

Pengaruh Variasi Tebal Sudu Terhadap Kinerja Kincir Air Tipe Sudu Datar

Slamet Wahyudi, Dhimas Nur Cahyadi, Purnami

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jl. MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

[E-mail: slamet_w72@ub.ac.id](mailto:slamet_w72@ub.ac.id)

Abstract

Waterwheel is a means to change the water energy into mechanical energy in the form of torque on the wheel shaft. Working waterwheel by the large flow and high utilization of water falls. Today the water wheel still has a small efficiency when compared to water turbines that exist at the moment. Therefore, it still needs further research to improve the efficiency of the water wheel. The purpose of the study is to determine the performance of the blade thickness variation waterwheel flat blade type. In this study, using a kind of overshot waterwheel with a thickness variation of different blades of 0.3; 0.6; 0.9; and 1.2 cm and a water capacity of 10-20 m³/hr. Furthermore be obtained shaft power and efficiency of the water wheel. By using statistical analysis showed that the shaft power and efficiency is influenced by variations in thick blade. In this test shaft power and highest efficiency artifacts on blade 0.3 cm thick.

Keywords: windmill water, the thickness of the blade, the performance

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi dalam kehidupan manusia tiap tahun kian meningkat seiring dengan kemajuan teknologi baik untuk kepentingan rumah tangga atau industri. Ketergantungan yang berlebihan terhadap sumber energi tak terbarukan akan menimbulkan beberapa masalah yang harus dihadapi misalnya: ketersediaan bahan bakar tersebut semakin hari semakin berkurang hingga suatu saat akan habis dan tidak dapat diperbaharui lagi. Satu hal yang perlu juga diperhatikan bahwa penggunaan bahan bakar tak terbarukan tersebut akan menambah jumlah karbondioksida (CO₂) di udara bebas semakin meningkat yang dapat mengganggu dan mencemari kehidupan lingkungan.

Masalah pemenuhan kebutuhan akan energi listrik pun dapat diselesaikan dengan membangun sebuah instalasi pembangkit listrik skala mikrohidro dan salah satu jenis pembangkit skala mikrohidro adalah kincir air. Untuk kebutuhan listrik skala kecil,

khususnya di daerah-daerah pedalaman, kincir air masih merupakan alternatif solusi yang bisa diaplikasikan karena bentuknya yang sederhana dan perawatannya yang mudah [1].

Penelitian tentang kincir telah banyak dilakukan diantaranya lebar sudu turbin mempengaruhi kinerja kincir air sudu datar [2] dan sistem aliran fluida mempengaruhi kinerja kincir air [3] serta tinggi sudu mempengaruhi kinerja kincir air [4]. Untuk lebih mengetahui tentang kinerja kincir air maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh variasi tebal sudu terhadap kinerja kincir air tipe sudu datar.

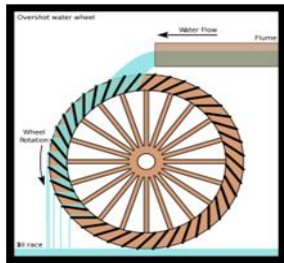
TINJAUAN PUSTAKA

Kincir air adalah jenis turbin air yang paling kuno, sudah sejak lama digunakan oleh masyarakat. Teknologinya sederhana, material kayu dapat dipakai untuk membuat kincir air, tetapi untuk operasi pada tinggi jatuh

air yang besar biasanya kincir air dibuat dengan besi. Kincir air bekerja pada tinggi jatuh yang rendah biasanya antar 0,1 - 12 meter, dengan kapasitas aliran yang berkisar antara 0,05 - 5 m³/s [1].

Kincir air merupakan sarana untuk merubah energi air (energi potensial) menjadi energi mekanik berupa torsi pada poros kincir. Kincir air ini merupakan salah satu jenis dari turbin impuls yang mana perubahan tekanan (*pressure*) sama dengan nol atau konstan. Ada beberapa tipe kincir air yaitu antara lain Kincir air *overshot*, Kincir air *undershot*, Kincir air *breastshot* dan Kincir air *tub*.

Kincir Air Overshot.



Gambar 1. Kincir air *Overshot* [5]

Kincir *overshot* yang bekerja bila air yang mengalir jatuh ke dalam bagian sudu-sudu sisi bagian atas, dan karena gaya berat air roda kincir berputar. Kincir air *overshot* adalah kincir air yang paling banyak digunakan dibandingkan dengan jenis kincir air yang lain [6].

Kinerja kincir air

Brake Horse Power (BHP)

Brake Horse Power adalah daya dari kincir yang diukur setelah mengalami pembebanan. BHP dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut [7,8,9].

$$BHP = T \omega = F.R. \omega \text{ (watt)} \quad (1)$$

Dimana,

T : torsi (N.m)

ω : kecepatan sudut = $\frac{2\pi n}{60}$

F : gaya tangensial (N)

R : radius kincir (m)

Water Horse Power (WHP)

Water horse power merupakan daya yang dihasilkan oleh air akibat ketinggian dan kapasitas air [7,8,9]. Dirumuskan :

$$WHP = \rho . Q . g . h \text{ (watt)} \quad (2)$$

Dimana,

Q : kapasitas aliran [m³ / s]

ρ : densitas air [kg / m³]

g : percepatan gravitasi bumi (m/s²)

h : head air (m)

Efisiensi (η)

Efisiensi merupakan perbandingan antara BHP dengan WHP [7,8,9] dirumuskan :

$$\eta = \frac{BHP}{WHP} . 100\%$$

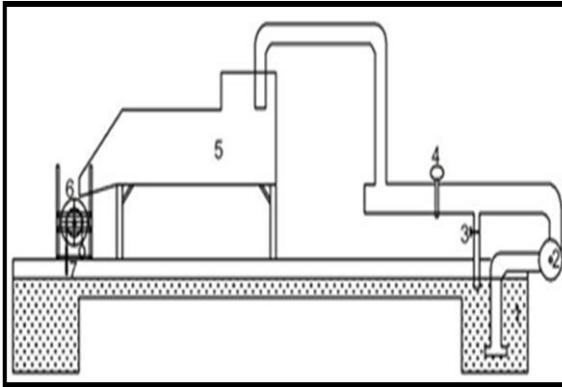
METODOLOGI PENELITIAN

Variabel Penelitian

1. Variabel bebas adalah debit air (m³/jam) yaitu sebesar 10 - 20 serta variasi tebal sudu kincir air 3 ; 6 ; 9 ; dan 12 mm.
2. Variabel terikat adalah :
 - Daya poros
 - Efisiensi.

Instalasi Penelitian

Instalasi penelitian dapat dilihat seperti pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Instalasi Penelitian

KETERANGAN :

- (1) Bak Penampung air ; (2) Pompa; (3) Katup ; (4) *Magnetic Flowmeter* ; (5) Saluran terbuka ; (6) Kincir air ; (7) Neraca pegas

Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : (1) Pompa; (2) *Magnetic flowmeter*; (3) Saluran terbuka ; (4) Neraca pegas; (5) *Tachometer* ; (6) Kincir air

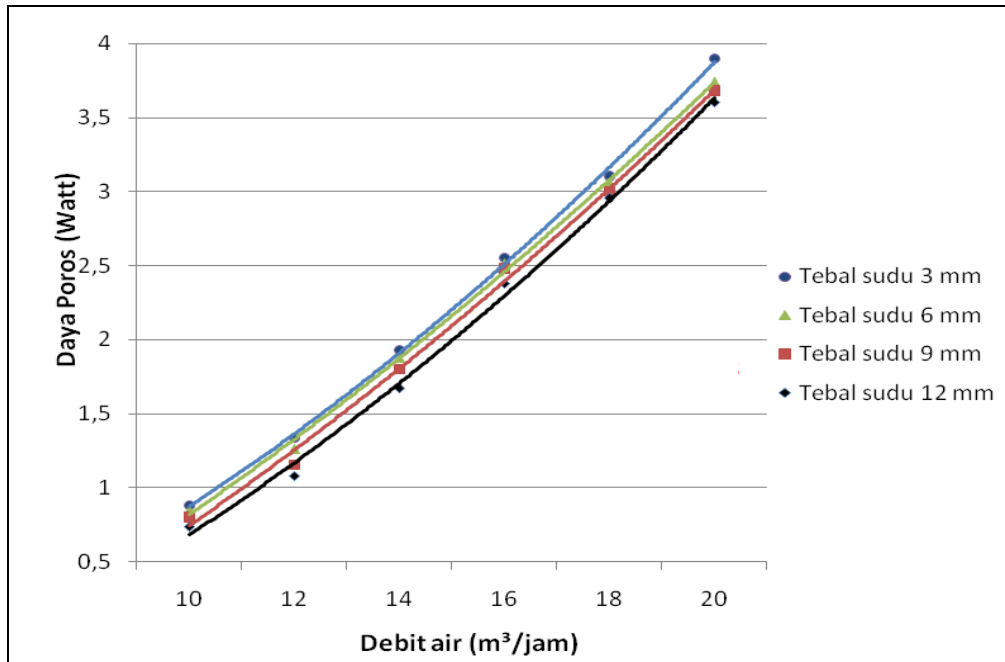
Metode Pengambilan Data

Adapun urutan proses pengambilan data adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan instalasi penelitian dan kincir air dengan tebal sudu yang telah ditentukan.

2. Hidupkan pompa.
3. Atur debit sesuai dengan yang divariasikan. Debit air diatur dengan melihat *Magnetic Flowmeter*, dimana debit air dimulai dari $10 \text{ m}^3/\text{jam}$.
4. Setelah keadaan mencapai kondisi *steady*, pengambilan data dapat dilakukan.
5. Pengambilan data berupa kecepatan putar dan gaya pengereman pada kincir air.
6. Tambahkan debit air menjadi $12 \text{ m}^3/\text{jam}$, $14 \text{ m}^3/\text{jam}$, $16 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan $20 \text{ m}^3/\text{jam}$ secara berturut-turut kemudian catat kecepatan putar dan gaya pengeremannya.
7. Mengganti sudu dengan tebal sudu lain yang diuji selanjutnya.
8. Ulangi langkah tiga sampai enam dengan variasi tebal sudu yang tetap.
9. Data diolah, kemudian dianalisa pengaruh tebal sudu dan debit air terhadap kinerja kincir air. Dari analisa tersebut nantinya akan dapat diketahui hubungan antara variabel bebas dan variabel terkontrol terhadap variabel terikatnya. Dari hubungan tersebut akan digunakan untuk menjawab rumusan masalah yang telah dikemukakan lebih awal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

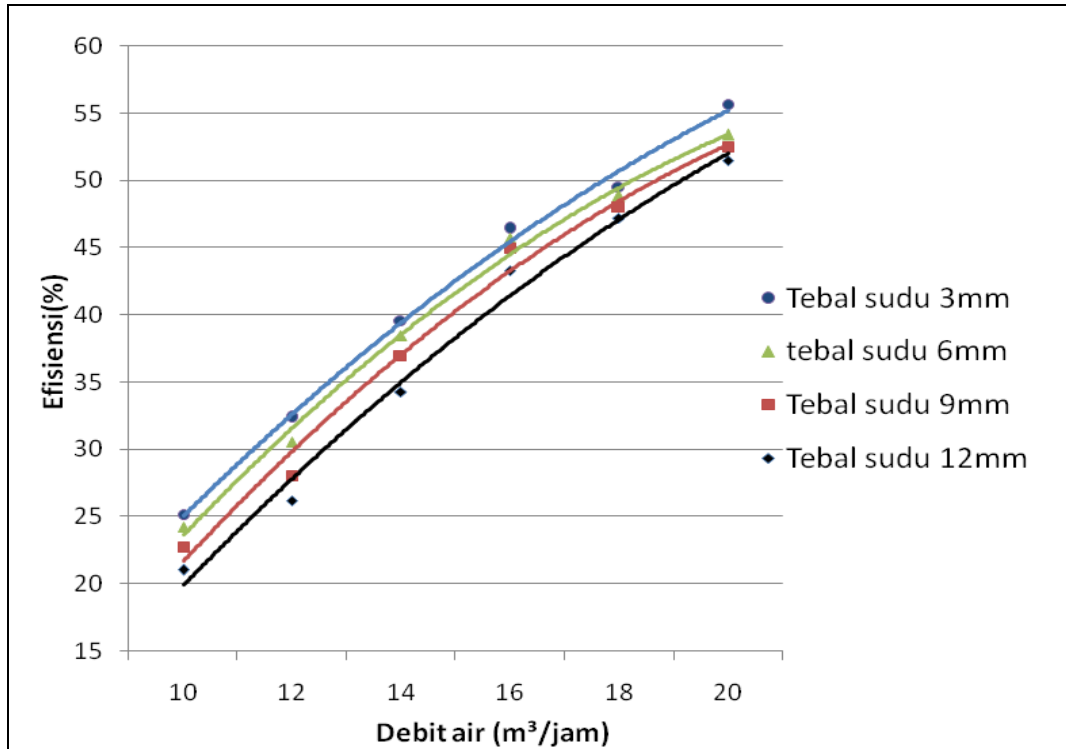


Gambar 3. Grafik hubungan antara debit air dengan daya poros untuk variasi tebal sudu

Gambar 3 menunjukkan hubungan debit air terhadap daya poros yang dihasilkan kincir air dengan variasi tebal sudu. Peningkatan daya poros seiring meningkatnya debit air, hal ini disebabkan meningkatnya torsi disebabkan oleh meningkatnya gaya pada sudu. Peningkatan kecepatan fluida akan memperbesar gaya hambat dan gaya seret, sehingga gaya yang bekerja pada sudu menjadi naik.

Gambar 3 juga menunjukkan bahwa pada tebal sudu yang sama semakin besar debit air maka torsi yang dihasilkan semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin besar debit air maka massa aliran akan semakin besar dan kecepatan aliran fluida yang menumbuk sudu kincir pun semakin besar sehingga torsi yang dihasilkan juga ikut bertambah dan daya poros semakin besar pula. Hal yang sama terjadi pada tebal sudu 9 mm, 6 mm dan 3 mm yang mana juga memiliki kecenderungan grafik meningkat seiring bertambah besarnya debit air dari 10 m³/jam sampai debit air 20 m³/jam .

Selain itu, pada gambar 3 juga menunjukkan bahwa pada debit yang sama, terdapat perbedaan nilai daya poros kincir air pada variasi tebal sudu. Jika semakin tebal sudu pada kincir air maka daya poros akan menurun. Hal ini disebabkan karena semakin tebal sudu maka semakin meningkatnya gaya friksi (gaya yang berlawanan dengan arah gerakan) kincir air sehingga torsi yang dihasilkan kincir air menurun akibatnya daya poros yang dihasilkan semakin menurun. Pada debit 20 m³/jam yang merupakan debit air yang terbesar, Nilai dari daya poros paling besar terdapat pada tebal sudu 3 mm sebesar 3,897 watt sedangkan nilai daya poros paling kecil terdapat pada tebal sudu 12 mm sebesar 3,60 watt. Begitu pula pada debit yang terkecil yaitu pada debit 10 m³/jam, nilai daya poros terbesar pada tebal sudu 3 mm sebesar 0,88 watt sedangkan nilai daya poros terkecil pada tebal sudu 12 mm yaitu 0,73 watt.



Gambar 4. Grafik hubungan antara debit air dengan Efisiensi

Gambar 4 menunjukkan hubungan debit air terhadap efisiensi yang dihasilkan kincir air dengan variasi tebal sudu. Peningkatan efisiensi seiring meningkatnya debit air, hal ini disebabkan meningkatnya daya poros akibat besarnya torsi yang disebabkan oleh meningkatnya gaya pada sudu. Peningkatan kecepatan fluida akan memperbesar gaya hambat dan gaya seret, sehingga gaya yang bekerja pada sudu menjadi naik.

Gambar 4 juga menunjukkan bahwa, pada tebal sudu yang sama semakin besar debit air maka torsi yang dihasilkan semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin besar debit air maka massa aliran akan semakin besar begitu pula dengan kecepatan aliran fluida yang menumbuk sudu kincir sehingga torsi yang dihasilkan juga ikut bertambah dan daya poros akan meningkat. Jika daya poros meningkat maka efisiensi meningkat karena daya poros berbanding lurus dengan efisiensi.

Selain itu, pada gambar 4 juga diketahui bahwa pada debit air yang sama, terdapat perbedaan nilai efisiensi pada variasi tebal sudu. Yang mana semakin tebal sudu pada kincir air maka efisiensi akan menurun. Hal ini disebabkan karena semakin tebal sudu maka semakin meningkatnya gaya friksi (gaya yang berlawanan dengan arah gerakan) kincir air sehingga torsi

yang dihasilkan kincir air menurun akibatnya daya poros yang dihasilkan semakin menurun yang nantinya efisiensinya pun menurun.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa : Variasi tebal sudu kincir air mempunyai pengaruh terhadap daya poros dan efisiensi kincir air tipe sudu datar. Semakin tebal sudu kincir air maka daya poros semakin menurun dan efisiensipun semakin menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zulhijal, K. 2011. *Perancangan Kincir Air Untuk PLTA Mini di Kanagarian Sungai Batuang*. Jakarta: Universitas Bung Hatta Indonesia
- [2] Amri, Syaiful 2012. Analisis kinerja kincir air tipe sudu datar dengan variasi lebar sudu. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Universitas Brawijaya.
- [3] Bima, Isa 2012. Analisis kinerja kincir air tipe sudu datar dengan variasi sistem aliran fluida. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Universitas Brawijaya.
- [4] Zahir, Kadir . 2010. Pengaruh Tinggi Sudu Kincir air Terhadap Daya dan Efisiensi yang

dihasilkan. Skripsi diterbitkan. Palembang:
Universitas Sriwijaya

- [5] [http://Pemanfaatan Energy Air let's play macam2 kincir](http://Pemanfaatan_Energy_Air_let's_play_macam2_kincir)
- [6] Ega, blog.umy.ac.id/pandega/2011/11/16/pemanfaatan-energy-air (diakses 20 Februari 2012)
- [7] Bueche, F. J. 2012. *Fisika*. Jakarta: Erlangga
- [8] Dietzel, Fritz. 1980. *Turbin Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Institut Teknologi Indonesia
- [9] Round, G.F. 2004. *Incompressible Flow Turbomachines*. Oxford: Gulf Propesional Publishing