

**PERANCANGAN TURBIN ULIR PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA MIKRO HIDRO SKALA LABORATORIUM
DAYA 50 W**

SKRIPSI

**OLEH:
DIO JASMAN LUMBANRAJA
178130075**



**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 26/7/22

Access From (repository.uma.ac.id)26/7/22

**PERANCANGAN TURBIN ULIR PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA MIKRO HIDRO SKALA LABORATORIUM
DAYA 50 W**

SKRIPSI

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



Oleh:

**DIO JASMAN LUMBANRAJA
178130075**

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

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI


Judul Proposal : Perancangan Turbin Ulir Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Skala Laboratorium Daya 50 W
Nama Mahasiswa : Dio Jasman Lumbanraja
NIM : 178130075
Bidang Keahlian : Material Manufaktur


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

Nama Dosen Pembimbing I : Indra Hermawan, ST, MT
NIDN : 0114048001
Nama Dosen Pembimbing II : M. Yusuf Rahmansyah Siahaan, ST,MT
NIDN : 0122078003

Dosen Pembimbing II,

Medan, 12 April 2022
Dosen Pembimbing I,


(M. Yusuf Rahmansyah Siahaan, ST,MT)
NIDN: 0122078003


(Indra Hermawan, ST, MT)
NIDN: 0114048001

Diketahui Oleh:
Ketua Fakultas Teknik

(Dr. Alghina Syah S. Kottu, M.Kom)
NIDN: 0105058804

Diketahui Oleh:
Ketua Program Studi Teknik Mesin

(Indra Hermawan, S. T., M. T.)
NIDN: 0114048001

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagianbagian 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, 12 April 2022
Hormat Saya



(Dio Jasman Lumbanraja)
(178130075)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR / SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Dio Jasman Lumbanraja
NPM : 178130075
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:

“Perancangan Turbin Ulir Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Skala Laboratorium Daya 50 W”

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, 12 April 2022

Yang menyatakan:



(Dio Jasman Lumbanraja)
(178130039)

ABSTRAK

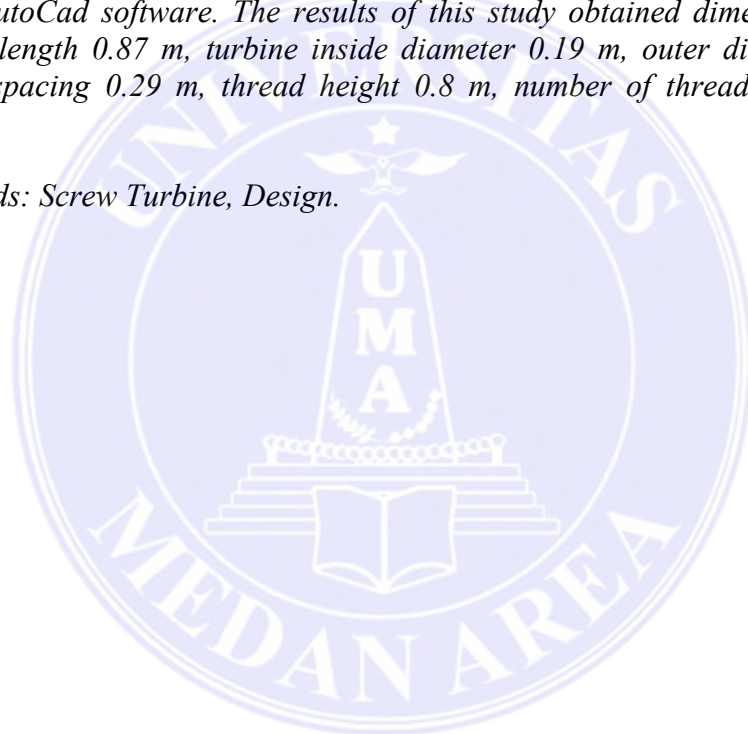
Kebutuhan energi listrik yang terjadi di dunia berdampak pada keterbatasan bahan bakar minyak yang mengakibatkan kurangnya ketersediaan listrik, maka diadakanlah penelitian-penelitian untuk membuat Pusat Tenaga Listrik Mikro Hidro (PTLMH) dengan memanfaatkan bermacam tipe turbin air. Salah satu dari tipe turbin yang sangat berpotensi untuk pembangkit listrik mikrohidro pada sungai-sungai di Indonesia adalah Turbin *Screw (Archimedean Turbine)*. Tujuan penelitian ini adalah Membuat Survey pelanggan untuk Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, Merancang dan memilih konsep Turbin Ulir Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro, Menganalisis elemen mesin Turbin Ulir Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. Metodologi yang digunakan meliputi beberapa pembagian tahap yaitu, studi literatur, Pengumpulan Alat / Bahan, membuat konsep perancangan perhitungan ukuran dimensi rancangan, dan gambar desain menggunakan software AutoCad. Hasil dari penelitian ini didapatkan ukuran dimensi seperti, panjang turbin 0,87 m, diameter dalam turbin 0,19 m, diameter luar 0,35 m, jarak ulir 0,29 m, tinggi ulir 0,8 m, jumlah ulir 3 buah, dan menggunakan 2 sudu.

Kata Kunci : Turbin Ulir, Perancangan.

ABSTRACT

The need for electrical energy that occurs in the world has an impact on the limitations of fuel oil which results in a lack of electricity availability, so research is carried out to create a Microhydro Electric Power Center (PTLMH) by utilizing various types of water turbines. One of the types of turbines that have the potential to generate micro-hydro power in rivers in Indonesia is the Screw Turbine (Archimedean Turbine). The purpose of this research is to make a customer survey for the micro-hydro power plant turbine, design and select the concept of the micro-hydro power plant screw turbine, analyze the machine elements of the micro-hydro power plant screw turbine. The methodology used includes several stages, namely, literature study, Collection of Tools / Materials, making design concepts, calculating design dimensions, and design drawings using AutoCad software. The results of this study obtained dimensions such as turbine length 0.87 m, turbine inside diameter 0.19 m, outer diameter 0.35 m, thread spacing 0.29 m, thread height 0.8 m, number of threads 3, and use 2 spoons.

Keywords: Screw Turbine, Design.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Dio Jasman Lumbanraja, dilahirkan di Desa Harian, Kecamatan Onanrunggu, Kabupaten Samsir, Provinsi Sumatera Utara, tanggal 23 Desember 1999 dan Ayah bernama Birman Lumbanraja dan ibu Eslina Silalahi, penulis merupakan anak kelima dari lima bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 2011 di SD NEGERI 2 HARIAN, Kecamatan Onan Runggu, Kabupaten Samsir, dan menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2014 di SMP NEGERI 1 NAINGGOLAN, Kecamatan Nainggolan, Kabupaten Samsir, dan juga penulis menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMK N 1 BALIGE pada tahun 2017, Kecamatan Saposurung Kota Balige , Provinsi Sumatera Utara. Pada Tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Medan Area, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin dan Selesai Pada Tahun 2022.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan Rahmat dan Anugerahnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir iniyang berjudul Perancangan Turbin Ulir Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Skala Laboratorium Daya 50 W.

Dengan selesainya penulisan Tugas Akhir ini, tidak terlepas dari dukungan dan kerja sama yang baik dari banyak pihak yang secara langsung maupun tidak langsung terlibat dalam Tugas akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini sudah selayaknya penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. BapakProf. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom., M.Kom., selakuDekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Muhammad Idris, ST., MT.,selakuKetua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
4. Bapak Dr. Iswandi, ST., MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
5. Bapak Indra Hermawan, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Iyang selalu sabar meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing penulis menyelesaikan laporan ini serta mengoreksi segala kesalahan.
6. Bapak M. Yusuf Rahmansyah Siahaan, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan saran, nasehat, semangat dan perbaikan selama penyusunan tugas akhir ini.

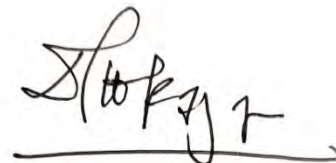
7. Seluruh Dosen pengampu yang telah mengajar dan memberi ilmu selama perkuliahan di Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
8. Seluruh Staf dan Pegawai Fakultas Teknik yang telah membantu segala urusan penulis di Universitas Medan Area.
9. Ibu saya Eslina Silalahi yang telah membesarkan, mendidik dan membiayai kebutuhan hidup saya, Terimakasih banyak.
10. Saudara kandung dan keluarga penulis yang selalu memberi dukungan tenaga, materi dan jugamendoakan penulis.
11. Teman-Teman seperjuangan yang sudah memberi bantuan dan dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini tepat pada waktunya.

Penulis menyadari akan keterbatasan ilmu dan pengetahuan yang dimiliki serta menyadari bahwa dalam penyusunan Proposal ini masih jauh dari kata sempurna.

Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis selalu mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Proposal ini dimasa yang akan datang.

Akhir kata, semoga laporan proposal ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis khususnya.

Penulis



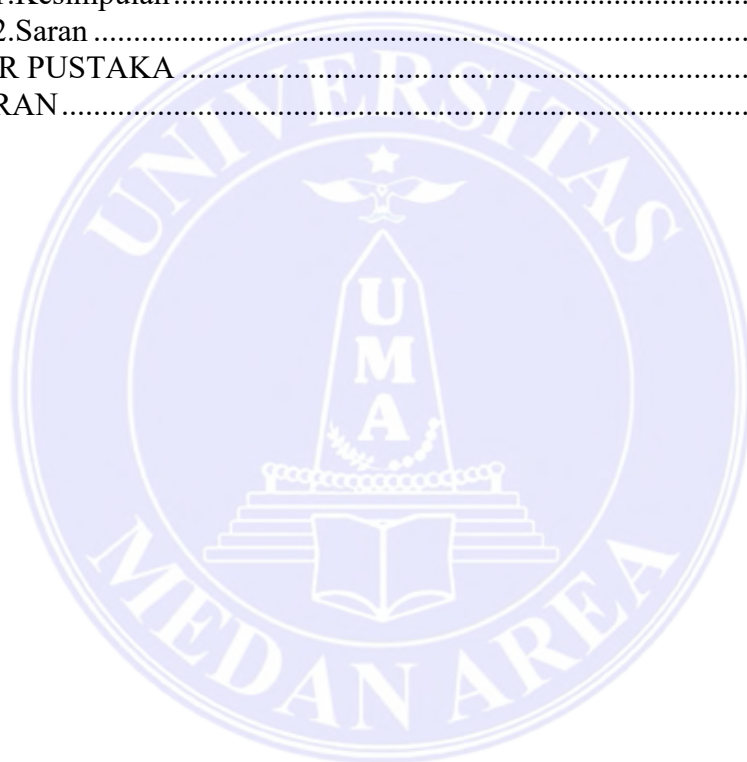
(Dio Jasman Lumbanraja)
Npm. 178130075



DAFTAR ISI

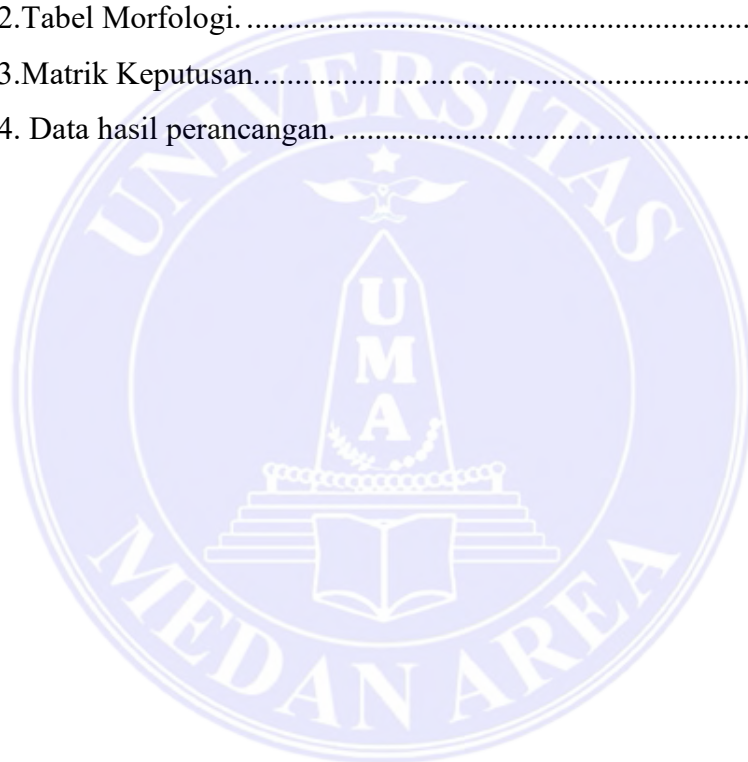
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	Er
ror! Bookmark not defined.	
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	Er
ror! Bookmark not defined.	
ABSTRAK	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	vii
KATAPENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTARGAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang.....	1
1.2.Rumusan Masalah.....	3
1.3.Batasan Masalah	3
1.4.Tujuan Penelitian	4
1.5.Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1.Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)	5
2.1.1.Prinsip Kerja Pembangkit Listrik (PLTMH)	5
2.1.2.Pemilihan Lokasi PLTMH.....	6
2.1.3.Komponen-Komponen PLTMH.....	6
2.2.Turbin air	6
2.2.1.Jenis-jenis turbin air.....	6
2.2.2.Pemilihan Jenis Turbin.	7
2.2.3.Turbin ulir (<i>Archimedes screw</i>)	8
2.3.Perancangan.....	14
2.3.1.Kriteria perancangan.....	15
2.3.2.Prosedur dalam Perancangan.....	15
2.3.3.Menentukan Debit, <i>Head</i> dan Daya teoritis rancangan.....	17
2.3.4.Analisis elemen mesin utama Turbin ulir.....	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1.Tempat dan Waktu.....	27
3.2.Alat dan Bahan	28
3.2.1. Alat penelitian	28
3.2.2.Bahan penelitian	29
3.3.Metode penelitian	30
3.3.1.Studi literatur	30

3.3.3.Konsep perancangan.....	30
3.4.Gambar setup rancangan.....	32
3.5.Bagan Alur penelitian.....	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1.Membuat Survey.....	34
4.2.Membuat konsep rancangan.....	40
4.3.Memilih Konsep Rancangan.....	42
4.4.Hasil desain pemilihan konsep perancangan turbin ulir.....	43
4.4.1.Screw dan poros.....	44
4.4.3.Kerangka turbin.....	45
4.4.4.Desain Turbin Ulir.....	45
4.5.Hasil analisis elemen mesin.....	46
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1.Kesimpulan.....	55
5.2.Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN.....	58



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Perancangan dan spesifikasi penelitian sebelumnya.....	2
Tabel 1.2. Perancangan dan spesifikasi penelitian sebelumnya.....	3
Tabel 2.1. Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air.....	7
Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Perancangan.....	27
Tabel 3.2. Komponen-komponen turbin rancangan.....	32
Tabel 4.1. Hubungan kebutuhan pelanggan dengan karekteristik teknik.	39
Tabel 4.2. Tabel Morfologi.	40
Tabel 4.3. Matrik Keputusan.....	43
Tabel 4.4. Data hasil perancangan.	54



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Head-flow turbin air.....	8
Gambar 2.2. Ilustrasi sebuah turbin ulir.....	9
Gambar 2.3. Ilustrasi ulir (blade).....	10
Gambar 2.4. Poros dengan ulir yang sudah terpasang.....	10
Gambar 2.5. Rumah turbin ulir.....	11
Gambar 2.6. Pulley dan sabuk.....	11
Gambar 2.7. Bantalan.....	12
Gambar 2.8. Potongan melintang konstruksi generator DC.....	13
Gambar 2.9. Konstruksi generator AC.....	14
Gambar 2.10. Dimensi turbin ulir.....	19
Gambar 3.1. Laptop.....	28
Gambar 3.2. Kertas gambar.....	29
Gambar 3.3. Proses perancangan elemen mesin.....	31
Gambar 3.4. Gambar setup rancangan.....	32
Gambar 3.5. Flow Chart.....	33
Gambar 4.1. Hasil survey pelanggan.....	34
Gambar 4.2. Jenis turbin yang diinginkan.....	35
Gambar 4.3. Mekanisme yang diinginkan pelanggan.....	35
Gambar 4.4. Material Ulir yang diinginkan pelanggan.....	36
Gambar 4.5. Jenis aliran yang dimanfaatkan pelanggan.....	37
Gambar 4.6. Kisaran Harga yang diinginkan pelanggan.....	37
Gambar 4.7. Perawatan yang dibutuhkan pelanggan.....	38
Gambar 4.8. Sketsa Konsep pertama.....	41
Gambar 4.9. Sketsa Konsep kedua.....	41
Gambar 4.10. Sketsa Konsep ketiga.....	42
Gambar 4.11. Hasil Konsep screw.....	44
Gambar 4.12. Rumah screw.....	44
Gambar 4.13. Struktur rangka.....	45
Gambar 4.14. Hasil Desain turbin ulir.....	46

DAFTAR NOTASI

SIMBOL	ARTI	SATUAN
M	Massa	kg
G	gravitasi	9,8 m/s
V	Kecepatan	m/s
Q	Debit air	m ³ /s
A	Luas Penampang	m ²
P	Daya	W
P _{turbin}	Daya turbin	W
P _{generator}	Daya generator	W
H	Ketinggian	m
L	Lebar saluran	m
T	Waktu	s
ρ	Massa air	kg/m ³
H	Efisiensi	
η_T	Efisiensi Turbin	
T	Torsi	N.m
F	Gaya	N
R	Jari-jari Turbin	m
N	Kecepatan putaran	rpm

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jumlah penduduk di seluruh negara, khususnya di Indonesia meningkat sangat pesat dari tahun ke tahun, hal ini berdampak pada kebutuhan energi listrik yang meningkat karena mudahnya untuk diubah menjadi bentuk energi lain, terutama perkembangan teknologi dan penggunaan alat-alat elektronik, padahal pemenuhan kebutuhan listrik masih belum merata dalam setiap lapisan masyarakat terutama daerah terpencil, sementara penggunaan bahan bakar fosil yang semakin habis dan kurang ramah lingkungan masih sangat tinggi untuk digunakan sebagai pembangkitan energi listrik.

Indonesia adalah negara yang cukup kaya dengan potensi energi terbarukan seperti energi air (minihidro, mikrohidro, pikohidro), energi biomassa, energi surya, energi angin, energi panas bumi, energi laut, dan energi nuklir yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan energi listrik yang ramah lingkungan.

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) pengembangannya cukup memanfaatkan potensi aliran air dengan head (ketinggian) rendah dan debit tertentu yang dikonversi menjadi energi listrik melalui turbin dan generator. Dari permasalahan di atas, penyusun tertarik untuk mengembangkan jenis turbin yang dapat beroperasi optimal pada head rendah dan debit kecil, yaitu turbin ulir.

Turbin ini beroperasi dengan putaran rendah dan sangat efektif dikembangkan di Indonesia, PLTMH ini memiliki beberapa keunggulan di antara jenis turbin head rendah yang lain sebagai berikut [1]:

1. Minimalnya penggunaan sistem kontrol khusus karena penggunaan unit peralatan dan generator yang standar.
2. Mudah dalam instalasi, konstruksi dan perawatan.
3. Pembangkit listrik yang Ramah lingkungan.
4. Biaya perawatan yang cukup terjangkau.

Kinerja sebuah turbin ulir dipengaruhi oleh parameter-parameter yang terkait dalam perancangan turbin ulir itu sendiri, antara lain: pitch atau jarak periode dari sebuah sudut (blade) dan pemasangan turbin atau kemiringan poros[2].

Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik mengembangkan perancangan tentang turbin ulir yang disusun dalam tugas akhir teknik mesin yang diberi judul “Perancangan Turbin Ulir sebagai Pembangkit Listrik Tenaga mikrohidro skala Laboratorium Daya 50 W.

Penelitian sebelumnya mengenai turbin ulir dewasa ini telah dilakukan oleh ilmuwan-ilmuwan di berbagai negara, termasuk di Indonesia. Havendri (2009) telah membuat model prototipe turbin air tipe *screw* (*Archimedean Turbine*) untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh).

Dari hasil perencanaan dan pembuatan model tersebut, didapatkan spesifikasi rancangan dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1. Perancangan dan spesifikasi penelitian sebelumnya.

NO	Perancangan	Spesifikasi
1.	Daya turbin	100 W
2.	Putaran turbin	45 rpm
3.	Head turbin	1 m
4.	Kapasitas aliran	0,022 m ³ /s
5.	Diameter turbin	0,167 m
6.	Material turbin baja karbon	ASTM A53

Penelitian sebelumnya juga sudah dilakukan oleh Encu Saefudin (2017) dengan judul penelitian Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan penelitian merancang turbin type screw untuk aliran sungai, dengan debit aliran $0,027 \text{ m}^3/\text{s}$ dan head 1,05 m.

Hasil perancangan dan pembuatan model tersebut, didapatkan spesifikasi dapat dilihat pada tabel 1.2.

Tabel 1.2. Perancangan dan spesifikasi penelitian sebelumnya.

No	Perancangan	Spesifikasi
1.	Sudut Ulir	26°
2.	Sudut Turbin	35°
3.	Kecepatan Putaran Turbin	30 rpm
4.	Diameter Turbin	726,6 mm
5.	Diameter Poros Turbin	217,9 mm
6.	Panjang Turbin	2,043 m
7.	Pitch Turbin	581,2 mm
8.	Jumlah Blade dan Ulir	2 buah dan 7 buah
9.	Efisiensi Turbin	78,75 %
10.	Potensi Daya Sungai	3401,22 watt
11.	Daya Turbin Hasil Rancangan	2678,35 watt

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan di atas, terdapat rumusan masalah yang selanjutnya menjadi bahan kajian bagi penulis, yaitu:

1. Pemanfaatan energi potensi aliran air yang ada di lapisan masyarakat untuk digunakan kebutuhan listrik.
2. Dibutuhkan Alat agar dapat mengubah potensi aliran menjadi sumber arus listrik.
3. Merancang Turbin ulir pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang efisien.

1.3. Batasan Masalah

Sebagai batasan masalah agar perancangan ini tidak menyimpang, penulisan dibatasi pada:

1. Perancangan Turbin ulir dengan dua sudu.

2. Merancang Turbin ulir type screw skala laboratorium.
3. Perancangan Turbin ulir menggunakan Head 0,5 m.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari perancangan Turbin ulir ini yaitu:

1. Membuat Survey pelanggan untuk Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.
2. Merancang dan memilih konsep Turbin Ulir Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.
3. Menganalisis elemen mesin Turbin Ulir Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dari perancangan Turbin ulir skala laboratorium ini adalah:

1. Mengetahui rancangan turbin ulir yang optimal untuk digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga mikrohidro.
2. Sebagai bahan uji coba menentukan seberapa efektifnya turbin ulir ini menghasilkan arus listrik.
3. Dapat digunakan sebagai pedoman perancangan dalam pembuatan turbin ulir kedepannyanglebih besar daya yang dihasilkan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik berskala kecil (kurang dari 100 kW), yang memanfaatkan tenaga (aliran) air sebagai sumber penghasil energi. PLTMH termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut *clean energy* karena ramah lingkungan. Tenaga air berasal dari aliran sungai kecil atau danau yang dibendung dan kemudian dari ketinggian tertentu dan memiliki debit yang sesuai akan menggerakkan turbin yang dihubungkan dengan generator listrik.

Semakin tinggi jatuhan air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Pembangkit tenaga air merupakan suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator.

2.1.1. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

Pembangkit listrik tenaga air skala mikrohidro pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik. Sebuah skema mikrohidro memerlukan dua hal yaitu, debit air dan ketinggian jatuh (head) untuk menghasilkan tenaga yang dapat dimanfaatkan.

2.1.2. Pemilihan Lokasi PLTMH

Faktor yang menentukan dalam pemilihan lokasi PLTMH adalah:

- a. Debit air.
- b. Menentukan tinggi jatuh air (H).
- c. Kondisi geologis dan keadaan air.
- d. Faktor sosial dan ekonomis.

2.1.3. Komponen-Komponen PLTMH

Komponen PLTMH secara umum terdiri dari:

- a. Bendungan.
- b. Saringan (Sand trap).
- c. Pintu pengambilan air (Intake).
- d. Pipa pesat (Penstok).
- e. Katub utama (main value atau inlet value).
- f. Power House.

2.2. Turbin air

Turbin air adalah suatu alat yang mengubah energi air menjadi energi puntir. Energi air yang meliputi energi potensial termasuk komponen tekanan dan kecepatan aliran air yang terkandung didalamnya merubah menjadi energi kinetik untuk memutar turbin. Prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik.

2.2.1. Jenis-jenis turbin air

Turbin air merupakan mesin penggerak mula (premier mover engine) dimana air sebagai fluida kerjanya, air mempunyai sifat alami mengalir dari tempat yang lebih tinggi menuju ke tempat yang lebih rendah,

Klasifikasi pembangkit listrik tenaga air dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air.

No	Nama	Kapasitas
1.	PLTA <i>Picohydro</i>	< 0,5 KW
2.	PLTA <i>Microhydro</i>	< 100 KW
3.	PLTA <i>Minihydro</i>	100 – 1000 KW
4.	PLTA Skala kecil	1 – 10 MW
5.	PLTA Skala besar	> 10 MW

Turbin dapat diklasifikasikan berdasarkan prinsip kerjanya sebagai berikut[3].

a. Turbin Impuls

Turbin impuls (impulse turbine), yaitu turbin yang digerakkan oleh sebuah atau beberapa pancaran air (water jet) berkecepatan tinggi. Jenis-jenis turbin impuls adalah turbin Pelton, turbin Turgo, dan turbin Crossflow.

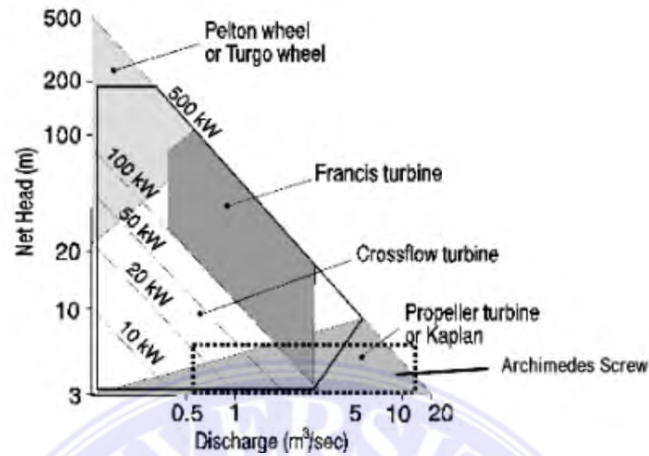
b. Turbin Reaksi

Turbin reaksi adalah turbin yang cara kerjanya merubah seluruh energi air yang tersedia menjadi energi kinetik. Sudu pada turbin reaksi mempunyai profil khusus yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan air selama melalui sudu. Perbedaan tekanan ini memberikan gaya pada sudu sehingga runner (bagian turbin yang berputar) dapat berputar. Jenis turbin reaksi yang sering digunakan antara lain, turbin Francis, turbin propeler atau Kaplan dan turbin ulir[3].

2.2.2. Pemilihan Jenis Turbin.

Pemilihan jenis turbin dapat ditentukan berdasarkan kelebihan dan kekurangan dari jenis-jenis turbin, khususnya untuk suatu desain yang sangat spesifik. Faktor tinggi jatuhnya air efektif (Net Head) dan debit yang akan dimanfaatkan untuk operasi turbin merupakan faktor utama yang

mempengaruhi pemilihan jenis turbin[4], pemilihan jenis turbin dapat dilihat pada (gambar 2.1.)



Gambar 2.1. Head-flow turbin air.

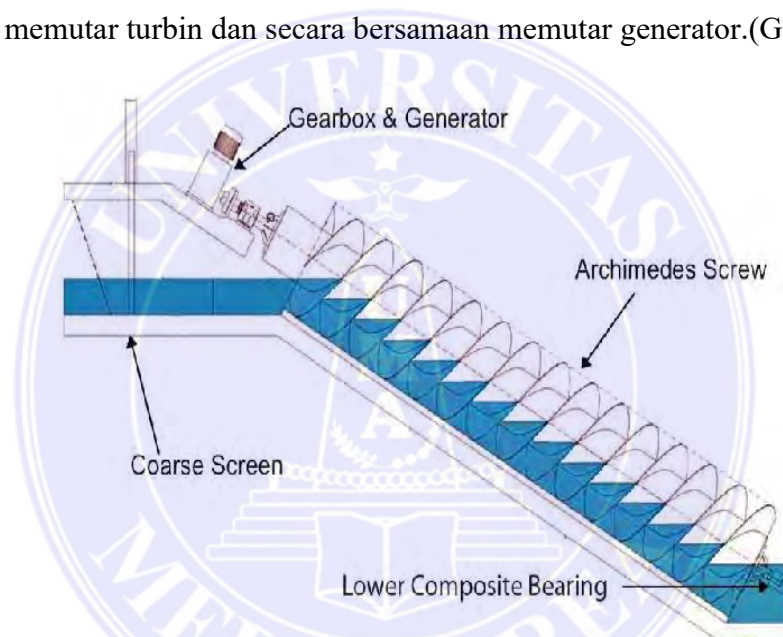
2.2.3. Turbin ulir (*Archimedes screw*)

Archimedes screw adalah jenis ulir yang telah di kenal sejak zaman kuno dan telah di gunakan sebagai pompa untuk pengairan untuk taman bergantung di Bablonia. Seiring dari krisisnya energi yang terjadi di dunia serta terbatasnya potensi sumber energi air yang memiliki head tinggi, maka pada tahun 2007 yang lalu, seorang insinyur mengemukakan idenya bahwa jika pompa ulir berputar terbalik dan membiarkan air mengendalikan pompa kemudian di atas pompa tersebut di pasang sebuah generator maka listrik akan dapat di dihasilkan sepanjang generator tersebut tidak terkena air atau basah. Jadi pada prinsipnya, turbin ulir merupakan pembalikan dari fungsi turbin ulir itu sendiri. Bagaimana pun *Archimedes Screw* sudah ada selama beberapa dekade sebagai pompa dimana telah dipasang puluhan ribu di seluruh dunia. Secara hitoris *Archimedes Screw* digunakan dalam irigasi untuk mengangkat air ke tingkat yang lebih tinggi. Ketika digunakan sebagai turbin air prinsipnya tetap sama, hanya saja prinsipnya terbalik. Air memasuki ulir di bagian atas dan berat air mendorong ulir turbin yang

berbentuk heliks yang menghasilkan putaran. Archimedes Screw dapat bekerja pada head 1 meter, dan tidak umum digunakan pada head kurang dari 1,5 meter karena alasan ekonomi dan teknis.

a. Prinsip kerja turbin ulir

Turbin ulir memiliki prinsip kerja, dimana tekanan air yang melalui bilah-bilah sudut turbin mengalami penurunan tekanan sejalan dengan penurunan kecepatan air akibat adanya hambatan dari bilah-bilah sudut turbin maka tekanan air akan memutar turbin dan secara bersamaan memutar generator.(Gambar 2.2.)



Gambar 2.2. Ilustrasi sebuah turbin ulir.

b. Parameter-Parameter Turbin Ulir(*Archimedes screw*)

Geometri dari sebuah ulir *Archimedes*(*Archimedes screw*) ditentukan oleh beberapa parameter eksternal yaitu jari-jariterluar, panjang ulir, dan kemiringan.Parameter-parameter lain yangmempengaruhi adalah parameter internal seperti jari-jari dalam, jumlah blade, danpitch blade[5].

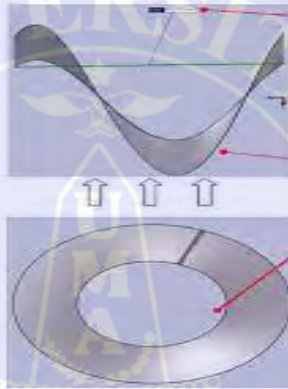
Dalam Turbin ulir (*Archimedes screw*) yang modern, jumlah daribladebiasanya 1,2, dan 3. Hal ini karena keterbatasan dalam pembuatan, berat ulir, dan biaya pembuatan turbin.

c. Bagian-bagian turbin ulir

Screw Archimedes mempunyai bagian-bagian utama seperti :*blade*, poros, rumah turbin. Turbin ini juga dilengkapi oleh bagian transmisi, bantalan, dan bagian kelistrikan.

1). *Blade*

Blade adalah ulir turbin yang terpasang pada poros, berfungsi sebagai penggerak ketika tekanan air mengalir pada tiap-tiap *blade*.(Gambar 2.3)



Gambar 2.3. Ilustrasi ulir(blade).

2). Poros

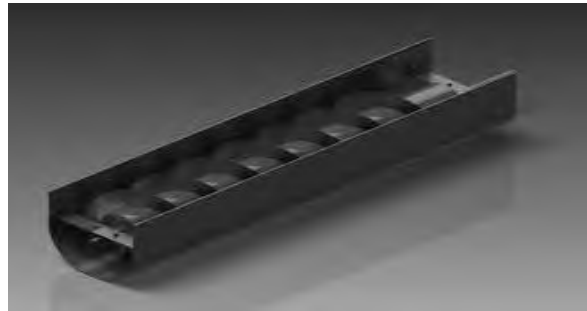
Poros berfungsi sebagai penerus putaran yang terjadi pada ulir turbin, (Gambar 2.4)



Gambar 2.4. Poros dengan ulir yang sudah terpasang.

3). Rumah turbin

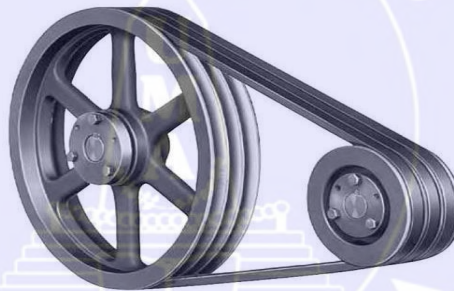
Rumah turbin merupakan wadah aliran air dengan debit tertentu dan turbin akan berputar karena tekanan aliran tersebut. (Gambar 2.5)



Gambar 2.5. Rumah turbin ulir.

4). Puli (*pulley*) dan sabuk (*Belt*)

Pulley dan *Belt* merupakan komponen pendukung yang akan meneruskan putaran dari poros turbin ke poros generator. (Gambar 2.6)



Gambar 2.6. *Pulley* dan sabuk.

Belting dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuknya, seperti : V-belt, Flat belt , Belt Datar, belt bergerigi, belt lingkaran seperti *starrope*, dalam penggunaan belt di lingkungan industri, jenis belt memiliki keunggulan masing-masing, seperti keunggulan v-belt, yang harganya terjangkau, v-belt juga dapat digunakan pada kecepatan belt sebesar 25 m/s, dan daya yang dapat ditransmisikan sebesar 500 kW.

5). Bantalan

Bantalan merupakan bagian pelengkap turbin yang berfungsi sebagaiudukan poros dan juga berfungsi memperlancar atau memperhalus putaran.(Gambar 2.7)



Gambar 2.7. Bantalan.

6). Kelistrikan

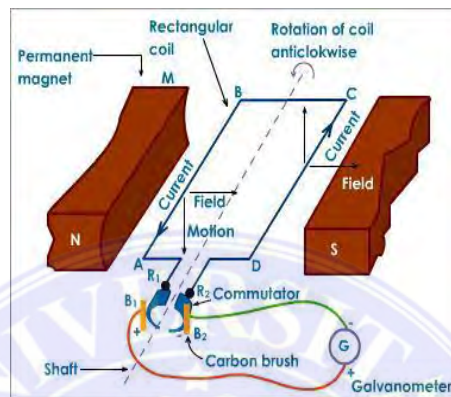
Turbin ulir (*screw Archimedes*) pastinya membutuhkan alat pengubah energi mekanis menjadi energi listrik yaitu generator, melalui adanya medan magnet yang diputar melalui rotor dan akan menimbulkan medan magnet yang timbul disisi stator dimana medan magnet yang terjadi di stator dengan pola-pola tertentu akan menimbulkan arus listrik akan mengalir dikumparan stator yang dialirkan melalui saluran transmisi sebagai arus listrik.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro mengkonversikan tenaga air menjadi energi listrik, mula-mula potensi yang ada pada tenaga air dikonversikan menjadi tenaga mekanik dalam turbin air yang kemudian turbin air tersebut memutar generator sehingga mampu dihasilkan tenaga listrik. Generator memiliki 2 jenis berdasarkan jenis arus yang dibangkitkan yaitu, generator arus searah (DC) dan generator arus bolak-balik (AC).

a). Generator DC

Generator DC merupakan sebuah perangkat Motor listrik yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Generator DC menghasilkan arus DC / arus searah. Konstruksi Generator DC Pada umumnya generator DC dibuat dengan

menggunakan magnet permanent dengan 4-kutub rotor, regulator tegangan digital, proteksi terhadap beban lebih, starter eksitasi, penyearah, bearing dan rumah generator atau casing, serta bagian rotor. Gambar berikut menunjukkan gambar potongan melintang konstruksi generator DC. (Gambar 2.8)



Gambar 2.8. Potongan melintang konstruksi generator DC.

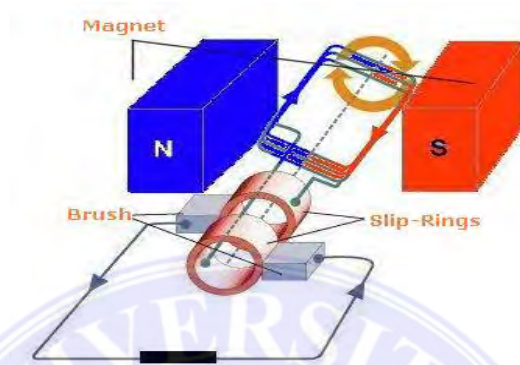
Generator DC terdiri dua bagian, yaitu stator, yaitu bagian mesin DC yang diam, dan bagian rotor, yaitu bagian mesin DC yang berputar. Bagian stator terdiri dari: rangka motor, belitan stator, sikat arang, bearing dan terminal box. Sedangkan bagian rotor terdiri dari: komutator, belitan rotor, kipas rotor dan poros rotor.

Bagian yang harus menjadi perhatian untuk perawatan secara rutin adalah sikat arang yang akan memendek dan harus diganti secara periodic / berkala. Komutator harus dibersihkan dari kotoran sisa sikat arang yang menempel dan serbuk arang yang mengisi celah-celah komutator, gunakan amplas halus untuk membersihkan noda bekas sikat arang[6].

b). Generator AC

Generator arus bolak-balik berfungsi mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik arus bolak-balik. Generator Arus Bolak-balik sering disebut juga sebagai alternator, generator AC (alternating current), atau generator sinkron.

Mesin ini tidak dapat dijalankan sendiri karena kutub-kutub rotor tidak dapat tiba-tiba mengikuti kecepatan medan putar pada waktu sakelar terhubung dengan jala-jala[6].(Gambar2.9)



Gambar 2.9. Konstruksi generator AC.

2.3. Perancangan

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada. Pengertian perancangan lainnya menurut bin Ladjamudin (2005:39) “Perancangan adalah tahapan perancangan (design) memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik”. Sedangkan perancangan menurut Kusri dkk (2007:79) “perancangan adalah proses pengembangan spesifikasi sistem baru berdasarkan hasil rekomendasi analisis sistem”. Berdasarkan pengertian di atas penulis dapat menyimpulkan bahwa perancangan adalah suatu proses untuk membuat dan mendesain sistem yang baru[7].

2.3.1. Kriteria perancangan

Meskipun kriteria yang digunakan oleh seorang perancang adalah banyak, namun semuanya tertuju pada kriteria berikut ini[7]:

- a. *Function* (fungsi/pemakaian)
- b. *Safety* (keamanan)
- c. *Reliability* (dapat diandalkan)
- d. *Cost* (biaya)
- e. *Manufacturability* (dapat diproduksi)
- f. *Marketability* (dapat dipasarkan)

2.3.2. Prosedur dalam Perancangan

Dalam perancangan mesin di sini tidak ada aturan yang baku. Masalah perancangan mungkin bisa diselesaikan dengan banyak cara. Jadi, prosedur umum untuk menyelesaikan masalah perancangan adalah sebagai berikut:

- a. Mengenali kebutuhan dengan Survey Pelanggan.

Pertama adalah membuat tahapan yang menunjukkan, maksud/usulan dari mesin yang akan dirancang, dalam tahap ini dapat dilakukan dengan membuat survey pelanggan agar mengetahui kebutuhan dan keinginan calon konsumen.

1) Membuat kusioner

Kebutuhan/keinginan pelanggan dapat diketahui dengan membuat pertanyaan-pertanyaan didalam kusioner yang akan menjawab kebutuhan pelanggan dengan syarat tidak memihak, jelas, bersih dan singkat.

2) Mengevaluasi Survey pelanggan

Setelah mendapat jawaban pertanyaan-pertanyaan dari responden di kusioner, selanjutnya mengevaluasi jawaban kedalam diagram batang.

3) Konfigurasi Rumah Kualitas

Selanjutnya data dari diagram batang tersebut dimasukkan kedalam Rumah kualitas yang Efisien dan dihubungkan dengan karakteristik teknik, dan di beri penilaian.

4) Membuat tabel Morfologi

Tabel ini berfungsi untuk mempermudah dalam membuat pilihan Konsep-konsep alat yang akan dirancang, penulis akan membuat 3 konsep perancangan yang akan dipilih berdasarkan efektifitasnya.

5) Membuat sketsa Konsep

Pada tahapan ini adalah membuat sketsa setiap konsep yang telah didapatkan dari tabel morfologi baik menggunakan gambar tangan maupun menggunakan software.

6) Memilih Konsep terbaik

Memilih konsep rancangan dapat dilakukan dengan menggunakan :
Metode matrik keputusan (Pugh Chart) ditemukan oleh Stuart Pugh, adalah teknik kualitatif yang digunakan untuk menentukan peringkat opsi multi-dimensi dari satu set opsi. Kedua dengan Matrik keputusan pemberat (Weighted Decision Matrix) Matriks keputusan adalah daftar nilai dalam baris dan kolom yang memungkinkan seorang analis untuk secara sistematis mengidentifikasi, menganalisis, dan menilai kinerja hubungan antara kumpulan nilai dan informasi. Ketiga menggunakan AHP (analytic hierarchy process) ditemukan oleh Thomas L. Saaty, adalah teknik terstruktur untuk mengatur dan menganalisis keputusan yang kompleks, berdasarkan matematika dan psikologi.

2.3.3. Menentukan Debit, *Head* dan Daya teoritis rancangan

Dalam merancang turbin ulir tentunya penulis harus menentukan Debit, Head, Daya teoritis turbin untuk menentukan ukuran dimensi turbin, agar Turbin yang dirancang dapat di buat dengan minimalnya kegagalan.

a. Debit air

Untuk menghitung Debit air Q (m^3/s) dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

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

Dimana :

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

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

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

Turbin air merupakan alat konversi energi air menjadi energi mekanik, lalu energi mekanik diubah menjadi energi listrik oleh generator. Besarnya energi yang digunakan untuk mengkonversikan energi air menjadi energi listrik, tergantung dari besarnya debit air (Q) yang menumbuk sudu turbin, luas penampang sudu yang terkena air (A) untuk menghasilkan daya (P)[8].

b. Tinggi Jatuh Air (*Head*)

Tinggi jatuh air merupakan selisih antara tinggi permukaan air atas (TPA) dengan tinggi permukaan air bawah (TPB).Ketinggian jatuh air dapat mempengaruhi kecepatan aliran air, hal ini sesuai dengan persamaan Bernoulli pada tangki berlubang yaitu :

$$V = \sqrt{2 \times g \times H} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

V = kecepatan aliran air (m/s)

g = gravitasi (m/s)

H = ketinggian jatuh air (m)

c. Daya teoritis

Untuk menghitung Daya teoritis Ph (Watt) dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Ph = \rho g Q H \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

Ph = Daya hidrolis (W)

Q = Debit aliran (m^3 /s)

ρ = massa jenis air (kg/m^3)

H = Head (m)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

d. Sudut Turbin

Sudut turbin (θ) adalah sudut kemiringan poros dan *blade* yang merupakan parameter penting dalam perancangan ukuran dimensi pada turbin, maka penulis menentukan sudut turbin sebesar 37° , nilai ini ditentukan berdasarkan penelitian sebelumnya, seperti Lyons M W K (2014) dan Vitruvius (1999) yang membuktikan bahwa sudut yang paling optimal untuk turbin jenis ulir adalah sebesar 35° sampai 40° .

e. Sudu Turbin

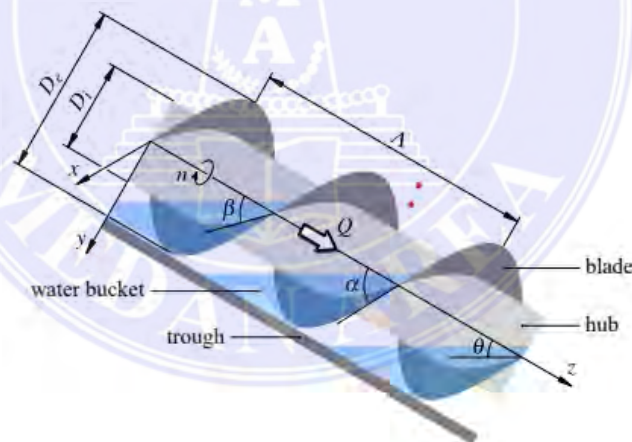
Berdasarkan prinsip kerja turbin, dimana sudu adalah komponen yang menerima tekanan aliran air, maka dari pada itu semakin banyak sudu maka aliran air akan menekan sudu semakin banyak dan itu akan mempengaruhi putaran

turbin. Tetapi ada hal penting lain yang harus diperhatikan dalam pemilihan sudu, yaitu memperhatikan berat penambahan sudu turbin, jika menggunakan 1 sudu, putaran turbin kurang efektif karena alasan diatas, jika menggunakan 3 sudu, berat dari penambahan sudu juga mempengaruhi putaran, maka penulis memilih 2 sudu turbin karena dinilai lebih efektif untuk peningkatan putaran yang akan dihasilkan oleh turbin ulir.

2.3.4. Analisis elemen mesin utama Turbin ulir

Analisis elemen mesin atau menentukan ukuran dimensi turbin meliputi : panjang turbin, diameter luar turbin, diameter dalam, jarak antar *blade*, jumlah ulir, dan penentuan sudut turbin[8].

Berikut gambar dimensi pada turbin ulir (srew Archimedes) yang akan dihitungkurannya.(Gambar 2.10)



Gambar 2.10. Dimensi turbin ulir.

a. Panjang turbin : L (m)

Panjang turbin ini ialah panjang ulir turbin yang akan dipasang pada poros, Panjang turbin dapat dihitung dengan persamaan:

$$L = \frac{z_1 - z_2}{\sin\theta} = \frac{H}{\sin\theta} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

L = Panjang turbin (m)

θ = Sudut turbin ($^{\circ}$)

H = Head (m)

pada Jumlah sudu atau $N = 2$, dipilih berdasarkan efektifitas kinerja turbin yang telah diteliti pada penelitian sebelumnya.

b. Diameter luarturbin : D_e (m)

Diameter luar adalah diameter keseluruhan dari poros turbin dengan ulir turbin yang telah disatukan. Diameter luar turbin dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$D_e = \left[\frac{18,63 K \cdot Q}{N (1 - \delta^3)} \right]^{3/7} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

Q = Debit (m^3/s)

δ = Delta

K = Konstanta

N = jumlah sudu

Nilai perbandingan Diameter atau Delta (δ) = 0,54 dan untuk nilai Konstanta K atau $\tan \theta = 0,7536$, pada Jumlah sudu atau $N = 2$, dipilih berdasarkan efektifitas kinerja turbin.

c. Diameter dalam turbin : D_i (m)

Diameter dalam adalah diameter dari poros turbin yang akan dipasang ulir turbin, Untuk perbandingan diameter dalam turbin terhadap diameter luar turbin ditentukan:

$$\delta = \frac{D_i}{D_e} \dots \dots \dots (2.6)$$

Maka:

$$D_i = \delta \times D_e \dots \dots \dots (2.7)$$

d. Jarak pitch : Λ (m)

Pitch ialah jarak antara ulir 1 dengan ulir 2 dan seterusnya dengan persamaan:

$$\Lambda = 1,6 \cdot R_e \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

Λ = jarak antar ulir

R_e = jari-jari luar turbin

e. Jumlah ulir : Z

Ulir atau *blade* ialah plat baja yang dibentuk untuk dipasang pada poros turbin screw.

$$Z = \frac{L}{\Lambda} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

Z = jumlah ulir

L = panjang turbin

Λ = jarak antar ulir

f. Kecepatan putaran turbin

Kecepatan putaran teoritis turbin jenis ulir PLTMH dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$n = \frac{931.4 \cdot K \cdot Q}{N \cdot D_e^3 (1 - \delta^3)} \dots \dots \dots (2.10)$$

K = konstanta

Q = Debit

N = Jumlah sudu

De = diameter luar

δ = Delta

g. Kecepatan putaran limit turbin

Kecepatan putaran limit diperlukan agar mengetahui batas dari kecepatan putaran turbin, yang mana pada perhitungan hasil perancangan harus kecepatan $n_{lim} > n$.

$$n_{lim} = \frac{50}{D^{2/3}} \dots \dots \dots (2.11)$$

De = diameter luar

h. Efisiensi turbin : η

Efisiensi turbin ulir pada perancangan dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_H} \times 100\% \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana :

P_{out} = Daya generator

P_H = Daya Hidrolis

2.3.5. Analisis Komponen Pendukung Turbin Ulir

Komponen pendukung turbin ulir adalah komponen-komponen yang akan melengkapi Pembangkit listrik agar turbin lebih efisien.

a. Bantalan

Poros turbin yang berputar dan menimbulkan momen gesek yang besarnya[9]

$$T = \mu \cdot W \cdot r \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana :

T= Momen gesek (N)

W = Beban pada bantalan dalam satuan (N)

r = Jari jari poros bantalan dalam satuan (m)

μ = Koofisien gesek.

Nilai $\mu = \sin \theta = \text{tang } \theta$

Daya yang hilang akibat gesekan jika poros berputar dengan putaran n putaran tiap detik dan momen geseknya T [N] maka daya yang hilang akibat gesekan ialah[9] :

$$P = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot T \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

T= Momen gesek (N)

n = Putaran poros dalam satuan (rpm)

P = Daya yang hilang akibat gesekan dalam satuan (W)

b. Pemilihan dan perhitungan diameter puli

Pemilihan puli harus ada dasar pemilihan dan tidak bisa asal-asal, untuk itu dibutuhkan perhitungan diameter puli yang jelas, perhitungan dapat menggunakan persamaan berikut.

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_1}{D_2} \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana :

i = Velocity ratio

D1 = diameter puli penggerak dalam satuan (m)

D2 = Diameter puli yang digerakan dalam satuan (m)

n_1 = putaran puli penggerak dalam satuan (rpm)

n_2 = Putaran puli yang di gerakan dalam satuan (rpm)

Perencanaan diameter puli diawali dengan perencanaan diameter yang kecil terlebih dahulu, dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Type Belt

Type Belt	A	B	C	D	E	3V	5V	8V
Diameter minimum yang diijinkan (mm)	65	115	175	300	450	67	180	315
Diameter minimum yang dianjurkan (mm)	95	145	225	350	450	100	225	360

c. Panjang Belt (L)

Untuk mengetahui panjang belt dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$L = \sqrt{4C^2 - (D - d)^2} + \frac{1}{2}(D\theta_d + d\theta_d) \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

L = Panjang belt yang dibutuhkan

C = Jarak antara poros

D = Diameter puli penggerak (m)

d = Diameter puli yang digerakan (m)

C = 1,5 sampai 2 kali pulley besar

$$\begin{aligned} \theta_d &= \pi + 2 \sin^{-1} \frac{D-d}{2C} \\ &= 6,281 \end{aligned}$$

d. Jarak antar sumbu pulley

Setelah mendapat hasil panjang belt, selanjutnya menentukan jarak kedua sumbu, dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$C = \sqrt{\frac{b^2 + 8(D_1 + D_2)^2}{8}} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana:

C = jarak antar sumbu pulley (m)

$b = 2L - \pi (D_1 + D_2)^2$

e. Analisis kekuatan kerangka

Rumus perhitungan yang digunakan pada kerangka turbin yaitu :

1) perhitungan berat konstruksi

$$P \times L \times T \times BJ \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana :

P = Panjang (m)

L = Lebar (m)

T = Tebal (m)

BJ = Berat jenis st 37 = 7,85 kg/m³

2) Perhitungan pengelasan

a) Tegangan sambungan

$$F_t = \frac{6 \cdot P \cdot H}{0,7 \cdot t \cdot i} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana :

F_t = Tegangan sambungan kg/m²

P = Beban total yang ditopang kerangka (kg)

H = Panjang setengah dari kerangka (m)

t = Tebal material (m)

i = Luas material (m)

3) Perhitungan luas penampang

$$A = t \cdot l \dots \dots \dots (2.19)$$

Dimana:

A = Luas penampang (m^2)

t = Tebal material (m)

l = Luas material (m)

4) Tegangan geser

$$FS = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.20)$$

Dimana :

FS = Tegangan geser (kg/m^2)

P = Beban total yang ditopang kerangka (kg)

A = Luas penampang kg/m^2

5) Kekuatan sambungan las

$$F = A \cdot Ft \dots \dots \dots (2.21)$$

Dimana :

F = Kekuatan sambungan las

A = Luas penampang m^2

Ft = Tegangan sambungan kg/m^2

6) F total

$$F_{tot} = \sqrt{(Fs)^2 + (Ft)^2} \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana :

F_{tot} = F total

FS = Tegangan geser (kg/m^2)

Ft = Tegangan sambungan kg/m^2)

7) Tegangan ijin

$$F_{tijin} = \frac{\sigma_t}{SF} \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana :

σ_t = Tegangan tarik bahan = 37 kg/m²

SF = Safety Factor = 6



BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

3.3.1. Tempat Penelitian

Perancangan ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Medan Area yang beralamat di Jalan Kolam No. 1 Medan Estate, Telp.7366878, 7357771, Medan Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20223.

3.3.2. Waktu Penelitian

Perancangandimulai setelahassistensi judul proposal dan berkas pegajuan proposal, perancangan akan selesai dalam waktu yang akan ditentukan.

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Perancangan.

No	Kegiatan	Waktu (Per Bulan)									
		Jul	Ags	Sep	Ok	Nov	des	Jan	Feb	Mar	
1.	Studi Literatur	■	■								
2.	Perancangan Alat	■	■	■							
3.	Penyusunan Proposal	■	■	■							
4.	Seminar Proposal			■							
5.	Perancangan Alat			■	■	■					
6.	Pengumpulan Data			■	■	■	■				
7.	Analisa Data			■	■	■	■				
8.	Penulisan Laporan						■	■			
9.	Seminar Hasil								■	■	
10.	Perbaikan									■	■
11.	Ujian Sidang										■

3.2. Alat dan Bahan

Dalam merancang model turbin ulir (*srew Archimedes*) untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala laboratorium, penulis menggunakan alat dan bahan sebagai berikut.

3.2.1. Alat penelitian

Alat adalah benda untuk mempermudah pekerjaan manusia, dalam perancangan ini penulis menggunakan alat sebagai berikut:

a. Laptop

Laptop adalah komputer yang relatif kecil dan ringan, yang memiliki fungsi yang sama, seperti pengolahan data, pengoperasian software, proses perancangan ini, penulis menggunakan laptop untuk studi literatur dan mendesain turbin ulir menggunakan *software* Autocad[10].(Gambar 3.1)



Gambar 3.2. Laptop.

Spesifikasi :

- 1) Jenis : ASUS X540Y
- 2) CPU :AMD E1-7010 APU, Dual Core 1,5GHz
- 3) OS : Windows 10 / DOS
- 4) Penyimpanan: 500GB 2,5” SATA III Hard Drive
- 5) Bobot :2.1 Kg
- 6) Baterai : 2 cell, 37 W

b. Software AutoCad

AutoCAD adalah perangkat lunak komputer CAD untuk menggambar 2 dimensi dan 3 dimensi yang dikembangkan oleh Autodesk. Program AutoCAD ini memiliki banyak perintah AutoCAD yang dapat digunakan untuk membuat perancangan dan juga memiliki banyak fasilitas dan fitur untuk pemodelan objek-objek desain sehingga banyak digunakan diberbagai bidang spesialis perancangan seperti teknik mesin dan lain sebagainya[11].

Jenis software ACAD yang digunakan adalah AutoCad 2007 dengan kelebihan seperti : kemudahan dalam pengoperasian, pengalaman penggunaannya dan cocok dengan spesifikasi laptop yg digunakan oleh penulis.

3.2.2. Bahan penelitian

Bahan atau material adalah barang yang dibutuhkan dalam membuat sesuatu alat dalam perancangan turbin ulir skala laboratorium membutuhkan bahan sebagai berikut.

a. Kertas gambar

Kertas gambar memiliki jenis ukuran yg berbeda-beda seperti: kertas A4 berukuran 297 mm x 210 mm dan A3 420 mm x 297 mm dan jenis lainnya, ini dibutuhkan dalam perancangan, fungsinya menjadi pengaplikasian gambar yg sudah di desain pada software AutoCad/SolidWork (Gambar 3.2)



Gambar 3.3. Kertas gambar.

3.3. Metode penelitian

Metode perancangan turbin ulir pembangkit listrik skala laboratorium ini meliputi beberapa pembagian tahap yaitu, studi literatur, Pengumpulan Alat / Bahan, membuat konsep perancangan perhitungan ukuran dimensi rancangan, dan gambar desain menggunakan software AutoCad.

3.3.1. Studi literatur

Tahapan awal perancangan yang dilakukan adalah studi literatur, pada tahapan ini hal yang dilakukan adalah pencarian data-data, materi-materi yang berkaitan dengan proses perancangan mesin, pemilihan material dan rumus-rumus penentuan dimensi turbin, Tahapan ini sangat penting karena dengan adanya kajian terhadap literatur yang telah ada, dapat membantu proses perancangan yang akan dilakukan.

3.3.2. Pengumpulan Alat / Bahan

Alat dan bahan dipersiapkan untuk melakukan perancangan dan pengambilan data.

3.3.3. Konsep perancangan

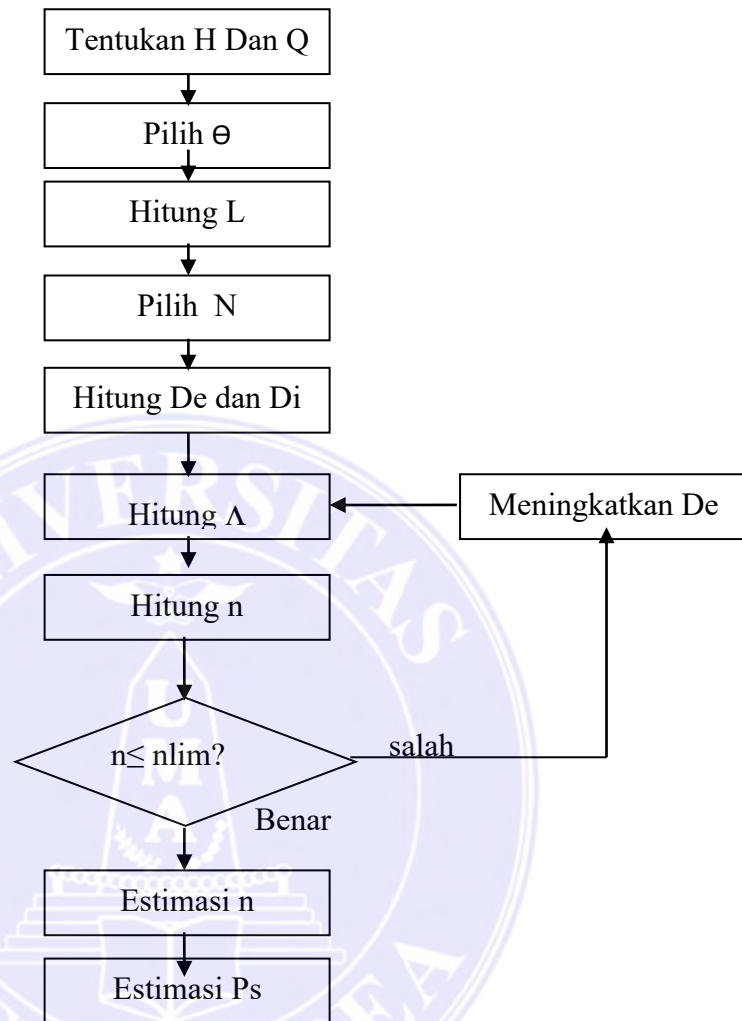
konsep perancangan ini dibutuhkan agar saat melakukan perancangan lebih teratur dan mengurangi resiko kegagalan dalam proses perancangan turbin ulir skala laboratorium.

3.3.4. Perhitungan ukuran dimensi.

Perancangan turbin ulir skala laboratorium ini memerlukan ukuran dimensi yang tepat agar daya yang akan dihasilkan turbin sesuai rencana, oleh karena itu diperlukan perhitungan dimensi yang tepat, jelas dan efektif.

Berikut adalah prosedur-prosedur yang dilakukan dalam perhitungan

ukuran dimensi atau juga disebut analisis elemen mesin, prosedur dapat dilihat pada (gambar 3.3)



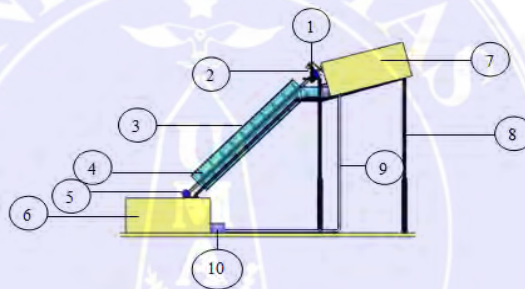
Gambar 3.4. Proses perancangan elemen mesin.

Proses perancangan elemen mesin pada turbin type ulir dapat direncanakan seperti pada gambar diatas, yaitu pertama-tama penulis menentukan ketinggian jatuh air (H) dan debit air (Q), setelah itu, memilih sudut teta (θ) pada turbin ulir, selanjutnya menghitung panjang Turbin (L), selanjutnya memilih jumlah sudu (N) yang paling efektif, lalu penulis menghitung diameter luar turbin (De) dan diameter dalam turbin (Di), lalu menghitung jarak antar ulir (Λ), setelah itu, dilanjutkan dengan menghitung

putaran teoritis turbin (n), jika hasil perhitungan putaran turbin (n) lebih kecil dari putaran limit turbin (n limits) itu menandakan perhitungan benar, jika lebih besar berarti salah maka perancang harus menghitung danmeningkatkan nilai D_e , jika benar maka perancangan dilanjutkan dengan mengestimasi putaran turbin (n), terakhir penulis mengestimasi daya teoritis turbin (P_s).

3.4. Gambar setup rancangan

Ilustrasi gambar rancangan turbin ulir skala laboratorium berikut merupakan sketsaperancangan untuk mempermudah dalam pembuatan turbin jenis screw ini.(Gambar. 3.4)



Gambar 3.5. Gambar setup rancangan.

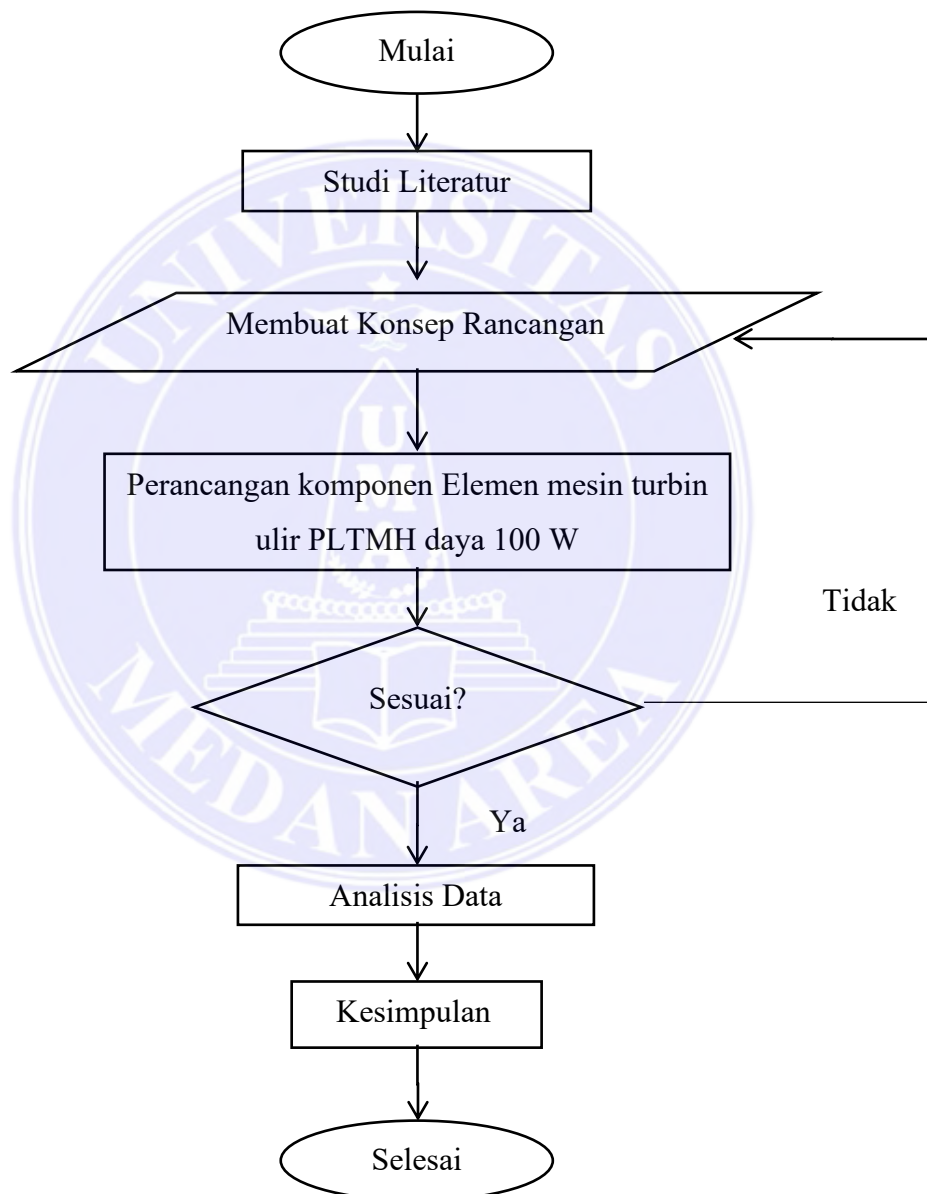
Berikut adalah keterangan komponen-komponen turbin rancangan pada gambar diatas, pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Komponen-komponen turbin rancangan.

No	Keterangan
1.	Generator DC
2.	Sabuk dan pulley
3.	Rumah turbin
4.	Ulir (blade)
5.	Bantalan (Bearing)
6.	Bak penampung bawah
7.	Bak penampung atas
8.	Kerangka (casis)
9.	Pipa
10.	Pompa

3.5. Bagan Alur penelitian

Bagan alur adalah jenis diagram yang mewakili alir kerja atau proses, dapat dilihat pada (gambar 3.5). yang menampilkan langkah-langkah dalam bentuk simbol grafis dan urutannya dihubungkan dengan panah.



Gambar 3.6. *Flow Chart.*

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dalam perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari membuat Survey pelanggan Turbin ulir pembangkit listrik tenaga mikrohidro ini dapat disimpulkan bahwa Responden mengenal turbin sebesar 100%, responden yang setuju Fakultas Teknik, Universitas Medan Area memiliki turbin sebesar 50% ,peminat membeli turbin sebesar 70%, responden memilih jenis turbin Ulir sebesar 70% dan yang memilih aliran sungai sebagai memanfaatkan potensi energi sebesar 70%.
2. Konsep Turbin ulir pembangkit listrik tenaga mikrohidro ini memiliki 3 konsep yang dapat disimpulkan , konsep pertama menggunakan Pipa PVC sebagai saluran air, dengan 1 sudu dapat Bongkar pasang, screw menggunakan bahan polimer, memanfaatkan saluran Irigasi dan gearbox sebagai transmisi. Konsep kedua drum sebagai bak penampung air dengan 2 Sudu, permanen, memakai Flexyglass sebagai material Ulir, memanfaatkan bendungan, dan sprocket sebagai transmisi. Konsep ketiga menggunakan saluran berbahan plat baja, 2 Sudu , bongkar pasang , plat baja pada screw, di sungai, belting dan pulley.
3. Analisis elemen mesin dari Turbin ulir pembangkit listrik tenaga mikrohidro ini dapat disimpulkan sebagai berikut, panjang dari turbin adalah 0,83 m, dengan diameter luar 0,35 m, diameter dalam 0,19 m, jarak antara ulir 0,29 m, tinggi ulir 0,8 m, jumlah ulir 3 per sudu, dan menggunakan 2 sudu.
4. Hasil akhir Perancangan turbin ulir skala laboratorium ini dapat disimpulkan

bahwa daya hidrolis turbin adalah sebesar 50 Watt dan Daya generator sebesar 36 Watt, maka efisiensi dari Turbin Ulir didapat sebesar 72%, dari hasil tersebut, perancang menyimpulkan bahwa generator yang digunakan pada penelitian kurang optimal, sehingga putaran yang diterima tidak sesuai dengan daya yang dibangkitkan.

5.2. Saran

Saran untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya adalah :

1. Untuk perancangan turbin ulir ini sebaiknya menggunakan software Solidwork ataupun Ansys agar lebih detail dan memudahkan pada saat mendesain.
2. Perancangan selanjutnya pada turbin ulir ini sebaiknya melakukan survey terlebih dahulu agar mengetahui kebutuhan pelanggan.
3. Perancangan sebaiknya memilih konsep yang efisien dan tepat agar meminimalisir kegagalan produk dan menghindari kerugian.
4. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan generator yang lebih bagus, agar putaran yang diterima generator dapat dimaksimalkan dalam membangkitkan daya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Havendri, A dan Anrif ,I, “Kaji Ekperimental Penentuan Sudut Ulir Optimum pada Turbin Ulir untuk Data Perencanaan Turbin Ulir pada Pusat Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dengan Head Rendah,” *Prossiding Semin. Nas. Tah. Tek. Mesin Ke-9*, 2010.
- [2] Havendri and H. Lius, “Perancangan dan realisasi model prototipe turbin air type screw (archimeden turbine) untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan head rendah di Indonesia,” *TeknikA*, vol. 31, no. 2, pp. 1–7, 2009.
- [3] F. Dietzel, “Turbin,pompa, dan kompresor,” in *turbine*, Jakarta: Erlangga, 1983.
- [4] Very Dwiyanto, Dyah Indriana K, “Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai),” *J. Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 4, no. 3, pp. 407–422, 2018,
- [5] Rorres,C, “The turn Of The Screw,” *Optim. Des. an Arch. Screw.*, 2000.
- [6] S.Ointu, F. E. P. Surusa, and M. Zainuddin, “Studi Perencanaan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Berdasarkan Potensi Air yang Ada di Desa Pinogu,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 30–38, 2020, doi: 10.37905/jjee.v2i2.4618.
- [7] Rusdi, Nur. (2017) Arsyad, Muhammad.*Perancangan mesin-mesin industri*, CV Budi Utama, Jakarta.
- [8] Saefudin, E. T. Kristyadi, M. Rifki, and S. Arifin, “Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan,” *J. Rekayasa Hijau*, vol. 1, no. 3, pp. 233–244, 2018, doi: 10.26760/jrh.v1i3.1775.
- [9] K. Sularso,.1991, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin; Jakarta.PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- [10]Andrei Dragomirescu., Design considerations for an Archimedean screw hydro turbine, Bucharest,Romaniadoi:10.1088/1755-1315/664/1/012034.
- [11] Ginting Rosnani. 2010. perancangan produk, Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [12] Richard G. Budynass and J. Keith Nisbett.2011 Mechanical Engineering Design.Ninth Edition. New York : McGraw-Hill.

LAMPIRAN

A. Pengujian Pertama Turbin

Pengujian alat dilakukan pada hari senin 14 november 2021, pada pukul 11.00-13.15 wib.

Berikut hasil pengujian pada turbin ulir sesuai penelitian di lapangan pada tabel dibawah.

Tabel Hasil pengujian pertama.

No	Debit	Sudut	Kecepatan putaran (Rpm)		DC	Kuat Arus
			Turbin	Generator		
1.	0,0010 m ³ /s	37	90	300	27	1,3
2.	0,0010 m ³ /s	37	89	285	26,5	1,3
3.	0,0010 m ³ /s	37	88	290,5	27	1,3

1. Daya Generator

Menentukan daya generator turbin ulir dapat digunakan dengan cara berikut ini:

$$P_{out} = V \times I$$

Maka; $P_{out} = V \times I$

$$P_{out} = 26,8 \times 1,3$$

$$P_{out} = 34,88 \text{ Watt}$$

B. Pengujian kedua Turbin

Pengujian alat dilakukan pada hari senin 21 oktober 2021, pada pukul 09.00- 16.00 wib.

Berikut hasil pengujian pada turbin ulir sesuai penelitian di lapangan pada

tabel dibawah.

Tabel Hasil pengujian kedua

No	Debit	Sudut	Kecepatan putaran (Rpm)		DC	Kuat Arus
			Turbin	Generator		
1.	0,0010 m ³ /s	37	112	340	28	1,3
2.	0,0010 m ³ /s	37	105	334	27	1,3
3.	0,0010 m ³ /s	37	102	335	26,5	1,3

1. Daya Generator

Menentukan daya generator turbin ulir dapat digunakan dengan cara berikut ini:

$$P_{out} = V \times I$$

Maka:

$$P_{out} = V \times I$$

$$P_{out} = 27,1 \times 1,3$$

$$P_{out} = 36,13 \text{ Watt}$$

$$= 36 \text{ Watt}$$

a. Perhitungan efisiensi turbin

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_H} \times 100\%$$

Maka:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_H} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{36 \text{ Watt}}{50 \text{ Watt}} \times 100\%$$

$$\eta = 72\%$$

LEMBAR KUSIONER PEMBANGKIT LISTRIK TURBIN AIR**Identitas Responden**


Nama : Dr. Ir. Dina Marzani
 Jenis Kelamin : Pertempuan
 Program Studi : T. Elektro
 Status : Dosen/ Karyawan/ Mahasiswa
 (coret yang tidak perlu)

Petunjuk Pengisian

Para pengisi kusioner di harapkan membaca petunjuk pengisian lembar kusioner terlebih dahulu. "Jawablah pertanyaan di bawah ini yang, menyangkut harapan anda dalam memilih alat pembangkit listrik turbin air yang anda inginkan dengan memberikan tanda (√) di kolom yang sesuai dengan jawaban anda"

1. Apakah Anda tahu apa itu pembangkit listrik turbin air ?
 Ya Tidak
2. Apakah Anda setuju jika Fakultas Teknik UMA memiliki pembangkit listrik turbin air?
 Ya Tidak
3. Apakah Anda berminat membeli Pembangkit Listrik Turbin Air?
 Ya Tidak
4. Turbin Air jenis apa yang Anda inginkan ?
 Turbin Francis Turbin Kaplan Turbin Ulir
5. Mekanisme seperti apa yang Anda inginkan pada Turbin tersebut ?
 Sistem Permenan Sistem Benyeker Pasang
6. Berapakah daya Listrik daripada Turbin yang Anda Inginkan ?
 > 40 Watt < 40 Watt
7. Bahan material Turbin apa yang Anda inginkan ?
 Plat Baja Flexyglass (isi sendiri)
8. Aliran air apa yang ingin anda manfaatkan untuk Pembangkit Listrik Turbin ini ?
 Aliran Sungai Bendungan Saluran Irigasi
9. Berapakah range harga yang Anda inginkan untuk membeli sebuah Turbin air ?
 Rp.9.000.000 Rp.10.000.000 >10.000.000
10. Jangka Waktu Maintenance (Perawatan) yang anda inginkan?
 Tidak ada Maintenance 6 bulan sekali 1 tahun sekali

Saran..... Ditentukan pada lembar yang sebelumnya


 (.....)
 Dr. Ir. Dina Marzani, MT

LEMBAR KUSIONER PEMBANGKIT LISTRIK TURBIN AIR**Identitas Responden**

Nama : Habib Sabria, S.Pd, MT
 Jenis Kelamin : laki-laki
 Program Studi : Teknik Elektro
 Status : Dosen/ ~~Karyawan/ Mahasiswa~~
 (coret yang tidak perlu)

Petunjuk Pengisian

Para pengisi kusioner di harapkan membaca petunjuk pengisian lembar kusioner terlebih dahulu. "Jawablah pertanyaan di bawah ini yang menyangkut harapan anda dalam memilih alat pembangkit listrik turbin air yang anda inginkan dengan memberikan tanda (✓) di kolom yang sesuai dengan jawaban anda"

- Apakah Anda tahu apa itu pembangkit listrik turbin air ?
 Ya Tidak
- Apakah Anda setuju jika Fakultas Teknik UMA memiliki pembangkit listrik turbin air?
 Ya Tidak
- Apakah Anda berminat membeli Pembangkit Listrik Turbin Air?
 Ya Tidak
- Turbin Air jenis apa yang Anda inginkan ?
 Turbin Francis Turbin Kaplan Turbin Ulir
- Mekanisme seperti apa yang Anda inginkan pada Turbin tersebut ?
 PERMANEN SISTEM BONGKAR PASANG
- Berapakah daya Listrik daripada Turbin yang Anda Inginkan ?
 > 40 Watt < 40Watt
- Bahan material Turbin apa yang Anda inginkan ?
 Plat Baja Flexyglass (isi sendiri)
- Aliran air apa yang ingin anda manfaatkan untuk Pembangkit Listrik Turbin ini ?
 Aliran Sungai Bendungan Saluran Irigasi
- Berapakah range harga yang Anda inginkan untuk membeli sebuah ~~unit~~ Turbin air ?
 Rp.9.000.000 Rp.10.000.000 >10.000.000
- Jangka Waktu Maintenance (Perawatan) yang anda inginkan?
 Tidak ada Maintenance 6 bulan sekali 1 tahun sekali

Saran.....


 (.....)
 Habib Sabria S.Pd, MT

LEMBAR KUSIONER PEMBANGKIT LISTRIK TURBIN AIR

Identitas Responden

Nama : Hermansyah, ST, MT
 Jenis Kelamin : Pria
 Program Studi : Teknik Sipil
 Status : Dosen/ Karyawan/ Mahasiswa
 (coret yang tidak perlu)

Petunjuk Pengisian

Para pengisi kusioner di harapkan membaca petunjuk pengisian lembar kusioner terlebih dahulu. "Jawablah pertanyaan di bawah ini yang, menyangkut harapan anda dalam memilih alat pembangkit listrik turbin air yang anda inginkan dengan memberikan tanda (✓) di kolom yang sesuai dengan jawaban anda"

1. Apakah Anda tahu apa itu pembangkit listrik turbin air ?
 Ya Tidak
2. Apakah Anda setuju jika Fakultas Teknik UMA memiliki pembangkit listrik turbin air?
 Ya Tidak
3. Apakah Anda berminat membeli Pembangkit Listrik Turbin Air?
 Ya Tidak
4. Turbin Air jenis apa yang Anda inginkan ?
 Turbin Francis Turbin Kaplan Turbin Ulir
5. Mekanisme seperti apa yang Anda inginkan pada Turbin tersebut ?
 PERMANEN SISTEM BONGKAR PASANG
6. Berapakah daya Listrik daripada Turbin yang Anda Inginkan ?
 > 40 Watt < 40Watt
7. Bahan material Turbin apa yang Anda inginkan ?
 Plat Baja Flexyglass (isi sendiri)
8. Aliran air apa yang ingin anda manfaatkan untuk Pembangkit Listrik Turbin ini ?
 Aliran Sungai Bendungan Saluran Irigasi
9. Berapakah range harga yang Anda inginkan untuk membeli sebuah Turbin air ?
 Rp.9.000.000 Rp.10.000.000 >10.000.000
10. Jangka Waktu Maintenance (Perawatan) yang anda inginkan?
 Tidak ada Maintenance 6 bulan sekali 1 tahun sekali

Saran.....


 (.....)
 Hermansyah, ST, MT

LEMBAR KUISONER PEMBANGKIT LISTRIK TURBIN AIR

Identitas Responden


Nama : Tika Ernita Wulandari ST. MT.
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Program Studi : Teknik Sipil
 Status : Dosen/ ~~Karyawan~~ Mahasiswa
 (*coret yang tidak perlu*)

Petunjuk Pengisian

Para pengisi kuisoner di harapkan membaca petunjuk pengisian lembar kuisoner terlebih dahulu. "Jawablah pertanyaan di bawah ini yang menyangkut harapan anda dalam memilih alat pembangkit listrik turbin air yang anda inginkan dengan memberikan tanda (√) di kolom yang sesuai dengan jawaban anda"

1. Apakah Anda tahu apa itu pembangkit listrik turbin air ?
 Ya Tidak
2. Apakah Anda setuju jika Fakultas Teknik UMA memiliki pembangkit listrik turbin air?
 Ya Tidak
3. Apakah Anda berminat membeli Pembangkit Listrik Turbin Air?
 Ya Tidak
4. Turbin Air jenis apa yang Anda inginkan ?
 Turbin Francis Turbin Kaplan Turbin Ulir
5. Mekanisme seperti apa yang Anda inginkan pada Turbin tersebut ?
 Bermanet Bongkar Pasang
6. Berapakah daya Listrik daripada Turbin yang Anda Inginkan ?
 > 40 Watt < 40Watt
7. Bahan material Turbin apa yang Anda inginkan ?
 Plat Baja Flexyglass (isi sendiri)
8. Aliran air apa yang ingin anda manfaatkan untuk Pembangkit Listrik Turbin ini ?
 Aliran Sungai Bendungan Saluran Irigasi
9. Berapakah range harga yang Anda inginkan untuk membeli :
 Rp.9.000.000 Rp.10.000.000 >10.000.000
10. Jangka Waktu Maintenance (Perawatan) yang anda inginkan?
 Tidak ada Maintenance 6 bulan sekali 1 tahun sekali

Saran..... Turbin yang berkeuatan besar namun daya listrik kecil.....


 Tika Ernita Wulandari ST. MT.

Lembar Kuesioner Produk “Alat Uji tarik Universal”

Identitas Responden

Nama : Ir. Amnasyah . MM
 Usia : -
 Jenis Kelamin : laki-laki
 Fakultas/ Unit : Mesin
 Jabatan : Dosen/ ~~Karyawan/ Mahasiswa~~
 (*coret yang tidak perlu*)

Petunjuk Pengisian

Para pengisi kuesioner di harapkan membaca petunjuk pengisian lembar kuesioner terlebih dahulu. Jawablah pertanyaan di bawah ini yang, menyangkut harapan anda dalam memilih alat uji Tarik yang anda inginkan dengan memberikan tanda (√) di kolom yang sesuai dengan jawaban anda :

1. Apakah anda tahu apa itu Pembangkit listrik tenaga air?
 YA TIDAK
2. Apakah anda setuju jika prodi mesin UMA memiliki Pembangkit listrik tenaga air?
 YA TIDAK
3. Apakah Anda berminat membeli Pembangkit listrik tenaga air?
 YA TIDAK
4. Turbin jenis apakah yang Anda inginkan ?
 Francis Turbin Ulir
5. Mekanisme seperti Apa Yang Anda Inginkan Pada Turbin itu ?
 Permanen Bongkar pasang
6. Berapakah Daya listrik turbin Yang Anda Inginkan ?
 >40 W <40 W
7. Bahan material pada Ulir turbin , material Apa Yang Anda Inginkan ?
 Plat Baja Flexyglass
8. Aliran apa yang anda ingin anda manfaatkan untuk pembangkit listrik turbin ini ?
 Sungsai Saluran Irigasi
9. Berapakah range harga yang Anda inginkan untuk pembangkit listrik turbin ini ?
 Rp.9.000.000 Rp.10.000.000 >10.000.000
10. Seberapa sering servis atau maintenance yang anda inginkan?
 Tidak ada Maintenance 6 bulan sekali 1 tahun sekali

Saran :

.....

(Ir. Amnasyah . MM . .)

LEMBAR KUSIONER PEMBANGKIT LISTRIK TURBIN AIR

Identitas Responden

Nama : Sunyadi P Sitinjak
Jenis Kelamin : Laki-laki
Program Studi : Mesin
Status : ~~Dosen/Karyawan~~ Mahasiswa
(coret yang tidak perlu)

Petunjuk Pengisian

Para pengisi kusioner di harapkan membaca petunjuk pengisian lembar kusioner terlebih dahulu. "Jawablah pertanyaan di bawah ini yang, menyangkut harapan anda dalam memilih alat pembangkit listrik turbin air yang anda inginkan dengan memberikan tanda (√) di kolom yang sesuai dengan jawaban anda"

- Apakah Anda tahu apa itu pembangkit listrik turbin air ?
 Ya Tidak
- Apakah Anda setuju jika Fakultas Teknik UMA memiliki pembangkit listrik turbin air?
 Ya Tidak
- Apakah Anda berminat membeli Pembangkit Listrik Turbin Air?
 Ya Tidak
- Turbin Air jenis apa yang Anda inginkan ?
 Turbin Francis Turbin Kaplan Turbin Ulir
- Mekanisme seperti apa yang Anda inginkan pada Turbin tersebut ?
 Permanen Bongkar pasang
- Berapakah daya Listrik daripada Turbin yang Anda Inginkan ?
 > 40 Watt < 40Watt
- Bahan material Turbin apa yang Anda inginkan ?
 Plat Baja Flexyglass (isi sendiri)
- Aliran air apa yang ingin anda manfaatkan untuk Pembangkit Listrik Turbin ini ?
 Aliran Sungai Bendungan Saluran Irigasi
- Berapakah range harga yang Anda inginkan untuk membeli sebuah alat uji tarik ?
 Rp.9.000.000 Rp.10.000.000 >10.000.000
- Jangka Waktu Maintenance (Perawatan) yang anda inginkan?
 Tidak ada Maintenance 6 bulan sekali 1 tahun sekali

Saran.....
.....
.....

(Signature)
Sunyadi P Sitinjak

LEMBAR KUSIONER PEMBANGKIT LISTRIK TURBIN AIR

Identitas Responden

Nama : Yenanto Sihombing
Jenis Kelamin : Laki-laki
Program Studi : T. M&E
Status : Dosen/ Karyawan/ Mahasiswa
(coret yang tidak perlu)

Petunjuk Pengisian

Para pengisi kusioner di harapkan membaca petunjuk pengisian lembar kusioner terlebih dahulu. "Jawablah pertanyaan di bawah ini yang menyangkut harapan anda dalam memilih alat pembangkit listrik turbin air yang anda inginkan dengan memberikan tanda (√) di kolom yang sesuai dengan jawaban anda"

- Apakah Anda tahu apa itu pembangkit listrik turbin air ?
 Ya Tidak
- Apakah Anda setuju jika Fakultas Teknik UMA memiliki pembangkit listrik turbin air?
 Ya Tidak
- Apakah Anda berminat membeli Pembangkit Listrik Turbin Air?
 Ya Tidak
- Turbin Air jenis apa yang Anda inginkan ?
 Turbin Francis Turbin Kaplan Turbin Ulir
- Mekanisme seperti apa yang Anda inginkan pada Turbin tersebut ?
 Rotasi Berputar pasang
- Berapakah daya Listrik daripada Turbin yang Anda Inginkan?
 > 40 Watt < 40Watt
- Bahan material Turbin apa yang Anda inginkan ?
 Plat Baja Flexyglass Polimer Plastik (isi sendiri)
- Aliran air apa yang ingin anda manfaatkan untuk Pembangkit Listrik Turbin ini ?
 Aliran Sungai Bendungan Saluran Irigasi
- Berapakah range harga yang Anda inginkan untuk membeli sebuah alat uji tarik ?
 Rp.9.000.000 Rp.10.000.000 >10.000.000
- Jangka Waktu Maintenance (Perawatan) yang anda inginkan?
 Tidak ada Maintenance 6 bulan sekali 1 tahun sekali

Saran.....
.....
.....

Yenanto Sihombing
(Signature)
Yenanto Sihombing

LEMBAR KUSIONER PEMBANGKIT LISTRIK TURBIN AIR**Identitas Responden**

Nama : *Manotar Situmorang*
 Jenis Kelamin : *Laki-laki*
 Program Studi : *T. Mesin*
 Status : Dosen/ Karyawan/ Mahasiswa
(coret yang tidak perlu)

Petunjuk Pengisian

Para pengisi kusioner di harapkan membaca petunjuk pengisian lembar kusioner terlebih dahulu. "Jawablah pertanyaan di bawah ini yang, menyangkut harapan anda dalam memilih alat pembangkit listrik turbin air yang anda inginkan dengan memberikan tanda (√) di kolom yang sesuai dengan jawaban anda"

1. Apakah Anda tahu apa itu pembangkit listrik turbin air ?
 Ya Tidak
2. Apakah Anda setuju jika Fakultas Teknik UMA memiliki pembangkit listrik turbin air?
 Ya Tidak
3. Apakah Anda berminat membeli Pembangkit Listrik Turbin Air?
 Ya Tidak
4. Turbin Air jenis apa yang Anda inginkan ?
 Turbin Francis Turbin Kaplan Turbin Ulir
5. Mekanisme seperti apa yang Anda inginkan pada Turbin tersebut ?
 PERMANEN *SISTEM BOPGTAR PASANG*
6. Berapakah daya Listrik daripada Turbin yang Anda Inginkan ?
 > 40 Watt < 40Watt
7. Bahan material Turbin apa yang Anda inginkan ?
 Plat Baja Flexyglass (isi sendiri)
8. Aliran air apa yang ingin anda manfaatkan untuk Pembangkit Listrik Turbin ini ?
 Aliran Sungai Bendungan Saluran Irigasi
9. Berapakah range harga yang Anda inginkan untuk membeli sebuah alat uji tarik ?
 Rp.9.000.000 Rp.10.000.000 >10.000.000
10. Jangka Waktu Maintenance (Perawatan) yang anda inginkan?
 Tidak ada Maintenance 6 bulan sekali 1 tahun sekali

Saran.....

(Signature)
 Manotar Situmorang

LEMBAR KUSIONER PEMBANGKIT LISTRIK TURBIN AIR

Identitas Responden

Nama : Felix Afrida Sigalungu
 Jenis Kelamin : laki-laki
 Program Studi : Turbin
 Status : Dosen/Karyawan/ Mahasiswa
 (coret yang tidak perlu)

Petunjuk Pengisian

Para pengisi kusioner di harapkan membaca petunjuk pengisian lembar kusioner terlebih dahulu. "Jawablah pertanyaan di bawah ini yang, menyangkut harapan anda dalam memilih alat pembangkit listrik turbin air yang anda inginkan dengan memberikan tanda (√) di kolom yang sesuai dengan jawaban anda"

1. Apakah Anda tahu apa itu pembangkit listrik turbin air ?
 Ya Tidak
2. Apakah Anda setuju jika Fakultas Teknik UMA memiliki pembangkit listrik turbin air?
 Ya Tidak
3. Apakah Anda berminat membeli Pembangkit Listrik Turbin Air?
 Ya Tidak
4. Turbin Air jenis apa yang Anda inginkan ?
 Turbin Francis Turbin Kaplan Turbin Ulir
5. Mekanisme seperti apa yang Anda inginkan pada Turbin tersebut ?
 Perapat Kompresor Pasang
6. Berapakah daya Listrik daripada Turbin yang Anda Inginkan ?
 > 40 Watt < 40Watt
7. Bahan material Turbin apa yang Anda inginkan ?
 Plat Baja Flexyglass Polimer termoplastik
 (isi sendiri)
8. Aliran air apa yang ingin anda manfaatkan untuk Pembangkit Listrik Turbin ini ?
 Aliran Sungai Bendungan Saluran Irigasi
9. Berapakah range harga yang Anda inginkan untuk membeli sebuah alat uji tarik ?
 Rp.9.000.000 Rp.10.000.000 >10.000.000
10. Jangka Waktu Maintenance (Perawatan) yang anda inginkan?
 Tidak ada Maintenance 6 bulan sekali 1 tahun sekali

Saran.....

(Signature)
 Felix A. Sigalungu

Lembar Kuesioner PEMBANGKIT LISTRIK TURBIN AIR

Identitas Responden

Nama : Feby Johannes Santuri
 Usia : -
 Jenis Kelamin : laki-laki
 Fakultas/ Unit : Mpsin
 Jabatan : ~~Dosen/Karyawan~~/ Mahasiswa
 (*coret yang tidak perlu*)

Petunjuk Pengisian

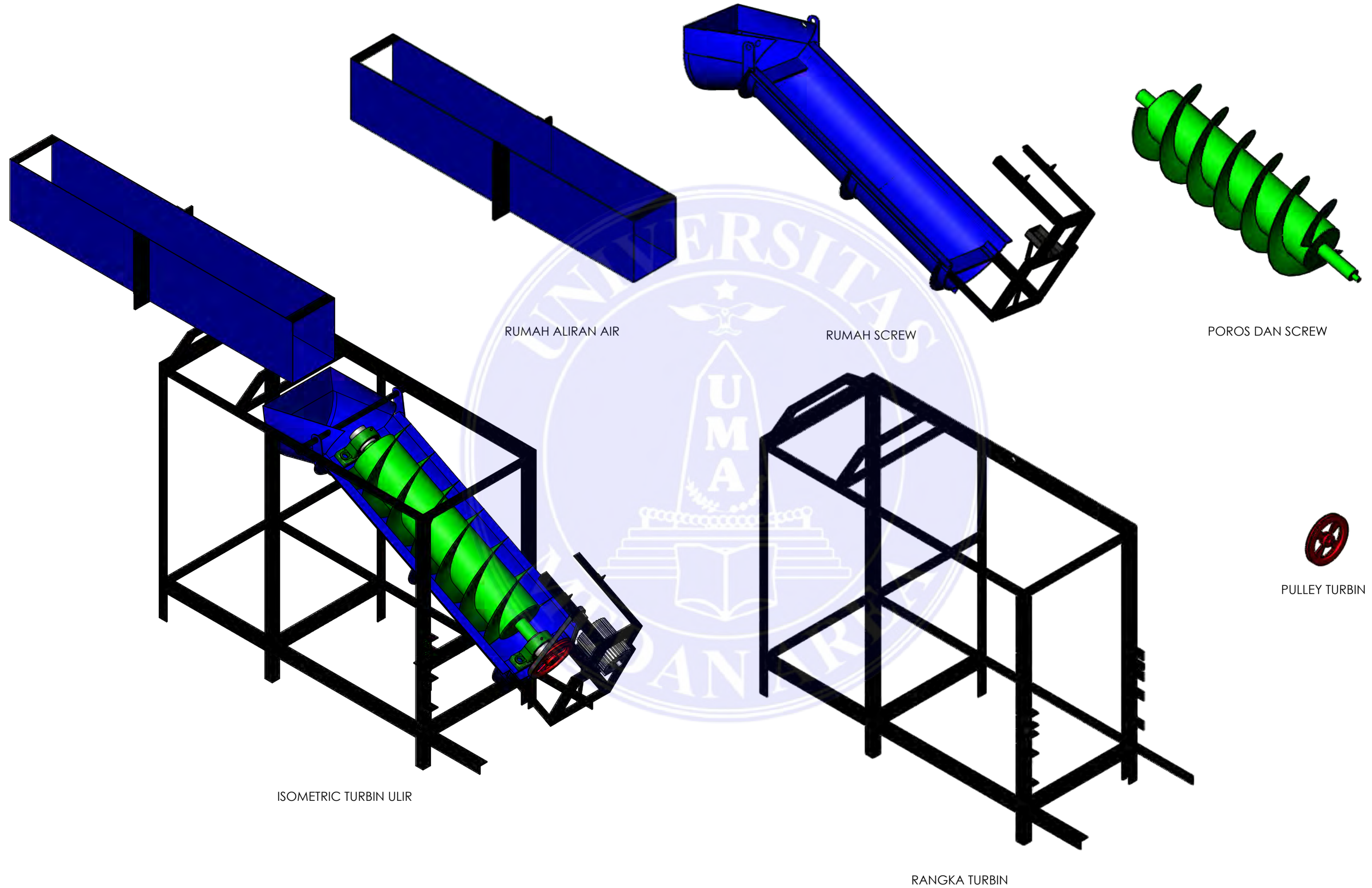
Para pengisi kuesioner di harapkan membaca petunjuk pengisian lembar kuesioner terlebih dahulu. Jawablah pertanyaan di bawah ini yang menyangkut harapan anda dalam memilih alat uji Tarik yang anda inginkan dengan memberikan tanda (✓) di kolom yang sesuai dengan jawaban anda :

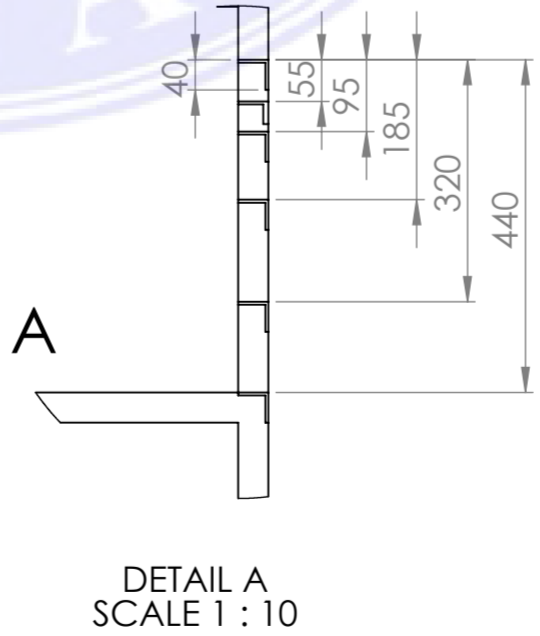
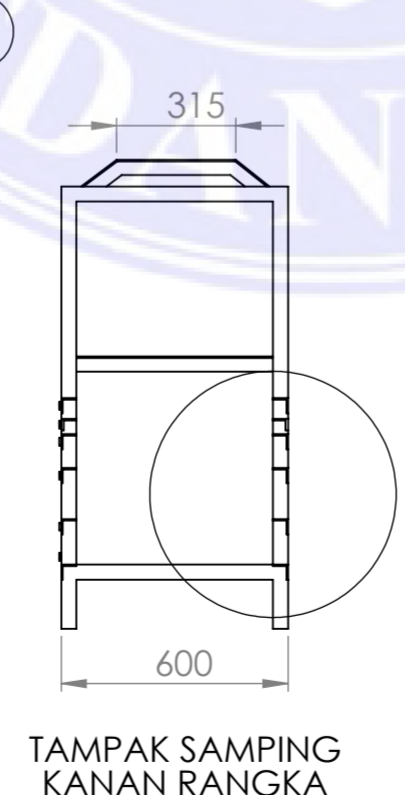
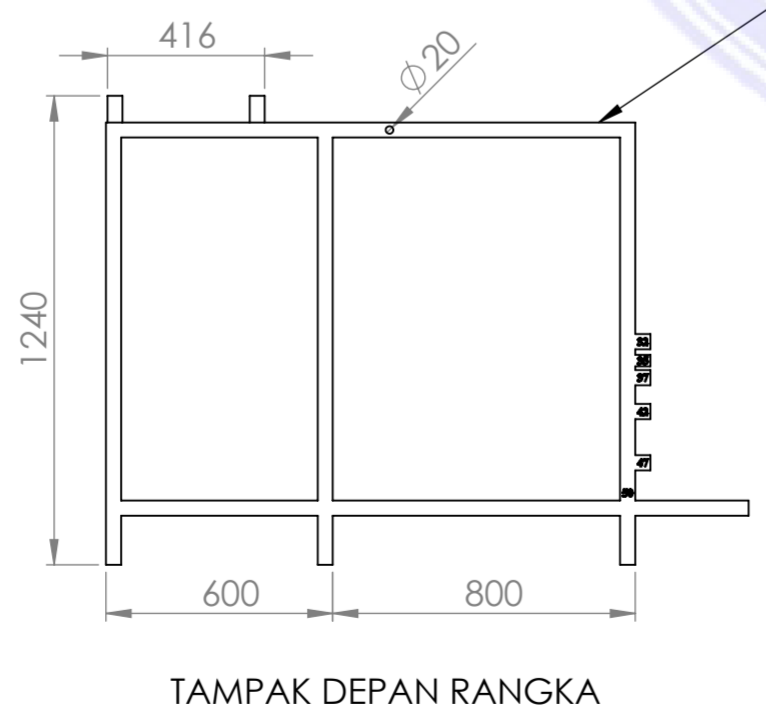
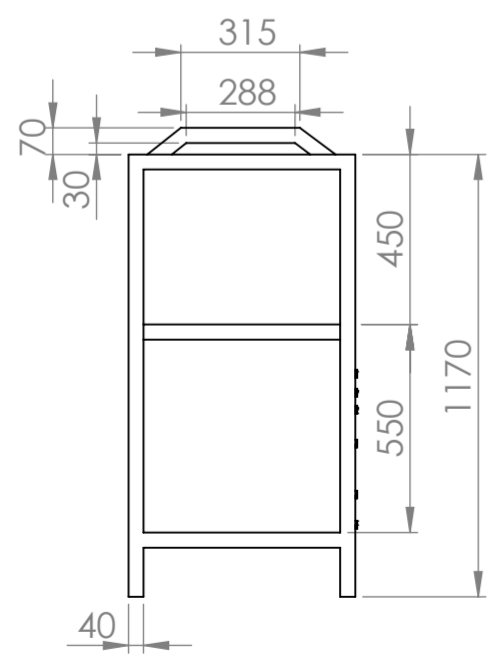
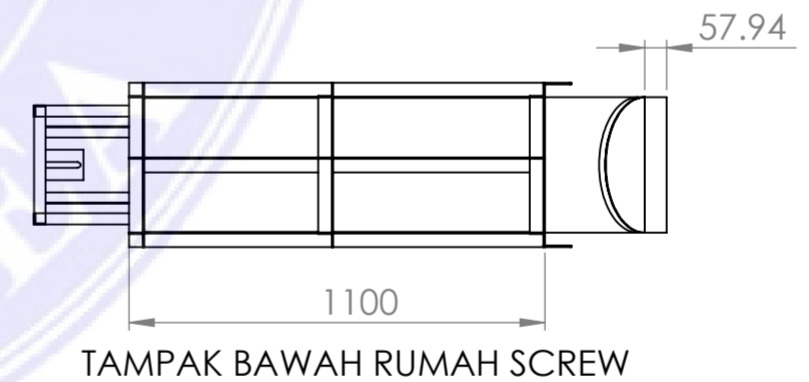
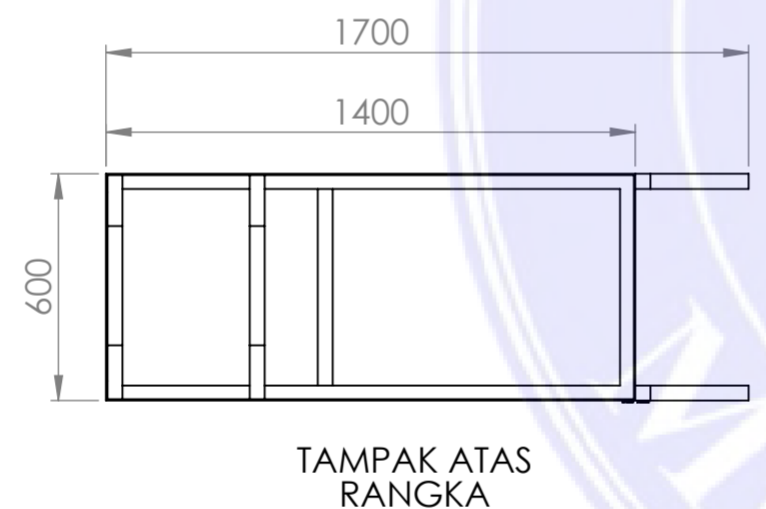
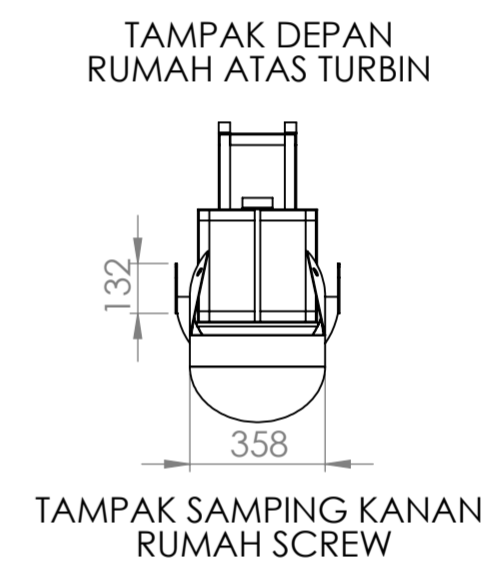
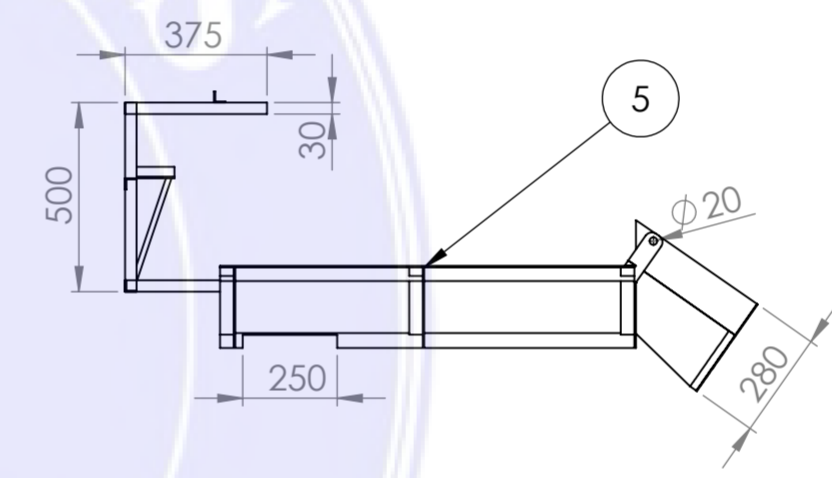
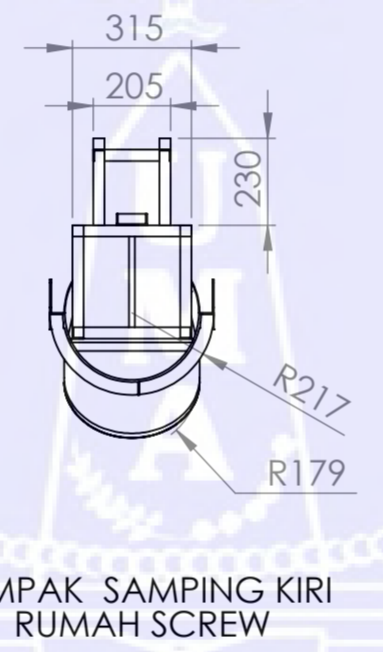
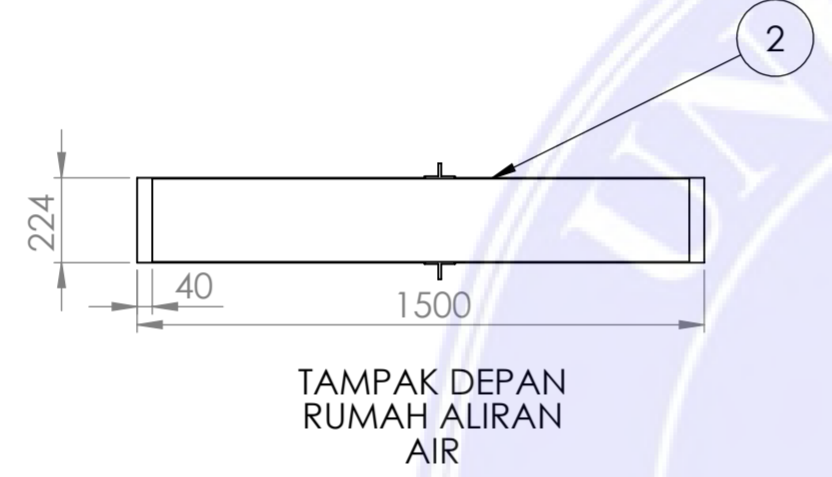
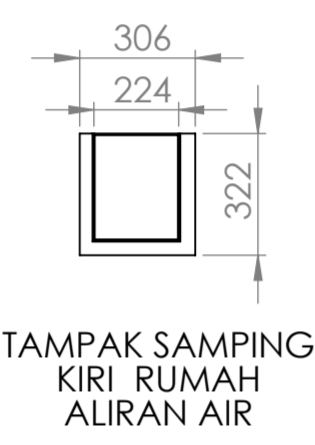
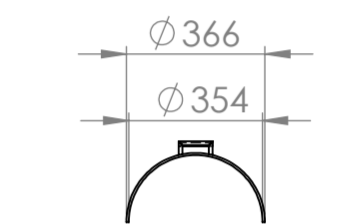
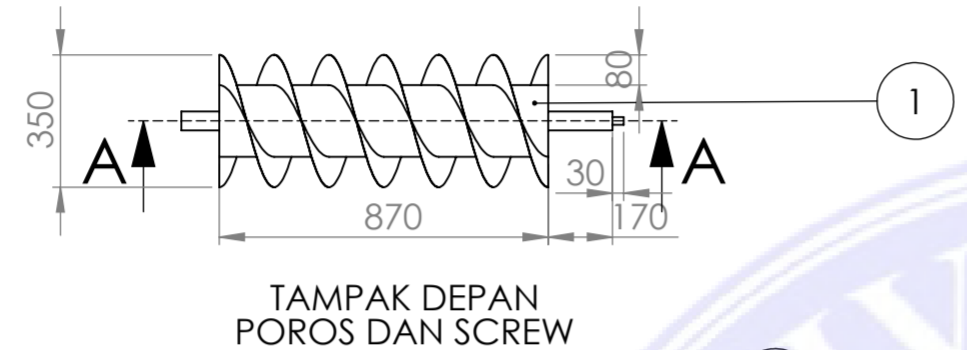
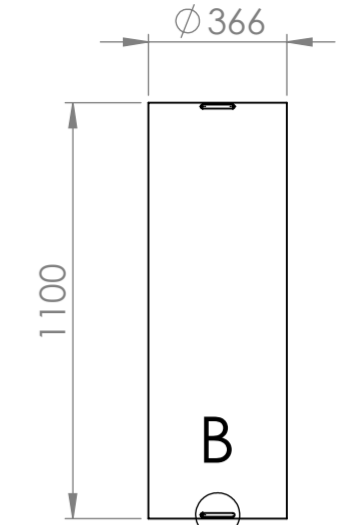
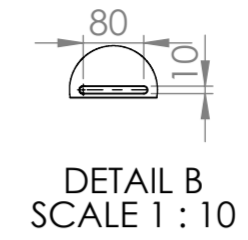
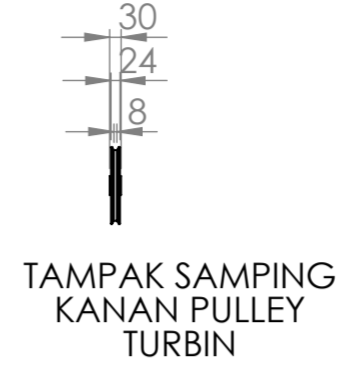
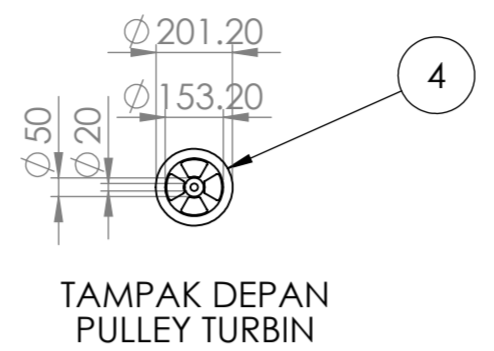
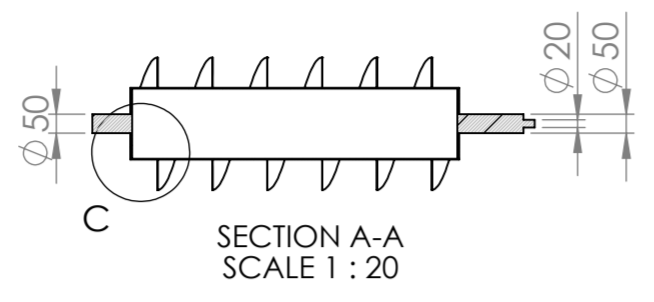
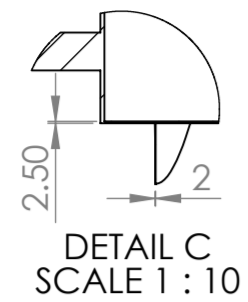
- Apakah anda tahu apa itu Pembangkit listrik tenaga air?
 YA TIDAK
- Apakah anda setuju jika prodi mesin UMA memiliki Pembangkit listrik tenaga air?
 YA TIDAK
- Apakah Anda berminat membeli Pembangkit listrik tenaga air?
 YA TIDAK
- Turbin jenis apakah yang Anda inginkan ?
 Francis Turbin Ulir
- Mekanisme seperti Apa Yang Anda Inginkan Pada Turbin itu ?
 Permanen Bongkar pasang
- Berapakah Daya listrik turbin Yang Anda Inginkan ?
 >40 W <40 W
- Bahan material pada Ulir turbin , material Apa Yang Anda Inginkan ?
 Plat Baja Flexyglass
- Aliran apa yang anda ingin anda manfaatkan untuk pembangkit listrik turbin ini ?
 Sungai Irigasi
- Berapakah range harga yang Anda inginkan untuk pembangkit listrik turbin ini ?
 Rp.9.000.000 Rp.10.000.000 >10.000.000
- Seberapa sering servis atau maintenance yang anda inginkan?
 Tidak ada Maintenance 6 bulan sekali 1 tahun sekali

Saran : _____

(Feby J. Santuri)







NO. BAGLAH	JUM	NAMA BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
5	1	RUMAH SREW	BAJA KARBON		
4	1	PULLEY TURBIN	CAST IRON	D 203	
3	1	RANGKA TURBIN	BESI SIKU	40 X 40	
2	1	RUMAH ALIRAN AIR	BAJA KARBON		
1	1	POROS DAN SCREW	BAJA KARBON		
NO. BAGLAH		NAMA BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
		SKALA : 1 : 20	DIGAMBAR : DIO L.RAJA	PERINGATAN	
		UKURAN : mm	NPM : 178130075		
		TANGGAL : 3-2-22	DILIHAT : INDRA HERMAWAN,ST.MT		
LABORATORIUM UNIVERSITAS MEDAN AREA			ARCHIMEDES SCREW TURBINE	NO. 1	A2