

# Studi Karakteristik Kincir Angin Sumbu Horizontal 8,6 dan 4 Sudu Di Lembang Ullin Kecamatan Rembon, Kabupaten Tana Toraja

Sallolo Suluh<sup>1)</sup>, Petrus Sampelawang<sup>2)</sup>,  
Markus Rerung<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Kristen Indonesia Toraja  
Jl. Nusantara No. 12 Makale  
Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan

<sup>1)</sup> sallolonel@gmail.com, <sup>2)</sup>sampelawang@ukitoraja.ac.id

## ABSTRAK

*Kincir angin sumbu horisontal yang di teliti di Buntu Batu Tokkon merupakan kincir angin yang dapat beroperasi dengan baik pada kecepatan angin tinggi, dapat dijadikan sebagai pembangkit listrik dan juga dapat keindahan objek wisata. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya, torsi dan efisiensi yang didapatkan dari variasi sudu yang digunakan. Metode Penelitian ini dilakukan adalah metode experimental dengan variasi jumlah sudu 4, 6 dan 8 bilah sudu dengan dimensi kincir diameter sudu 2000 mm, lebar sudu 80 mm, ketebalan sudu 02 mm, jari-jari poros 2 mm. Hasil penelitian diperoleh putaran maksimum yang dihasilkan oleh kincir angin pada jumlah sudu 8 adalah 130,97 rpm, daya maksimum yang dihasilkan oleh kincir angin adalah 6,43 Watt, Pada beban 4 kg, Torsi maksimum yang dihasilkan oleh kincir angin adalah 1,57 Nm, pada beban 8 kg, efisiensi maksimum yang dihasilkan oleh kincir angin adalah 18,55% pada beban 4 kg.*

**Kata kunci:** Kincir Angin Horisontal, variasi jumlah sudu, Daya, Torsi, Efisiensi.

## I. Pendahuluan

Menipisnya cadangan energi fosil di Indonesia dan kenyataan yang harus kita terima bahwa pemakaian energi berbahan dasar dari fosil telah menjadi salah satu penyebab terjadinya kelangkaan energi, maka sudah saatnya untuk menggalakkan pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan yang dimiliki. Indonesia memiliki potensi dan cadangan energi terbarukan yang besar, seperti tenaga matahari, panas bumi, air dan angin.

Salah satu pemanfaatan energi angin adalah penggunaan kincir angin yang banyak di-

gunakan untuk kebutuhan pertanian, seperti untuk menggerakkan pompa untuk keperluan irigasi, serta kebutuhan akan energi yaitu sebagai pembangkit listrik energi angin. Berbagai macam penemuan kincir angin sebagai pembangkit energi alternatif sudah ditemukan sejak lama dengan berbagai macam bentuk desain. Melihat penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nur Akhlis, dkk(2016) mendapatkan efisiensi sebesar 4,62% dengan variasi pitch 550 dan Ilmi Abdullah, dkk (2016) menghasilkan aya efektif dari angin yang dihasilkan oleh suatu turbin angin antara 0,38 s.d

1,32 W dengan diameter sapuan 1 m kincir sebesar Kincir angin tipe horisontal adalah salah satu macam kincir angin yang ditemukan sebagai pemanfaatan energi angin yang bekerja dengan memanfaatkan kecepatan angin. Bentuk sudu dibuat sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan gaya dorong yang akan memutar rotor. Besarnya putaran rotor yang dihasilkan berbanding lurus dengan besarnya kecepatan angin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan jumlah sudu terhadap daya kincir, Torsi kincir dan efisiensi kincir.

## II. Metode Penelitian

### A. Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Lembang Ulin, Kecamatan Rembon, Kab. Tana Toraja, pada bulan Mei – Juni 2018.

### B. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dengan menggunakan metode experimental dengan memanfaatkan kincir angin sebagai sumber energi alternatif menghasilkan energi listrik dengan variasi 3 (tiga) jenis sudu yang digunakan.

### C. Peralatan Pengujian

1. Anemometer digital, digunakan untuk mengukur kecepatan angin dan suhu lingkungan.
2. Tachometer, berfungsi untuk mengukur putaran sudu
3. Timbangan, berfungsi untuk mengukur berat pembebanan

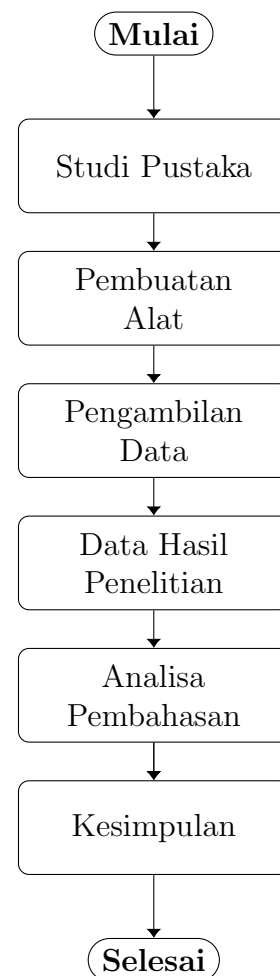
### D. Prosedur Penelitian

Jikadiuraikan, tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menentukan data kondisi sekitar misal: kecepatan angin.
2. Menentukan spesifikasi awal kincir angin melalui perhitungan.

3. Menentukan profil sudu (airfoil) kincir angin.
4. Membuat desain perancangan kincir angin.
5. Pembuatan kincir angin.
6. Optimasi sudu kincir angin.
7. Melakukan pengujian kinerja kincir angin.
8. Analisis data dari pengujian kincir angin.

### E. Diagram Alir



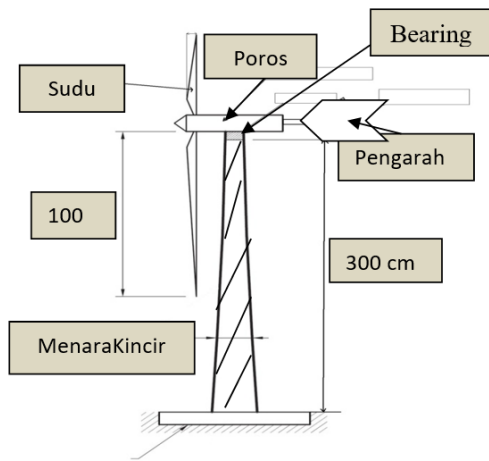
Gambar 1: Diagram Alir

### F. Layout Kincir

## III. Hasil dan Pembahasan

### A. Data

Pengambilan data dilakukan pada Bulan Juni 2016, bertempat di Batu Tokkon, Lembang



Gambar 2: Layout kincir

Ullin, Kecamatan Rembon, KabupatenTana Toraja.

- a. Temperatur lingkungan : 23 – 26°C
- b. Jumlah sudu : 8, 6 dan 4
- c. Diameter kincir : 2000 mm
- d. Lebar sudu : 80 mm
- e. Jari-jari pulli : 20 mm
- f. Ketebalan sudu : 2 mm
- g. Diameter poros : 20 mm
- h. Tinggi kincir : 3000 mm

### B. Perhitungan

Dari data penelitian di atas maka dapat dihitung:

#### B.1. Kerapatan udara

Dalam pengujian yang dilakukan diketahui bahwa suhu lingkungan adalah 23°C – 26°C. Berdasarkan tabel kerapatan dan kekentalan udara pada suhu 23°C,tekanan 1atm, maka kerapatan udara ( $\rho$ ) adalah 1,192 kg/m<sup>3</sup>.

#### B.2. Daya energi angin

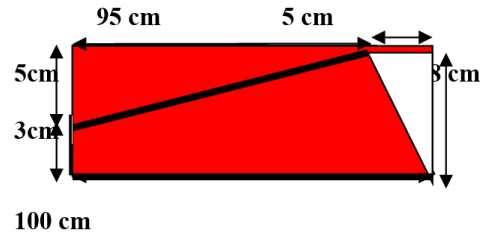
Energi yang dimiliki oleh angin dapat diperoleh dari persamaan:

$$P_w = \frac{1}{2} \rho A v^3 \text{ (Watt)}$$

dimana:

- $P_w$  : daya energi angin (Watt)
- $\rho$  : kerapatan udara (kg/m<sup>3</sup>)
- $A$  : luas penampang blade (m<sup>2</sup>)
- $v$  : kecepatan udara (m/s<sup>2</sup>)

Contoh perhitungan untuk jumlah sudu 8, dengan pembebanan 2 kg

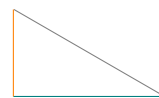


Gambar 3: Luas Penampang Blade



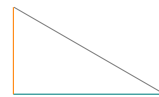
Luas persegi panjang:

$$\begin{aligned} &= p \times l \\ &= 100 \text{ cm} \times 8 \text{ cm} \\ &= 800 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$



Luas segitiga:

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} a \times t \\ &= \frac{1}{2} 5 \text{ cm} \times 95 \text{ cm} \\ &= 2,5 \text{ cm} \times 95 \text{ cm} \\ &= 237,5 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$



Luas segitiga:

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} a \times t \\ &= \frac{1}{2} 5 \text{ cm} \times 8 \text{ cm} \\ &= 2,5 \text{ cm} \times 8 \text{ cm} \\ &= 20 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Jadi luas penampang blade adalah:

$$\begin{aligned} A &= 800 \text{ cm}^2 - (237,5 \text{ cm}^2 + 20 \text{ cm}^2) \\ &= 800 \text{ cm}^2 - 257,5 \text{ cm}^2 \\ &= 542,5 \text{ cm}^2 \\ &= 0,054 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dengan jumlah blade 8 buah maka luas keseluruhan adalah:

$$\begin{aligned} A &= 0,054 \text{ m}^2 \times 8 \\ &= 0,43 \text{ m}^2 \\ P_w &= \rho \frac{1}{2} A v^3 \text{ (Watt)} \\ P_w &= \frac{1}{2} 1,192 \text{ kg/m}^3 \times 0,43 \text{ m}^2 \times 5,103 \text{ m/s} \\ P_w &= 34,00 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

### B.3. Torsi kincir

Torsi dapat diperoleh dengan menggunakan sistem pengereman dengan menggantung beban pada pulli yang berputar, atau dengan persamaan:

$$\tau = F \times r \text{ (Nm)}$$

dimana:

$$\begin{aligned} \tau &= \text{torsi (Nm)} \\ F &= \text{gaya pembebanan (N)} \\ r &= \text{jari-jari (m)} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan torsi pada jumlah sudu 8 dengan pembebanan 2 kg.

$$\begin{aligned} \tau &= F \times r \text{ (Nm)} \\ F &= 19,62 \times 0,02 \text{ m} \\ r &= 0,39 \text{ m} \end{aligned}$$

### B.4. Daya kincir

Daya kincir merupakan output dari daya angin. Daya kincir dapat diperoleh dengan persamaan:

$$P_t = \tau \omega \text{ (Watt)}$$

dimana:

$$\begin{aligned} P_t &= \text{daya kincir (Watt)} \\ \tau &= \text{torsi (Nm)} \\ \omega &= \text{putaran rotor (rad/detik)} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan daya kincir pada jumlah sudu 8, putaran 96,67 rpm dengan pembebanan 2 kg.

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{2\pi \tilde{n}}{60} \\ &= \frac{2 \times 3,14 \times 96,67 \text{ rpm}}{60} \end{aligned}$$

$$= 10,12 \text{ rad/detik}$$

$$\begin{aligned} P_t &= \tau \omega \text{ (Watt)} \\ &= 0,39 \text{ Nm} \times 10,12 \text{ rad/detik} \\ &= 3,97 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

### B.5. Efisiensi kincir

Efisiensi kincir merupakan perbandingan antara daya output dan input dari kincir angin. Ditulis dengan persamaan:

$$\eta = \frac{P_t}{P_w} \times 100\%$$

dimana:

$$\begin{aligned} \eta &= \text{efisiensi Kincir angin (\%)} \\ P_t &= \text{data kincir (Watt)} \\ P_w &= \text{daya energi angin (Watt)} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan efisiensi kincir pada jumlah sudu 8, dengan pembebanan 2 kg.

$$\eta = \frac{P_t}{P_w} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{3,97}{3,400} \times 100\%$$

$$\eta = 11,68\%$$

### B.6. Tabel data hasil perhitungan

## IV. Pembahasan

Dengan selesainya penelitian dan pengolahan data pada kincir angin tipe horisontal, maka diperoleh data daya energi angin, torsi, daya kincir, serta efisiensi dari kincir. Berikut adalah grafik dari data hasil penelitian. Karakteristik kincir angin pada grafik di atas yaitu pengaruh antara putaran terhadap daya kincir. Daya maksimum yang dihasilkan kincir pada jumlah sir pada jumlah sudu 6 adalah sebesar 4,29 Watt pada beban 3 kg. Daya maksimum yang dihasilkan kincir pada jumlah sudu 4 adalah sebesar 2,12 Watt pada beban 2 kg. sudu 8 adalah sebesar 6,43 Watt pada beban 4 kg. Karakteristik kincir angin pada gambar di atas pengaruh antara putaran terhadap torsi kincir yaitu, Torsi maksimum

**Tabel 1:** Pengaruh putaran terhadap daya kincir

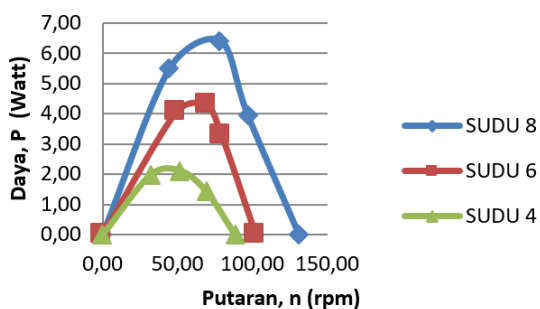
No.	Jumlah Sudu	Kecepatan Angin v(m/s)	Beban (kg)	Putaran Kincir (rpm)	Daya Kincir Pt(Watt)
1	8	5,30	0	130,97	0,00
		5,10	2	96,67	3,97
		5,10	4	78,27	6,43
		5,03	6	44,50	5,48
		3,73	8	0,00	0,00
2	6	4,57	0	102,37	0,00
		5,63	2	79,67	3,27
		5,7	3	69,67	4,29
		5,77	4	49,43	4,06
		5,13	6	0,00	0,00
3	4	5,30	0	88,47	0,00
		5,17	1	69,43	1,43
		5,43	2	51,60	2,12
		5,70	3	32,00	1,97
		5,20	5	0,00	0,00

**Tabel 2:** Pengaruh putaran terhadap torsi kincir

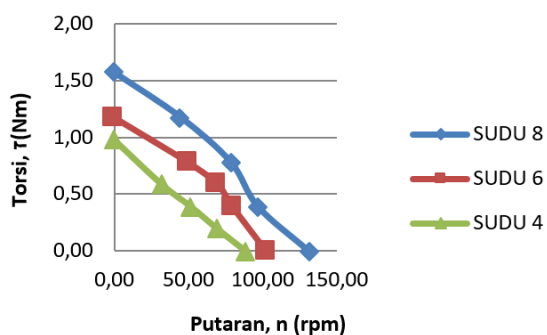
No.	Jumlah Sudu	Kecepatan Angin v(m/s)	Beban (kg)	Putaran Kincir $\omega$ (rpm)	Torsi Kincir Nm
1	8	5,30	0	130,97	0,00
		5,10	2	96,67	0,39
		5,10	4	78,27	0,78
		5,03	6	44,50	1,18
		3,73	8	0,00	1,57
2	6	4,57	0	102,37	0,00
		5,63	2	79,67	0,39
		5,7	3	69,67	0,59
		5,77	4	49,43	0,78
		5,13	6	0,00	1,18
3	4	5,30	0	88,47	0,00
		5,17	1	69,43	7,88
		5,43	2	51,60	0,39
		5,70	3	32,00	0,59
		5,20	5	0,00	0,98

**Tabel 3:** Pengaruh putaran terhadap efisiensi kincir

No.	Jumlah Sudu	Kecepatan Angin v(m/s)	Beban (kg)	Putaran Kincir (rpm)	Efisiensi Kincir (%)
1	8	5,30	0	130,97	0,00
		5,10	2	96,67	11,68
		5,10	4	78,27	18,91
		5,03	6	44,50	16,78
		3,73	8	0,00	0,00
2	6	4,57	0	102,37	0,00
		5,63	2	79,67	9,60
		5,7	3	69,67	12,15
		5,77	4	49,43	11,10
		5,13	6	0,00	0,00
3	4	5,30	0	88,47	0,00
		5,17	1	69,43	7,88
		5,43	2	51,60	10,08
		5,70	3	32,00	8,12
		5,20	5	0,00	0,00

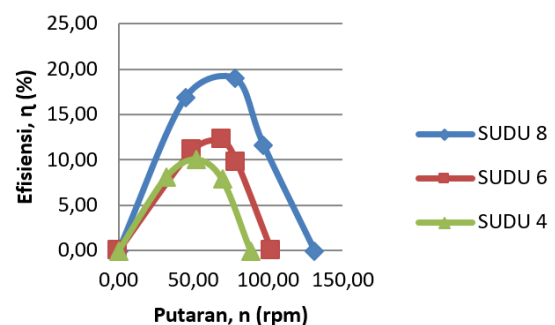


**Gambar 4:** Grafik pengaruh hubungan putaran terhadap daya pada setiap sudu



**Gambar 5:** Grafik pengaruh hubungan putaran terhadap torsi pada setiap sudu

yang dihasilkan kincir pada jumlah sudu 8 adalah sebesar 1,57 Nm pada beban 8 kg. Torsi maksimum yang dihasilkan kincir pada jumlah sudu 6 adalah sebesar 1,18 Nm pada beban 6 kg. Torsi maksimum yang dihasilkan kincir pada jumlah sudu 4 adalah sebesar 0,98 Nm pada beban 5 kg. Karakteris-



**Gambar 6:** Grafik pengaruh hubungan putaran terhadap efisiensi pada setiap sudu

tik kincir angin pada grafik di atas pengaruh antara putaran terhadap efisiensi kincir. Efisiensi maksimum yang dihasilkan kincir pada jumlah sudu 8 adalah sebesar 18,91%, pada beban 4 kg. Efisiensi maksimum yang dihasilkan kincir pada jumlah sudu 6 adalah

sebesar 12,15%, pada beban 3 kg. Efisiensi maksimum yang dihasilkan kincir pada jumlah sudu 4 adalah sebesar 10,08% pada beban 2 kg.

## V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada turbin angin horisontal 8, 6 dan 4 sudu maka dapat disimpulkan bahwa Daya maksimum yang dihasilkan sebesar 6,43 Watt, yang terjadi pada sudu 8 dengan putaran 74,27 rpm. Torsi maksimum yang dihasilkan sebesar 1,57 Nm yang terjadi pada sudu 8 tanpa putaran. Efisiensi maksimum yang dihasilkan sebesar 18,91% yang terjadi pada sudu 8 dengan putaran 78,27 rpm.

## REFERENSI

- [1] Ajao, K.R., dan Adeniyi, J.S.O., 2009. Comparison of Theoretical and Experimental Power output of Small 3-bladed Horizontal-axis Wind Turbine. *Journal of American Science* Volume 5, No 4
- [2] Anonim. 2008. Pembangkit Listrik Tenaga Angin. <http://renewableenergyindonesia.wordpress.com>, diakses 30 Desember 2014.
- [3] Ilmi Abdullah, Jufrizal Nurdin, Hasanuddin Hasanuddin (2016) Kajian Potensi Energi Angin Di Daerah Kawasan Pesisir Pantai Serdang Bedagai Untuk Menghasilkan Energi Listrik. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin "MEKANIK"* volume 1 No. 2. Diakses tgl 04 september 2018.
- [4] Daryanto, Y., 2007. Kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu. Balai PPTAGG - UPT-LAGG
- [5] Guntoro, W., 2008. Studi Pengaruh Panjang dan Jumlah Baling-Baling Terhadap Efisiensi Daya Listrik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin. Bandung:ITB
- [6] Kamal, Faizul M., 2008. Aerodynamics Characteristics of A Stationary Five Bladed Vertical Axis Vane Wind Turbine. *Journal of Mechanical Engineering*, Vol. ME39, No. 2, pp. 95-99.
- [7] Nur Akhlis, dkk (2016) Studi Eksperimen Pengaruh Sudut Pitch Terhadap Performa Turbin Angin Darrieus-H Sumbu Vertikal Naca 0012. *Majalah Mesin*
- [8] <http://journals.ums.ac.id> Diakses tgl 04 september 2018.
- [9] <http://schazymutz.blogspot.com>, diakses 30 Desember 2014.
- [10] Tipler, P.A., 1998, *Fisika untuk Sains dan Teknik—Jilid I (terjemahan)*, Jakarta: Erlangga.