

# PERANCANGAN KINCIR ANGIN SUMBU VERTIKAL EMPAT SUDU DENGAN KELENGKUNGAN 90°

Peri Pitriadi<sup>1</sup>, Reza Bachmid<sup>2</sup> dan I Made Susanto<sup>3</sup>

<sup>123)</sup>Politeknik Batulicin  
Batulicin, Kalimantan Selatan ,72273

peripitriadisst@gmail.com

## ABSTRAK

Energi angin merupakan salah satu sumber daya yang berlimpah, ramah lingkungan dan bersifat *renewable*, untuk itu sangat berpotensi untuk dikembangkan. Energi yang dapat dimanfaatkan dari angin adalah energi kinetik yang diubah menjadi energi mekanik atau gerak. Dalam pemanfaatan angin sebagai sumber energi terutama sebagai energi gerak, dibutuhkan alat yang berfungsi sebagai penangkap energi dari angin yang dikenal sebagai kincir angin. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan dan menjelaskan kinerja terbaik dari kincir angin sumbu vertikal empat sudu dengan kelengkungan 90°. Pengembangan kincir yang dilakukan dari bentuk sudu kincir savonius menjadi kelengkungan 90° yakni dirancang dengan aspek rasio = 2,8, *overlap* = 0,2 dan luas penampang kincir angin adalah 0,07 m<sup>2</sup>. Berdasarkan hasil penelitian, kincir angin sumbu vertikal empat sudu mampu mengekstraksi daya angin menjadi daya generator (*output*) rata-rata 15%. Kinerja terbaik dari kincir angin sumbu vertikal empat sudu dengan kelengkungan 90° memiliki nilai koefisien power tertinggi pada kecepatan angin = 2,4 m/s yaitu sekitar 0,25.

**Kata kunci:** Energi angin, Kincir Angin tipe sudu 90°, Empat Sudu, Koefisien power

## PENDAHULUAN

Potensi energi angin di Indonesia yaitu rata-rata berkisar antara 3-6 m/s. Oleh karena itu diperlukan sistem konversi energi angin yang sesuai dengan profil kecepatan angin di Indonesia (Fitrandi & Siregar, 2014).

Untuk memanfaatkan energi angin tersebut digunakan kincir angin yang saat ini banyak digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Prinsip dasar kerja dari kincir angin untuk pembangkitan listrik adalah mengubah energi mekanik dari angin menjadi energi putar pada kincir, lalu putaran kincir digunakan untuk memutar generator yang akan menghasilkan listrik. Salah satu jenis kincir angin adalah kincir angin sumbu vertikal yang memiliki poros atau sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus (Bahri dkk., 2014).

Kincir angin sumbu vertikal mampu memanfaatkan angin dari berbagai arah serta memiliki kemampuan *self-starting* yang bagus, sehingga hanya membutuhkan angin dengan kecepatan rendah untuk dapat memutar rotor dari kincir. Selain itu, torsi yang dihasilkan kincir angin jenis sumbu vertikal relatif tinggi. Peningkatan koefisien daya tergantung pada desain dari kincir angin Savonius yang dimodifikasi (Mamoto, 2011).

Pada dasarnya, banyak faktor yang dapat mempengaruhi performansi kincir angin savonius. Namun dalam penelitian ini, variabel yang diteliti yaitu pengaruh variasi profil kurva *blade* terhadap daya yang dihasilkan kincir angin untuk angin berkecepatan rendah. Diduga profil kurva *blade* dengan panjang sumbu lebih besar akan menghasilkan daya yang lebih tinggi dibanding profil kurva *blade* dengan panjang sumbu lebih kecil (Pradana dkk., 2013).

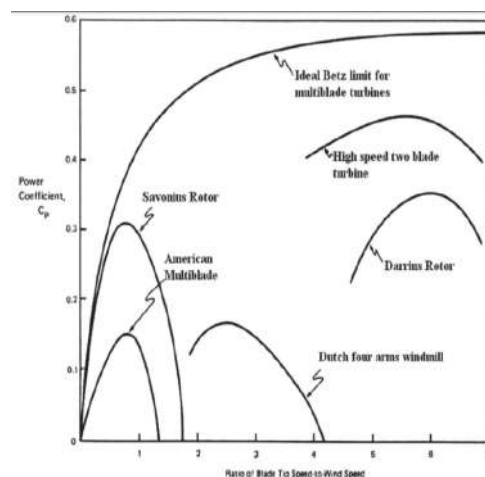
Dalam beberapa penelitian terdahulu tentang rancang bangun kincir angin vertikal jenis savonius tipe U dengan variasi jumlah sudu 2, 3 dan 4 diperoleh bahwa kincir konvensional 2 sudu dengan adanya *circular shield* memperlihatkan performa yang lebih

baik dibandingkan dengan kincir angin lebih dari 2 sudu. *Circular shield* mampu menambah dan meningkatkan torsi awal untuk memulai putaran awal kincir dan mampu menambah putaran kincir secara signifikan. Nilai koefisien power meningkat cukup tinggi rata-rata peningkatannya sebesar 87% (Haqqi dkk., 2013). Penelitian ini difokuskan pada kincir angin sumbu vertikal dengan tujuan untuk mendapatkan desain dari kincir angin sumbu vertikal yang dapat menghasilkan efisiensi pada profil kecepatan angin di Indonesia yang rendah dan fluktuatif.

## METODE PENELITIAN

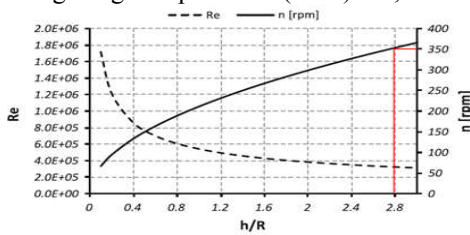
### Rancangan Kincir

Kincir angin sumbu vertikal tipe sudu 90° merupakan hasil pengembangan dari kincir angin savonius konvensional yang berdasarkan hasil penelitian terdahulu memiliki koefisien power maksimal sekitar 0,3.



Gambar 1. Faktor daya sebagai fungsi TSR berbagai jenis turbin

Pengembangan dilakukan pada bentuk sudu yaitu menjadi kelengkungan 90°. Selain dari pengembangan bentuk sudu, kincir angin sumbu vertikal tipe sudu 90° dirancang dengan aspek rasio ( $h / R$ ) = 2,8 .



**Gambar 2.** Pengaruh aspek rasio ( $h / R$ ) pada kinerja VAWT

Tinggi kincir ( $h$ ) yang dipilih adalah 30,8 cm maka jari-jari kincir ( $R$ ) adalah

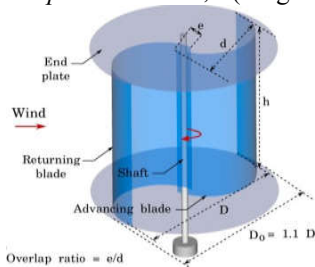
$$(h / R) = 2,8$$

$$(30 \text{ cm} / R) = 2,8$$

$$R = 30,8 \text{ cm} / 2,8$$

$$R = 11 \text{ cm}$$

Dalam menentukan besarnya *overlap* maka digunakan *overlap ratio*  $e/d = 0,2$  (Sargolzaei, 2007).



**Gambar 3.** Bagian kincir angin savonius

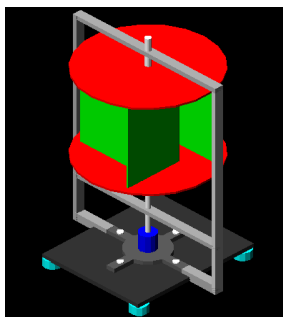
Berdasarkan gambar diatas jika  $d = 11 \text{ cm}$ , sehingga *overlap* kincir ( $e$ ) dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$e/d = 0,2$$

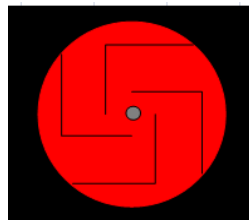
$$e/11 \text{ cm} = 0,2$$

$$e = 11 \text{ cm} \times 0,2$$

$$e = 2,2 \text{ cm}$$



(a)



(b)

**Gambar 4.** (a) Kincir angin sumbu vertikal tipe sudu 90° dengan 4 sudu (b) bentuk tipe sudu 90° dengan 4 buah sudu

**Metode pengumpulan data**

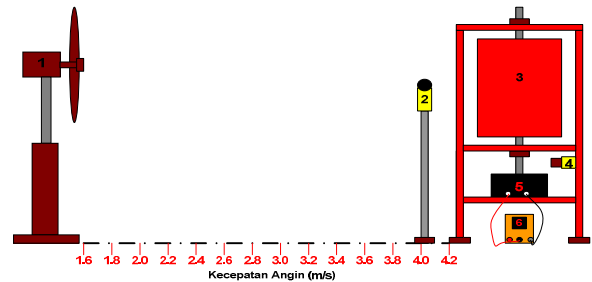
Pengujian karakteristik kincir ini terdiri dari pengukuran kecepatan angin dari sumber angin, dan pengukuran putaran kincir, tegangan dan arus keluaran generator DC pada masing-masing variasi kecepatan angin. Kecepatan angin diukur dengan menggunakan *anemometer*. Pengambilan data ini dilakukan dengan variasi kecepatan angin dari 1,6 m/s sampai 4,2 m/s. Pengukuran ini diulang beberapa kali dan diambil nilai yang paling banyak muncul. Ketika pengambilan data,

*anemometer* disangga agar posisinya konstan terhadap sumber angin.

Pengukuran kecepatan angin dilakukan dengan tidak menyertakan kincir, hal ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan angin sebelum menumbuk kincir. Apabila pengukuran kecepatan angin dilakukan bersamaan dengan pengukuran kecepatan putar kincir, hasil pengukuran akan sedikit berbeda karena putaran kincir akan mempengaruhi nilai kecepatan angin yang diukur oleh *anemometer*.

Pengukuran selanjutnya adalah pengukuran putaran kincir terhadap variasi kecepatan angin. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *tachometer*. Alat ini menggunakan sumber cahaya yang dapat disinkronisasi dengan setiap putaran benda. Sebelum pengukuran dilakukan, kincir diberi tanda terlebih dahulu, misalnya dengan menempelkan kertas putih pada poros kincir untuk mempermudah pembacaan nilai putaran kincir.

Pengukuran tegangan dan arus keluaran generator DC dilakukan dengan menggunakan multimeter digital. Pengukuran dilakukan untuk setiap variasi kecepatan angin dengan memeberikan beban konstan yaitu 8 lampu *led* dimana total beban adalah 5,6 ohm .



**Gambar 5.** Desain penelitian

**Keterangan:**

1. Kipas angin
2. Anemometer
3. Kincir Angin kelengkungan 90°
4. Tachometer
5. Generator DC
6. Multimeter



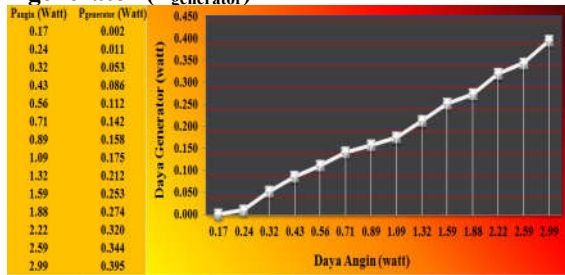
**Gambar 6.** Rangkaian penelitian

**Tahap Penelitian**

- a. Menghidupkan *blower*
- b. Mengatur kecepatan angin pada *blower* (kipas angin)
- c. Pengukuran putaran poros kincir angin dengan digital *tachometer*,
- d. Pengukuran kecepatan angin menggunakan *anemometer*
- e. Pengukuran tegangan dan arus keluaran generator DC dengan menggunakan multimeter

## HASIL DAN PEMBAHASAN

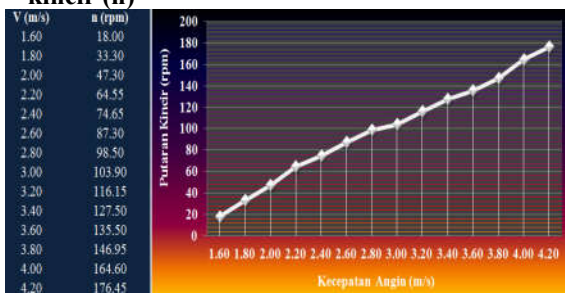
### a. Pengaruh daya angin ( $P_{\text{angin}}$ ) terhadap daya generator ( $P_{\text{generator}}$ )



**Gambar 7.** Grafik hubungan antara daya angin dengan daya generator

Perbandingan daya angin ( $P_{\text{angin}}$ ) dan daya generator ( $P_{\text{generator}}$ ) yang merupakan keluaran dari kincir angin menunjukkan bahwa  $P_{\text{generator}}$  semakin naik seiring dengan kenaikan  $P_{\text{angin}}$ . Kincir angin dengan empat sudu mampu mengekstraksi daya angin menjadi daya generator (*output*) rata-rata 15%. Untuk daya angin tertinggi pada pengujian ( $v = 4,2 \text{ m/s}$ ) yaitu 2,99 watt daya *output* generator 0,395 watt, yang artinya kincir angin hanya mampu mengekstraksi daya angin menjadi daya generator sebesar 13% dan untuk daya angin terendah pada pengujian ( $v = 1,6 \text{ m/s}$ ) yaitu 0,17 watt daya *output* generator 0,02 watt. Kemampuan kincir untuk mengekstraksi daya angin menjadi daya generator yang paling baik pada kecepatan angin 2,4 m/s dimana daya angin = 0,56 watt dan daya keluaran generator 0,112 watt yang artinya kemampuan kincir untuk mengekstraksi daya angin menjadi daya generator sebesar 20%. Kincir angin empat sudu memiliki efisiensi yang sangat rendah pada kecepatan angin rendah di akibatkan karena berat kincir.

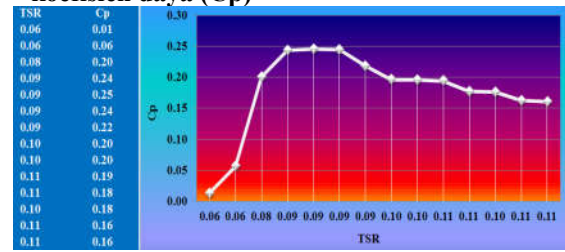
### b. Pengaruh kecepatan angin ( $V$ ) terhadap putaran kincir ( $n$ )



**Gambar 8.** Grafik hubungan antara kecepatan angin dengan putaran kincir

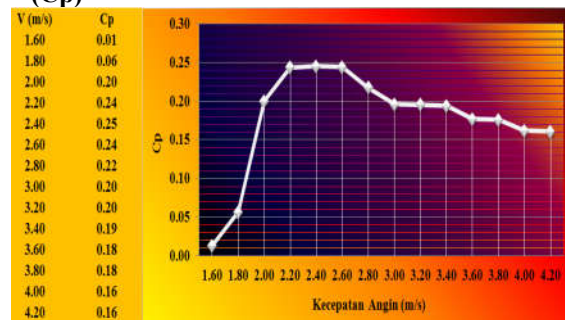
Pengaruh kecepatan angin ( $v$ ) terhadap putaran kincir ( $n$ ) adalah semakin tinggi kecepatan angin maka semakin tinggi pula putaran kincir. Kincir angin dengan empat sudu pada kecepatan angin terendah 1,6 m/s mampu menghasilkan putaran sebesar 18,00 rpm dan untuk kecepatan angin tertinggi pada pengujian yaitu 4,2 m/s dapat menghasilkan putaran kincir 176,45 rpm.

### c. Hubungan antara tip speed ratio (TSR) dengan koefisien daya ( $C_p$ )



**Gambar 9.** Grafik hubungan antara TSR dengan  $C_p$   
Kincir angin dengan empat sudu memiliki nilai koefisien power tinggi pada  $\text{TSR} = 0,09$  yaitu sekitar 0,25 dan koefisien power terendah pada  $\text{TSR} = 0,06$  yaitu sekitar 0,01. Rendahnya koefisien power pada kecepatan angin rendah di akibatkan bobot kincir yang besar sehingga putaran yang di hasilkan sangat kecil.

### d. Pengaruh kecepatan angin ( $V$ ) koefisien daya ( $C_p$ )



**Gambar 10.** Grafik hubungan antara kecepatan angin dengan  $C_p$

Kincir angin dengan empat sudu memiliki nilai koefisien power yang jauh lebih pada kecepatan angin = 2,4 m/s yaitu sekitar 0,25 dan koefisien power terendah pada kecepatan angin = 1,6 m/s.

## KESIMPULAN

1. Pengembangan kincir angin sumbu vertikal empat sudu yang dilakukan dari bentuk sudu kincir savonius menjadi kelengkungan  $90^\circ$  dengan aspek rasio = 2,8 *overlap* = 0,2 dan luas penampang  $0,07 \text{ m}^2$  mampu mengekstraksi daya angin menjadi daya generator (*output*) rata-rata 15%.
2. Kinerja terbaik dari kincir angin sumbu vertikal empat sudu dengan kelengkungan  $90^\circ$  memiliki nilai koefisien power terbaik pada kecepatan angin = 2,4 m/s yaitu sekitar 0,25.

## REFERENSI

- Bahri S. dkk. (2014). Unjuk kerja turbin angin savonius dua tingkat empat sudu lengkung L. Jurnal Seminar Tahunan Teknik Mesin, 6(1): 978-602.
- Budi F. dkk.(2011). Kincir angin poros vertikal sebagai alternatif penggerak pompa irigasi perkebunan di desa karyamukti. Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung, 6(3): 1-6.
- Fitrandi R. & Siregar I. (2014). Karakteristik turbin angin savonius 2 dan 3 blade dengan menggunakan bantuan guide vane. Jurnal Teknik Mesin, 7(2): 125-131.
- Haqqi M. dkk.(2013). Rancang bangun turbin angin vertikal jenis savonius dengan variasi jumlah blade

- terintegrasi circular shield untuk memperoleh daya maksimum. *Jurnal Teknik Pomits*, 6(1): 1-6.
- Marnoto. (2011). Peningkatan efisiensi kincir angin poros vertikal melalui sistem melalui buka tutup sirip 3 sudu. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(2):122-129.
- Pradana A. dkk.(2013). Rancang bangun turbin angin vertikal jenis savonius dengan variasi profil kurva blade untuk memperoleh daya maksimum. *Jurnal Teknik POMITS*, 6(1): 1-6.
- Sarjono B. dkk. (2011). Pengaruh perubahan jumlah blade spiral 5 & 3 terhadap performa kincir angin savonius dengan bentuk blade spiral. *Majalah Ilmiah STTR Cepu*, 7(1): 1693 – 7066.
- Sargolzaei. (2007). Prediction of the power ratio and torque in wind turbine Savonius rotors using artificial neural networks. *Proceedings of the WSEAS International Conference on Renewable Energy Sources*, 6(6): 7-12.