

# ANALISIS PENGARUH JUMLAH SUDU, DIAMETER, DAN KEDALAMAN RENDAMAN TERHADAP KINERJA TURBIN RODA AIR

Jamal, Chandra Buana<sup>1)</sup>, Irwan, Muh.Wahyu Achmad<sup>2)</sup>

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mengetahui pengaruh jumlah sudu terhadap kinerja turbin roda air (2) Mengetahui pengaruh diameter terhadap kinerja turbin roda air (3) Mengetahui pengaruh kedalaman rendaman terhadap kinerja turbin roda air. Aliran irigasi adalah aliran air yang mengalir, sehingga memiliki daya air, walaupun kecil. Kendala pada daerah aliran irigasi adalah tidak terdapat penerangan jalan akibatnya kurangnya daya listrik PLN atau memang daerah tersebut belum teraliri listrik PLN. Terdapat sistem pembangkit listrik skala kecil, yaitu menggunakan turbin roda air yang dapat digunakan pada aliran irigasi untuk membangkitkan listrik dan menyalakan lampu penerangan jalan pada daerah irigasi. Dalam penerapan fungsi irigasi dan aliran sungai berskala kecil, Metode yang digunakan adalah system aliran undershot, dimana setelah melakukan pengambilan data baik berbeban dan tanpa beban dilakukan analisa data untuk mengetahui kinerja rata – rata sebuah kinerja turbin roda air. Hasil penelitian ini menghasilkan data pada turbin T8-120 dapat dilihat pada kedalaman rendaman 2cm Pout max yang di hasilkan = 0.021 Watt, pada kedalaman 4cm Pout max = 0.034 Watt, kedalaman 5cm Pout max= 0.032 Watt. turbin T8-120 diperoleh efesiensi= 9,05% dan Fmax 1600 N, turbin T10-140 diperoleh efesiensi= 12,67 % dan Fmax 1600 N, turbin T12-160 diperoleh efesiensi = 13,44% dan Fmax 1800 N. Jadi kesimpulan dari penelitian ini semakin banyak jumlah sudu besaran diameter dan kedalaman rendaman turbin roda air maka daya output yang dihasilkan juga akan semakin besar.

**Kata Kunci :** Turbin, Irigasi, Penerangan Lampu.

## I. PENDAHULUAN

Negara Indonesia yang kaya akan kekayaan alamnya, yang mana dua pertiga dari kepulauan Indonesia tersusun oleh perarian, sehingga kesempatan akan lebih besar meraup keuntungan jika mampu mengoptimalkan usaha terhadap pengelolaan air di nusantara. Kaum intelektual beranggapan, kemiskinan di Indonesia bisa menurun jika pemanfaatan energi air yang ditangani secara serius. Energi air salah satu energi alternatif yang dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan guna menggantikan energi yang dihasilkan minyak bumi. Salah satu pemanfaatan dari energi air yang umum digunakan adalah kincir air dan turbin air. Indonesia memiliki potensi energi tenaga air yang sangat besar yakni 75,67 GW untuk skala besar dan 712 MW untuk pembangkit sedang dan kecil. Potensi ini baru sedikit yang dimanfaatkan yakni 4200 MW untuk skala besar dan 206 MW untuk skala kecil. Pemanfaatan Energi air lebih banyak pada sumber daya air yang memiliki head (ketinggian) sedangkan potensi air yang mengalir belum dioptimalkan. (GreenPeace 2010).

Kinerja turbin roda air dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah jumlah sudu, kedalaman rendaman, dan diameter turbin dimana jika sudu sedikit maka kinerja kecil tetapi jika jumlah sudu terlalu banyak maka kinerjanya menurun, demikian pula faktor kedalaman turbin jika kedalaman rendaman rendah

---

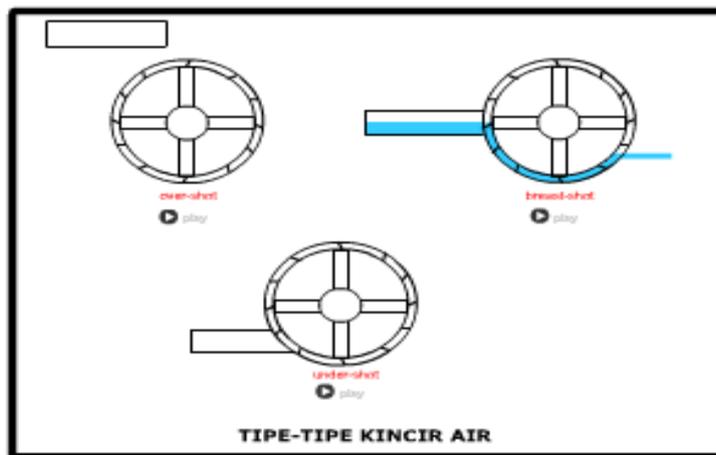
<sup>1</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

<sup>2</sup> Alumni Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

maka daya outputnya rendah tetapi jika terlalu dalam maka daya outputnya juga menurun, sehingga perlu dicari jumlah sudu terbaik demikian pula kedalamannya.

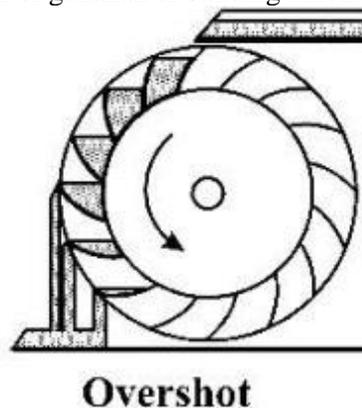
Faktor lain yang berpengaruh terhadap kinerja turbin roda air adalah diameter turbin. Semakin besar diameter turbin roda air maka torsi yang dihasilkan akan semakin besar tetapi putaran menurun dan sebaliknya, semakin kecil diameter turbin roda air maka torsi yang dihasilkan akan semakin kecil tetapi putaran meningkat, sehingga perlu dicari diameter turbin roda air yang dapat menghasilkan kerja yang baik dan optimal.

Kincir air merupakan sarana untuk mengubah energi air menjadi energi mekanik berupa torsi pada poros turbin. ada beberapa tipe kincir air overshoot, undershot, dan kincir air breastshot.



Gambar 1. Tipe- Tipe Kincir Air

Kincir Air Overshot ini bekerja bila air yang mengalir jatuh ke dalam bagian sudu-sudu bagian atas dank arena gaya berat air roda kincir berputar. Kincir air ini yang paling banyak di gunakan di banding kincir lain.



### Overshot

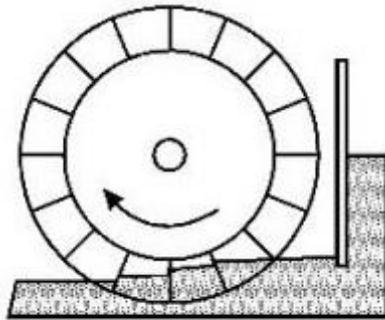
Gambar 2. Tipe Kincir Air Overshot

➤ Keuntungan :

- Efisiensi bias mencapai 80%.
- Tidak membutuhkan aliran yang deras.
- Konstruksi yang sederhana.

- Mudah dalam perawatan.
- Karena teknologi yang sederhana dapat di gunakan untuk daerah yang terisolir
- Kerugian :
  - Karena aliran air berasal dari atas biasanya membutuhkan reservoir sehingga membutuhkan investasi yang besar
  - Tidak dapat di gunakan untuk putaran mesin yang tinggi.
  - Membutuhkan ruang yang luas untuk penempatan
  - Daya yang di hasilkan relative kecil.

Kincir Air Undershot Kincir air ini bekerja bila air yang mengalir menghantam sudu yang terletak pada bagian bawah dari kincir air. Kincir air ini tidak mendapat keuntungan dari head. Tipe ini cocok untuk di pasang pada perairan dangkal pada daerah yang rata. Tipe ini juga di sebut “vitruvian”. Di sini aliran air berlawanan dengan arah sudu yang memutar kincir.

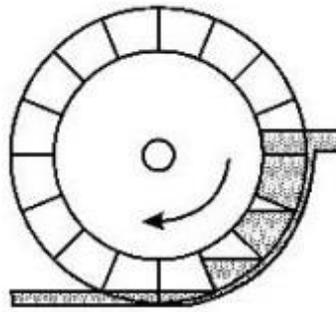


### Undershot

Gambar 3. Tipe Kincir Air Undershot

- Keuntungan :
  - Konstruksi lebih sederhana.
  - Lebih ekonomis.
  - Mudah di pindahkan.
- Kerugian :
  - Efisiensi kecil.
  - Daya yang di hasilkan relatif kecil.

Kincir Air BreastShot Kincir ini merupakan perpaduan antara overshot dengan undershot di lihat dari energi yang di terimanya. Jarak tinggi jatuhnya tidak melebihi tinggi diameter kincir, arah aliran air yang menggerakkan kincir air di sekitar sumbu poros dari kincir air. Kincir air jenis ini memperbaiki kinerja dari tipe kincir air undershot.



### Breastshot

Gambar 4. Tipe Kincir Air Breastshot

- Keuntungan :
  - Type ini lebih efisien dari pada undershot.
  - Di bandingkan dengan type overshot tingi jatuhnya lebih pendek.
  - Dapat di aplikasikan pada sumber air aliran datar.
- Kerugian :
  - Sudu-sudu dari tipe ini tidak rata seperti tipe undershot (lebih rumit).
  - Di perlukan dam untuk arus aliran datar. Efisiensi lebih kecil di banding overshot.

Adapun metode yang digunakan adalah:

1. Menggunakan sistem undershot.
2. Membuat rancang bangun turbin roda air.
3. Melakukan pengujian dan pengambilan data.
4. Menghitung dan menganalisa hasil pengambilan data yang telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh disetiap turbin.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium teknik konversi energi jurusan teknik mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

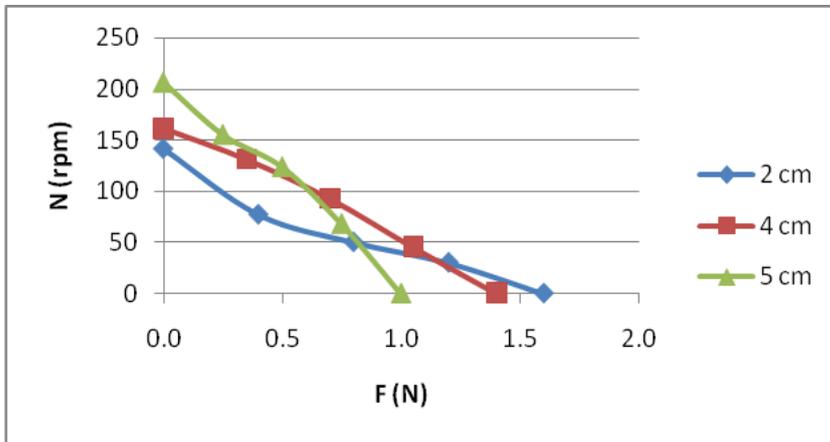
Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur parameter untuk mendapatkan besar energi input dan energi output. Energi input diperoleh dengan mengukur laju aliran air sedangkan debit aliran diperoleh dengan mengukur luas penampang sudu turbin yang terendam dalam air. Energi output berupa energi mekanik diperoleh dengan mengukur putaran turbin roda air pada setiap pembebanan torsi, adapun torsi diperoleh dengan mengalikan besar beban gaya pada poros dengan jari-jari poros.

Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan dengan tiga variasi jumlah sudu turbin roda air yaitu 8, 10 dan 12 buah. Diameter turbin roda air juga divariasikan yaitu 120, 140 dan 160 mm. Variasi lain yang dilakukan adalah kedalaman rendaman yaitu 2, 4 dan 5 cm untuk diameter turbin roda air 120 mm dan 2, 4 dan 6 cm untuk diameter turbin roda air 140 dan 160 mm.

Pengujian dilakukan dengan mengukur terlebih dahulu beban gaya maksimum (pegas newton) hingga turbin roda air berhenti berputar. Beban gaya

tersebut kemudian dibagi 5 untuk dibebankan pada turbin roda air serta setiap beban diukur kecepatan putaran turbin roda air.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

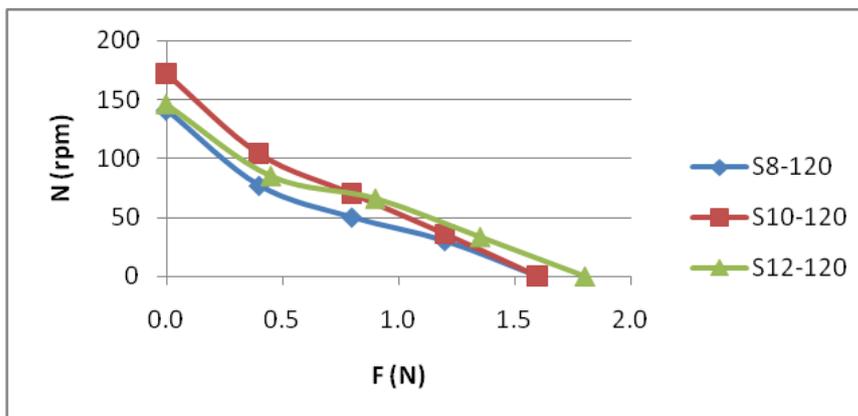


Gambar 5. Grafik hubungan F dengan N pada Turbin T8-120

Dari gambar 5. Memperlihatkan hubungan beban gaya (F) dengan putaran turbin (N) terlihat hubungan berbanding terbalik dimana dengan bertambahnya beban gaya maka putaran akan semakin kecil, grafik juga memperlihatkan bahwa semakin besar kedalaman maka semakin besar putaran mula-mula (putaran tanpa beban), kedua hal diatas terjadi pada semua jenis turbin yang digunakan.

Pada gambar 5. juga terdapat fenomena dimana semakin besar kedalaman rendaman maka putaran maksimum yang dihasilkan semakin besar (tinggi) akan tetapi gaya maksimum yang mampu diterima jauh lebih kecil dibandingkan kedalaman rendaman 2cm dan 4cm hal ini terjadi pada semua jenis turbin T8 – 120, T10 – 120, dan T12 – 120.

Pada gambar 5 kedalaman 2cm diperoleh  $N_{max} = 141$  rpm dan  $F_{max}$  1600 N, pada kedalaman 4cm turbin T8 - 120 diperoleh  $N_{max} = 161$  rpm dan  $F_{max}$  1400 N, pada kedalaman 5cm T8-120 diperoleh  $N_{max} = 106$  rpm dan  $F_{max}$  1000 N.

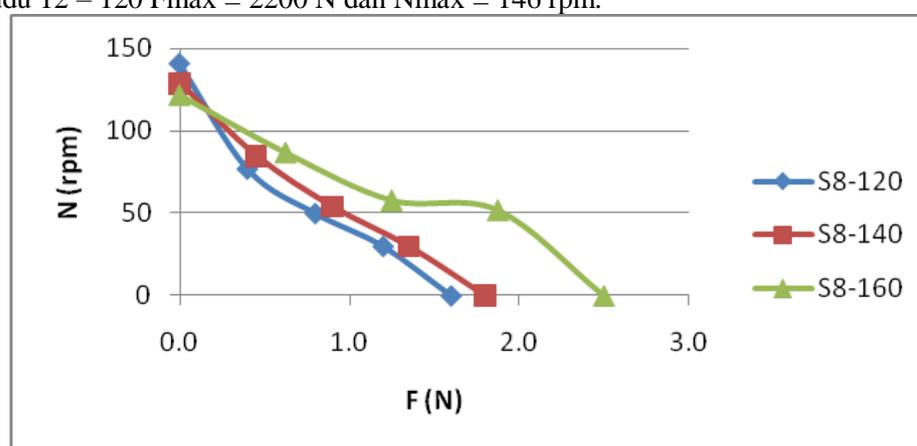


Gambar 6. Grafik Hubungan F dengan N Kedalaman 2cm Diameter 120

Dari gambar 6 memperlihatkan hubungan antara beban gaya (f) dengan putaran (rpm) terlihat dimana semakin kecil beban maka putaran yang dihasilkan

semakin bertambah. Grafik ini juga memperlihatkan hubungan dimana jumlah sudu mempengaruhi putaran maksimum yang dihasilkan dilihat pada sudu 12 memiliki beban maksimum yang lebih besar daripada sudu 8 dan sudu 10 akan tetapi putaran maksimum yang dihasilkan pada sudu 12 mengalami penurunan putaran, hal ini juga terjadi pada kedalaman rendaman 4cm dan 5cm. Hal ini berbeda yang terjadi pada diameter 160 dimana grafik memperlihatkan (lampiran) bahwa semakin besar beban maksimum yang di dapatkan maka putaran yang dihasilkan semakin meningkat dimana kita lihat pada sudu 10 memiliki beban lebih besar daripada sudu 8 dan 12 akan tetapi putaran yang dihasilkan pada sudu 10 lebih besar. Grafik ini juga memperlihatkan dimana turbin 8 dan 12 yang memiliki beban maksimum yang berbeda tapi putaran maksimum yang dihasilkan cenderung sama.

Adapun nilai maksimum yang dihasilkan pada setiap turbin sudu 8, 10, dan 12 diameter 120 pada kedalaman 2cm adalah Sudu 8 - 120  $F_{max} = 1600$  N dan  $N_{max} = 141$  rpm. Pada sudu 10 - 120  $F_{max} = 1600$  N dan  $N_{max} = 172$  rpm, pada sudu 12 - 120  $F_{max} = 2200$  N dan  $N_{max} = 146$  rpm.



Gambar 7. Grafik Hubungan Gaya (F) dengan Putaran (rpm) Pada Sudu 8 Kedalaman 2cm

Dari gambar 7 memperlihatkan hubungan beban gaya (F) dengan putaran (rpm) turbin terlihat hubungan dimana semakin besar beban maksimum yang diberikan maka putaran maksimum yang dihasilkan juga semakin kecil, dilihat pada diameter 160 yang memiliki beban maksimum yang lebih besar dibandingkan dengan diameter 140 dan 120 akan tetapi putaran maksimum yang dihasilkan kecil atau menurun.

Selain dari jumlah beban maksimum yang diperoleh diameter turbin sangat mempengaruhi putaran kinerja sebuah turbin roda air, dimana semakin kecil diameter sebuah turbin maka putaran yang dihasilkan semakin tinggi, akan tetapi beban yang mampu dia terima lebih kecil daripada turbin yang berdiameter besar.

Lain halnya pada jumlah sudu 12 yang dapat di lihat pada (lampiran) memperlihatkan bahwa pada diameter 140 memiliki putaran lebih besar daripada diameter 120 dan 160 akan tetapi putaran yang dihasilkan tidak sama pada jumlah sudu 8 dan sudu 12.

Adapun nilai maksimum yang dihasilkan pada diameter 120,140, dan 160 kedalaman rendaman 2cm adalah untuk diameter 120  $F_{max} = 1600$  N dan  $N_{max} = 141$ rpm, Untuk diameter 140  $F_{max} = 1800$ N dan  $N_{max} = 129$  rpm, untuk diameter 160  $F_{max} = 2500$  N dan  $N_{max} = 122$  rpm.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan, maka disimpulkan:

1. Semakin banyak jumlah turbin maka daya yang dihasilkan semakin besar. Dalam pengujian yang telah dilakukan jumlah sudu turbin yang ideal adalah jumlah sudu 12
2. Diameter turbin sangat mempengaruhi daya output yang dihasilkan semakin besar diameter turbin maka daya output juga semakin besar. Dalam pengujian yang telah dilakukan diameter sebuah turbin roda air yang ideal adalah diameter 160
3. Semakin dalam kedalaman rendaman maka daya output yang dihasilkan semakin besar. Dalam pengujian yang telah dilakukan kedalaman rendaman sebuah turbin roda air yang ideal adalah 5cm (41.66%) untuk diameter 120, dan 6cm (40.17%) pada diameter 140 dan diameter 160.

##### B. SARAN

Dari hasil dan pembahasan dari diberikan saran :

1. Perlu penambahan variasi besaran ruang penampang sudu turbin roda air.
2. Pengambilan data sebaiknya menggunakan system mekanisasi sehingga proses pengambilan data lebih efektif.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Abdul A.H. dan Lily M. 2011. *Design of Micro Hydro Electrical Power at Brang Rea River In West Sumbawa of Indonesia*. Journal of Applied Technology in Environmental Sanitation, Volume 1, Number 2, Page: 177-183. ISSN 2088-3218
- Agus Mulyanto, Tonny. 2005. *Penggunaan Energi Alternatif Untuk Tenaga listrik*. PLN. Bandung
- Dadang K., dkk. 2008. *Pedoman Teknis Standardisasi Peralatan dan Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)*. Integrated Microhydro Development and Application Program (IMIDAP). Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Kurniawan B. 2007. *Mengapa Mikrohidro*. Seminar nasional teknologi (SNT 2007) ISSN : 1978-9777, Yogyakarta.
- Markandjane. 2003. *The efficiency of overshoot and undershot waterwheels*. E-mail: [markandjane@shaw.ca](mailto:markandjane@shaw.ca) Online at [stacks.iop.org/EJP/25/193](http://stacks.iop.org/EJP/25/193) (DOI: 10.1088/0143-0807/25/2/006) Canada.
- Riyadi, Sugeng . 2012. *Turbin Air* ,Universitas Negeri Malang, Teknik Mesin <http://www.academia.edu/7246445/Makalah-turbin-air>
- Mufid, Abdullah .2011. *Pemanfaatan Energi Air*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta . <http://blog.umy.ac.id/abdullah/2011/11/15/6/>

75 Jamal, Chandra Buana, Irwan, Muh.Wahyu Achmad, *Analisis Pengaruh Jumlah Sudu, Diameter, dan Kedalaman Rendaman terhadap Kinerja Turbin Roda Air*

GreenPeace.2013.*TenagaAir*.<http://www.greenpeace.org/seasia/id/campaigns/peru-bahan-iklim-global/Energi-Bersih/air/>

Tangkemanda. Abram. 2012 *Penerapan Turbin Roda Air Pada Aliran Irigasi Untuk Penangan Jalan*.Politeknik Negeri Ujung Pandang