

## ANALISA PRESTASI KINCIR AIR TIPE UNDERSHOT YANG BEKERJA PADA SALURAN HORIZONTAL

Rahmad Hidayat Boli<sup>1</sup>, Rifaldo Pido<sup>2</sup>, Mohamad Rival<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universitas Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

<sup>2,3</sup>Universitas Gorontalo, Gorontalo, Indonesia  
rahmad.173@yahoo.com

**Abstract:** *The need for electrical energy has become one of the basic needs for human life, the limitations and capabilities of the state electricity company in providing electricity to the Indonesian people have not been met. Like a village that has not been reached by PLN electricity. The purpose of this study is to determine the output power of a micro hydro power plant using a flat blade, the load variation used is 1 kg to 15 kg, and to determine the characteristics of the waterwheel, then describe the power and efficiency curve using a flat blade on the type Undershot stream. The method used in this research is to measure power efficiency by varying the flow rate of 0.0166 m<sup>3</sup>/s and 0.0155 m<sup>3</sup>/s. The flow rate measurement is carried out by filling a bucket with a bucket volume of 20 L. The results obtained in this study are the largest discharge is found at 0.0166 m<sup>3</sup>/s discharge to get a power of 12.127 Watt, resulting in a waterwheel efficiency of 18.569% at 56 axis rotation 23 rpm.*

**Keyword:** *Water Wheel, Flat Spoon, Efficiency, Power, Torque*

**Abstrak:** Salah satu kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia yaitu energi listrik, keterbatasan dan kemampuan perusahaan listrik negara dalam menyediakan tenaga listrik kepada masyarakat Indonesia belum terpenuhi. Seperti pedesaan yang belum terjangkau aliran listrik PLN. Tujuan dari penelitian ini yakni Untuk mengetahui daya output pada PLTMH dengan menggunakan sudu datar, variasi beban yang di gunakan adalah 1kg sampai dengan 15 kg, serta mengetahui karakteristik kincir air, kemudian menggambarkan kurva daya dan efisiensi dengan menggunakan sudu datar pada jenis aliran Undershot. Metode yang di gunakan pada penelitian ini yaitu mengukur efisiensi daya dengan memfariasikan debit alir 0,0166 m<sup>3</sup>/s dan 0,0155 m<sup>3</sup>/s. Pengukuran debit aliran di lakukan dengan cara mengisi ember dengan volume ember 20 L. Hasil yang di dapat pada penelitian ini adalah debit terbesar terdapat pada debit 0,0166 m<sup>3</sup>/s mendapatkan daya 12,127 Watt, menghasilkan efisiensi kincir air sebesar 18,569% pada putaran poros 56,23 rpm.

**Kata Kunci:** Kincir Air, Sudu Datar, Efisiensi, Daya, Torsi

### Pendahuluan

Salah satu kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia yaitu energi listrik. dengan terbatasnya kemampuan perusahaan listrik negara dalam penyediaan pasokan listrik kepada masyarakat Indonesia belum terpenuhi, seperti pedesaan yang belum terjangkau aliran listrik PLN. Seiring dengan perkembangan jaman, untuk menambah energi listrik dapat di perlukan sumber energi baru terbarukan yang dapat di konversi menjadi energi listrik. Salah satu energi yang melimpah di Indonesia dan tidak memerlukan biaya besar adalah Penggunaan energi air yang masih banyak terdapat di daerah pedesaan, banyak

aliran sungai dan irigasi yang berpotensi dapat digunakan untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro.

Dengan demikian pemerintah harus mempunyai ide untuk mengembangkan sumber-sumber energi listrik lainnya, aliran sungai yang sangat banyak di daerah - daerah pedesaan yang sampai saat ini belum di manfaatkan oleh masarakat setempat, mengingat bahwa masyarakat setempat itu sendiri belum memiliki pengetahuan tentang adanya kemajuan teknologi saat ini yang bergerak di bidang perairan, samping itu pula masyarakat pedesaan belum memiliki jangkauan Perusahaan Listrik Negara.

Dengan adanya kemajuan teknologi saat ini yang sangat pesat, maka saya sangat berinisiatif untuk mengembangkan potensi sumber daya air sebagai alternative pembangkit listrik tenaga mikro hidro yang dapat di manfaatkan dalam memenuhi kebutuhan rumah tangga.

Hal diatas tersebut yang melatar belakangi penulis sehingga timbul ide baru untuk melakukan Penelitian yang mengenai seberapa besar kemampun kincir air menerima energi kinetik air. Menurut tipenya kincir air terbagi atas tiga bagian yaitu roda air *overshot*, *undershot* dan *breasthot*. Maka dalam penelitian ini dengan menggunakan kincir air tipe *undershot* untuk mengetahui berapa besar prestasi yang di hasilkan kincir air bentuk sudu datar terhadap permukaan aliran horizontal.

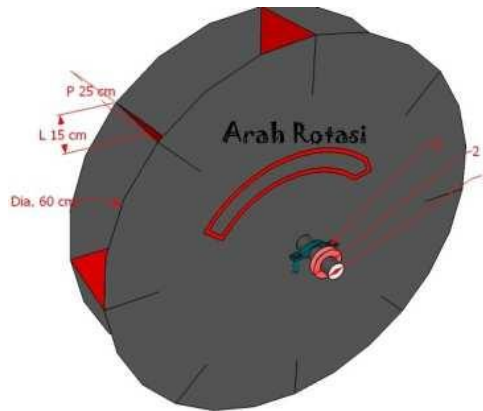
## **Metode**

Lokasi Pembuatan Saluran kincir air dibuat di lingkungan Laboratorium Terpadu Universitas Gorontalo.

1. Peralatan Yang Digunakan Meliputi :
  - a. Pully sebagai tempat bergantungnya beban poros kincir.
  - b. Saluran kayu, sebagai tempat mengalirnya air.
  - c. Tempat penampungan air dengan kapasitas 50 liter sebagai bak penenang.
  - d. Bak utama dengan kapasitas 300 L sebagai tempat penampungan air atau sebagai sumber air.
  - e. 1 (satu) buah kincir
  - f. 2 (dua) buah bantalan.
  - g. 1 (satu) buah poros dengan diameter 1,27 cm dan panjang 80 cm.
  - h. Pompa sentrifugal untuk mensirkulasikan air ke saluran.
  - i. *Tachometer* untuk mengukur putaran poros pada kincir.

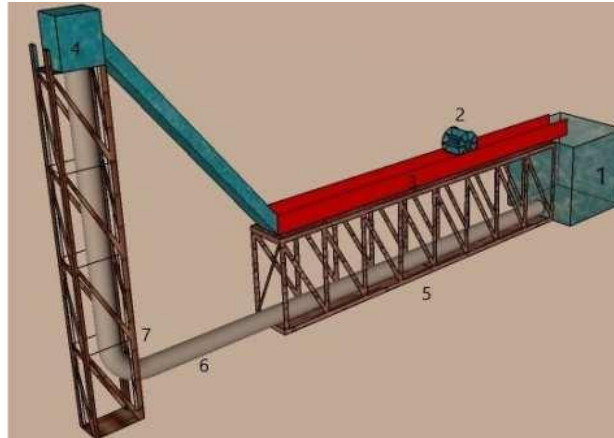
- j. *Stopwatch* untuk mengukur waktu yang dibutuhkan selama mengisi penampungan air sampai volume 20 liter.
2. Bahan Kincir air
    - a. Besi pelat ukuran 1 mm
    - b. Besi ST42 sebagai bahan poros kincir dengan diameter 1,27cm.
    - c. Dua buah bantalan yang digunakan untuk tumpuan poros kincir.
    - d. Plat besi dengan tebal 0,5 cm sebagai penguat poros dengan roda kincir.
  3. Bahan Saluran
    - a. Balok kayu yang digunakan untuk tumpuan saluran.
    - b. Papan untuk pembuatan saluran yang menyerupai saluran irigasi.
    - c. Drum 1 buah sebagai bahan penampungan air.

Dimensi kincir air meliputi diameter roda 60 cm, sedangkan lebar sudu 15 cm, panjang sudu 25 cm dan jumlah sudu sebanyak 8 buah, yang dibuat dari besi pelat. Model kincir air diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 1. Dimensi Kincir Air

Model saluran air terbuka yang telah dibangun dengan panjang keseluruhan 484 cm, lebar 28 cm dan tinggi 25 cm. Agar saluran menyerupai saluran irigasi, maka menggunakan pompa untuk mensirkulasikan air dari sebuah reservoir utama menuju saluran secara terus menerus. Untuk menjawab tujuan yang ingin dicapai, maka dibuatlah alat penelitian penelitian kincir air seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4. Aliran air ditempatkan pada ketinggian agar dapat meningkatkan energi kinetik sehingga aliran air mengenai sudu-sudu kincir.



Gambar 2. Instalasi penelitian

Keterangan Gambar diatas

1. Bak penampungan air sebagai sumber air
2. Kincir air sebagai media mengubah energi
3. Saluran air sebagai media suplai air yang akan menerpa sudu kincir air
4. Bak penenang sebagai media terjunan air yang disebut energi potensial
5. Tumpuan saluran sebagai penopang saluran air
6. Pipa sebagai suplai air dari reservoir utama ke reservoir penenang
7. Mesin sentrifugal berfungsi sebagai sirkulasi aliran



Gambar 3. Pengambilan data

### **Hasil dan Pembahasan**

Pengujian prestasi kincir air *Tipe Undershot* langkah pertama yaitu dengan melakukan pengukuran aliran mengenai kecepatan air, langkah kedua mengenai pengukuran putaran pada poros kincir air dan langkah terakhir yaitu melakukan pengukuran debit aliran air. Pengujian kincir air tersebut masing-masing diberikan beban

yakni beban 1 kg sampai 15 kg pada debit 0,0166 m<sup>3</sup>/s, putaran poros tersebut dapat diukur dengan menggunakan *Thacometer*. Poros kincir air diberikan beban yang bervariasi agar dapat diketahui unjuk kerja dari kincir air sehingga putarannya dapat dipertahankan, begitupun dengan tinggi air yang mengalir pada saluran harus tetap konstan. Untuk mendapatkan nilai rata-rata pengukuran dilakukan tiga kali (3 x). Setelah data pengujian diperoleh, maka akan dilakukan analisis dan pembahasan sehingga bisa didapatkan kesimpulan dari hasil penelitian tersebut.

Data dari hasil pengukuran didapatkan dari pengujian sesuai dengan kaidah penelitian secara eksperimental. Penelitian tersebut dilakukan di halaman laboratorium Terpadu Universitas Gorontalo. Data pengukuran putaran poros dan debit aliran antara 0,0163 m<sup>3</sup>/s dan debit 0,0155 m<sup>3</sup>/s dapat dilihat Tabel 1 dan table 2. Sedangkan data hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 3 dan 4.

Tabel 1 Data pengukuran debit 0,01663 m<sup>3</sup>/s

Beban (Kg)	Waktu (s)			Rerata
	1	2	3	
1	1.2	1.1	1.2	1.167
2	1.2	1.2	1.1	1.167
3	1.3	1.2	1.3	1.267
Rata-rata waktu aliran 1, 2 dan 3				1.203

Tabel 2 Data pengukuran debit 0,0155 m<sup>3</sup>/s

Beban (Kg)	Waktu (s)			Rerata
	1	2	3	
1	1.2	1.1	1.2	1.167
2	1.3	1.2	1.3	1.267
3	1.4	1.5	1.4	1.433
Rata-rata waktu aliran 1, 2 dan 3				1.289

Tabel 3. Perhitungan daya, kincir dan efisiensi 0,01663 m<sup>3</sup>/s.

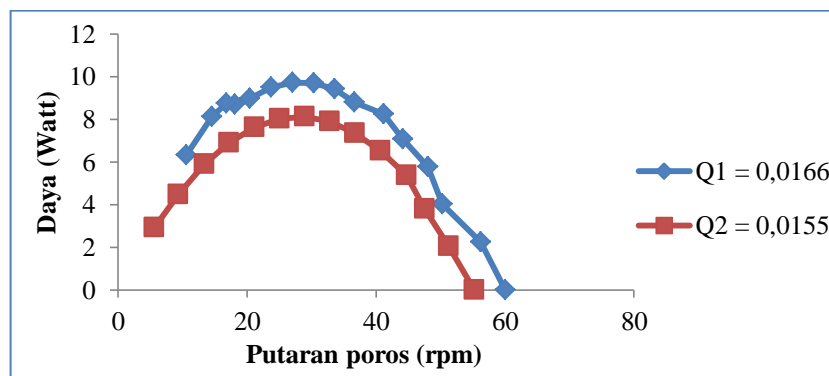
Beban (kg)	Putaran (rpm)	Debit (Q)	Kecepatan (m/s)	Kecepatan sudut (rad/s)	Torsi (N.m)	Daya Kincir (watt)	Daya Air (watt)	Efisiensi (%)
1	56,23			5,886	0,383	2,252		18,569
2	50,30			5,265	0,765	4,029		33,220
3	48,00			5,024	1,148	5,767		47,551
4	44,17			4,623	1,530	7,075		58,339
5	41,20			4,3123	1,913	8,249		68,02531
6	35,60			4,8308	2,2955	11,089		91,4414
7	33,60			3,517	2,678	9,418		77,664
8	30,30			3,171	3,061	9,707		80,042

9	27,00	0,0166	1,663	2,826	3,443	9,731	12,127	80,241
10	23,70			2,481	3,826	9,491		78,259
11	20,40			2,1352	4,2085	8,986		74,09903
12	18,10			1,8945	4,5911	8,698		71,7229
13	16,80			1,758	4,974	8,746		72,118
14	14,50			1,518	5,356	8,129		67,034
15	10,53			1,103	5,739	6,327		52,174

Tabel 4. Perhitungan daya, kincir dan efisiensi kincir 0,0155 m<sup>3</sup>/s.

Beban (kg)	Putaran (rpm)	Debit (Q)	Kecepatan (m/s)	Kecepatan sudut (rad/s)	Torsi (N.m)	Daya Kincir (watt)	Daya Air (watt)	Efisiensi (%)
1	51,23			5,362	0,383	2,051		12,250
2	47,50			4,972	0,765	3,804		22,717
3	44,70			4,679	1,148	5,370		22,717
4	40,64			4,254	1,530	6,509		38,875
5	36,74			3,845	1,913	7,356		43,9314
6	32,84			3,437	2,296	7,890		47,122
7	28,94	0,0155	2,069	3,029	2,678	8,112	16,744	48,447
8	25,04			2,622	3,061	8,024		47,919
9	21,14			2,213	3,443	7,621		45,515
10	17,23			1,802	3,826	6,893		41,165
11	13,40			1,403	4,208	5,902		35,2501
12	9,31			0,973	4,591	4,468		26,687
13	5,6			0,586	4,974	2,915		17,409

Hasil perhitungan daya kincir air sudu datar dapat dilihat pada Tabel 2, yang selanjutnya dibuatkan kurva daya kincir. Hal tersebut dapat diindikasikan bahwa momentum yang besar dapat meningkatkan daya kincir air seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4. berikut:



Gambar 4. Kurva daya kincir air sudu datar terhadap putaran poros.

Gambar 4. Memperlihatkan daya kincir air linier terhadap putaran poros. Apabila debit aliran air yang diberikan sebesar  $0,0166 \text{ m}^3/\text{s}$  dan  $0,0155 \text{ m}^3/\text{s}$  sudu-sudu kincir air tersebut berputar sehingga daya yang dihasilkan berikut penejelasanannya. Pada beban poros pertama yaitu 1 kg dengan debit air  $0,0166 \text{ m}^3/\text{s}$  dan  $0,0155 \text{ m}^3/\text{s}$  daya kincir air yang dihasilkan sebesar 2,252 Watt, dan 2,0516 Watt dan putaran poros dihasilkan sebesar 56,23 rpm dan 51,23 rpm. Pada beban poros terbesar berada pada nilai 15 dan 13 kg dengan debit air  $0,0166 \text{ m}^3/\text{s}$  dan  $0,0155 \text{ m}^3/\text{s}$  daya kincir air yang dihasilkan sebesar 6,327 Watt dan 2,915 Watt dan menghasilkan putaran poros sebesar 10,53 rpm dan 5,600 Rpm. Dapat diuraikan bahwa semakin kecil beban yang diberikan putaran poros mengalami peningkatan, hal tersebut berbeda dengan torsi yang diperoleh rendah, semakin besar beban poros yang diberikan, putaran poros mengalami penurunan sedangkan torsi yang dihasilkan semakin meningkat. Hal tersebut menunjukkan bahwa torsi berpengaruh terhadap beban yang diterima.

Pada beban konstan dengan debit aliran yang meningkat akan menghasilkan daya kincir air lebih besar. Hasil pengujian kincir air tersebut dapat menghasilkan daya maksimum sebesar 2,252 watt dengan putaran poros 56,23 rpm. Kurva hubungan antara daya kincir air terhadap putaran poros memperlihatkan daya kincir air menerima efek putaran poros yang diperoleh. Putaran poros dan debit aliran semakin tinggi hal tersebut mempengaruhi hasil dari daya kincir akan semakin tinggi pula. Peningkatan debit aliran tersebut akan menimbulkan perubahan momentum yang besar dan gaya yang bekerja pada sudu kincir air sehingga menyebabkan kincir air berputar secara rotasi

Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan jenis turbin kinetic dengan bentuk roda yang model sudutnya yang di letakan pada bagian poros vertical yang sambungannya menggunakan engsel, Variasi putaran runner yang memperlihatkan perubahan nilai daya maksimum diperoleh pada putaran 50 Rpm dan 70 Rpm, Daya maksimum di peroleh dengan kecepatan maksimum runner 70 Rpm pada debit aliran  $0,0078 \text{ m}^3/\text{s}$  sebesar 4,572 watt. Data minimum di hasilkan pada debit  $0,0078 \text{ m}^3/\text{s}$  terjadi pada putaran 90 rpm sebesar 3,572 watt.

Hal tersebut di sebabkan karena daya yang diterima kincir tergantung kapasitas besar torsi dan kecepatan sudut, sedangkan kecepatan sudut dipengaruhi oleh besaran frekuensi putaran turbin dan besaran putaran turbin sangat tergantung pada massa aliran yang menumbuk sudu-sudu turbin, debit air di pengaruhi oleh kecepatan air dan berpengaruh terhadap massa aliran, putaran turbin, torsi turbin, dan daya turbin. Semakin besar debit air yang diberikan hasil daya kinetic juga akan meningkat di akibatkan oleh bertambahnya volume kecepatan aliran dan massa aliran yang menumpuk pada sudu-sudu

turbin sehingga kecepatan tangensial yang diperoleh mengalami peningkatan dan gaya tangensial tersebut mempengaruhi torsi turbin dan daya turbin kinetic.

### **Kesimpulan**

Dari hasil penelitian di peroleh prestasi kincir air dari masing-masing debit.

- a. Dengan debit aliran air sebesar  $0,0166 \text{ m}^3/\text{s}$ , mendapatkan daya kincir air maksimum sebesar 2,252 Watt, besaran nilai putaran poros yaitu 56,23 rpm dan menghasilkan efisiensi kincir air sebesar 18,569 %, di sebabkan karena besarnya daya kincir air di pengaruhi oleh besarnya putaran poros yang di hasilkan. Semakin tinggi putaran poros dan debit aliran maka daya kincir air yang di hasilkan akan semakin tinggi pula. Peningkatan debit aliran tersebut akan menimbulkan perubahan momentum yang besar dan daya yang bekerja pada sudu kincir air sehingga menyebabkan kincir air berputar secara rotasi.
- b. Peningkatan debit aliran dengan beban poros yang konstan akan memberikan pengaruh terhadap efisiensi sehingga menurun, hal itu di sebabkan karena besarnya debit aliran menyebabkan kerugian pada energy kinetic air yang semakin besar dimana pada saat aliran air mengenai sudu-sudu kincir air maka sebagian aliran air menyebar ke segala arah meskipun putaran poros yang di hasilkan tinggi, sedangkan pada pembebanan poros terbesar. Dengan debit aliran air terendah  $0,0145 \text{ m}^3/\text{s}$ , mendapatkan daya kincir air sebesar 4,537 Watt, nilai putaran poros yaitu 10,30 rpm, dan nilai efisiensinya 6,222 %

### **Referensi**

- Arief muliawan, Ahmad yani (2016) *Analisis daya dan efisiensi turbin air kinetis akibat perubahan putaran runner*, teknik elektro, sekolah tinggi teknologo bontang
- Nftalin Winanti, Arman Jaya, Suhariningsih. (2014). *Prototype PLTA dengan memanfaatkan energi kinetik air untuk perancangan Elektro Mekanik*. Politeknik Elektronika Negri Medan
- Roy Hadiyanto'. Fauzi Bakri (2013) *Rancang bangun prototype protable mikrohidro menggunakan turbin tipe cross flow*. Jurusan Fisika, Fakultas MIPA Universitas Negri Jakarta
- Yessi . Y., 2013 ` *Experimntal study of a high speed micro hidro wterwheel'*  
Vol.14 No. 1. Iranian Journl of Mechanical Engineering (ISME)