

**ANALISIS KINERJA TURBIN ULIR PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA MIKRO HIDRO DENGAN VARIASI SUDUT
KEMIRINGAN POROS**

SKRIPSI

OLEH:

**MANOTAR J. SITUMORANG
NPM. 178130039**



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

ANALISIS KINERJA TURBIN ULIR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO DENGAN VARIASI SUDUT KEMIRINGAN POROS

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelara Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknik Universitas Medan Area**

OLEH:

**MANOTAR J. SITUMORANG
NPM. 178130039**

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

HALAMAN PENGESAHAN BUKU SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis Kinerja Turbin Ulir Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Variasi Sudut Kemiringan Poros

Nama Mahasiswa : Manotar J. Situmorang

NPM : 178130039

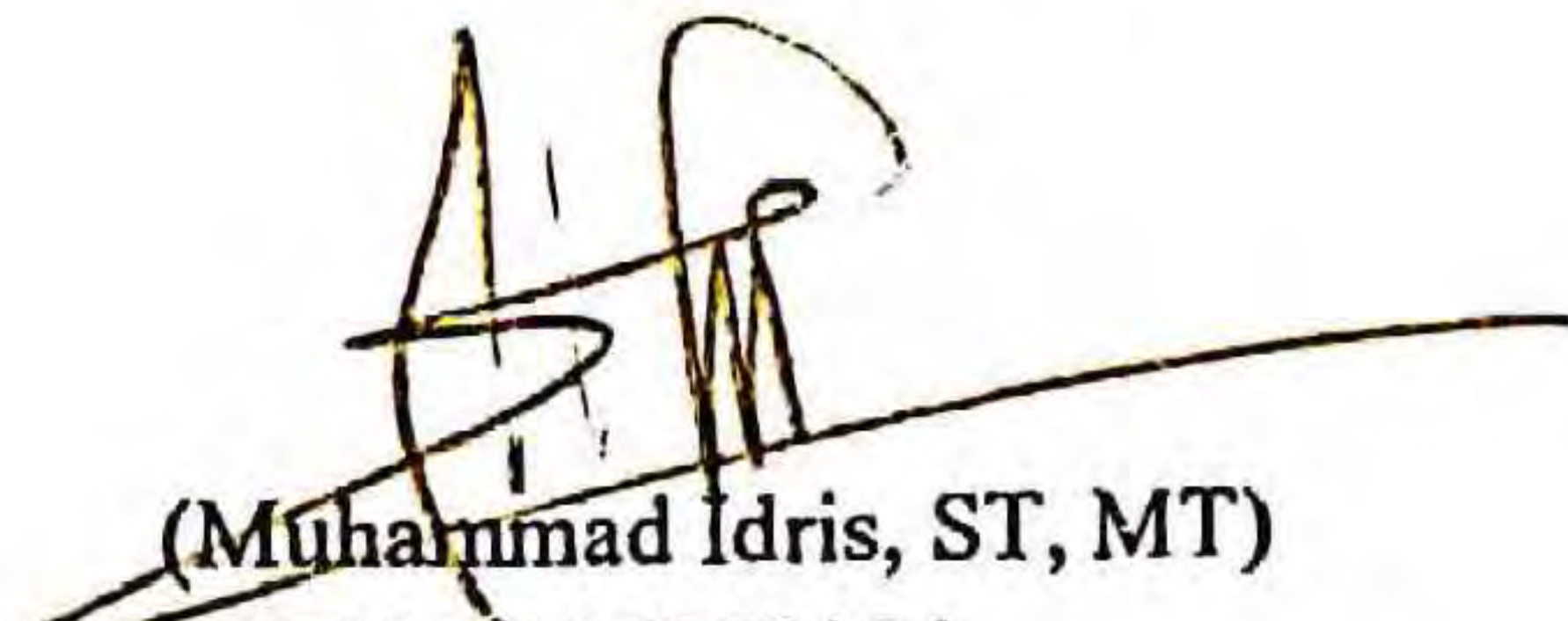
Bidang Keahlian : Konversi Energi

Fakultas : TEKNIK


Program Studi : TEKNIK MESIN

Disetujui Oleh Komisi Pembimbing:

Dosen Pembimbing II


(Muhammad Idris, ST, MT)
NIDN: 0106058104

Dosen Pembimbing I


(Indra Hermawan, ST, MT)
NIDN: 0114048001

Diketahui Oleh:

Dekan



(Muhammad Syah S.Kom, M.Kom)
NIDN: 0105058804



Prodi Teknik Mesin

(Muhammad Idris, ST, MT)
NIDN: 0106058104

Tanggal Lulus: 8 Maret 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 dengan jelas sesuai dengan 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 dikemudian hari ditemukan unsur plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 8 Maret 2022
Hormat Saya



(Manotar J. Situmorang)
(178130039)

Manotar J Situmorang - Analisis Kinerja Turbin Ulir Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR / SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

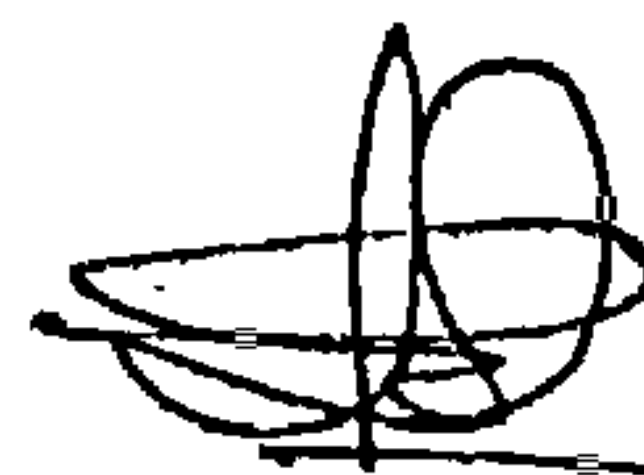
Nama : Manotar J. Situmorang
NPM : 178130039
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“Analisis Kinerja Turbin Ulir Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro
Dengan Variasi Sudut Kemiringan Poros”**

Dengan hak bebas Royalti Non Eksklusif ini, Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama saya tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Medan, 8 Maret 2022
Yang menyatakan:



(Manotar J. Situmorang)
(178130039)

ABSTRAK

Turbin ulir (*Archimede Screw*) merupakan salah satu jenis turbin yang digunakan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). *Archimedes Screw* dulunya digunakan oleh manusia sebagai pompa air untuk mempermudah mengambil air dari sungai, namun seiring berjalannya waktu kini kegunaan *Archimedes Screw* telah berubah menjadi turbin air. *Archimedes Screw* memiliki keunggulan yaitu ramah lingkungan karena tidak mengganggu ekosistem air, memiliki head yang rendah dan efisiensi yang dihasilkan juga cukup tinggi. Faktor yang mempengaruhi kinerja turbin ulir adalah sudut kemiringan, *head* air, debit air dan *blade* turbin ulir. Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu untuk mengetahui berapa sudut kemiringan terbaik untuk menghasilkan daya dan efisiensi tertinggi untuk diterapkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Variasi sudut kemiringan poros turbin ulir yang digunakan untuk penelitian ini yaitu sudut 32°, 37°, 42° dan 47° dengan diameter *blade* 0,35 m, jarak *blade* 0,29 m dan panjang *blade* 0,87 m, dengan debit air 0,013 m³/s. Dari hasil penelitian ini diperoleh putaran rata-rata maksimum poros turbin 194,66 rpm dan putaran generator 621,33 rpm, daya generator 36,42 Watt dan efisiensi tertinggi 37,5% pada sudut 47°.

Kata Kunci: Turbin Ulir, *Archimedes screw*, PLTMH, *head* rendah, efisiensi, daya, variasi sudut, PLTA, turbin air.

ABSTRACT

The screw turbine (Archimede Screw) is one type of turbine used in the Micro Hydro Power Plant (PLTMH) system. Archimedes Screw used to be used by humans as a water pump to make it easier to take water from rivers, but over time now the use of Archimedes Screw has turned into a water turbine. Archimedes Screw has the advantage that it is environmentally friendly because it does not interfere with the water ecosystem, has a low head and the resulting efficiency is also quite high. Factors that affect the performance of screw turbines are tilt angle, water head , water flow and bladescrew turbine. The purpose of this research is to find out what is the best slope angle to produce the highest power and efficiency to be applied to Hydroelectric Power Plants (PLTA). Variations in the tilt angle of the screw turbine shaft used in this study were 32°, 37°, 42° and 47° with a blade diameter of 0.35 m, a blade distance of 0.29 m and a blade length of 0.87 m, with a water flow rate of 0.013 m³/s. . From the results of this study, the maximum average rotation of the turbine shaft is 194.66 rpm and the generator rotation is 621.33 rpm, the generator power is 36,42 Watt and the highest efficiency is 37,5% at an angle of 47°.

Keywords: *Screw Turbine, Archimedes screw ,PLTMH, low head , efficiency, power, angle variation, PLTA, water turbine.*

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Manotar J. Situmorang, dilahirkan di Huta Ginjang, Kecamatan Tigalingga, Kabupaten Dairi, Provinsi Sumatera Utara, tanggal 2 Februari 1999. Penulis merupakan anak ketiga dari enam bersaudara, pasangan Togu Situmorang dan Renta Sinaga. Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN 030308 TIGALINGGA, Kecamatan Tigalingga, Kabupaten Dairi dan tamat pada tahun 2011. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama dan tamat pada tahun 2014 di SMP NEGERI 1 TIGALINGGA, dan penulis juga menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMK IMMANUEL MEDAN, Kecamatan Medan Petisah, Kota Medan pada tahun 2017, pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Medan Area, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin dan selesai pada tahun 2022.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul Analisis Kinerja Turbin Uilir Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Variasi Sudut Kemiringan Poros. Adapun penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi serta dalam rangka memperoleh gelar Sarjana Teknik program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, kepada:

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. Bapak Muhammad Idris, ST, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Darianto, M.SC., selaku Dosen Penasehat Akademik.
5. Bapak Indra Hermawan, ST, MT., selaku Dosen Pembimbing I.
6. Bapak Muhammad Idris, ST, MT., selaku Dosen Pembimbing II.
7. Seluruh Dosen pengampu yang telah mengajar dan memberi ilmu selama perkuliahan di Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
8. Seluruh Staf dan Pegawai Fakultas Teknik yang telah membantu segala urusan di Universitas Medan Area.

9. Ayah saya Togu Situmorang yang telah mendidik, membesarkan dan membiayai kebutuhan hidup saya.

10. Ibu saya Renta Sinaga yang telah mendidik, membesarkan dan membiayai kebutuhan hidup saya.

11. Saudara kandung dan keluarga penulis yang selalu mendoakan.

Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada teman-teman yang sudah memberi bantuan dan dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Medan, 8 Maret 2022

Penulis:

(Manotar J. Situmorang)
(178130039)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN BUKU SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN.....	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).....	7
B. Turbin Air.....	7
1.Turbin Impuls	7
2.Turbin Reaksi	8
C. Turbin Ulir.....	8
D. Prinsip Kerja Turbin Ulir dan Keunggulannya	10
E. Perhitungan Daya dan Efisiensi Turbin Ulir	12
1.Daya Hidrolis	13
2.Daya Generator	13
3.Tinggi Jatuh Air (<i>Head efektif</i>)	14
4.Momen Gaya atau Torsi.....	14

5.Efisiensi Turbin Ulir.....	15
F. Kemiringan Turbin Ulir	15
G. Generator.....	17
1.Bagian-bagian Generator.....	17
2.Macam-macam Generator	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	19
A. Tempat dan Waktu Penelitian	19
B. Alat dan Bahan Penelitian	20
1.Alat Penelitian	20
2.Bahan Penelitian.....	23
C. Variabel Penelitian	24
1.Variabel Bebas	24
2.Variabel Tetap	24
D. Diagram Alur Penelitian.....	25
E. Prosedur Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
A. Hasil Penelitian	30
B. Pengolahan Data.....	35
C. Pembahasan.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
A. Kesimpulan.....	47
B. Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pompa Ulir (Archimedes Screw Pump)	9
Gambar 2.2 Turbin Ulir (Archimedes Screw).....	10
Gambar 2.3 Profil Turbin Ulir	10
Gambar 2.4 Skema Aliran Archimedes Screw	12
Gambar 2.5 Kemiringan poros turbin ulir.....	16
Gambar 2.6 Generator DC	18
Gambar 3.1 Tachometer.....	20
Gambar 3.2 AVometer	21
Gambar 3.3 Timbangan Gantung Digital.....	22
Gambar 3.4 Busur	23
Gambar 3.5 Turbin Ulir.....	23
Gambar 3.6 Diagram Alur Penelitian.....	25
Gambar 3.7 Menyalurkan Debit Air menuju rumah turbin.....	26
Gambar 3.8 Mengukur Ketinggian Air	27
Gambar 3.9 Pengaturan Variasi Sudut Kemiringan.	27
Gambar 3.10 Pengukuran Putaran Poros Turbin Ulir dan Generator	28
Gambar 3.11 Menghitung Tegangan dan Kuat Arus Pada Generator.	29
Gambar 3.12 Menghitung Torsi Poros Turbin Ulir	29
Gambar 4.1 Grafik Putaran Poros Turbin Ulir.....	42
Gambar 4.2 Grafik Daya Generator	43
Gambar 4.3 Grafik Daya Hidrolis.....	44
Gambar 4.4 Grafik Efisiensi Turbin Ulir	45

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Hasil Penelitian Sebelumnya	2
Tabel 1.2 Hasil Penelitian Sebelumnya	2
Tabel 1.3 Hasil Penelitian Sebelumnya	2
Tabel 1.4 Hasil Penelitian Sebelumnya	3
Tabel 2.1 Klasifikasi Turbin Air Berdasarkan <i>Head</i>	8
Tabel 3.1 Waktu Kegiatan Penelitian.....	19
Tabel 3.2 Keterangan Spesifikasi Gambar Turbin Ulir	23
Tabel 4.1 Percobaan Waktu Air Mengalir.	30
Tabel 4.2 Putaran poros turbin ulir terhadap variasi sudut kemiringan.	32
Tabel 4.3 Putaran generator terhadap variasi sudut kemiringan.	32
Tabel 4.4 Gaya Pengereman Pada Timbangan 1	33
Tabel 4.5 Gaya Pengereman Pada Timbangan 2	33
Tabel 4.6 Tegangan Arus Pada Generator Turbin Ulir.	34
Tabel 4.7 Kuat Arus yang Dihasilkan Oleh Generator.	34
Tabel 4.8 Ketinggian Jatuh Air (Head).....	35
Tabel 4.9 Daya dan Efisiensi yang Dihasilkan Oleh Turbin Ulir	41

DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	ARTI	SATUAN
P_H	Daya Hidrolis	Watt
Q	Debit	m^3/s
ρ	Massa Jenis Air	kg/m^3
H	<i>Head</i>	m
g	Gravitasi	m/s^2
P_{out}	Daya Keluaran	Watt
V	Tegangan	Volt
I	Kuat Arus Listrik	Ampere
T	Torsi	Nm
F	Gaya	N
n	Kecepatan Putaran	RPM
η	Efisiensi	%
r_i	Radius Dalam	m
r_o	Radius Luar	m
L	Panjang	m
θ	Sudut Kemiringan	($^\circ$)
v	Kecepatan	m/s
h	Ketinggian	m
s	Jarak	m
N	Jumlah <i>Blade</i>	-
β	Sudut kemiringan antara <i>blade</i> dan poros	($^\circ$)
α	Sudut kemiringan antara <i>blade</i> dan diameter luar	($^\circ$)
t	Waktu	s
v	Volume	m^3

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia memiliki banyak potensi energi baik itu energi konvensional maupun energi yang terbarukan. Potensi energi yang kebanyakan digunakan di Indonesia masih menggunakan energi konvensional berupa bahan bakar fosil seperti: batu bara, gas alam dan minyak bumi. Pada tahun 2006 kementerian ESDM menyebutkan bahwa cadangan minyak bumi akan habis dalam waktu kurang 23 tahun, gas alam pada kurang waktu 62 tahun dan batu bara dalam kurang waktu 146 tahun. Pemerintah telah menerbitkan Pedoman Pengusaha Pembangkit Listrik Skala Kecil Melalui Kepmen ESDM No. 1122K/30/MEM/2002 untuk meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan pada pembangkit listrik hingga 1 MW yang diusulkan oleh usaha kecil dan koperasi. Salah satunya pembangkit listrik terbarukan yang dibangun di Indonesia yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) [1].

Turbin ulir (*Archimedean Screw Turbine*) merupakan salah satu Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Turbin ulir digunakan sebagai salah satu sumber energi listrik di Indonesia karena memiliki sumber air yang sebagian besar debit yang dihasilkan kecil dan *head* yang rendah. Turbin ulir juga dapat menghasilkan efisiensi yang tinggi dari debit aliran dan *head* yang rendah, serta pembuatan turbin ulir juga memerlukan biaya yang lebih ekonomis.

Penelitian pada tabel 1.1 dibawah ini menyatakan bahwa diantara sudut 25° , 30° , 35° , 40° , 45° , 50° , dan 55° didapat putaran turbin, putaran generator dan torsi

terbesar diperoleh pada sudut kemiringan 40° dengan daya generator 10,98882 Watt dan Efisiensi turbin sebesar 14,28% [2].

Tabel 1.1 Hasil Penelitian Sebelumnya

Peneliti	Parameter	\varnothing (Diameter <i>Blade</i>)	L (Panjang Poros)	P (Daya)	η (Efisiensi)
W. A. Wijaya, dkk	25° s/d 55°	0,26 m	1,5 m	10,98882 Watt	14,28%

Penelitian lainnya juga melakukan pemodelan pembangkit listrik tenaga mikrohidro menggunakan turbin ulir dengan jumlah 1 buah *blade* dengan jumlah *screw* 10 buah dengan sudut poros turbin 10° , 15° , 20° , 25° , 30° , 35° , 40° , 45° , 50° , 55° , 60° , 70° , 80° dan 90° dimana sudut paling efektif yaitu 40° dengan menghasilkan putaran sebesar 303 rpm sebelum dikopel, 177 rpm setelah dikopel [3]. Seperti pada tabel 1.2 dibawah ini.

Tabel 1.2 Hasil Penelitian Sebelumnya

Peneliti	Parameter	\varnothing (Diameter <i>Blade</i>)	L (Panjang Poros)	P (Daya)	η (Efisiensi)
I. P. Juliana, dkk	10° s/d 90°	0,26 m	2,15 m	10,92 Watt	14%

Penelitian lainnya juga menyatakan bahwa bentuk sudut kemiringan poros turbin ulir berpengaruh pada daya poros turbin ulir. Dengan sudut kemiringan poros 45° menghasilkan daya sebesar 5,11 Watt pada putaran 50 rpm dengan efisiensi turbin sebesar 89% [4]. Seperti pada tabel 1.3 dibawah ini.

Tabel 1.3 Hasil Penelitian Sebelumnya

Peneliti	Parameter	\varnothing (Diameter <i>Blade</i>)	Jumlah <i>Screw</i>	P (Daya)	η (Efisiensi)
A. D. Nugroho	25° , 35° dan 45°	0,11 m	21	5,11 Watt	89%

Kemudian penelitian lainnya juga menyatakan pada model turbin dengan sudut kemiringan 10° , 15° , 20° , 25° , 30° , 35° , 40° dan 45° dapat menghasilkan daya *output* maksimum 5,558 Watt pada sudut kemiringan pada 20° dengan debit air 105 lpm dan efisiensi maksimum 44,349% [5]. Seperti pada tabel 1.4 dibawah ini.

Tabel 1.4 Hasil Penelitian Sebelumnya

Peneliti	Parameter	\varnothing (Diameter Blade)	L (Panjang Ulir)	P (Daya)	η (Efisiensi)
M. Abdulkadir	10° s/d 45°	0,10 m	0,43 m	5,558 Watt	44,349%

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah melakukan penelitian terhadap variasi sudut kemiringan poros maka penulis melakukan penelitian yang berjudul “Analisa Kinerja Turbin Ulir Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Variasi Sudut Kemiringan Poros” dengan ini penulis berasumsi untuk merubah dimensi dan variasi turbin ulir demi menghasilkan putaran poros turbin ulir, daya dan efisiensi yang lebih tinggi.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan mengenai turbin ulir pada latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah utama dalam penelitian ini adalah adanya variasi sudut kemiringan poros turbin di dalam efisiensi turbin ulir. Sehingga ditemukan rumusan masalah yang disusun dalam penelitian, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar pengaruh variasi sudut kemiringan untuk mencapai putaran maksimal pada poros turbin ulir?
2. Seberapa besar pengaruh variasi sudut kemiringan poros terhadap daya yang akan dihasilkan *output* generator?

3. Seberapa besar pengaruh variasi sudut kemiringan poros terhadap efisiensi turbin ulir?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penentuan efisiensi turbin ulir ini adalah untuk menyederhanakan parameter-parameter yang digunakan. Masalah yang dibatasi dalam penelitian ini yaitu pada:

1. Sudut kemiringan poros diatur pada sudut 32° , 37° , 42° dan 47° .
2. Daya generator yang dicapai.
3. Analisis kinerja turbin ditinjau dari putaran yang dihasilkan torsi turbin, daya mekanis dan efisiensi turbin.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis pengaruh variasi sudut kemiringan poros terhadap putaran yang akan dihasilkan.
2. Menganalisis daya yang dihasilkan generator dengan variasi sudut kemiringan poros turbin ulir.
3. Menganalisis pengaruh variasi sudut kemiringan poros terhadap efisiensi turbin ulir.

E. Manfaat Penelitian

Perancangan yang berjudul “Analisis Kinerja Turbin Ulir Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Variasi Sudut Kemiringan Poros” ini dapat memberikan manfaat, yaitu:

1. Bagi penulis, dapat menyelesaikan program perkuliahan Sarjana Teknik Mesin Universitas Medan Area.
2. Menambah pengetahuan tentang Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro yang berjenis Turbin Ulir (*Arcimedes Screw*).
3. Memberikan pengetahuan tentang pengaruh variasi sudut kemiringan poros terhadap putaran, daya *output* generator dan efisiensi turbin.
4. Memberikan sumbangsih ilmiah dalam pengembangan Ilmu Pengetahuan.
5. Diharapkan mampu menjadi buku tambahan referensi dalam menambah wawasan tentang efisiensi kinerja turbin ulir pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).

F. Sistematika Penulisan

Penulisan makalah tugas akhir ini terbagi dalam beberapa bab yang dapat diperinci sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisi referensi yang terbaru, relevan dan asli. Bab ini juga memuat teori yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

3. BAB III

Bab ini memuat spesifikasi peralatan dan bahan-bahan yang digunakan, perhitungan, dimensi alat dan benda uji yang dipergunakan serta perangkat lunak pendukung.

4. BAB IV

Bab ini berisi tentang data hasil dan pembahasan pada penelitian.

5. BAB V

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang menjelaskan dari tujuan penelitian dan saran yang bersifat membangun bagi pembaca dan peneliti yang akan mengembangkan alat ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro merupakan pembangkit listrik skala kecil (<100kW) yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerakannya seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun dengan cara memanfaatkan tinggi jatuh air (*head*) dan jumlah debit air. Prinsip dasar pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah memanfaatkan energi potensial yang dimiliki oleh aliran air pada jarak ketinggian tertentu dari tempat instalasi pembangkit listrik. Sebuah skema pembangkit listrik tenaga mikrohidro memerlukan dua hal yaitu, debit air dan ketinggian (*head*) untuk menghasilkan tenaga yang dapat dimanfaatkan [3].

B. Turbin Air

Turbin air merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi kinetik dari aliran air seperti air sungai lalu mengubahnya menjadi energi potensial pada turbin ulir dan kemudian diubah menjadi energi listrik [6]. Prinsip kerja turbin air adalah aliran air yang memiliki energi potensial dan energi kinetik mengalir melalui sudu turbin, kemudian energi yang terdapat di dalam air ini pada sudu turbin diubah bentuknya menjadi energi mekanik berupa putaran poros turbin untuk menggerakkan generator/alternator pembangkit listrik [7]. Berdasarkan cara kerjanya turbin air dibagi menjadi dua bagian yaitu turbin impuls dan turbin reaksi.

1. Turbin Impuls

Turbin impuls merupakan turbin air yang cara kerjanya merubah seluruh energi air (yang terdiri dari energi potensial, tekanan dan kecepatan) menjadi energi

kinetik untuk memutar turbin, sehingga menghasilkan energi mekanik dalam bentuk putaran poros. Atau dengan kata lain, energi potensial air diubah menjadi energi kinetik. Contohnya turbin turgo, turbin crossflow dan turbin pelton.

2. Turbin Reaksi

Turbin reaksi merupakan turbin air dengan head rendah dan laju aliran tinggi yang cara kerjanya merubah energi air yang tersedia menjadi energi kinetik. *Blade* pada turbin reaksi mempunyai profil khusus yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan selama melalui *blade*. Perbedaan tekanan ini memberikan gaya pada *blade* sehingga runner (bagian yang dapat berputar) pada turbin dapat berputar. Contohnya turbin francis, turbin kaplan dan turbin ulir (*archimides screw*) [8]. Seperti pada tabel 2.1 dibawah ini.

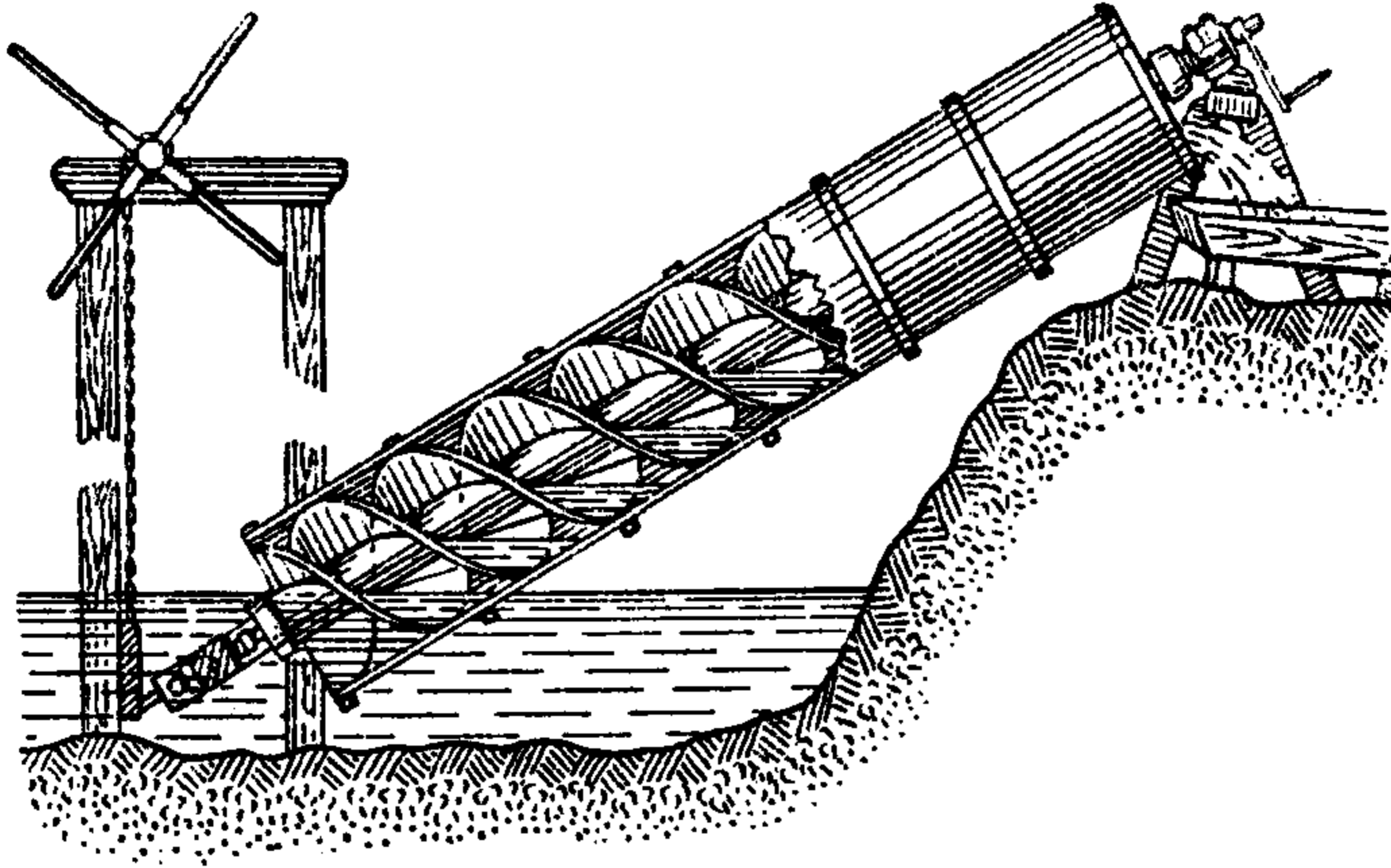
Tabel 2.1 Klasifikasi Turbin Air Berdasarkan *Head*

	Jenis Turbin	Head (m)
Impuls	Turbin Turgo	$30 < H < 300$
	Turbin Crossflow	$1 < H < 200$
	Turbin Pelton	$20 < H < 150$
Reaksi	Turbin Francis	$10 < H < 350$
	Turbin Kaplan	$2 < H < 20$
	Turbin Ulir	$H > 20$

C. Turbin Ulir

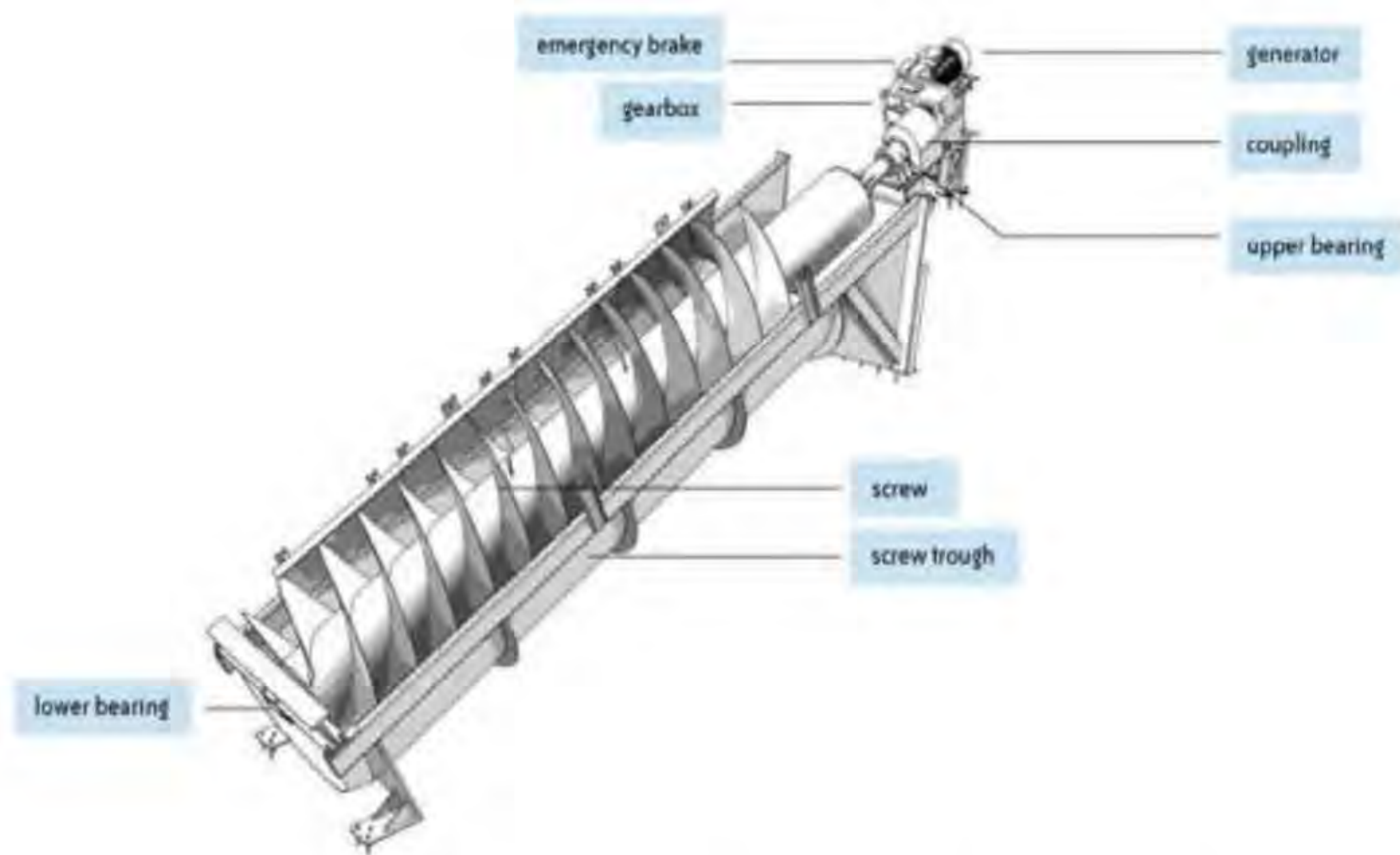
Turbin ulir adalah salah satu jenis turbin yang telah ditemukan sejak dulu dan diterapkan sebagai pompa untuk pengairan pada taman bergantung di Babylonia [9], dimana pada bagian konstruksinya terdiri dari beberapa *blade*

berbentuk heliks atau *screw* yang terpasang pada poros dan berfungsi sebagai *bucket* yang bergerak untuk membawa air keatas seperti pada gambar 2.1 dibawah



Gambar 2.1 Pompa Ulir (*Archimedes Screw Pump*) [10]

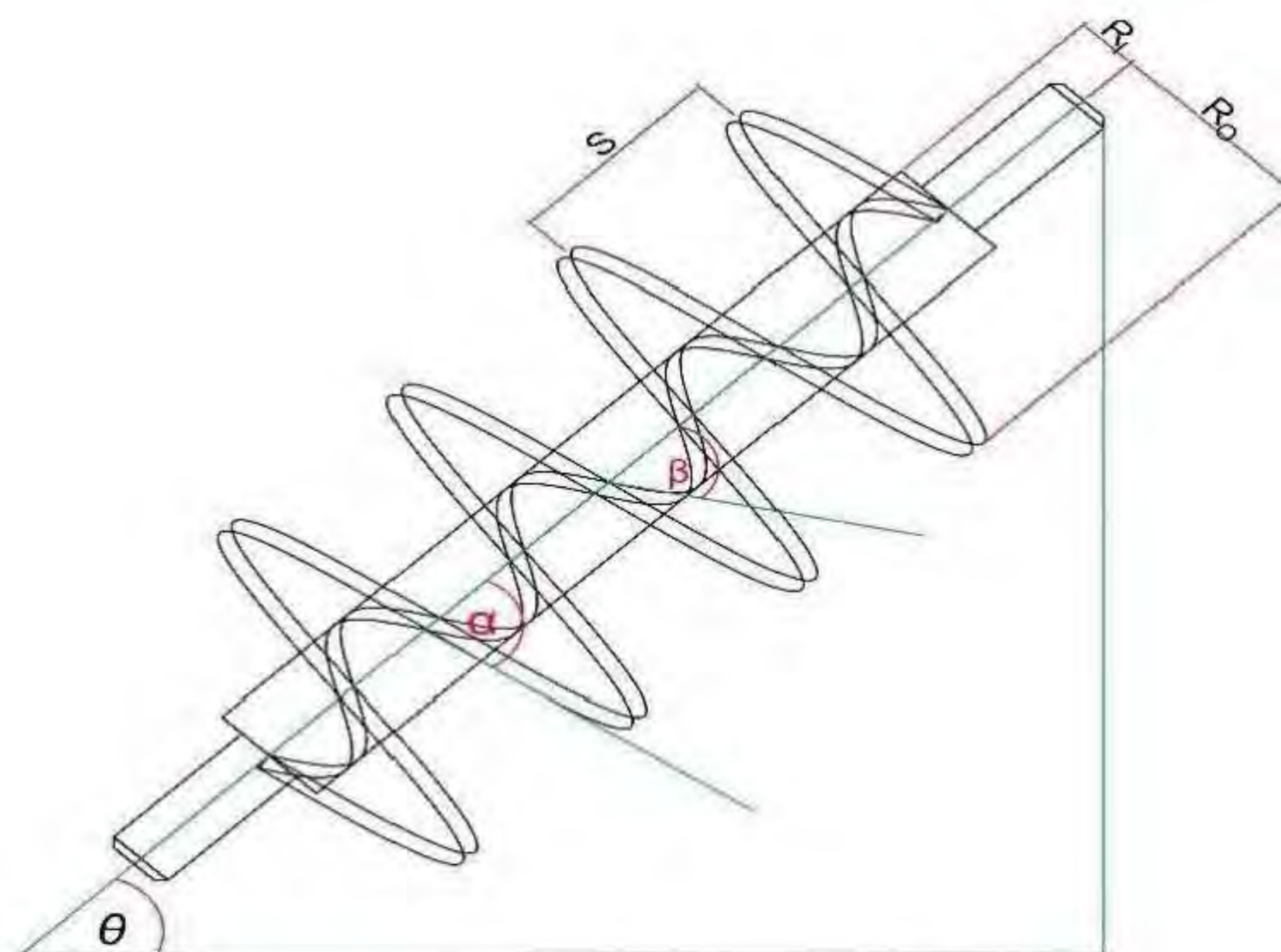
Namun seiring dengan terjadinya krisis energi serta keterbatasan potensi sumber energi air yang memiliki *head* tinggi, maka pada tahun 2007 yang lalu, seorang insinyur mengemukakan idenya dengan mengubah arah putaran pompa ulir dengan memanfaatkan aliran air sebagai pemutar poros pompa air [1]. Prinsip turbin ulir pada dasarnya pembalikan dari fungsi pompa ulir tersebut, dimana tekanan dari debit aliran air yang melalui bilah-bilah sudu turbin mengalami penurunan tekanan sejalan dengan penurunan kecepatan air akibat adanya hambatan dari bilah-bilah sudu turbin. Maka tekanan ini akan memutar turbin dan menggerakkan generator listrik sehingga dapat menghasilkan arus listrik [11]. Seperti yang terlihat pada gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.2 Turbin Ulir (*Archimedes Screw*) [12]

D. Prinsip Kerja Turbin Ulir dan Keunggulannya

Pada geometri turbin ulir dapat ditentukan dengan mengetahui dimensi luar dan dimensi dalam turbin ulir seperti pada gambar 2.3 dibawah, sehingga nantinya didapat perancangan dan perhitungan yang tepat.



Gambar 2.3 Profil Turbin Ulir

Keterangan:

r_i = Radius dalam turbin ulir (m)

r_o = Radius luar turbin ulir (m)

L = Panjang total turbin ulir (m)

$K = \tan \theta$

θ = Sudut kemiringan poros ($^{\circ}$)

H = *Head* (m)

Q = Debit (m^3/s)

s = Jarak antar *blade* (m)

N = Jumlah *blade*

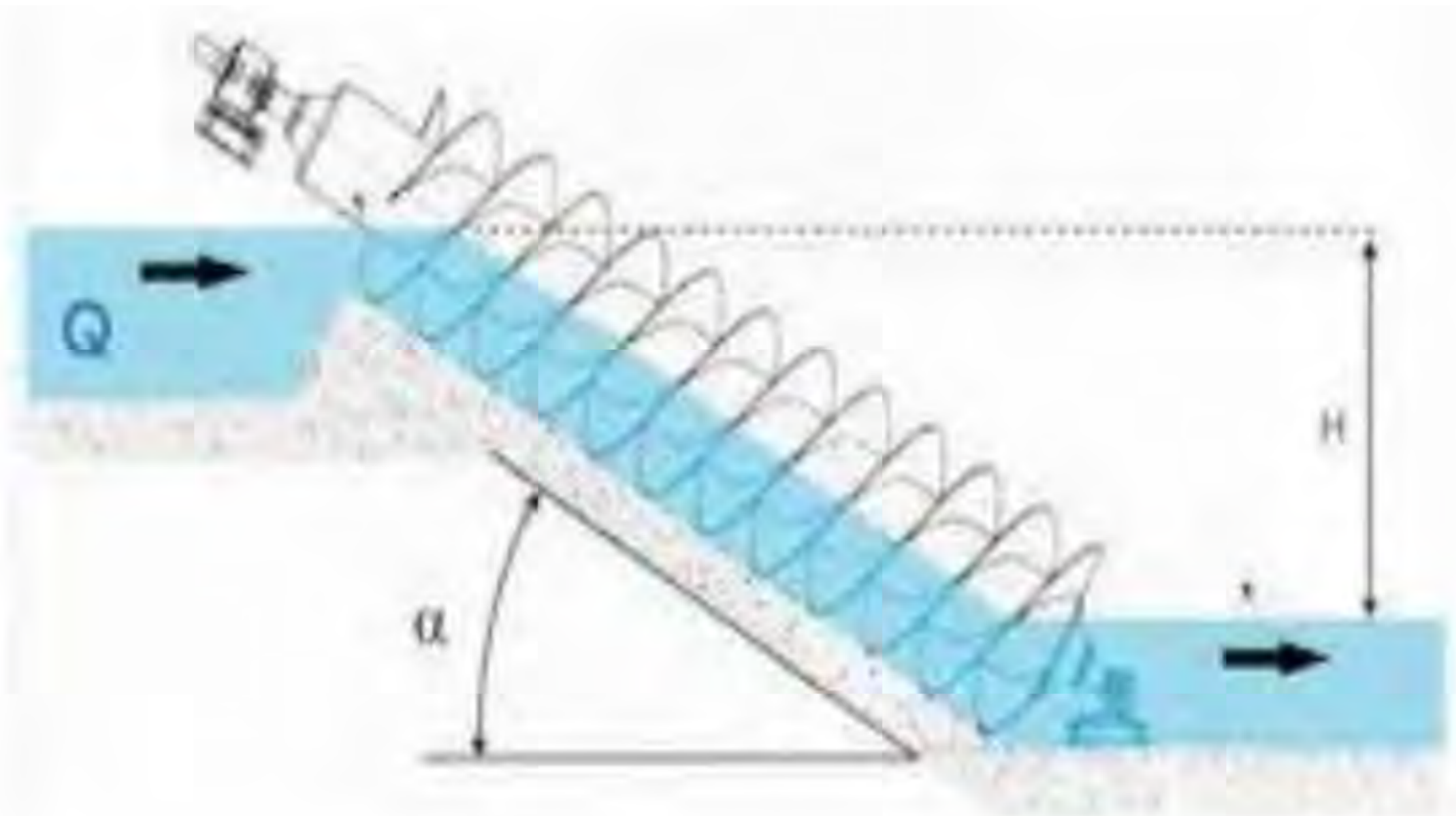
β = Sudut kemiringan antara *blade* dan poros ($^{\circ}$)

α = Sudut kemiringan antara *blade* dan diameter luar ($^{\circ}$)

n = Kecepatan putaran turbin (RPM)

Dimensi luar pada turbin ulir terdiri dari radius terluar *blade* (r_o) dan sudut kemiringan poros (θ). Dimensi luar ditentukan oleh posisi penempatan ulir yang akan dilalui oleh aliran air. Sudut kemiringan poros (θ) turbin umumnya digunakan antara 30° sampai dengan 60° . Sedangkan untuk dimensi dalam turbin ulir yaitu radius dalam (r_i), Jumlah sudu (N) dan jarak antar sudu (s). Pada dimensi dalam turbin ulir juga dapat divariasikan sehingga mencapai hasil yang lebih optimal.

Secara umum turbin ulir memiliki prinsip kerja, yaitu dengan memanfaatkan ketinggian jatuh air dan debit air dimana tekanan air mengalir melalui sudut *blade* turbin dan mengalami penurunan tekanan sejalan dengan penurunan kecepatan air yang diakibatkan adanya hambatan dari *blade* turbin, kemudian air akan memutar poros turbin bersamaan dengan generator yang terhubung pada rotor turbin ulir seperti pada gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4 Skema Aliran Archimedes Screw [13]

Ada beberapa keunggulan yang dimiliki turbin ulir dibandingkan jenis turbin air lainnya, yaitu:

1. Biaya yang dikeluarkan dalam pembangunan konstruksi turbin ulir lebih efisien.
2. Konstruksi bendungan dan pintu air yang sederhana.
3. Tidak mengganggu ekosistem makhluk hidup yang ada disungai.
4. Umur turbin yang lebih sederhana.
5. Mudah dalam perawatan dan pengoperasian.
6. Penggunaan unit peralatan standar, seperti penggunaan generator standar.
7. Pengoperasian yang mudah.
8. Biaya dalam perawatan lebih murah.

E. Perhitungan Daya dan Efisiensi Turbin Ulir

Debit air merupakan ukuran banyaknya volume air yang dapat lewat dalam suatu penampang tertentu atau yang dapat ditampung dalam suatu tempat tiap satuan waktu. Sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ($m^3/detik$). Pada proses ini akan dilakukan pengujian debit air guna untuk

mengetahui seberapa banyak air yang akan jatuh dan melewati rumah penampung pada turbin ulir. Untuk menghitung debit aliran air maka digunakan persamaan berikut ini [14]:

$$Q = V \times A \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

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

$$V = \text{Kecepatan Aliran Rata-rata (m/s)}$$

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

1. Daya Hidrolis

Pembangkitan tenaga listrik dengan menggunakan tenaga air merupakan suatu perubahan tenaga dari tenaga air, ketinggian jatuh air serta debit air tertentu yang diubah menjadi arus listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator [15]. Daya yang dihasilkan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$P_H = \rho \times g \times Q \times H \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

$$P_H = \text{Daya Hidrolis (Watt)}$$

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

$$\rho = \text{Massa Jenis Air (kg/m}^3\text{)}$$

$$H = \text{Head (m)}$$

$$g = \text{Gravitasi (m/s}^2\text{)}$$

2. Daya Generator

Berikut cara yang dapat digunakan untuk mengetahui hubungan daya *output* dengan sudut kemiringan [3], yaitu :

$$P_{out} = V \times I \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

P_{out} = Daya Keluar (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Kuat Arus (Ampere)

3. Tinggi Jatuh Air (*Head efektif*)

Ketinggian air (*head efektif*) merupakan selisih antara tinggi permukaan air atas dengan tinggi permukaan air bawah. Ketinggian air jatuh dapat diperoleh dari sungai, air terjun, bendungan dan saluran irigasi [16]. Untuk mengetahui *head efektif* dapat digunakan persamaan sebagai berikut [17]:

$$H_{Is} = \frac{1}{3} \times H_{act} \dots\dots\dots (2.4)$$

Maka, untuk menghitung *Head Effektif*:

$$H_{eff} = H_{act} - H_{Is} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

H_{eff} = *Head Effektif* (m)

H_{act} = *Head Actual* (m)

H_{Is} = *Head Losses* (m)

4. Momen Gaya atau Torsi

Momen gaya atau torsi merupakan suatu besaran yang dibutuhkan untuk membuat benda berotasi pada porosnya. Untuk menghitung torsi dapat digunakan persamaan berikut[18]:

$$T = F \times g \times r \dots\dots\dots (2.6)$$

Maka, untuk mengetahui torsi pengereman pada turbin ulir dapat digunakan dengan persamaan berikut ini [19]:

$$T = (m_2 - m_1) \times g \times r \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

T = Torsi (Nm)

F = Gaya (N)

m_1 = Massa Pada Timbangan 1 (kg)

m_2 = Massa Pada Timbangan 2 (kg)

g = Gravitasi (m/s^2)

r = Jari-jari Puli (m)

5. Efisiensi Turbin Ulir

Efisiensi turbin ulir merupakan kemampuan turbin ulir untuk merubah energi kinetik pada aliran air sehingga menjadi energi listrik. Untuk mengetahui efisiensi turbin ulir maka dilakukan persamaan berikut ini [9]:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_H} \times 100\% \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

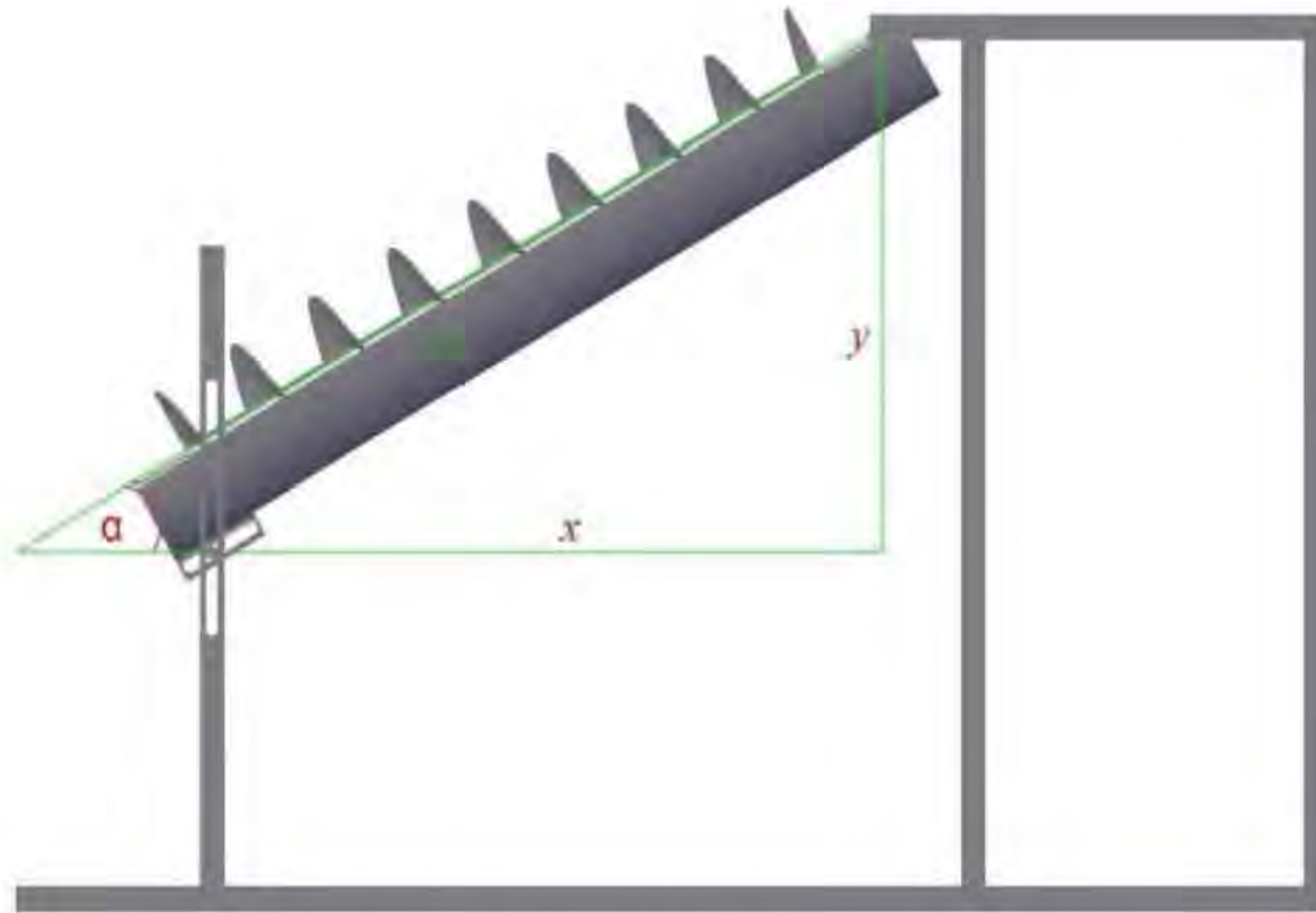
η = Efisiensi (%)

P_{out} = Daya Keluar (Watt)

P_H = Daya Hidrolis (Watt)

F. Kemiringan Turbin Ulir

Turbin ulir memerlukan posisi kemiringan yang tajam pada bagian poros dan rumah penampung agar aliran air dapat mengalir dengan baik guna memperoleh kecepatan dan tekanan yang tinggi untuk memutar poros turbin ulir yang akan berpengaruh terhadap daya *output* generator. Seperti pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 Kemiringan poros turbin ulir

Untuk mengetahui derajat kemiringannya dapat digunakan persamaan berikut ini

[3]:

$$\tan \alpha = \frac{y}{x}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{y}{x} \right) \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana:

$\tan \alpha$ = Derajat Kemiringan

y = Jarak Vertikal

x = Jarak Horizontal

1. Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Kecepatan Air

Untuk menentukan pengaruh sudut kemiringan terhadap kecepatan air pada rumah turbin ulir dapat menggunakan persamaan bernoulli seperti berikut ini [20]:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Dimana:

v = Kecepatan Aliran rata-rata (m/s)

$g = \text{Gravitasi (m/s}^2\text{)}$

$h = \text{ketinggian (m)}$

G. Generator

Generator (dinamo) merupakan alat dengan prinsip kerja induksi elektromagnetis yang dapat merubah energi gerak atau putar menjadi energi listrik. Cara kerja generator yaitu adanya kumparan medan magnet yang terdapat pada rotor yang berputar kemudian akan diinduksikan pada kumparan jangkar yang terletak pada stator, dimana medan magnet yang terjadi pada kumparan stator dengan pola tertentu akan menimbulkan GGL (Gaya Gerak Listrik) dan nantinya akan dialirkan melalui saluran transmisi sebagai sumber arus listrik [21].

1. Bagian-bagian Generator

Berikut merupakan bagian-bagian yang terdapat pada generator, yaitu:

a. Stator

Stator merupakan bagian diam atau yang menempel pada generator, yang terdiri dari kumparan kawat (*coil*) yang dilapisi dengan bahan isolator. Jumlah kumparan akan berpengaruh terhadap tegangan keluaran yang dihasilkan. Kumparan generator dapat dikonfigurasi menjadi susunan 1 fasa atau 3 fasa.

b. Rotor

Rotor merupakan bagian generator yang dapat berputar. Pada komponen ini terdapat magnet permanen sebagai penghasil medan magnet yang kemudian diimbaskan ke komponen stator untuk menghasilkan tegangan induksi [22].

2. Macam-macam Generator

Berdasarkan tegangan yang dibangkitkan generator dibagi menjadi dua, yaitu:

a. Generator AC (*Alternating Current*)

Generator AC merupakan generator yang menghasilkan arus listrik bolak-balik. Generator arus bolak-balik sering disebut dengan generator sinkron atau alternator. Dikatakan generator sinkron karena jumlah putaran rotornya sama dengan jumlah putaran medan magnet pada stator. Pada gambar 2.6 dibawah merupakan contoh generator AC.

b. Generator DC (*Direct Current*)

Generator DC merupakan generator yang menghasilkan arus listrik searah. Prinsip kerja generator DC ini sama dengan generator AC. Namun pada generator DC arah arus induksinya tidak berubah. Hal ini disebabkan cincin yang digunakan pada generator DC berupa cincin belah (komutator). Komutator menyebabkan terjadinya komutasi. Peristiwa komutasi merubah arus yang dihasilkan generator menjadi searah [23]. Pada gambar 2.7 dibawah merupakan contoh generator DC yang akan digunakan dalam pengujian turbin ulir.



Gambar 2.6 Generator DC

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui metode eksperimen dengan menganalisis kinerja turbin ulir (*Archimedes screw*) pada variasi sudut kemiringan untuk mengevaluasi dan mempelajari pengaruh sudut kemiringan terhadap daya yang akan dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Lab.Konversi Energi, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Jalan Kolam No. 1 Medan Estate, Kec. Percut Sei Tuan, Kab. Deli Serdang, Medan, Sumatera Utara 20223. Penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal pengesahan usulan oleh pengelola program studi sampai dinyatakan selesai yang direncanakan berlangsung selama waktu yang ditentukan seperti pada tabel 3.1 dibawah.

Tabel 3.1 Waktu Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)									
		Juli	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb		
1	Studi Literatur	■									
2	Perancangan Alat	■	■								
3	Penyusunan Proposal	■	■								
4	Seminar Proposal			■							
5	Pengujian Alat				■	■	■				
6	Pengumpulan Data				■	■	■				
7	Analisa Data					■	■				
8	Laporan Penulisan							■			

-
- 9 Seminar Hasil
 - 10 Perbaikan
 - 11 Ujian Sidang
-

B. Alat dan Bahan Penelitian

Berikut merupakan alat dan bahan yang digunakan untuk mendukung proses penelitian:

1. Alat Penelitian

a. *Tachometer*

Tachometer berfungsi untuk mengukur putaran pada poros turbin ulir dalam satuan putaran per menit (RPM). Seperti pada contoh gambar 3.1 dibawah.



Gambar 3.1 *Tachometer*

Spesifikasi:

- 1) *RPM range* : 2,5- 100000 rpm
- 2) *Measuring Distance* : 50-500 mm
- 3) *Accuracy* : (0,05% + 1 digit)
- 4) *Resolution* : 0,1 rpm (from 2,5 to 999,9 rpm), 1 rpm

5) Memori : *last value, max value and min rpm*

6) Dimensi : 130 x 70 mm

b. AVOMeter

AVOMeter digunakan untuk mengukur kuat arus listrik (Ampere), tegangan (Volt) dan hambatan (Ohm). Seperti pada contoh gambar 3.3 dibawah.



Gambar 3.2 AVOMeter

Spesifikasi:

Tipe : CD 800a

Berat : 350gr

1) DCV range : 400m/4/40/400/600V, resolusi 0,1 mV

2) ACV range : 4/40/400/600V, resolusi 1 mV

3) DCA range : 40m/400mA, resolusi 0,01 mA

4) ACA range : 40m/400mA, resolusi 0,01 mA

5) Resistance range : 400/4k/40k/400k/4M/40M

6) Capacitance range : 50n/500n/5/50/100F, resolusi 0,01 nF

7) Frekuensi range : 5Hz-100kHz

8) *Duty cycle range* : 20%-80%

c. Timbangan Gantung Digital

Timbangan gantung digital digunakan untuk menghitung torsi putaran yang dihasilkan oleh turbin ulir dengan metode pengeraman pada puli.



Gambar 3 3 Timbangan Gantung Digital

Spesifikasi:

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1) Kapasitas | : 50 kg |
| 2) Ukuran | : 110 x 58 x 220 mm |
| 3) Tingkat Ketelitian | : 10 gr |
| 4) <i>Support Unit</i> | : kg/Lb/Jin/OZ |
| 5) <i>Backlight</i> | : <i>Blue Backlight</i> |
| 6) <i>Display</i> | : <i>LCD Display</i> |
| 7) <i>Auto Off</i> | : <i>2 Minutes</i> |

d. Busur

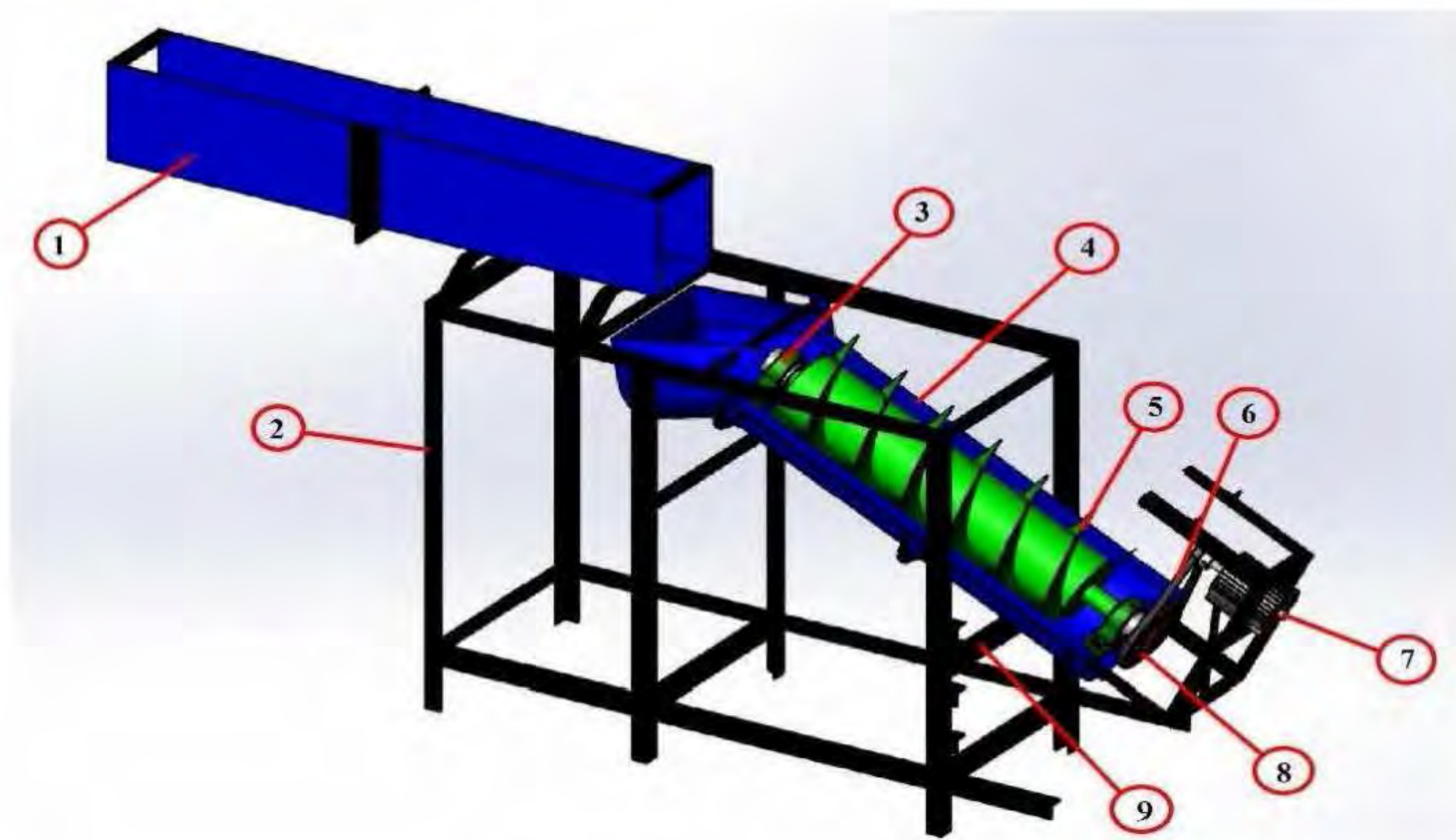
Busur digunakan untuk mengukur derajat sudut kemiringan pada poros turbin ulir. Seperti pada contoh gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4 Busur

2. Bahan Penelitian

Berikut merupakan gambar bahan penelitian pada gambar 3.5 dan keterangan gambar pada tabel 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.5 Turbin Ulir

Tabel 3.2 Keterangan Spesifikasi Gambar Turbin Ulir

No	Bagian	Dimensi
1	Panjang Saluran Air (m)	1,5
	Lebar Saluran Air (m)	0,22
	Tinggi Saluran Air (m)	0,25
2	Panjang Rangka (m)	1,4
	Lebar Rangka (m)	0,6
	Tinggi Rangka (m)	1,17
3	Bearing	-
4	Panjang Rumah Turbin (m)	1,050

	Diameter Rumah Turbin (m)	0,352
	Diameter <i>Blade</i> (m)	0,35
	Tebal <i>Blade</i> (m)	0,002
	Jarak <i>Blade</i> (m)	0,29
5	Tinggi <i>Blade</i> (m)	0,08
	Diameter Poros <i>Blade</i> (m)	0,19
	Panjang Poros <i>Blade</i> (m)	0,87
	Panjang Poros Bearing Atas (m)	0,1
	Panjang Poros Bearing Bawah (m)	0,2
6	<i>Belt Pulley</i>	-
7	Generator	-
8	<i>Pulley</i> (m)	0,2
9	Panjang Setelan Sudut (m)	0,75
	Lebar Setelan Sudut (m)	0,04

C. Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan variabel yang dapat merubah besaran dan berpengaruh terhadap hasil penelitian. Variabel juga dapat mempermudah dalam menganalisis suatu permasalahan. Ada 2 jenis variabel yang digunakan dalam metode penelitian, yaitu:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi perubahan atas penelitian. Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Variasi pada sudut kemiringan poros (32°, 37°, 42°, dan 47°).

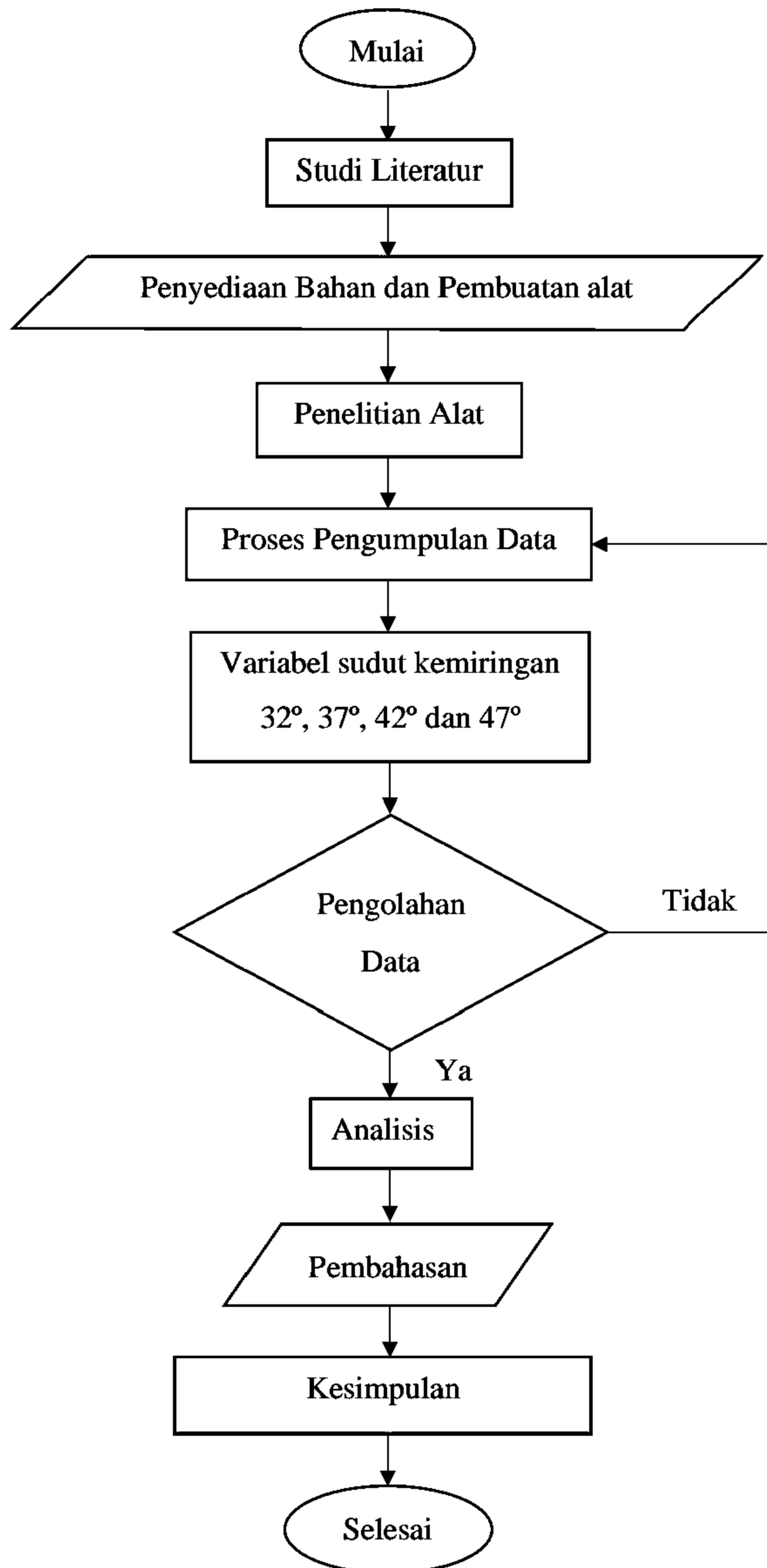
2. Variabel Tetap

Variabel tetap merupakan variabel yang dipengaruhi dalam penelitian. Adapun variabel tetap dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Putaran poros turbin ulir
- b. Daya generator.
- c. Efisiensi turbin ulir.

D. Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian terlihat seperti pada gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6 Diagram Alur Penelitian

E. Prosedur Penelitian

Sebelum melakukan penelitian hal yang harus dilakukan adalah menyiapkan alat dan bahan, setelah menyiapkan alat dan bahan selanjutnya melakukan penyekatan pada saluran irigasi yang bertujuan untuk menaikkan debit air sesuai debit yang akan digunakan pada saat penelitian. Debit air yang telah dinaikkan akan disalurkan menuju rumah turbin ulir melalui *waterway* atau saluran air.



Gambar 3.7 Menyalurkan Debit Air menuju rumah turbin

Setelah debit air naik tunggu hingga beberapa menit sampai debit air konstan, hal ini bertujuan agar mengurangi terjadinya turbelensi pada *waterway* atau saluran air yang nantinya akan mempermudah pengukuran tinggi air. Setelah debit air berjalan dengan konstan maka dilakukan pengukuran ketinggian air menggunakan penggaris siku sesuai dengan ketinggian air yang akan dibutuhkan. Apabila debit air terlalu besar maka dilakukan pengaturan pada saluran air menggunakan katub (*valve*) hingga mencapai debit yang dibutuhkan.



Gambar 3.8 Mengukur Ketinggian Air

Setelah mencapai debit yang dibutuhkan untuk penelitian, maka selanjutnya mengatur sudut kemiringan poros turbin ulir (32° , 37° , 42° dan 47°). Untuk mengatur sudut kemiringan dengan menggunakan besi siku sebagai penyangga rumah turbin yang akan disesuaikan pada dudukan besi siku yang telah disediakan. Sebelum membuat dudukan besi siku hal yang dilakukan adalah mencari sudut kemiringan dengan menggunakan bantuan aplikasi android (Inclinometer) yang menggunakan sensor *gyroscope* pada android.



Gambar 3.9 Pengaturan Variasi Sudut Kemiringan.

Menentukan putaran poros turbin ulir dan generator yaitu dengan cara menempelkan pita reflektif strip pada poros turbin ulir dan poros generator yang akan dihitung putarannya, setelah itu melakukan kalibrasi pada alat tachometer yang bertujuan menghindari terjadinya data eror saat penelitian dilakukan. Lakukan pengukuran putaran poros turbin ulir dan generator pada setiap variasi sudut kemiringan, untuk setiap pengukuran dilakukan sampai dengan tiga kali percobaan untuk mendapatkan hasil rata-rata.



Gambar 3.10 Pengukuran Putaran Poros Turbin Ulir dan Generator

Setelah menghitung putaran poros turbin ulir dan generator, maka selanjutnya menghitung tegangan dan kuat arus yang akan dihasilkan oleh generator dengan menggunakan alat AVOMeter. Pada tahap ini tegangan dan kuat arus dihitung setiap variasi sudut.



Gambar 3.11 Menghitung Tegangan dan Kuat Arus Pada Generator.

Tahap perhitungan gaya pengereman pada puli dilakukan bertujuan untuk menghitung seberapa besar torsi yang akan dihasilkan oleh putaran poros turbin ulir. Untuk menghitung gaya pengeraman yaitu dengan cara menggunakan dua alat timbangan digital yang akan dikaitkan pada rangka turbin ulir dengan posisi vertikal, setelah itu tali akan diikat pada kaitan kedua timbangan untuk selanjutnya tali akan dipasangkan pada puli, setiap putaran poros turbin ulir terjadi maka tali akan menarik salah satu timbangan. Pada tahap ini dilakukan tiga kali percobaan untuk menghasilkan nilai rata-rata.



Gambar 3.12 Menghitung Torsi Poros Turbin Ulir

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Perhitungan pada turbin ulir yang menggunakan variasi sudut kemiringan 32° , 37° , 42° dan 47° dengan debit air $0,013 \text{ m}^3/\text{s}$ yang terdapat pada data tabel dapat disimpulkan bahwa:

1. Putaran poros turbin ulir maksimal didapat pada sudut kemiringan 47° dengan nilai putaran poros $194,66 \text{ rpm}$, hal ini diakibatkan aliran air yang baik sehingga mendorong *blade* dan menghasilkan putaran yang maksimal. Putaran poros turbin ulir terendah diperoleh pada sudut kemiringan 32° dengan nilai putaran poros $170,66 \text{ rpm}$.
2. Daya generator tertinggi diperoleh pada sudut kemiringan 47° dengan daya sebesar $36,42 \text{ Watt}$ dan daya terendah diperoleh pada sudut kemiringan 32° dengan daya 27 Watt .
3. Efisiensi turbin ulir tertinggi diperoleh pada sudut kemiringan 47° dengan nilai efisiensi sebesar $37,5\%$, karena pada sudut 47° aliran air sangat baik sehingga maksimal untuk mendorong *blade* turbin ulir. Untuk nilai efisiensi terendah diperoleh pada sudut kemiringan 37° dengan nilai efisiensi 34% .

B. Saran

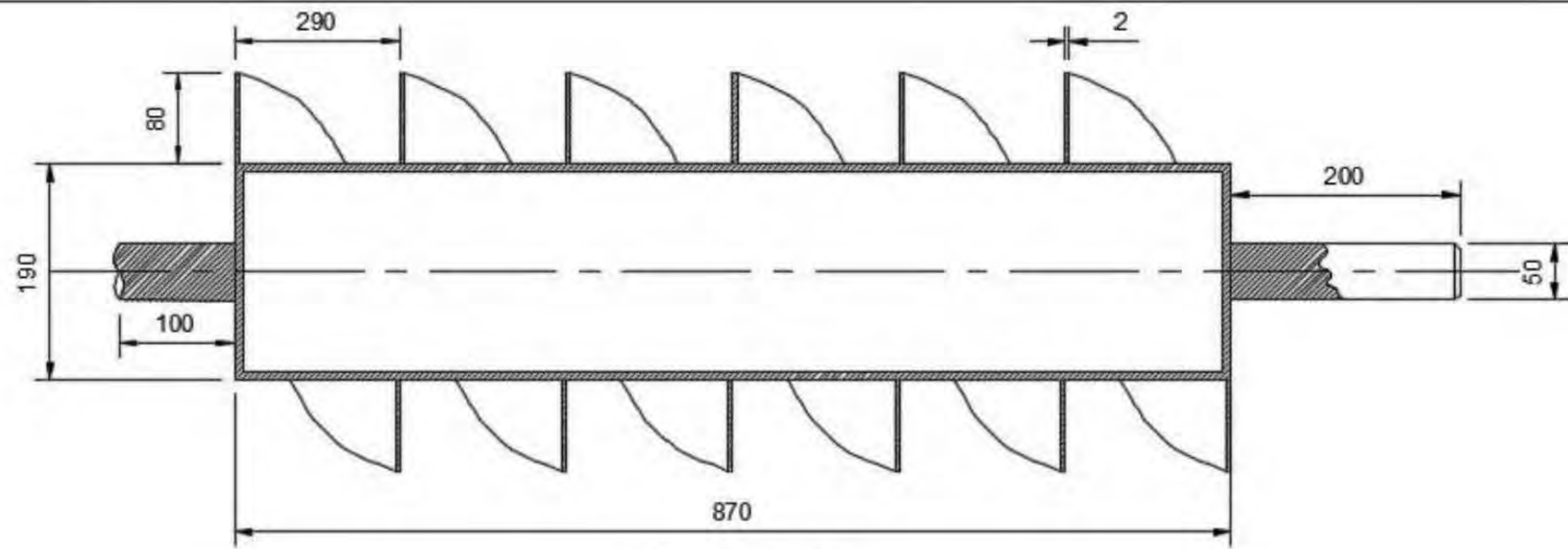
1. Perlu dilakukan kalibrasi pada alat pengujian sebelum melakukan penelitian karena akan mempengaruhi akurasi data dalam proses pengujian sehingga tidak ada kesalahan data dalam penelitian.

2. Disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan generator yang lebih baik lengkap dengan *name plate* agar dapat mengetahui spesifikasi dari generator tersebut.

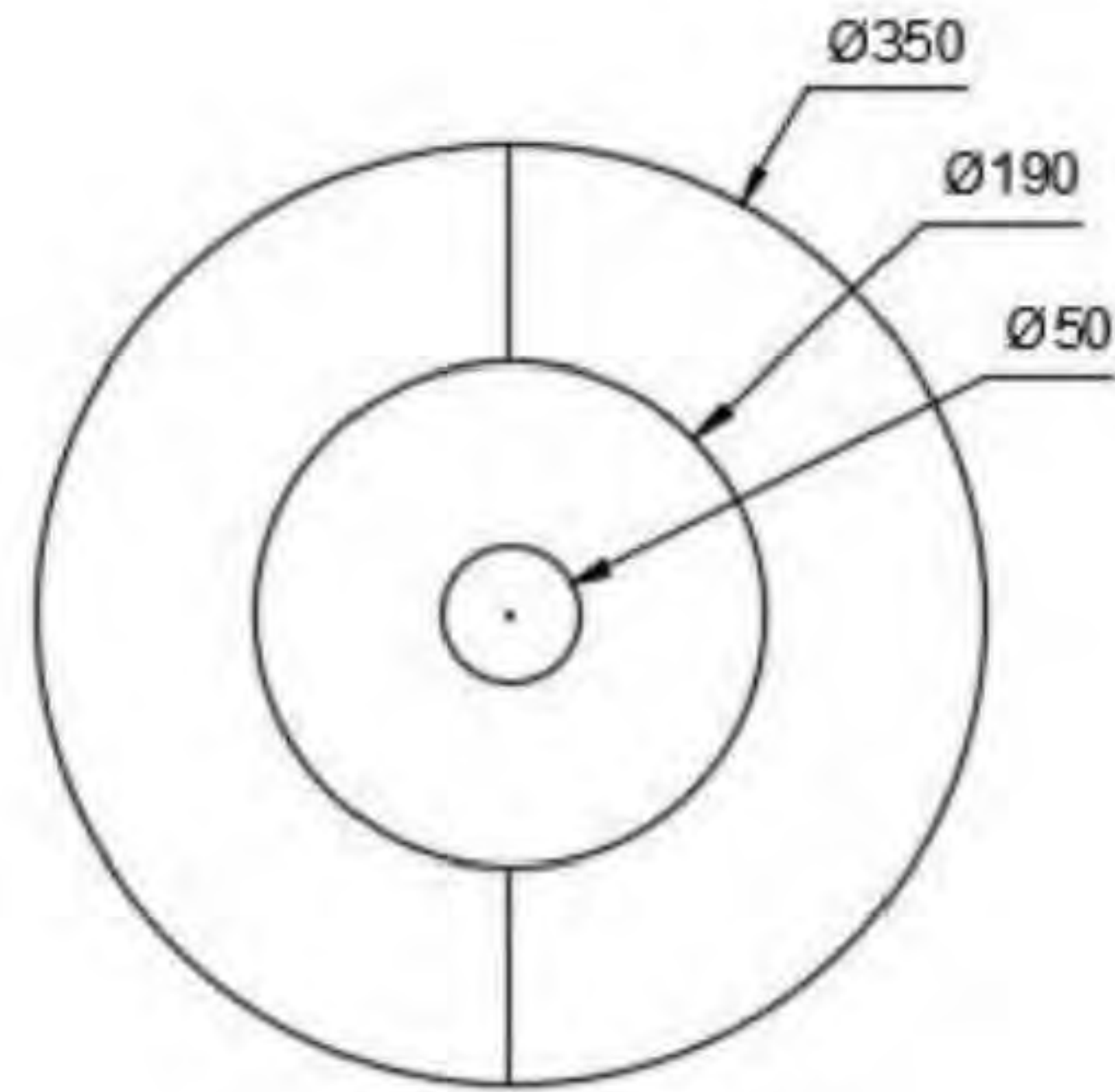
DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Trisna Saputra and A. I. Weking, “Eksperimental Pengaruh Variasi Sudut Ulir Pada Turbin Ulir (Archimedean Screw) Pusat Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Head Rendah,” vol. 18, no. 1, pp. 83–90, 2019.
- [2] W. A. Wijaya and L. Jasa, “ANALISA PENGARUH KEMIRINGAN HEAD DAN VARIASI SUDUT BLADE TURBIN ULIR TERHADAP KINERJA PLTMH,” vol. 8, no. 1, pp. 73–84, 2021.
- [3] I. P. Juliana, A. I. Weking, and L. Jasa, “ Pengaruh Sudut Kemiringan Head Turbin Ulir Terhadap Daya Putar Turbin Ulir Dan Daya Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 3, p. 393, 2018.
- [4] A. D. Nugroho, “Kajian Teoritik Pengaruh Geometri Dan Sudut Kemiringan Terhadap Kinerja Turbin Archimedes Screw,” *Conf. Senat. STT Adisutjipto Yogyakarta*, vol. 3, 2017.
- [5] M. Abdulkadir, “Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Kinerja Turbin Ulir,” *Kurvatek*, vol. 2, no. 1, pp. 65–72, 2018.
- [6] D. Mahesa Prabowoputra, S. Hadi, J. M. Sohn, and A. R. Prabowo, “The effect of multi-stage modification on the performance of Savonius water turbines under the horizontal axis condition,” *Open Eng.*, vol. 10, no. 1, pp. 793–803, 2020.
- [7] A. M. Kusnadi, G. Pakki, and K. Gunarko, “Rancang Bangun Dan Uji Performansi Turbin Air Jenis Kaplan Skala Mikro Hidro,” *J. Tek. Mesin Univ.*, vol. 7, no. 2, 2018.
- [8] M. Misbachudin *et al.*, “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Di Desa Kayuni Kabupaten Fakfak Provinsi Papua Barat,” *Austenit*, vol. 8, no. 2, pp. 1–12, 2016.
- [9] Slameto, B Suharto dan E. F. Beki, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Microhydro Portable Menggunakan Archimedes Screw,” *Conf. Innov. Appl. Sci. Technol.*, vol. 6, no. 2, p. 77, 2020.
- [10] “DYP2PW.” [Online]. Available: <https://www.alamy.com/archimedes-screw-illustration-from-soviet-encyclopedia-1926-image68711969.html>.
- [11] A. Havendri, A dan I., “Kaji Eksperimental Penentuan Sudut Ulir Optimum Pada Turbin Ulir Untuk Data Perancangan Turbin Ulir Pada Pusat Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dengan Head Rendah,” *Semin. Nas. Tah. Tek. Mesin*, vol. 9, pp. 274–278, 2010.
- [12] “httpswww.” [Online]. Available: <httpswww.rehart-power.deenhydropower-screwsmode-of-operation.html>.

- [13] H. B. Harja, H. Abdurrahim, S. Yoewono, and H. Riyanto, "Penentuan Dimensi Sudu Dan Sudut Kemiringan Poros Turbin Pada Turbin Ulir Archimedes," *Issn*, vol. 36, no. 1, p. 2, 2014.
- [14] A. Sidiq, Y. Maulana, and I. Noor, "Perancangan Turbin Air Tipe Screw Dengan Sudut Kemiringan," vol. 6, no. 1, pp. 39–45, 2021.
- [15] L. Saputra, I.W.B. Weking, A.I. Jasa, "Rancang Bangun Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Menggunakan Kincir Overshot Wheel," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. Vol. 16, N, 2017.
- [16] J. Desember, S. Sukamta, and A. Kusmantoro, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur," *J. Tek. Elektro Unnes*, vol. 5, no. 2, pp. 58–63, 2013.
- [17] S. Buyung, "Analisis Pengaruh Tinggi Jatuhnya Air Terhadap Daya Pembangkit Listrik Tenaga Micro Hydro Tipe Turbin Pelton," pp. 1–8, 2013.
- [18] R. Harahap and S. Nofriadi, "Analisa Perbandingan Efisiensi Dan Torsi Dengan Menggunakan Metode Penyadapan Sejajar Terhadap Metode Pergeseran Sikat Pada Motor Arus Searah Kompon Pendek Dengan Kutub Bantu," *J. Electr. Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 105–111, 2019.
- [19] P. Naca, D. Sudut, M. Burhannuddin, M. Abdulkadir, and E. Yawara, "MERANCANG, MEMBUAT DAN MENELITI TURBIN GORLOV SUMBU VERTIKAL DENGAN PROFIL NACA 0012 DENGAN SUDUT PUNTIR 45°," vol. 01, no. 01, pp. 39–45, 2020.
- [20] Sulhairi, M. S. Pallu, and B. Bakri, "Pengaruh perubahan debit dan tinggi jatuh terhadap kehilangan energi pada jaringan perpipaan," *J. Penelit. Enj.*, vol. 24, no. 2, pp. 164–174, 2020.
- [21] A. Indriani, "Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Kutub dan Jarak Celah Magnet Rotor Terhadap Performan Generator Sinkron Fluks Radial," *J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 62–71, 2015.
- [22] B. Prasetyo and T. H. Mulud, "Rancang Bangun Motor – Generator Magnet Permanen Jenis NdFeB," *Eksergi*, vol. 15, no. 2, p. 60, 2019.
- [23] A. Budiman, H. Asy'ari, and A. R. Hakim, "Desain Generator Magnet Permanen Untuk Sepeda Listrik," *Emitor*, vol. 12, no. 01, pp. 59–67, 2005.



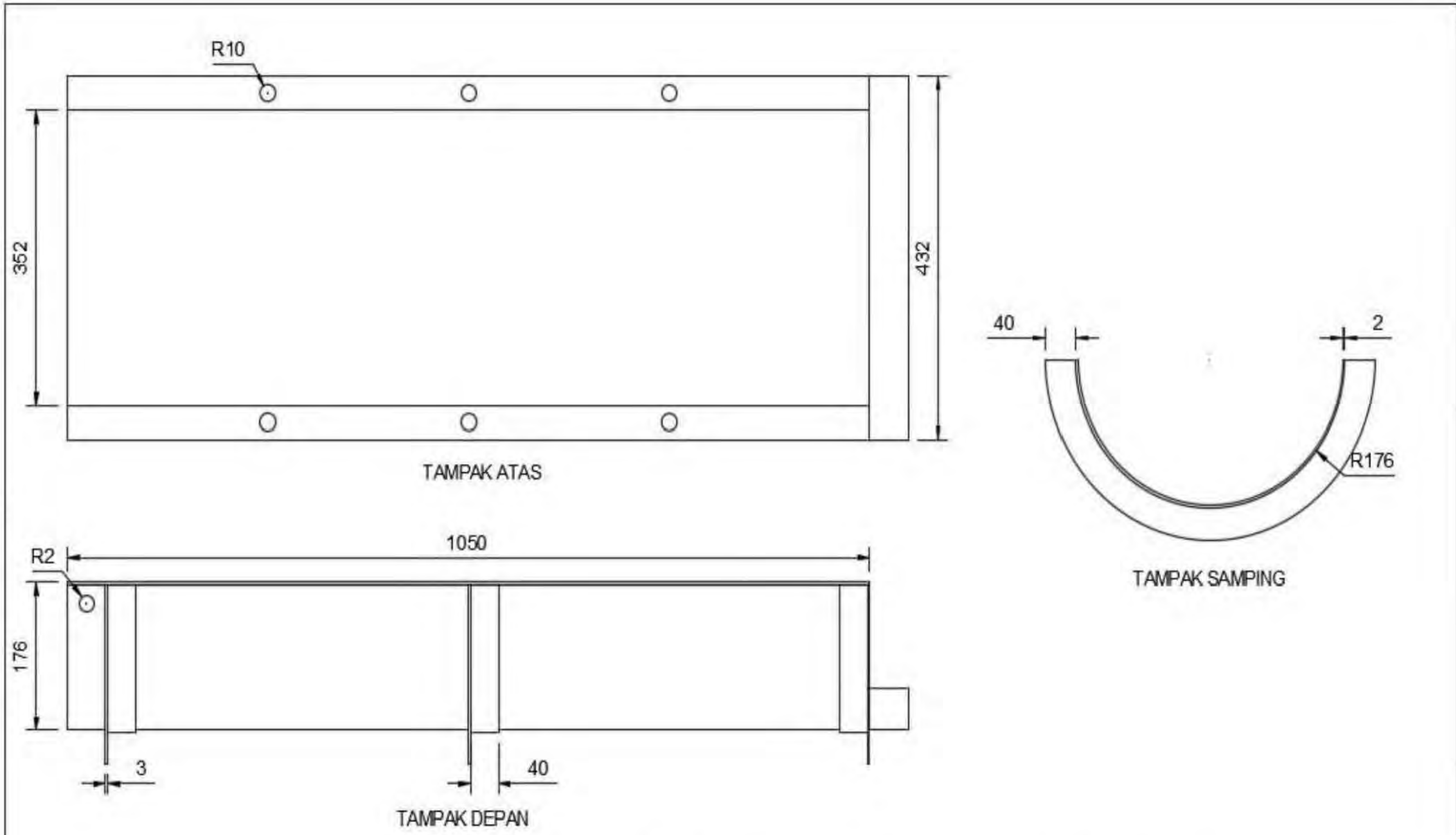
TAMPAK DEPAN



TAMPAK SAMPING

	SKALA : 1:5	DIGAMBAR : MANOTAR J. SITUMORANG	PERINGATAN :	
	SATUAN : mm	NPM : 178130039		
	TANGGAL : 12-11-21	PRODI : TEKNIK ME SIN		
STUDIO GAMBAR ME SIN FT UMA	TURBIN ULIR		TUGAS AKHIR	A4

52



	SKALA : 1:5	DIGAMBAR : MANOTAR J. SITUMORANG	PERINGATAN :	
	SATUAN : mm	NPM : 178130039		
	TANGGAL : 12-11-21	PRODI : TEKNIK MESIN		
STUDIO GAMBAR MESIN FT UMA	RUMAH TURBIN ULIR		TUGAS AKHIR	A4