

**ANALISIS KINERJA KINCIR AIR TIPE UNDERSHOT
BERBAHAN AKRILIK DENGAN JUMLAH SUDU 8
PADA SUDUT (θ) 15°**

SKRIPSI

**OLEH:
RIZKY TAMPUBOLON
178130034**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 15/12/22

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/22

HALAMAN JUDUL

ANALISIS KINERJA KINCIR AIR TIPE UNDERSHOT BERBAHAN AKRILIK DENGAN JUMLAH SUDU 8 PADA SUDUT (θ) 15°

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana di Program
Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:
RIZKY TAMPUBOLON
178130034

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 15/12/22

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/22

PALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis Kinerja Kincir Air Tipe Undershot Berbahan Akrilik Dengan Jumlah 8 Sudu Pada Sudut (θ) 15°
Nama Mahasiswa : Rizky Tampubolon
NIM : 178130034
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



(Indra Hermawan, ST, MT)
Pembimbing I



(Muhammad Jari, ST, MT)
Pembimbing II



Dr. Rahmatyana, S. Kom, M. Kom
Fakultas Teknik
Dekan



Muhammad Jari, S.T., M.T.
Prodi Teknik Mesin
WD I

Tanggal Lulus: 28 September 2022

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 28 September 2022


(Rizky Tampubolon)
(178130034)

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rizky Tampubolon
NPM : 1781300034
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Kinerja Kincir Air Tipe Undershot Berbahan Akrilik Dengan Jumlah Sudu 8 Pada Sudut (θ) 15°. Reserwa perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 28 September 2022

Yang menyatakan


(Rizky Tampubolon)
(1781300034)

ABSTRAK

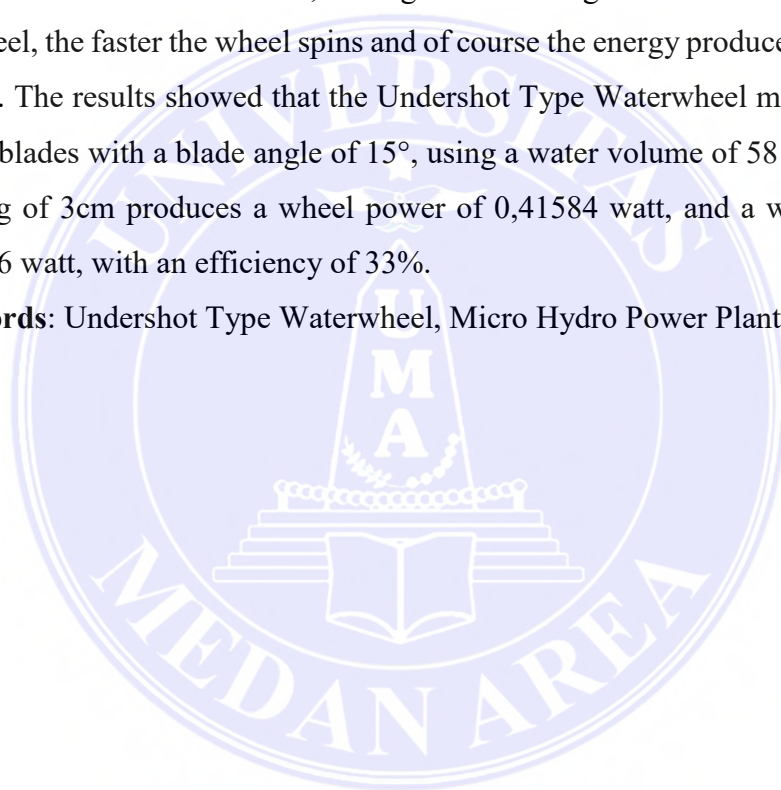
Listrik merupakan salah satu energi yang digunakan dan juga sangat dibutuhkan oleh manusia. Ketersediaan tenaga listrik di Indonesia masih belum merata banyak daerah yang belum tersentuh oleh listrik PLN seperti di daerah terpencil ataupun bisa dikatakan daerah terisolir yang masih sulit dijangkau oleh listrik PLN. Dengan adanya masalah ini salah satu pembangkit listrik terbarukan yang dapat dimanfaatkan adalah PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro). Kincir air menggunakan media air untuk menghasilkan putaran oleh karena adanya dorongan yang disebabkan air yang mengalir dari ketinggian tertentu. Ketinggian air sangat berpengaruh terhadap kinerja kincir air semakin tinggi air jatuh yang mengenai sudu kincir maka semakin cepat kincir berputar dan tentunya energi yang dihasilkan pun akan semakin besar. Hasil penelitian menunjukkan Kincir Air Tipe *Undershot* Bahan Akrilik Dengan Jumlah 8 sudu Dengan Sudut Sudu 15° , Menggunakan Volume air sebesar 58 L dan bukaan pintu air sebesar 3 cm menghasilkan daya kincir sebesar 0,41584 watt, Dan daya air sebesar 1,23186 watt, Dengan efisiensi sebesar 33%.

Kata Kunci : Kincir Air Tipe *Undershot*, Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.

ABSTRACT

Electricity is one of the energy used and is also needed by humans. The availability of electric power in Indonesia is still not evenly distributed, many areas have not been touched by PLN electricity, such as in remote areas or it can be said that isolated areas are still difficult to reach by PLN electricity. With this problem, one of the renewable power plants that can be utilized is PLTMH (Microhydro Power Plant). Waterwheels use water media to produce rotation due to the push caused by water flowing from a certain height. The water level is very influential on the performance of the waterwheel, the higher the falling water that hits the blades of the wheel, the faster the wheel spins and of course the energy produced will be even greater. The results showed that the Undershot Type Waterwheel made of Acrylic with 8 blades with a blade angle of 15° , using a water volume of 58 L and a sluice opening of 3cm produces a wheel power of 0,41584 watt, and a water power of 1,23186 watt, with an efficiency of 33%.

Keywords: Undershot Type Waterwheel, Micro Hydro Power Plant.



RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Rizky Tampubolon dilahirkan di Lobutolong pada tanggal 01 Juni 1998 dari Ayah bernama Maruap Tampubolon dan Ibu Tetty Simanjuntak. Penulis merupakan putera pertama dari dua bersaudara. Tahun 2016 Penulis lulus dari SMA Negeri 1 Sipahutar dan pada tahun 2017 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di Desa Sirisi - risi, Kec. Dolok sanggul, Kabupaten Humbang Hasundutan, Sumatera Utara.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan berupa kesehatan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penelitian ini merupakan Tugas Akhir guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Universitas Medan Area.

Dalam Penulisan dan penelitian skripsi ini banyak kendala yang penulis alami, namun berkat bantuan moril dan material dari berbagai pihak, maka skripsi ini dapat diselesaikan, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih.

1. Bapak Prof. .Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, Selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Susilawati, S.Kom, M.Kom, Selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Muhammad Idris, ST, MT, Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
5. Bapak Dr. Iswandi ST, MT, Selaku Sekretaris Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
6. Bapak Indra Hermawan, ST, MT, Selaku Dosen Pembimbing I Dan Bapak Muhammad Idris, ST, MT, Selaku Dosen Pembimbing II.
7. Bapak Dan Ibu Dosen Beserta Seluruh Staff Anggota Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
8. Bapak Maruap Tampubolon Dan Ibu Tetty Simanjuntak, Ratmos M

Tampubolon selaku Orang Tua Saya Dan Saudara Saya yang selalu memberi dukungan dan motivasi kepada saya.

9. Sriayu Pardode Yang selalu memberi dukungan dan motivasi kepada saya.

10. Seluruh Teman - Teman Tim dalam pembuatan alat PLTMH yang telah bekerjasama.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikas Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Peneltian	3
2.1.1. Manfaat Ilmiah.....	3
2.1.2. Manfaat Praktis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pengertian Kincir Air	5
2.2. Komponen - Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro	8
2.3. Bagian - Bagian Utama Kincir Air Tipe Undershot	10
2.3.1. Poros.....	10
2.3.2. Pasak	10
2.3.3. Bantalan (<i>Bearing</i>).....	10
2.3.4. Sudu (<i>Blade</i>)	11
2.3.5. Sistem Transmisi	11
2.3.6. Puli (<i>Pully</i>)	12
2.4. Debit Air (Q)	12
2.5. Kecepatan Aliran (v)	13
2.6. Torsi	14
2.7. Kecepatan Keliling Kincir (ω).....	14
2.8. Daya Kincir	14
2.9. Daya air	15
2.10. Daya Generator	15
2.11. Efisiensi Kincir Air	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1. Tempat dan Waktu.....	17
3.2. Peralatan dan Bahan	18
3.2.1. Alat Penelitian	18

3.2.2. Bahan Penelitian	20
3.3. Metode Penelitian	22
3.3.1. Sistematika Penelitian	22
3.3.2. Parameter Pengukuran	22
3.3.3. Prosedur Penelitian.....	22
3.3.4. Teknik Pengumpulan Dan Analisis Data	24
3.4. Diagram Alir Penelitian	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Hasil	27
4.2. Debit Air (Q).....	28
4.3. Kecepatan Aliran (v).....	27
4.4. Torsi	28
4.5. Kecepatan Keliling Kincir (ω).....	29
4.6. Daya Kincir	29
4.7. Daya Air.....	29
4.8. Daya Generator	30
4.9. Efisiensi Kincir Air	31
4.10. Analisis Data	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1. Kesimpulan	32
5.2. Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34

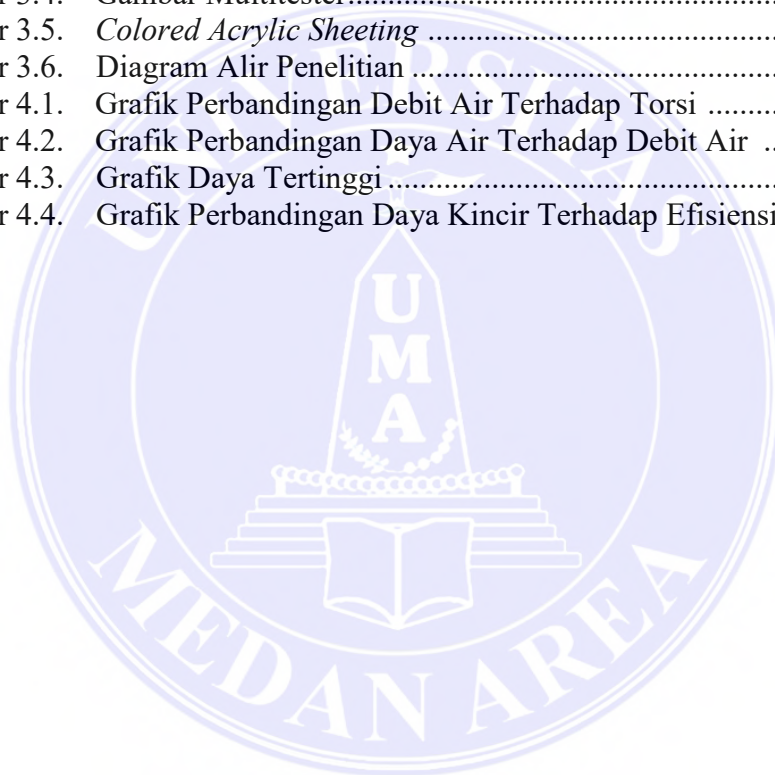
DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Jadwal Kegiatan Penelitian	17
Tabel 3.2.	Spesifikasi Kincir Air Tipe Undershoot	22
Tabel 4.1.	Hasil pengukuran kincir airdengan jumlah 8 sudu	27
Tabel 4.2.	Tabel Hasil Perhitungan	28



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Kincir Air	5
Gambar 2.2.	Kincir Air Horizontal	6
Gambar 2.3.	Kincir Air Tipe <i>Undershot</i>	7
Gambar 2.4.	Kincir Air Tipe <i>Breatshot</i>	7
Gambar 2.5.	Kincir Air Tipe <i>Overshot</i>	8
Gambar 2.6.	Skema Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro	8
Gambar 3.1.	Meter Ukur	18
Gambar 3.2.	Tachometer	19
Gambar 3.3.	Stopwatch	19
Gambar 3.4.	Gambar Multitester.....	20
Gambar 3.5.	<i>Colored Acrylic Sheetting</i>	21
Gambar 3.6.	Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 4.1.	Grafik Perbandingan Debit Air Terhadap Torsi	29
Gambar 4.2.	Grafik Perbandingan Daya Air Terhadap Debit Air	30
Gambar 4.3.	Grafik Daya Tertinggi	32
Gambar 4.4.	Grafik Perbandingan Daya Kincir Terhadap Efisiensi Kincir	31



DAFTAR NOTASI

V	=	Volume Air (m^3)
π	=	Perbandingan Keliling Lingkaran Dengan Diameter.
r^2	=	Jari – Jari Tabung (m^2)
t'	=	Tinggi Tabung (m^2)
Q	=	Debit Air (m^3/s)
t	=	Waktu (s)
v	=	Kecepatan Aliran (m/s)
A	=	Luas Penampang Saluran (m^2)
B	=	Lebar Saluran (m)
h	=	Tinggi Air Dalam Saluran (m)
T	=	Torsi (N.m)
F	=	Gaya (N)
r	=	Jari -Jari (m^2)
ω	=	Kecepatan Keliling Kincir/Kecepatan Sudut (Rad/s)
n	=	Kecepatan Rata – Rata (Rpm)
P_{Kincir}	=	Daya Kincir (Watt)
P_{Air}	=	Daya Air (Watt)
ρ	=	Massa Jenis Air (kg/m^3)
g	=	Konstanta Gravitasi 9,81 (m/s)
v^3	=	Kecepatan Aliran (m/s)
H	=	Head/Tinggi Jatuh Air (m)
η	=	Efisiensi Kincir (%)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Tenaga listrik merupakan salah satu sumber energi yang dimanfaatkan oleh manusia. Pembangkit listrik yang umumnya dimanfaatkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Gas Bumi (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) dan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN).

Penyalur tenaga listrik di Indonesia masih belum merata, masih banyak masyarakat kecil yang belum dijangkau oleh tenaga listrik. Daerah-daerah yang penduduknya yang ekonominya lemah belum tersalurkan listrik masih memanfaatkan PMLTD (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel). Hanya saja biaya bahan bakar (BBM) dari hari ke hari semakin membengkak, jelas menjadi kendala yang berat. Untuk mengurangi biaya penggunaan bahan bakar, kerangka daya yang tidak habis-habisnya adalah keputusan yang efektif. Salah satu pembangkit listrik yang tidak habis-habisnya adalah PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro).

Pembangkit Listrik Tenaga MikroHidro (PLTMH) merupakan pembangkit listrik tenaga air yang memiliki produksi daya 1 KW sampai dengan 100 KW, pembangkit ini merupakan jenis pembangkit listrik tenaga air yang layak untuk diterapkan di daerah yang banyak terdapat aliran sungai.[1]

Berdasarkan pengujian sebelumnya, kemiringan sudu turbin sangat mempengaruhi daya dan performa kincir air undershot bahwa pada kemiringan sudu 20° daya terbesar adalah 19 watt dan efektivitas paling ekstrem berada pada kemiringan sudu 90° dengan nilai tertinggi 51%.

Kecepatan aliran air mempengaruhi daya dan performa turbin undershot yang pada kemiringan sudu 40° nilai selanjutnya lebih kecil karena aliran air yang menyebabkan luapan pada saluran air sehingga daya dorong air menjadi rendah, daya yang dihasilkan sebesar 11,6 watt dari hasil percobaan dan pengujian dengan variasi kemiringan sudu 20, 40, dan 90 derajat menghasilkan daya terbesar 19,68 watt pada kemiringan sudu 20 derajat pada kecepatan aliran 1,84 m/s, debit aliran $0,0437 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan efisiensi sebesar 30 % efektivitas poros 24.60 rpm. dengan beban 20 kg sedangkan efektifitas kincir air terbesar terdapat pada kemiringan sudu 90° dengan nilai efisiensi 51% pada beban 14 kg dengan putaran poros 24.06 rpm.[2]

Pemilihan bahan Akrilik dalam penelitian ini karena bahan Akrilik memiliki ketahanan dan tidak mengalami perubahan bentuk ataupun warna meskipun terpapar sinar matahari langsung dalam waktu yang lama. Jadi untuk semua barang yang terbuat dari bahan Akrilik bisa dimanfaatkan di dalam maupun di luar ruangan.

Dengan landasan inilah penulis tertarik untuk melaksanakan penelitian dengan judul:

“Analisis Kinerja Kincir Air Tipe Undershot Berbahan Akrilik Dengan Jumlah Sudu 8 Pada Sudut (θ) 15°”.

1.2. Identifikasi dan Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

- a. Berapa daya kincir yang dihasilkan oleh Kincir Air Tipe Undershot.
- b. Berapa Torsi yang dihasilkan dengan jumlah 8 sudu pada sudut sudu 15° .
- c. Bagaimana pengaruh penggunaan sudu berbahan Akrilik dan efisiensi yang dihasilkan.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Menghitung daya kincir yang dihasilkan kincir air tipe *undershot* dengan jumlah 8 sudu pada sudut sudu 15° .
- b. Menghitung Torsi yang dihasilkan pada kincir air tipe Undershot.
- c. Menghitung Efisiensi penggunaan sudu berbahan Akrilik pada kincir air tipe undershot dengan jumlah sudu 8 pada sudut sudu 15° .

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Ilmiah

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah untuk memberi kontribusi pemikiran atau menambah informasi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), Khususnya Pada Kincir Air tipe Undershot.

1.4.2. Manfaat Praktis

Diperoleh acuan performa dari pembangkit yang memiliki jenis kincir air tipe undershot yang menggunakan 8 sudu dengan sudut sudu 15° .

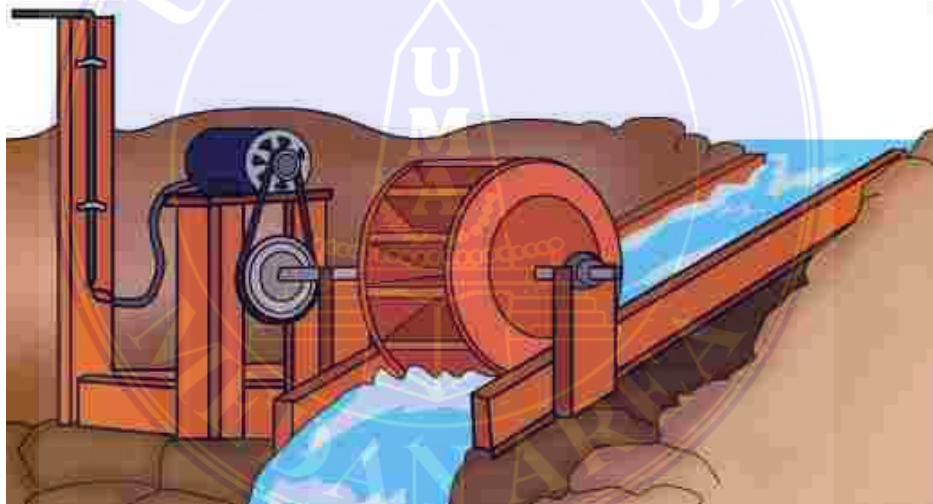


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Kincir Air

Roda kincir dapat dicirikan sebagai peralatan mekanis sebagai roda (*whell*), dengan tepi tajam di sekitar tepi yang diletakkan pada poros datar. Dapat dilihat pada gambar 2.1. Kincir air mengandung pengertian kincir yang mekanisme berfungsinya adalah air. Pemanfaatan kincir air dimulai dari India, kemudian meluas ke Mesir, berlanjut ke Eropa dan kemudian menyebar ke Amerika.



Gambar 2.1. Kincir Air

Kincir air merupakan pengembangan yang paling banyak ditiru. yang harus diperhatikan pada kincir air selain debit aliran adalah konstruksi atau tempat untuk pengaplikasian sangat berpengaruh karena kincir air membutuhkan tinggi jatuh air yang ideal untuk memutar kincir secara optimal.

Kecepatan air yang mengalir ke kincir harus sedikit, karena dalam kasus kecepatan yang sangat besar saat melewati kincir air akan tumpah ke luar dan energi yang terdapat pada air akan terbang sia – sia dan tidak dapat di gunakan secara efisien [3].

Kincir air dapat dikelompokkan dilihat dari keadaan dan bentuknya, kincir air dibedakan menjadi 2 macam yaitu:

a. Kincir Horizontal

Kincir Horizontal atau biasa disebut juga kincir Tub atau Norse yang memiliki sumbu tegak. Pada dasarnya kincir air horizontal adalah turbin yang primitif dan tidak efisien yang penerapannya biasa di letakkan di bawah bangunan. Aliran air diarahkan ke sudu kincir membuat kincir berputar dan air keluar di bawah kincir, pada umumnya melalui pusat. Ini adalah kerangka dasar, umumnya yang digunakan tanpa roda gigi sehingga poros atas kincir air berubah menjadi poros penggerak. Seperti di tunjukkan pada Gambar 2.2.

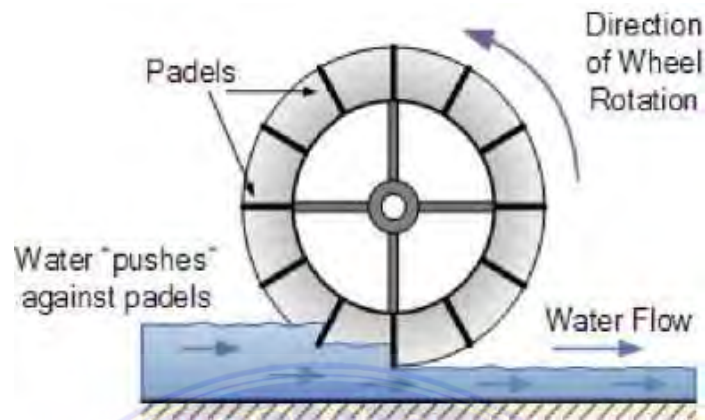


Gambar 2.2. Kincir Horizontal.

b. Kincir Air Vertikal

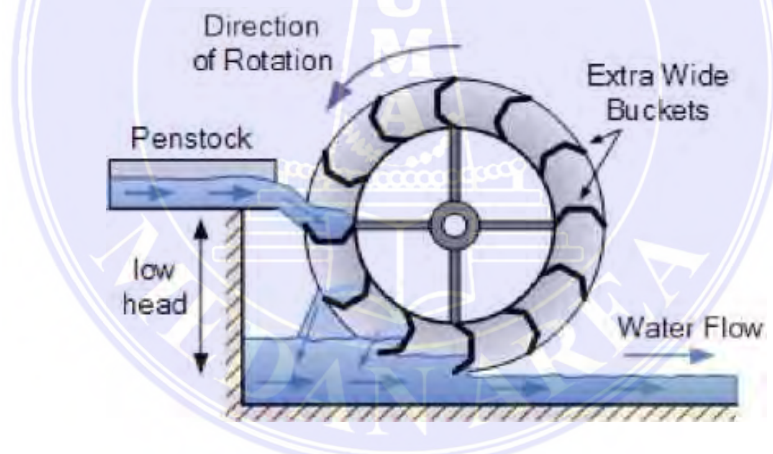
Kincir vertikal memiliki poros datar dan dapat dibedakan menjadi 3 jenis berdasarkan posisi air mengenai roda kincir, yaitu:

- a. Kincir Air *Undershot* adalah kincir air di mana aliran air penggerak berada di bagian bawah roda. Seperti di tunjukkan pada gambar 2.3.



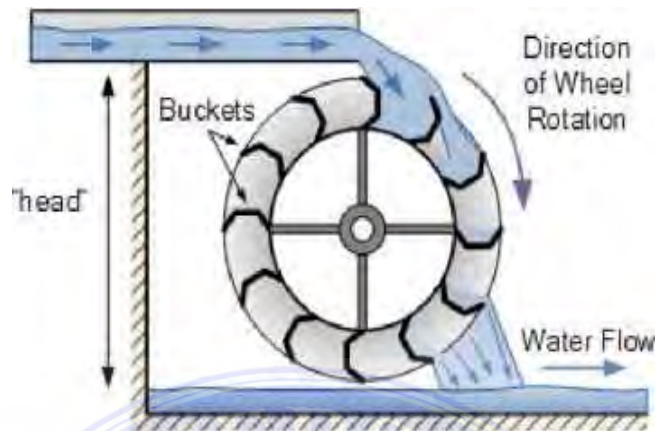
Gambar. 2.3 Kincir Air Tipe *Undershot*

- b. Kincir Air *Breastshot* adalah kincir air di mana aliran air penggerak berada pada titik konvergensi roda. Seperti di tunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar. 2.4. Kincir Air Tipe *Breastshot*

- c. Kincir Air *Overshot* adalah kincir air yang aliran air penggerakanya berada di titik tertinggi roda. Seperti di tunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar. 2.5. Kincir Air Tipe *Overshot*

2.2. Komponen - Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro



Gambar 2.6. Skema Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro

PLTMH memiliki tiga bagian utama, yaitu air, turbin dan generator.

Standar fungsi PLTMH setara dengan PLTA, namun batas dan ukurannya berbeda.

Seperti ditunjukkan pada gambar 2.6.

Beberapa bagian PLTMH pada umumnya terdiri dari:

- a. Bendungan, berfungsi untuk menampung dan menyediakan air untuk menggerakkan turbin.
- b. Saluran *Pembawa/Headrace*, Berfungsi untuk mengalirkan air ke dalam bak penenang.
- c. Bak Penenang berfungsi untuk mengalirkan air dan menenangkan aliran yang menuju turbin.
- d. Saluran Pelimpah/*Splilway*, Berfungsi Untuk membuang air yang berlebih pada bak penenang.
- e. Pipa Pesat/*Penstock*, berfungsi untuk mengalirkan air dari bak penenang ke turbin.
- f. Pondasi dan Penyangga untuk Pipa Pesat, secara efektif menahan getaran air dan sebagai bantuan untuk saluran pesat.
- g. Rumah Pembangkit, berfungsi sebagai tempat peralatan mekanik dan elektrik PLTMH.
- h. Turbin, berfungsi merubah energi mekanik air.
- i. Transmisi Tenaga Mekanik, melanjutkan daya poros dari turbin ke poros generator.
- j. Generator, merubah energi mekanik aie menjadi energi listrik.
- k. Saluran Pembuangan/*Tailrace*, berfungsi sebagai saluran pembuangan aliran air dari turbin.

2.3. Bagian - Bagian Utama Kincir Air Tipe Undershot

2.3.1. Poros

Poros adalah bagian utama dari setiap motor untuk mengirim daya bersama dengan putaran. Setiap mesin penggerak selalu menggunakan poros untuk meneruskan putaran benda yang bergerak secara rotasi.

2.3.2. Pasak

Pasak sangat penting untuk mesin, yang berfungsi sebagai penahan/gerendel untuk memutar objek. Dilihat dari luasnya pada poros, pasak dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

- a. Pasak pelana
- b. Pasak rata
- c. Pasak benam
- d. Pasak singgung

2.3.3. Bantalan (*Bearing*)

Bearing adalah komponen mesin yang menopang poros bertumpuk sehingga revolusi atau perkembangan yang terus berubah dapat terjadi tanpa hambatan, aman dan dalam waktu yang cukup lama. Bantalan harus cukup kokoh untuk membantu poros dan komponen mesin lainnya bekerja dengan benar. Jika bantalan tidak berfungsi seperti yang diharapkan maka pencapaian keseluruhan akan berkurang atau tidak berfungsi seperti yang diharapkan.

Untuk memilih bantalan yang akan digunakan, perlu diketahui bahwa tumpuan yang akan diangkat oleh bantalan sangat penting untuk penentuan bantalan.

Beberapa jenis bantalan sebagai berikut:

- a. Bantalan Luncur
- b. Bantalan Gelinding
- c. Bantalan Radial
- d. Bantalan Aksial
- e. Bantalan Gelinding Khusus

2.3.4. Sudu (*Blade*)

Sudu kincir air terbuat dari pelat logam, namun sebagian besar kincir air terbuat dari kayu. Tepi roda mendapatkan daya yang terjadi karena pengaruh air pada bidang atau massa tepi roda. Jika ujung yang runcing dipasang pada tepi roda, pengaruh daya pada massa roda akan menimbulkan daya yang akan membuat roda berputar di titik tengah. Kemudian, pada saat itu, energi mesin berubah menjadi energi mekanik sebagai poros.

2.3.5. Sistem Transmisi

Pada umumnya turbin atau pembangkit yang berputar akan dikopel langsung untuk memutar generator. Meskipun demikian, untuk menghubungkannya ke generator, awalnya harus dilihat kecepatan putaran turbin atau kincir dengan kecepatan generator, jika kecepatannya tidak sama dengan kecepatan putaran generator, dalam Kopling itu dapat melibatkan kerangka

transmisi mekanis seperti puli dan sabuk atau juga dapat digunakan garden (diferensial) untuk rencana ini dipilih sabuk atau puli.

2.3.6. Puli (*Pully*)

Puli adalah bagian utama dari mesin yang memiliki kapasitas untuk mengkomunikasikan daya bersama dengan sproket rantai dan roda pinion sehingga produksi puli harus dilihat baik sebagai kekuatan puli, sistem penanganan hingga nilai finansial bahan puli. Puli sebagian besar terbuat dari besi tuang FC 20 atau FC 30, dan ada juga yang terbuat dari baja. Dalam bidang perancangan, khususnya dalam pengembangan mekanik, dapat disadari bahwa ada berbagai macam puli dan bahan yang dapat digunakan dalam pengembangan puli disesuaikan dengan penggunaan puli. Keuntungan jika menggunakan pulley:

- a. Daerah kontak sabuk-puli lebar, tekanan puli biasanya sederhana sehingga lebar puli dapat dikurangi.
- b. Tidak menimbulkan kebisingan dan lebih tenang.

2.4. Debit Air (Q)

Debit air adalah adalah seberapa banyak air atau berapa banyak air yang mengalir dalam suatu saluran. Sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3 / dt)[4].

Sebelum dilakukan penentuan air yang mengalir terlebih dahulu diketahui volume air dalam tabung reservoir menggunakan persamaan dibawah ini.

Untuk mengetahui volume air dalam tabung ditentukan dengan persamaan (2.1)

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot t' \dots\dots\dots(\text{Pers.2.1})$$

Dimana:

$V = \text{Volume Air } (m^3)$

$r^2 = \text{Jari - Jari Tabung } (m^2)$

$t' = \text{Tinggi Tabung } (m)$

Selanjutnya volume tabung dapat terlihat dari debit air. Debit menjelaskan volume salah satu fluida yang dialirkan lewat penampang yang sudah ditentukan dengan ketentuan waktu. Ditentukan dengan persamaan (2.2) sebagai berikut:

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots(\text{Pers. 2.2})$$

Dimana:

$Q = \text{Debit Air } (m^3/s)$

$V = \text{Volume Air } (m^3)$

$t = \text{Waktu } (s)$

2.5. Kecepatan Aliran (v)

Kecepatan aliran adalah jarak yang ditempuh oleh gerak air secara langsung dalam satuan waktu.

Kecepatan aliran air melalui saluran dapat ditentukan dengan Persamaan (2.3) sebagai berikut:

$$v = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots(\text{Pers 2.3})$$

$$A = B \cdot h$$

Dimana:

$v = \text{Kecepatan Aliran } (m/s)$

$Q = \text{Debit Aliran } (m^3)$

$A = \text{Luas Penampang Saluran } (m^2)$

B = Lebar Saluran (m)

h = Tinggi air dalam saluran (m)

2.6. Torsi

Torsi adalah hasil tenaga dengan lengan dimana gaya yang ditimbulkan oleh kincir air dipengaruhi oleh tenaga yang memutar kincir dan jari – jari kincir.

Persamaan yang ditentukan biasanya digunakan untuk menghitung torsi yang dihasilkan oleh benda yang berputar pada porosnya adalah persamaan (2.4) berikut:

$$T = F \cdot r \dots\dots\dots(Pers. 2.4)$$

Dimana:

T = Torsi Kincir (N.m)

F = Gaya (N)

r = Jari- Jari Puli (m)

2.7. Kecepatan Sudut Kincir (ω)

Untuk mencari kecepatan sudut keliling kincir digunakan persamaan (2.5) sebagai berikut[5].

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \dots\dots\dots(Pers. 2.5)$$

Dimana:

ω = Kecepatan Keliling Kincir / Kecepatan Sudut (rad/s)

n = Kecepatan Putaran Kincir (Rpm)

2.8. Daya Kincir

Daya kincir adalah tenaga yang dihasilkan dari cara paling umum mengubah energi kinetik air menjadi energi mekanik dimana kincir berputar secara rotasi.

Sebagai aturan, perkiraan untuk menghitung daya dalam gerakan melingkar dapat disusun sebagai persamaan (2.6) sebagai berikut:

$$P_{Kincir} = T \cdot \omega \dots\dots\dots(Pers. 2.6)$$

Dimana :

T = Torsi Kincir (N.m)

ω = Kecepatan Sudut (rad/s)

2.9. Daya air

Daya air adalah tenaga aliran merata yang menggerakkan kincir air untuk menghasilkan putaran pada poros roda kincir.

Untuk menentukan daya air dapat dinyatakan dengan persamaan (2.7) sebagai berikut[6].

$$P_{Air} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \dots\dots\dots(Pers. 2.7)$$

Dimana:

P_{Air} = Daya Air (Watt)

ρ = Massa Jenis Air (kg/m^3)

g = Konstanta Gravitasi ($9,8m/s$)

Q = Debit aliran (m^3/s)

H = Head/Tinggi Jatuh Air (m)

2.10. Daya Generator

Daya Generator adalah Besarnya daya yang dihasilkan oleh generator. Untuk menghitung daya generator yang dihasilkan dari suatu pembangkitan PLTMH dapat digunakan persamaan (2.9.) sebagai berikut:

$$P_{generator} = V \cdot I \dots\dots\dots \text{Pers (2.8.)}$$

Dimana:

$P_{Generator}$ = Daya (watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Kuat Arus (Ampere)

2.11. Efisiensi Kincir (ω)

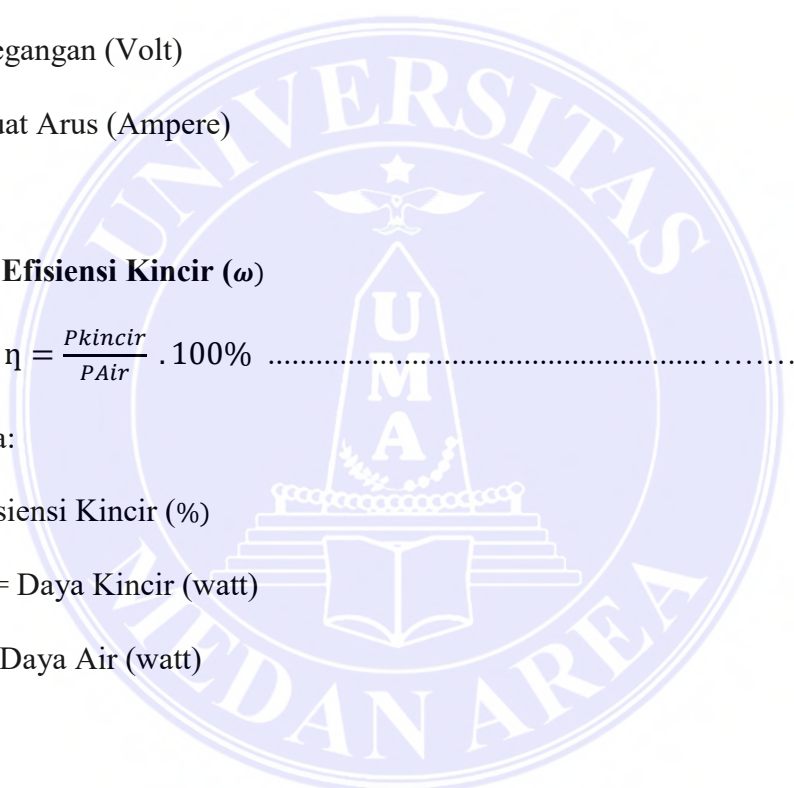
$$\eta = \frac{P_{kincir}}{P_{Air}} \cdot 100\% \dots\dots\dots \text{Pers.(2.9)}$$

Dimana:

η = Efisiensi Kincir (%)

P_{Kincir} = Daya Kincir (watt)

P_{Air} = Daya Air (watt)



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Bengkel Bubut Dan Las Cipta Mesindo Jalan Sutomo Ujung No. 10 Kecamatan Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara. Pada bulan November sampai bulan April 2022, dengan detail jadwal tugas akhir seperti terlihat pada tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir

Aktifitas	2021				2022															
	Mar.		Apr.		Nov.		Agu.		Sep.		Jul.		Agst.		Sep.					
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengajuan Judul	■	■																		
Penyelesaian Proposal			■	■																
Seminar Proposal					■	■														
Pengumpulan Data									■	■										
Analisis data											■	■								
Penyelesaian Laporan													■	■						
Seminar Hasil Sidang Sarjana																			■	■

3.2. Peralatan dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.2.1. Alat Penelitian

a. Meter Ukur

Meter ukur berfungsi untuk mengukur jarak atau panjang. ditunjukkan pada gambar 3.1. Pada penelitian ini meter ukur sangat berguna untuk mengukur tinggi, panjang dan lebar saluran air pada prototipe yang di buat sebagai contoh penelitian. Dan selain itu meter ukur juga berfungsi untuk mengukur diameter dan jari -jari kincir.



Gambar 3.1. Meter Ukur

b. Tachometer

Tachometer atau yang biasa sebut RPM (Revolution Per Minute) di tunjukkan pada gambar 3.2. adalah alat yang biasanya digunakan untuk mengukur putaran hub putar untuk setiap satuan waktu.



Gambar 3.2. Tachometer

c. Stopwatch

Stopwatch di tunjukkan pada gambar 3.3. Berfungsi sebagai alat yang berguna untuk menghitung satuan waktu yang di gunakan pada saat penghitungan debit air dan untuk mengetahui kecepatan kincir pada saat dilakukan pengujian atau pengambilan data.



Gambar 3.3. Stopwatch

d. Multitester

Multitester ditunjukkan gambar 3.4. Berfungsi sebagai alat yang biasa digunakan untuk menghitung suatu besaran arus listrik.



Gambar 3.4. Multitester

3.2.2. Bahan Penelitian

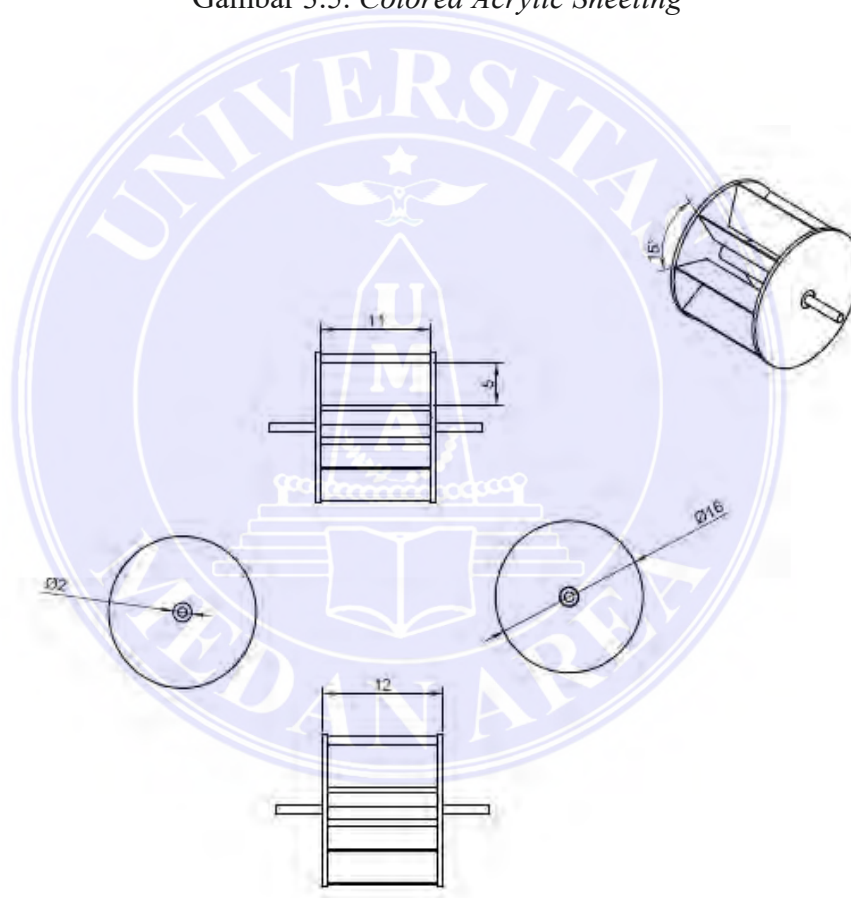
Akrilik secara visual mirip seperti kaca, namun akrilik ternyata memiliki beberapa sifat yang membuatnya terlihat lebih unggul dari kaca dan yang paling utama adalah kelenturannya jika dibandingkan dengan kaca. Akrilik juga tidak mudah pecah, ringan, mudah untuk dipotong, dikikir, dibor, dihaluskan maupun dicat.

Akrilik juga dapat dibentuk menjadi berbagai macam bentuk yang cukup kompleks dan salah satu metode yang paling sering digunakan adalah pembentukan secara termal. Sifat tahan pecah akrilik menjadikannya material yang ideal untuk tempat-tempat yang pecahnya material bisa berakibat fatal namun di sisi lain tetap menginginkan akses visual seperti pada jendela kapal selam.

Akrilik memiliki beberapa jenis, pada penelitian ini jenis yang digunakan ialah akrilik lembaran berwarna (Colored Acrylic Sheeting) berwarna putih susu. Seperti di tunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. *Colored Acrylic Sheeting*



Gambar 3.5. Gambar Sketsa Kincir Air *Undershot*

Tabel 3.2. Spesifikasi Kincir Air Tipe *Undershot*.

Tipe	Dimensi
Diameter Kincir	160×10^{-3} (m)
Panjang Sudu	111×10^{-3} (m)
Lebar Sudu	55×10^{-3} (m)
Panjang Kincir	120×10^{-3} (m)
Kemiringan Sudu	15°
Jumlah Sudu	8
Diameter Poros	2×10^{-3} (m)
Jarak Antara Sudu	70×10^{-3} (m)
Lebar Sudut Sudu	35×10^{-3} (m)

3.3. Metode Penelitian

Teknik yang digunakan dalam pengujian ini dilakukan dengan cara menganalisis, strategi yang digunakan untuk mengetahui daya, torsi, dan efisiensi kincir air menggunakan bahan akrilik dengan jumlah 8 sudu dengan kemiringan sudu 15°.

3.3.1. Sistematika Penelitian

a. Studi Literatur

Pengumpulan data - data berupa jurnal ilmiah, dan hasil dari penelitian yang pernah dilakukan pada percobaan yang sama.

b. Melakukan pengujian guna mendapatkan data yang akan di kelola menjadi hasil dari percobaan yang dilakukan.

c. Melakukan perhitungan dari data percobaan yang telah dilakukan.

- d. Menganalisa dan membandingkan hasil penelitian yang dilakukan.
- e. Menarik kesimpulan dari percobaan yang dilakukan.

3.3.2. Parameter Pengukuran

Parameter yang diukur dalam analisis kinerja kerja kincir air tipe *undershot* bahan akrilik dengan jumlah 8 sudu pada sudut sudu 15° , adalah sebagai berikut:

- a. Debit Air (m^3/s)
- b. Kecepatan Aliran (m/s)
- c. Gaya (N)
- d. Torsi (N.m)
- e. Kecepatan Keliling (rad/s)
- f. Daya Daya Air (watt)
- g. Efisiensi Kincir (100%)
- h. Daya Kincir (watt)

3.3.3. Prosedur Penelitian

Langkah - Langkah prosedur pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan Peralatan Dan Bahan
- b. Menyiapkan lembaran *checklist* parameter yang diukur
- c. Menyalakan pompa air untuk mengisi air kedalam reservoir atas.
- d. Memastikan PLTMH dalam kondisi beroperasi sesuai dengan variabel - variabel yang akan diukur.
- e. Mengisi lembar *checklist* dari percobaan yang dilaksanakan.

- f. Mengulang percobaan untuk memperoleh data rata - rata dari percobaan yang dilakukan.
- g. Selesai.

3.3.4. Teknik Pengumpulan Dan Analisis Data

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Pengumpulan data dari jurnal dan buku referensi tentang pembangkit listrik tenaga kincir air.

b. Data Sekunder

Data diperoleh langsung dari percobaan yang di lakukan pada PLTMH.

c. Analisis Data

Penyelidikan informasi setelah setiap informasi yang diperlukan telah dikumpulkan adalah untuk memastikan batas-batas yang menyertainya:

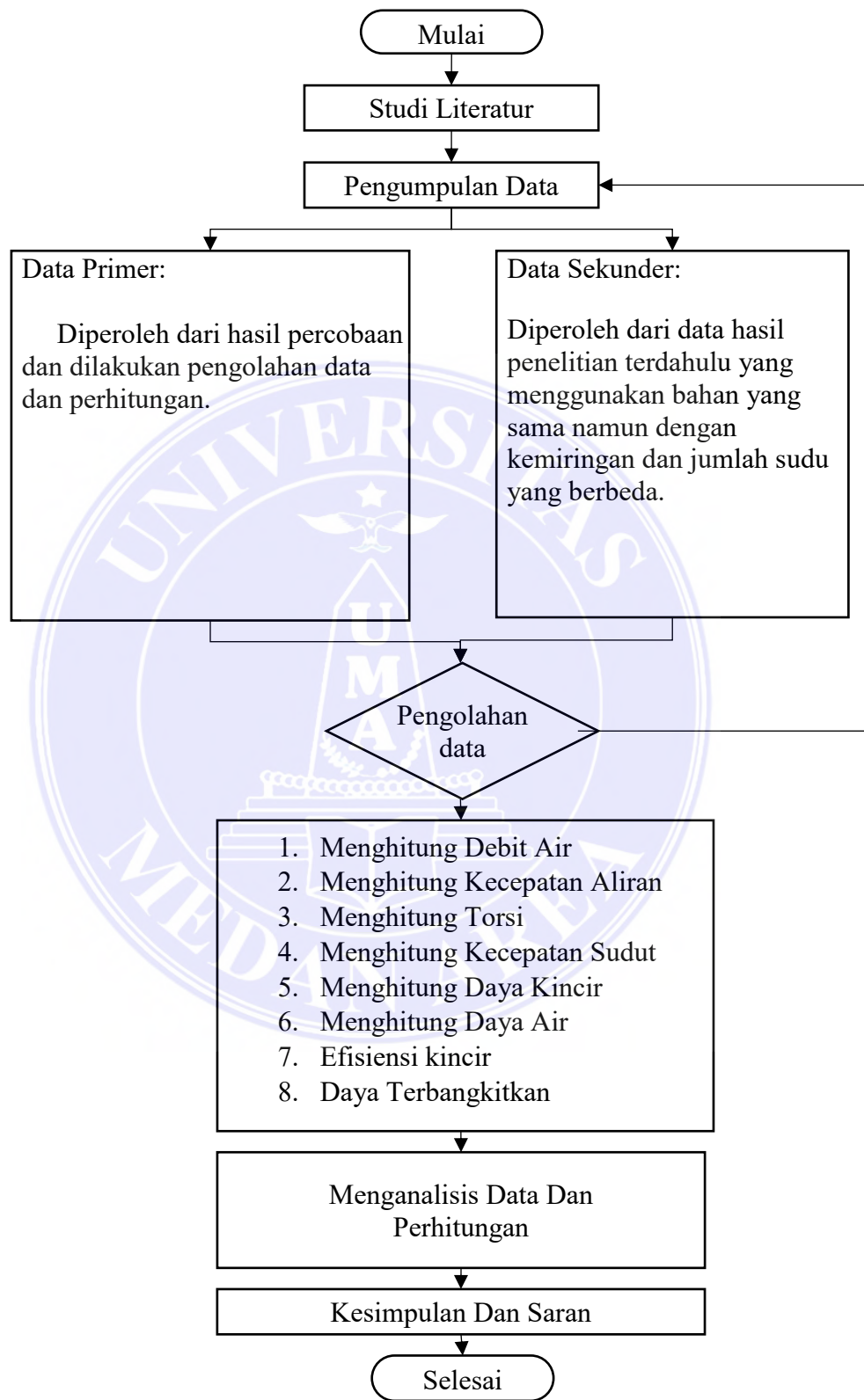
- 1) Debit Air (m^3/s) menggunakan persamaan (2.1)
- 2) Kecepatan Aliran (m/s) menggunakan persamaan (2.2)
- 3) Gaya (N) dengan persamaan (2.3)
- 4) Torsi (N.m) dengan persamaan (2.4)
- 5) Kecepatan Keliling (rad/s) menggunakan persamaan (2.5)
- 6) Daya Kincir (watt) menggunakan persamaan (2.6)
- 7) Daya Air (watt) menggunakan persamaan (2.7)

8) Efisiensi Kincir (100%) menggunakan persamaan (2.8)

Setelah semua perhitungan dilaksanakan selanjutnya dilakukan analisis dengan menggunakan data percobaan yang telah dilakukan setelah sebelumnya sudah di lakukan perhitungan data barulah ditarik kesimpulan.



3.4. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.6. Diagram Alur Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian terhadap kincir air tipe *undershot* berbahan akrilik yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Daya Listrik maksimum yang dihasilkan kincir air tipe undershot dengan jumlah sudu 8 dan sudut sudu 15° dengan bahan akrilik adalah sebesar 1,64 Watt, Dengan debit air $0,00632 \text{ m}^3/\text{s}$.
2. Torsi yang dihasilkan kincir air tipe undershot dengan jumlah 8 sudu dan sudu sudu 15° bahan akrilik adalah sebesar 0,08829 N.m.
3. Setelah dilaksanakan penelitian pengaruh penggunaan sudu berbahan akrilik pada kincir air dapat digunakan tanpa membutuhkan aliran air yang deras, selain itu dilihat dari keunggulan bahan akrilik yang tahan terhadap karat dan terhadap paparan sinar matahari langsung menjadikan bahan akrilik dapat digunakan. Efisiensi kincir air tipe undershot dengan jumlah 8 sudu pada sudut sudu 15° dengan bahan akrilik adalah sebesar 33 %.

5.2. Saran

Saran yang terdapat pada penelitian Analisis Kinerja Kincir Air Tipe *Undershot* Berbahan Akrilik Dengan Jumlah sudu 8 pada sudut sudu 15° . Adalah sebagai berikut:

1. Untuk debit air disarankan untuk menggunakan pompa yang lebih kuat agar air pada reservoir tidak langsung terkuras dan yang membuat aliran air tidak kontinu agar dapat mengoptimalkan kinerja kincir air tipe undershot.
2. Untuk *waterway* disarankan menggunakan saluran yang cukup panjang agar ketika pintu air di buka tidak terjadi luapan yang menghambat kinerja kincir air tipe undershot.
3. Untuk volume air yang digunakan disarankan untuk tidak terlalu banyak karena akan terjadi genangan pada saluran dan air tidak lagi menabrak sudu melainkan menabrak poros kincir.
4. Untuk mendapat tekanan air yang menabrak sudu disarankan menggunakan variasi kemiringan pada *waterway* agar terdapat tekanan yang menabrak sudu.
5. Kincir air tipe undershot ini dapat di implementasikan di daerah-daerah yang memiliki aliran sungai atau air terjun yang deras agar dapat menjadi salah satu pembangkit listrik alternatif.
6. Untuk rekomendasi penggunaan kincir air tipe undershot berbahan akrilik adalah untuk penerapan di harapkan menggunakan luas penampang yang sudah diperhitungkan dengan baik dan di sesuaikan dengan diameter kincir agar tidak mengurangi optimalisasi kinerja kincir dan efisiensi kincir air tipe undershot berbahan akrilik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Anthony, "(Sumber : Teacher Manual Diploma Hydro Power)," pp. 5–31, 2016.
- [2] I. P. Aspriliansyah and P. H. Adiwibowo, "Simulasi Numerik Pengaruh Kemiringan Sudut Sudu Berpenampang Plat Datar Terhadap Kinerja Turbin Aliran Vortex," *J. Tek. Mesin*, vol. 08, no. 02, pp. 31–40, 2020.
- [3] GUSTRIANDA, "Rancang Bangun Kincir Air tipe undershot dengan pondasi pontoon sebagai pembangkit listrik menggunakan daya baterai 12 volt 100 Ah di sungai Rokan desa Rantau Binuang Sakti Kabupaten Rokan Hulu," vol. 5, no. m, pp. 6–42, 2018.
- [4] K. Kriswanto and S. U. Djufri, "Perhitungan Daya Output PLTMH di Jalan Bintara Sungai Duren Jambi," *J. Electr. Power Control Autom.*, vol. 2, no. 1, p. 11, 2020.
- [5] Nurdin, "Analisis Teknis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Dengan Pembuatan Kolam Tando Studi Kasus Sungai Way Kunyir Menggunakan Jenis Turbin Crossflow," *J. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 5–12, 2017.
- [6] D. A. Setyawan, "Kajian Potensi Sungai Curuk Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Padukuhan Gorolangu, Kab. Kulon Progo, Yogyakarta," *Univ. ATMA Jaya Yogyakarta*, 2014.

LAMPIRAN : Hasil Perhitungan

1. Debit Air (Q)

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dimana: $V = 0,058 \text{ m}^3$

$$t = 13,84 \text{ s}$$

$$Q = 0,00419 \text{ m/s}$$

2. Kecepatan Aliran (v)

$$v = \frac{Q}{A}$$

Dimana: $Q = 0,00419 \text{ m}^3/\text{s}$

$$A = B \cdot h$$

$$= 0,16 \text{ m} \cdot 0,03 \text{ m}$$

$$= 0,0048 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{0,00419 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0048 \text{ m}^2}$$

$$v = 0,87291 \text{ m/s}$$

3. Torsi (T)

$$T = F \cdot r$$

Dimana: $m_1 = 0,170 \text{ kg}$

$$m_2 = 0,290 \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$r = 0,075 \text{ m}^2$$

Maka : $F = (m_2 - m_1) \cdot g$

$$F = (0,290 \text{ kg} - 0,170 \text{ kg}) \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F = 1,1772 \text{ N}$$

$$T = F \cdot r$$

$$T = 1,1772 \text{ N} \cdot 0,075 \text{ m}^2$$

$$T = 0,08829 \text{ N} \cdot \text{m}$$

4. Kecepatan Sudut (ω)

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

Dimana: $n = 45 \text{ rpm}$

$$\begin{aligned} &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 45 \text{ rpm}}{60} \\ &= 4,71 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

5. Daya Kincir

$$P_{Kincir} = T \cdot \omega$$

Dimana: $T = 0,08829 \text{ N} \cdot \text{m}$

$$\begin{aligned} \omega &= 4,71 \text{ rad/s} \\ &= 0,0889 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot 4,71 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

$$P_{Kincir} = 0,41584 \text{ Watt}$$

6. Daya Air

$$P_{Air} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

Dimana : $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

$$g = 9,81 \text{ m/s}$$

$$Q = 0,00419 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H = 0,03 \text{ m}$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s} \cdot 0,00419 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 0,03 \text{ m}$$

$$P = 1,6392 \text{ Watt}$$

7. Daya Generator

$$P_{generator} = V \cdot I$$

Dimana: $V = 12,3 \text{ Volt}$

$$I = 0,09 \text{ Ampere}$$

$$\begin{aligned} P_{generator} &= 12,3 \text{ Volt} \cdot 0,09 \text{ Ampere} \\ &= 1,107 \text{ Watt} \end{aligned}$$

8. Efisiensi (%)

$$\eta = \frac{P_{Kincir}}{P_{Air}} \cdot 100\%$$

Dimana : $P_{Kincir} = 0,41584 \text{ Watt}$

$$\begin{aligned} P_{Air} &= 1,23186 \text{ Watt} \\ &= \frac{0,41584 \text{ Watt}}{1,23186 \text{ Watt}} \cdot 100\% \\ &= 33 \% \end{aligned}$$