

Analisa Karakteristik Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Savonius Helius

Yuli Prasetyo, S.T., M.T.
Perkeretaapian
Politeknik Negeri Madiun
Madiun, Indonesia
yuliprasetyo2224@pnm.ac.id

Nur Asyik Hidayatullah, S.T., M.Eng.
Teknik Listrik
Politeknik Negeri Madiun
Madiun, Indonesia
asyik@pnm.ac.id

Abstrak— Kebutuhan energi listrik di Indonesia semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Ironisnya, peningkatan kebutuhan energi listrik tersebut tidak diimbangi dengan persediaan energi yang memadai. Oleh karena itu, pada penelitian ini dirancang sebuah prototipe Turbin Angin Sumbu Vertikal (Vertical Axis Wind Turbine) tipe Savonius Helius sebagai solusi pemenuhan listrik dengan pemanfaatan energi alternatif terbarukan. Turbin angin ini menggunakan fiber sebagai bahan utama pembuatan blade. Tahap penelitian meliputi perencanaan, pembuatan prototipe, dan pengujian prototipe. Proses pengujian prototipe dilakukan dengan menggunakan variasi kecepatan angin sebesar 2 m/s, 3 m/s, 4 m/s, 5 m/s. Hasilnya menunjukkan bahwa turbin angin tipe Savonius Helius dengan variasi sudut per-blade $22,5^\circ$ menunjukkan kecepatan putaran tertinggi sebesar 222,4 Rpm pada kecepatan angin 5,9 m/s dan paling rendah sebesar 47,8 Rpm pada kecepatan angin 2,0 m/s. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa turbin angin tipe Savonius Helius dengan variasi sudut per-blade $22,5^\circ$ mampu menghasilkan kecepatan putaran yang relatif tinggi dan dapat berputar pada kecepatan angin yang rendah.

Kata kunci— Turbin Angin Sumbu Vertikal; Savonius Helius; kecepatan angin; kecepatan putaran.

I. PENDAHULUAN

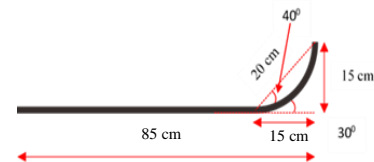
Turbin angin sumbu vertikal memiliki Self Starting yang baik sehingga mampu memutar rotor walaupun kecepatan angin relatif rendah, selain itu torsi yang dihasilkan juga relatif tinggi [1]. Kelebihan lain turbin angin sumbu vertikal yaitu dapat berputar secara efektif dengan dorongan angin dari segala arah, sehingga sangat cocok untuk daerah yang arah anginnya tidak menentu. Turbin angin sumbu vertikal memiliki efisiensi yang kecil karena memanfaatkan gaya drag. Daya yang diperoleh berasal dari selisih antara gaya dua penggerak momen positif dan negatif yang terjadi pada rotor [2]. Turbin angin Savonius merupakan salah satu tipe turbin angin poros vertikal. Selain itu, ada pula turbin poros vertikal dengan tipe blade helical. Blade tipe helical menghasilkan rpm yang kurang maksimal. Oleh karena itu, dirancang turbin angin vertikal yang menggabungkan tipe Savonius dan Helix. Dengan turbin tipe Savonius dan Helix diharapkan dapat menghasilkan putaran dan torsi yang lebih efisien daripada penelitian sebelumnya [3].

II. METODOLOGI

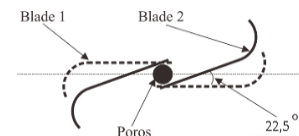
A. Kerangka Turbin

Kerangka turbin terbuat dari besi yang berbentuk persegi panjang. Ukuran kerangka turbin dibuat dengan kira-kira tinggi tiang kerangka 350 cm, panjang poros 300 cm berdiameter 15 mm, tinggi total blade 225 cm yang dibagi menjadi 8 blade. Panjang blade 85 cm dengan lebar 25 cm dan tebal 3 mm.

Komponen utama dari turbin angin adalah blade. Blade dibuat seperti berikut, karena jika angin menyapu daerah sapuan, angin akan ditampung oleh kelengkungan blade.

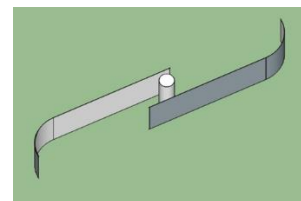


Gambar 1. Desain Blade Tampak dari Atas



Gambar 2. Perubahan Sudut Blade

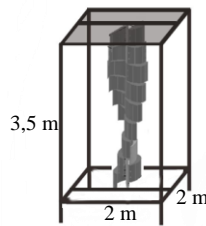
Sudut perputaran per-blade sebesar $22,5^\circ$ diukur dari blade yang ada di atasnya. Jenis blade yang digunakan adalah tipe “L” dimana terdapat rongga udara antara blade sisi kanan dan sisi kiri.



Gambar 3. Blade Tampak Samping

Kerangka penyangga merupakan dudukan untuk menyokong badan turbin. Kerangka penyangga didesain dengan bagian bawah dikawat agar saat blade terkena sapuan

angin dengan kecepatan tertentu, kerangka penyangga tidak roboh. Untuk dudukan poros turbin, besi 4x4 dilas dan dilubang tengah untuk penempatan dudukan bearing.

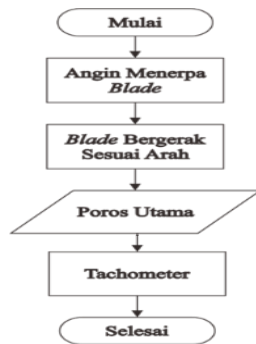


Gambar 4. Desain Turbin Keseluruhan

B. Diagram Alir Sistem

Alat yang dibuat harus memiliki prinsip kerja yang matang dan sesuai perencanaan. Dengan pembuatan diagram alir, konsep dan gambaran pembuatan alat akan semakin jelas.

Gambar diagram alir berikut dapat menjelaskan prinsip kerja alat yang dibuat. Angin yang menerpa blade dengan kecepatan tertentu, menggerakkan blade sesuai arah angin. Saat blade menggerakkan poros utama, maka poros yang di kopel dengan gearbox berputar dan menghasilkan rpm yang diukur tachometer.



Gambar 5. Diagram Alir Sistem

C. Tahap Perencanaan

Berikut ini target perencanaan yang ingin dicapai dengan perhitungan secara teori [4]:

1. Luas rotor:

$$A = \frac{2P}{\rho v} = \frac{2 \times 150}{1,2 \times 4,45} = 56,18 m^2$$

2. Diameter Sudu:

$$d = \frac{2A}{n \times \pi \times L} = \frac{2 \times 56,18}{9 \times \pi \times 1,5} = \frac{112,86}{42,4} = 2,65 m$$

3. TSR (Tip Speed Ratio):

$$\lambda_1 = \frac{\pi \times d \times n}{60 \times v} = \frac{\pi \times 2,65 \times 9}{60 \times 4,45} = 0,28$$

4. Putaran Turbin

Nilai putaran yang dihasilkan turbin:

$$Rpm = 60 \frac{\lambda \times v}{\pi \times d} = \frac{0,28 \times 4,45}{\pi \times 2,65} = 8,98 Rpm$$

III. HASIL DAN ANALISA

Tahap perakitan dilakukan bagian per bagian meliputi perakitan tiang penyangga, poros, dudukan bearing, blade, dan gearbox. Perakitan blade merupakan satu tahap penting dalam pembuatan turbin angin. Bahan utama pembuatannya adalah fiber. Pembuatan fiber dilakukan dengan membuat cetakan terlebih dahulu, setidaknya ada tiga komponen yang harus disediakan, yaitu mat atau serat fiber, resin, dan katalis. Fiber dapat terbentuk dengan cara mencampurkan resin dan katalis dengan perbandingan 10:1, lalu dioleskan pada serat fiber.

Proses pembuatan blade membutuhkan waktu 1 hari per blade. Blade menggunakan dua lapis serat dan terdapat tulangan dari anyaman besi. Setelah jadi, blade harus dirapikan tepinya dan disamakan ukurannya.

Proses pengujian selanjutnya dilakukan pada turbin angin tipe *Savonius Heliuss*. Pada tipe ini, antar *blade* diatur dengan variasi sudut sebesar $22,5^\circ$.



Gambar 6. Turbin Tipe *Savonius Heliuss*

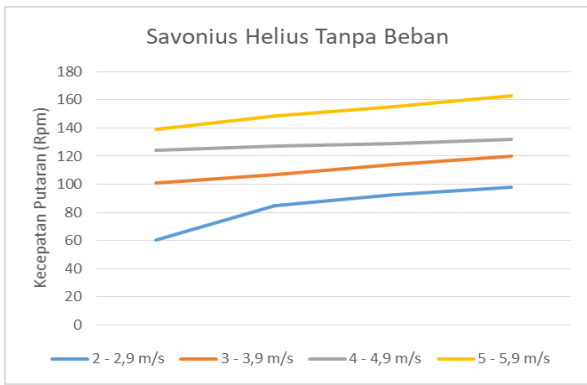
Berikut ini merupakan data hasil pengujian turbin angin *Savonius Heliuss* dengan variasi sudut antar blade $22,5^\circ$:

A. Tanpa Beban

Pengujian ini dilakukan tanpa menggunakan beban generator. Proses pengujian prototipe dilakukan dengan menggunakan variasi kecepatan angin sebesar 2 m/s, 3 m/s, 4 m/s, 5 m/s dengan setiap kecepatan angin dibuat bertambah setiap 0,3 m/s. Data hasil pengujian tanpa beban terlihat pada tabel 1 dan gambar 7.

Tabel 1. Data pengujian tipe *Savonius Heliuss* tanpa beban

Kecepatan Angin (m/s)	Kecepatan Putaran (rpm)
2,0	60,2
2,3	84,8
2,6	92,6
2,9	97,8
3,0	101,2
3,3	106,6
3,6	114,2
3,9	119,8
4,0	124,2
4,3	127,0
4,6	129,0
4,9	132,0
5,0	139,0
5,3	148,8
5,6	155,4
5,9	162,8



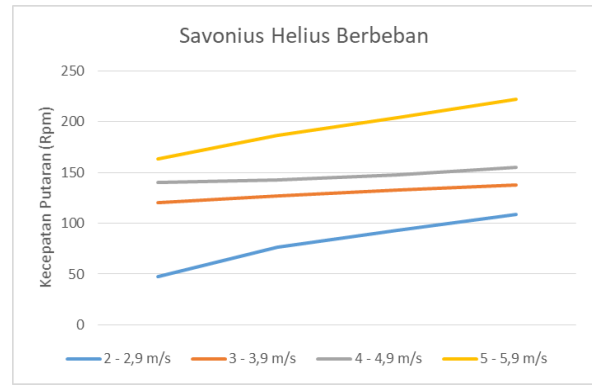
Gambar 7. Hasil Pengujian Tanpa Beban

B. Berbeban

Pengujian ini dilakukan menggunakan beban generator. Proses pengujian prototipe dilakukan dengan variasi kecepatan angin sebesar 2 m/s, 3 m/s, 4 m/s, 5 m/s dengan setiap kecepatan angin dibuat bertambah setiap 0,3 m/s. Data hasil pengujian berbeban terlihat pada tabel 2 dan gambar 8.

Tabel 2. Data pengujian tipe Savonius Helius berbeban

Kecepatan Angin (m/s)	Kecepatan Putaran (rpm)
2,0	47,8
2,3	76,2
2,6	92,8
2,9	108,6
3,0	120,4
3,3	127,2
3,6	132,4
3,9	137,8
4,0	139,8
4,3	143,0
4,6	148,0
4,9	155,0
5,0	163,4
5,3	186,4
5,6	203,8
5,9	222,4



Gambar 8. Hasil Pengujian Berbeban

IV. KESIMPULAN

Turbin angin dapat memutar rotor secara maksimal jika lubang dan poros memiliki tingkat keakuratan yang tinggi. Turbin angin tipe Savonius Helius menghasilkan Rpm yang relatif tinggi dan dapat berputar pada kecepatan 2 m/s. Berdasarkan perhitungan target output dan pengujian, hasil pengujian turbin angin dapat melebihi target yang telah diperhitungkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putra, M. Alexin. "Uji Experimental Rotor Helical Savonius Dibandingkan dengan Rotor Savonius". Seminar Nasional Teknik Mesin 6, Surabaya, 16 Juni 2011: 101-103, 2011.
- [2] Latif, Melda. "Efisiensi Prototipe Turbin Savonius pada Kecepatan Angin Rendah". Jurnal Rekayasa Elektronika, Vol.10, No. 3 , April 2013:147-151, 2013.
- [3] Winarno, Basuki. "Design Horizontal Axis Wind Turbine with Three Blades". Journal of Electrical Engineering, Mechantronic and Computer Science, Vol.1, No.1, 17-22, Februari 2018.
- [4] Alit, I. B. "Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Savonius Bertingkat dengan Variasi Posisi Sudut". Dinamika Teknik Mesin, 107-112, 2016.

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)