

PENGUJIAN PRESTASI KINCIR AIR TIPE *OVERSHOT* DI IRIGASI KAMPUS UNIVERSITAS RIAU DENGAN *PENSTOCK* BERVARIASI

T Harismandri¹, Asral²

Laboratorium, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

¹tharismandri@gmail.com, ²asral_2008@yahoo.com

Abstract

Currently the electricity has become a major requirement for human life. To fulfill the needs of electricity, the society used normally rely on state power generation company. Besides, that seemingly to electricity can be generated by means of utilizing the potential of natural energy that is around us. One untapped sources of the potential energy is energy of water, which in reservoirs of an environment campus of the University of Riau. According surveys, reservoir's Riau University has head of 0.7 m and flow of 0.02 m³/s. This data used as a basis data to design type of overshoot waterwheel. The waterwheel was tested by varying the penstock shape i.e cylindrical and rectangular. Based on design method was produced the diameter of waterwheel, the number and size of the blades as well as the sizes of penstock. The outside diameter and inside of wheel were 0.6 m and 0.5 m. Number of blades were 18 pieces with an area of 0,01m². Then, the cylindrical penstock has 0.089 m of the diameter, whereas rectangular penstock sized of 0.1 m of wide and 0.1 m of high. Maximum power output was generated by the waterwheel with a cylindrical penstock of 21.05 Watt and efficiency of 43.78%, while for rectangular penstock was indicated the maximum power output of 19.8 Watts and efficiency of 42.40%.

Keywords : PLTPH, Design of Water Wheel, Penstock

1. Pendahuluan

Listrik kini menjadi kebutuhan pokok bagi manusia, sebagaimana diketahui bersama aktivitas kehidupan saat ini sangat bergantung dengan teknologi yang sumber tenaganya berasal dari energi listrik. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut tidak harus bergantung kepada perusahaan pembangkit listrik negara tapi bagaimana listrik dapat dihasilkan sendiri meskipun dalam skala yang kecil.

Merujuk surat keputusan menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No.1122K/30/MEM/2002 tentang Pembangkit Skala Kecil Tersebar (PSKT) dan pemanfaatan energi baru terbarukan, bahwa penyediaan energi listrik bisa dilakukan tidak hanya dengan suatu pembangkit dalam skala yang sangat besar dan terpusat, namun juga bias terpenuhi dengan memanfaatkan sumber-sumber pembangkit listrik walaupun dalam skala yang kecil (Dirjen Listrik & Pemanfaatan Energi, 2005).

Indonesia memiliki banyak potensi untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga air. Karena kondisi topografi Indonesia bergunung, berbukit dan dialiri oleh banyak sungai. Selain itu di daerah-daerah tertentu mempunyai danau atau waduk yang cukup potensial sebagai sumber energi air yang bisa dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) yang mampu menghasilkan energi listrik dalam kapasitas ratusan kilowatt sebagai kebutuhan.

Salah satu upaya yang dilakukan untuk menghasilkan listrik adalah pemakaian energi air

sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) jenis turbin air. Di dalam turbin energi kinetik air dirubah menjadi energi mekanik, di mana air memutar roda turbin [1]. Energi puntir yang dihasilkan selanjutnya diubah menjadi energi listrik melalui generator [2]. Mikrohidro ini merupakan teknologi ramah lingkungan karena tidak menghasilkan polusi dan limbah atau sisa buangan yang berbahaya.

Sementara itu energi air dengan tinggi jatuh dan debit kecil belum banyak dimanfaatkan, padahal di beberapa wilayah Indonesia punya potensi yang cukup besar untuk dikembangkan pembangkit listrik tenaga air dengan tinggi jatuh dan debit kecil (microhydro) tidak terkecuali potensi energi yang ada didaerah lingkungan Universitas Riau. Lingkungan Universitas Riau memiliki waduk yang dapat dijadikan alternatif dengan membangun instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) jenis kincir air tipe overshoot sebagai salah satu sumber energi. terbarukan dapat memberikan manfaat untuk memenuhi kebutuhan energi listrik. Selain konstruksi sederhana dan perawatan mudah kincir air juga ramah lingkungan. Hal inilah yang mendasari penulis untuk merencanakan pembuatan pembangkit listrik tenaga pikohidro berskala saluran irigasi pertanian dengan memanfaatkan aliran air di waduk yang berada di lingkungan Universitas Riau.

2. Metode

A. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di waduk dalam lingkungan kampus Universitas Riau. Kondisinya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian

B. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

1). Studi literatur

Studi literatur merupakan tahap awal dalam pelaksanaan penelitian. Studi literatur yang dilakukan adalah mempelajari dan memahami konsep mengenai perancangan PLTPH, yang mencakup studi kelayakan hidrologi dan studi kelayakan mekanikal-elektrikal. Selain itu dilakukan juga studi literatur mengenai metode pengukuran *head* dan debit air sebagai perencanaan kincir air.

2). Persiapan alat dan bahan

Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan kincir air dan alat ukur dalam pengambilan data di lapangan.

3). Survey lokasi

Survey lokasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui potensi yang tersedia di lokasi seperti debit air, tinggi jatuh air (*head*), lebar saluran irigasi dan spesifikasi lokasi lainnya.

4). Perancangan alat

Kincir air dirancang berdasarkan potensi dan spesifikasi yang tersedia di lokasi penelitian. Dari survey lokasi diketahui debit air, tinggi jatuh air (*head*), lebar saluran irigasi dan spesifikasi lokasi lainnya. Nilai tersebut dijadikan dasar dalam perancangan parameter-parameter kincir air.

5). Perancangan *Penstock*

Perancangan *penstock* bertujuan untuk mencari dimensi dari *penstock* tersebut. Pada penelitian ini dilakukan perancangan pada *penstock* berbentuk silinder dan *penstock* persegi dengan aliran terbuka.

6). Pembuatan kincir air

Setelah diperoleh dimensi parameter kincir air, tahap selanjutnya lakukan penggambaran *autocad* gambar kerja. Kemudian masuk ke tahap proses produksi dan perakitan.

7). Pengumpulan data

Dalam penelitian ini, data yang diperlukan untuk mendukung perhitungan adalah sebagai berikut :

- Debit air aktual (Q_{act})
- Kecepatan air di ujung *penstock* (v)
- Putaran poros kincir (n_k)
- Putaran poros transmisi (n_{tm})
- Putaran poros generator (n_g)
- Dimensi parameter kincir air : Diameter kincir, dimensi *penstock*, diameter *pulley*, tinggi dan lebar sudu.
- Tinggi jatuh air (H)
- Jarak *pulley*

8). Pengolahan data

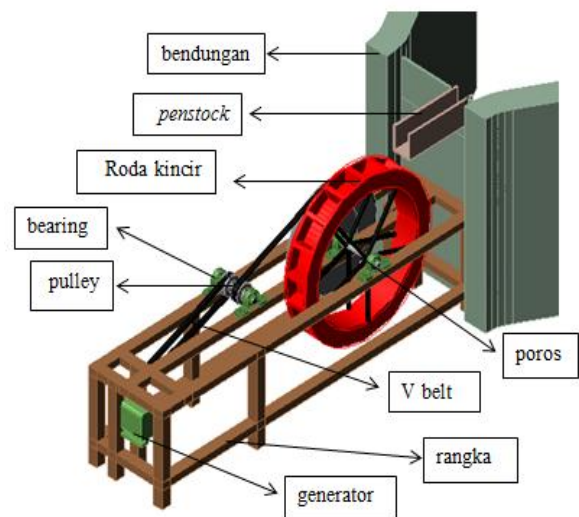
Setelah melakukan pengujian dan pengukuran di lapangan diperoleh data-data, kemudian dari data tersebut dilakukan perhitungan sesuai dengan diagram alir perhitungan yang digunakan untuk mencari prestasi kincir air.

9). Kesimpulan dan saran

Rangkuman dari hasil penelitian serta analisa yang telah dilakukan sebelumnya dan memberikan suatu masukan terhadap penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

C. Skema Alat Uji

Sekema alat uji ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema alat uji

3. Hasil

A. Spesifikasi Alat Uji

Tabel 1. Spesifikasi alat uji

No	Komponen	Parameter	
1	Kincir air	Tipe	<i>Overshot</i>
2		Diameter luar roda kincir	0,6 m
3		Diameter dalam roda kincir	0,5 m
4		Jumlah sudu	18 buah
5		Lebar sudu	0,1 m
6		Tinggi sudu	0,1 m
7		Diameter <i>penstock</i>	0,089 m
8		Lebar <i>penstock</i> persegi	0,1 m
9		Tinggi <i>penstock</i> persegi	0,1 m
10	Generator	Putaran	3000 rpm
11		Tegangan	109 volt
12		Kuat arus	48 ampere
13		Daya	750 watt

B. Spesifikasi Lokasi

Tabel 2. Spesifikasi lokasi penelitian

No	Parameter	Ukuran
1	Debit air maksimal (Q)	0,02 m ³ /s
2	Tinggi jatuh air (H)	0,7 m
3	Lebar saluran irigasi (L)	0,8 m
4	Jarak ujung bendungan terhadap kedudukan kincir (p)	0,2 m

C. Pengujian Kincir Air

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap empat variasi debit air dari masing-masing *penstock*. Hasil pengujian kincir air dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Pengujian kincir air dengan *penstock* berbentuk silinder

No	Debit air (m ³ /s)	Putaran generator (rpm)	Voltase (V)	Kuat arus (I)
1	0,007	228	11,5	1,83
2	0,0067	221	11	1,78
3	0,0061	200	10,3	1,7
4	0,0053	161	8,3	1,4

Tabel 4. Pengujian kincir air dengan *penstock* berbentuk silinder

No	Debit air (m ³ /s)	Putaran poros (rpm)	Voltase (V)	Kuat arus (I)
1	0,0068	218	11	1,8
2	0,0061	194	10	1,69
3	0,0059	185	9,6	1,63
4	0,0053	158	8	1,4

4. Pembahasan

A. Prestasi kincir air dengan *penstock* berbentuk silinder

Dari hasil pengukuran dan pengujian kincir air diatas maka dapat dihitung prestasi kincir meliputi nilai daya dan efisiensi. Pada penelitian ini prestasi kincir air yang dihitung yaitu sebagai berikut :

1) Daya

Untuk menghitung daya *output* generator dapat digunakan persamaan (1) :[3]

$$P_g = V \cdot I \quad (1)$$

Keterangan :

V = Tegangan (volt)

I = Kuat arus (Ampere)

Diketahui :

V = 11,5 volt (Tabel 3)

I = 1,83 A (Tabel 3)

Maka daya *output* generator adalah :

$$P_g = 11,5 \text{ V} \times 1,83 \text{ A}$$

$$P_g = 21,05 \text{ watt}$$

2) Efisiensi

Untuk menghitung efisiensi kincir air dapat digunakan persamaan berikut :

$$\eta_s = \frac{P_g}{P_h} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana :

Daya *output* generator (P_g) adalah 21,05 Watt

Daya hidrolik atau potensi energi air dilokasi penelitian (P_h) dapat dicari dengan persamaan (3) [4].

$$P_h = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H \quad (3)$$

Diketahui :

Massa jenis air (ρ) = 1000 kg/m³

Debit air (Q) = 0,007 m³/s (Tabel 3)

Percepatan gravitasi bumi = 9,81 m/s²

Tinggi jatuh air (H) = 0,7 m (Tabel 2)

Maka :

$$P_h = 1000 \times 0,007 \times 9,81 \times 0,7$$

$$P_h = 48,07 \text{ watt}$$

Sehingga efisiensi sistem adalah :

$$\eta_s = \frac{21,05 \text{ watt}}{48,07 \text{ watt}} \times 100\%$$

$$\eta_s = 43,78 \%$$

- B. Prestasi kincir air dengan *penstock* persegi
- 1) Daya
- Untuk menghitung daya *output* generator dapat digunakan persamaan (1).

$$P_g = V \cdot I$$

Keterangan :

V = Tegangan (volt)
I = Kuat arus (Ampere)

Diketahui :

V = 11 volt (Tabel 4)
I = 1,8 A (Tabel 4)

Maka daya *output* generator adalah :

$$P_g = 11 \text{ V} \times 1,8 \text{ A}$$

$$P_g = 19,8 \text{ watt}$$

- 2) Efisiensi

Untuk menghitung efisiensi kincir air dapat digunakan persamaan (2) :

$$\eta_s = \frac{P_g}{P_h} \times 100\%$$

Dimana :

Daya *out put* generator (P_g) adalah 19,05 Watt
Daya hidroulik atau potensi energi air dilokasi penelitian (P_h) dapat dicari dengan persamaan (3) :

$$P_h = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H$$

Diketahui :

Massa jenis air (ρ) = 1000 kg/m³
Debit air (Q) = 0,0068 m³/s (Tabel 4)
Percepatan gravitasi bumi = 9,81 m/s²
Tinggi jatuh air (H) = 0,7 m (Tabel 2)

Maka :

$$P_h = 1000 \times 0,0068 \times 9,81 \times 0,7$$

$$P_h = 46,70 \text{ watt}$$

Sehingga efisiensi kincir air adalah :

$$\eta_s = \frac{19,8 \text{ watt}}{46,70 \text{ watt}} \times 100\%$$

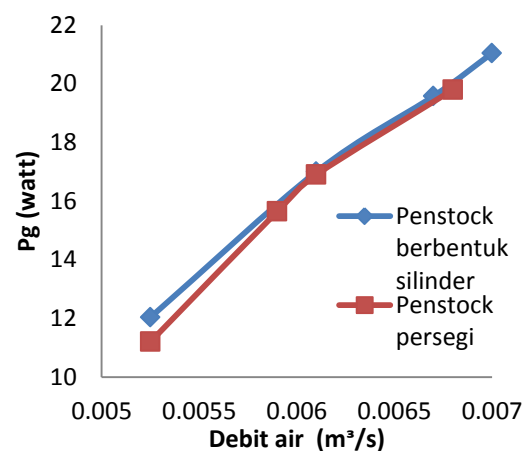
$$\eta_s = 42,40 \%$$

- C. Analisa Secara Grafik

Grafik daya *output* generator (η_g) terhadap debit air (Q) dari masing-masing *penstock* dapat dilihat pada Gambar 3. Pada *penstock* berbentuk silinder yaitu : debit air 0,007 m³/s daya *output* generator 21,05 Watt, debit air 0,0067 m³/s daya *output* generator 19,58 Watt, debit air 0,0061 m³/s

daya *output* generator 17 Watt dan debit air 0,0053 m³/s daya *output* generator 12,04 Watt. Sedangkan untuk *penstock* persegi yaitu : debit air 0,0068 m³/s daya *output* generator 19,8 Watt, debit air 0,0061 m³/s daya *output* generator 16,9 Watt, debit air 0,0059 m³/s daya *output* generator 15,65 Watt dan debit air 0,0053 m³/s daya *output* generator 11,2 Watt.

Dari grafik tersebut daya *output* generator yang dibangkitkan dengan *penstock* berbentuk silinder lebih tinggi dibandingkan dengan daya *output* generator yang dibangkitkan dengan menggunakan *penstock* persegi, hal ini disebabkan oleh nilai torsi atau gaya untuk memutar roda kincir lebih besar dan kecepatan putaran (n) kincir lebih cepat dengan *penstock* berbentuk silinder.

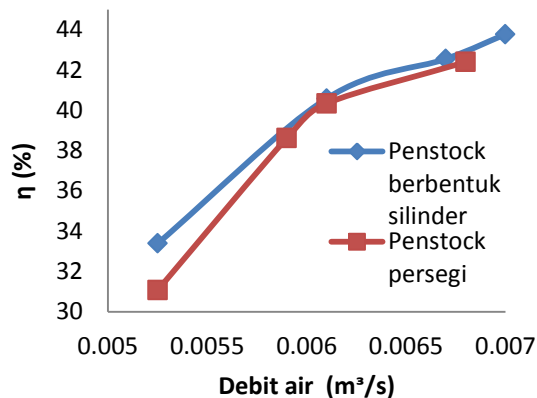


Gambar 3. Grafik daya *output* generator (η_g) vs debit air (Q)

Grafik efisiensi (η) vs debit air (Q) yang ditunjukkan pada Gambar 4 terlihat bahwa efisiensi (η) meningkat seiring dengan pertambahan nilai debit air untuk nilai efisiensi (η) pada pengujian menggunakan *penstock* berbentuk silinder diperoleh efisiensi yaitu : debit air 0,007 m³/s efisiensi (η) 43,78 %, debit air 0,0067 m³/s efisiensi (η) 42,56 %, debit air 0,0061 m³/s efisiensi (η) 40,58 % dan debit air 0,0053 m³/s efisiensi (η) 33,38 %. Sedangkan untuk *penstock* persegi yaitu : debit air 0,0068 m³/s efisiensi (η) 42,40 %, debit air 0,0061 m³/s efisiensi (η) 40,35 %, debit air 0,0059 m³/s efisiensi (η) 38,62 % dan debit air 0,0053 m³/s efisiensi (η) 31,07 %.

Dari hasil penelitian dan perhitungan nilai efisiensi (η) dari masing-masing *penstock* yang dihasilkan sangat rendah yaitu berkisar antara 31 – 43 %. Hal ini disebabkan kincir air tidak berkerja optimal karena debit air kecil tidak sesuai dengan rancangan awal alat (kincir air) yang dirancang dengan debit 0,02 m³/s sedangkan pada penelitian debit air tertinggi 0,007 m³/s sehingga kapasitas energi untuk menggerakkan kincir air kurang. Dengan kurangnya kapasitas energi air dalam menggerakkan kincir air mengakibatkan alat tidak

optimal dalam bekerja dan berdampak terhadap penurunan prestasi kincir.



Gambar 4. Grafik efisiensi sistem (η_s) vs debit air (Q)

5. Simpulan

Dari pembahasan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan :

1. Kincir air yang cocok digunakan yaitu kincir air tipe *overshot* dengan diameter luar 0,6 m, diameter dalam 0,5 m, lebar kincir 0,1 m, jumlah sudu 18 buah.
2. Dari hasil penelitian diperoleh prestasi kincir air untuk masing-masing *penstock* adalah :

- a) Daya maksimal yang dibangkitkan kincir air dengan menggunakan *penstock* berbentuk dilinder yaitu 21,05 Watt dan efisiensi 43,78 %.
- b) Daya maksimal yang dibangkitkan kincir air dengan menggunakan *penstock* persegi yaitu 19,8 Watt dan efisiensi 42,40 %.

3. Daya yang dihasilkan kincir air dengan *penstock* berbentuk silinder lebih tinggi dibandingkan daya dengan *penstock* persegi. Hal ini dipengaruhi oleh nilai torsi dari masing-masing *penstock*. Untuk *penstock* berbentuk silinder nilai torsi lebih tinggi dibandingkan dengan *penstock* persegi.

Daftar Pustaka

- [1] Arismunandar, Wiranto. 1997. *Penggerak Mula Turbin*. Edisi ke Dua Cetakan ketiga. Penerbit ITB. Bandung.
- [2] Luknanto, Joko. 2007. *Diktat Kuliah: Bangunan Tenaga Air*. UGM. Yogyakarta.
- [3] Soeparlan, Soepono & Yahdi, Umar. 1995. *Seri Diktat Kuliah: Teknik Rangkaian Listrik*. Jilid I. Gunadarma. Jakarta.
- [4] Dietzel, Fritz. 1988. *Turbin, Pompa dan Kompresor*. Erlangga. Jakarta.