

PEMANFAATAN PLTA SKALA PICO SEBAGAI SOLUSI PENERANGAN UNTUK BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR DI PEKON NEGERI SAKTI KECAMATAN GEDONG TATAAN, KABUPATEN PESAWARAN

Harmen^{1*}, Ahmad Yonanda², Amrizal³

Program Studi Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Lampung,
Indonesia

* Penulis Korespondensi : harmen.1969@eng.unila.ac.id

ABSTRAK

Pekon Negeri Sakti, Kecamatan Gedong Tataan memiliki lokasi yang dekat dengan aliran sungai-sungai dengan debit kecil serta telah dimanfaatkan oleh sebagian warga menjadi tambak kolam budidaya ikan. Selama ini permasalahannya adalah minimnya penerangan kolam ikan dan banyaknya pencurian ikan di daerah setempat pada malam hari. Permasalahan yang dihadapi Mitra dapat ditanggulangi dengan melihat potensi SDA di lokasi mitra. Ditinjau dari potensi SDA yang terdapat di lokasi, terdapat sebuah aliran sungai yang bisa dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik picohydro atau PLTA skala pico. Tujuan umum dari pengabdian ini adalah mengimplementasikan teknologi tepat guna didaerah dekat aliran sungai sebagai sumber listrik. Pembuatan pembangkit listrik pico-hidro dimulai dari pengukuran potensi air, merancang turbin dan generator, kemudian mengamati sistem kerja dan memperkirakan daya listrik yang akan dihasilkan. Dari hasil survei tersebut diketahui debit air sebesar 2 liter/detik dan memiliki ketinggian jatuh atau head sebesar 0,5 m. Pembuatan PLTA skala pico menggunakan turbin screw mampu menghasilkan daya listrik sebesar 5 watt. Daya yang dihasilkan ini dapat bermanfaat bagi warga untuk penerangan sekitaran kolam secara kontinu dan sekaligus untuk menanggulangi potensi pencurian ikan di malam hari.

Kata kunci: Turbin ulir, budidaya ikan, teknologi tepat guna, PLTA skala pico

Abstract

Pekon Negeri Sakti, Gedong Tataan District has a location close to the flow of rivers with a small discharge and has been used by some residents to become fish farming ponds. So far, the problem is the lack of lighting for fish ponds and the large number of illegal fishing in the local area at night. Problems faced by Partners can be overcome by looking at the potential of natural resources at partner locations. Judging from the potential of natural resources in the location, there is a river flow that can be used as a pico-hydro power plant or pico scale PLTA. The general goal of this service is to implement appropriate technology in areas near river flows as a source of electricity. The manufacture of microhydro power plants starts from measuring the potential of water, designing turbines and generators, then observing the working system and estimating the electrical power that will be generated. From the survey results, it is known that the water discharge is 2 liters/second

and has a fall height or head of 0.5 m. The manufacture of pico-hydro power plant using a screw turbine is capable of producing 5 watts of electrical power. The power generated can be useful for residents for continuous lighting around the pond and at the same time to overcome the potential for illegal fishing at night.

Keywords: *Screw turbin, fish cultivation, expeditious technology, pico-hydro, power plant*

1. PENDAHULUAN

Lampu penerangan jalan merupakan hal yang penting, dimana lampu penerangan mampu meningkatkan keselamatan, kenyamanan dan keamanan pengguna jalan ataupun lingkungan sekitar. Selama ini lampu penerangan jalan menggunakan energi dari PLN atau listrik dari rumah warga. Mengingat lokasi kolam budidaya ikan yang jauh dari pemukiman penduduk maka penerangan disekitar kolam tidak ada dan ini mengakibatkan rawan terhadap pencurian ikan.

Di lokasi PkM terdapat potensi energi yang dapat digunakan, yaitu beberapa mata air kecil yang telah dimanfaatkan oleh sebagian warga menjadi sumber air minum dan untuk budidaya ikan air tawar. Sumber energi dari aliran air ini juga berpotensi dimanfaatkan untuk menggerakkan generator dan akhirnya menghasilkan listrik untuk menhidupkan lampu penerangan jalan dan lampu penerangan untuk kolam ikan warga disekitar aliran sungai tersebut. Gambaran kondisi aliran air dari mata air di RT 005 LK I pekon Negeri Sakti kec. Gedong Tataan, kab. Pesawaran dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Kondisi aliran air dari mata air

Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa pembangkit tenaga air, memiliki keunggulan yang luar biasa jika dibandingkan dengan sumber energi terbarukan lainnya, sehingga paling banyak digunakan di dunia [1–4]. Beberapa keunggulan luar biasa yang dimilikinya dibandingkan sumber energi terbarukan lainnya meliputi; biaya rendah, densitas energi tinggi, dan keandalan tinggi [5].

Pembangkitan listrik dari potensi sumber air yang memiliki debit rendah ini (<5 kW) memungkinkan untuk dilakukan [6]. Untuk sumber air dengan debit aliran rendah dan tinggi jatuh (*head*) juga rendah penggunaan jenis turbin air ulir (*screw turbine*) sangat direkomendasikan [2,7–9].

Beberapa kajian baik teoritis [9], numerik [2,7], maupun eksperimental [8] telah dilakukan dan menyimpulkan bahwa penggunaan PLTA skala pico dengan turbin jenis ulir sebagai pembangkit listrik dapat digunakan. Oleh karena itu pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan kegiatan implementasi turbin ulir sebagai penggerak generator untuk menghasilkan listrik bagi penerangan jalan dan kolam budidaya ikan dengan memanfaatkan sumber energi aliran air di sekitar kolam.

2. BAHAN DAN METODE PENGABDIAN

Metode yang digunakan dalam menyelesaikan persoalan yang dihadapi oleh mitra adalah dengan menerapkan teknologi konversi energi aliran air menjadi energi listrik yang nantinya dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan oleh kelompok masyarakat mitra. Program ini juga nantinya diharapkan dapat mejadi sebuah solusi yang bersifat problem solving terhadap masalah-masalah yang dihadapi mitra. Adapun tahapan dalam penerapan teknologi kepada kelompok masyarakat mitra adalah sebagai berikut :

1.

identifikasi masalah dan kebutuhan masyarakat mitra. Tahap ini dilakukan melalui proses survei lokasi sekaligus proses diskusi dengan kelompok masyarakat yang akan dijadikan sasaran mitra. Melalui tahap ini tim dapat mengetahui apa yang menjadi pokok masalah mitra, lalu tim dapat merumuskan penerapan teknologi seperti apa yang dapat diterapkan untuk mengatasi persoalan tersebut.

2.

analisis potensi penerapan teknologi dan perencanaan yang nantinya akan didesiminasikan kepada mitra.

3.

abrikasi alat teknologi dilakukan oleh

I

A

F

mahasiswa dan juga bengkel yang sudah ditunjuk oleh Tim Pengabdian Masyarakat FT UNILA.

4.

ji coba teknologi untuk mengetahui kinerja mesin, ketika nanti akan diaplikasikan kepada mitra apakah dapat bekerja dengan maksimal.

5.

esiminasi teknologi kepada kelompok masyarakat mitra, tahap ini dilakukan dalam tiga tahap yaitu tahap sosialisasi, edukasi, dan tahap penerapan teknologi.

6.

ahap monitoring dan tahap evaluasi, tahap ini tim melakukan pengecekan secara berkala baik saat program berlangsung atang setelah program selesai dilaksanakan untuk memeriksa apakah teknologi ini dapat bekerja dengan maksimal untuk mengatasi permasalahan mitra.

Data pendukung perencanaan pico-PLTA didapatkan melalui survei ke lokasi di sungai desa Negeri Sakti, kec. Gedong Tataan. Data-data yang dibutuhkan diantaranya ketinggian sungai, debit aliran sungai dan kedalaman sungai. Gambar 2 menunjukkan proses pengukuran sungai yang ada di lokasi.



Gambar 2. Proses pengukuran lapangan

Kekontinuan debit aliran air dijaga melalui pembuatan bak penampungan air. Proses pembuatan ini dilakukan melalui partisipasi masyarakat setempat (Gambar 3)

U



Gambar 3. Pembuatan bak penampungan air

T

Persiapan yang paling utama yaitu menyiapkan alat dan bahan (seperti: semen, batu bata dan pasir). Selanjutnya tahap pekerjaan lapangan, mencakup pekerjaan pember-sihan, pemasangan dan pembangunan beberapa kompo-nen pendukung sistem pembangkit meliputi: bak penam-pung, pemasangan pipa untuk menghubungkan air ke bak utama. Analisis masalah dilakukan untuk menentukan jenis turbin yang akan diterapkan.

Perhitungan potensi daya listrik yang akan dihasilkan dilakukan melalui Pers. 1 [10].

$$P = \eta_T \rho g H Q \quad (1)$$

dengan:

P = Daya (W)

η_T = Efisiensi turbin (%)

ρ = massa jenis air (kg/m^3)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

H = Head (m)

Q = Debit aliran (m^3/s)

Perhitungan dimensi turbin screw untuk mencari nilai diameter turbin (Gbr. 4) dilakukan menggunakan persamaan Archimedes (Pers. 2), sedangkan nilai konstanta ulir didapat dari Tabel 1. [11].

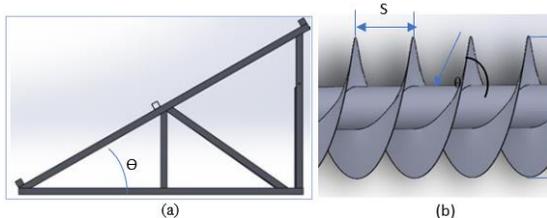
$$Q = k \cdot n \cdot D^3 \quad (2)$$

dengan :

k = Konstanta ulir

n = Putaran turbin screw (rpm)

D = Diameter turbin (m)



Gambar 4. Parameter (a) sudut turbin, (b) turbin screw

Tabel 1. Nilai konstanta ulir [11]

d/D	22°			26°			30°
	1.0 D	1.2 D	0.8 D	1.0 D	1.2 D	0.8 D	
0.3	0.331	0.335	0.274	0.287	0.286	0.246	
0.4	0.35	0.378	0.285	0.317	0.323	0.262	
0.5	0.345	0.38	0.281	0.317	0.343	0.319	
0.6	0.315	0.351	-	0.3	0.327	-	

Keterangan :

d/D = Perbandingan diameter poros turbin terhadap diameter sudu turbin.

Sedangkan nilai 22°, 26°, 30° merupakan sudut ulir (α), dan S = Pitch turbin.

Jika sudut turbin $\leq 30^\circ$, maka S = 1,2

. D

Jika sudut turbin = 30°, maka S = 1,0

. D

Jika sudut turbin $\geq 30^\circ$, maka S = 0,8

. D

Untuk perbandingan diameter poros turbin terhadap diameter sudu turbin telah ditentukan menurut Pers. 3 [9].

$$d/D = 0,3 \quad (3)$$

Panjang turbin dihitung berdasarkan Pers. 4 berikut

$$\sin \theta = H/L \quad (4)$$

dengan :

θ = Sudut turbin (°)

H = Head (m)

Banyaknya jumlah ulir ditentukan melalui Pers. 5.

$$Z = L/S \quad (5)$$

Selanjutnya efisiensi dari turbin screw dihitung berdasarkan Pers. 6 berikut.

$$\eta_T = \left(\frac{2a+1}{2a+2} \right) \cdot x \left(1 - \frac{0,01125D^2}{Q} \right) Z \quad (6)$$

dengan:

$$a = h_0/\Delta h,$$

$$\Delta h = x \sin \theta, \text{ dan } x = \frac{1}{N} S$$

h_0 = kedalaman sungai (m)

N = Jumlah sudu/blade

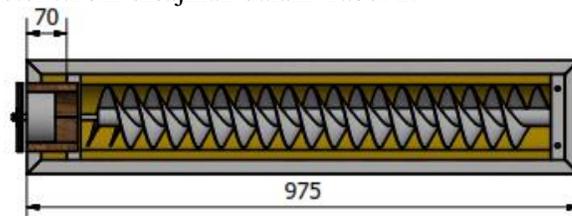
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil survei lapangan didapatkan data sebagai berikut:

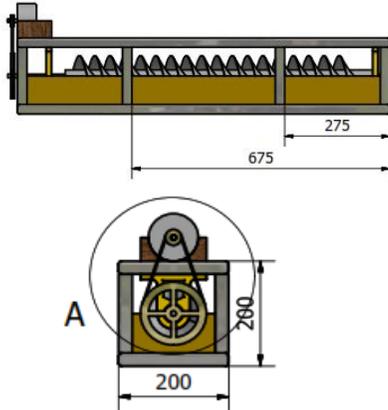
- H
ead
- : 0.5 m
- Q
(debit aliran)
- : 0,002 m³/s
- h
o (Kedalaman sungai)
- : 0.05 m

Kemudian dari data sungai daerah didapatkan potensi daya listrik yang dihasilkan, dengan menggunakan persamaan (1) sebesar 9,81 W (mengabaikan efisiensi turbin). Karena kedalaman sungai dan debit sungai yang sangat rendah, maka dari itu turbin yang digunakan untuk daerah tersebut menggunakan jenis turbin screw.

Setelah menentukan jenis turbin yang akan digunakan, maka proses selanjutnya yaitu mendesain turbin screw. Proses desain melalui beberapa tahap dimulai dari perhitungan dimensi turbin sampai proses pembuatan gambar 3D (Gambar 5a dan 5b). parameter dimensi turbin dihitung menggunakan persamaan (1-6), dan data perhitungan parameter turbin disajikan dalam Tabel 2.



Gambar 5a. Desain PLTA skala pico tipe turbin screw



Gambar 5b. Desain PLTA skala pico tipe turbin *screw*

Tabel 2. Data hasil rancangan turbin air tipe *screw*

No.	Data	Nilai	Satuan
1	Sudut ulir	26	derajat
2	Sudut turbin	40	derajat
3	Kecepatan putaran turbin	60	rpm
4	Diameter turbin	106	mm
5	Diameter poros turbin	32	mm
6	Diameter poros <i>screw</i>	10	mm
7	Panjang turbin	1000	mm
8	<i>Pitch</i> turbin	80	mm
9	Jumlah blade dan ulir	2	ulir
10	Efisiensi turbin	52	%
11	Daya Potensi daya sungai	10	Watt
12	Daya turbin hasil rancangan	5,2	Watt
13	Kapasitas generator DC	72	Watt
14	Diameter <i>pulley</i> generator	30	mm
15	Diameter <i>pulley</i> poros <i>screw</i>	120	mm
16	Tipe sabuk	V-belt	-
17	Konstruksi frame turbin	<i>hollow</i> 20 x 20	mm

Fabrikasi perangkat turbin *screw* dilakukan oleh Tim Pengabdian Masyarakat FT UNILA dengan melibatkan mahasiswa Teknik Mesin di Laboratorium Termodinamika (Gambar 6)



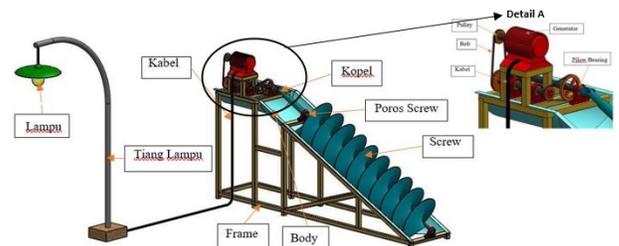
Gambar 6. Fabrikasi peralatan turbin *screw*

Sebelum mesin PLTMH didesiminasi ke mitra terlebih dahulu dilakukan uji performansi (Gambar 7) yang bertujuan untuk memastikan apakah dapat bekerja dengan maksimal. Pengujian ini meliputi: putaran *screw*, putaran generator dan daya listrik maksimal dengan adanya beban maupun tidak adanya beban.



Gambar 7. Uji performansi PLTA skala pico

Hasil rancangan keseluruhan peralatan PLTA skala pico berpengerak turbin ulir diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 7. Rancangan PLTA skala pico berpengerak turbin ulir

Turbin dan generator yang digunakan sebagai alat utama PLTA skala pico sudah dibuat dan dipasang bersama warga di Desa Negeri Sakti, Kec. Gedong Tataan. Sebelumnya juga telah dilakukan uji performansi turbin dan didapatkan hasil daya maksimum sebesar 5 Watt. Hal tersebut lebih rendah dibandingkan dengan potensi air yang dihitung dengan persamaan (1) sebesar 10 Watt. Ada beberapa kendala yang dihadapi yakni *balancing screw* dan belum semua potensi sumber air digunakan karena jauhnya jarak sumber mata air dengan turbin. Untuk itu diperlukan pipa yang cukup banyak untuk menggabungkan ke bak utama. Adapun dari desain awal, panjang pipa dari sumber air ke turbin hanya sepanjang 15 meter.

Setelah pengujian pembangkit telah sesuai yang diharapkan, maka dilaksanakanlah serah terima pembangkit PLTA skala pico. Gambar 8 memperlihatkan foto saat peresmian dan serah terima pembangkit PLTA skala pico 5 watt kepada masyarakat Desa Negeri Sakti, Kec. Gedong Tataan yang digunakan untuk penerangan di area kolam budidaya ikan pada malam hari.



Gambar 8. Peresmian PLTA skala pico di desa Negeri Sakti, kec. Gedong Tataan .

Kini masyarakat desa tersebut telah dapat menikmati dari hasil tim Pengabdian Masyarakat FT UNILA, dengan adanya penerangan mobilisasi warga juga dapat dilakukan di malam hari, yang biasanya hanya terbatas di siang hari. Pada Gambar 8 terlihat acara penyerahan hibah sekaligus peresmian penggunaan pembangkit listrik skala kecil yang disaksikan oleh Kepala Desa Negeri Sakti, Kec. Gedong Tataan, Kab. Pesawaran tanggal 12 Agustus 2022.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Teknologi turbin *screw* merupakan pemilihan jenis turbin yang paling tepat diaplikasikan untuk debit dan ketinggian (*head*) yang sangat rendah. Dari hasil pembangunan pembangkit listrik di desa Negeri Sakti, Kec. Gedong Tataan, menghasilkan daya listrik sekitar 5 watt, oleh karena itu hanya bisa menghidupkan 1 lampu LED 5 watt. Kesimpulan dari pengabdian ini adalah dengan adanya pembuatan pembangkit listrik skala kecil memanfaatkan sumber daya mata air yang berlimpah dapat bermanfaat bagi warga untuk mendapatkan listrik secara kontinu dan gratis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada pihak pemberi dana pengabdian masyarakat dalam hal ini adalah dana DIPA FT Unila TA 2022. Ucapan terima kasih dapat juga disampaikan kepada masyarakat RT 005 LK I pekon Negeri Sakti kec. Gedong Tataan, kab. Pesawaran serta pihak-pihak yang membantu pelaksanaan pengabdian masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ugwu CO, Ozor PA, Mbohwa C. Small hydropower as a source of clean and local energy in Nigeria: Prospects and challenges. *Fuel Commun.* 2022 Mar;10:100046.
- Lee MD, Lee PS. Modelling the energy extraction from low-velocity stream water by small scale Archimedes screw turbine. *J King Saud Univ - Eng Sci.* 2021 May;S1018363921000696.
- Astro RB, Ngapa YD, Toda SG, Nggong A. Potensi Energi Air Sebagai Sumber Listrik Ramah Lingkungan Di Pulau Flores. *Opt J Pendidik Fis.* 2020 Dec 2;4(2):125–33.
- Wiranata IPA, Janardana IGN, Wijaya IWA. Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Menggunakan Turbin Cross-Flow. 2020;7(4):10.
- Barus S, Aryza S, Wibowo P, Anisah S. Rancang Bangun Pemanfaatan Aliran

- Tandon Air Gedung Bertingkat Sebagai Pembangkit Listrik Mikro Hidro. 2020;13.
- Dewanto HP, Himawanto DA, Cahyono SI. Pembuatan dan pengujian turbin propeller dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga air piko hidro (PLTA-PH) dengan variasi debit aliran. *J Tek Mesin Indones.* 2018 Mar 7;12(2):54–62.
- Shahverdi K, Loni R, Maestre JM, Najafi G. CFD numerical simulation of Archimedes screw turbine with power output analysis. *Ocean Eng.* 2021 Jul;231:108718.
- Erinofiardi, Nuramal A, Bismantolo P, Date A, Akbarzadeh A, Mainil AK, et al. Experimental Study of Screw Turbine Performance based on Different Angle of Inclination. *Energy Procedia.* 2017 Mar;110:8–13.
- Bouvant M, Betancour J, Velásquez L, Rubio-Clemente A, Chica E. Design optimization of an Archimedes screw turbine for hydrokinetic applications using the response surface methodology. *Renew Energy.* 2021 Jul;172:941–54.
- Dietzel F, Sriyono D. Turbin, Pompa dan Kompresor. Jakarta: Erlangga; 1993.
- Harja HB, Abdurrahim H, Yoewono S, Riyanto H. Penentuan Dimensi Sudu Turbin Dan Sudut Kemiringan Poros Turbin Pada Turbin Ulir Archimedes. *J Met Indones.* 2014 Jun;36(1):9.