

# STUDI KINERJA PICOHYDRO TURBINE LOW POWER PADA SALURAN IRIGASI BUDIDAYA IKAN DESA BINCAU KECAMATAN MARTAPURA KABUPATEN BANJAR

**Gunawan Rudi Cahyono<sup>1)</sup>, M. Reynaldi Perdana Saputra<sup>2)</sup>,  
Pathur Razi Ansyah<sup>3)</sup>, Apip Amrullah<sup>4)</sup> Joni Riadi<sup>5)</sup>**

gunawan.cahyono@ulm.ac.id<sup>1)</sup>, mreynaldiperdanasaputra@gmail.com<sup>2)</sup>, pathur.razi@ulm.ac.id<sup>3)</sup>,  
apip.amrullah@ulm.ac.id<sup>4)</sup>, joni.riadi@poliban.ac.id<sup>5)</sup>

<sup>1, 2, 3, 4)</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

<sup>5)</sup> Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Banjarmasin

## Abstrak

Salah satu sumber energi baru terbarukan yang memiliki potensi untuk dikembangkan yaitu pemanfaatan energi air sebagai pembangkit listrik. Implementasi dari Pembangkit Tenaga Listrik Pikohidro sangat cocok dengan wilayah alam yang berada di Kalimantan Selatan yang banyak memiliki aliran air, seperti sungai, irigasi, air terjun, bendungan dan lainnya. Sebuah pengembangan tentang Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro diperlukan untuk implementasi di wilayah terpencil Kalimantan Selatan yang energinya dapat menerangi irigasi pada malam hari ataupun kebutuhan sehari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Archimedes Screw dengan menggunakan debit andalan irigasi Instalasi Buididaya Ikan Desa Bincau. Hasil pengujian dengan debit 47,88 ltr/dtk, dengan Level Rendaman (I) 0,7 serta Kemiringan 11° menghasilkan Putaran diangka 301 rpm dengan Torsi ( $\tau$ ) sebesar 2,82 Nm.

**Kata Kunci :** *Archimedes Screw, Pikohidro, Performa, Turbine Low Power*

## 1. PENDAHULUAN

Sekarang ini, kebutuhan energi baru terbarukan (*renewable energy*) akan menggantikan penggunaan energi fosil. Berbagai faktor dan sebab dipilihnya energi terbarukan sebagai pengganti energi fosil, yaitu ramah terhadap lingkungan, mudah pengaplikasiannya, murah, dan ketersediaannya yang tidak akan pernah habis [1].

Salah satu sumber energi baru terbarukan yang memiliki potensi untuk dikembangkan yaitu pemanfaatan energi air sebagai pembangkit listrik [2]. Pikohidro adalah pembangkit listrik tenaga air yang mempunyai

daya dari ratusan Watt sampai 5 kW, sehingga hanya dapat digunakan untuk penerangan dengan beban langsung menggunakan lampu pijar atau lampu hemat energi [3].

Penelitian terkait pikohidro sudah pernah dilakukan oleh [4] dan [5]. Pada [4] berfokus kepada Perancangan dan Realisasi Sistem Pengisian Baterai 12 Volt 45 untuk pemanfaatan pikohidro tersebut. Kemudian untuk uji efisiensi tenaga pikohidro telah dilakukan oleh [5] sebagai tolak ukur pada penelitian yang terkait.

Implementasi dari Pembangkit Tenaga Listrik Pikohidro sangat cocok dengan wilayah alam yang berada di Kalimantan Selatan yang banyak memiliki aliran air,

seperti sungai, irigasi, air terjun, bendungan dan lainnya.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka diperlukannya penelitian dan pengembangan tentang Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro yang dapat diimplementasikan di wilayah terpencil di Kalimantan Selatan. lingkungan, tidak melukai makhluk hidup seperti ikan, dan energi yang didapatkan untuk menerangi irigasi tersebut dimalam hari ataupun kebutuhan sehari-hari.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Studi Literatur

#### 2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro

Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) merupakan pembangkit tenaga listrik terbaru dengan daya keluaran dibawah 5 kilowatt. Pembangkit ini digunakan pada daerah pegunungan yang memiliki aliran sungai kecil sebagai sumber energi. Akan tetapi, pada pelaksanaannya masih ditemukan beberapa masalah teknis sehingga perlu adanya tinjauan khusus dalam perancangan alat uji pada PLTPH sebagai solusi dari masalah tersebut. Untuk itu diperlukan sebuah sistem pengujian yang berfungsi untuk mencari variabel yang berhubungan dengan penyebab masalah tersebut.

#### 2.1.2 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro

Untuk bisa menghasilkan energi listrik dari air, ada beberapa tahapan yang harus dilalui. Pertama adalah energi potensial dari air berubah menjadi energi kinetik. Air pada ketinggian tertentu mempunyai energi potensial, semakin tinggi elevasinya maka energi potensialnya semakin besar. Ketika air pada ketinggian tertentu mengalir kebawah, maka terjadi perubahan energi potensial menjadi energi kinetik. Ketika air mengalir menabrak turbin, maka terjadi perubahan kinetik menjadi energi mekanik. Dan yang terakhir ketika turbin berputar dan ikut menggerakkan rotor generator, maka terjadi

perubahan energi mekanik menjadi energi listrik.

#### 2.1.3 Turbin Archimedes Screw

Turbin Ulir atau Archimedean Screw merupakan turbin yang sudah ada pada zaman kuno yang dimanfaatkan sebagai pompa air untuk pengairan. Seiring dengan krisis energi dan terbatasnya potensi energi air dengan head yang tinggi, maka pada tahun 2007 seorang insinyur memodifikasi pompa Archimedes yang dibalik dan membiarkan air mengendalikan pompa dan pada ujung pompa dipasang generator, maka dapat menghasilkan listrik selama generator tersebut tidak terendam air atau terkena air.

Turbin ulir ini dapat digunakan pada head rendah. Sudut blade pada turbin ulir biasanya ditetapkan pada sudut 220. Turbin ulir memiliki prinsip kerja, dimana tekanan air yang melalui bilah-bilah sudut turbin mengalami penurunan tekanan sejalan dengan penurunan kecepatan air akibat adanya hambatan dari bilah-bilah sudut turbin maka tekanan air akan memutar turbin dan secara bersamaan memutar generator. Berikut merupakan keuntungan turbin Archimedes screw dibandingkan turbin lain, yaitu :

- a) Efisiensi tinggi.
- b) Simple dan reliable.
- c) Ekosistem ikan tidak terganggu
- d) Jika dioperasikan dalam putaran rendah maka dapat menyebabkan umur turbin bertahan lama
- e) Perawatan yang mudah
- f) Pengoperasian yang mudah dan biaya yang murah.

#### 2.1.4 Parameter yang Mempengaruhi

##### Performa Turbin Archimedes Screw

*Head* merupakan parameter pertama. Faktor tinggi jatuhnya air dan debit yang akan digunakan untuk operasi turbin, dimana semakin miring maka kemungkinan untuk ditemukannya *head* yang cukup untuk PLTMH semakin besar Derajat kemiringan dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\tan \alpha = y/x \tag{1}$$

$$\alpha = \tan^{-1}(y/x) \tag{2}$$

Parameter kedua yaitu debit. Faktor daya (*power*) yang berhubungan dengan *head* dan debit air yang digunakan. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung debit air :

$$Debit = \frac{volume\ bejana}{waktu\ memenuhi\ bejana} \tag{3}$$

Parameter ketiga yaitu daya hidrolis. Daya yang dihasilkan oleh kerja turbin didefinisikan sebagai kerja dalam satu detik yang dilakukan oleh air seberat *m* (kg) dimana akibat percepatan gravitasi bumi, air jatuh pada ketinggian *head* sampai pada daerah terendah dimana turbin tersebut dipasang. Diantara sudu gerak turbin, air yang jatuh mengalir *Q* (m<sup>3</sup>/s) akan menghasilkan gaya-gaya dengan kecepatan putar tertentu pada sudu turbin. Daya yang dihasilkan turbin dengan efisiensi tertentu dapat ditentukan dengan persamaan [6].

Pembangkit tenaga listrik dengan menggunakan tenaga air merupakan suatu perubahan tenaga dari tenaga air dan ketinggian jatuh air serta debit air tertentu yang diubah menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. Daya yang dihasilkan dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$P = \rho g Q H \tag{4}$$

Dimana *Q* adalah Debit aliran (m<sup>3</sup>/s), *ρ* adalah massa jenis air (kg/m<sup>3</sup>), *H* adalah Head (m), *g* adalah Percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>), *P* adalah Daya (W)

Parameter keempat yaitu torsi. Kecepatan turbin yang akan ditransmisikan ke genrator. Untuk torsi dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$P = T 2\pi \frac{N}{60} \tag{5}$$

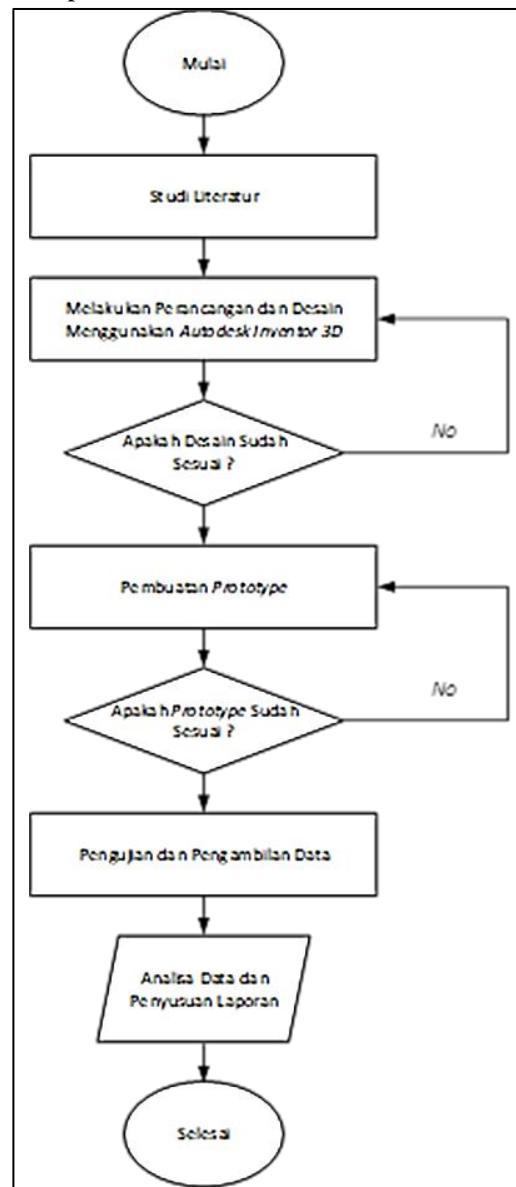
$$T = \frac{P}{2\pi \frac{N}{60}} \tag{6}$$

$$n = 60 \frac{P}{T 2\pi} \tag{7}$$

Dimana *T* adalah Torsi (Nm), *P* adalah Daya (kW), *n* adalah Kecepatan putaran (rpm)

### 2.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan Studi Kinerja dengan membuat Turbin *Archimedes Screw* sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro di Irigasi Instalasi Budidaya Ikan Desa Bincau, Martapura.



Gambar 1. Diagram Alir

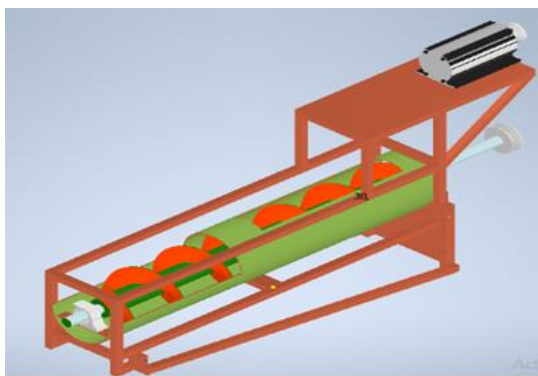
Gambar 1 menunjukkan tahapan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu mulai dari studi pustaka, merancang model sistem PLTMH, menyiapkan bahan serta peralatan, merakit rancangan pemodelan PLTMH, melakukan pengujian PLTMH, mencatat dan menganalisa data.

### 2.2.1 Prosedur Kerja Perancangan

Proses perancangan PLTPH ini menggunakan *Autodesk Inventor 3D*. Hal tersebut bertujuan untuk memudahkan proses manufaktur agar sesuai dengan desain yang telah dibuat.

Tabel 1. Spesifikasi PLTPH

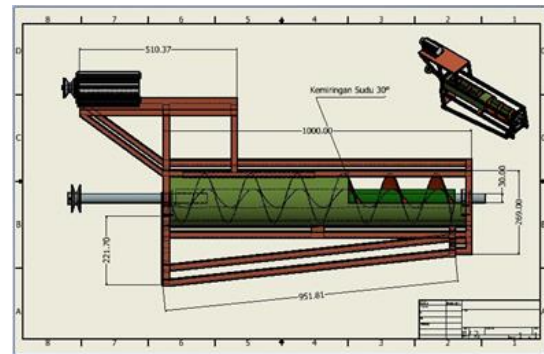
Spesifikasi	Parameter
Bahan poros utama	Pipa Besi 1"
Bahan poros ulir	Pipa besi 2"
Bahan sudu & housing turbin	Plat galvanis 2mm
Sudut sudu	30°
Berat turbin	4 kg
Panjang turbin	1 m
Tinggi sudu turbin	5 cm
Jumlah ulir sudu	6 buah
Diameter turbin	16 cm
<i>Pitch ratio</i>	150 mm
Rangka housing	<i>hollow 4x4 cm</i>
Generator	350 watt
<i>Pulley</i> Generator	1"
<i>Pulley</i> Turbin	5"
Lampu	8 Watt DC



Gambar 2. Render Autodesk Inventor 3D

Berikut beberapa hal yang diperhatikan dalam proses perancangan :

- Dimensi PLTPH yang akan dibuat
- Jenis PLTPH yang akan dibuat
- Kapasitas PLTPH
- Mempelajari dan membandingkan penelitian PLTPH yang telah diteliti orang lain
- Memperhitungkan kemampuan PLTPH dengan kondisi di lapangan.



Gambar 3. Lembar Kerja Rancangan PLTPH

### 2.2.2 Prosedur Kerja Pembuatan

Pembuatan PLTPH dilakukan di laboratorium manufaktur Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat. Proses pembuatan ini meliputi pengelasan, kerja bangku, dan *finishing*. Berikut beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses manufaktur :

- Menyesuaikan desain yang telah dirancang
- Harus memperhatikan faktor akurat dan presisi dari dimensinya
- Proses *alignment* pemindah tenaga harus diperhitungkan
- Clearance* antara sudu dengan housing
- Safety* dalam proses pengerjaan



Gambar 4. Proses Manufaktur Turbin

### 2.2.3 Prosedur Kerja Pengujian

Pengujian performa PLTPH menggunakan aliran air *flowrate* yang kecil. Dalam hal ini menggunakan aliran air Instalasi Budidaya Ikan Desa Bincau. Adapun alat yang digunakan dalam pengujian ini seperti, *roll meter*, *tacho meter*, dan *clino meter*.



Gambar 5. Saluran Irigasi Pengujian PLTPH Debit 47,88 ltr/dtk

Adapun variabel yang diperhatikan dalam proses pengambilan data adalah sebagai berikut :

- a) Debit aliran air (ltr/dtk)
- b) Kemiringan turbin ( $^{\circ}$ )
- c) Head (m)
- d) Kecepatan putaran (rpm)
- e) Torsi (Nm)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Pengujian Modbus

Setelah melakukan pengamatan di Irigasi Instalasi Budidaya Ikan Desa Bincau Kec. Martapura, Kabupaten Banjar dengan metode penelitian seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya, maka diketahui kecepatan aliran air irigasi, kedalaman air irigasi dan debit aliran air irigas. Proses pengambilan data dilakukan pada dua tempat yang memiliki debit aliran air yang berbeda, hal tersebut bertujuan untuk mengetahui performa turbin

apabila digunakan pada debit aliran yang berbeda.

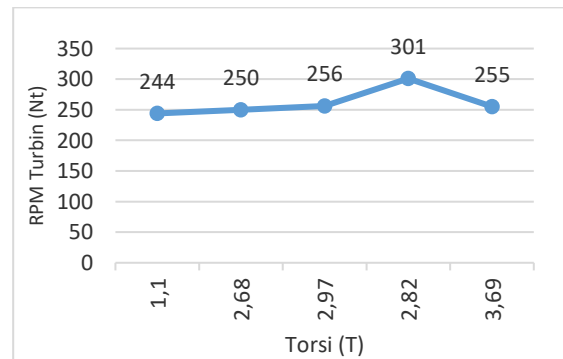
Tabel 2. Data Saluran Irigasi

Area	A
Lebar Saluran (m)	0.38
Kedalaman Air (m)	0.2
Luas Penampang (m <sup>2</sup> )	0.076
Kecepatan (m/s)	0.63
Debit (ltr/dtk)	47.8

Pada tabel dibawah dapat diketahui data dari hasil pengukuran, yaitu A (Kemiringan Turbin dengan satuan  $^{\circ}$ ), B (*Head* dengan satuan cmn), C (Kecepatan Putaran Generator dengan satuan rpm), D (Kecepatan Putaran Turbin dengan satuan rpm), dan E (Torsi dengan satuan  $\tau$ )

Tabel 3. Data Debit Aliran Air 47,88 ltr/dtk

A	B	C	D	E	Daya Hidrolisis
4	6	611	244	1,1	28,15
9	15	627	250	2,68	70,38
10	17	640	256	2,97	79,76
11	19	753	301	2,82	89
12	21	640	255	3,69	98,53

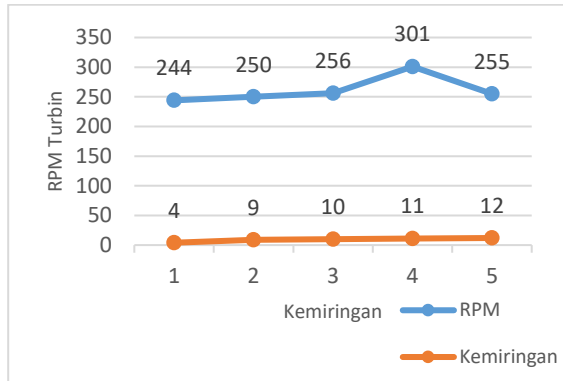


Gambar 8. Hubungan Antara Torsi dengan RPM terhadap Debit

Gambar Grafik 8 menjelaskan hubungan hasil pengukuran antara RPM (N) dengan Torsi ( $\tau$ ) pada kondisi debit (Q) pada titik A. Gambar Grafik 8 menunjukan RPM tertinggi pada 301 rpm diikuti dengan Torsi sebesar 2,82 Nm dan putaran terendah pada 244 rpm diikuti dengan Torsi sebesar 1,1 Nm. Menurut

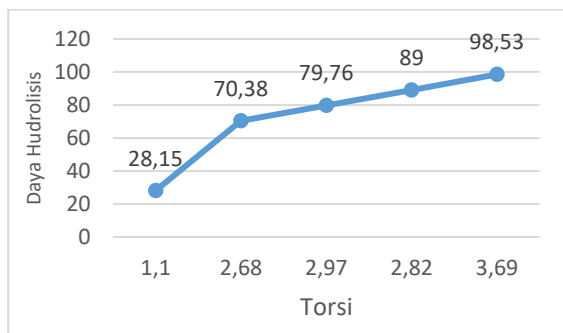


penelitian yang dilakukan oleh [3]. Torsi yang diberikan oleh turbin akan semakin berkurang mengikuti level rendamannya (I). Semakin besar rpm akan semakin kecil juga Torsi yang diperlukan.



Gambar 9 Hubungan Antara Kemiringan Terhadap RPM

Menurut penelitian [7], ketika level air berada di atas garis (I) air dapat mengalir kembali ke sekrup. Fenomena ini menyebabkan sekrup mengerem dan kemudian mengurangi kinerjanya. Ketika level outlet adalah x meter di bawah garis optimal misalnya, torsi yang diberikan oleh sekrup akan meningkat karena penurunan tekanan hidrostatis pada bilah terakhir. Sebagai gantinya, daya hidrolis yang diberikan oleh aliran akan meningkat. Sehingga timbul efek pengereman pada *Archimedes Screw* tersebut.



Gambar 9 Hubungan Antara Daya Hidrolisis Terhadap Torsi

Gambar 9 menunjukkan bahwa hubungan antara Torsi dengan Daya Hidrolisis berbanding lurus. Dapat dilihat dari gambar

tersebut, semakin besar Daya Hidrolisis yang dimiliki oleh PLTPH maka semakin besar juga nilai Torsi yang dihasilkan untuk memutar turbin tersebut.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengamatan yang dilakukan, maka dapat diketahui potensi saluran irigasi Instalasi Budidaya Ikan Desa Bincau Kec. Martapura, Kabupaten Banjar, yaitu pada debit 47,88 ltr/dtk, turbin akan beroperasi optimal serta Kemiringan 11° yang akan menghasilkan Putaran optimal diangka 301 rpm dengan Torsi ( $\tau$ ) sebesar 2,82 Nm. Penurunan kecepatan putaran turbin terjadi akibat pengaruh level rendaman yang mengikuti perubahan sudut kemiringan dari turbin.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haryanto, A. (2017). Energi Terbarukan.
- [2] Kholiq, I. (2015). Analisis Pemanfaatan Sumber Daya Energi Alternatif Sebagai Energi Terbarukan untuk Mendukung Substitusi BBM. *Jurnal Iptek*, 19(2), 75-91.
- [3] Nugraha, I. N. E., WALUYO, W., & SYAHRIAL, S. (2013). Penerapan dan analisis Pembangkit Listrik Tenaga pikohidro dengan Turbin Propeller Open Flume TC 60 dan generator sinkron satu fasa 100 VA di upi Bandung. *REKA ELKOMIKA*, 1(4).
- [4] Budiman, W., Hariyanto, N., & SYAHRIAL, S. (2014). Perancangan dan Realisasi Sistem Pengisian Baterai 12 Volt 45 Ah pada Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro di UPI Bandung. *REKA ELKOMIKA*, 2(1).
- [5] N. Athifah, A. Qurthobi, F. T. Elektro, and U. Telkom, "PERANCANGAN ALAT UJI EFISIENSI PEMBANGKIT LISTRIK EFFICIENCY TESTER DESIGN OF PICOHYDRO POWER

- PLANT GENERATOR,” vol. 4, no. 3, pp. 3853–3861, 2017.
- [6] E. Saefudin, T. Kristyadi, M. Rifki, and S. Arifin, “Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan,” vol. I, no. 3, pp. 233–244, 2017.
- [7] G. Dellinger, A. Terfous, P. A. Garambois, and A. Ghenaim, “Experimental investigation and performance analysis of Archimedes screw generator,” *J. Hydraul. Res.*, vol. 54, no. 2, pp. 197–209, 2016, doi: 10.1080/00221686.2015.1136706.