

**ANALISIS KINERJA KINCIR AIR TIPE UNDERSHOT
(VITRUVIAN) BAHAN ALUMINIUM DENGAN
JUMLAH 10 SUDU PADA SUDUT (θ) 20°**

SKRIPSI

OLEH:

BONGOT HALOMOAN SIMAMORA

178130093



**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 28/12/22

Access From (repository.uma.ac.id)28/12/22

HALAMAN JUDUL

ANALISIS KINERJA KINCIR AIR TIPE UNDERSHOT (VITRUVIAN) BAHAN ALUMINIUM DENGAN JUMLAH 10 SUDU PADA SUDUT (θ) 200

SKRIPSI

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

Oleh:

**BONGOT HALOMOAN SIMAMORA
178130093**

**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 28/12/22

Access From (repository.uma.ac.id)28/12/22

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Analisis Kinerja Kincir Air Tipe Undershoot
(*Vitruvian*) Bahan Aluminium Dengan Jumlah 10
Sudu Pada Sudut (θ) 20°
Nama Mahasiswa : Bongot Halomoan Simamora
NIM : 178130093
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



Tanggal Lulus:

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 sorma, 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

Bongot Halomoan Simamora

178130093



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 : Bongot Halomoan Simamora
NPM : 178130093
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

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:

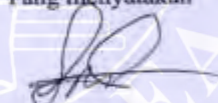
Analisis Pengaruh Pencampuran Bioaditif Ekstrak Minyak Sereh Dengan Biodiesel B50 Terhadap Opasitas Gas Buang dan Unjuk Kerja Mesin Diesel.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hakcipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 28 September 2022

Yang menyatakan



Bongot Halomoan Simamora

ABSTRAK

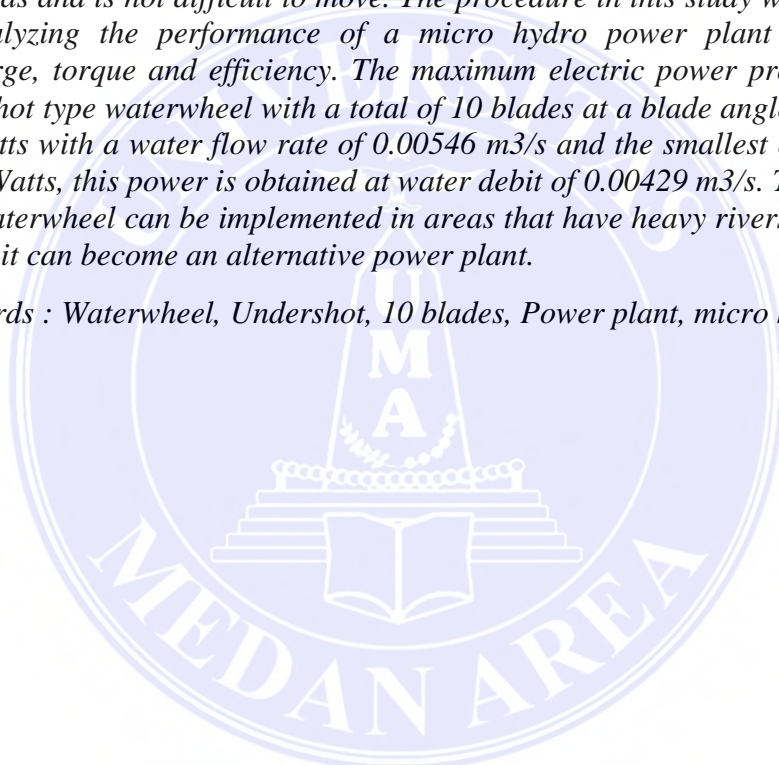
Kincir air merupakan salah satu media untuk menghasilkan energi listrik melalui tenaga air. Untuk menghasilkan energi listrik yang ideal, diperlukan kincir air dengan efisiensi yang layak. Tampilan kincir air dapat dipengaruhi oleh beberapa batasan, termasuk ukuran tepi, kecepatan aliran air, dan jumlah tepi yang dimasukkan. Selain itu, juga penting untuk menyelaraskan kincir air dengan kerangka sungai, sehingga roda kincir dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu overshoot, breastshot, dan undershot. Kincir air undershot bekerja pada aliran air yang menimbulkan gerakan di sekitar bagian bawah roda. Meskipun rancangannya mendasar dan terjangkau, jenis ini layak digunakan di perairan dangkal di daerah datar dan tidak sulit untuk dipindahkan. Prosedur pada penelitian ini dilakukan dengan cara menganalisis performa dari pembangkit listrik tenaga mikro hidro yang terdiri dari debit, torsi dan efisiensi. Daya Listrik maksimum yang dihasilkan kincir air tipe undershot dengan jumlah 10 sudu pada sudut sudu 20° dengan bahaa aluminium adalah sebesar 5,7 Watt dengan debit air 0,00546 m³/s serta daya listrik terkecil sebesar 4,2 Watt, daya ini didapat pada debit air sebesar 0,00429 m³/s. Kincir air tipe undershoot ini dapat di implementasikan di daerah-daerah yang memiliki aliran sungai atau air terjun yang deras agar dapat menjadi salah satu pembangkit listrik alternatif.

Kata kunci : Kincir air, Undershoot, 10 sudu, Pembangkit listrik, mikro hidro

ABSTRACT

Waterwheel is one of the media to generate electrical energy through hydropower. To produce ideal electrical energy, a waterwheel with decent efficiency is needed. The appearance of the waterwheel can be affected by several limitations, including the size of the edges, the speed at which the water flows, and the number of edges inserted. In addition, it is also important to align the waterwheel with the river frame, so that the wheel wheel is divided into three types, namely overshot, breastshot, and undershot. The undershot waterwheel works on the flow of water that causes movement around the bottom of the wheel. Despite its basic and affordable design, it is suitable for use in shallow water in flat areas and is not difficult to move. The procedure in this study was carried out by analyzing the performance of a micro hydro power plant consisting of discharge, torque and efficiency. The maximum electric power produced by the undershot type waterwheel with a total of 10 blades at a blade angle of 20° with this 5.7 Watts with a water flow rate of $0.00546 \text{ m}^3/\text{s}$ and the smallest electric power is 4.2 Watts, this power is obtained at water debit of $0.00429 \text{ m}^3/\text{s}$. This undershot type waterwheel can be implemented in areas that have heavy rivers or waterfalls so that it can become an alternative power plant.

Keywords : Waterwheel, Undershot, 10 blades, Power plant, micro hydro



RIWAYAT HIDUP



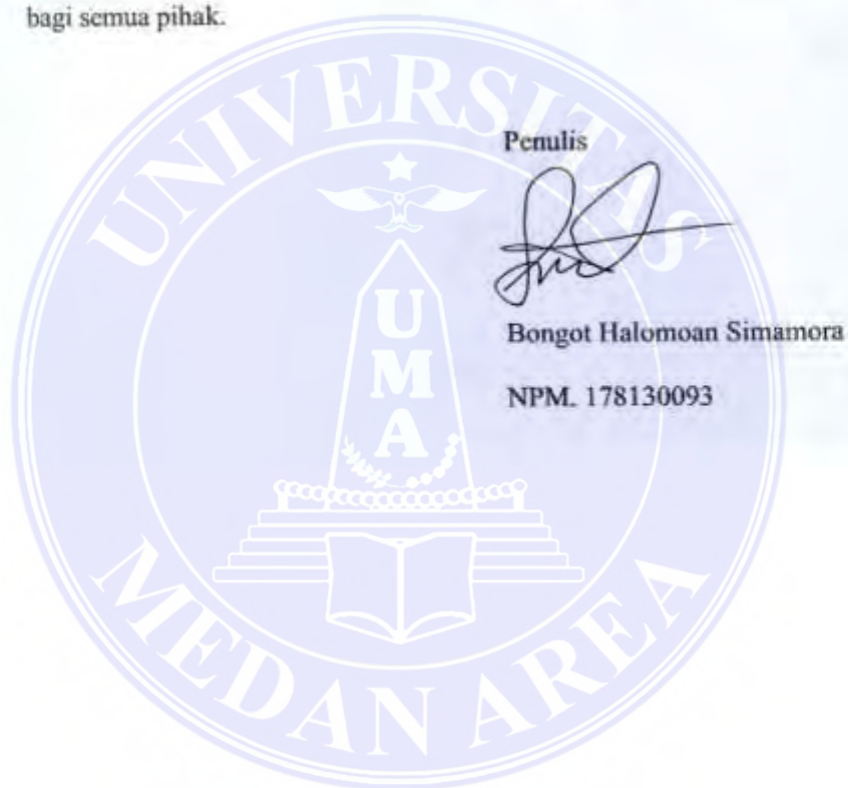
Bongot Halomoan Simamora lahir di Kec. Doloksanggul, Kab. Humbang Hasundutan, Prov. Sumatra Utara pada tanggal 26 Maret 1998, anak Pertama dari Enam bersaudara, dari pasangan Ayah bernama Parasian Simamora dan Ibu bernama Linda Purba. Pada tahun 2005 penulis masuk sekolah dasar di SD Negeri 173395 Doloksanggul dan lulus pada tahun 2011. Pada tahun 2011 melanjutkan sekolah di SMP Negeri 1 Doloksanggul dan Lulus Pada tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis melanjutkan sekolah di SMK Swasta HKBP Pematang Siantar dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun 2017 melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi Universitas Medan Area, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin. pada tahun 2022 penulis menyelesaikan pendidikan di Universitas Medan Area dengan gelar Sarjana Teknik.

KATA PENGANTAR

1. Menyampaikan ucapan syukur kepada Allah SWT dan uraian yang mengantarkan para pembaca skripsi kepada permasalahan/ topik yang diteliti
2. Memuat ucapan terimakasih dan penghargaan kepada yang telah berjasa membantu penyelesaian studi dan penulisan Skripsi, yaitu:
 - a. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
 - b. Bapak Dr. Rahmad Syah, S,Kom, M,Kom Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
 - c. Ibu Susilawati, S.Kom, M.Kom, selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
 - d. Bapak Muhammad Idris, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area dan selaku Dosen Pembimbing II.
 - e. Bapak Indra Hermawan, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing I.
 - f. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
 - g. Bapak P. Simamora dan Ibu L. Purba, selaku Orang Tua yang telah memberi motivasi dan dukungan dalam pengerjaan skripsi.
 - h. Temen-temen tim dalam pembuatan mesin PLMTH yang telah bekerja sama.
 - i. Orang terdekat penulis Indah Sari Saragih yang selalu memberikan semangat, dukungan, bantuan dan motivasi kepada penulis, terimakasih karena telah percaya kepada penulis dan tampak dekat untuk

memperbaiki ketika penulis salah.

- j. Penulis berusaha untuk memberikan yang terbaik, tetapi penulis menyadari sebagai seorang manusia tentunya tidak luput dari segala kesalahan. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis meminta maaf jika dalam skripsi ini masih terdapat berbagai kesalahan dan kekurangan. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak.



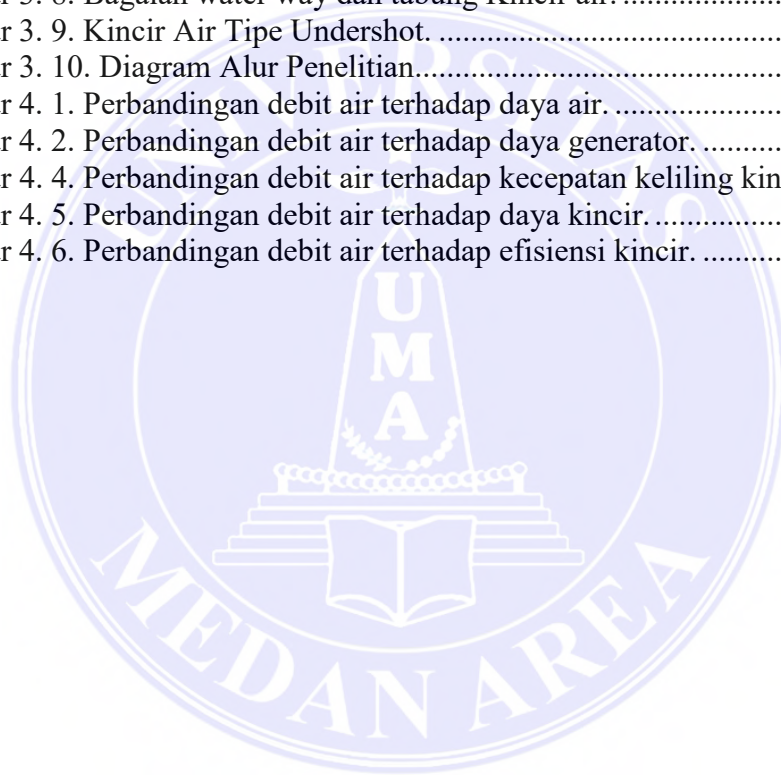
DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	vi
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Dan Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.1 Manfaat Penelitian	4
1.1.1 Manfaat Ilmiah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengertian Kincir Air.....	6
2.1.1 Kincir <i>Horizontal</i>	6
2.1.2 Kincir <i>Vertikal</i>	7
2.1.3 Bagian-Bagian Utama Kincir Air Tipe Undershoot	10
2.2 Komponen-Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)	15
2.3 Parameter perhitungan pada kincir air	16
2.3.1 Debit.....	16
2.3.2 Daya Air.....	17
2.3.3 Daya generator	18
2.3.4 Kecepatan keliling kincir	18
2.3.5 Torsi	19
2.3.6 Daya kincir.....	19
2.3.7 Efisiensi kincir	19
2.3.8 Efisiensi generator	20
2.3.9 Daya yang Dibangkitkan	20
2.4 Tinggi Jatuh Air	21
2.5 Pemilihan lokasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	7
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	7
3.1.1 Tempat	7
3.1.2 Waktu.....	7
3.2 Peralatan dan Bahan.....	23
3.2.1 Peralatan.....	23
3.2.1.1 Meter.....	23
3.2.1.2 Stopwatch.....	23
3.2.1.3 Multimeter	24

3.2.2	Bahan	24
3.2.1.1	Kincir Air	24
3.3	Metode Penelitian	26
3.3.1	Sistematika Penelitian	27
3.3.2	Parameter perhitungan	27
3.3.3	Prosedur Penelitian	27
3.3.4	Teknik Pengambilan Data Dan Analisis Data	28
3.3.4.1	Data Primer	28
3.3.4.2	Data Sekunder	28
3.3.5	Analisis Data	29
3.3.6	Teknik Pengumpulan Data Dan Analisis Data	29
3.4	Diagram Alur Penelitian	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Hasil	31
4.2	Pembahasan	32
4.2.1	Grafik Perbandingan Debit Air Terhadap Daya Air	32
4.2.2	Grafik Perbandingan Debit Air Terhadap Daya Generator	33
4.2.3	Grafik Debit Air Terhadap Torsi	34
4.2.4	Grafik Debit Air Terhadap Kecepatan Keliling Kincir	35
4.2.5	Grafik Debit Air Terhadap Daya Kincir	35
4.2.6	Grafik debit air terhadap efisiensi kincir	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		38
5.1	Kesimpulan:	38
5.2	Saran	38
DAFTAR PUSTAKA		40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2. Kincir Air Horizontal.	8
Gambar 2. 3. Kincir Air Tipe Undershot.	8
Gambar 2. 4. Kincir Air Tipe Breastshot.	9
Gambar 2. 5. Kincir Air Tipe Overshot.	10
Gambar 2. 6. Pompa Air.	14
Gambar 3. 1. Meteran atau Meter ukur.	24
Gambar 3. 2. Tachometer.	24
Gambar 3. 5. Stopwatch.	24
Gambar 3. 6. Multimeter.	24
Gambar 3. 7. Bagian samping Kincir air dan generator.	25
Gambar 3. 8. Bagaian water way dan tabung Kincir air.	25
Gambar 3. 9. Kincir Air Tipe Undershot.	26
Gambar 3. 10. Diagram Alur Penelitian.	30
Gambar 4. 1. Perbandingan debit air terhadap daya air.	33
Gambar 4. 2. Perbandingan debit air terhadap daya generator.	36
Gambar 4. 4. Perbandingan debit air terhadap kecepatan keliling kincir.	35
Gambar 4. 5. Perbandingan debit air terhadap daya kincir.	36
Gambar 4. 6. Perbandingan debit air terhadap efisiensi kincir.	37



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Jadwal Kegiatan Penelitian.....	7
Tabel 3. 2. Spesifikasi Kincir Air Tipe Underhot.....	25
Tabel 4. 1. Hasil Pengukuran Kincir Dengan Jumlah 10 Sudu.....	31
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Kincir Air Dengan Jumlah 10 Sudu.....	32



DAFTAR NOTASI

l	=	Massa
g	=	Gravitasi
v	=	Kecepatan
V	=	Volume
Q	=	Debit air
A	=	Luas Penampang
P	=	Daya
I	=	Arus Listrik
P_g	=	Daya Generator
H	=	Tinggi Jatuh Air
h	=	Kedalam Air
L	=	Panjang Lintasan
l	=	Lebar saluran
v	=	Tegangan Listrik
t	=	Waktu
t'	=	Tinggi Tabung
ρ	=	Massa air
η	=	Efisiensi
η_T	=	Efisiensi Turbin
η_G	=	Efisiensi Generator
T	=	Torsi
F	=	Gaya
r	=	Jari-jari Turbin
n	=	Kecepatan putaran
π	=	Pi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keadaan darurat energi yang secara global disebut sebagai “*Pinnacle Oil*” yang disebabkan oleh kelangkaan bahan bakar minyak, telah mendorong otoritas publik untuk melakukan pengaturan di bidang energi, antara lain melalui Keputusan Presiden Nomor 43 Tahun 1991 tentang Pelestarian Energi, Keputusan Presiden 10 tahun 2005 tentang penghematan energi. Perpres ini menunjukkan perlunya segera menciptakan dan melaksanakan sumber daya yang berkelanjutan untuk mengurangi ketergantungan pada produk minyak bumi. Energi mengambil bagian penting dalam pergantian peristiwa sosial dan keuangan di seluruh dunia.

Air adalah sumber energi yang sederhana dan banyak tersedia di alam, karena air memiliki energi potensial (dalam air yang jatuh) dan energi dinamis (dalam air yang mengalir). Tenaga air adalah energi yang didapat dari aliran air.[1]

Permintaan energi telah meningkat sebagai hasil dari kegiatan industri, domestik dan pertanian yang telah berkembang pesat dalam rangka memenuhi kebutuhan masyarakat. Kebutuhan energi listrik jaringan provinsi untuk memasak, penerangan, dan biasanya berasal dari listrik yang tidak ramah lingkungan. Mengenai perangkat keras elektronik, misalnya, radio, penerangan jalan, mereka diisi dengan baterai atau baterai yang harus diberi energi kembali dalam jangka waktu tertentu. Secara umum, daerah terpencil yang terletak di daerah landai

memiliki potensi energi air yang besar, sehingga pembangkit listrik tenaga air ukuran kecil adalah salah satu sumber energi yang dapat diciptakan.[2].

Kebutuhan energi listrik di Indonesia secara konsisten terus meningkat. Melimpahnya aset energi di Indonesia, seperti pembangkit listrik tenaga air, panas bumi, gas bensin, batu bara, biomassa, biogas, angin, matahari dan lain-lain dapat digunakan sebagai energi elektif, menggantikan ketergantungan pada bahan bakar minyak, yang jumlahnya semakin terbatas. selanjutnya, penguatan. Pembangkit listrik di Indonesia pada umumnya menggunakan turunan minyak bumi, khususnya bensin 41,8%, gas mudah terbakar 23% dan batubara 29% yang saat ini jumlahnya terbatas di alam dan pada suatu saat jika terus-menerus digunakan akan habis sedangkan minat untuk energi listrik berkembang. Dengan terbatasnya aset reguler yang tidak habis-habisnya, pemanfaatan energi baru dan ramah lingkungan terus diciptakan, salah satunya adalah PLTA atau PLTA. Energi dari gerak air dapat dimanfaatkan untuk memutar turbin sehingga dapat menggerakkan generator untuk menghasilkan tenaga.[3].

Kincir air merupakan salah satu media untuk menghasilkan energi listrik melalui tenaga air. Untuk menghasilkan energi listrik yang ideal, diperlukan kincir air dengan efisiensi yang layak. Tampilan kincir air dapat dipengaruhi oleh beberapa batasan, termasuk ukuran tepi, kecepatan aliran air, dan jumlah tepi yang dimasukkan. Selain itu, juga penting untuk menyelaraskan kincir air dengan kerangka sungai, sehingga roda kincir dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu *overshot*, *breastshot*, dan *undershot*. Kincir air *undershot* bekerja pada aliran air yang menimbulkan gerakan di sekitar bagian bawah roda. Meskipun

rancangannya mendasar dan terjangkau, jenis ini layak digunakan di perairan dangkal di daerah datar dan tidak sulit untuk dipindahkan[4].

Penggunaan material aluminium yang diaplikasikan pada kincir air dikarenakan Aluminium merupakan logam ringan yang memiliki daya tahan yang kuat dan selain itu aluminium juga memiliki keunggulan seperti ketebalan yang rendah, hambatan erosi, harga terjangkau, dan hambatan oksidasi. Pemanfaatan aluminium dalam bisnis transportasi secara umum telah diterapkan untuk membantu siklus industri. Komponen zat aluminium adalah Al, dan nomor inti adalah 13. Aluminium adalah logam yang paling banyak. Aluminium bukanlah jenis logam berat, namun merupakan komponen yang membentuk sekitar 8% dari permukaan bumi dan merupakan yang ketiga yang umumnya berlimpah.[3].

Bahwa pada penelitian sebelumnya, dengan menggunakan jumlah 12 sudu dan kemiringan sudut sudu 95° dapat menghasilkan daya keluaran sebesar 494,58 watt pada debit air $2,35 \text{ m}^3/\text{s}$ dan menghasilkan efisiensi maksimum sebesar 73,11% yang terjadi pada debit $0,171 \text{ m}^3/\text{s}$ [3]. Kemudian penulis akan melakukan pengembangan dengan menggunakan jumlah 10 sudu dengan kemiringan sudut sudu 20° pada debit air $0,01099 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan asumsi akan meningkatkan daya dan efisiensi.

Bedasarkan latar belakang tersebut penulis berasumsi akan meningkatkan daya sebesar 88% oleh karena itu penulis tertarik melakukan penelitian dan perancangan dengan judul:

“Analisis Kinerja Kincir Air Tipe Undershoot (Vitruvian) Bahan Aluminium Dengan Jumlah 10 Sudu Pada Sudut (θ) 20° ”

1.2 Identifikasi Dan Rumusan Masalah

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

1. Apakah ada pengaruh dari penggunaan jumlah 10 sudu pada sudut sudu (θ) 20^0 terhadap daya dan efisiensi yang dihasilkan?
2. Berapakah daya yang dihasilkan dengan jumlah 10 sudu pada sudut sudu (θ) 20^0 ?
3. Bagaimanakah pengaruh penggunaan sudu berbahan aluminium terhadap daya dan efisiensi yang dihasilkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menghitung torsi maksimum yang dihasilkan dengan jumlah 10 sudu pada sudut sudu (θ) 20^0 .
2. Menghitung Daya Listrik maksimum yang dihasilkan kincir air tipe Undershoot dengan jumlah 10 sudu pada sudut sudu (θ) 20^0 .
3. Menghitung efisiensi kincir air tipe undershot berbahan aluminium dengan jumlah 10 sudu pada sudut 40^0 .

1.1 Manfaat Penelitian

1.1.1 Manfaat Ilmiah

Adapun maanfaat yang bisa di dapat dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian dapat menambah ilmu dan pengetahuan tentang kincir air khusus nya kincir air tipe *undershoot*.
2. Mesin pembangkit listrik mikro hidro ini bisa di dimanfaatkan bagi mahasiswa teknik mesin uma sebagai bahan praktikum.

3. Hasil penelitian dapat di jadikan referensi bagi peneliti lain jika melakukan penelitian yang sama.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Kincir Air

Kincir air merupakan salah satu media untuk membangkitkan energi listrik melalui tenaga air. Untuk menghasilkan energi listrik yang optimum, diperlukan sebuah kincir air dengan kinerja yang efektif dan efisien. Kinerja dari sebuah kincir air dapat dipengaruhi oleh beberapa parameter, diantaranya adalah bentuk geometri sudu, kecepatan aliran air, jumlah sudu yang terpasang. Selain itu, juga diperlukan kesesuaian antara kincir air dengan sistem alirannya[4].

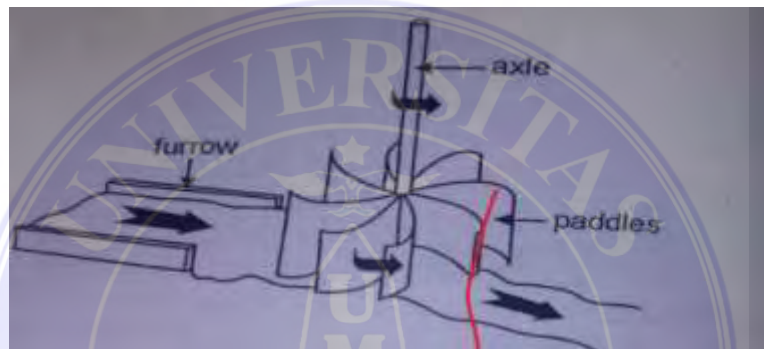
Kincir air sudah sejak lama digunakan dimasyarakat. Teknologi sederhana, material yang digunakan sangat sederhana untuk membuat jenis kincir air, tetapi untuk operasi pada tinggi jatuh air yang besar biasanya kincir air dibuat dengan besi. Prinsip kerja kincir air adalah merubah sebagian atau keseluruhan tenaga dinamik dari aliran air menjadi tenaga mekanik. Kincir air berputar pada suatu bidang datar, dimana putaran kincir terjadi akibat adanya kecepatan dan massa air yang mengenai/menimpa sudu-sudu pada kincir sehingga kincir berputar. Kincir air merupakan sarana untuk membuat atau mengubah energi air potensial menjadi energi kinetik dimana kincir air terdiri dari poros, lingkaran roda yang dilengkapi dengan tabung dan sudu-sudunya yang di pasang disekeliling roda [5].

Berdasarkan posisi dan pemasangannya, kincir dibedakan menjadi 2 jenis kincir yaitu:

2.1.1 Kincir *Horizontal*

Kincir *Horizontal* memiliki sumbu vertikal, biasa disebut kincir tub atau kincir Norse. Kincir horizontal pada dasarnya adalah bentuk turbin modern yang

sangat primitif dan tidak efisien. Biasanya dipasang didalam gedung di bawah lantai kerja. Sebuah semburan air diarahkan ke bilah kincir air, menyebabkan kincir itu berputar. Air keluar di bawah kincir, menyebabkan kincir itu berputar. Air keluar di bawah kincir, umumnya melalui bagian tengah. Ini adalah sistem yang sederhana, biasanya digunakan tanpa roda gigi sehingga poros vertikal kincir air menjadi poros penggerak penggiling. Kincir Horizontal terdapat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Kincir Air Horizontal.

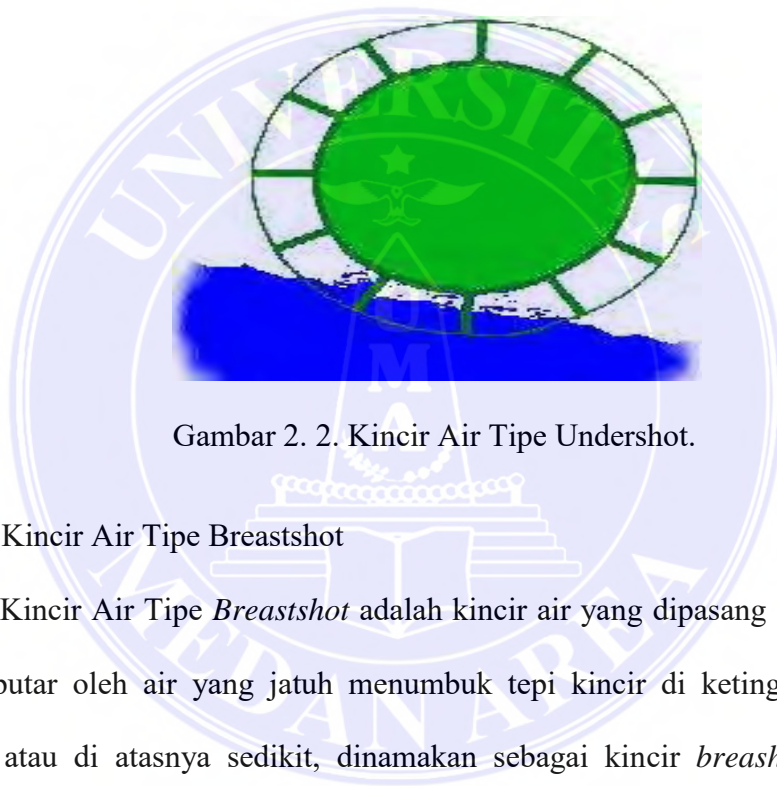
2.1.2 Kincir Vertikal

Kincir *vertikal* memiliki sumbu horizontal dan dapat dibedakan menjadi 3 tipe yang didasarkan pada posisi dimana air menumbuk kincir, yaitu:

1. Kincir Air Tipe *Undershot*

Kincir Air Tipe *Undershot* adalah kincir air yang dipasang secara *vertical* yang diputar oleh dayung bilah di bagian bawah roda. Nama *undershot* berasal dari pukulan dibagian bawah kincir ini. Kincir air ini adalah yang paling tua. Keuntungan dari kincir undershot adalah biaya pembuatan lebih murah dan mudah, dan memiliki dampak lingkungan yang rendah karena tidak memerlukan perubahan yang besar pada sungai. Kelemahannya adalah seperti disebutkan sebelumnya efisiensinya rendah, yang berarti menghasilkan sedikit daya dan

hanya dapat digunakan di mana laju air cukup untuk menghasilkan sedikit daya dan hanya dapat digunakan di mana laju air cukup untuk menghasilkan torsi. Kincir *undershot* tidak bisa memanfaatkan keuntungan dari tinggi *head*. Kincir ini paling cocok untuk aliran dangkal di wilayah datar. Kincir *undershot* juga cocok untuk instalasi pada *platform* mengambang, kincir ini dipasang pas di hilir dari jembatan dimana aliran air meningkat. Kincir Air Tipe *Undershot* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2. Kincir Air Tipe Undershot.

2. Kincir Air Tipe Breastshot

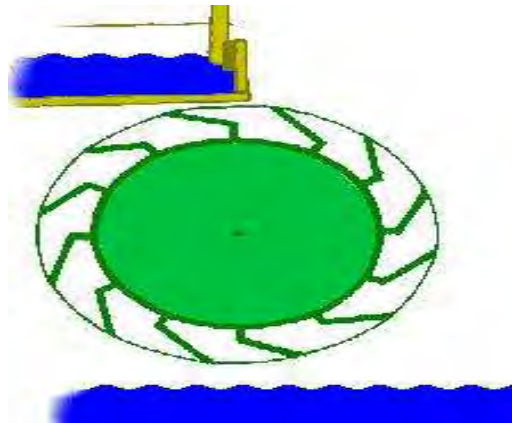
Kincir Air Tipe *Breastshot* adalah kincir air yang dipasang secara *vertical* dan diputar oleh air yang jatuh menumbuk tepi kincir di ketinggian setengah kincir, atau di atasnya sedikit, dinamakan sebagai kincir *breashot*. Kincir ini adalah yang paling umum di Amerika Serikat dan telah menghidupkan revolusi industry Amerika. Kincir *breastshot* kurang efisiensi dibanding kincir *overshot* tetapi lebih efisien dibanding kincir *undershot*. Bilah individu dari kincir *breastshot* sebenarnya adalah mangkok, dan tidak sederhana bilah pada kincir *undershot*. Kincir *breastshot* lebih diutamakan untuk aliran arus mantap dan bervolume tinggi. Kincir Air Tipe *Breastshot* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3. Kincir Air Tipe Breastshot.

3. Kincir Air Tipe Overshot

Kincir Air Tipe *Overshot* adalah kincir air yang dipasang secara vertical yang diputar oleh air yang menumbuk bilah atau ember di dekat bagian atas kincir dinamakan kincir *overshot*. Kincir *overshot* sejati, air melewati bagian atas kincir, namun istilah *overshot* kadang-kadang juga dipakai pada kincir *pitchback* dimana airnya turun dibelakang kincir air. Kincir *overshot* biasanya memiliki air yang disalurkan ke roda di bagian atas dan sedikit diatas as kincir. Air yang terkumpul di ember di sisi kincir, membuatnya lebih berat daripada sisi lainnya yang “kosong”. Bobot akan memutar kincir, dan air terbang saat putaran kincir untuk membalikan ember. Kincir *overshot* dapat menggunakan semua aliran air untuk daya dan tidak memerlukan aliran yang cepat. Tidak seperti kincir *undershot*, kincir *overshot* mendapatkan keuntungan ganda dari gravitasi. Pertama, momentum air yang mengalir sebagian ditransfer ke roda, dan kedua, berat air yang turun diember kincir juga memberi energy tambahan. Tenaga mekanik yang diperoleh dari kincir *overshot* ditentukan oleh ukuran fisik kincir dan tinggi *head* yang tersedia, sehingga sangat ideal untuk wilayah perbukitan atau pergunungan. Kincir Air Tipe *Overshot* dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4. Kincir Air Tipe Overshot.

2.1.3 Bagian-Bagian Utama Kincir Air Tipe *Undershoot*

1. Pelampung (Pontoon)

Pelampung (*Pontoon*) merupakan bagian tempat berlangsungnya suatu proses pembangkit listrik tenaga air. Pelampung (*pontoon*) juga berfungsi sebagai pondasi suatu peralatan yang menyangga komponen-komponen seperti bantalan poros kincir, puli, generator dan komponen-komponen mekanikal kincir. Pelampung dibuat sesuai dengan kondisi aliran air sungai dan ukuran kincir yang akan dibuat. Pelampung (*Pontoon*) tersebut harus mempunyai konstruksi dan bahan yang kuat agar bisa menahan berat beban kincir dan peralatan lainnya dan juga sebagai penyeimbang dikala air pasang maupun surut, sehingga dapat tetap bekerja walaupun air sungai pasang ataupun surut.

2. Poros

Poros adalah salah satu bagian utama dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran.

3. Pasak

Pasak merupakan bagian dari mesin yang berfungsi sebagai penahan/pengikat benda yang berputar. Menurut letaknya pada poros, pasak dapat dibedakan menjadi beberapa macam yaitu:

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

4. Bantalan (*Bearing*)

Bantalan merupakan elemen mesin yang menumpu poros berbeban sehingga putaran atau gerakan bolak baliknya dapat belangsung secara halus, aman dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk menahan poros serta elemen mesin lainnya agar bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak bekerja dengan baik maka prestasi seluruh system akan menurun atau tidak bekerja dengan baik.

Untuk memilih bantalan yang akan digunakan harus diketahui beban yang akan di tumpu oleh bantalan merupakan factor yang sangat penting dalam pemilihan bantalan. Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

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

5. *Blade*

Blade atau sudu-sudu kincir terbuat dari plat besi, namun kebanyakan dari kincir air terbuat dari kayu. *Blade* atau sudu-sudu kincir berfungsi untuk mendapatkan gaya akibat dari tumbukan air terhadap bidang atau dinding sudu kincir tersebut. Apabila dinding-dinding kincir tersebut dipasangkan pada keliling roda, maka gaya tumbukan pada dinding kincir tersebut akan menimbulkan torsi yang akan menyebabkan roda berputar pada porosnya. Maka energi kinetik sudah berubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran. Besarnya torsi yang ditimbulkan oleh putaran air berhubungan langsung dengan beberapa hal antara lain:

- a. Kecepatan aliran air
 - b. Ukuran dinding atau bidang tumbukan
 - c. Diameter roda kincir
 - d. Debit air
- ## 6. Sistem Transmisi

Pada kebanyakan pembangkit kecil, pada umumnya turbin atau kincir yang berputar akan dikopelkan langsung untuk memutar generator. Akan tetapi untuk mengkopelkannya ke generator, terlebih dahulu harus dipertimbangkan kecepatan putar turbin atau kincir tersebut dengan kecepatan generator, apabila kecepatannya berbeda dengan kecepatan putar generator, maka dalam pengkopelannya dapat digunakan system transmisi mekanik yang berupa puli

(*pully*) dan sabuk (*belt*) atau juga dapat digunakan garden (*differential*). Untuk perancangan ini dipilih sistem transmisi puli dan sabuk.

7. Puli

Puli merupakan bagian terpenting dari mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan daya seperti halnya sproket rantai dan roda gigi sehingga pembuatan puli perlu di pertimbangkan baik kekuatan puli, proses pengerjan hingga nilai ekonomis bahan puli. Puli pada umumnya terbuat dari besi cor kelabu FC 20 atau FC 30, dan ada pula terbuat dari baja. Pada dunia teknik khususnya konstruksi permesinan kita mengetahui ada berbagai macam jenis puli dan bahan yang bisa digunakan dalam konstruksi puli disesuaikan dengan penggunaan puli. Keuntungan jika menggunakan puli:

- a. Bidang kontak sabuk-puli luas, tegangan puli biasanya lebih kecil sehingga lebar puli bisa dikurangi.
- b. Tidak menimbulkan suara yang bising dan lebih tenang

8. Pompa Air

Pada PLTMH diperlukan debit air yang besar agar kincir air dapat berputar dan menghasilkan daya listrik. Dalam PLTMH ini pompa digunakan sebagai simulasi dari air terjun untuk meningkatkan debit air sehingga dapat memutar turbin dan menghasilkan daya listrik. Pompa merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengubah energi mekanik poros yang menggerakkan sudu-sudu kincir menjadi energi kinetik yang menghasilkan energi listrik.

Berdasarkan penelitian yang akan dilakukan, peneliti menggunakan pompa air listrik SHIMIZU JET POWER Model PS-135E. Gambar pompa air dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5. Pompa Air.

9. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

Kebutuhan energi listrik Indonesia semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dari tahun ke tahun. Pembangkit Listrik Negara (PLN) berusaha semaksimal mungkin untuk memenuhi kebutuhan energi listrik. Namun nyatanya saat ini masih banyak warga Indonesia yang belum menikmati energi listrik terutama warga pedesaan yang jauh dari jangkauan listrik Negara.

Pertumbuhan jumlah penduduk yang berbanding terbalik dengan kebutuhan energi listrik. Dalam menyikapi pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin meningkat, maka energi terbarukan dapat olah semaksimal mungkin untuk memenuhi kebutuhan listrik dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam. Indonesia saat ini hanya mengandalkan energi listrik berbahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batu bara yang jumlahnya sangat terbatas dan beberapa tahun kemudian akan habis. Energi baru terbarukan seperti tenaga angin, tenaga air, dan tenaga surya yang berpotensi dikembangkan di wilayah Indonesia khususnya daerah pedesaan yang kaya akan sumber daya alam. Secara nasional, ketersediaan air di Indonesia mencapai 694 milyar meter kubik per tahun yang dapat dimanfaatkan, namun faktanya saat ini baru sekitar 23 persen yang telah dimanfaatkan. Dari 23 persen tersebut hanya sekitar 20 persen yang dimanfaatkan

untuk memenuhi kebutuhan kota dan industri, selebihnya 80 persen dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan irigasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi air yang memiliki kapasitas aliran yang cukup.

Umumnya selama ini energi air yang digunakan sebagai pembangkit listrik adalah air dengan tinggi jatuh dan debit besar yang dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Sedangkan energi air dengan tinggi jatuh dan debit kecil belum banyak dimanfaatkan, wilayah Indonesia memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan pembangkit listrik tenaga air dengan tinggi jatuh dan debit relatif kecil. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya bahwa energi mekanik aliran air yang merupakan transformasi dari energi potensial, yang dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin atau roda air. Umumnya turbin digunakan untuk membangkitkan energi listrik, sedangkan kincir untuk pemanfaatan energi mekanik secara langsung, kemudian dikonversi menjadi energi listrik. Penelitian dilakukan yang akan mengungkap seberapa besar kemampuan roda air menerima energi kinetik air. Menurut tipenya roda air terbagi atas tiga bagian yaitu roda air *overshot*, *undershot*, dan *breastshot*.

Secara teknis PLTMH memiliki tiga komponen utama yaitu air, turbin, dan generator. Prinsip kerja dari PLTMH sendiri pada dasarnya sama dengan PLTA hanya saja berbeda kapasitasnya atau besarnya.

2.2 Komponen-Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

Komponen-Komponen PLTMH secara umum terdiri dari:

1. Bendungan, berfungsi untuk menyimpan air yang akan dialihkan ke kincir air.
2. Bak Penenang, berfungsi untuk mengalirkan air sebelum masuk ke kincir air
3. Pipa Pesat, berfungsi untuk menyalurkan air dari bak penenang ke kincir air.
4. Pondasi dan Dudukan Pipa Pesat, berfungsi untuk menahan beban statis dan dinamis dari pipa pesat dan air yang mengalir di dalamnya.
5. Rumah Pembangkit, berfungsi untuk rumah atau tempat peralatan mekanik dan elektrik PLTMH.
6. Saluran Pembuang, berfungsi untuk saluran pembuang aliran air dari rumah pembangkit.
7. Kincir air, berfungsi untuk mengambil energi mekanik dari aliran fluida.
8. Transmisi Daya Mekanik, berfungsi untuk menyalurkan daya dari poros kincir air ke poros generator.
9. Generator, berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari turbin menjadi energi listrik.

2.3 Parameter perhitungan pada kincir air

2.3.1 Debit

Debit merupakan banyaknya air yang mengalir dalam satu sekon, satuannya meter kubik per sekon m^3/s . Sebelum dilakukan penentuan air yang mengalir terlebih dahulu diketahui volume air dalam tabung reservoir menggunakan persamaan dibawah ini.

dengan:

$$P_{air} = \text{Daya Air (watt)}$$

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

$$H = \text{Head/Tinggi terjun air (m)}$$

$$g = \text{konstanta gravitasi (9,8 m/s}^2\text{)}$$

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

2.3..3 Daya generator

Dalam menentukan daya generator yang direncanakan, dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$P_{generator} = v \times I \dots\dots\dots \text{(Pers 2.3.4)}$$

dengan:

$$P_g = \text{Daya generator (Watt)}$$

$$v = \text{Tegangan (Volt)}$$

$$I = \text{Kuat arus (Ampere)}$$

2.3..4 Kecepatan keliling kincir

Kecepatan keliling kincir atau kecepatan sudut dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\omega = \frac{2.\pi.n}{60} \dots\dots\dots \text{(Pers 2.3.5)}$$

dengan:

$$\omega = \text{Kecepatan keliling kincir atau kecepatan sudut (rad/s)}$$

$$n = \text{Kecepatan putaran (rpm)}$$

2.3..5 Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan kincir untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya dengan persamaan sebagai berikut:

$$T = \frac{P_{generator}}{2\pi \cdot \frac{n}{60}} \dots\dots\dots(Pers. 2.3.6)$$

dengan:

$$T = \text{Torsi (Nm)}$$

$$P_g = \text{Daya generator (N)}$$

$$n = \text{Kecepatan putaran (rpm)}$$

2.3..6 Daya kincir

Dalam menentukan daya dari suatu kincir tergantung pada daya input kincir dan daya output kincir,:[8] yang dapat dituliskan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$P_k = T \times \omega \dots\dots\dots(Pers. 2.3.7)$$

dengan:

$$P_k = \text{Daya kincir (Watt)}$$

$$T = \text{Tosi (Nm)}$$

$$\omega = \text{Kecepatan sudut (rad/s)}$$

2.3..7 Efisiensi kincir

Efisiensi kincir adalah perbandingan daya yang dihasilkan oleh kincir dengan daya yang dihasilkan oleh air [9]sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{Kincir}}{P_{Air}} 100\% \dots\dots\dots (Pers. 2.3.8)$$

dengan:

$$P_g = \text{Efisiensi (\%)}$$

$$P_k = \text{Daya yang dihasilkan kincir (Watt)}$$

$$P_a = \text{Dayang yang dihasilkan air (Watt)}$$

2.3..8 Efisiensi generator

Efisiensi generator adalah perbandingan daya yang dihasilkan oleh generator dengan daya yang dihasilkan oleh air sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{Generator}}{P_{Air}} \times 100\% \dots\dots\dots (Pers. 2.3.9)$$

dengan:

$$P_g = \text{Efisiensi (\%)}$$

$$P_k = \text{Daya yang dihasilkan generator (Watt)}$$

$$P_a = \text{Dayang yang dihasilkan air (Watt)}$$

2.3.9 Daya yang Dibangkitkan

Besarnya daya yang dihasilkan merupakan fungsi dari besarnya debit sungai dan tinggi terjun air. Besarnya debit yang dipakai sebagai debit rencana, bisa merupakan debit minimum dari sungai tersebut sepanjang tahunnya atau diambil antara debit minimum dan maksimum, tergantung fungsi yang direncanakan PLTMH tersebut. Besarnya daya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \rho \times g \times Q \times H \dots\dots\dots (Pers. 2.3.10)$$

dengan:

P = Daya (watt)

Q = Debit aliran (m^3/s)

H = *Head*/Tinggi terjun air (m)

g = konstanta gravitasi (9,8 m/s)

ρ = massa air (kg/m^3)

2.4 Tinggi Jatuh Air

Tinggi jatuh air dapat diperoleh dengan mengurangi tinggi jatuh total (dari permukaan air pada pengambilan sampai permukaan air saluran bawah) dengan kehilangan tinggi pada saluran air. Tinggi jatuh penuh (*full head*) adalah tinggi air yang bekerja efektif pada turbin yang sedang berjalan.

2.5 Pemilihan lokasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

Faktor menentukan dalam pemilihan lokasi PLTMH adalah:

- a. Debit air
- b. Menentukan tinggi jatuh air
- c. Kondisi geologis dan keadaan air
- d. Faktor sosial dan ekonomisi

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Bengkel Las Pak UHaji Bengkel Bubut Dan Las Cipta Mesindo Jl Sutomo Ukung No 10 Medan

3.1.2 Waktu

Penelitian ini dilakukan sejak tanggal pengukuhan usulan proposal tugas akhir yang diajukan oleh program studi sampai dinyatakan selesai yang dimaksudkan untuk tetap berjalan untuk jangka waktu yang telah ditentukan sebelumnya..

Tabel 3. 1. Jadwal Kegiatan Penelitian.

Aktifitas	2021				2022											
	April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November	
	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

3.2.1 Peralatan

3.2.1.1 Meter

Meter ukur, yang biasa disebut Roll Meter, adalah alat pengukur panjang seperti penggaris, umumnya panjangnya 10-50 meter. Ketepatan estimasi dengan meter ini biasanya pada 0,5 mm. Roll meter sebagian besar terbuat dari plastik atau pelat besi tipis. Satuan yang digunakan dalam meter adalah mm atau cm, kaki atau inci. Gambar meteran dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1. Meteran atau Meter ukur.

Spesifikasi:

- | | | |
|------------------|---|----------------|
| 1) Tipe | : | Meter Bangunan |
| 2) Berat | : | 0,3 kg |
| 3) Panjang | : | 5 meter |
| 4) Lebar Meteran | : | 19 m |

3.2.1.2 Stopwatch

Stopwatch adalah alat yang digunakan untuk mengukur rentang waktu normal suatu perkembangan. Stopwatch digunakan dengan menekan tombol di

atas dan berhenti dengan tujuan agar satu detik ditampilkan sebagai waktu yang berlalu. Stopwatch ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3. 2. Stopwatch.

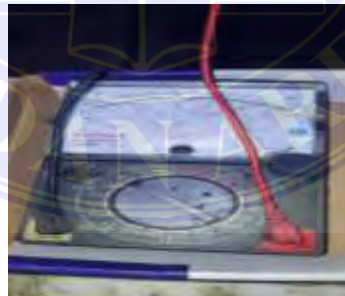
Spesifikasi:

1. Tipe : Stopwatch jam tangan

1. Berat : 150 Gram

3.2.1.3 Multimeter

Multimeter adalah alat penduga yang digunakan untuk mengukur tegangan, hambatan, dan aliran listrik.



Gambar 3. 3. Multimeter.

3.2.2 Bahan

3.2.1.1 Kincir Air

Pembuatan kincir air skala lab ini dibuat dengan menggunakan material aluminium dengan jumlah 10 sudu pada kemiringan sudut sudu 20° dengan

kemiringan sudut sudu sebesar 20^0 diharapkan dapat menghasikan daya yang optimal serta efisinsi yang lebih tinggi, untuk ketinggian head pada alat penelitian ini sebesar 0,13 cm, kincir air ini menggunakan puly dengan diameter 9,81 m/s² untuk mempermudah kincir memutar generator serta dapat menghasilkan daya yang lebih efisien.



Gambar 3. 4. Bagian samping Kincir air dan generator.



Gambar 3. 5. Bagaian water way dan tabung Kincir air.

Untuk spesifikasi dari kincir air diatas dapat dilihat pada tabel 4.3 dengan spesifikasi berikut sebagai berikut:

Tabel 3. 2. Spesifikasi Kincir Air Tipe Underhot.

Type	Dimensi (m)
Diameter	180×10^{-3} (m)
Panjang Sudu	121×10^{-3} (m)
Lebar Sudu	45×10^{-3} (m)
Panjang Kincir	125×10^{-3} (m)
Kemiringan Sudu	20°
Jumlah Sudu	10
Diameter Poros	28.1×10^{-3} (m)
Jarak Antar Sudu	60×10^{-3} (m)



Gambar 3. 6. Kincir Air Tipe *Undershot*.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode secara *Kuantitatif*, metode penelitian yang digunakan dapat dijabarkan sebagai berikut:

3.3.1 Sistematika Penelitian

Sistematika pada Analisis Kinerja Kincir Air Tipe *Undershoot (Vitruvian)*

Bahan Aluminium Dengan Jumlah 10 Sudu Pada Sudut (θ) 20^0 sebagai berikut :

a Studi Literatur

Observasi lapangan dan pengkalibrasian alat ukur

Melakukan perhitungan

Menganalisis dan membandingkan

Menarik kesimpulan

3.3.2 Parameter perhitungan

Parameter yang diukur dalam \sebagai Analisis Kinerja Kincir Air Tipe *Undershoot (Vitruvian)* Bahan Aluminium Dengan Jumlah 10 Sudu Pada Sudut (θ) 20^0 berikut :

- a. Daya Air
- b. Daya Generator
- c. Kecepatan Keliling Kincir
- d. Torsi
- e. Daya Kincir
- f. Efisiensi Kincir
- g. Daya Yang Dibangkitkan

3.3.3 Prosedur Penelitian

Langkah – langkah prosedur pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a Memasukkan air kedalam bak penampung sebanyak 50 liter.
- b Menghidupkan pompa untuk memompa air dari bak penampung bawah ke

tabung reservoir

- c Lalu menghitung luas penampang dan tinggi jatuh air yang bernilai tetap.
- d Menghitung kecepatan aliran air pada *waterway* dengan panjang 150 cm yang akan menuju tabung turbin untuk memutar sudu turbin yang berjumlah 6 sudu dengan menggunakan alat ukur *flow meter* yang diletakkan pada jalur *waterway*.
- e Kemudian menghitung debit dalam beberapa kali percobaan.
- f Menghitung torsi pada turbin menggunakan *tachometer* yang tersambung dengan generator yang akan menghasilkan listrik.
- g Selanjutnya menghitung efisiensi pada turbin *whirlpool*.
- h Menghitung daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik mikro hidro (PLTMH).

3.3.4 Teknik Pengambilan Data Dan Analisis Data

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

3.3.4.1 Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan di Bengkel Las Pak UHaji Bengkel Bubut Dan Las Cipta Mesindo Jl Sutomo Ukung No 10 Medan. Pencatatan dilakukan dengan terlebih dahulu memperhatikan prosedur pengujian dan memastikan alat ukur terkalibrasi .

3.3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder yang diperoleh dari hasil pengujian kincir air tipe undershoot berupa data dari hasil pengujian menggunakan alat ukur.

3.3.5 Analisis Data

Analisis data setelah semua data yang dibutuhkan terkumpul adalah melakukan perhitungan terhadap parameter sebagai berikut:

3.3.6 Teknik Pengumpulan Data Dan Analisis Data

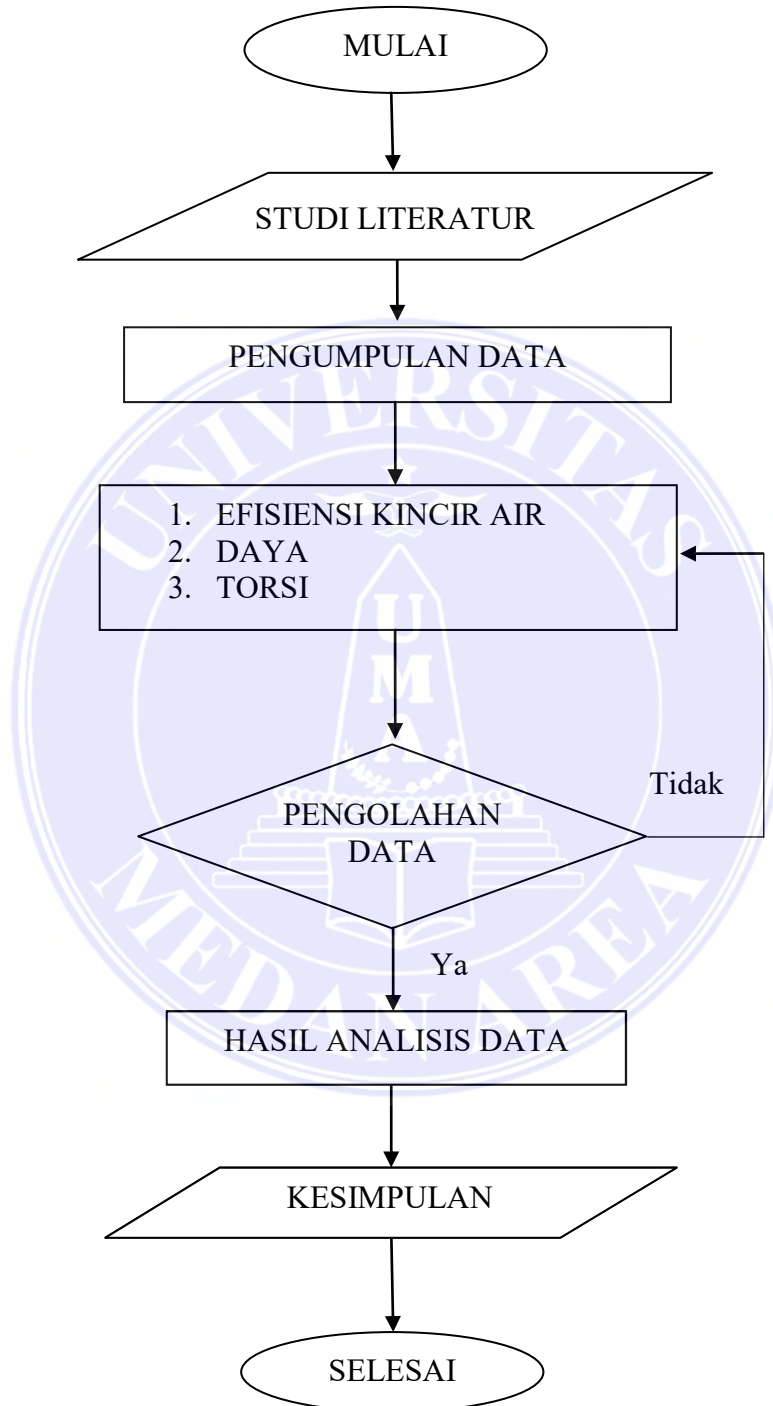
Analisis data setelah semua data yang dibutuhkan terkumpul adalah melakukan perhitungan terhadap parameter sebagai berikut:

- a) Daya Air menggunakan persamaan (2.3.1)
- b) Daya Generator Air menggunakan persamaan (2.3.2)
- c) Kecepatan Keliling Kincir Air menggunakan persamaan (2.3.3)
- d) Torsi Air menggunakan persamaan (2.3.4)
- e) Daya Kincir Air menggunakan persamaan (2.3.5)
- f) Efisiensi Kincir Air menggunakan persamaan (2.3.6)
- g) Daya Yang Dibangkitkan Air menggunakan persamaan (2.3.7)

Setelah semua perhitungan dilaksanakan selanjutnya dilakukan analisis dengan membandingkan variasi campuran bioaditif. Kemudian ditarik kesimpulan.

3.4 Diagram Alur Penelitian

Berikan narasi penjelasan tentang diagram alir penelitian dan sebutkan nomor gambarnya



Gambar 3. 7. Diagram Alur Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan:

1. Torsi maksimum yang dihasilkan kincir air tipe undershot dengan jumlah 10 sudu pada sudut sudu 20^0 sebesar 1,114 N.m
2. Daya Listrik maksimum yang dihasilkan kincir air tipe *undershot* dengan jumlah 10 sudu pada sudut sudu 20^0 dengan bahaa aluminium adalah sebesar 5,7 Watt dengan debit air $0,00546 \text{ m}^3/\text{s}$ serta daya listrik terkecil sebesar 4,2 Watt, daya ini didapat pada debit air sebesar $0,00429 \text{ m}^3/\text{s}$.
3. Efisiensi kincir air maksimum pada kincir air tipe *undershoot* bahan alauminium dengan menggunakan jumlah 10 sudu pada sudut sudu 20^0 sebesar 54 %, pada debit air sebesar $0,00429 \text{ m}^3/\text{s}$ serta daya terkecil didapat pada debit $0,00772 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan efisiensi sebesar 36 %.

5.2 Saran

1. yang dihasilkan agar dapat continue atau berkelanjutan maka harus menggunakan pompa yang lebih kuat dalam mengimbangi air yang keluar dari tabung reservoir bawah ke *reservoir* atas.
2. Semakin banyak volume air yang digunakan semakin efisisien kincir air..
3. Untuk mendapatkan tekanan air yang lebih kuat saat air menabrak sudu kincir air diperlukan kemiringan jalur waterway agar hasil lebih maksimal.

4. Kincir air tipe undershoot ini dapat di implementasikan di daerah-daerah yang memiliki aliran sungai atau air terjun yang deras agar dapat menjadi salah satu pembangkit listrik alternatif.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Jamlay, L. Sule, and D. Hasan, "Analisis Perilaku Aliran Terhadap Kinerja Roda Air Arus Bawah Untuk Pembangkit Listrik Skala Pikohidro," *Din. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, 2016, doi: 10.29303/d.v6i1.25.
- [2] P. Seminar, N. Nciet, and N. Conference, "Pembangkit Listrik Tenaga Microhydro Kapasitas 3 Kw Dengan Penggerak Kincir Air," *Pros. Semin. Nas. NCIET*, vol. 1, no. 1, pp. 317–325, 2020, doi: 10.32497/nciet.v1i1.124.
- [3] S. Suratmaja, M. C. H. Putra, J. B. Soares, and E. Y. Setyawan, *Optimalisasi Kinerja Kincir Air Dengan Menggunakan Material Aluminium Tipe Undershot*, vol. 1. 2020, pp. 42–47.
- [4] T. R. Agust, A. Setiawan, A. Maliky, and A. Aminudin, "Simulasi Pengaruh Bentuk dan Jumlah Sudu Kincir Air Undershot Terhadap Kecepatan Sudut Melalui Metode Computation Fluid Dynamics (CFD) Menggunakan Software ANSYS Fluent," vol. 0, pp. 262–268, 2020.
- [5] P. Seminar *et al.*, "Analisis Variasi Jumlah Sudu Pada Kincir Air Arus Bawah Sebagai," vol. 2019, pp. 204–209, 2019.
- [6] P. K. Sudu, "Unjuk kerja kincir air tipe undershot dengan perubahan kemiringan sudu."
- [7] J. Fema, "STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) DI SUNGAI CIKAWAT DESA TALANG MULIA KECAMATAN," vol. 1, pp. 48–54, 2013.
- [8] B. Hartadi and Y. Maulana, "Optimasi Rancang Bangun Prototype Kincir Air Kapasitas 100 Watt," *Al Ulum Sains dan Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 66–

69, 2017.

- [9] L. Teori, “Analisis unjuk kerja kincir air sudu segitiga yang diuji pada saluran horisontal,” pp. 19–24.



Lampiran 1 parameter perhitungan pada kincir air

1. Pengukuran Debit Air

Perhitungan Debit air pada penelitian ini dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut

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

Untuk percobaan dilakukan dengan bukaan pintu air sebesar 3 cm dan dengan volume air 0,117 m³ dengan waktu yang diperlukan 14,64 *second* sampai kincir air berhenti berputar sehingga debit air yang didapatkan:

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

$T=13,5 \text{ Second}$

$$\begin{aligned} &= \frac{0,058 \text{ m}^3}{13,5} \\ &= 0,00429 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

2. Pengukuran Daya Air

Perhitungan Daya air pada penelitian ini dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_{air} = \rho \times g \times Q \times h$$

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

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$Q = 0,004299 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

$$\begin{aligned}P_{air} &= 1000 \text{ Kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,00429 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,03 \text{ m} \\ &= 1,26254 \text{ Watt}\end{aligned}$$

3. Daya Generator

Perhitungan Daya generator pada penelitian ini dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_{generator} = v \times I$$

Untuk mengetahui daya yang dihasilkan generator, percobaan dilakukan dengan menggunakan *multitester* sehingga daya yang dihasilkan generator yang didapat sebagai daberikut:

$$\text{Dimana } v = 14 \text{ V}$$

$$I = 0,3 \text{ A}$$

$$\begin{aligned}P_g &= 14 \times 0,3 \\ &= 4,2 \text{ Watt}\end{aligned}$$

4. Pengukuran Torsi

Perhitungan Torsi pada penelitian ini dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$T = F \times r$$

$$\begin{aligned}\text{Dimana: } F &= (M_2 - M_1) \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 275 \text{ Kg} - 150 \text{ Kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

$$T = 1,226 \text{ N.m}$$

$$T = 1,226 \text{ N.m} \times 0,075 \text{ m}$$

$$= 0,9195 \text{ N.m}$$

5. Efisiensi Kincir

Perhitungan Efisiensi kincir pada penelitian ini dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

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

Dimana: $P_{kincir} = 0,68318 \text{ Watt}$

$$P_{air} = 1,26254 \text{ Watt}$$

$$\eta = \frac{0,68318 \text{ watt}}{1,26254 \text{ watt}} \times 100\%$$

$$\eta = 54\%$$

