

## **Analisis Potensi Angin Sebagai Sumber Penggerak Turbin Angin Savonius Di Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS)**

Ironis R. Naitio<sup>1</sup>, Arifin Sanusi<sup>1</sup>, dan Nurhayati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana  
Jl. Adi Sucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380)881597  
E-mail: ironius.naitio@gmail.com

### **ABSTRAK**

Energi angin merupakan suatu energi yang tidak lepas dari kehidupan kita sehari-hari. Angin adalah salah satu energi terbarukan yang tidak akan pernah habis. Selain itu, energi angin juga tidak menghasilkan polusi yang bisa mengganggu lingkungan sekitar. Hal tersebut menjadikan energi angin sebagai salah satu energi alternatif yang mempunyai potensi besar, maka perlu dilakukan penelitian untuk pemanfaatan yang lebih luas dan dalam penggunaan jangka panjang. Turbin angin savonius merupakan salah satu turbin poros vertikal (VAWT) dimana turbin angin savonius memiliki rotor utama yang berputar secara vertikal, dan dapat memanfaatkan angin dari segala arah, serta dapat bekerja/berputar pada kecepatan angin yang rendah. Adapun metode analisis data yang dapat saya gunakan dalam penelitian ini adalah mengambil data secara langsung dan secara bersamaan terhadap kecepatan angin, putaran turbin, dan lainnya. Hasil analisis data diperoleh: (1) kecepatan angin rata-rata yang tertinggi selama 1 bulan adalah 5,62 m/s dengan putaran turbin sebesar 845,36 rpm (2) Daya turbin tertinggi sebesar 104 W (3) Daya efektif turbin sebesar 28,08 W (4) dan Efisiensi rata-rata tertinggi sebesar 23,34 % dan terendah 8,86 %.

### **ABSTRACT**

*Wind energy is an energy that cannot be separated from our daily lives. Wind is one of the renewable energies that will never run out. In addition, wind energy also does not produce pollution that can disturb the environment. This makes wind energy as one of the alternative energy that has great potential, so it is necessary to conduct research for wider utilization and in long-term use. Savonius wind turbine is one of the vertical shaft turbines (VAWT) where the savonius wind turbine has a main rotor that rotates vertically, and can utilize wind from all directions, and can work/rotate at low wind speeds. The method of data analysis that I can use in this research is to take data directly and simultaneously on wind speed, turbine rotation, and others. The results of data analysis obtained: (1) the highest average wind speed for 1 month is 5.62 m/s with a turbine rotation of 845.36 rpm (2) The highest turbine power is 104 W (3) Turbine effective power is 28.08 W (4) and The highest average efficiency is 23.34 % and the lowest is 8.86 %.*

*Keywords: Wind Energy, Savonius Wind Turbines, Renewable Energy, Vertical Shaft*

### **PENDAHULUAN**

Energi merupakan suatu kebutuhan yang sangat penting seiring dengan perkembangan zaman sekarang ini, energi digunakan sebagai kebutuhan sehari-hari untuk berbagai keperluan misalnya penerangan, elektronik, dan lain sebagainya.

Angin adalah salah satu bentuk energi tertua yang telah lama dikenal dan digunakan manusia. Sebagaimana diketahui, pada dasarnya angin terjadi karena adanya perbedaan temperatur dan tekanan. Energi angin merupakan energi alternatif yang

berasal dari alam, tidak memerlukan bahan bakar untuk menghasilkan energi listrik dan lain-lain serta ramah lingkungan.

Turbin angin atau kincir angin merupakan suatu alat yang menggunakan tenaga angin atau energi angin untuk membangkitkan energi mekanik, angin digunakan untuk memutar *blade* yang mana ketika *blade* tersebut berputar maka akan menghasilkan energi yang dapat membantu kelangsungan hidup manusia. Salah satu jenis turbin sederhana yang bisa digunakan ialah turbin angin Savonius, turbin angin Savonius merupakan turbin jenis poros vertikal dengan

konstruksi sederhana dimana memiliki rotor utama yang berputar secara vertikal dan tidak terpengaruh oleh arah angin sehingga dapat bekerja pada kecepatan angin yang relatif rendah, dapat memanfaatkan angin dari segala arah.

Kincir angin pertama kali digunakan untuk membangkitkan listrik, dibangun oleh P. La Cour dari Denmark di akhir abad ke-19. Setelah perang dunia I, layar dengan penampang melintang menyerupai sudut propeler pesawat sekarang disebut kincir angin tipe propeler atau turbin. Eksperimen kincir angin sudut kembar dilakukan di Amerika Serikat pada tahun 1940, ukurannya sangat besar yang disebut mesin Smith-Putman, karena dirancang oleh Palmer Putman, kapasitasnya 1,25 MW yang dibuat oleh Morgen Smith Company dari York Pennsylvania. Diameternya 175 ft (55m), beratnya 16 ton dan menaranya setinggi 100 ft (34m). Tapi salah satu batang propelernya patah pada tahun 1945. [1]

Secara geografis hasil pemetaan yang dilakukan oleh LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional) pada beberapa wilayah di Indonesia memiliki kecepatan angin diatas 5 m/s. Lokasi tersebut diantaranya Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat dan Pantai Selatan Pulau Jawa.

## TINJAUAN PUSTAKA

Angin merupakan udara yang bergerak akibat rotasi bumi karena adanya perbedaan tekanan udara disekitarnya. Angin bergerak dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah yang bertekanan rendah. Angin adalah salah satu energi terbarukan yang tidak akan pernah habis. Selain itu, energi angin juga tidak menghasilkan polusi yang bisa mengganggu lingkungan sekitar. Hal tersebut menjadikan energi angin sebagai salah satu energi alternatif yang mempunyai potensi besar dalam penggunaan jangka panjang.

Hembusan angin yang bergerak dengan kecepatan tertentu merupakan sumber daya energi angin sebenarnya. Angin yang

berhembus mempunyai energi kinetik yang kemudian dapat diubah ke bentuk energi lain seperti energi listrik. Proses perubahan energi tersebut menggunakan fasilitas turbin angin. Instalasi turbin angin terdiri dari rotor yang porosnya terhubung dengan generator sebagai pengubah energi angin menjadi energi listrik.

Turbin angin adalah sebuah alat yang dapat mengkonversi energi kinetik angin menjadi energi mekanik. Angin digunakan untuk memutar *blade*, yang mana ketika berputar akan menghasilkan energi.

Secara umum turbin angin akan berputar sesuai besarnya kecepatan angin yang diberikan dan luas sapuan rotor yang digunakan sehingga daya yang dapat dibangkitkan oleh angin adalah:

$$P_{in} = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad 1)$$

Dimana:

$P_{in}$  = Daya input angin (Watt)

$\rho$  = Densitas udara ( $\text{kg/m}^3$ )

$A$  = Luas sapuan rotor ( $\text{m}^2$ )

$v$  = Kecepatan angin (m/s)

Namun pada kenyataannya, energi kinetik yang dimiliki angin tidak seluruhnya dapat dikonversikan menjadi energi mekanik. Ada banyak energi yang hilang karena kerugian gesek dan kerugian pada transmisi mekanik rotor ke generator sehingga efisiensi turbin yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh besarnya daya keluaran dari generator yang digunakan

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \quad 2)$$

Dimana:

$\eta$  = Efisiensi (%)

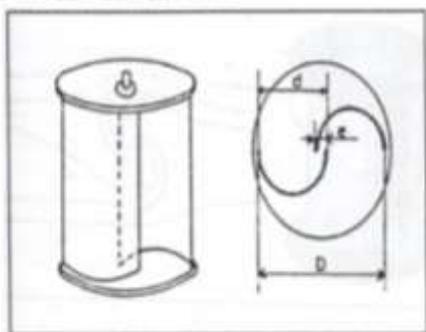
$P_{in}$  = Daya input angin (Watt)

$P_{out}$  = Daya output generator (Watt)

Turbin angin dibagi menjadi dua jenis turbin yaitu HAWT dan VAWT. Pemanfaatan yang umum sekarang sudah digunakan untuk memompa air dan pembangkit tenaga listrik.

Turbin Savonius dipopulerkan dan dipatenkan oleh seorang sarjana Finlandia bernama Sigurd J. Savonius pada tahun 1922. Tujuan awal dari turbin jenis ini adalah mencari solusi alternatif mencari energi yang

terbarukan dengan biaya minimal dan *impact* terhadap lingkungan yang minim. Turbin ini menggunakan sudu berupa lembaran berbentuk huruf S, umumnya rotor ini terdiri dari 2 sudu atau pun 3 sudu. Turbin angin Savonius bergerak karena adanya perbedaan gaya *drag* antara sudu 1 dengan sudu lainnya. Sudu savonius sering dinamakan *bucket* berfungsi untuk memanipulasi gaya *drag* akibat angin yang mengalir sehingga dapat dikonversikan menjadi torsi.



Gambar 1. Turbin angin savonius.

Sumber: Afungchui, D., Kamoun, B., & Helali, A. (2014)

Prinsip kerja turbin angin savonius adalah mengkonversikan energy angin menjadi energi mekanis dalam bentuk gaya dorong (*drag force*) sebagian sudu mengambil energi angin dan sebagian sudu lagi melawan angin. Sudu yang mengambil energi angin disebut *downwind* sedangkan sudu yang melawan angin disebut *upwind*. Sudu *upwind* ini dapat mengurangi kecepatan *rotor*. Besarnya torsi pada *rotor* dan kecepatan *rotor* (rpm) tergantung pada selisih *drag force* sudu *upwind* dengan *drag force* sudu *downwind*

Putaran turbin dipengaruhi oleh kecepatan angin dan diameter dari rancang turbin. Jika kecepatan tangensial ujung rotor sama dengan ukuran diameter turbin diperkecil, maka hal tersebut dapat mengakibatkan kenaikan putaran pada turbin sesuai dengan persamaan berikut:

$$n = 60 \frac{\lambda v}{\pi D} \quad 3)$$

Dimana:

- $n$  = Banyak putaran yang dihasilkan (rpm)
- $\lambda$  = Tip speed ratio (TSR)
- $v$  = Kecepatan angin (m/s)
- $D$  = Diameter turbin (m)

### METODE PENELITIAN

Prosedur pelaksanaan penelitian dapat disajikan dibawah ini:



Gambar 2. Instalasi turbin angin savonius.

*Prosedur pengujian:*

- Menyiapkan peralatan pendukung.
- Memasang peralatan pada tiap titik pengukuran yang ditentukan.
- Menunggu sampai anginnya memutar turbin.
- Mengambil data penelitian, dimana semua alat pengukuran di pasang pada tiap titik yang telah ditentukan, kemudian menunggu sampai kecepatan anginnya normal, pengambilan data tersebut dilakukan secara bersamaan untuk mengetahui potensi angin sebagai penggerak turbin angin Savonius.
- Mencatat hasil pengukuran.
- Ulangi pengukuran.

*Spesifikasi Turbin:*

Turbin yang digunakan yaitu turbin savonius

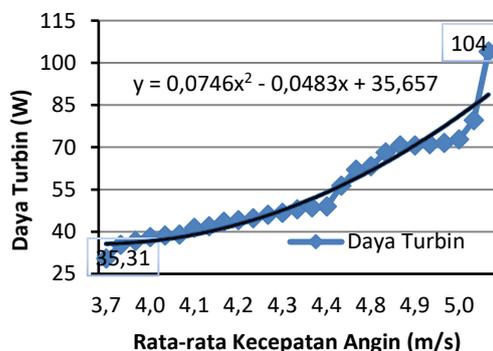
- Jumlah sudu = 2 buah
- Tinggi turbin (H) = 1 m

Diameter turbin (D) = 1 m  
 Diameter pulli = 0.004 m (400 mm).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hubungan rata-rata kecepatan angin dan daya turbin

Daya turbin merupakan besarnya daya yang dihasilkan angin dan turunan dari energy kinetik terhadap waktu. Dimana daya masukan angin atau daya input angin dan kecepatan angin yang dapat memutar turbin dengan kecepatan angin diatas 3 m/s dan terjadi antara jam 12:12 – 16:21 sehingga, perhitungan daya input angin dihitung dalam hitungan rata-rata per jam dalam 1 hari.

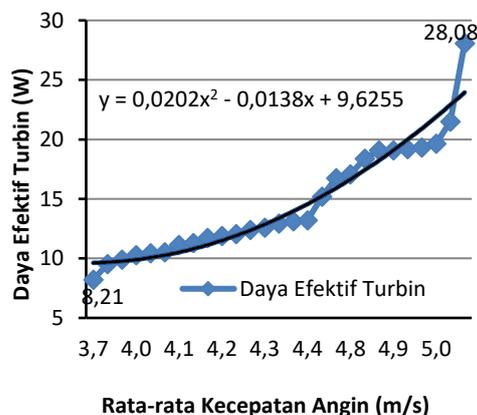


Gambar 3. Hubungan rata-rata kecepatan angin dan daya turbin.

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa adanya perubahan daya turbin pada setiap rata-rata kecepatan angin, dimana pada grafik tersebut terjadi kenaikan daya turbin dari setiap rata-rata kecepatan angin. Pada kecepatan angin 3.73 m/s sampai dengan 4.37 m/s grafik yang terlihat masi konstan sedangkan pada kecepatan angin 4.58 m/s sampai 5.62 m/s mengalami kenaikan yang cukup drastis. Hal ini dikarenakan semakin tinggi kecepatan angin maka daya turbin yang dihasilkan pun semakin besar. Faktor utama yang mempengaruhi peningkatan dari daya turbin itu sendiri yaitu kecepatan angin tersebut, kecepatan angin yang terjadi dari daya turbin merupakan rata-rata kecepatan angin dikali

dengan luas sapuan rotor dan densitas udara dimana densitas udara sebesar 28°C diinterpolasi menjadi 1.1726 Kg/m<sup>3</sup> dimana hasil analisis daya turbin tertinggi diperoleh sebesar 104W pada kecepatan angin 5.62 m/s.

### Hubungan rata-rata kecepatan angin dan daya efektif turbin



Gambar 4. Hubungan rata-rata kecepatan angin dan daya efektif turbin.

Dapat kita lihat pada Gambar 4 diatas, daya efektif turbin merupakan hasil dari daya turbin dikali dengan 27% dimana 27% merupakan  $Cp_{max}$  dari blade kombinasi tipe savonius. Dimana pada kecepatan angin 3.73 m/s sampai 4.37 m/s menunjukkan daya efektif turbin yang didapat mengalami kenaikan secara stabil dan pada kecepatan angin 4.58 m/s samapi 5.62 m/s mengalami kenaikan yang cukup drastis dengan demikian kecepatan angin berbanding lurus terhadap daya efektif turbin.

## SIMPULAN

- Semakin tinggi kecepatan angin maka semakin besar putaran turbin yang dihasilkan. Kecepatan rata-rata angin tertinggi sebesar 5.62 m/s dengan kecepatan putaran turbin 845.36 rpm.
- Dari data kecepatan angin dan daya turbin yang dihasilkan diperoleh daya turbin tertinggi sebesar 104 W dengan kecepatan angin 5.62 m/s dan daya turbin terendah

sebesar 30.42W dengan kecepatan angin 3.73 m/s.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Saputra, M. (2016). Kajian Literatur Sudu Turbin Angin untuk Skala Kecepatan Angin Rendah. *Jurnal Mekanova*, Vol. 2 No. 1 , 74-83.
- [2]. Samuel, R & MS, Soeripno. (2013). Pengembangan Energi Angin di Indonesia. Bogor: Indonesia Wind Energy Society (IWES).
- [3]. Abraham, J. P., Plourde, B. D., Mowry, G. S., Minkowycz, W. J., & Sparrow, E. M. (2012). Summary of Savonius Wind Turbine Development and Future Applications for Small-Scale Power Generation. *Journal of Renewable and Sustainable Energy* , 1-20.
- [4]. Afungchui, D., Kamoun, B., & Helali, A. (2014). Vortical Structures in the Wake of the Savonius Wind Turbine by the Discrete Vortex Method. *Renewable Energy* , 174-179.
- [5]. Pamungkas, S. F., Wijayanto, D. S., Saputro, H., & Widiastuti, I. (2018). Performance "S" Type Savonius Wind Turbine with Variation of Fin Addition on Blade. *Annual Applied Science and Engineering Conference* , 1-7.
- [6]. Napitupulu, F. H., & Siregar, S. (2013). Perancangan Turbin Vertikal Axis Savonius dengan Menggunakan 8 Buah Sudu Lengkung. *Jurnal Dinamis*, Vol. 1, No. 13 , 24-36.
- [7]. Aryanto, F., Mara, I. M., & Nuarsa, M. (2013). Pengaruh Kecepatan Angin dan Variasi Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal. *Dinamika Teknik Mesin*, Vol. 3, No. 1 , 50-59.
- [8]. Saputra, C. I., Rustana, C. E., & Nasbey, H. (2015). Pengembangan Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Triple-Stage Savonius dengan Poros Ganda. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E Journal)*, Vol. 4 , 43-46.
- [9]. Nahkoda, Y. I., & Saleh, C. (2015). Rancang Bangun Kincir Angin Sumbu Vertikal Pembangkit Tenaga Listrik Portabel. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III* , 59-67.
- [10]. Teja, D. P. (2017). Studi Numerik Turbin Angin Darrieus-Savonius dengan Penambahan Stage Rotor Darrieus. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin, ITS.
- [11]. Giofani. (2010). Unjuk Kerja Kincir Angin Savonius Satu Tingkat dengan Variasi Jumlah Sudu 4 dan 6. Yogyakarta: Program Studi Teknik Mesin, Universitas Sanata Dharma.
- [12]. Trikurniawan, Y. W. (2017). Karakteristik Turbin Angin Savonius Termodifikasi Empat Sudu dengan Lima Variasi Sudut Pitch Rotor Turbin. Yogyakarta: Program Studi Teknik Mesin, Universitas Sanata Dharma.
- [13]. Arifin Sanusi, Sudjito Soeparman, Slamet Wahyudi, & Lilis Yulianti. (2016). Experimental Study of Combined Blade Savonius Wind Turbine. *INTERNATIONAL JOURNAL OF RENEWABLE ENERGY RESEARCH*. A.Sanusi et al., vol.6, No.2. 615-619.
- [14]. Pangestu, R., & Andriani H., S. A. (2017). Perancangan Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Savonius Bertingkat dengan Variasi Blade "Savonius Helical L Rotor". Bandung: Politeknik Negeri Bandung.