

# **PENGUJIAN EKSPERIMENTAL FLOATING TURBIN DENGAN SIRIP**

UNTUNG ROMORA RUMAHORBO<sup>1</sup>, TITO SHANTIKA S. T., M. T.<sup>1</sup> LIMAN HARTAWAN S. T., M. T.<sup>1</sup>, M. PRAMUDA N.S. S. T., M. T.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Teknologi Nasional Bandung  
Email : rumoraparna@gmail.com

*Received 08 02 2023 | Revised 15 02 2023 | Accepted 15 02 2023*

## **ABSTRAK**

*Pembangkit listrik pikohidro merupakan pembangkit listrik yang mempunyai daya yang kecil sebesar 5 KW. Peningkatan performa sudu propeller dapat dilakukan dengan menambahkan sirip. Namun pengembangan yang ada baru digunakan sebatas pada propeller kapal. Pada penelitian ini difokuskan untuk mendapatkan performa dari sudu turbin air jenis propeller dengan penambahan sirip. Sirip pada sudu turbin tipe propeller merupakan tambahan luas permukaan sudu untuk menkonsentrasikan arah aliran air. Pada penelitian ini, sudu turbin propeller yang sudah ada dimodifikasi dengan menambahkan sirip pada bagian ujung sudu, kemudian diuji dengan parameter berupa : Putaran, Tegangan, Arus, Daya. Pengujian dilakukan di sungai dengan kecepatan aliran sebesar 1,4 m/s. Dari hasil pengujian diperoleh debit yang masuk ke turbin sebesar 0,14 m<sup>3</sup>/s menghasilkan daya sebesar 4,4 – 10,124 Watt. Daya tersebut diperoleh pada kisaran putaran turbin antara 383,8 RPM – 588,5 RPM. Dengan demikian maka efisiensi dari turbin berkisar antara 4,3% hingga 9,8 %. **Kata kunci:** Turbin Pikohidro, Analisa performa turbin, Pengujian Turbin Pikohidro.*

## **ABSTRACT**

*A pico-hydro power plant is a power plant that has a small power of 5 kW. Increasing the erformance of propeller blades can be done by addding fins. However, the existing development is only limited ti ship propellers. In this study the focus was on getting the performance of the propeller – type water turbine blades with the addition of fins. The fins on the propeller type turbine blades are an additional surface area of the blades to concentrate the direction of water flow. In this study, the existing propeller turbine blades were modified by adding fins to the tip blades, then tested with parameters such as : Rotation, Voltage, Current, Power. The test was carried out in a river with a flow velocity of 1,4 m/s. From tes results, it was obtained that the discharge entering the turbine was 0,14 m<sup>3</sup>/s, producing a power of 4,4 – 10,124 Watt. This power is obtained in the range of turbine rotation between 383,8 RPM – 588,5 RPM. Thus, the efficiency of the tubrine ranges from 4,3% to 9,8% **Keywords** : Picohydro Turbine, Analysis of turbine performance, Testing of Picohydro Turbine.*

## **PENDAHULUAN**

Pembangkit listrik pikohidro yang telah dibuat sebelumnya, merupakan pembangkit listrik yang mempunyai daya 5 KW, pembangkit listrik ini digunakan hanya untuk menghidupkan sumber peencahayaan bagi beberapa rumah saya karena kapasitas dan ukuran yang kecil juga bersifat portabel. Konsep pembangkit listrik **Hybrid PV – Picohydro** direncanakan untuk sistem terapung dengan dimensi tidak melebihi 1,5 meter dan panjang 2 meter sehingga dapat

dibawa dengan mudah. Generator listrik digunakan untuk satu rumah dengan sistem Piko hidro **off grid** minimal 200 Watt dan **solar cell** 200 WP (**Shantika, 2020**). Piko hidro terdiri dari beberapa komponen yang salah satunya adalah turbin. Turbin piko hidro memiliki sudu, yang nantinya akan dimodifikasi dengan menambahkan sirip pada tiap – tiap sudu akan tetapi dalam penggabungan tersebut, ada hal yang tidak kalah penting untuk diperhatikan yaitu performa dari teknologi tersebut. Sehingga fokus pada penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan dari sudu **blade** turbin dengan cara memodifikasi dengan menambahkan sirip pada blade turbin air dengan tujuan untuk mencari performa turbin tersebut. Sirip berupa tambahan daging pada sudu blade turbin yang pada propeller kapal digunakan untuk memaksimalkan daya yang diserap oleh propeller kapal, sehingga menghasilkan daya dorong yang juga maksimal dan pada akhirnya dapat meningkatkan kecepatan kapal tanpa harus memperbesar daya yang harus diinstal (Jadmiko, 2005).

## 2. METODE PENELITIAN

Langkah dalam menganalisis kinerja turbin pada turbin piko hidro dengan penambahan sirip ini dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini :

- Mulai.
- Mencari, mempelajari, dan memasukkan data turbin piko hidro yang digunakan, mencakup profil dan spesifikasi. Mencari nilai performa dari hasil pengujian sebelumnya tanpa menggunakan sirip.
- Mempelajari studi literatur yang berkaitan dengan turbin piko hidro dan juga pembuatan sirip pada turbin, lalu dilanjutkan dengan mencari atau melakukan survey di lapangan yang akan digunakan sebagai media penelitian.
- Memperbaiki komponen dari turbin yang tidak bekerja sebagaimana mestinya dan juga tidak bekerja secara maksimal
- Merancang dan membuat sirip yang nantinya dapat digunakan untuk pengujian.
- Pengujian kerja turbin, yaitu pengujian yang berisi tentang apakah turbin sudah layak untuk dilakukan pengujian langsung. Pengujian ini menguji apakah turbin dapat bekerja sebagai mana mestinya.
- Apabila alat tidak bekerja sebagaimana mestinya dan tidak bekerja secara maksimal maka proses akan diulang ke langkah perbaikan komponen, dan apabila dapat bekerja sebagaimana mestinya maka proses akan dilanjutkan ke tahap berikutnya.
- Menentukan parameter dan variabel yang digunakan pada pengujian.
- Mencari alat – alat yang digunakan.
- Pengujian performa adalah pengujian yang bertujuan mendapatkan performa performa dari turbin termasuk efisiensi yang nanti semua para meternya akan dijelaskan di sub bab berikutnya.
- Melakukan analisa atas hasil yang telah didapat.
- Menarik kesimpulan dari pengujian yang telah dilakukan.
- Memberikan saran untuk pengujian yang akan dilakukan selanjutnya berkaitan dengan turbin piko hidro.

### 2.1. Data Turbin Dan Hasil Pengujian Tanpa Sirip

Turbin yang digunakan pada penelitian ini yaitu turbin piko hidro dengan spesifikasi putaran 500 – 600 RPM dan beban maksimal 200 Watt.



**Gambar 2. Blade Turbin**



**Gambar 3. Turbin Piko hidro**

Gambar 2 dan 3 merupakan gambar turbin yang digunakan dalam pengujian ini, dengan penjelasan sebagai berikut :

Luas sudu  $0,032 \text{ m}^2$ , Luas pipa untuk casing sudu  $0,034 \text{ m}^2$ , Diameter sudu  $0,135 \text{ m}$ ,  $\beta$  masuk sudu  $80^\circ$ , dan  $\beta$  keluar sudu  $58^\circ$ .

Selanjutnya dilanjutkan dengan mencari hasil pengujian sebelumnya yang nantinya akan dibandingkan dengan pengujian selanjutnya yang telah berubah variabel yaitu sirip. Dimana pengujian sebelumnya memiliki efisiensi sebesar  $7,78\%$  dengan kecepatan aliran  $1,64 \text{ m/s}$

## **2.2. Studi Lapangan**

Studi lapangan yang digunakan yaitu sungai di Indonesia yang memenuhi syarat dengan kecepatan aliran  $1-3 \text{ m/s}$  dan  $30-60 \text{ cm}$ . Lebar sungai bervariasi dari  $1-8 \text{ meter}$ . Penentuan lokasi ini berdasarkan daerah yang memudahkan untuk dilaksanakannya pengambilan data pengamatan.



**Gambar 4. Sungai**

Gambar 4 merupakan gambar sungai yang akan digunakan untuk pengujian untuk laporan ini. Sungai yang digunakan yaitu sungai Cikapundung yang terletak di Jalan A. B. C, Cikapundung, Kelurahan Braga, Kecamatan Sumur Bandung, Bandung Jawa Barat.

## **2.3. Modifikasi Alat**

Pada tahap ini komponen turbin yang tidak bekerja sebagaimana mestinya akan dimodifikasi. Berikut alat – alat yang perlu dimodifikasi.



**Gambar 5. Pemasangan seal pada sisi turbin**



**Gambar 6. Pembuatan pipa hub untuk poros penghubung turbin ke generator**

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa pada bagian turbin dipasang seal karena sebelumnya terdapat air yang masuk ke dalam gearbox turbin yang mengakibatkan terjadinya karat dan poros penghubung turbin ke generator tidak berputar secara maksimal.

Pada gambar 6 merupakan gambar yang memperlihatkan pipa penghubung sebagai tempat poros penghubung antara turbin dan generator.



**Gambar 7. Kontur pipa hub penghubung turbin ke generator**



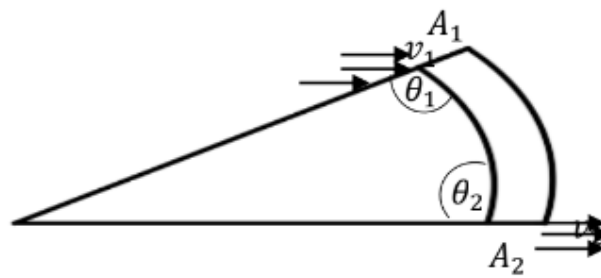
**Gambar 8. Pembuatan poros penghubung turbin ke generator**

Pada gambar 7 adalah hal yang baru pada pipa penghubung ini dimana terdapatnya rumah bearing di atas agar putaran yang dihasilkan poros penghubung ke generator semakin maksimal.

Pada gambar 8 memperlihatkan poros penghubung antara turbin dan generator, dimana bagian poros penghubung ini memiliki dimensi rata – rata 12 millimeter dan terdapat bagian untuk penempatan bearing yang akan digunakan.

#### **2.4 Merancang dan Membuat Fin**

Momentum yang terjadi pada setiap sudu akan dihitung agar dapat menentukan ketahanan sirip terhadap momentum fluida yang terjadi pada sudu blade turbin dimana sirip dan lem yang digunakan harus mampu menahan laju aliran pada penelitian ini yaitu sebesar 1 – 1,5 m/s. Untuk mencari gaya tersebut menggunakan persamaan momentum fluida sebagai berikut :



**Gambar 9. Gambar Skema Momentum Fluida Pada Sudu Turbin**

$$F_{sx} + F_{bx} = \frac{d}{dt} \int_{cv} v_{xyz} \rho dA + \int_{cs} v_{xyz} \rho v dA$$

Rumus tersebut digunakan untuk mencari nilai gaya yang terjadi pada sirip disebabkan oleh momentum fluida, didapatkan gaya sebesar 2,9 Newton

$$f_s = 2,9 \text{ N}$$

$$w = \frac{2,9 \text{ N}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$W = 0,3 \text{ kg}$$

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa dalam pemilihan dan penempelan sirip harus dapat menahan beban sebesar 0,3 Kilogram.

Pada tahap pembuatan alat yaitu proses pembuatan sirip dan pemasangan sirip pada blade turbin. Material yang akan digunakan adalah material akrilik, karena akrilik dianggap mampu menahan laju aliran yang terjadi, ini dapat dilihat dari hasil pengujian beban pada sirip setelah sirip jadi.



**Gambar 10. Akrilik**



**Gambar 11. Blade Turbin dengan Fin**

Pada gambar 10 Tersebut menunjukkan akrilik yang akan digunakan sebagai sirip dengan ketebalan 2 mm dan luas 210 milimeter × 10 milimeter yang nantinya akan dipasang pada sisi bagian ujung blade turbin. Pada gambar 11 menunjukkan akrilik yang telah menempel sempurna pada blade turbin.



**Gambar 12. Uji Beban Pada Sirip**

Gambar 12 merupakan gambar pengujian beban yang diberikan pada sirip, terlihat bahwa sirip mampu menahan gaya akibat momentum fluida sebesar 0,3 kilogram.

## 2.5 Pengujian

Dalam melakukan pengujian, sangat penting untuk menentukan parameter pengujian dan variabel pengujian.

Parameter dari pengujian yang dilakukan

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parameter <i>InPut</i></li> <li>1. Kecepatan air</li> <li>2. Kedalaman sungai</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parameter <i>OutPut</i></li> <li>1. Arus</li> <li>2. Tegangan</li> <li>3. Daya listrik</li> <li>4. Debit</li> <li>5. Tekanan air</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>6. Frekuensi</li> <li>6. Tekanan air</li> <li>7. Frekuensi</li> <li>8. Efisiensi</li> <li>9. Torsi</li> </ul> |
|---|--|--|

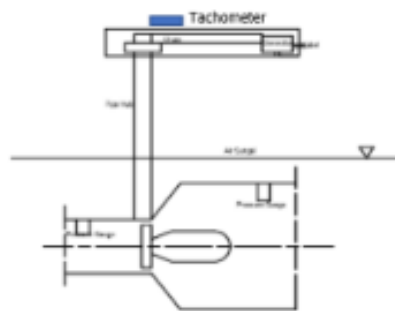
Variabel dalam pengujian ini adalah sudu dari blade turbin yang dimodifikasi menggunakan sirip. Alat – alat yang digunakan yaitu : Multitester, Voltmeter, Pressure Gauge, Stopwatch, Penggaris, Tachometer, Meteran, Pampu 25, 50, 75, 100 Watt

Tabel 1 hasil pengujian parameter input pada sungai, didapat kecepatan sungai sebesar 1,64 dan debit sungai sebesar  $3,08 \frac{mm^3}{s}$

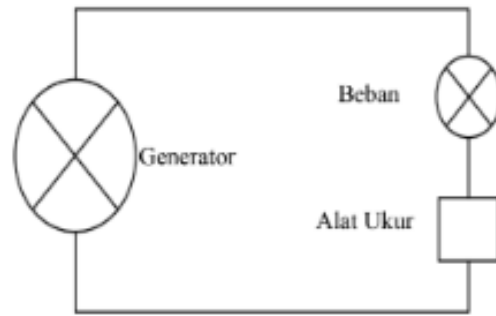
**Tabel 1 Hasil Pengujian Input Sungai**

No	Kecepatan Air ( $\frac{m}{s}$ )	Debit ( $\frac{m^3}{s}$ )	Densiti ( $\frac{kg}{m^3}$ )
1	1,4	3,08	1000

- Parameter Out – put



**Gambar 13. Skema Pengujian Turbin**



**Gambar 14. Pengujian Pembebanan**

Pada gambar 13 Menjelaskan skema pengujian yang dilakukan, dimana turbin akan dimasukkan kedalam sungai. Untuk pengujian putaran akan diambil diatas batang hub menggunakan tachometer, untuk mencari tekanan akan menggunakan pressure gauge didalam pipa masuk dan keluar.

Pada gambar 14 menunjukkan skema pengujian yang digunakan pada pengujian arus, tegangan, frekuensi, daya listrik. Pengujian akan menggunakan beban berupa lampu : dari 25, 50, 75, 100, dan menggunakan alat ukur multitester. Untuk hasil pengujian parameter output tersaji pada tabel 2.

**Tabel 3. Hasil Pengujian Parameter Out - Put**

NO	Beban (Watt)	Arus (ampere)	Tegangan (volt)	Putaran (RPM)	Torsi (N.m)	$P_{\text{masuk}} - P_{\text{out}}$	
						In	Out
1	0	-	28,16	857	-	3800	3800
2	25	1,25	8,1	988,3	0,18	3800	3100
3	50	1,74	4,92	120,1	0,14	3800	3100
4	75	2,82	2,375	479	8,134	3800	3100
5	100	5,13	1,42	383,8	0,11	3800	3100

Tabel 3 merupakan tabel hasil dari pengujian yang dilakukan pada turbin

**Tabel 4. Hasil Perhitungan Parameter Out - Put**

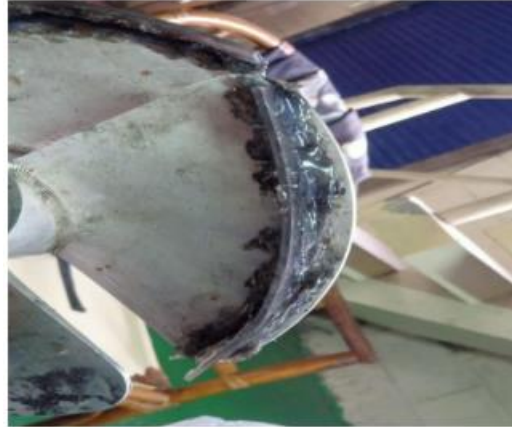
$H_{\text{turbin}}$ (m)	Daya Hidrolik (Watt)	Daya (Watt)	$K_{\text{eff}} \left( \frac{m}{s} \right)$		$D_{\text{eff}} \left( \frac{m^3}{s} \right)$		Efisiensi %
			In	Out	In	Out	
0	0	-	2,75	2,75	0,14	0,07	-
0,15	100	18,124	2,75	2,4	0,14	0,07	9,8
0,15	100	8,56	2,75	2,4	0,14	0,07	8,3
0,15	100	6,7	2,75	2,4	0,14	0,07	6,5
0,15	100	4,4	2,75	2,4	0,14	0,07	4,3

Tabel 4 merupakan tabel hasil perhitungan untuk parameter yang tidak bisa diuji langsung dan memerlukan perhitungan

### 3. ANALISA

Analisa dari pengujian Floating Turbin Menggunakan sirip ini dapat dibagi menjadi beberapa :

1. Pada saat pemasangan sirip, awalnya dipasang di pinggir sudu diluar penampang sudu yang terserang air, hal ini membuat sudu turbin tidak berputar  $360^\circ$  yang akhirnya dilakukan penempelan sirip pada bagian penampang sudu dan tetap berposisi di pinggir sudu blade turbin berjarak 200 mm dari pusat sudu.



**Gambar 4. 1 Posisi Akhir Fin**

2. Terdapat banyak karat pada gearbox akibat air yang masuk ke rumah siput, untuk mencegah hal itu maka diberikan seal karet pada sambungan rumah siput dengan diameter tebal seal 2 mm di seputar rumah siput.
3. Pada saat melakukan perbaikan itu terdapat banyak karat yang berada di gearbox untuk melancarkan putaran, maka gearbox diberi pelumas GS33.

### 4. KESIMPULAN

1. Dari pengujian dengan sirip yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa performa turbin generator meningkat dari sebelumnya, dimana pada pengujian sebelumnya mendapatkan efisiensi tertinggi sebesar 7,78 % dan pada pengujian ini menjadi 9,8 %.
2. Daya Aktif maksimal pada beban 100 Watt dapat dibangkitkan yaitu 10,124 Watt
3. menghasilkan daya sebesar 4,4 – 10,124 Watt. Daya tersebut diperoleh pada kisaran putaran turbin antara 383,8 RPM – 588,5 RPM
4. Arus maksimal yang diperoleh 3,13 Ampere pada saat beban 100 Watt.



## **DAFTAR PUSTAKA**

Anthony, Z. (2018). *Mesin Listrik Dasar*. Edited by Aswir Premadi : ITP Press. Padang: ITP Press, Padang.

Asmara, S. S. (2016). *Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro Di Aliran Sungai Sekitar Bangun Mulyo Girikerto*. JURNAL ENERGI DAN MANUFAKTUR.

BPS. (2016). *Sub directorate os Statistical Complilation and Publikation*. Jakarta: BPS Statistic Indonesia.

Bustami, A. M. (2017). *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Piko hidro 1000 VA Dengan Memanfaatkan Pembuangan Air Limbah Pada Gedung Pakarti Center*. Jurnal.umj.ac.id/semnastek.

Pengujian Eksperimental Floating Turbin Dengan Menggunakan Sirip

Chrisnagara, A. M. (2020). *PENGUJIAN PERFORMA SISTEM PLT Pico Hydro YANG MENGGUNAKAN TURBIN KAPLAN POROS HORIZONTAL*.

Kaprawi, A. P. (2015). *APLIKASI TURBIN AIR MINI SEBAGAI PENGUKUR KECEPATAN ALIRAN AIR*. Jurnal Rekayasa Mesin.

Mafrudin, S. T. (2014). *Pembuatan Tubin Mikro hidro Tipe Cross - Flow Sebagai Pembangkit Listrik Di Desa Bumi Nabung Timur*. TURBOISSN 203-661 Vol. 3 No. 2,9. Mafrudin, S. T. (2020).

*Turbin impuls*. Lampung: CV. LADUNY ALIFATMA. Muddin Martua, D. S. (2021). *Studi Karakteristik Luar Dan Efisiensi Generator Dc Penguat Terpisah Terhadap Perubahan Beban Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic*. Jurnal Karya Ilmiah Multidisiplin.

Ratna, D. (2015). *Turbin Air*. Mojokerto.

Ratnata, I. W. (2018). *Prototype of Pico Hydro - Solar Photovoltaic Hybrid System*. IOP Conf. Series Material Science.

Shantika, S. M. (2020). *DESIGN ROTOR TURBINE HYBRID OF PV-PICOHYDRO POWER PLANT AS ENERGY SOURCES FOR RURAL AREA IN INDONESIA*. IJMPERDJUN202021. Sopian, K. &

(2009). *Pico Hydro : Clean Power From Small Streams*. Proceedings of the 3rd. Wseas Renewable Energy Sources.

Waspodo. (2015). *Analisa Head Loss Sistem Jaringan Pipa Pada Sambungan Pipa*. Jurnal Suara Teknik Fakultas Teknik.

Williams, A. (2007). *Pico Hydro for Cost - Effective lighting*. Boiling Point Magazine. Wulansari, S. M. (2021). *MODIFICATION OF SCREW TURBINE DESIGN WITH ADDITIONAL FINS AS WIND POWER ALTERNATIVE INSTRUMENTS WITH SIMULATION BASED UTILIZATION*. Surabaya: DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY SEPULUH NOVEMBER.