

**SKRIPSI**

**ANALISIS KARAKTERISTIK KINERJA TURBIN AIR ARUS ATAS 8  
(DELAPAN) SUDU MANGKOK**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**RIZKI HABIBIE**

**D021181020**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2022**

**SKRIPSI**  
**ANALISIS KARAKTERISTIK KINERJA TURBIN AIR ARUS ATAS 8**  
**(DELAPAN) SUDU MANGKOK**

**Disusun dan diajukan oleh**

**RIZKI HABIBIE**  
**D021181020**

**Merupakan Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar**  
**Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas**  
**Hasanuddin**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
**GOWA**  
**2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS KARAKTERISTIK KINERJA TURBIN AIR ARUS ATAS 8 (DELAPAN) SUDU MANGKOK

Disusun dan diajukan oleh

**RIZKI HABIBIE**

**D021 18 1020**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada Tanggal 4 Oktober 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping


  
Prof. Dr. Ir. Luther Sule, M.T.

NIP. 19560827 198503 1 001

  
Gerard Antonini Duma, S.T., M.T.

NIP. 19920226 201903 1 009

Ketua Program Studi,

  
Dr. Eng. Ir. Jalaluddin, S.T., M.T.

NIP. 19720825 200003 1 001

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda – tangan dibawah ini:

NAMA : RIZKI HABIBIE

NIM : D021 18 1020

JUDUL SKRIPSI : ANALISIS KARAKTERISTIK KINERJA TURBIN  
AIR ARUS ATAS 8 (DELAPAN) SUDU  
MANGKOK

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Hasanuddin atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Hasanuddin.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Gowa, 20 September 2022

Yang membuat pernyataan,



RIZKI HABIBIE

## **ANALISIS KARAKTERISTIK KINERJA TURBIN AIR ARUS ATAS 8 (DELAPAN) SUDU MANGKOK**

**Nama** : RIZKI HABIBIE  
**Nim** : D021 18 1020  
**Pembimbing I** : Prof. Dr. Ir. Luther Sule, MT  
**Pembimbing II** : Gerard Antonini Duma, ST, MT

### **ABSTRAK**

Salah satu pemanfaatan dalam penggunaan energi air yakni menggunakan kincir air atau turbin air dengan memanfaatkan aliran sungai atau air terjun. Bentuk mangkok (setengah bola) memiliki salah satu nilai koefisien drag tertinggi. Pengujian ini dilakukan secara eksperimen menggunakan jenis sudu mangkok dengan jumlah sudu sebanyak 8 sudu dan jenis turbin air yang digunakan jenis *overshoot* dimana arus aliran fluidanya berada diatas kincir.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kinerja turbin air arus atas 8 (delapan) sudu mangkok pada variasi pembebanan dan debit menghasilkan nilai yang tertinggi pada debit  $0,00048 \text{ m}^3/\text{s}$  di pembebanan 2 kg dengan nilai daya turbin maksimum dihasilkan sebesar 8,6626 watt dan efisiensi turbin yang dihasilkan sebesar 96,5396%.

**Kata kunci** : *Overshoot*, turbin air, daya, efisiensi

## **ANALYSIS OF PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF UPPER-CURRENT WATER TURBINE 8 (EIGHT) BOWL**

**Nama** : RIZKI HABIBIE  
**Nim** : D021 18 1020  
**Pembimbing I** : Prof. Dr. Ir. Luther Sule, MT  
**Pembimbing II** : Gerard Antonini Duma, ST, MT

### **ABSTRACT**

One of the uses in the use of water energy is using a waterwheel or water turbine by utilizing the flow of a river or waterfall. The bowl shape (half ball) has one of the highest drag coefficient values. This test was carried out experimentally using the type of bowl blade with the number of blades as many as 8 blades and the type of water turbine used was the *overshoot* where the fluid flow was above the turbine.

The results obtained indicate that the performance of an 8 (eight) bowl blade top flow water turbine at variations in loading and discharge produces the highest value at discharge of  $0.00048 \text{ m}^3/\text{s}$  at load of 2 kg with a maximum water turbine power of 8,6626 watts. and the resulting water turbine efficiency is 96.5396%.

**Keywords** : Overshoot, water turbine, power, efficiency

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat serta kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang mengambil judul : “ANALISIS KARAKTERISTIK KINERJA TURBIN AIR ARUS ATAS 8 (DELAPAN) SUDU MANGKOK”

Tujuan penulisan skripsi ini untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) bagi mahasiswa program S-1 di program studi Jurusan Mesin Prodi Teknik Mesin. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Terselesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Bahar, Tasya, dan saudara saya yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moral, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc. selaku rektor Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST.,M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT selaku Ketua Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Dr. Muhammad Syahid, ST, MT, selaku Sekertaris Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

6. Bapak Prof. Dr. Ir. Luther Sule, MT selaku dosen pembimbing pertama atas segala bimbingan, arahan serta masukan selama penyusunan tugas akhir ini.
7. Bapak Gerard Antonini Duma, ST, MT selaku pembimbing kedua skripsi saya yang telah memberikan kritik dan saran bimbingan maupun arahan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi ini.
8. Bapak dan Ibu Dosen dan serta staff administrasi Departemen Teknik Mesin yang telah banyak membantu kami dalam mengurus dan memudahkan perjalanan berkas kami menuju Rektorat.
9. Kepada saudara Elieser Timbayo Sule yang memberikan masukan selama penyusunan skripsi ini.
10. Kepada saudara(i) seperjuangan REACTOR'18 yang selalu ada dalam suka maupun duka. Khususnya kepada Sitti Lainun Humairah Azzahrah, Gary Anderson G, Moh. Alif Miflihul Fisar, dan Erina Dwi Ramadhani serta teman-teman yang lain tidak sempat penulis sebutkan satu persatu.
11. Terima kasih kepada tim Brutal 09 yaitu Ahya Adnan, Shodiq Al-Mahmud, dan Alif Muhammad Rifqi Zufahri yang selalu membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi bahan masukan dalam dunia pendidikan.

Gowa, 20 September 2022

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>NOMENKLATUR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Energi dari Tenaga Air ( <i>Hidropower</i> ) .....	4
2.2 Turbin Air .....	4
2.3 Klasifikasi Turbin Air .....	5

2.4 Prinsip Kerja Turbin Air .....	8
2.5 Komponen Utama Turbin Air .....	8
2.6 Kincir Air .....	9
2.7 Jenis – jenis Kincir Air .....	10
2.8 Keadaan Beban Tidak Maksimum dan Pengaturan Turbin Air ....	13
2.9 Persamaan Rumus yang Digunakan .....	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	17
3.2 Jenis dan Sumber Data .....	17
3.3 Tahapan Penelitian .....	17
3.4 Alat yang Digunakan.....	18
3.5 Prosedur Pengambilan Data .....	19
3.6 Rancangan Alat .....	23
3.7 Flow Chart Penelitian.....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>25</b>
4.1 Contoh Perhitungan.....	25
4.2 Hubungan Daya Turbin dengan Beban .....	28
4.3 Hubungan Efisiensi Turbin dengan Beban.....	30
4.4 Hubungan Efisiensi Turbin dengan Daya Turbin .....	32
4.5 Hubungan Efisiensi Turbin dengan Debit Air.....	34

<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>36</b>
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran.....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>40</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b>	Hubungan daya turbin terhadap beban pada variasi debit .....	28
<b>Tabel 4.2</b>	Hubungan efisiensi turbin terhadap beban pada variasi debit .....	30
<b>Tabel 4.3</b>	Hubungan efisiensi turbin dengan daya turbin .....	32
<b>Tabel 4.4</b>	Hubungan efisiensi turbin dengan debit air .....	34

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Turbin pelton .....	5
<b>Gambar 2.2</b>	Turbin <i>turgo</i> .....	6
<b>Gambar 2.3</b>	Turbin <i>crossflow</i> .....	7
<b>Gambar 2.4</b>	Turbin <i>francis</i> .....	7
<b>Gambar 2.5</b>	Turbin <i>kaplan &amp; propeller</i> .....	8
<b>Gambar 2.6</b>	Kincir air <i>overshoot</i> .....	10
<b>Gambar 2.7</b>	Kincir air <i>undershoot</i> .....	11
<b>Gambar 2.8</b>	Kincir air <i>breatshoot</i> .....	12
<b>Gambar 2.9</b>	Kincir air <i>tub</i> .....	13
<b>Gambar 2.10</b>	Randemen beberapa konstruksi turbin air pada saat pembebanan sebagian .....	14
<b>Gambar 3.1</b>	Penampungan air .....	19
<b>Gambar 3.2</b>	Pompa <i>Sentrifugal</i> .....	19
<b>Gambar 3.3</b>	Pipa .....	20
<b>Gambar 3.4</b>	Kincir air.....	20
<b>Gambar 3.5</b>	<i>Stopwatch</i> .....	21
<b>Gambar 3.6</b>	Ember .....	21
<b>Gambar 3.7</b>	Pembebanan.....	21
<b>Gambar 3.8</b>	Neraca pegas.....	22
<b>Gambar 3.9</b>	Mistar.....	22
<b>Gambar 3.10</b>	<i>Tachometer</i> .....	22
<b>Gambar 3.11</b>	Instalasi alat .....	23
<b>Gambar 3.12</b>	Kincir air sudu mangkok .....	23
<b>Gambar 3.13</b>	<i>Flowchart</i> penelitian.....	24
<b>Gambar 4.1</b>	Hubungan daya turbin terhadap beban .....	29
<b>Gambar 4.2</b>	Hubungan efisiensi turbin terhadap beban .....	31
<b>Gambar 4.3</b>	Hubungan efisiensi turbin dengan daya turbin.....	33
<b>Gambar 4.4</b>	Hubungan efisiensi turbin dengan efisiensi debit air .....	44

## NOMENKLATUR

No.	Simbol	Keterangan	Satuan
1	Q	Debit	m <sup>3</sup> /s
2	t	Waktu	s
3	V	Volume	liter
4	v	Kecepatan aliran air	m/s
5	A	Luas penampang	m <sup>2</sup>
6	$\rho$	Massa jenis air	kg/m <sup>3</sup>
7	P	Daya	watt
8	$\omega$	Kecepatan sudut	rad/s
9	$\tau$	Momen torsi	Nm
10	$\eta$	Efisiensi	%

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kebutuhan terhadap energi merupakan hal yang mendasar untuk meningkatkan taraf hidup orang banyak. Dengan penambahan penduduk yang setiap tahunnya terus meningkat, maka kebutuhan energi yang diperlukan juga harus meningkat. Tetapi dengan penambahan penduduk yang terus meningkat ini, kebutuhan energi yang diperlukan malah semakin berkurang karena ketergantungan manusia terhadap energi fosil masih sangat erat yang ketersediaannya semakin menipis. Apabila hal ini masih terus dilakukan, banyak dampak negatif yang ditimbulkan akibat energi fosil ini yang dapat merusak lingkungan seperti, pembakaran hasil energi fosil ini menghasilkan karbon monoksida (CO) yang dapat mencemari kualitas udara dan pemanasan global. Hal negatif lain yang ditimbulkannya dimasa depan yaitu membuat energi fosil ini semakin menipis dan akan mengakibatkan melonjaknya harga minyak dan lain-lain. Untuk mencegah hal dikhawatirkan itu terjadi, maka diperlukan pemakaian sumber daya yang terbarukan. Beberapa kebijakan harus diatur sehingga pemakaian sumber daya tak terbarukan harus sehemat mungkin dan pemakaian sumber daya yang terbarukan sesuai kapasitasnya (Nur Tri Harjanto, 2008).

Banyak jenis energi yang terbarukan digunakan untuk dimasa depan antara lain, energi matahari, panas bumi, air, angin dan sebagainya yang memenuhi kriteria untuk pengurangan ketergantungan manusia terhadap energi fosil kedepannya. Salah satu energi terbarukan yang berpotensi digunakan dimasa depan yakni energi air. Mengingat indonesia adalah negara yang memiliki banyak pegunungan dan curah hujan yang tinggi, bukan hal yang tidak mungkin energi air ini menjadi sangat berpotensi sebagai energi yang terbarukan digunakan untuk di masa depan yang akan datang (Sule, 2015).

Salah satu pemanfaatan dalam penggunaan energi air yakni menggunakan kincir air atau turbin air dengan memanfaatkan aliran sungai atau air terjun. Turbin dibuat dengan berbagai bentuk plat. Bentuk plat mangkok (setengah bola) memiliki salah satu nilai koefisien drag tertinggi (1,42) (Sule, 2015). Semakin besar nilai koefisien drag, maka semakin besar kemampuannya untuk memanfaatkan tenaga air yang menghantamnya. Dalam penelitian kali ini, peneliti akan meneliti terkait **ANALISIS KARAKTERISTIK KINERJA TURBIN AIR ARUS ATAS 8 (DELAPAN) SUDU MANGKOK** menggunakan material akrilik dengan variasi debit dan pembebanan yang digunakan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, ada beberapa permasalahan yang dapat dirumuskan antara lain :

1. Bagaimana menganalisis daya turbin air arus atas menggunakan 8 sudu mangkok dengan variasi pembebanan dan debit?
2. Bagaimana menganalisis efisiensi turbin air arus atas menggunakan 8 sudu mangkok dengan variasi pembebanan dan debit?
3. Bagaimana menentukan kinerja terbaik turbin air arus atas menggunakan 8 sudu mangkok dengan variasi debit ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, ada beberapa tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Menganalisis daya turbin air arus atas menggunakan 8 sudu mangkok dengan variasi pembebanan dan debit.
2. Menganalisis efisiensi turbin air arus atas menggunakan 8 sudu mangkok dengan variasi pembebanan dan debit.
3. Menentukan kinerja terbaik turbin air arus atas menggunakan 8 sudu mangkok dengan variasi debit.



#### **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian, antara lain :

1. Dalam penelitian ini, alat yang digunakan adalah Turbin Air dengan 8 sudu mangkok.
2. Material yang digunakan untuk sudu yaitu akrilik.
3. Turbin air dengan perlakuan debit ( $Q$ ) yang berbeda untuk jenis sudu mangkok.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh dari ini penelitian ini adalah :

1. Mengetahui secara teoritis dan praktik proses pemanfaatan energi air dengan menggunakan alat eksperimental sehingga dapat menentukan kinerja terbaik.
2. Sebagai referensi untuk dilakukannya penelitian yang sama tentang pemanfaatan energi air dengan menggunakan turbin air arus atas

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Energi dari Tenaga Air (*Hydropower*)**

Energi air merupakan kombinasi antara head dan aliran air. Jumlah energi air yang tersedia dari sumber air tergantung pada ketinggian air terjun dan kecepatan aliran air. Keduanya dibutuhkan untuk bisa menghasilkan listrik. Silinder adalah tekanan air yang diciptakan oleh perbedaan ketinggian antara ketinggian air di reservoir dan ketinggian air di outlet turbin. Sedangkan flow adalah jumlah aliran (volume per satuan waktu) yang melewati turbin. Hulu dan aliran adalah dua hal yang sangat penting untuk diketahui ketika membangun situs pembangkit listrik tenaga air. (Yohanes Morong, 2016)

#### **2.2 Turbin air**

Turbin air adalah generator awal yang mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik saat air memutar roda turbin. Air pada ketinggian tertentu memiliki energi potensial. Saat air mengalir dan menabrak sudu-sudu turbin, energi potensial diubah menjadi energi kinetik diteruskan ke poros. Dengan turbin air, energi kinetik diubah menjadi energi mekanik. (Yohanes Morong, 2016)

Sumber energi air murah dan relatif mudah diperoleh karena air tersimpan dalam bentuk energi potensial (dalam air jatuh) dan energi kinetik (dalam air mengalir). Pembangkit listrik tenaga air adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi yang dimiliki air dapat dimanfaatkan dalam bentuk energi mekanik dan energi listrik. Penggunaan tenaga air terutama dilakukan dengan bantuan kincir air atau turbin air yang memanfaatkan keberadaan air terjun atau arus air di sungai. (Irawansyah, 2017)

## 2.3 Klasifikasi Turbin Air

Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis, turbin air dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin impuls dan turbin reaksi.

### 2.3.1 Turbin Impuls

Turbin impuls disebut juga turbin air tekanan sama karena tekanan air yang keluar dari nozzle sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Dengan ini, energi perpindahan dan energi tekanan aliran air diubah menjadi energi kecepatan. Contoh turbin impuls ini adalah turbin Pelton, turbin *cross flow*, dan lain-lain.

#### 2.3.1.1 Turbin Pelton

Turbin Pelton adalah turbin impuls. Turbin Pelton terdiri dari satu set sudu-sudu bergerak yang dikendalikan untuk berputar oleh pancaran air yang disemprotkan oleh nozzle. Turbin Pelton adalah salah satu jenis turbin air yang paling efisien. Turbin Pelton cocok untuk head tinggi..



**Gambar 2.1** Turbin *pelton*

### 2.3.1.2 Turbin *Turgo*

Turbin turgo dapat beroperasi pada *head* 30 hingga 300 m. Seperti turbin pelton, turbin turgo adalah turbin impuls tetapi sudunya berbeda. Semburan air dari nozzle membentuk sudu sudut 200. Kecepatan putaran turbin lebih tinggi dari pada turbin pelton. Akibatnya, transmisi langsung dari turbin ke generator dimungkinkan, sehingga meningkatkan efisiensi total sekaligus mengurangi biaya perawatan..

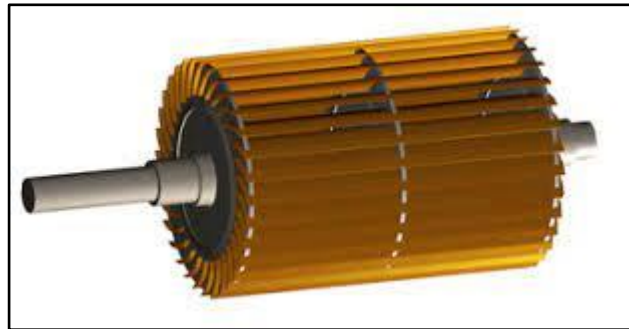


**Gambar 2.2** Turbin *Turgo*

### 2.3.1.3 Turbin *Crossflow*

Salah satu jenis turbin impuls ini juga dikenal dengan nama Turbin Michell-Banki yang merupakan pemunya. Selain itu juga disebut Turbin Osberger yang merupakan perusahaan yang memproduksi turbin crossflow. Turbin ini dapat dioperasikan dalam debit 20 liter/detik hingga 10 m<sup>3</sup> /detik dan tekanan antara 1 s/d 200m.

Turbin crossflow menggunakan nozzle persegi panjang yang lebarnya sesuai dengan lebar runner. Pancaran air masuk turbin mengenai sudu sehingga terjadi konversi energi (lebih rendah saat masuk) kemudian meniggalkan turbin. Runner turbin terbuat dari beberapa sudu yang dipasang pada sepasang piringan paralel.



**Gambar 2.3** Turbin *Crossflow*

### 2.3.2 Turbin Reaksi

Turbin reaksi disebut juga turbin tekanan lebih, karena tekanan air masuk roda turbin lebih besar dari pada tekanan air saat keluar roda turbin. Secara umum dapat dikatakan bahwa aliran air yang masuk ke roda turbin mempunyai energi penuh, kemudian energi ini dipakai sebagai penggerak roda turbin dan sebagian lagi digunakan untuk mengeluarkan air ke saluran pembuangan. Jenis turbin reaksi yang sering digunakan antara lain, turbin *francis*, turbin *propeler* atau *kaplan*.

#### 2.3.2.1 Turbin *Francis*

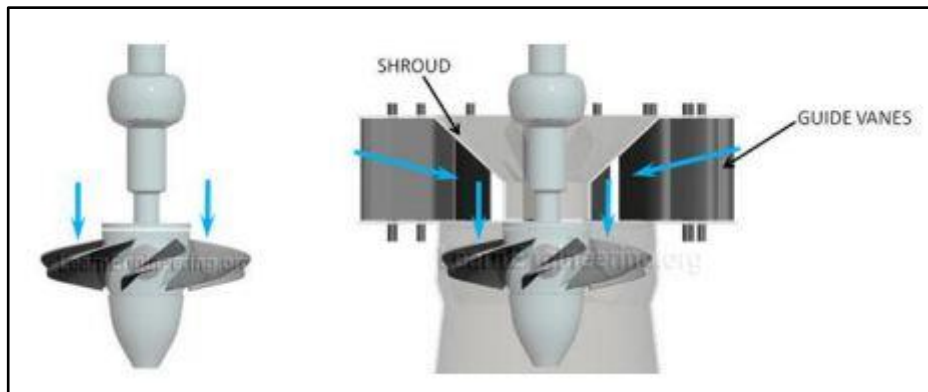
Turbin *francis* merupakan salah satu turbin reaksi. Turbin dipasang diantara sumber air tekanan tinggi di bagian masuk dan air bertekanan rendah di bagian luar. Turbin *francis* menggunakan sudu pengarah. Sudu pengarah mengarahkan air masuk secara tangensial. Sudu pengarah pada turbin *francis* dapat merupakan suatu sudu pengarah yang tetap ataupun sudu pengarah yang dapat diatur sudunya untuk penggunaan pada berbagai kondisi aliran air penggunaan sudu pengarah yang dapat diatur merupakan pilihan yang tepat.



**Gambar 2.4** Turbin *Francis*

### 2.3.2.2 Turbin Kaplan & Propeler

Turbin Kaplan dan Propeler merupakan turbin reaksi aliran aksial. Turbin ini tersusun dari propeler seperti pada perahu. Propeler tersebut biasanya mempunyai tiga hingga enam sudu. (Saputra, A. 2018)



**Gambar 2.5** Turbin Kaplan & propeler

## 2.4 Prinsip Kerja Turbin Air

Turbin air mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik. Energi mekanik diubah menjadi energi listrik oleh generator. Berdasarkan prinsip kerja turbin dengan mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik. Potensial aliran air akan disemprotkan ke sudu-sudu turbin melalui nozzle. Perputaran sudu akan membuat poros turbin bergerak dan selanjutnya putaran poros turbin akan diteruskan ke generator untuk diubah menjadi energi listrik. (Fahdita, dkk. 2020)

## 2.5 Komponen Utama Turbin Air

Pada suatu turbin air terdapat beberapa komponen utama pada turbin sehingga dapat menghasilkan daya yang dapat dirubah menjadi energi listrik, komponen turbin yang paling utama dibagi menjadi 2 bagian, yaitu stator dan rotor.

### **2.5.1 Rotor**

Rotor adalah bagian yang berputar pada sistem yang terdiri dari:

- a. Sudu-sudu adalah bagian yang berfungsi untuk menerima beban pancaran yang disemprotkan oleh nozzle
- b. Poros adalah bagian yang berfungsi untuk meneruskan aliran tenaga yang berupa gerak putar yang dihasilkan oleh sudu
- c. Bantalan adalah bagian yang berfungsi sebagai perapat-perapat komponen-komponen dengan tujuan agar tidak mengalami kebocoran pada sistem.

### **2.5.2 Stator**

Stator adalah bagian yang diam pada sistem yang terdiri dari :

- a. Pipa pengarah / nozzle yang berfungsi untuk meneruskan aliran fluida sehingga tekanan dan kecepatan fluida yang digunakan didalam sistem besar
- b. Rumah turbin, berfungsi sebagai rumah kedudukan komponen-komponen turbin. (Fahdita, dkk. 2020)

## **2.6 Kincir Air**

Kincir air adalah benda berbentuk lingkaran seperti roda sepeda yang berfungsi mengubah aliran air menjadi tenaga gerak putar. Dimana pada aliran air terdapat dua energi yaitu energi potensial (air dari ketinggian) dan energi kinetik. Energi dari aliran air ini akan mendorong sudu-sudu kincir sehingga alat ini berputar pada porosnya. Dimana pada porosnya akan dipasang pulli yang akan mentransmisikan putaran kegenerator menggunakan sabuk. Selain kincir sebagai pembangkit listrik, alat ini dapat dimodifikasi lagi untuk mengangkat air ke daerah yang lebih tinggi dan menumpahkan ke talang penampung. Selanjutnya air dari talang dialirkan ke daerah-daerah yang membutuhkan.

Kincir air digerakkan oleh tenaga aliran air yang beraliran deras yang menyebabkan terdorongnya sudu-sudu kincir sehingga kincir berputar pada porosnya, yang kemudian pada poros kincir dipasang pulli. Dimana putaran

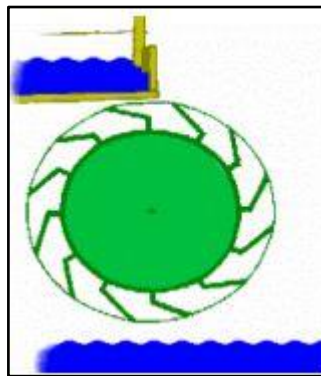
dari pulli akan diteruskan ke generator menggunakan sabuk. Putaran tersebut akan memutar kumparan dari generator yang akan memotong garis-garis medan magnetnya. Gerakan inilah yang menimbulkan gaya gerak listrik (GGL). (Sule, L. 2018)

## 2.7 Jenis-jenis Kincir Air

Kincir air merupakan sarana untuk merubah energi air menjadi energi mekanik berupa torsi pada poros kincir. Ada beberapa tipe kincir air yaitu :

### 2.7.1 Kincir Air *Overshoot*

Kincir air *overshoot* adalah kincir yang akan bekerja bila air yang mengalir jatuh ke dalam sudu-sudu bagian atas, dan karena gaya berat air roda kincir berputar pada porosnya. kincir air *overshoot* merupakan kincir air yang paling banyak digunakan dibandingkan dengan jenis kincir air yang lain karna mudah dalam penerapannya dan perawatannya lebih mudah.



**Gambar 2.6** Kincir Air *Overshot*

Keuntungan dari kincir air overshoot adalah:

- Tidak membutuhkan aliran deras karena gaya berat dari air yang jatuh kedalam sudu yang menyebabkan kincir berputar.
- Konstruksi yang sederhana.
- Mudah dalam perawatan.
- Teknologi yang sederhana mudah diterapkan di daerah yang terisolir.
- Tingkat efisiensi yang tinggi dapat mencapai 85%.

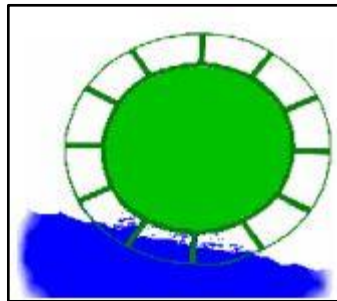
Kerugian dari kincir air overshoot adalah :



- a. Karena aliran air berasal dari atas maka biasanya dibuatkan resevoir air atau bendungan air.
- b. Tidak dapat diterapkan untuk mesin putaran tinggi.
- c. Membutuhkan ruang yang lebih luas untuk penempatan.
- d. Daya yang dihasilkan relatif kecil.

### 2.7.2 Kincir Air *Undershoot*

Kincir air *undershoot* adalah kincir yang bekerja bila aliran air yang mengalir menghantam dinding sudu yang terletak pada bagian bawah dari kincir, yang akan menyebabkan kincir berputar pada porosnya. Tipe ini cocok dipasang pada perairan dangkal pada daerah yang rata karna aliran yang dibutuhkan adalah aliran datar. Disini aliran air berlawanan dengan arah sudu yang memutar kincir.



**Gambar 2.7** Kincir Air *Undershoot*

Keuntungan dari kincir air *undershoot* adalah:

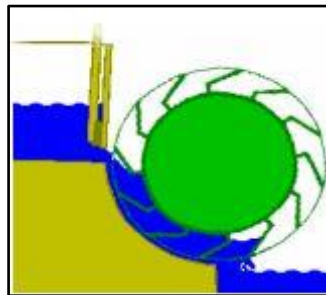
- a. Konstruksi lebih sederhana.
- b. Lebih ekonomis
- c. Mudah untuk dipindahkan

Kerugian dari kincir air *undershoot* adalah:

- a. Efisiensi kecil
- b. Daya yang dihasilkan relatif kecil karena kincir ini hanya diputar oleh air yang beraliran datar.

### 2.7.3 Kincir Air *Breatshot*

Kincir air *breatshot* merupakan perpaduan antara tipe *overshot* dan *undershot* ini di lihat dari segi energi yang diterimanya. Jarak tinggi jatuhnya air tidak melebihi diameter kincir. Arah aliran air yang menggerakkan kincir air searah putaran kincir. Kincir air jenis ini akan memperbaiki kinerja dari kincir air *undershot*.



**Gambar 2.8** Kincir Air *Breatshot*

Keuntungan dari kincir air tipe *breatshot* adalah :

- a. Tipe ini lebih efisien dari tipe *undershot*.
- b. Dibandingkan tipe *overshot* tinggi jatuhnya air lebih pendek.
- c. Dapat diaplikasikan pada sumber air datar.

Kerugian dari kincir air *breatshot* adalah :

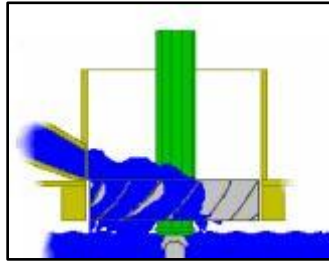
- a. Sudu-sudu dari tipe ini tidak rata seperti pada tipe *undershot* .
- b. Efisiensi lebih besar dari pada tipe *overshot*

### 2.7.4 Kincir Air *Tub*

Kincir air *tub* merupakan kincir air yang kincirnya diletakkan secara *horisontal* dan sudu-sudunya miring terhadap garis *vertikal*, dan tipe ini dapat dibuat lebih kecil dari pada tipe *overshot* maupun tipe *undershot*. Karena arah gaya dari pancaran air menyimpang maka, energi yang diterima oleh kincir ini yaitu energi potensial dan energi kinetik

Keuntungan dari kincir air *tub* adalah :

- a. Memiliki konstruksi yang dapat dibuat lebih kecil.
- b. Kecepatan putarnya lebih cepat.
- c. Dapat menghasilkan daya yang besar karna energi yang diterima adalah energi potensial dan kinetik. (Sule, L. 2018)



**Gambar 2.9** Kincir Air *Tub*

## **2.8 Keadaan Beban Tidak Maksimum dan Pengaturan Turbin Air**

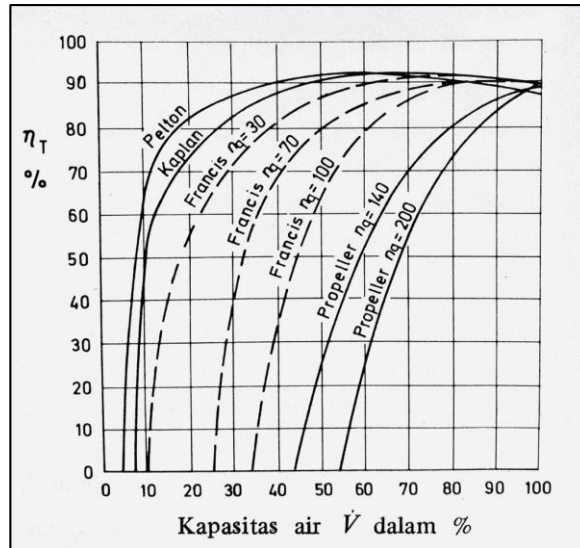
Ukuran dan penampang saluran air termasuk susut-sudut sudu dari konstruksi turbin air yang berbeda-beda adalah diperuntukkan pada keadaan pembebanan yang normal (kebanyakan untuk pembebanan penuh).

Bila turbin digunakan untuk menggerakkan generator, maka frekuensinya harus konstan, kecepatan putarnya harus tetap dan dengan demikian kecepatan keliling  $u_1$  dan  $u_2$  di dalam bagan segitiga kecepatan pada semua kondisi pembebanan harus sama.

Daya yang dihasilkan turbin didapat dari:

$$P = V \cdot Q \cdot g \cdot H \cdot \eta_T$$

Selama tinggi air jatuh  $H$  tetap sama, daya yang dihasilkan turbin disesuaikan dengan kebutuhan dengan jalan mengubah-ubah kapasitas air  $V$ . Hal ini dapat terjadi karena posisi peralatan pengarah yang berubah. Sebagai hasilnya didapat perbedaan harga randemen turbin  $\eta_T$  pada saat pembebanan penuh, Gambar 2.9 (Friez Dietzel, 2005)



**Gambar 2.10** Randemen beberapa konstruksi turbin air pada saat pembebanan sebagian (Tidak Maksimum).

## 2.9 Persamaan Rumus yang digunakan

Setelah didapatkan parameter-parameter data hasil pengujian yang diinginkan, maka dilakukan analisis untuk mengetahui sebab-sebab yang berpengaruh pada data yang didapatkan. Adapun parameter-parameter yang akan dihitung adalah:

### 1. Debit (Q)

Debit dapat diartikan sebagai volume air yang mengalir setiap detik ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), dimana debit air dapat dicari dengan persamaan berikut ini (Adam, A. 2021).

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2.1)$$

Dimana :

Q = debit air ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

t = waktu (s)

## 2. Kecepatan Aliran Air ( $v$ )

Kecepatan aliran air adalah banyaknya air yang mengalir dengan kecepatan tertentu persatuan waktu (Adam, A. 2021).

$$v = \frac{Q}{A} \quad (2.2)$$

Dimana :

$$A = \text{Luas Permukaan } nozzle \text{ (m}^2\text{)}$$

## 3. Daya Air ( $P_{air}$ )

Daya air adalah daya yang diberikan air terhadap sudu turbin atau daya yang tersedia pada air yang mengalir. Daya input yang dihasilkan oleh turbin tergantung pada kecepatan air dan debit air yang mengalir (Adam, A. 2021). Pada pengujian aliran air lah yang dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin dengan kata lain energi ikinetik air yang digunakan untuk menggerakkan sudu. Sehingga persamaan yang digunakan yaitu :

$$P_{air} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot Q \cdot v^2 \quad (2.3)$$

Dimana :

$$P_{air} = \text{daya air (W)}$$

$$\rho = \text{massa jenis air (kg/m}^3\text{)}$$

## 4. Daya Turbin ( $P_{turbin}$ )

Daya turbin adalah daya yang berguna dari turbin. Daya *output* yang dihasilkan oleh turbin arus bawah tergantung pada kecepatan air, luas penampang dan putaran turbin itu sendiri (Adam, A. 2021). Dari perhitungan torsi kincir dan kecepatan sudut maka diperoleh persamaan daya *output* turbin, yang dapat dituliskan sebagai berikut.

$$P_{turbin} = \tau \cdot \omega \quad (2.4)$$

Dimana :

$P_{turbin}$  = Daya turbin (W)

$\tau$  = Torsi (N.m)

$\omega$  = Kecepatan sudut (m/s)

#### 5. Efisiensi Turbin

Dalam menentukan efisiensi daya dari suatu turbin tergantung daya *input* dan daya *output* turbin, yang dapat dituliskan dalam bentuk persamaan. (Adam, A., 2021)

$$\eta_t = \frac{P_{turbin}}{P_{air}} \times 100\% \quad (2.5)$$

Dimana :

$\eta_t$  = efisiensi turbin (%)