

SKRIPSI

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

Disusun dan diajukan oleh:

AHYA ADNAN

D021181302



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2022

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

DISUSUN OLEH
AHYA ADNAN
D021181302

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 PLAT

Disusun dan diajukan oleh

AHYA ADNAN

D021 18 1302

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

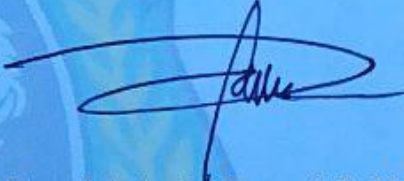
Menyetujui,

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 : AHYA ADNAN

NIM : D021 18 1302

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

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, 4 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan,



AHYA ADNAN

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

Nama : AHYA ADNAN
Nim : D021 18 1302
Pembimbing I : Prof. Dr. Ir. Luther Sule, MT
Pembimbing II : Gerard Antonini Duma, ST, MT

ABSTRAK

Tenaga air adalah tenaga yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi yang dimiliki air dapat dimanfaatkan dan digunakan sebagai dalam bentuk energi mekanis maupun energi listrik. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air (turbin air) yang memanfaatkan adanya suatu air terjun atau aliran sungai. Turbin air merupakan alat yang digunakan untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Salah satu pemanfaatan dalam penggunaan energi air yakni menggunakan kincir air atau turbin air dengan memanfaatkan aliran sungai atau air terjun. Pengujian ini dilakukan secara eksperimen menggunakan jenis sudu plat dengan jumlah 8 sudu dan jenis turbin air yang digunakan yaitu turbin banki dimana pancaran air yang keluar dari mulut nozzle diterima oleh sudu-sudu pada turbin sehingga turbin air berputar. Kemudian memvariasikan dengan nilai debit $0,000437 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,000469 \text{ m}^3/\text{s}$, dan $0,00048 \text{ m}^3/\text{s}$ dan pembebanan 0,5 kg, 1 kg, 1,5 kg, 2 kg, dan 2,5 kg pada eksperimen ini.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kinerja turbin air arus atas 8 (delapan) sudu plat pada variasi pembebanan dan debit menghasilkan nilai yang tertinggi pada debit $0,00048 \text{ m}^3/\text{s}$ di pembebanan 1 kg dengan nilai daya turbin maksimum dihasilkan sebesar 5,1885 watt dan efisiensi turbin yang dihasilkan sebesar 57,8228%.

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

ANALYSIS OF PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF OVERSHOOT WATER TURBINE 8 (EIGHT) PLATE BLADE

Nama : AHYA ADNAN
Nim : D021 18 1302
Pembimbing I : Prof. Dr. Ir. Luther Sule, MT
Pembimbing II : Gerard Antonini Duma, ST, MT

ABSTRACT

Hydropower is energy obtained from flowing water. The energy possessed by water can be utilized and used in the form of mechanical energy and electrical energy. Utilization of water energy is mostly done by using waterwheels (water turbines) that take advantage of the presence of a waterfall or river flow. A water turbine is a device used to convert the potential energy of water into mechanical energy. 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. This test was carried out experimentally using the type of plate blade with a total of 8 blades and the type of water turbine used is the Pelton where the jet of water coming out of the nozzle mouth is received by the blades on the turbine so that the water turbine rotates. Then varying the discharge values of 0.000437 m³/s, 0.000469 m³/s, and 0.00048 m³/s and loadings of 0.5 kg, 1 kg, 1.5 kg, 2 kg, and 2, 5 kg in this experiment.

The results obtained show that the performance of an 8 (eight) plate blade top flow water turbine at variations in loading and discharge produces the highest value at a discharge of 0.00048 m³/s at a load of 1 kg with a maximum turbine power value of 5.1885 watts and the resulting turbine efficiency is 57.8228%.

Keywords : Overshoot, water turbine, power, efficiency

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat 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 Plat”. Penelitian ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) bagi mahasiswa program S-1 di Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih yang terdalam untuk kedua orang tua, adik dan calon pasangan atas cinta, doa, dan juga semangat yang telah diberikan. Penghargaan dan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada Ayah saya Ir. Muhammad Adnan Anwar, M.M , Ibu Sitti Hidayah, SKM. MKM, Adik adik saya Zahra, Audia, Kania, Quinsa dan Calon Penulis Sitti Nurinna Mega Muklisa, S.Ked yang selalu memberikan kasih sayang yang sangat luar biasa dan motivasi-motivasi yang membangun semangat sehingga penulis mampu sampai pada titik ini. Semoga Tuhan Yang Maha Esa menjaga kesehatan, kekuatan dan kebaikan bagi kita semua.

Penghargaan dan ucapan syukur terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Luther Sule, MT., selaku Dosen Pembimbing 1 dan Bapak Gerard Antonini Duma ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu baik dalam penulisan maupun pemikiran pada skripsi ini.

Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih pada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc. selaku rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

3. Bapak Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT selaku Ketua Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Dr. Muhammad Syahid, ST, MT, selaku Sekertaris Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. 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.
6. Kepada kakanda Elieser Timbayo Sule selaku mahasiswa S2 yang selalu memberi arahan pada penyusunan skripsi ini.
7. Kepada saudara(i) seperjuangan REACTOR'18 yang selalu ada dalam suka maupun duka. Khususnya kepada anak anak lapang belas dan tim Brutal09
8. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Muhammad Adnan Anwar, Sitti Hidayah, dan saudaraku yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moral, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Buat sahabat – sahabat saya yaitu habibie, shodiq dan alif yang selalu menemani saya. Terima kasih atas dukungan dan doanya.

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, 4 Oktober 2022

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
NOMENKLATUR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
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
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Potensi Dari Air	4

2.2 Turbin Air.....	4
2.3 Prinsip Kerja Turbin Air	4
2.4 Komponen Turbin Air	5
2.5 Klasifikasi Turbin Air	5
2.6 Kincir Air	9
2.7 Keadaan Beban Tidak Maksimum dan Pengaturan Turbin Air	12
2.8 Persamaan Rumus yang Digunakan.....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Objek Penelitian	16
3.3 Tahapan Penelitian	16
3.4 Prosedur Pengambilan Data	17
3.5 Alat yang Digunakan.....	18
3.6 Rancangan Alat	22
3.7 Flow Chart Penelitian.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Contoh Perhitungan.....	24
4.2 Hubungan Daya Turbin dengan Beban	27
4.3 Hubungan Efisiensi Turbin dengan Beban.....	29
4.4 Hubungan Efisiensi Turbin dengan Daya Turbin	31
4.5 Hubungan Efisiensi Turbin dengan Debit Air.....	33

BAB V PENUTUP	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hubungan daya turbin terhadap debit air pada variasi debit.....	27
Tabel 4.2	Hubungan efisiensi turbin terhadap beban pada variasi debit	29
Tabel 4.3	Hubungan efisiensi turbin dengan daya turbin	31
Tabel 4.4	Hubungan efisiensi turbin dengan debit air	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Turbin pelton	6
Gambar 2.2	Skema Turbin Aliran <i>Ossberger</i>	6
Gambar 2.3	<i>Runner</i> Turbin <i>crossflow</i>	7
Gambar 2.4	Turbin <i>francis</i>	8
Gambar 2.5	Turbin <i>kaplan & propeller</i>	8
Gambar 2.6	Kincir air <i>overshoot</i>	9
Gambar 2.7	Kincir air <i>undershoot</i>	10
Gambar 2.8	Kincir air <i>breatshoot</i>	11
Gambar 2.9	Kincir air <i>tub</i>	12
Gambar 2.10	Randemen beberapa konstruksi turbin air pada saat pembebanan sebagian	13
Gambar 3.1	Penampungan air	19
Gambar 3.2	Pompa <i>Sentrifugal</i>	19
Gambar 3.3	Pipa	20
Gambar 3.4	Kincir air	20
Gambar 3.5	<i>Stopwatch</i>	21
Gambar 3.6	Ember	21
Gambar 3.7	Pembebanan	21
Gambar 3.8	Neraca pegas	22
Gambar 3.9	Mistar	22
Gambar 3.10	<i>Tachometer</i>	22
Gambar 3.11	Instalasi alat	23
Gambar 3.12	Kincir air sudu plat	23
Gambar 3.13	<i>Flowchart</i> penelitian	24
Gambar 4.1	Hubungan daya turbin terhadap beban pada variasi debit	27
Gambar 4.2	Hubungan efisiensi turbin terhadap beban	30
Gambar 4.3	Hubungan efisiensi turbin dengan daya turbin	33
Gambar 4.4	Hubungan efisiensi turbin air dengan debit air	35

NOMENKLATUR

No.	Simbol	Keterangan	Satuan
1	Q	Debit	m ³ /s
2	t	Waktu	s
3	V	Volume	liter
4	v	Kecepatan aliran air	m/s
5	A	Luas penampang	m ²
6	ρ	Massa jenis air	kg/m ³
7	P	Daya	watt
8	ω	Kecepatan sudut	rad/s
9	τ	Momen torsi	Nm
10	η	Efisiensi	%

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini kehidupan umat manusia didampingi atau tidak terpisahkan oleh energi. Energi sangat dibutuhkan oleh umat manusia dan energi juga sudah menjadi kebutuhan pokok dalam kehidupan. Seiring perkembangan manusia yang maju, kemampuan manusia untuk mengendalikan energi juga semakin berkembang. Akan tetapi, manusia selalu bergantung kepada energi fosil, dimana energi fosil tersebut merupakan energi yang sifatnya tak terbarukan. Karena sifatnya yang terbatas dan dapat menyebabkan bahan pencemaran, maka dalam hal ini mendorong manusia untuk mengembangkan energi alternatif lain yang lebih ramah lingkungan dan bersifat terbarukan agar kebutuhan manusia tetap dapat tercukupi (Usman & Adiwibowo, 2021).

Indonesia termasuk Negara kepulauan terbesar didunia dengan luas perairan yang dimiliki sekitar 2/3 dari total keseluruhan yang dimiliki. Hal ini sangat memenuhi indonesia untuk menghasilkan energi terbarukan yaitu energi air. Secara nasional, ketersediaan air di indonesia mencapai 694 milyar meter kubik pertahun yang dapat dimanfaatkan, namun faktanya saat ini baru sekitar 23% yang telah termanfaatkan, Dari 23% tersebut hanya sekitar 20% yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan kota dan industri, selebihnya 80% dimanfaatkan untuk kebutuhan irigasi (Tahir dkk, 2018).

Tenaga air adalah tenaga yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi yang dimiliki air dapat dimanfaatkan dan digunakan sebagai dalam bentuk energi mekanis maupun energi listrik. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air (turbin) yang memanfaatkan adanya suatu air terjun atau aliran sungai (Sule, 2015).

Selama ini masyarakat banyak menggunakan kincir air tipe breastshot dalam kehidupannya sehari-hari, namun pengaplikasiannya yang

dilakukan itu tidak diterapkan secara maksimal. Hal ini disebabkan karena kurangnya publikasi mengenai cara penggunaan dan perkembangan prototipe kincir membuat sulitnya masyarakat mendapatkan referensi. Kincir air yang sering dipakai terbagi menjadi 3 tipe yaitu : kincir air tipe overshoot, kincir air tipe undershot, dan kincir breastshot. Pada penelitian ini, kami akan meneliti kincir air tipe overshoot atau kincir air arus atas dengan jumlah 8 sudu berbentuk plat dengan menggunakan material akrilik dan variasi bentuk sudu yang di gunakan.

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 plat dengan variasi pembebanan dan debit?
2. Bagaimana menganalisis efisiensi turbin air arus atas menggunakan 8 sudu plat dengan variasi pembebanan dan debit?
3. Bagaimana menentukan kinerja terbaik turbin air arus atas menggunakan 8 sudu plat 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 plat dengan variasi pembebanan dan debit.
2. Menganalisis efisiensi turbin air arus atas menggunakan 8 sudu plat dengan variasi pembebanan dan debit.
3. Menentukan kinerja terbaik turbin air arus atas menggunakan 8 sudu plat 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 plat.
2. Material yang digunakan untuk sudu yaitu akrilik.
3. Turbin air dengan perlakuan debit (Q) yang berbeda untuk jenis sudu plat.

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 Potensi Dari Air

Air Merupakan sumber energi yang murah dan relative mudah didapat, karena pada air tersimpan energi potensial dan energi kinetik. Tenaga air (*Hydropower*) adalah energi yang diperoleh air yang mengalir. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air yang memanfaatkan adanya suatu air terjun atau aliran air disungai (Sahbana dan Anam, 2019).

2.2 Turbin Air

Turbin adalah suatu alat yang dipergunakan untuk mengkonversikan sebuah energi menjadi energi yang lain. Turbin mengkonversikan energi yang berasal dari alam, seperti angin, air, dan gas untuk diubah menjadi energi yang lebih bermanfaat. Salah satunya adalah turbin air. Turbin air suatu pembangkit yang memanfaatkan energi potensial air menjadi energi mekanik dimana air memutar roda turbin. Air yang berada pada ketinggian tertentu memiliki energi potensial. Ketika air mengalir ke tempat yang lebih rendah energi potensial berubah menjadi energi kinetik. Oleh turbin air, energi kinetik dirubah menjadi energi mekanik (Hariyanto, 2016).

2.3 Prinsip Kerja Turbin Air

Turbin air mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Energi mekanis diubah dengan generator listrik menjadi tenaga listrik. Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Aliran air yang mempunyai energi potensial akan disemprotkan ke sudu-sudu turbin oleh nozzle. Putaran dari sudu-sudu tersebut akan mengakibatkan poros turbin ikut bergerak dan kemudian putaran poros turbin akan diteruskan ke generator listrik untuk mengubahnya menjadi energi listrik (Saputra, A. 2018)

2.4 Komponen Turbin Air

Komponen-komponen dari turbin air antara lain :

2.4.1 Rotor, yaitu bagian yang berputar pada system yang terdiri dari :

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

2.4.2 Stator, yaitu bagian yang diam pada system yang terdiri dari

- Pipa pengarah / *nozzle* yang berfungsi untuk meneruskan aliran fluida sehingga tekanan dan kecepatan fluida yang digunakan di dalam sistem besar
- Rumah Turbin, berfungsi sebagai rumah kedudukan komponen-komponen turbin (Hariyanto, 2016).

2.5 Klasifikasi Turbin Air

Turbin air dibedakan dua kelompok, yaitu berdasarkan kapasitas aliran dan tinggi air jatuh. Berdasarkan klasifikasi turbin air dibagi menjadi dua kelompok yaitu turbin impuls dan turbin reaksi.

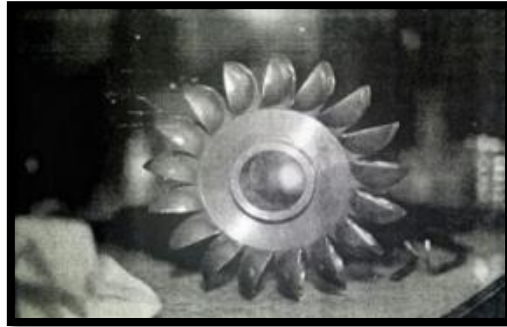
2.5.1 Turbin Impuls

Turbin impuls disebut dengan turbin air tekanan sama karena tekanan air yang keluar dari nozel tekanannya sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Sehingga energi tempat dan tekanan yang dimiliki oleh air dirubah semuanya menjadi energi kecepatan. Ada beberapa jenis turbin air yang termasuk turbin impuls, antara lain : Turbin pelton dan Turbin *Cross Flow* (Aryono, T. 2019).

a. Turbin Pelton

Turbin ini ditemukan sekitar 1880 oleh pelton dari negara Amerika. Turbin Pelton merupakan turbin impuls. Turbin pelton

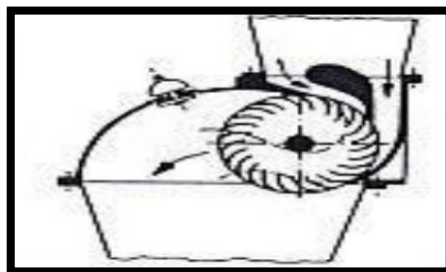
terdiri dari satu set sudu jalan yang diputar oleh pancaran air yang disemprotkan dari satu atau lebih alat yang disebut *nozzle*. Turbin pelton adalah salah satu dari jenis turbin yang paling efisien. Turbin Pelton adalah turbin yang tepat di gunakan untuk head tinggi.



Gambar 2.1 Turbin Pelton (Aryono, T. 2019)

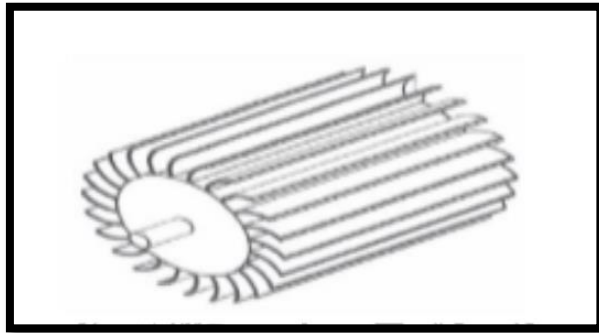
b. Turbin Aliran Ossberger (*Crossflow*)

Turbin jenis impuls ini juga dikenal dengan nama Turbin Michell-Banki. Turbin ini mengalami modifikasi oleh Michell berasal dari Australia dan Banki berasal dari Honggaria. Selain itu juga disebut Turbin Ossberger yang merupakan perusahaan yang memproduksi turbin cross flow. Turbin *Crossflow* dapat digunakan pada debit 20 liter/sec hingga 10 m³/sec dan head antara 1 s/d 200 m.



Gambar 2.2 Skema Turbin Aliran *Ossberger* (Aryono, T. 2019)

Turbin *Cross flow* menggunakan *nozzle* persegi panjang dengan lebar sesuai dengan lebar *runner*. Pancaran air masuk pada turbin mengenai sudu sehingga terjadi konversi energi kinetik menjadi energi mekanis. Air mengalir keluar membentur sudu dan memberikan tekanan (lebih rendah dibanding saat masuk) kemudian meninggalkan turbin. *Runner* pada turbin dibuat dari beberapa sudu yang dipasang dengan sepanjang paralel.



Gambar 2.3 *Runner* Turbin *Crossflow* (Aryono, T. 2019)

2.5.2 Turbin Reaksi

Turbin reaksi disebut juga dengan turbin tekanan lebih karena air sebelum 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 sebagian untuk menggerakkan roda turbin dan sebagian lagi dipergunakan untuk mengeluarkan air ke saluran pembuangan. Jenis turbin reaksi yang sering digunakan antara lain, turbin francis, turbin propeller atau kaplan.

a. Turbin Francis

Turbin francis merupakan salah satu turbin reaksi. Turbin dipasang diantara sumber air tekanan tinggi dibagian masuk dan air bertekanan rendah dibagian keluar. Turbin francis menggunakan sudu pengarah. Sudu pengarah mengarahkan air

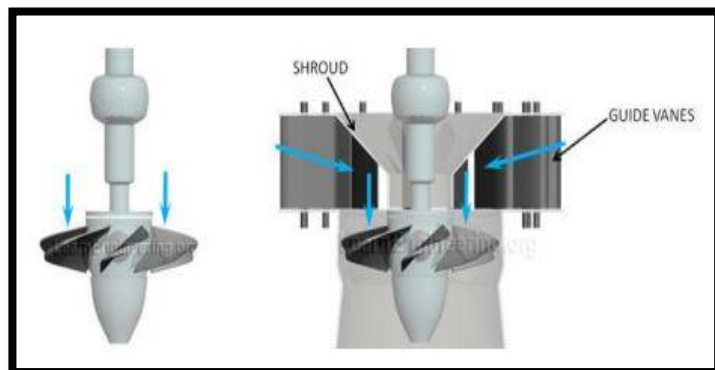
masuk secara linear. Sudu pengarah pada turbin francis dapat merupakan suatu sudu pengarah yang tetap ataupun sudu pengarah yang dapat diatur sudunya.



Gambar 2.4 Turbin Francis

b. Turbin Kaplan/Propeller

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)



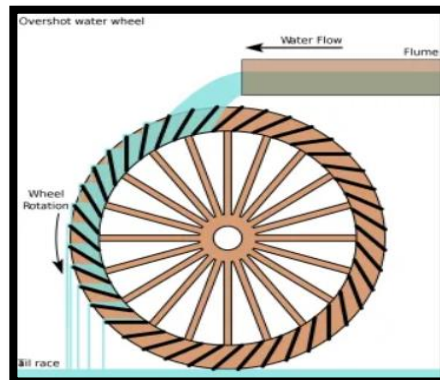
Gambar 2.5 Turbin Kaplan & propeler
(Sumber : Saputra, A. 2018)

2.6 Kincir Air

Kincir air merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengubah energi air menjadi energi mekanik berupa putaran poros. Kincir air adalah sebuah mesin yang digerakkan oleh tenaga air, yang bisa dipergunakan untuk berbagai keperluan memompa air untuk mengalir sawah dan kincir air dapat digunakan sebagai pembangkit listrik. Ada beberapa jenis tipe kincir air, diantaranya sebagai berikut :

2.6.1 Kincir Air *Overshot*

Kincir air *overshot* bekerja jika air yang mengalir jatuh ke arah sudu-sudu sisi bagian atas, karena gaya berat air roda kincir akan berputar. Kincir air tipe *overshot* adalah kincir yang paling banyak digunakan dibandingkan dengan jenis kincir air yang lain (Sihaloho, 2017).



Gambar 2.6 Kincir air *overshot*

Beberapa keuntungan dari kincir air *overshot* yaitu :

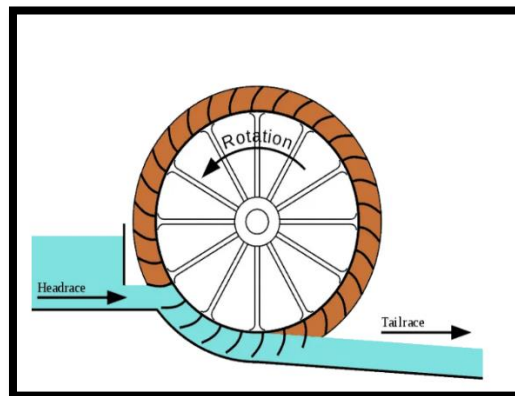
- a. Konstruksi yang sederhana.
- b. Tingkat efisiensi yang tinggi dapat mencapai 85%
- c. Tidak membutuhkan aliran yang deras.
- d. Mudah dalam perawatan.
- e. Teknologi yang sederhana mudah diterapkan didaerah terpencil.

Beberapa kerugian dari kincir air *overshot* yaitu :

- a. Karena aliran air berasal dari atas maka biasanya reservoir air atau beendungan air, sehingga memerlukan investasi yang lebih banyak.
- b. Tidak dapat diterapkan untuk mesin putaran tinggi.
- c. Membutuhkan ruang yang lebih luas untuk penempatan
- d. Daya yang di hasilkan relatif kecil

2.6.2 Kincir Air *Undershot*

Kincir air *undershot* bekerja bila air yang mengalir kemudian menghantam dinding sudu pada bagian bawah dari kincir air. Kincir air tipe *undershot* tidak mempunyai tambahan keuntungan dari head. Tipe ini cocok diletakkan pada perairan dangkal atau daerah yang datar.



Gambar 2.7 Kincir air *undershot*

Beberapa keuntungan kincir air *undershot* yaitu :

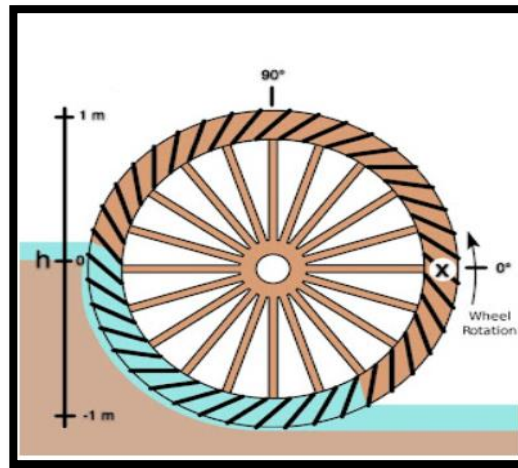
- a. Konstruksi lebih sederhana
- b. Lebih ekonomis.
- c. Mudah untuk dipindahkan.

Beberapa kerugian kincir air *undershot* yaitu :

- a. Efisiensi kecil.
- b. Daya yang dihasilkan relative kecil.

2.6.3 Kincir Air *Breastshot*

Kincir air *breastshot* merupakan perpaduan antara tipe *overshot* dan *undershot* dilihat dari energi yang diterimanya. Jarak tinggi jatuhnya tidak melebihi diameter kincir, arah aliran air yang menggerakkan kincir air disekitar sumbu poros dari kincir air. Kincir jenis ini memperbaiki kinerja dari kincir air tipe *undershot*.



Gambar 2.8 Kincir air *breastshot*

Beberapa keuntungan kincir air *breastshot* yaitu :

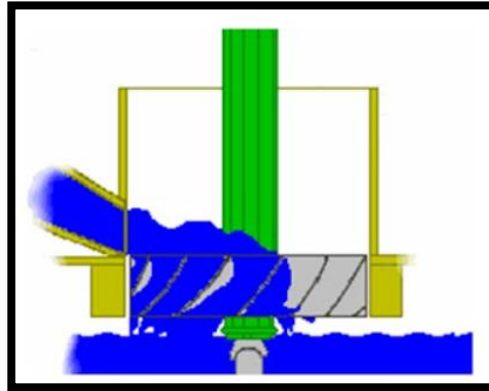
- a. Tipe ini lebih efisien dari pada tipe *undershot*.
- b. Dibandingkan tipe *overshot* tinggi jatuhnya lebih pendek.
- c. Dapat diaplikasikan pada sumber air aliran datar.

Beberapa kerugian kincir air *breastshot* yaitu :

- a. Sudu-sudu dari tipe ini tidak rata seperti *undershot*.
- b. Diperlukan dam pada arus aliran datar.
- c. Efisiensi lebih kecil dari pada *overshot*.

2.6.4 Kincir Air *Tub*

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



Gambar 2.8 Kincir air *tub*

Beberapa keuntungan kincir air *tub* yaitu :

- a. Konstruksi yang lebih ringkas.
- b. Kecepatan putaran lebih cepat.

Beberapa kerugian dari kincir air *tub* yaitu :

- a. Tidak menghasilkan daya yang besar.

Karena komponennya lebih kecil membutuhkan tingkat ketelitian yang lebih teliti. (Sihaloho, 2017).

2.7 Keadaan Beban Tidak Maksimum dan Pengaturan Turbin Air

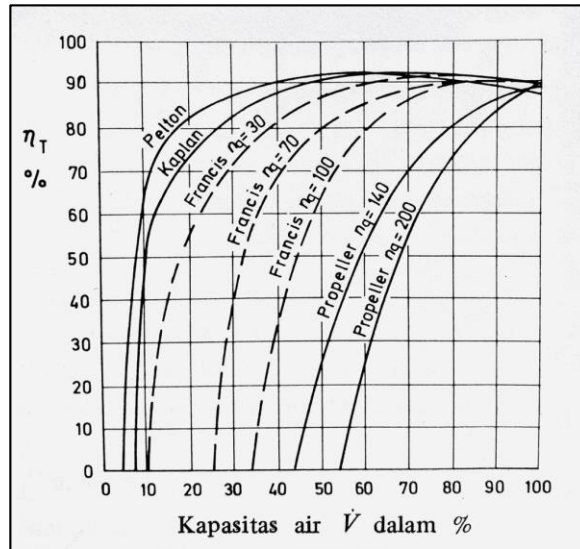
Ukuran dan penampang saluran air termasuk susut-sudut sudu dari konstruksi turbin air yang berbeda-beda adalah diperuntukkan pada keadaan pembebanan yang normal (kebanyakan untuk pembebanan penuh).

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 η_T pada saat pembebanan penuh, Gambar 2.9 (Friez Dietzel, 2005).



Gambar 2.9 Randemen beberapa konstruksi turbin air pada saat pembebanan sebagian (Tidak Maksimum).

2.8 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 (m^3/s), dimana debit air dapat dicari dengan persamaan berikut ini.

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

Dimana :

Q = debit air (m^3/s)

t = waktu (s)

2. Kecepatan Aliran Air (v)

Kecepatan aliran air adalah banyaknya air yang mengalir dengan kecepatan tertentu persatuan waktu.

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

Dimana :

A = Luas Permukaan *Nozzle* (m^2)

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. 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} = daya air (W)

ρ = massa jenis air (kg/m^3)

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. Dari perhitungan torsi turbin dan kecepatan sudut maka diperoleh persamaan daya *output* turbin, yang dapat dituliskan sebagai berikut.

$$P_{oda\ air} = T \cdot \omega \quad (2.4)$$

Dimana :

$P_{oda\ air}$ = daya turbin (W)

T = Torsi (N.m)

ω = kecepatan sudut (rad/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)

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

Dimana :

η = efisiensi turbin (%)