

Effect of Blade Profile Models on Savonius Wind Turbine Performance

Eka Sari Wijianti^{1*}, Saparin¹, Yudi Setiawan¹, Aufar Fathul Karim²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung

²Prodi Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung

*Corresponding author: ekasariwijianti@yahoo.co.id

Abstract. A wind turbine is one tool to release wind energy into electrical energy. One type of wind turbine is a savonius vertical wind turbine. Many factors determine the performance of wind turbines; one of them is the profile model. This study aims to make a wind turbine prototype and compare the performance of 3 blade profile models. Tests are carried out at a laboratory scale using a wind tunnel. Models of the profile are S, U, and L. The variations of wind speeds are 2.94 m / s, 3.2 m / s and 3.3 m / s. The deliberate wind speed is based on the rate generated by the fan. Tests include measurements of rotor rotation, voltage, current, and turbine power. The results showed that different blade profile models had different effects on turbine performance. The L model profile gives the best results. At wind speeds of 3.3 m/s, the turbine can rotate the rotor up to 208.2 rpm. It also produces a voltage of 4.9 volts, a current of 1.8 amperes, so that the power can be produced 8.8 watts. For the U profile model, the wind speed of 3.3 m/s, the turbine can produce 193.86 rpm rotor and produces 7.8 watts of power. For the S model, it produces 187.5 rpm of rotation and is capable of producing 7.1 watts of power.

Keywords: Savonius wind turbine, power plant, blade profile, wind energy, turbine power.

Abstrak. Turbin angin merupakan salah satu alat untuk mengkonversi energi angin menjadi energi listrik. Salah satu jenis turbin angin adalah turbin angin vertikal tipe savonius. Kinerja turbin angin savonius dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya adalah model profil. Penelitian ini bertujuan untuk membangun prototipe turbin angin dan membandingkan kinerja 3 model profil sudu. Pengujian dilakukan pada skala laboratorium dengan menggunakan terowongan angin. Tiga model profil yang akan diuji yaitu model S, U, dan L yang berjumlah 3 sudu dengan tiga kecepatan angin yang berbeda, yaitu 2,94 m/s, 3,2m/s dan 3,3 m/s. Kecepatan angin tersebut diukur berdasarkan kecepatan yang dibangkitkan oleh kipas. Pengujian meliputi pengukuran putaran rotor, tegangan, arus, dan daya turbin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan model profil sudu memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kinerja turbin. Model profil L memberikan hasil terbaik, pada kecepatan angin 3.3 m/s turbin mampu memutar rotor hingga 208.2 rpm dan menghasilkan tegangan 4.9 volt, arus 1.8 ampere sehingga daya yang mampu dibangkitkan adalah 8.8 watt. Untuk model profil U, pada kecepatan angin 3.3 m/s turbin mampu menghasilkan putaran rotor 193.86 rpm dan membangkitkan daya 7.8 watt. Sedangkan model profil S menghasilkan putaran sebesar 187,5 rpm dan mampu memhasilkan daya 7,1 watt.

Kata kunci: turbin angin savonius, pembangkit listrik profil sudu, energi angin, daya turbin.

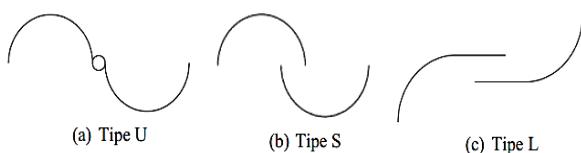
© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Energi terbarukan adalah istilah yang banyak digunakan untuk menggambarkan jenis-jenis produksi energi tertentu. Dalam politik, bisnis, dan akademisi, energi terbarukan sering dibingkai sebagai solusi kunci untuk tantangan iklim global [1]. Dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) 2017, Kebijakan Energi Nasional (KEN) menetapkan bahwa energi merupakan modal pembangunan nasional, bukan lagi sebagai penghasil devisa [2]. Oleh karena itu pemerintah

menjabarkan berbagai program dan kegiatan untuk benar-benar mewujudkan energi sebagai modal pembangunan melalui prioritas alokasi energi sebagai bahan bakar pembangkit listrik dan sebagai bahan bakar/bahan baku industri yang mendukung peningkatan nilai tambah pembangunan nasional. Pengkajian energi terbarukan merupakan salah satu hal mutlak yang perlu dikembangkan untuk mendampingi atau mensubstitusi penggunaan energi fosil dengan cadangan yang semakin menipis [3].

Pengkonversian energi angin dilakukan menggunakan turbin angin. secara umum, turbin angin dibagi menjadi 2 jenis, yaitu turbin angin horizontal dan turbin angin vertikal [4]. Turbin angin horizontal, membutuhkan tempat yang tinggi agar dapat bekerja secara optimal dikarenakan turbin ini membutuhkan kecepatan angin yang tinggi untuk berputar. Sementara itu, untuk turbin angin vertikal, turbin ini mampu bekerja dengan kecepatan angin rendah dengan memanfaatkan angin di wilayah yang rendah pula [5]. Salah satu jenis turbin angin vertikal adalah turbin angin savonius. Turbin ini memiliki sudu-sudu yang dipasang pada poros yang dipasang vertikal. Ada beberapa jenis model profil untuk sudu savonius, diantaranya tipe U, tipe S dan tipe L [6]. Ketiga tipe sudu dapat dilihat dari gambar berikut ini:



Gambar 1. Model profil turbin angin savonius

Penelitian dilakukan dengan membangun sebuah prototipe turbin angin savonius sederhana, salah satu tujuannya adalah sebagai media pembelajaran bagi mahasiswa teknik mesin Universitas Bangka Belitung. Melalui media belajar ini, diharapkan mahasiswa mampu mempelajari dan mengembangkan ilmu tentang turbin angin. Penelitian akan fokus pada 3 model profil sudu yang akan diuji pada 3 kecepatan yang berbeda. Kecepatan angin didapat dari spesifikasi dari kipas yaitu 2,9 m/s, 3,2 m/s dan 3,3 m/s. Kecepatan angin ini selaras dengan kecepatan angin rata-rata yang terjadi di provinsi Bangka Belitung yang berkisar antara 2-5 m/s.

Metode Penelitian

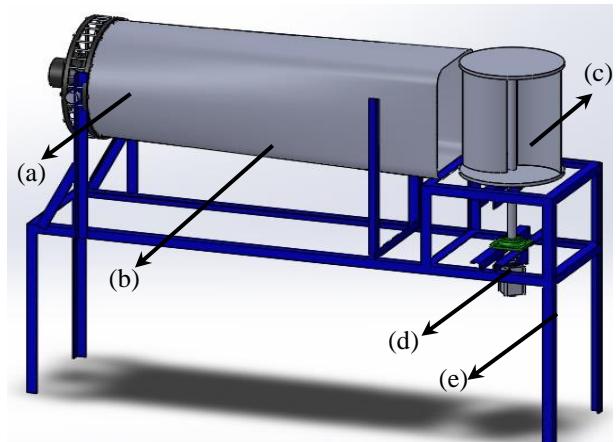
Diagram alir penelitian. Untuk melakukan penelitian, dibuat langkah-langkah yang harus dilakukan dari awal penelitian hingga selesaiya penelitian. Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.

Desain turbin. Turbin dibuat dan diuji dengan skala laboratorium menggunakan terowongan angin.

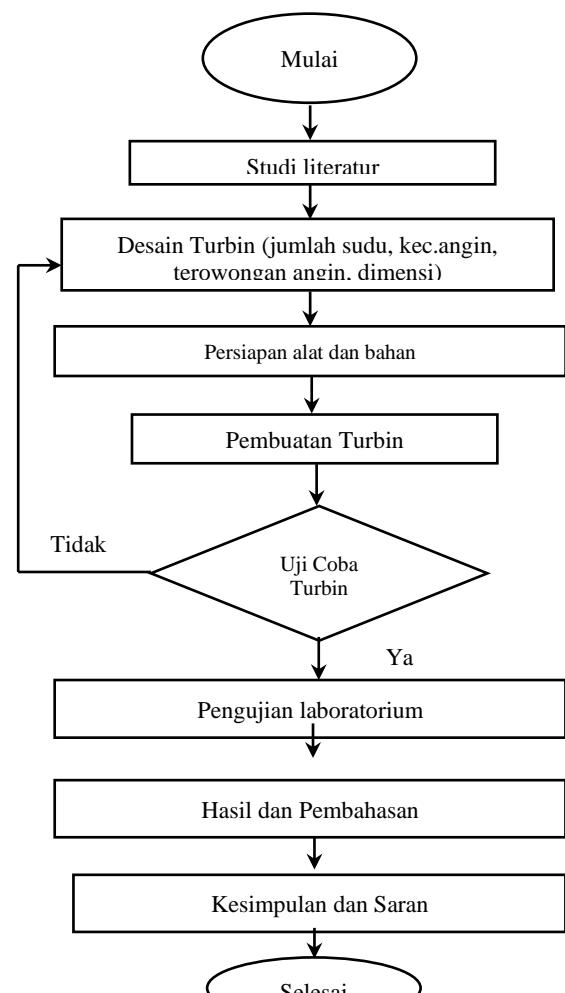
- Kecepatan angin berasal dari kipas angin dengan 3 kecepatan kipas.
- Jumlah sudu adalah 3.
- Panjang terowongan angin adalah 1 meter.
- Model profil divariasikan dalam 3 model berdasarkan gambar 4, yaitu U, S dan L.
- Diameter turbin adalah 300mm dengan tinggi 400mm.

- Sudu terbuat dari bahan alumunium dengan ketebalan 0,3mm.
- Panjang rangka keseluruhan 1600mm, tinggi 900mm dan lebar 400mm.

Desain turbin dan diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar berikut ini:

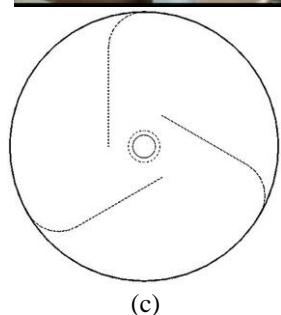
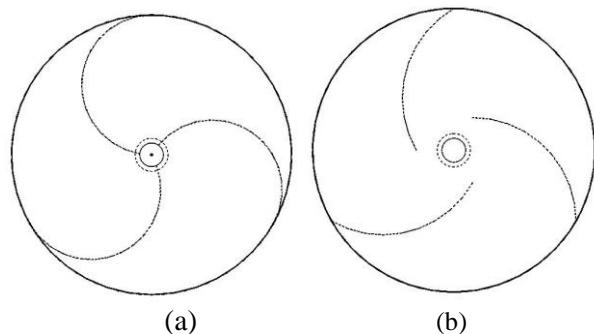


Gambar 2. Desain instalasi pengujian turbin
a.Kipas b.Terowongan angin c.Sudu d.Generator
e.Rangka



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Untuk model profil sudu dalam pengujian ini dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 4. Pengujian model profil sudu turbin
a. Profil U b. Profil S c. Profil L

Prosedur pengujian. Adapun prosedur pengujian turbin yang dilakukan untuk pengambilan data adalah sebagai berikut:

- Nyalakan kipas angin dengan kecepatan satu, ukur kecepatan angin menggunakan anemometer. Baca angka yang tertera pada anemometer sebagai variabel kecepatan angin.
 - Setelah turbin berputar, ukur putaran rotor menggunakan tachometer sensor digital dengan cara mengarahkan laser merah ke arah poros

rotor, kemudian baca angka yang tertera pada tachometer sebagai variabel putaran rotor.

- Putaran rotor akan membangkitkan energi listrik dari generator yang dipasang.
 - Bersamaan dengan pengukuran putaran rotor, baca nilai arus pada multimeter, kemudian nilai tegangan pada multimeter dicatat sebagai variabel arus dan tegangan.
 - Lakukan hal yang sama untuk kecepatan angin yang berbeda.

Perhitungan. Daya listrik yang dibangkitkan oleh generator diukur berdasarkan kinerja turbin dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

dimana P adalah daya listrik (watt), V adalah tegangan listrik (volt) dan I adalah arus listrik (amper).

Sedangkan bilangan Reynold menggunakan persamaan berikut:

dimana Re adalah bilangan Reynold, V adalah kecepatan fluida (m/s), D adalah diameter turbin dan ν adalah viskositas kinematis (m^2/s).

Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilakukan dengan pengulangan, untuk satu sudu dilakukan 3 kali pengujian, sehingga total pengujian adalah 27 data. Hasil penelitian yang disajikan merupakan nilai rata-rata dari tiap tiga kali pengujian.

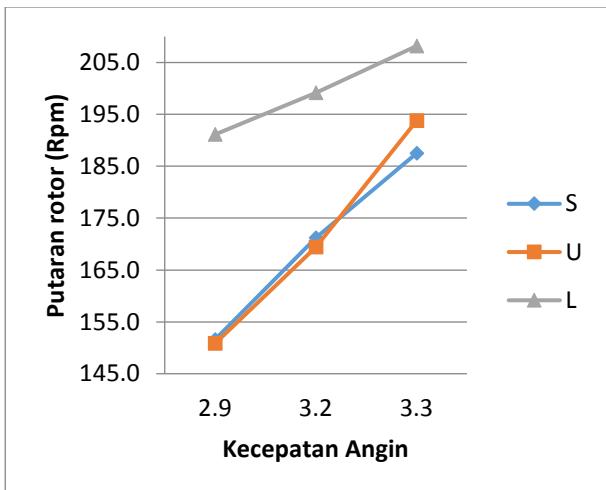
Berdasarkan persamaan 2 didapat nilai Reynold sebesar 65,737.05. Artinya aliran yang terjadi adalah turbulen. Nilai Reynold yang lumayan besar ini menghasilkan kinerja turbin yang baik. Data hasil penelitian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Data hasil pengujian pada berbagai model profil sudu turbin

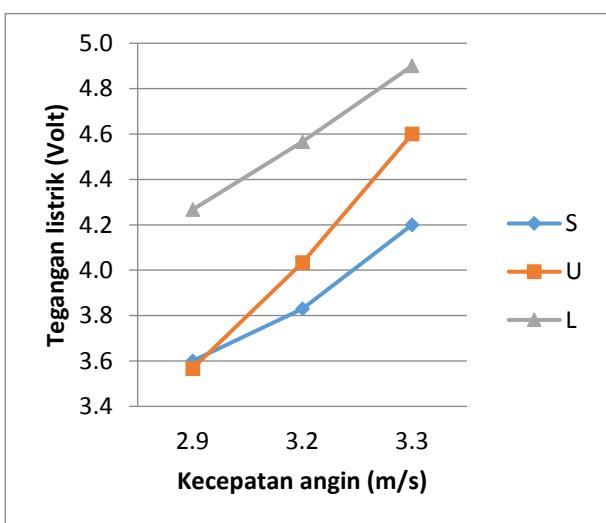
profil sada tarum			
Profil	Kecepatan angin (m/s)	Putaran poros (rpm)	Tegangan (Volt)
S	2,9	151,6	3,6
	3,2	171,2	3,8
	3,3	187,5	4,2
U	2,9	150,8	3,6
	3,2	169,4	4,0
	3,3	193,8	4,6
L	2,9	191,1	4,3
	3,2	199,2	4,6
	3,3	208,2	4,9

Tabel 2. Daya listrik yang dihasilkan dari berbagai tipe profil dan kecepatan angin

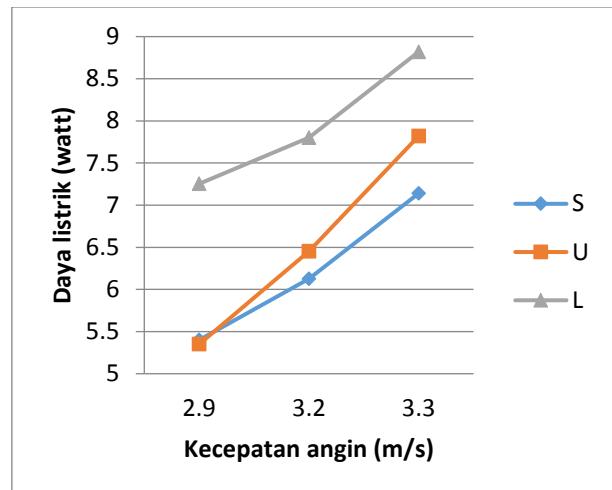
Kecepatan Angin (m/s)	Tipe S		Tipe U		Tipe L	
	(Rpm)	(Watt)	(Rpm)	Watt	(Rpm)	Watt
2,9	151,6	5,4	150,8	5,4	191,1	7,3
3,2	171,2	6,1	169,4	6,5	199,2	7,8
3,3	187,5	7,1	193,8	7,8	208,2	8,8

**Gambar 6.** Nilai putaran rotor dari kecepatan angin yang berbeda untuk setiap model sudu

Dari tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa perbedaan jenis profil dengan kecepatan angin yang berbeda memberikan pengaruh terhadap putaran dan tegangan listrik yang dihasilkan. Semakin tinggi putaran yang dihasilkan, maka semakin tinggi pula tegangan listrik yang dihasilkan. Kondisi ini terlihat sangat jelas pada gambar 6 dan 7.

**Gambar 7.** Nilai tegangan listrik dari kecepatan angin yang berbeda untuk setiap model sudu

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui bahwa kecepatan angin, putaran rotor dan tegangan listrik juga memberikan pengaruh terhadap besarnya daya listrik yang dihasilkan.

**Gambar 8.** Daya listrik dari kecepatan angin yang berbeda untuk setiap model sudu

Gambar 8 menunjukkan bahwa secara umum ketiga sudu memberikan kinerja yang baik, meskipun profil U dan S kinerjanya berada di bawah profil L, namun ketiganya mampu membangkitkan listrik pada rentang 5,4 – 8,8 watt. Profil S memberikan kinerja terendah dibandingkan profil U dan L dengan daya optimum yang dihasilkan yaitu 7,1 watt. Serupa dengan profil S, kinerja profil U juga ini masih berada di bawah profil L dengan menghasilkan daya maksimum yaitu 7,8 watt. Rendahnya putaran rotor yang dihasilkan kontur S dan U disebabkan adanya fluktuasi tinggi pada tekanan yang menyebabkan turbulensi tinggi di belakang sudu rotor. Kelengkungan sudu yang tinggi di belakang sudu U dan S juga menyebabkan terjadinya pemisahan aliran lebih awal sehingga kondisi ini yang akan menghasilkan intensitas turbulen yang lebih tinggi.

Dari ketiga profil dapat dilihat bahwa profil yang terbaik adalah tipe L dengan menghasilkan daya antara 7,3 – 8,8 watt. Tingginya putaran rotor yang terjadi pada profil ini dimungkinkan karena ujung sudu yang membentuk huruf L mampu meminimalisir turbulen yang terjadi pada bagian ujung cekungan sudu, sehingga mereduksi votrisitas di hilir sudu. Karena intensitas turbulen yang terbentuk lebih rendah, hal ini menyebabkan aliran angin yang terjadi di balik sudu menjadi lebih *smooth* dan menjadikan putaran turbin menjadi ringan dan lebih cepat.

Kesimpulan

Prototipe turbin angin savonius telah selesai dibuat. Turbin dengan 3 model profil sudu yang berbeda memberikan performa yang baik. Penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan angin, maka semakin tinggi pula putaran rotor. Hal ini berimbas pada naiknya daya listrik yang dihasilkan turbin. Untuk turbin dengan model profil sudu L memberikan performa kerja terbaik dengan mampu membangkitkan daya sebesar 8,8 watt pada putaran rotor 208,2 rpm.

Penghargaan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Bangka Belitung sebagai pemberi dana penelitian dengan skema program Penelitian Dosen Tingkat Jurusan (PDTJ) Tahun 2019.

Referensi

- [1] Harjanne, A., Korhonen, J. M., 2019. Abandoning The Concept of Renewable Energy, *Journal of Energy Policy*, Vol. 127, April 2019, 330-340
- [2] Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2017 Tentang Rencana Umum Energi Daerah.
- [3] Patabang Daud, 2010. Rancang Bangun Kincir Angin Savonius Untuk Membangkitkan Energi Listrik Skala Kecil. *Jurnal Mekanikal*, Vol. 1 No. 1 Januari 2010, 1-6.
- [4] Alom Nur and Saha Ujjwal K, 2019. Influence of blade profiles on Savonius rotor performance: Numerical simulation and experimental validation. *Journal of Energy Conversion and Management*, vol. 186, 267–277.
- [5] Wismo F. Eko dan Sugiyanto, 2013. Potensi Pembangkitan Listrik Hybrid Menggunakan Vertical Axix Wind Turbine Tipe Savonius dan Panel Surya, *Jurnal Teknologi*, Volume 6 Nomor 2, 147-152.
- [6] F. Soelaiman, dkk, 2006. Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Prototipe SKEA Menggunakan Rotor Savonius dan Windside untuk Penerangan Jalan Tol: ITB, Bandung.
- [7] Sumiati, R. dan Zamri, A., 2013. Rancang Bangun Miniatur Turbin Angin pembangkit Listrik Untuk Media Pengajaran, *Jurnal Teknik Mesin*, Vol.3, No.3, Oktober 2013. 1-8