

## Pengaruh Luasan Sudu Terhadap Kinerja Kincir Air

Wahab Ohoirenan<sup>1\*</sup>, Herman Dumatubun<sup>2</sup>, Alexander Emanuel Rettob<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Mesin Politeknik Amamapare Timika,  
JL.C.heatubun,Kwamki Baru 99910,Kwamki, Kec. Mimika Baru,Kabupaten  
Mimika,Papua 99971

Corresponding Author

E-mail Address : [wahabohoirenan75@gmail.com](mailto:wahabohoirenan75@gmail.com),

### ABSTRAK

Indonesia masih sepenuhnya bergantung pada bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batubara dan gas. Bahan bakar fosil di Indonesia digunakan oleh 95 persen penduduk maupun pelaku industri, dengan konsumsi energi meningkat tujuh persen setiap tahunnya. Padahal bahan bakar fosil ini ikut 'berkontribusi' terhadap total emisi energi CO<sub>2</sub>, yang hingga 2008 tercatat mencapai 351 juta ton. Salah satu solusinya adalah menemukan energi alternatif salah satunya adalah Kincir air. Kincir air yang diteliti dengan tiga variasi luasan sudu (0.048 m<sup>3</sup>, 0,054 m<sup>3</sup> dan, m<sup>3</sup> 0.06) yang telah dilakukan, menghasilkan daya kincir (P<sub>K</sub>) dan efisiensi (η) adalah luasan sudu 0.054 m<sup>3</sup> pada putaran 136 rpm menghasilkan daya (P) sebesar 14,52 watt dan menghasilkan efisiensi (η) sebesar 16,59 %. Sehingga diperoleh rekomendasi bahwa luasan sudu juga mempengaruhi kinerja dari pada kincir air.

**Kata Kunci : Kincir Air, Sudu, Daya dan Efisiensi**

### ABSTRACT

Indonesia is still completely dependent on fossil fuels such as oil, coal and gas. Fossil fuels in Indonesia are used by 95 percent of the population and industry players, with energy consumption increasing seven percent every year. Even though this fossil fuel also 'contributed' to the total CO<sub>2</sub> energy emissions, which until 2008 was recorded at 351 million tons. One solution is to find alternative energy, one of which is a waterwheel. The waterwheel studied with three variations of the blade area (0.048 m<sup>3</sup>, 0.054 m<sup>3</sup> and, 0.06 m<sup>3</sup>) which have been carried out, yielded the wheel power (P<sub>K</sub>) and efficiency (η) with a blade area of 0.054 m<sup>3</sup> at 136 rpm it produces a power (P) of 14.52 watts and produces an efficiency (η) of 16.59%. So that the recommendation is obtained that the blade area also affects the performance of the water wheel.

**Keywords: Waterwheel, Blade, Power and Efficiency**

### PENDAHULUAN

Saat ini Indonesia masih sepenuhnya bergantung pada bahan bakar fosil

seperti minyak bumi, batubara dan gas. Bahan bakar fosil di Indonesia digunakan oleh 95 persen penduduk maupun

pelaku industri, dengan konsumsi energi meningkat tujuh persen setiap tahunnya. Padahal bahan bakar fosil ini ikut 'berkontribusi' terhadap total emisi energi CO<sub>2</sub>, yang hingga 2008 tercatat mencapai 351 juta ton. Selain itu bahan bakar fosil jelas merupakan energi yang tidak bisa dibarukan. Jika terus digunakan, tentu persediaan bahan bakar akan habis.

Mikrohidro atau yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air<sup>[1]</sup>. Mikrohidro merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata mikro yang berarti kecil dan hidro yang berarti air. Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator.<sup>s</sup> Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu.

Salah satu sumber energy terbarukan yang sangat berpotensi di Negara kita adalah energi air; murah, relative mudah didapat dan bebas dari polusi .Pada kehidupan sehari-hari sungai sebagai sumber air bersih dan sarana transportasi bagi penduduk. Kincir air merupakan pembangkit listrik tenaga air yang tepat untuk dikembangkan di desa yang mayoritas penduduknya belum menikmati listrik. Konstruksinya sederhana, murah dan mudah dalam perawatannya. Kincir air terdiri atas kincir air Overshot, Kincir Air Ondershot Kincir Air Breastshot dan Kincir Air Tub.

Selain dapat digunakan sebagai pembangkit listrik yang kecil, torsi yang dihasilkan dapat digunakan secara langsung untuk penggilingan, pengairan, penggergajian, dan sebagainya. Namun diperlukan kincir air dengan luasan sudu optimal untuk mendapatkan daya yang besar dengan efisiensi yang tinggi.

Berdasarkan pada pemikiran diatas maka penulis merumuskan permasalahan dalam penulisan ini adalah bagaimana pengaruh luasan sudu terhadap daya dan efisiensi kincir air.

Tujuan dari penulisan ini adalah mengetahui pengaruh luasan sudu yang efisien endapatkan ukuran sudu yang menghasilkan daya (P) dan efisiensi ( $\eta$ ) yang tinggi.

Manfaat dari penulisan ini adalah sebagai berikut menambah wawasan serta memacu untuk memperdalam pengetahuan tentang pembangkit listrik tenaga air memberi solusi pada daerah yang tidak di jangkau oleh jaringan PLN

#### **METODOLOGI PENELITIAN**

Metode yang digunakan adalah metode studi kepustakaan dan metode penelitian eksperimen .Metode kepustakaan dilakukan untuk mencari materi yang mendukung dan sesuai dengan materi penulisan disamping sebagai bahan perbandingan landasan teori dari rangkaian yang dibuat sedangkan metode Peksperimen adalah metode penelitian yang dilakukan dengan mengadakan observasi secara langsung. Penelitian dengan menggunakan aliran air sungai sebagai obyek utama dengan melakukan luasan sudu 20 cm 18 cm dan 16 cm  
Tempat dan Waktu Penelitian

1. Penelitian ini dilaksanakan Didesa Tulehu Dusun Rupahitu
2. Penelitian di lakukan selama sampai selesai

#### Peralatan dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang di gunakan pada penelitian ini adalah :

1. Alat tulis menulis
2. Alat ukur (tachometer, neraca pegas, stopwatch dan Meter)
3. Kincir
4. Gergaji
5. Penampang saluran
6. Pompa

#### Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 2 jenis, yaitu variable bebas dan variable terikat.

Variabel Bebas (*independent variable*)  
Variabel bebas adalah variable yang bebas ditentukan nilainya sebelum dilakukan penelitian. Variabel bebas yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah 20 cm, 18 cm dan 16 cm.

Variabel Terikat (*dependent variable*)  
Variabel terikat adalah variable yang nilainya sangat tergantung pada variable bebas dan merupakan hasil dari penelitian. Variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini adalah Daya kincir air dan efisiensi

#### Prosedur Penelitian

1. Menyiapkan dan memasang semua instalasi yang dibutuhkan.
2. Memasang alat pendukung (alat ukur).
3. Mengecek kondisi instalasi dan alat pendukung lainnya.
4. Hidupkan pompa.
5. Setiap variable dilakukan 3 kali pengulangan sampai mendapatkan data pengujian.

6. Mengulangi langkah 1 sampai dengan 3 pada variasi luasan sudu
7. Mengolah data penelitian yang didapatkan.
8. Menganalisa data penelitian yang di dapatkan untuk mengetahui hubungan antara variable bebas dan terikat.
9. Menaridak kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan.

#### Metode Pengambilan Data

Metode pengamabilan data adalah metode eksperimen yang di ambil dari alat yang di buat.

#### Tipe Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode studi kepustakaan dan metode penelitian eksperimen .Metode kepustakaan dilakukan untuk mencari materi yang mendukung dan sesuai dengan materi penulisan disamping sebagai bahan perbandingan landasan teori dari rangkaian yang dibuat sedangkan metode Peksperimen adalah metode penelitian yang dilakukan dengan mengadakan observasi secara langsung. Penelitian dengan menggunakan aliran air sungai sebagai obyek utama dengan melakukan luasan sudu 20 cm 18 cm dan 16 cm

#### Tempat dan Waktu Penelitian

1. Penelitian ini dilaksanakan Didesa Tulehu Dusun Rupahitu
2. Penelitian di lakukan selama proposal ini di terima sampai selesai

#### Peralatan dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang di gunakan pada penelitian ini adalah :

1. Alat tulis menulis

2. Alat ukur (tachometer, neraca
3. pegas, stopwatch dan Meter)
4. Kincir
5. Gergaji
6. Penampang saluran
7. Pompa

#### Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 2 jenis, yaitu variable bebas dan variable terikat.

Variabel Bebas (*independent variable*)

Variabel bebas adalah variable yang bebas ditentukan nilainya sebelum dilakukan penelitian. Variabel bebas yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah 20 cm, 18 cm dan 16 cm.

Variabel Terikat (*dependent variable*)

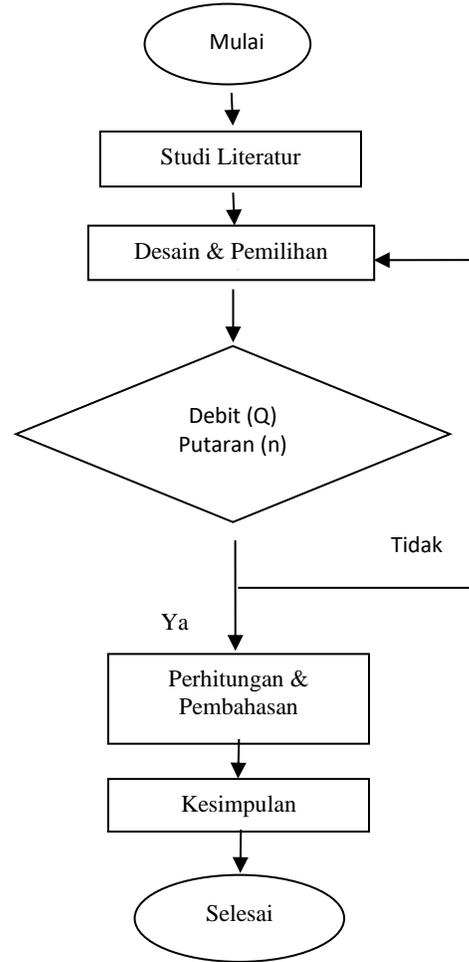
Variabel terikat adalah variable yang nilainya sangat tergantung pada variable bebas dan merupakan hasil dari penelitian. Variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini adalah Daya kincir air dan efisiensi

#### Prosedur Penelitian

1. Menyiapkan dan memasang semua instalasi yang dibutuhkan.
2. Memasang alat pendukung (alat ukur).
3. Mengecek kondisi instalasi dan alat pendukung lainnya.
4. Hidupkan pompa.
5. Setiap variable dilakukan 3 kali pengulangan sampai mendapatkan data pengujian.
6. Mengulangi langkah 1 sampai dengan 3 pada variasi luasan sudu
7. Mengolah data penelitian yang didapatkan.
8. Menganalisa data penelitian yang di dapatkan untuk mengetahui hubungan antara variable bebas dan terikat.

9. Menaridak kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan.

#### Flow Chart Penelitian



**DATA DAN PEMBAHASAN**

Dari penelitian yang dilakukan yakni pengujian terhadap instalasi kincir dengan memvariasikan luasan sudu maka diperoleh data hasil penelitian sebagai berikut :

Perlakuan untuk memperoleh data kecepatan (V) di lakukan sebanyak lima kali perlakuan yaitu :

*Table 1: Hasil Pengukuran Kecepatan aliran*

Panjang (m)	Waktu (t)	T rata-rata	V(m/d)
1	0.5	0.56	1.8
	0.6		
	0.7		
	0.5		
	0.5		

*Tabel 2 : Hasil penelitian dengan luasan sudu 0.048 cm*

Luasan sudu	kecepatan AV (m/s)	n (rpm)-r	F1-r	F2-r	F
0.048	1.8	120.0	33.3	11.0	22.3
0.048	1.8	100.0	29.3	6.0	22.3
0.048	1.8	80.0	24.7	2.0	21.7
0.048	1.8	60.0	19.0	2.2	16.8
0.048	1.8	40.0	24.7	1.3	14.0
0.048	1.8	20.0	9.0	0.8	8.2
0.048	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0

*Tabel 3 Hasil penelitian dengan luasan sudu 0.054 cm*

Luasan sudu	kecepatan AV (m/s)	n (rpm)-r	F1-r	F2-r	F
0.054	1.8	136.0	46.0	10.7	35.7
0.054	1.8	100.0	39.3	11.0	28.3
0.054	1.8	80.0	35.7	8.7	27.0
0.054	1.8	60.0	24.3	4.8	19.6
0.054	1.8	40.0	17.0	2.7	14.3
0.054	1.8	20.0	11.0	1.2	9.8
0.054	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0

*Tabel 4 Hasil penelitian dengan luasan sudu 0.06 cm*

Luasan sudu	kecepatan AV (m/s)	n (rpm)-r	F1-r	F2-r	F
0.06	1.8	104.3	35.0	5.0	30.0
0.06	1.8	100.0	27.7	8.0	23.7
0.06	1.8	80.0	22.7	2.0	20.7
0.06	1.8	60.0	18.0	1.5	16.5
0.06	1.8	40.0	14.0	1.2	12.8
0.06	1.8	20.0	8.3	0.8	7.5
0.06	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0

Dari data- data di atas maka akan di analisis dengan menggunakan persamaan sebagai berikut untuk mendapatkan daya kincir dan efisiensi.

Perhitungan Data Hasil Penelitian Luasan Sudu 16 cm

Luas Penampang Saluran (A)

$P \times l = ( 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m} , 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$   
jadi  $0.3 \text{ m} \times 0.1 \text{ m} = 0,03 \text{ m}^2$ )

$A = 0.03 \text{ m}^2$

Laju Massa Air yang Mengalir ( $\dot{m}$ )  
 Untuk menghitung massa aliran digunakan persamaan :

$$\dot{m} = \rho \cdot Q$$

$$m = 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,054 m^3/s$$

$$\dot{m} = 54 kg/s$$

Daya Air yang Mengalir ( $P_a$ )  
 Daya air dapat dihitung dengan mempergunakan persamaan :

$$P_a = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot v^3$$

$$P_a = \frac{1}{2} 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,03m^2 \cdot (1,8 m/s)^3$$

$$P_a = 87,48 Watt$$

Torsi (T)  
 Besarnya torsi dapat dihitung dengan persamaan :

$$T = F \cdot l$$

Dimana :  
 $F = (F_1 - F_2) = 33,3 - 11,0 = 22,3 N$   
 $L = \text{lengan} = 14 \text{ cm} = 0,14 m$   
 Maka diperoleh :

$$T = 22,3 N \cdot 0,14m$$

$$T = 3,12 Nm$$

### Kecepatan Anguler ( $\omega$ )

Untuk kecepatan keliling turbin diperoleh dengan menghitung menggunakan persamaan :

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

Dimana :  
 $n = \text{Putaran} = 120 \text{ rpm}$

Maka :

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 120}{60}$$

$$\omega = 12,56 \text{ rad/s}$$

Daya Kincir ( $P_k$ )  
 Daya turbin dihitung dengan persamaan :

$$P_t = T \cdot \omega$$

Dimana :  
 $T = \text{Torsi} (3,12 Nm)$   
 $\omega = \text{Kecepatan sudu} (12,56 \text{ rad/s})$

Maka diperoleh :

$$P_t = 0,669 Nm \cdot 12,56 \text{ rad/s}$$

$$P_t = 39,19 Watt$$

Efisiensi Turbin ( $\eta_t$ )  
 Efisiensi dapat dihitung dengan persamaan :

$$\eta_{nt} = \frac{P_t}{P_a} \times 100\%$$

$$\eta_{nt} = \frac{39,19 Watt}{87,48 Watt} \times 100\%$$

$$\eta_{nt} = 44,80 \%$$

Perhitungan Hasil Penelitian Dengan Luasan Sudu 18 cm

Untuk sudu 18 cm, perhitungan luas penampang saluran, laju aliran massa yang mengalir dan daya air yang mengalir, menggunakan nilai pada luasan sudu 16 cm.

Torsi (T)  
 Besarnya torsi dapat dihitung dengan persamaan :

$$T = F \cdot l$$

Dimana :  
 $F = (F_1 - F_2)$  yaitu :  $46 - 12 = 35,3 N$   
 $L = \text{Lengan diameter pully} = 4 \text{ cm} = 0,14 m$   
 Maka

$$T = 35,3 N \cdot 0,14 m$$

$$T = 4,942 Nm$$

Kecepatan Anguler ( $\omega$ )

Untuk kecepatan keliling turbin diperoleh dengan menghitung menggunakan persamaan :

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

Dimana :  
 Maka :

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 136}{60}$$

$$\omega = 14,23 \text{ rad/s}$$

### Daya Turbin ( $P_t$ )

Daya turbin dihitung dengan persamaan :

$$P_t = T \cdot \omega$$

Dimana :

T = Torsi (4.942 Nm)

$\omega$  = Kecepatan sudut (14.23 rad/s)

Maka :

$$P_t = 4.942 Nm \cdot 14.23 \text{ rad/s}$$

$$P_t = 70.32 \text{ Watt}$$

Efisiensi Turbin ( $\eta_t$ )

Efisiensi dapat dihitung dengan persamaan :

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_a} \times 100\%$$

$$\eta_t = \frac{70.32 \text{ Watt}}{87.48 \text{ watt}} \times 100\%$$

$$\eta_t = 80.38 \%$$

Perhitungan Hasil Penelitian Dengan Luasan Sudu 20 cm

Untuk sudu 20 cm, perhitungan luas penampang saluran, laju aliran massa yang mengalir dan daya air yang mengalir, menggunakan nilai pada luasan sudu 16 cm.

Torsi (T)

Besarnya torsi dapat dihitung dengan persamaan :

$$T = F \cdot l$$

$$F = \text{Jumlah gaya, } 35.0 - 5.0 = 30.0 \text{ N}$$

L = lengan dari diameter pully 14 cm = 0.14 m

Maka:

$$T = 30.0 \text{ N} \cdot 0.14 \text{ m}$$

$$T = 4.2 \text{ Nm}$$

Kecepatan Anguler ( $\omega$ )

Untuk kecepatan keliling turbin diperoleh dengan menghitung menggunakan persamaan :

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

Dimana :

n = Putaran 104 rpm, berdasarkan Tabel hasil penelitian 4.5.

Maka :

$$\omega = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 104}{60}$$

$$\omega = 10.88 \text{ rad/S}$$

Daya Kincir ( $P_k$ )

Daya turbin dihitung dengan persamaan :

$$P_t = T \cdot \omega$$

Dimana :

T = Torsi (4.2Nm)

$\omega$  = Kecepatan sudu (10.88 rad/s)

Maka :

$$P_t = 4.2 \text{ Nm} \cdot 10.88 \text{ rad/s}$$

$$P_t = 45.696 \text{ Watt}$$

Efisiensi Turbin ( $\eta_t$ )

Efisiensi dapat dihitung dengan persamaan :

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_a} \times 100\%$$

$$\eta_t = \frac{45.696 \text{ Watt}}{87.48 \text{ Watt}} \times 100\%$$

$$\eta_t = 52.24 \%$$

## PEMBAHASAN

Luasan Sudu Dan Daya Kincir (A – Pk)

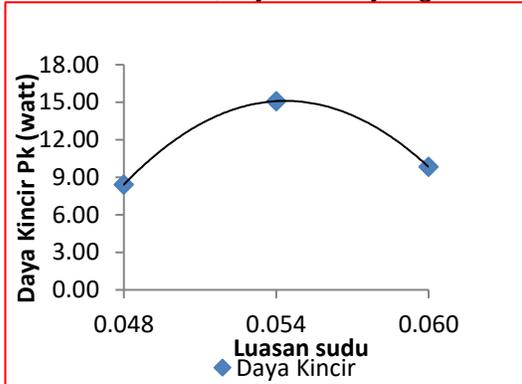
Hubungan luasan sudu dan daya kincir sebagaimana ditunjukkan pada table dan grafik berikut :

Tabel 4.5 Hubungan Luasan Sudu Dan daya Kincir

Luasan m <sup>2</sup>	Daya Kincir Pt (Watt)
0.048	8.42
0.054	14.52
0.060	9.79

Grafik 1 Hubungan Luasan Sudu dan Daya kincir

Pada gambar grafik antara hubungan luasan sudu dan daya kincir, terlihat bahwa pada luasan sudu 16 cm, daya kincir yang di dihasilkan adalah 8.42 watt,,pada luasan sudu 18 cm dayakincir yang di dihasilkan adalah 15 watt dan pada luasan sudu 20, daya kincir yang di



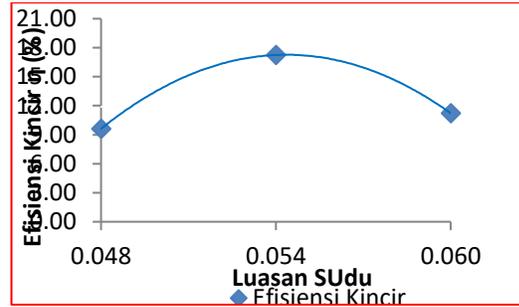
Grafik 1 Hubungan Luasan Ssudu dan Daya kincir

Hasilkan adalah 9.79 watt. Dari ketiga variasi yang di lakukan, yang mendapat daya kincir yang besar adalah pada luasan sudu 18 cm.

Luasan Sudu Dan Efisiensi Kincir ( $\eta - P_k$ )

Tabel 4.6 Hubungan Luasan Sudu Dan Efisiensi Kincir

Luasan M	Efisiensi Kincir $\eta_k$ (%)
0.048	9.62
0.054	16.59
0.060	11.23



Grafik 2 Hubungan Luasan Ssudu dan Efisiensi kincir

Dari gambar grafik hubungan antara luasan sudu dan efisiensi kincir terlihat bahwa pada luasan sudu 16 cm, efisiensi yang di dihasilkan adalah 9.62 % watt, kemudian pada luasan sudu 18 cm efisiensi yang di dihasilkan adalah 17.25 % dan pada luasan sudu 16 cm, efisiensi yang di dihasilkan adalah 11.23 %.

Jadi di antara ke tiga variasi luasan sudu yang di lakukan, yang mendapat luasan sudu yang efisiensi adalah 18 cm.

## PENUTUP

Dari hasil keseluruhan penulisan yang teruraikan pada bab-bab di atas maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Di antara ke tiga variasi luasan sudu ( $0.048 m^3$ ,  $0.054 m^3$  dan  $m^3 0.06$ ) yang telah dilakukan, yang lebih besar menghasilkan daya kincir ( $P_k$ ) dan efisiensi ( $\eta$ ) adalah luasan sudu  $0.054 m^3$  pada putaran 136 rpm menghasilkan daya ( $P$ ) sebesar 14,52 watt dan menghasilkan efisiensi ( $\eta$ ) sebesar 16,59 %.
2. Luasan sudu sangat mempengaruhi kinerja (Daya dan Efisiensi) pada kincir air.

**REFERENSI**

- Arismunandar Wiranto, 1988 'Pengerak Mula Turbin' ITB Bandung
- Cengel, Y.A., Fluid Mechanic: Fundamental and Applications, McGraw Hill Higher Education, New York, 2004 Daugerty R.L. dan Franzini, J.B., Fluid Mechanics and Technical Applications, Plaisio, Athens, 1997
- Cengel, Y.A., Fluid Mechanic: Fundamental and Applications, McGraw Hill Higher Education, New York, 2004
- Hara S "Refrigerasi dan Pengkondisian Udara
- Holman JP, 1980, Termodinamik, Tokyo, McGraw-Hill Internasional Book Co. Cengel, Y.A., Fluid Mechanic: Fundamental and Applications, McGraw Hill Higher Education, New York, 2004 Daugerty R.L. dan Franzini, J.B., Fluid Mechanics and Technical Applications, Plaisio, Athens, 1997
- Sudarja, Diktat Kuliah Mekanika Fluida, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas
- Pudjanarsa Astu Dan Djati Nursuhud 2006 "Mesin Konversi Energi".*
- Yogaswara, Solihin Iwan, Efendi Mahmud, Mansur Rahmat , 2009,' Turbin' Arfino Raya Bandung
- Muhammadiyah Yogyakarta, 2016. White, F. M., Fluid mechanics. Boston, WCB/McGraw-Hill, 1999.
- Rinaldi dkk, Model Fisik Kincir Air Sebagai Pembangkit Listrik, Fakultas Teknik Riau