sudu Di Lokasi Pantai Air Tawar Padang.
- Dewi, Marizka Lustiana. 2010. Analisa Kinerja Turbin Angin Poros Vertikal Dengan Modifikasi Rotor Savonius Tipe-L Untuk Optimasi Kinerja Turbin. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Handoyo, Tri. 2012. Pengaruh Overlap Sudu dan Penambahan Fin Pada Rotor Savonius Tipe-L. Jember: Universitas
- Ramdanullah Febriana, 2015. meneliti tentang, Pengaruh Sudut Kemiringan Blade pada Miniatur Turbin Angin Tipe Savonius terhadap Output .