

[KE-03] ANALISIS PENGARUH
VARIASI JUMLAH SUDU TERHADAP
KINERJA TURBIN ANGIN SAVONIUS
TIPE L 90°

Dennis Lorens^{1*}, Luther Sule², Corvis
Tandirerung³

¹Jurusan Teknik Mesin

Universitas Kristen Indonesia (UKI)Toraja

²Departemen Teknik Mesin, Universitas

Hasanuddin, Makassar

³Jurusan Teknik Mesin, Universitas Kristen

Indonesia (UKI)Paulus

*E-mail : dennis.lorens05@gmail.com

ABSTRAK

Energi angin termasuk dalam energi terbarukan yang dapat diubah menjadi listrik melalui penggunaan turbin angin. Turbin angin savonius memiliki kemampuan memulai sendiri dan torsi awal yang baik sehingga hanya membutuhkan angin berkecepatan rendah untuk memutar rotor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variasi jumlah sudu pada kinerja kincir angin savonius tipe L 90°. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan memvariasikan jumlah sudu yaitu 2 sudu, 3 sudu dan 4 sudu dimana kecepatan angin diatur 3 m/s, 4 m/s, 5 m/s, 6 m/s dan 7 m/s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa unjuk kerja kincir angin savonius tipe L 90° menghasilkan kinerja yang baik pada 3 sudu dengan kecepatan angin 7 m/s dan putaran 286 rpm.

KATA KUNCI: Turbin Angin Savonius Tipe L 90°, Jumlah Sudu, Performa Turbin

Abstract

Wind energy is a renewable energy that can be converted into electricity through the use of wind turbines. The savonius wind turbine has a good self-starting capability and starting torque so it only requires low-speed wind to rotate the rotor. This study aims to analyze variations in the number of blades on the performance of the 90° L type savonius windmill. The method used in this

study is an experimental method by varying the number of blades, namely 2 blades, 3 blades, and 4 blades where the wind speed is set at 3 m/s, 4 m/s, 5 m/s, 6 m/s, and 7 m/s. The results showed that the Savonius type L 90° windmill produced good performance at 3 blades with a wind speed of 7 m/s and a rotation of 286 rpm.

KEYWORDS: 90° Type L Savonius Wind Turbine, Number of Blades, Turbine Performance

I. PENDAHULUAN

Ketersediaan energi saat ini ditunjang oleh penggunaan energi fosil sebagai pembangkit listrik sehingga pertumbuhan ekonomi yang terus meningkat harus dibarengi dengan penggunaan energi terbarukan. Sumber energi terbarukan seperti matahari, angin, air, biogas, panas bumi dan gelombang laut harus dimanfaatkan untuk mengurangi penggunaan energi fosil. Lebih lanjut, energi angin khususnya merupakan salah satu energi yang ramah lingkungan dan ekonomis. Oleh karena itu, turbin angin dirancang dan dibangun untuk menghasilkan energi dari angin. Berdasarkan arah putaran sumbu rotornya, turbin angin dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH) dan Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV). Dalam hal ini turbin angin sumbu vertikal memiliki beberapa bentuk, antara lain turbin angin savonius, turbin angin darrieus dan turbin angin heliks. Keuntungan terbesar yang dapat diperoleh dari penggunaan turbin angin sumbu vertikal adalah generator dan gear box yang dapat ditempatkan di dasar menara sehingga sistem perawatannya sangat mudah. Selain itu, turbin angin jenis ini memiliki kemampuan self-starting yang baik sehingga hanya membutuhkan kecepatan angin yang rendah untuk memutar rotor turbin [1]. Turbin angin savonius memiliki kapasitas keluaran yang kecil dimana penggunaannya secara luas hanya untuk aplikasi daya.

Turbin angin savonius merupakan salah satu bentuk turbin angin sumbu vertikal dan memiliki beberapa bentuk sudu dimana turbin angin jenis ini pertama kali

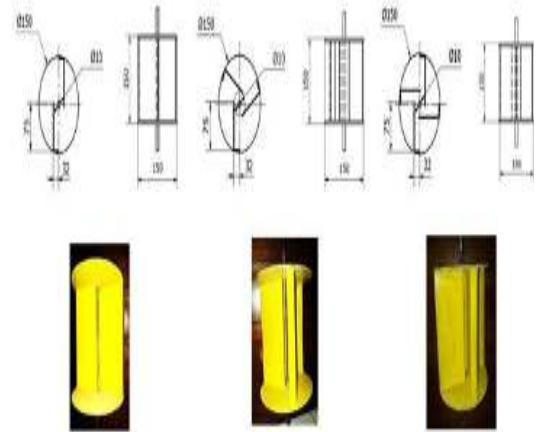
dibuat oleh seorang insinyur Finlandia bernama savonius pada tahun 1922 [2]. Salah satu keunggulan turbin angin savonius adalah dapat mengantisipasi perubahan kecepatan angin dari berbagai arah [3]-[5]. Sejumlah penelitian melaporkan bahwa pengembangan turbin savonius telah dilakukan karena perbedaan kualitas turbin angin ini dilihat dari berbagai bentuk sudu, baik melalui eksperimen maupun simulasi CFD dengan berbagai modifikasi dan jenis material yang digunakan. [6] - [12]. Salah satu parameter desain yang sering menjadi fokus kajian adalah terkait dengan perbandingan overlap yang memungkinkan aliran fluida melalui kesenjangan antara pisau untuk dimaksimalkan. Salah satu hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio overlap 0.15 merupakan yang terbaik diantara rasio overlap 0, 0.15, 0.2, 0.3 dan 0.5 [13].

Selain itu, kajian jumlah sudu pada turbin savonius juga menjadi perhatian beberapa peneliti. Hasil penelitian pada model turbin savonius setengah lingkaran menunjukkan bahwa model tiga sudu memiliki performansi terbaik [14]. Variasi jumlah sudu pada kincir angin savonius tipe L juga telah diteliti, dan diketahui bahwa dengan kelengkungan ujung sudu yang lurus, performansi terbaik juga diperoleh pada model 3 sudu [15]. Penelitian lain terkait turbin angin savonius tipe L adalah aplikasi modifikasi dengan delapan variasi sudut kelengkungan turbin dimana pada penelitian ini performansi terbaik diperoleh pada sudut kelengkungan 20° [16]. Namun menurut penelitian pada turbin savonius tipe L tersebut di atas, sudu tidak sepenuhnya lurus, tapi ada kelengkungan di ujung pisau lurus. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan model savonius tipe L tanpa kelengkungan sudu penuh. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin savonius murni tipe L dengan sudut 90°.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen melalui pengujian model kincir angin

Savonius dengan 2 sudu, 3 sudu dan 4 sudu untuk menghasilkan kinerja turbin angin savonius dengan bentuk sudu L 90° seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Sudu Turbin Angin Savonius.

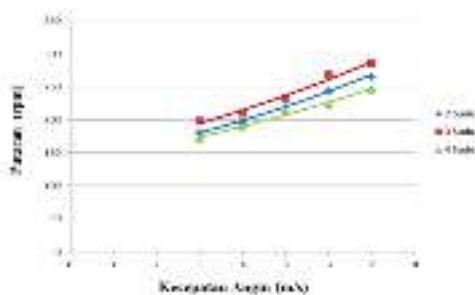
Putaran rotor dan energi listrik pada setiap perlakuan yang dihasilkan pada tahap ini kemudian diukur sesuai dengan variasi kecepatan angin yang ditentukan yaitu 3 m/s, 4 m/s, 5 m/s, 6 m/s, 7 m/s dan berdasarkan variasi jumlah sudu turbin yaitu 2 sudu, 3 sudu dan 4 sudu yang telah terpasang pada tahap pengujian seperti terlihat pada Gambar 3. Dimensi sudu turbin angin Savonius yang digunakan pada pengujian ini adalah rotor diameter (D) 150 mm, tebal sudu 3 mm, panjang chord sudu (d) 75 mm, dan tinggi rotor (h) 150 mm. Anemometer pada pengujian ini digunakan untuk mengukur kecepatan angin pada wind tunnel, sedangkan untuk mengukur arus dan tegangan digunakan multimeter.



Gambar 2. Pengaturan Eksperimen.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

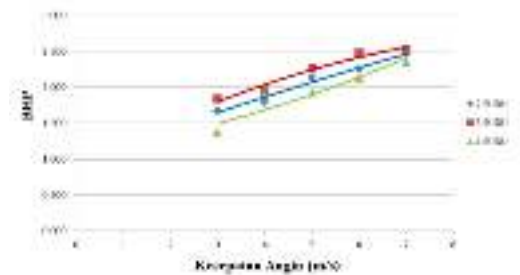
Hubungan putaran turbin dengan kecepatan angin dapat dilihat pada Gambar 4. Dari gambar tersebut diperoleh informasi bahwa kincir angin tipe savonius L 90° dengan 3 sudu memiliki nilai putaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan kincir angin dengan 2 dan 4 sudu. Pada kincir angin dengan 3 sudu terdapat nilai drag yang jauh lebih kecil dibandingkan kincir angin dengan 2 sudu dan 4 sudu. Dalam hal ini turbin angin dengan 2 sudu memiliki nilai putaran yang lebih baik dibandingkan dengan 4 sudu. Nilai putaran yang lebih baik dapat terjadi karena jumlah sudu juga mempengaruhi massa turbin, dimana turbin dengan 4 sudu memiliki massa yang lebih besar sehingga nilai putarannya lebih banyak. rendah jika dibandingkan dengan turbin 2 sudu. Pada penelitian sebelumnya disebutkan bahwa putaran turbin berbanding lurus dengan kecepatan angin [17], sehingga semakin tinggi putarannya, daya yang dihasilkan juga akan meningkat. Sedangkan putaran tertinggi yang dihasilkan oleh kincir angin savonius dengan 3 sudu adalah 286 rpm, namun pada kincir angin savonius 2 sudu mengalami penurunan kecepatan menjadi kecepatan 265 rpm. Pada turbin angin savonius 4 sudu, putaran terendah yang dihasilkan adalah 247 rpm pada kecepatan angin yang sama yaitu 7 m/s.



Gambar 3. Hubungan Putaran Turbin dan Kecepatan Angin.

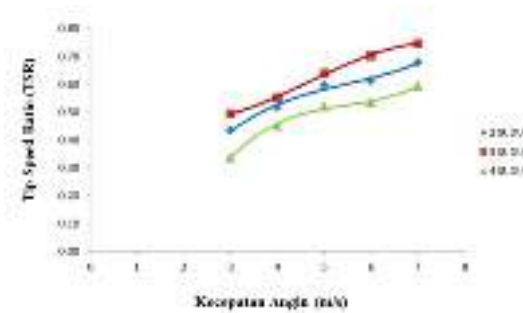
Selanjutnya, hubungan BHP dengan kecepatan angin yang ditunjukkan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa model turbin angin 3 sudu memiliki BHP tertinggi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa

kecepatan angin mempengaruhi BHP yang dihasilkan oleh turbin angin savonius. Selain itu dapat dilihat bahwa BHP meningkat secara linier seiring dengan bertambahnya kecepatan angin, sehingga nilai BHP yang diperoleh akan terus meningkat pula. Tenaga kuda rem tertinggi terjadi pada 3 sudu dengan kecepatan angin 7 m/s dengan BHP yang dihasilkan sebesar 2,60 Watt. Pada turbin angin dengan 2 sudu diketahui bahwa BHP terendah dengan kecepatan angin 7 m/s adalah 2,46 Watt dan pada 4 sudu adalah 2,37 Watt. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan kecepatan angin yang diikuti dengan peningkatan nilai brake horse power yaitu peningkatan arus dan tegangan yang dihasilkan generator serta pengaruh kecepatan sudut, putaran poros turbin, dan torsi yang dihasilkan oleh turbin angin savonius.



Gambar 4. Hubungan Putaran Turbin dan Kecepatan Angin.

Membahas hubungan antara tip speed ratio dan kecepatan angin yang ditunjukkan pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa peningkatan kecepatan angin akan membuat TSR meningkat secara linier. Hal ini terjadi karena TSR memberikan arti perbandingan kecepatan keluaran (rotor) dengan kecepatan masukan (angin) atau dengan kata lain TSR sebanding dengan putaran. Mendatarnya grafik nilai TSR pada kecepatan angin besar disebabkan oleh karakteristik savonius yang kurang mampu mengubah angin menjadi kecepatan angin besar [18]. TSR juga dipengaruhi oleh kecepatan sudut sehingga grafik dan data hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai TSR kincir angin 3 sudu jauh lebih baik daripada kincir angin 2 sudu dan 4 sudu. Pada kasus ini,



Gambar 6: Hubungan Rasio Kecepatan Ujung dengan Kecepatan Angin.

IV. KESIMPULAN

Penambahan variasi jumlah sudu pada kincir angin savonius tipe L 90° menghasilkan performansi turbin yang baik. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa turbin angin savonius tipe L 90° dengan jumlah 3 sudu dan kecepatan angin 7 m/s menghasilkan nilai putaran dan BHP terbaik yaitu 286 rpm dan 2,60 Watt.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Toraja dan semua pihak atas dukungan yang telah diberikan sehingga penulisan ini dapat terlaksana dengan baik.

REFERENSI

- [1] M. Hau, E., 2006. Dasar-Dasar Turbin Angin, Teknologi, Aplikasi, Ekonomi, Ketiga, edisi terjemahan. ed. Springer, "Dasar-Dasar Turbin Angin, Teknologi, Aplikasi, Ekonomi," Spectrum. SJ Savonius, "Rotor Sayap dalam Teori dan Praktek." 1926.
- [2] Z. Mao dan W. Tian, "Pengaruh sudut busur sudu pada kinerja turbin angin Savonius," Adv. mekanisme Ind., vol. 7, tidak. 5, hlm. 1-10, 2015, doi:10.1177/1687814015584247.
- [3] BD Altan dan M. Atilgan, "Sebuah studi tentang peningkatan kinerja rotor angin Savonius," J. Mech. Sci. Teknologi., vol. 26, tidak. 5, hlm. 1493-1499, 2012, doi:

- 10.1007/s12206-012-0313-y.
- [4] Mabrouki, Z. Driss, dan MS Abid, "Analisis Kinerja Rotor Savonius Air: Pengaruh Tumpang Tindih Internal," *Sustain. Energi*, vol. 2, tidak. 4, hlm. 121-125, 2014, doi:10.12691/rse-2-4-1.
- [5] UK Saha dan MJ Rajkumar, "Pada analisis kinerja rotor Savonius dengan bilah bengkok," *Perbarui. Energi*, vol. 31, tidak. 11, hlm. 1776-1788, 2006, doi: 10.1016/j.renene.2005.08.030.
- [6] JP Abraham, GS Mowry, BP Plourde, EM Sparrow, dan WJ Minkowycz, "Simulasi numerik aliran fluida di sekitar turbin sumbu vertikal," *J. Renew. Mempertahankan. Energi*, vol. 3, tidak. 3, hlm. 0-13, 2011, doi: 10.1063/1.3588037.
- [7] S. Worasinchai dan K. Suwannakij, "Karakteristik kinerja turbin Savonius," *IOP Conf. Ser. ibu. Sci. Ind.*, vol. 297, tidak. 1, 2018, doi:10.1088/1757-899X/297/1/012056.
- [8] SAR Meri, HBB Salleh, MN Nemah, BA Al-Quraishi, dan NZ BintiAsmuin, "Evaluasi kinerja turbin angin Savonius berdasarkan desain bentuk sudu baru," *Int. J.Mekanik. Ind. Teknologi.*, vol. 10, tidak. 1, hlm. 837-846,2019.
- [9] M. Zemamou, M. Aggour, dan A. Toumi, "Tinjauan desain dan kinerja turbin angin savonius," *Energy Procedia*, vol. 141, hlm. 383-388, 2017, doi: 10.1016/j.egypro.2017.11.047.
- [10] J. Sargolzaei dan A. Kianifar, "Estimasi rasio daya dan torsi pada turbin angin rotor Savonius menggunakan jaringan syaraf tiruan," *Int. J.*, vol. 1, tidak. 2, hlm. 51-56,2007.
- [11] M. Hadi Ali, "Studi Perbandingan Eksperimen Turbin Angin Savonius Dua & Tiga Bilah Pada Kecepatan Angin Rendah," *Int. J.Mod. Ind. Res.* www.ijmer.com, jilid 3, tidak. 5, hlm. 2978-2986,2013.
- [12] MH Nasef, WA El-Askary, AA