



## Pengaruh Variasi Radius Sudu Turbin Angin *Darrieus* Tipe Sudu-J

Sulistiyono<sup>1\*</sup>, Elka Faizal<sup>1</sup>, Alfi Tranggono Agus Salim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Soekarno Hatta No.09, Kota Malang, Indonesia

<sup>2</sup>Prodi Perkeretaapian, Politeknik Negeri Madiun, Kota Madiun, Indonesia

\* [sulistiyono@polinema.ac.id](mailto:sulistiyono@polinema.ac.id)

### INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 29/12/2020  
Naskah Direvisi 30/12/2020  
Naskah Disetujui 31/12/2020  
Naskah Online 31/12/2020

### ABSTRACT

*Utilization of alternative energy, therefore this wind turbine is used as an alternative energy power plant. So this experimental study is used to determine how much influence on the performance of the Darrieus type J-blade vertical shaft wind turbine by varying the blade radius. The method used is a true experimental research method. The independent variables in this study are variations in wind speed of 3, 4, 5, 6, and 7 m / s. The dependent variable in this research is shaft power and efficiency. Then the controlled variables in this study were the number of blades 3 and the front radius of the blade: 5, 10, and 15 mm. The test results and data processing shows that the blade radius of the Darrieus J-blade type of wind turbine affects the performance of the Darrieus J-blade type wind turbine. In testing the highest value was achieved at a blade radius of 15 mm with a wind speed of 7 m / s, namely the shaft power value of 0.323 Watt and the efficiency value of 4.673%.*

**Keywords:** Wind Turbine, Darrieus Wind Turbine, J-Blade, Shaft Power, and Efficiency.

### 1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi secara tepat guna akan menjadi suatu alternatif untuk mengatasi tingginya permintaan akan kebutuhan listrik tersebut.

Salah satu usaha pemerintah yang terkait dengan kebijakan energi tersebut adalah dengan mengembangkan dan meningkatkan keanekaragaman energi termasuk energi yang sangat potensial saat ini dan dimasa yang akan datang. Hal ini menunjukkan pentingnya pengembangan dibidang energi terbarukan. Sumber-sumber energi yang dikenal dengan sumber energi terbarukan seperti energi air, energi angin dan energi matahari, dalam pemanfaatannya dapat menghemat penggunaan energi fosil yang jumlahnya semakin terbatas.

Salah satu cara pemanfaatan energi angin adalah dengan menggunakan turbin angin. Turbin angin pada awalnya digunakan untuk membantu pekerjaan dalam bidang penggilingan padi, seiring dengan perkembangan teknologi. Turbin angin ini dimanfaatkan untuk pembangkit listrik.

Prinsip kerja dari turbin angin untuk pembangkit listrik adalah mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanis pada turbin angin, sehingga dapat menggerakkan poros yang memutar motor yang akan menghasilkan listrik. Salah satu jenis turbin angin adalah Turbin Angi Sumbu

Vertikal/Tegak (TASV) memiliki poros/sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus. Kelebihan utama susunan ini adalah turbin tidak harus diarahkan ke angin agar menjadi efektif. Kelebihan ini sangat berguna di tempat-tempat yang arah anginnya sangat bervariasi. TASV mampu mendayagunakan angin dari berbagai arah TASV terdiri dari beberapa jenis turbin angin, salah satunya adalah turbin angin *Darrieus*.

Unjuk kerja dari suatu turbin angin dapat dinyatakan dari daya poros, torsi, dan efisiensi turbin yang dihasilkannya. Oleh karena itu dalam studi eksperimental ini dapat diteliti seberapa besar pengaruh pada unjuk kerja turbin angin poros vertikal tipe *Darrieus* tipe sudu-J dengan memvariasikan radius sudu.

#### Energi Angin

Energi kinetik didapat ketika sebuah obyek yang memiliki massa bergerak dengan kecepatan translasi atau rotasi. Energi kinetik dapat dinyatakan dengan rumus:

$$E = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Keterangan:

E = energi dari udara yang bergerak (joule)  
m = massa udara (kg)

$v$  = kecepatan angin/detik (m/detik)  
 Jika  $A = d \times h$   
 $d$  = diameter sudu (m)  
 $h$  = tinggi sudu (m)

Dengan demikian maka energi yang dapat dihasilkan per satuan waktu adalah sesuai dengan rumus:

$$P_{\text{angin}} = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot v^3$$

Keterangan:

$P_{\text{angin}}$  = daya angin (W)  
 $\rho$  = kerapatan udara ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $A$  = luas penampang ( $\text{m}^2$ )

**Brake Horse Power (BHP)**

Brake Horse Power adalah daya dari turbin yang diukur setelah mengalami kerugian energi. Dalam percobaan nantinya BHP dinyatakan dengan menggunakan motor listrik. Dengan mengetahui besar tegangan yang dihasilkan maka bisa diketahui besarnya daya, dengan menggunakan hukum ohm seperti pada rumus:

$$P_{\text{motor}} = V \times I$$

Keterangan:

$P_{\text{motor}}$  = Daya motor listrik (Watt)  
 $V$  = Tegangan motor listrik (Volt)  
 $I$  = Arus listrik (Ampere)

Setelah didapatkan harga  $P_{\text{motor}}$  maka dapat dihitung BHP:

$$BHP = \frac{P_{\text{motor}}}{\eta_{\text{motor}}}$$

Keterangan:

BHP = Brake Horse Power (watt)  
 $\eta_{\text{motor}}$  = Efisiensi motor listrik (%)

**Efisiensi ( $\eta$ )**

Untuk menyatakan performa suatu mesin biasanya dinyatakan dalam efisiensi yang merupakan perbandingan antara efek manfaat yang digunakan dengan pengorbanan yang dilakukan. Rumus efisiensi adalah sebagai berikut:

$$\eta = \frac{BHP}{P_{\text{angin}}} \times 100\%$$

Keterangan:

$\eta$  = Efisiensi (%)

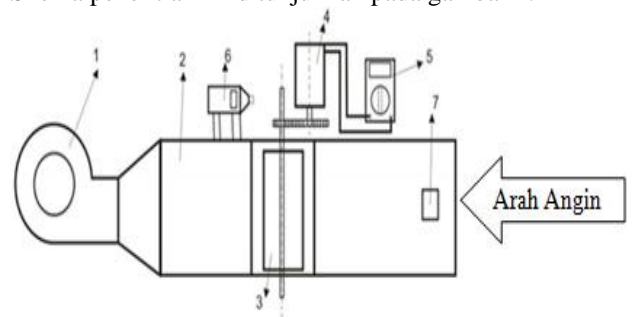
**2. METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang.

Dalam penelitian ini terdapat tiga variabel, yaitu variabel bebas adalah variasi kecepatan angin sebesar 3, 4, 5, 6, dan 7 m/s dan radius depan sudu: 5, 10, dan 15 mm. Variabel terikat

yaitu Daya poros, Torsi, dan Efisiensi yang dihasilkan turbin angin *Darrieus*. Sedangkan variabel terkontrol adalah jumlah sudu 3 buah.

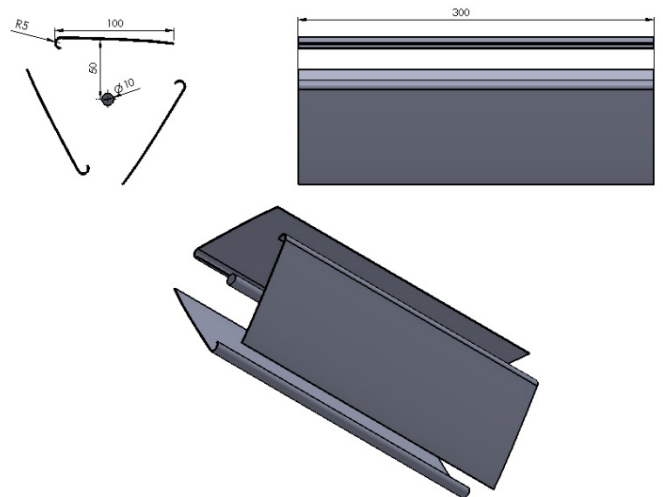
Skema penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1.



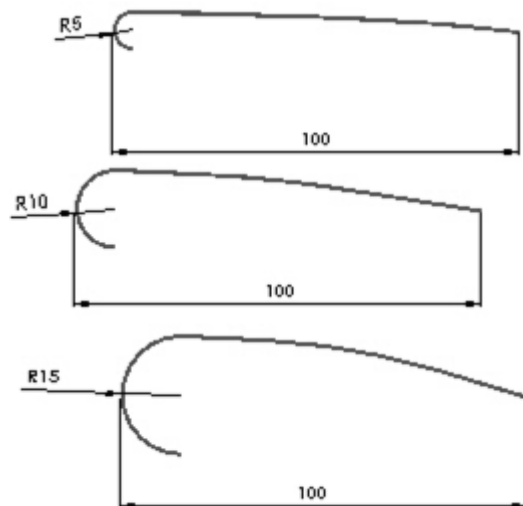
Gambar 1. Instalasi penelitian

Keterangan gambar:

1. Blower
2. Wind tunnel
3. Turbin angin *Darrieus*
4. Motor listrik
5. Digital Multitester
6. Digital Tachometer
7. Anemometer



Gambar 2 Rancangan turbin angin *Darrieus* sudu J

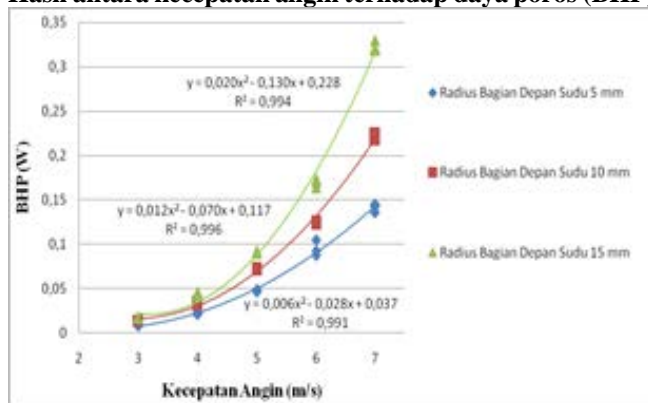


Gambar 3 Rancangan bentuk sudu

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan pemasangan semua instalasi penelitian seperti gambar 1, dimulai dengan turbin angin *Darrieus* variasi radius sudu 5 mm. Setelah terpasang, atur kecepatan angin dengan mengatur bukaan katup pada *blower*. Kecepatan angin diatur mulai dari 3 m/s dengan melihat *anemometer*. Setelah pengaturan kecepatan angin sudah sesuai, dapat dilakukan pengambilan data. Pengambilan data berupa putaran poros menggunakan *digital tachometer*, dan kuat arus yang dihasilkan motor listrik menggunakan *digital multimeter*. Langkah tersebut diulangi kembali untuk kecepatan angin 4, 5, 6, dan 7 m/s dan dilakukan juga pengulangan langkah-langkah tersebut dengan variasi radius sudu 10 dan 15 mm. Data yang didapat kemudian diolah untuk mengetahui pengaruh variasi radius sudu terhadap kinerja turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil antara kecepatan angin terhadap daya poros (BHP)

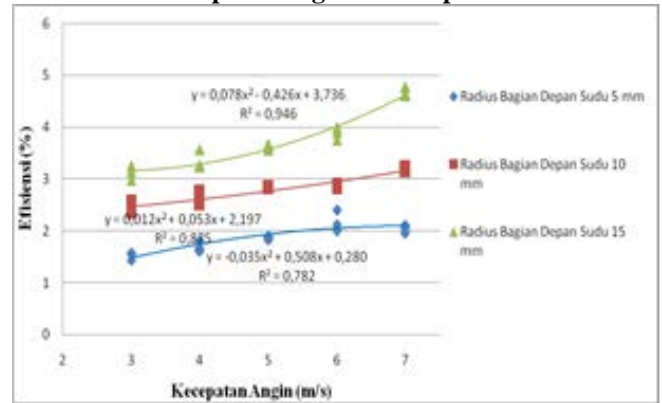


Grafik hubungan kecepatan angin terhadap daya poros (BHP)

Grafik hubungan antara kecepatan angin terhadap daya poros (BHP) pada grafik di atas, dapat dilihat bahwa kecepatan angin berpengaruh terhadap daya poros yang dihasilkan. Pada awal sampai akhir grafik hubungan kecepatan angin terhadap daya poros pada radius depan sudu yang sama mengalami kecenderungan yang meningkat. Semakin meningkatnya kecepatan angin akan menyebabkan semakin besar momentum angin yang menumbuk penampang sudu turbin tiap detik, maka perbedaan tekanan antara bagian depan sudu dan bagian belakang sudu akan semakin meningkat, sehingga gaya dorong yang dihasilkan juga semakin meningkat, akibat dari peningkatan gaya drag ini akan menyebabkan peningkatan putaran pada poros turbin. Peningkatan putaran pada poros turbin menyebabkan peningkatan pada tegangan dan arus yang dihasilkan motor listrik. Semakin tinggi tegangan dan arus motor listrik yang dihasilkan, daya motor listrik semakin meningkat.

Dari grafik 1, dapat diketahui bahwa turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J dengan radius bagian depan sudu 15 mm mempunyai nilai daya poros yang lebih besar jika dibandingkan dengan turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J dengan radius bagian depan sudu yang lainnya. Pada turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J dengan radius bagian depan sudu 15 mm, daya poros tertinggi dicapai pada kecepatan angin 7 m/s, dan daya poros terendah dicapai pada kecepatan angin 3 m/s.

#### Hasil antara kecepatan angin terhadap efisiensi



Grafik hubungan kecepatan angin terhadap efisiensi

Grafik hubungan antara kecepatan angin terhadap efisiensi ( $\eta$ ) pada grafik 3, dapat dilihat hubungan antara kecepatan angin dan efisiensi, bahwa semakin meningkatnya kecepatan angin maka kenaikan daya poros semakin besar dan mengakibatkan efisiensi juga meningkat. Peningkatan efisiensi ini dikarenakan efisiensi merupakan perbandingan antara daya poros dengan daya angin, seperti yang telah dijelaskan pada pembahasan grafik 1, sehingga efisiensi yang dihasilkan juga semakin meningkat.

Dari grafik 3, dapat diketahui bahwa turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J dengan radius bagian depan sudu 15 mm mempunyai nilai efisiensi yang paling besar jika dibandingkan dengan turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J dengan radius bagian depan sudu yang lainnya. Pada turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J efisiensi tertinggi dicapai pada radius bagian depan sudu 15 mm dengan kecepatan angin 7 m/s, dan efisiensi terendah dengan kecepatan angin 3 m/s. Hal ini dikarenakan semakin bertambahnya peningkatan kecepatan angin maka luas bidang terima semakin besar, sehingga gaya dorong yang dihasilkan angin dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh turbin *Darrieus* tipe sudu-J ini.

### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa kecepatan angin dan radius sudu berpengaruh terhadap kinerja turbin angin *Darrieus* tipe sudu-J. Pada radius bagian depan sudu yang semakin besar dan kecepatan angin yang meningkat, diperoleh daya poros, torsi, dan efisiensi yang semakin meningkat pula.

### 5. DAFTAR PUSTAKA

WWEA; 2011: *10th World Wind Energy Conference & Renewable Energy Exhibition*; World Wind Energy Association WWEA 2011, Bonn.  
 Daryanto, 2007, "Kajian Potensi angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu". Balai PPTAGG-UPT-LAGG, Yogyakarta  
 Decoste, Josh; 2004 "Self-Starting Darrieus Wind Turbine". Department of Mechanical Engineering, Dalhousie University.  
 El-Sayed, A. F. dan Abdel Azim. 1995. "Dynamics of Vertical Axis Wind Turbines (Darrieus Type)". Zagazig University.  
 Giancoli, Douglas C.; 1995: *Physics Fourth Edition*; Prentice Hall International Inc., New Jersey.

- Hau, E. 2006. *Wind Turbines Fundamentals, Technologies, Applications, Economics 2nd Edition*, Berlin: Springer.
- Kadir, Abdul; 1996: *Energy*; UIP, Jakarta.
- Reksoatmodjo, Tedjo Narsoyo; 2004: *Vertical Axis-Differential Dragmill*; UNJANI, Semarang
- Sri Waluyanti, dkk. 2008. *Alat Ukur dan Teknik Pengukuran Jilid 1*. Jakarta: *Departemen Pendidikan Nasional*
- Tong, W. 2010. *Wind Power Generation and Wind Turbine Design*. USA: WIT Press.
- White, Frank M.;1986 : *Fluid Mechanics*; McGraw Hill Book Company, New York.
- Bueche, F. J.; 1988: *Fisika*; Erlangga, Jakarta.