

PERANCANGAN TURBIN AIR TIPE *CROSSFLOW* SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO

⁽¹⁾Heri Irawan, ⁽²⁾Mujiburrahman

⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB

Jl. Adhiyaksa No. 2 Kayu Tangi, Banjarmasin

Email : *heri.irawan.up@gmail.com*, *mujiburrahman4646@gmail.com*

Abstrak

Dalam suatu PLTMH, turbin air merupakan suatu peralatan yang utama. Turbin air adalah alat yang digunakan untuk mengubah energi air menjadi energi mekanik. Turbin air dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa jenis. Berdasarkan klasifikasi ini, maka turbin air dibagi menjadi dua yaitu turbin impuls dan turbin reaksi. Adapun jenis turbin air yang dapat digunakan dalam PLTMH salah satunya yaitu turbin air *Crossflow*. Turbin air *Crossflow* adalah salah satu jenis turbin aksi (impuls turbin) yang memiliki efisiensi lebih besar dibandingkan dengan turbin mikro hidro lainnya. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan sudut nosel 15° , 30° , dan 35° dan sudut sudu 14° , 16° , dan 18° . Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut nosel dan sudut sudu sangat berpengaruh terhadap kinerja turbin. Efisiensi tertinggi sebesar 77% diperoleh dengan sudut nosel 15° dan sudut sudu 16° .

Kata kunci : *Sudut Nosel, Sudut Sudu, Kinerja Turbin*

Abstract

In a MHP, a water turbine is the main equipment. Water turbines are tools used to convert water energy into mechanical energy. Water turbines can be classified according to several types. Based on this classification, the water turbine is divided into two, namely impulse turbines and reaction turbines. The type of water turbine that can be used in MHP is one of them is the Crossflow water turbine. Crossflow water turbines are one type of action turbine (impulse turbine) that has greater efficiency compared to other micro hydro turbines. This research was conducted by varying the nozzle angle 15° , 30° , and 35° and blade angle 14° , 16° , and 18° . The results showed that the nozzle angle and blade angle greatly affected the performance of the turbine. The highest efficiency of 77% is obtained with a 15° nozzle angle and 16° blade angle.

Keywords: Nozzle Angle, Angle of Blade, Turbine Performance

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi besar untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga air, itu disebabkan kondisi topografi Indonesia bergunung dan berbukit serta dialiri oleh banyak

sungai dan daerah-daerah tertentu mempunyai danau yang cukup potensial sebagai sumber energi air (Lubis, 2007). Energi air dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik dengan memanfaatkan tenaga potensial yang tersedia (potensi air

terjun dan kecepatan aliran). Instalasi yang dapat digunakan untuk memanfaatkan sumber daya air adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). PLTMH adalah pembangkit listrik skala kecil yang memanfaatkan energi air sebagai penggerakannya (Agus Rohermanto, 2007). Dalam suatu PLTMH, turbin air merupakan suatu peralatan yang utama. Turbin air adalah alat yang digunakan untuk mengubah energi air menjadi energi mekanik (Miroslav, 2002). Turbin air dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa jenis. Berdasarkan klasifikasi ini, maka turbin air dibagi menjadi dua yaitu turbin impuls dan turbin reaksi (Suleiman, 2016). Adapun jenis turbin air yang dapat digunakan dalam PLTMH salah satunya yaitu turbin air Crossflow. Turbin air Crossflow adalah salah satu jenis turbin aksi (impuls turbin), yang memiliki efisiensi lebih besar dibandingkan dengan turbin mikro hidro lainnya. Berdasarkan penelitian terdahulu ada beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kinerja turbin Crossflow diantaranya yaitu sudut nosel dan sudut sudu. (Venkappayya R. Desai Nadim R. Aziz, 1994) melakukan penelitian dengan memvariasikan diameter runner, jumlah sudu dan lebar busur lengkung nosel dan variasi head. Efisiensi turbin yaitu 75%. (Choi et al., 2012) melakukan penelitian secara numerik (CFD) dengan memvariasikan sudut sudu runner, sudut inlet runner (sudut nosel) yaitu 25° , 30° , dan 35° dan jumlah sudu yaitu 15, 26 dan 30. (Yassen, 2014) melakukan penelitian (CFD) untuk mengoptimalkan kinerja turbin Crossflow dengan memvariasikan jumlah sudu, sudut nosel, rasio diameter dalam dan diameterter luar, profil nosel, profil sudu, lebar busur semburan nosel. Hasil penelitian menunjukkan sifat aliran yang sangat kompleks dan memberikan wawasan yang sangat baik untuk

parameter struktur aliran dan kinerja turbin. (Setiawan, Wahyudi, & Nandes, 2017) memvariasikan debit air dan sudut serang nosel hasil penelitian menunjukkan efisiensi tertinggi didapatkan sebesar 72,90%. Oleh sebab itu maka dalam penelitian ini akan dilakukan desain dan pembuatan turbin dengan memvariasikan sudut nosel dan sudut sudu terhadap kinerja turbin air Crossflow.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan selama 6 bulan yaitu dimulai dari bulan Oktober 2018 sampai dengan bulan Maret 2019. Pemodelan dan pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjari Banjarmasin.

Peralatan dan Perangkat Pendukung Penelitian

Peralatan dan perangkat pendukung dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Flow meter, untuk mengukur laju kecepatan aliran air.
2. Tachometer Digital, untuk mengukur kecepatan putaran yang dihasilkan turbin air.
3. Kamera, untuk mendokumentasikan pada saat proses pengujian berlangsung.
4. Laptop, untuk input data hasil pengujian.
5. Minitab versi 17, untuk membuat rancangan percobaan, menganalisis data, dan pembuatan grafik hasil pengujian.
6. Autodesk Inventor versi 2017, untuk mendesain gambar dan pembuatan model uji turbin
7. Solidwork versi 2017, untuk melakukan simulasi melihat pergerakan aliran fluida sebelum dilakukan pengujian secara eksperimen.

8. Microsoft Visio versi 2013, untuk membantu membuat bagan dan diagram alir penelitian.

Objek Penelitian

Objek yang diteliti adalah turbin air aliran silang (*Crossflow*) dengan memvariasikan sudut sudu dan sudut nosel.

Parameter dan Variabel Penelitian

Parameter Penelitian

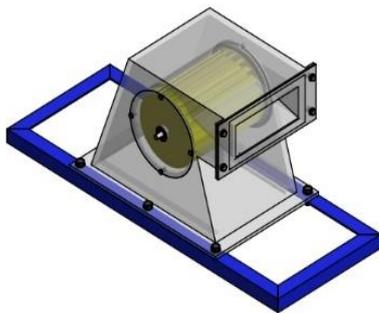
Parameter yang akan digunakan pada penelitian ini adalah kinerja turbin air *Crossflow* yaitu putaran roda turbin diukur menggunakan Tachometer, daya turbin diukur menggunakan Multimeter dan efisiensi turbin.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Ketinggian muka air (*head*) 3 m.
2. Sudut nosel 15°, 30° dan 45°.
3. Sudut sudu 14°, 16°, dan 18°

Membuat Pemodelan Turbin



Gambar 1 Model Turbin

Spesifikasi Turbin

Diameter Luar (m)	=	0,2885
Diameter Dalam (m)	=	0,192
Lebar Sudu (m)	=	0,1524
Jarak Antar Sudu (m)	=	0,05
Jari-Jari Sudu (m)	=	0,047
Jumlah Sudu	=	18

Melakukan Pengujian Eksperimen

Penelitian ini, pengujian turbin air *Crossflow* dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam

Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjari Banjarmasin. Pengujian turbin mengacu pada rancangan rangkaian percobaan, adapun langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat ukur terdiri dari Tachometer dan Flow meter dan kamera digital.
2. Menyiapkan lembar pengamatan sesuai dengan rancangan percobaan yang sudah ditetapkan.
3. Memasang semua model uji kedalam instalasi turbin, kemudian instalasi pompa dijalankan untuk mengaliri turbin, sehingga turbin dapat berputar, setiap 10 menit diambil pengukuran putaran turbin sebanyak 3 kali.
4. Mengulang langkah 3 sampai semua model di uji
5. Mencatat semua hasil pengujian pada lembar pengamatan yang sudah tersedia.

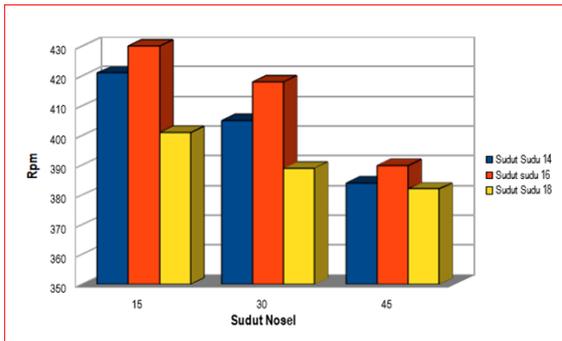
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil kinerja turbin air *Crossflow* yang didapatkan dari pengujian secara eksperimen dengan variasi sudut nosel 15°, 30°, 45° dan variasi sudut sudu 14°, 15°, dan 16° dapat dilihat dari tabel dan grafik hasil pengujian dibawah ini.

Tabel 1 Hasil Pengujian

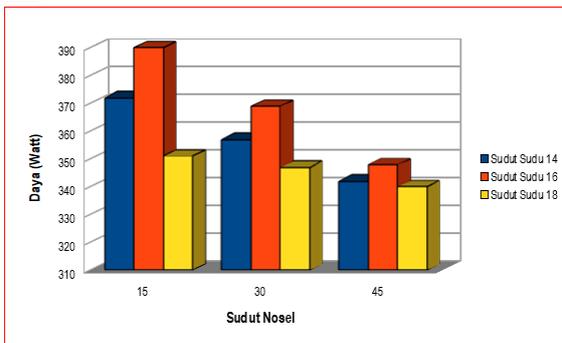
Sudut Nosel	Sudut Sudu	Kinerja Turbin Crossflow		
		Rpm	Watt	Efisiensi
15°	14°	421	372	0,73
	16°	430	390	0,77
	18°	401	351	0,70
30°	14°	405	357	0,70
	16°	418	369	0,72
	18°	389	347	0,60
45°	14°	384	342	0,57
	16°	390	348	0,58
	18°	382	340	0,56

Dari Tabel 2 hasil pengujian secara eksperimen dengan variasi sudut nosel dan sudut sudu terhadap putaran turbin air *Crossflow* disajikan dalam gambar 11 di bawah ini.



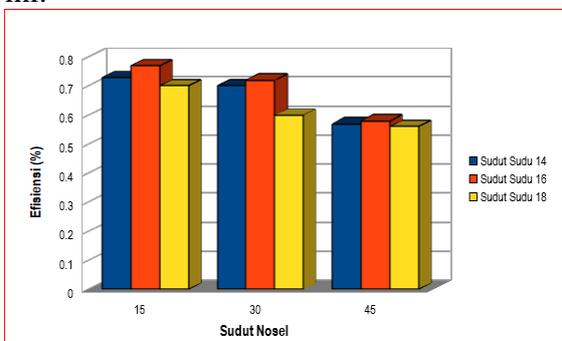
Gambar 2 Pengaruh Sudut Nosel dan Sudut Sudu Terhadap Putaran

Selanjutnya untuk hasil pengujian secara eksperimen dengan variasi sudut nosel dan sudut sudu terhadap daya yang dihasilkan turbin air Crossflow disajikan dalam Gambar 12 di bawah ini.



Gambar 3 Pengaruh Sudut Nosel dan Sudut Sudu Terhadap Daya

Selanjutnya untuk hasil pengujian secara eksperimen dengan variasi sudut nosel dan sudut sudu terhadap efisiensi yang dihasilkan turbin air Crossflow disajikan dalam gambar 13 di bawah ini.



Gambar 4 Pengaruh Sudut Nosel dan Sudut Sudu Terhadap Efisiensi

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sudut nosel dan sudut sudu sangat berpengaruh terhadap kinerja turbin. Efisiensi turbin tertinggi sebesar 77% diperoleh dengan sudut nosel 15° dan sudut sudu 16°. sudut nosel semakin meningkat maka efisiensi turbin semakin menurun.

REFERENSI

- [1] A. Lubis, “Energi Terbarukan Dalam Pembangunan Berkelanjutan,” *J. Badan Pengkaj. dan Penerapan Teknol.*, vol. 8, no. 2, p. 23, 2007.
- [2] Agus Rohermanto, “Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLMH),” *J. Vokasi*, vol. 4, no. 1, pp. 28–36, 2007.
- [3] N. Miroslav, *Hydraulic Turbine Their Design and Equipment*. 2002.
- [4] O. M. E. Suleiman, *Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbo-Machinery*. 2016.
- [5] Venkappayya R. Desai Nadim R. Aziz, “An Experimental Investigation Of Cross-Flow Turbine Efficiency,” *J. Fluids Eng.*, vol. 116, no. 2, pp. 545–550, 1994.
- [6] Y. D. Choi, H. Y. Yoon, M. Inagaki, S. Ooike, Y. J. Kim, and Y. H. Lee, “Performance improvement of a cross-flow hydro turbine by air layer effect,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 12, p. 012030, 2012.
- [7] S. R. Yassen, “Optimization of the Performance of Micro Hydro-Turbines for Electricity Generation Optimization of the Performance of Micro Hydro-Turbines for Electricity Generation,” 2014.
- [8] Y. Setiawan, I. Wahyudi, and E. Nandes, “Unjuk Kerja Turbin Air

Tipe Cross Flow Dengan Variasi
Debit Air Dan Sudut Serang
Nosel,” *Turbo J. Progr. Stud.*
Tek. Mesin, vol. 2, no. 1, pp. 21–
25, 2017.