

**PEMBUATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKRO HIDRO TURBIN ULIR SKALA
LABORATORIUM**

SKRIPSI

**OLEH:
ESRONE ROBOT LUBIS
NPM. 168130051**



**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 24/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)24/6/22

**PEMBUATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKRO HIDRO TURBIN ULIR SKALA
LABORATORIUM**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik



Oleh:
ESRON ROBET LUBIS
NPM. 168130051

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

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Judul Proposal/TA : Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Turbin Ulir Skala Laboratorium
Nama Mahasiswa : Esrone Robet Lubis
NPM : 168130051
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
NIP/NIDN : 114048001
Nama Dosen Pembimbing II : Muhammad Yusuf R. Siahaan, ST., MT
NIP/NIDN : 122078003

Medan, 12 April 2022

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I


(M. Yusuf R. Siahaan, ST., MT)
NIDN : 122078003


(Indra Hermawan, ST., MT)
NIDN : 114048001

Dekan Fakultas Teknik

Diketahui Oleh:
Ketua Program Studi Teknik


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


(Muhammad Idris, ST., MT)
NIDN: 06058104

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 dari hasil karya orang lain telah dituliskan secara jelas sesuai norma, kaidah dan etika dalam penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademi yang saya peroleh dan sanksi lainnya apabila dikemudian hari ditemukan unsur plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 12 April 2022

Hormat saya,



Esrone Robet Lubis
(168130051)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR / SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama	: Esrone Robet Lubis
NPM	: 168130051
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 Royalti-free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Turbin Ulir Skala Laboratorium”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalti, noneklusif ini, Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelolah 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 surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Medan, 12 April 2022
Yang menyatakan :



(Esrone Robet Lubis)
(168130051)

ABSTRAK

Aliran sungai salah satu sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro “*screw archimedes*”. Desain dan pembuatan Turbin ulir Archimedes sedang dikembangkan untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Turbin ulir *Archimedes* dapat dioperasikan pada head yang rendah. Di Indonesia khususnya provinsi Sumatera Utara ini sangat berpotensi mengingat banyaknya aliran di pegunungan atau perbukitan sehingga masyarakat sekitar nantinya akan bisa memanfaatkan aliran sungai yang relatif kecil yang ada, bila diaplikasikan pada aliran-aliran sungai yang mempunyai tinggi relatif 0,5 meter hingga 1 meter bahkan sekalipun pada air yang mengalir sedikit bergelombang turbin ulir tersebut tentu bisa digunakan hal itu yang jadi keunggulan pada alat PLTMH tersebut. Geometri dari turbin ulir ditentukan oleh parameter eksternal yaitu radius luarnya, panjang turbin dan kemiringan peletakan dan parameter internal yaitu radius dalam jumlah sudu. Parameter eksternal biasanya ditentukan oleh head dan debit. Tujuan dari penelitian ini adalah Pembuatan pembangkit listrik tenaga mikrohidro turbin ulir skala laboratorium, menghasilkan instalasi turbin ulir untuk studi eksperimental pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala laboratorium. Selanjutnya instalasi ini akan digunakan untuk pengujian-pengujian mengenai parameter eksternal dan parameter internal turbin ulir Archimedes. Hasil desain dan pembuatan turbin ulir skala laboratorium adalah model turbin ulir dibuat menggunakan material besi siku dan plat besi bentuk geometrinya dua sudu, jumlah lilitan 6, panjang turbin 870 mm dengan jarak blade kisar 290 mm.

Kata kunci : Desain pembuatan pembangkit listrik PLTMH

ABSTRACT

River flow is one of the renewable energy sources that can be used for micro hydro power plant "screw Archimedes". Archimedes screw turbine design and manufacture is being developed for micro hydro power generation. Archimedes screw turbines can be operated at low heads. In Indonesia, especially the province of North Sumatra, it has great potential considering the large number of streams in the mountains or hills so that the surrounding community will later be able to take advantage of the relatively small currents of the existing rivers, when applied to river flows that have a relative height of 0.5 meters to 1 meter even though on the water that flows a little wavy, the screw turbine can of course be used, that is the advantage of the PLTMH tool. The geometry of the screw turbine is determined by external parameters, namely the outer radius, turbine length and laying slope and internal parameters, namely the radius in the number of blades. External parameters are usually determined by head and discharge. The purpose of this research is the manufacture of a laboratory-scale screw turbine micro-hydro power plant, producing a screw turbine installation for experimental studies of laboratory-scale micro-hydro power plants. Furthermore, this installation will be used for tests on external parameters and internal parameters of the Archimedes screw turbine. The result of the design and manufacture of a screw turbine on a laboratory scale is a screw turbine model made using angled iron material and an iron plate with a geometric shape of two blades, the number of turns is 6, the turbine length is 870 mm with a blade distance of 290 mm.

Key words : *Design of PLTMH power plant*

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Esron Robet Lubis, dilahirkan di Desa Aras Kabu, Kecamatan Beringin, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara, tanggal 02 Mei 1996, Ayah bernama Mangihut Lubis dan Ibu Sonti Simamora, penulis merupakan anak keempat dari lima bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 2009 di SD Negeri 101873 Desa Baru, Kecamatan Batang Kuis, Kabupaten Deli Serdang, dan menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2012 di SMP TERBUKA Kecamatan Batang Kuis, Kabupaten Deli Serdang, dan juga penulis menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMK NEGERI 1 Lubuk Pakam, Kecamatan Lubuk Pakam, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara pada tahun 2015. Pada Tahun 2016 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 ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan berupa kesehatan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penelitian ini merupakan Tugas Akhir guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Universitas Medan Area.

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

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S. Kom, M. Kom., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Susilawati, S.Kom, M.Kom., selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
4. Bapak Muhammad Idris, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area
5. Bapak Dr. Iswandi ST., MT., selaku Sektretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area
6. Bapak Indra Hermawan, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak M. Yusuf Rahmansyah Siahaan, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II.
7. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin dan Pegawai Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

8. Bapak Mangihut Lubis dan Ibu Sonti Simamora, selaku Orang Tua yang telah memberi motivasi dan dukungan dalam pengerjaan skripsi.
9. Teman-teman tim dalam pembuatan mesin PLMTH yang telah bekerja sama.

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

Medan, 12 April 2022

Penulis,



Esrone Robet Lubis
NPM. 168130051



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Turbin Ulir	4
2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)	4
2.3. Turbin Ulir Screw Archimeds	5
2.4. Komponen PLTMH	6
2.4.1. Tabung <i>Reservoir</i>	6
2.4.2. <i>Waterway</i>	6
2.4.3. Tabung Rumah Turbin.....	6
2.4.4. Pompa Air.....	7
2.4.5. Generator DC.....	7
2.5. Analisis Proses Pembuatan	8
2.5.1. Bubut Poros	9
2.5.2. Mesin Rol	9
2.5.3. Pengelasan	10
2.5.4. Kelayakan Teknis PLTMH.....	11
2.5.5. Komponen Biaya (cost).....	11
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	12
3.1.1. Tempat Penelitian	12
3.1.2. Waktu Penelitian	12
3.2. Alat dan Bahan	12
3.2.1. Alat Penelitian	12
3.2. Bahan Penelitian	17
3.3. Prosedur Pembuatan	21
3.3.1. Pembuatan Rangka Alat (<i>Frame</i>).....	21

3.3.2. Pembuatan Tabung	21
3.3.3. Pembuatan Waterway	22
3.3.4. Pembuatan Sudu	22
3.3.5. Pengujian Kelayakan Alat	23
3.4. Diagram Alur Penelitian	24
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Mengetahui Proses Pembuatan (PLTMH)	25
4.2. Membangun dan merakit PLTMH turbin ulir	32
4.3. Menganalisis Proses Pembuatan Pembangkit Listrik Mikro Hidro	33
4.4. Analisis Rancangan Anggaran Biaya (RAB) PLTMH	41
4.5. Menguji Kelayakan Alat PLTMH Dengan Menggunakan Turbin Ulir	42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian.....	12
Tabel 4.1. Spesifikasi Gambar PLTMH Turbin Ulir.....	33
Tabel 4.2. Hasil Biaya Bahan.....	41
Tabel 4.3. Hasil Biaya Produksi Alat.....	42
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Pertama.....	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Prinsip Kerja PLTMH.	5
Gambar 2.2.	Turbin Ulir.....	6
Gambar 2.3.	PLMTH.....	7
Gambar 2.4.	Pompa Air.....	7
Gambar 2. 5.	Generator DC.....	8
Gambar 2.6.	Poros.	9
Gambar 2.7.	Mesin Rol.	10
Gambar 2.8.	Rangka PLMTH.	10
Gambar 3.1.	Mesin Bubut.	13
Gambar 3.2.	Mesin Roll Otomatis.....	13
Gambar 3.3.	Mesin Las.	14
Gambar 3.4.	Mesin Gerinda Tangan.	15
Gambar 3.5.	Bor Tangan.	16
Gambar 3.6.	Besi Siku.....	17
Gambar 3.7.	Plat Besi Baja.	18
Gambar 3.8.	Pipa Saluran Air.	19
Gambar 3.9.	Elektroda.....	20
Gambar 3.10.	Bantalan <i>Bearing</i>	20
Gambar 3.11.	Tabung.	22
Gambar 3.12.	<i>Waterway</i>	22
Gambar 3.13.	Ukuran Sudu Turbin.	23
Gambar 3.14.	Diagram Alur Penelitian.....	24
Gambar 4.1.	Dimensi Kerangka Besi.	25
Gambar 4.2.	Proses Pengelasan Kerangka Besi.	26
Gambar 4.3.	Proses Cat Kerangka Besi.	26
Gambar 4. 4.	Proses Pembuatan <i>Waterway</i>	28
Gambar 4.5.	Dimensi turbin ulir.	30
Gambar 4.6.	Proses Cat Turbin Ulir.....	31
Gambar 4.7.	Dimensi Tabung Rumah Turbin.	31
Gambar 4.8.	Proses cat Tabung Rumah Turbin.	32
Gambar 4.9.	Dimensi Hasil Pembutan PLTMH Turbin Ulir.	33
Gambar 4.10.	Proses Pembubutan Poros bantalan <i>Bearing</i>	34
Gambar 4.11.	Dimensi Plat Bahan Baku.....	36
Gambar 4.12.	Sketsa Proses Pengerolan Plat Besi.	37
Gambar 4.13.	Dimensi Tabung Plat Besi Rumah PLTMH.....	37
Gambar 4.14.	Hasil pengerolan plat besi menjadi tabung PLTMH.	38
Gambar 4.15.	Peroses Pengujian Kelayakan Alat PLMTH.	43

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan energi listrik semakin besar seiring bertambahnya pertumbuhan jumlah penduduk dan berbagai fasilitas yang bergantung pada energi listrik. Namun ketersediaan energi listrik dari PLN belum mencukupi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Indonesia. Karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan potensi sumber-sumber energi terbarukan (*renewable energy*) yang banyak dimiliki oleh Negara kita Indonesia salah satunya adalah aliran sungai dan saluran irigasi. Potensi aliran sungai/saluran irigasi dapat dibuat pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) [1].

Jenis-jenis turbin air yang sudah banyak dikenal dan diaplikasikan pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah turbin crossflow, turbin Kaplan, turbin propeller, turbin turgo, turbin francis, dan turbin pelton. Turbin ulir merupakan jenis turbin air yang baru diteliti satu decade ini, diadopsi dari teori *Archimedean screw*. Keunggulan turbin ulir antara lain dapat beroperasi pada *head* rendah ($H < 10$ m), tidak membutuhkan pipa pesat, mudah pemasangan, mudah perawatan dan tidak merusak ekologi sungai atau *fish-friendly* (David Kilama Okot) [2].

Turbin ulir dikategorikan jenis turbin reaksi yang bisa dipakai pada *head* rendah (Elbatran A.H. dkk). Energi kinetik dan energi potensial dari aliran air diubah bentuknya menjadi energi mekanik pada sudu ulir menghasilkan putaran

poros turbin yang dapat diubah menjadi energi listrik pada generator melalui transmisi berat jenis air pada sudu yang menyebabkan ulir berputar.

Dengan asumsi tidak ada rugi-rugi semua energi potensial pada aliran dapat menghasilkan efisiensi maksimum 100 %, (Müller Gerald) [3].

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan mengenai turbin ulir yang dimuat dalam latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah utama dalam penelitian ini adalah Pembuatan pembangkit listrik tenaga mikrohidro turbin ulir skala laboratorium?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka batasan permasalahan yang akan diteliti dalam skripsi ini adalah :

1. Membuat alat turbin ulir sebagai pembangkit listrik tenaga screw archimedes.
2. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dengan menggunakan turbin ulir.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui proses pembuatan pembangkit listrik tenaga mikrohidro turbin ulir skala laboratorium.
2. Membangun dan merakit pembangkit listrik tenaga mikrohidro turbin ulir skala laboratorium.
3. Menganalisis proses pembuatan pembangkit listrik tenaga mikrohidro turbin ulir skala laboratorium.
4. Menganalisis (RAB) Rancangan Anggaran Biaya pada (PLTMH)

5. Menguji kelayakan alat pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan menggunakan turbin ulir.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagi penulis, dapat menyelesaikan program perkuliahan Sarjana Universitas Medan Area.
2. Memberikan sumbangsih ilmiah dalam pengembangan Ilmu Pengetahuan.
3. Untuk membantu mempelajari dan memahami pembangkit listrik tenaga mikro hidro terkusus (PLTMH).
4. Diharapkan mampu menjadi buku tambahan referensi dalam menambah wawasan tentang prinsip kerja dari sistem pembangkit listrik tenaga mikro hidro.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Turbin Ulir

Turbin ulir adalah model awal atau contoh yang dibuat untuk melakukan uji coba terhadap konsep yang sudah diperkenalkan ataupun yang sudah ada. merupakan sebuah alat ataupun benda nyata yang mengekspresikan benda tersebut yang dalam proses perencanaan.

Penggunaan alat PLTMH dapat membantu, memahami dan meningkatkan pemahaman daya serap mahasiswa terhadap materi pelajaran yang dipelajari.

Beberapa manfaat dalam membuat alat PLTMH adalah sebagai berikut:

- a. Mendapatkan gambaran konkret.
- b. Hemat biaya dalam proses pembuatan dan pengujian.
- c. Pengembangan produk baru.

2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

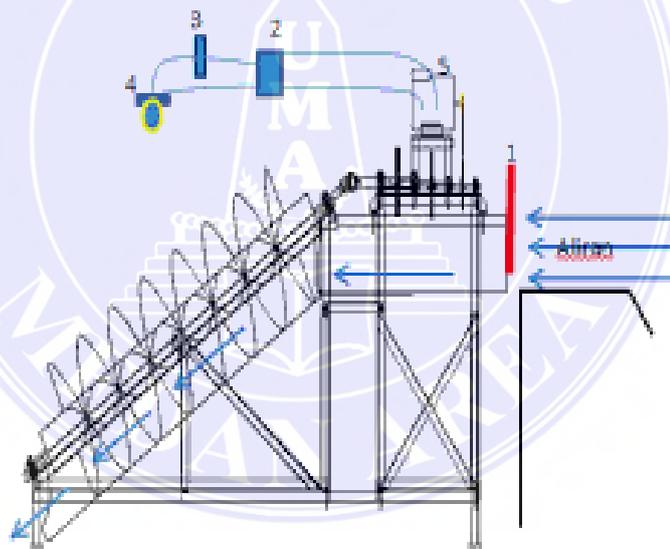
Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) atau disebut dengan mikro hidro adalah salah satu pembangkit listrik dengan tergolong renewable energy. Pembangkit mikro hidro tergolong pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai penggerak mula pada turbin. contoh tempat mikro hidro yaitu seperti saluran irigasi, air terjun, sungai pada hidro yaitu seperti saluran irigasi, air terjun, sungai pada alam dengan memanfaatkan head pada aliran air dan jumlah debit air.

Pembangkit listrik memiliki prinsip kerja dengan memanfaatkan ketinggian air dan jumlah debit aliran air yang di manfaatkan untuk pembangkit listrik tersebut.

Secara teknis mikro hidro memiliki 3 komponen utama yaitu:

- a. air sebagai sumber energi.
- b. turbin sebagai penggerak.
- c. generator sebagai pengubah daya gerak menjadi daya listrik.

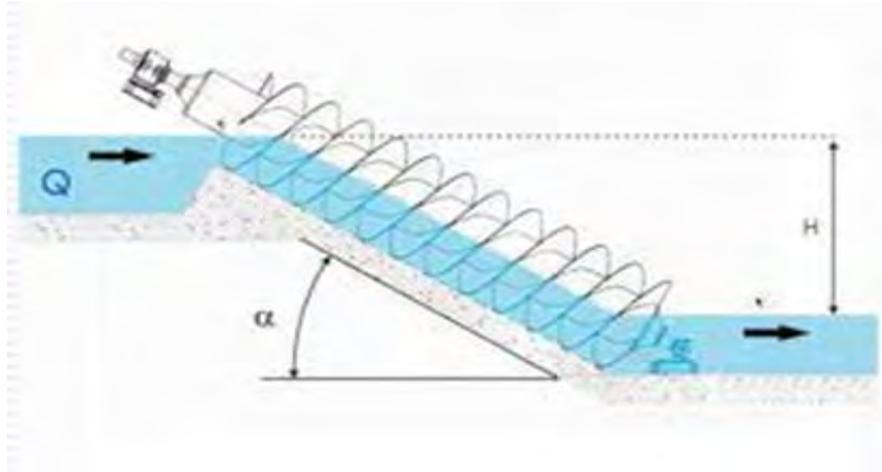
Turbin air adalah mesin konfersi energi yang mengubah energi mekanik energi kinetik lalu menjadi energi potensial dan dari energi potensial menjadi energi listrik. Skema prinsip kerja PLTMH terdapat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Prinsip Kerja PLTMH.

2.3. Turbin Ulir Screw Archimeds

Turbin ulir *Screw Archimedes* yang mengubah energi mekanik energi kinetik lalu menjadi energi potensial dan dari energi potensial menjadi energi listrik. Skema prinsip kerja turbin ulir terdapat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Turbin Ulir.

2.4. Komponen PLTMH

2.4.1. Tabung *Reservoir*

Tabung *Reservoir* adalah tabung penampungan air yang berbahan plastik ketebalan 2 mm dengan ukuran diameter 500 mm, tinggi 600 mm dan diameter jalur pipa keluaran (*output*) air dari *Reservoir* 50 mm.

2.4.2. *Waterway*

Waterway atau disebut dengan jalur air yang berfungsi sebagai tempat jalur aliran air yang berasal dari tabung *Reservoir* menuju tabung rumah turbin. *Waterway* tersebut dari plat baja dengan tebal 2 mm dengan panjang *waterway* 250 mm, tinggi *waterway* dari turbin 120 mm dan lebar jalur *waterway* 100 mm.

2.4.3. Tabung Rumah Turbin

Tabung Rumah Turbin adalah tempat turbin yang memakai ukuran diameter tabung 350 mm, panjang tabung 1100 mm, dengan memakai turbin ulir gerak 6 sudu. Gambar *Waterway*, Tabung *Reservoir* dan Tabung Turbin dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3. PLMTH.

2.4.4. Pompa Air

Pompa air adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan atau fluida dari suatu tempat ke tempat lain melalui saluran (pipa) dengan menggunakan tenaga listrik untuk mendorong air yang dipindahkan secara terus menerus. Pompa air yang digunakan adalah pompa air untuk aquarium dengan jenis Yamano WP 3700. Gambar pompa air dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Pompa Air.

2.4.5. Generator DC

Generator DC merupakan alat untuk mengubah daya poros turbin menjadi energi listrik. Pada mikrohidro umumnya digunakan generator sinkron dan

generator induksi sebagai generator. Generator sinkron beroperasi pada kecepatan sinkron yang berhubungan dengan frekuensi sistem. Saat turbin dihubungkan ke generator sinkron, yang terhubung ke jaringan PLN, maka kecepatannya akan konstan, tidak mungkin berubah, sesuai dengan frekuensi jaringan. Sedangkan generator induksi adalah mesin induksi yang bekerja sebagai generator, oleh karena itu mesin induksi mempunyai persamaan dan konstruksi yang sama untuk generator maupun untuk motor.

Generator DC adalah sebuah perangkat mesin listrik dinamis yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Generator DC disebut juga arus searah. Generator yang dipakai dalam pembuatan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLMTH) dengan kapasitas 300 Watt. Gambar generator DC dapat dilihat pada gambar 2.5.



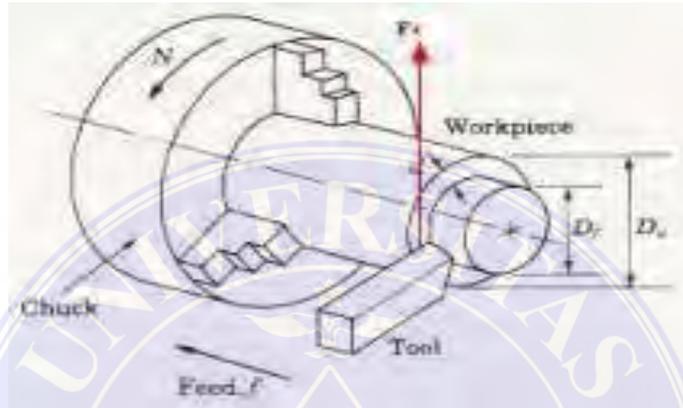
Gambar 2. 5. Generator DC.

2.5. Analisis Proses Pembuatan

Proses pembuatan mesin menetapkan langkah dalam proses pembuatan dengan berdasarkan tahapan pengerjaan dan waktu pembuatan yang diketahui sebagai berikut :

2.5.1. Bubut Poros

Proses pemesinan yang digunakan adalah proses bubut. Dimana dalam pembuatan komponen PLTMH (poros) dengan proses bubut harus memperhatikan elemen dasar pemesinan dalam hal waktu pemotongan. Gambar poros dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Poros.

Waktu pemotongan (t_c), dapat menggunakan rumus :

$$t_c = \frac{L_t}{V_f} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana:

t_c = Waktu pemotongan benda kerja (menit)

L_t = Panjang langkah pemotongan (mm)

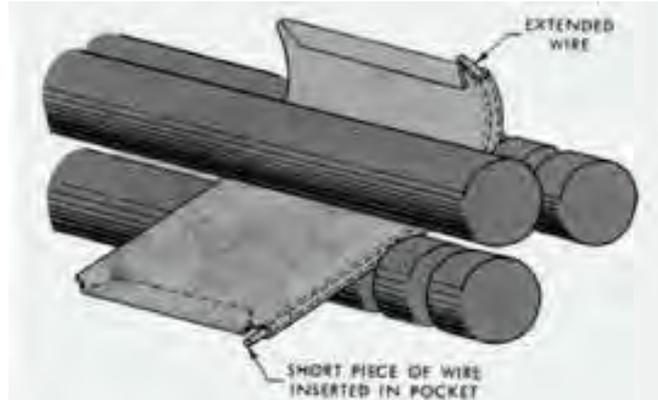
V_f = Kecepatan pemakanan (mm/min)

2.5.2. Mesin Rol

Proses pengerolan merupakan bagian dari proses pembentukan PLTMH yang bekerja merubah bentuk benda kerja menjadi produk yang diinginkan.

Proses pengerolan dilakukan dengan menggunakan mesin rol, mesin rol membentuk pelat menjadi tabung menggunakan rol penekan dan rol penahan.

Gambar mesin rol dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. Mesin Rol.

Waktu pengerolan t (dt), dapat menggunakan rumus:

$$t = h/V \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

h = Panjang benda kerja yang diroll = (mm) = (m)

V = Kecepatan Pengerolan (m/dt)

2.5.3. Pengelasan

Pengelasan merupakan salah satu jenis penyambungan diantara penyambungan yang lain seperti baut dan keling. Berbeda antara keduanya bahwa pengelasan PLTMH membutuhkan perhatian yang khusus diantaranya jenis pengelasan, klasifikasi pengelasan, dan karakteristiknya. Gambar rangka PLTMH dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Rangka PLMTH.

Energi panas yang diberikan pada operasi pengelasan tergantung pada aliran arus listrik, resistansi rangkaian, dan panjang waktu arus dialirkan, seperti rumus berikut ini.

$$H = I^2 R t \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

H = panas yang dihasilkan, W-sec. atau J (1 J= 1/1055 Btu)

I = arus listrik, A;

R = resistansi listrik, Ω ;

t = waktu, detik (sec.)

2.5.4. Kelayakan Teknis PLTMH

Dalam study kelayakan pembangunan PLTMH ada beberapa parameter kelayakan secara teknis antara lain:

- a. Ketersediaan air pada saluran irigasi atau saluran lainnya.
- b. Kemampuan struktur menahan beban yang terjadi.
- c. Ketersediaan peralatan mekanikal dan elektrikal di pasaran.

2.5.5. Komponen Biaya (cost)

Biaya investasi dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya langsung merupakan total biaya yang diperlukan untuk biaya pembangunan konstruksi pembangkit listrik tenaga mikro hidro, sedangkan biaya tidak langsung meliputi :

- a. Biaya tidak terduga untuk pengeluaran yang belum pasti atau belum dapat diperkirakan sekarang.
- b. biaya engineering mencakup biaya untuk kegiatan survey lapangan, study kelayakan, jasa konsultsn perencana dan biaya pengawasan.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di CV. Bengkel Makmur Teknik Jln. Pendidikan I, Desa Seirotan, Kec. Percut Sei Tuan Kab. Deli Serdang Di Sumatera Utara.

3.1.2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dimulai sejak terbit surat keterangan tugas skripsi.

Tabel 3. 1. Jadwal Kegiatan Penelitian.

NO.	Kegiatan	Tahun 2021					
		Mei	Juni	Juli	Ags	Sep	Okt
1.	Studi Literatur						
2.	Penyusunan Proposal						
3.	Seminar Proposal						
4.	Pembuatan Alat						
5.	Pengujian Alat						
6.	Analisa Alat						
7.	Penulisan Laporan						
8.	Seminar Hasil						
9.	Ujian Sidang						

3.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

3.2.1. Alat Penelitian

a. Mesin Bubut

Mesin Bubut (bahasa Inggris: *lathe*) adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda yang diputar, mesin bubut adalah mesin yang

penting dalam pembuatan bahan poros. Gambar mesin bubut dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Mesin Bubut.

Spesifikasi: Mesin Bubut Unit cb140

b. Mesin Roll Otomatis

Mesin roll plat atau gulung plat adalah mesin yang penting dalam pembuatan plat bulat atau tangki karena mesin ini mampu menggulung plat sehingga membentuk profil kurva lingkaran. Gambar mesin roll otomatis dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Mesin Roll Otomatis.

Spesifikasi: Mesin Roll Otomatis

Dimesin mesin

panjang: 3750 mm

Lebar: 1060 mm

Tinggi: 1250 mm

c. Mesin Las

Mesin Las adalah mesin yang dapat menyambung besi menjadi satu rangkaian utuh sehingga dapat membentuk sebuah bentuk yang diinginkan atau butuhkan.

Prinsip kerjanya adalah dengan cara membakar besi atau menyambung dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Mesin las yang digunakan dalam proses pembuatan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH). Dengan menggunakan mesin las Lakoni Basic dengan voltase 220V/50Hz dengan daya listrik 450 Watt. Gambar mesin las dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Mesin Las.

Spesifikasi:

Mesin Las Lakoni Model IP 24 LAKONI

Capasitas 10A-120A

Duty Cycle 100% I 100A - 60% I 120A, Power 220 v(50Hz)

d. Mesin Gerinda Tangan

Mesin gerinda adalah salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah/memotong ataupun menggerus benda kerja dengan tujuan atau kebutuhan tertentu. Prinsip kerja mesin gerinda adalah batu gerinda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, pengasahan, atau pemotongan.

Mesin gerinda tangan yang dilakukan untuk pemotongan besi plat dan plat siku dengan menggunakan mesin gerinda tangan makita dengan daya listrik 600 Watt atau Gerinda DeWalt DW810 680Watt Mesin gerinda tangan yang ada pada perlengkapan alat digunakan sebagai alat untuk menghaluskan dan meratakan permukaan rangka pada mesin.

Gambar gerinda tangan dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Mesin Gerinda Tangan.

Spesifikasi:

Mesin Gerinda Tangan Listrik Makita 9553 B

Daya listrik: 600 watt

Kec. Tanpa beban: 1100 rpm

Ukuran spindel: m10x1.5

Ukuran batu gerinda 4"/100 mm

Ukuran sikat mangkok: 3"/75 mm

e. Mesin Bor Tangan

Mesin Bor merupakan alat yang bisa digunakan untuk membuat lubang, alur, perluasan, dan penghalusan dengan presisi dan keakuratan. Mesin bor tangan yang dilakukan untuk pegelubangan terhadap plat dengan menggunakan mesin bor tangan RYU dengan daya 600 Watt. Gambar bor tangan dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Bor Tangan.

Spesifikasi:

Mesin Bor Tangan Listrik Bosch

GSB 550 3601 AAI 5Ko

Daya listrik 220-240v-50/60 Hz

550 w No. 0-2800 min-1

Ø max:13 mm

made in china 2019

Robert Bosch

3.2. Bahan Penelitian

a. Besi Siku

Besi siku adalah batang material yang terbuat dari logam besi berpenampang siku membentuk sudut 90o besi siku salah satu material penting dalam industri konstruksi yang diproduksi dengan panjang standart 6 meter. Namun besi siku memiliki ukuran lebar penampang dan ketebalan yang bervariasi antara lain 2 cm, 3 cm, 4 cm dan 5 cm, sementara tebalnya sekitar 1,4 mm hingga 3,4 mm.

Sebagai contoh besi siku dengan penampang 40 x 40 mm dan ketebalan 2,2 mm. Besi siku yang digunakan dalam pembuatan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) adalah besi siku L50 dengan ketebalan 2,5 mm.

Gambar siku L50 dengan tebal 2,5 mm dapat ditunjukkan pada gambar 3.6



Gambar 3.6. Besi Siku.

Spesifikasi:

Panjang 6000 mm = 6 m

lebar penampang 30 mm = 3cm

ketebalan 3,4 mm

b. Plat Besi Baja

Plat besi baja merupakan jenis plat yang digunakan sebagai material untuk konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai penyambung konstruksi profil, pembuatan tangki ataupun tabung air dan waterway. Plat besi hitam yang digunakan dalam pembuatan tangki ataupun tabung dan waterway pada pembangkit listrik mikro hidro (PLTMH) dengan ukuran 3 mm. Gambar plat besi baja dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Plat Besi Baja.

Spesifikasi: Plat Besi Baja JIS

Type JIS G 3131 SPHC

ukuran 4x8 feet

ketebalan 3.00 mm

c. Pipa Untuk Saluran Air

Pipa besi baja terbuat dari baja yang banyak digunakan sebagai pipa saluran air limbah ataupun gas. Bahannya sangat kuat dan kokoh sehingga dijamin tidak mengalami kebocoran. Pipa besi saluran air yang digunakan dalam 15 pembuatan pembangkit listrik mikro hidro (PLMTH) memakai ukuran ketebalan

2,5 mm dan diameter 4 inch. Gambar pipa besi saluran air dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Pipa Saluran Air.

Spesifikasi: Pipa PVC Indrasari

Ukuran 1 1/2"

panjang 6000 mm = 6 m

diameter luar 48 mm

d. Elektroda.

Kawat las atau yang sering disebut dengan elektroda adalah suatu material yang digunakan untuk melakukan pengelasan listrik yang berfungsi sebagai pembakar yang akan menimbulkan busur nyala. Sebagai salah satu bagian penting dalam proses pengelasan. Elektroda yang digunakan dalam pengelasan pembuatan prototype pembangkit listrik mikro hidro (PLMTH) memakai kawat las ukuran NK-68 $\varnothing 2.6 \times 350$ mm. Gambar elektroda dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. Elektroda.

Spesifikasi:

AWS A5,1 E6013

EN ISO 2560-A-E 35 OR

JIS Z 3211 D4313

Ø 2.0 x 300 mm

net weigh 1 kg

e. Bantalan *Bearing*

Bantalan *bearing* difungsikan di kedua ujung poros pada penggerak turbin uir.

Gambar 3.10. Bantalan *Bearing*.

Spesifikasi:

Bantalan Rumah Bearing SNI 511-609

diameter 50 mm

3.3. Prosedur Pembuatan

Proses pembuatan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLMTH) menggunakan turbin *whirpool* meliputi proses pembuatan. Proses ini sangat penting dalam pengerjaan yang akan dilakukan dalam pembuatan alat pembangkit listrik tenaga mikro hidro, komponen dan material yang digunakan. Selama proses pengerjaan ada beberapa tahap diantaranya:

3.3.1. Pembuatan Rangka Alat (*Frame*)

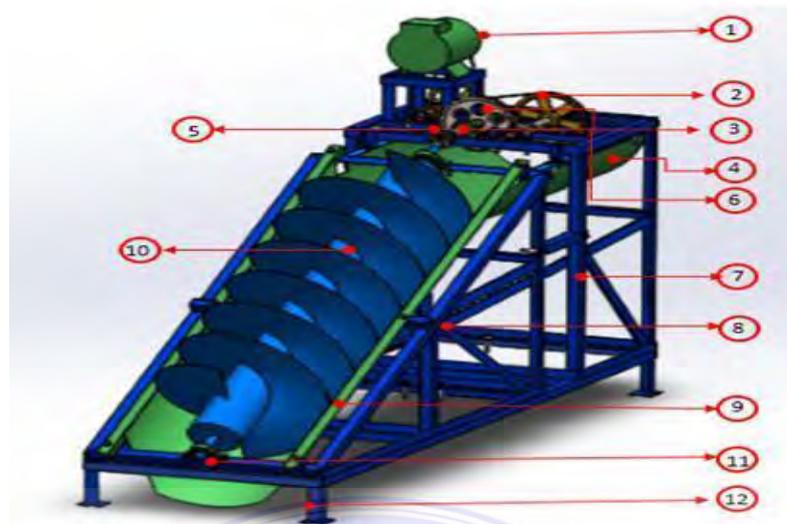
Proses pembuatan rangka yang akan dilakukan dengan cara mengetahui dimensi yang akan dibuat terlebih dahulu. Proses kerja yang dilakukan adalah dengan menggunakan mesin produksi diantaranya adalah mesin roll, bor tangan, mesin las listrik dan mesin gerinda tangan.

Setelah seluruh proses produksi siap kemudian diambil besi siku ukuran L50 dengan ketebalan 2,5 mm kemudian dipotong dengan menggunakan mesin gerinda tangan sesuai dengan ukuran diinginkan yaitu panjang 200 cm sebanyak 4 buah, lebar 50 cm sebanyak 10 buah, tinggi 64 cm sebanyak 10 buah. Jika semua yang diinginkan telah selesai dipotong, langkah selanjutnya adalah dengan melakukan proses pengelasan terhadap besi siku yang telah dipotong.

3.3.2. Pembuatan Tabung

Proses pembuatan tabung *reservoir* dan tabung turbin dilakukan dengan proses pengerollan terhadap plat baja hitam dengan ketebalan 3 mm sebanyak 2 buah, 1 buah tabung Reservoir dan 1 buah tabung turbin, dengan tinggi tabung 30 cm dan diameter tabung 50 cm dan tabung turbin diameter 20,8 cm

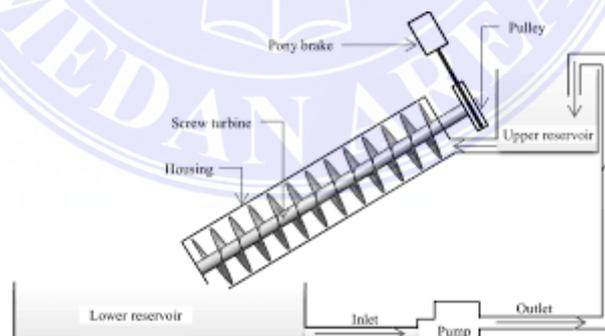
Tabung turbin terdapat rumah turbin yang berada didalam tabung turbin dengan ukuran diameter 20,5 cm. Gambar tabung dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. Tabung.

3.3.3. Pembuatan Waterway

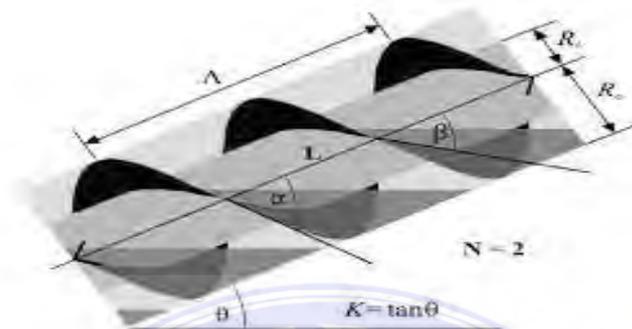
Proses pembuatan waterway atau jalur air dibuat dengan proses pemotongan menggunakan mesin gerinda tangan dan penyambungan dengan menggunakan mesin las dengan ukuran panjang 150 cm, tinggi dari tabung turbin 12 cm, tinggi dri reservoir 20 cm dan lebar jalur waterway 10 cm. Gambar *waterway* dapat dilihat pada gambar 3.12.

Gambar 3.12. *Waterway*.

3.3.4. Pembuatan Sudu

Turbin Proses pembuatan sudu tubin dilakukan dengan proses pemotongan menggunakan mesin gerinda tangan dan penyambungan dengan mesin las dengan

ukuran, jumlah sudu yang digunakan pada pembuatan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLMTH). Gambar ukutan sudu turbin dapat dilihat pada gambar 3.13.



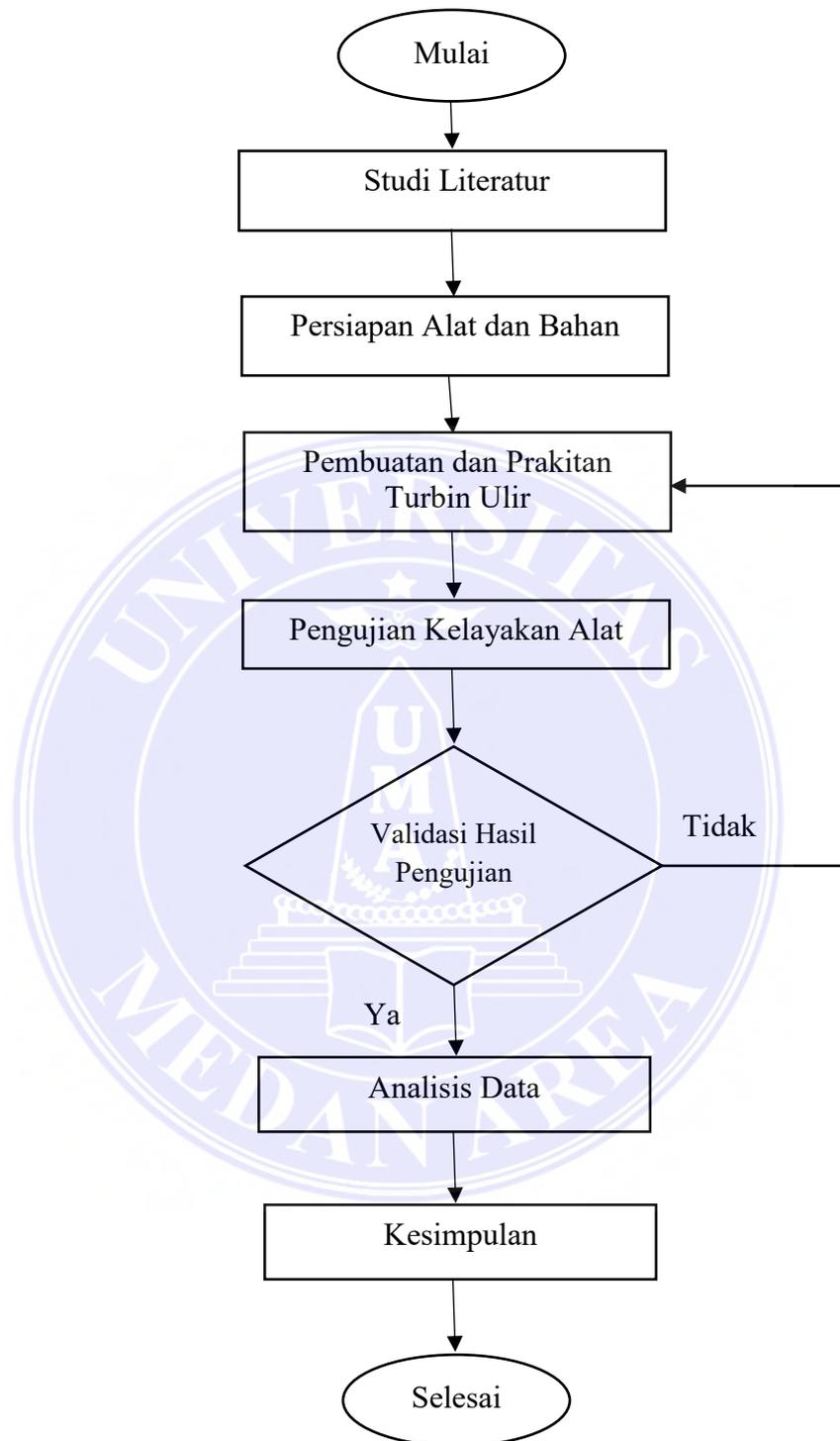
Gambar 3.13. Ukuran Sudu Turbin.

3.3.5. Pengujian Kelayakan Alat

Alat Pengujian kelayakan dalam pembuatan pembangkit listrik tenaga mikro hidro ini menggunakan skala laboratorium yang berkapasitas lebih kecil dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) atau Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yaitu berkapasitas 300 Watt. Proses pengujian dilakukan dengan metode pengujian fungsional sederhana. Adapun beberapa pengujian kelayakan alat secara teknis yaitu:

- a. Kemampuan struktur kerangka dalam menahan beban air maupun tabung reservoir, tabung turbin dan bak penampungan air.
- b. Komponen pembangkit listrik tenaga mikro hidro bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya.
- c. Pembangkit listrik tenaga mikro hidro dapat berfungsi sebagai sistem pembangkit tenaga listrik ketika dioperasikan.

3.4. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.14. Diagram Alur Penelitian.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah selesai mengerjakan proyek akhir dengan judul “Pembuatan pembangkit listrik tenaga mikrohidro turbin ulir skala laboratorium” sampai dengan akhir penyusunan ini maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembuatan *screw archimedes* pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala laboratorium diawali dengan menganalisa kebutuhan, perancangan alat, pembuatan alat dan pengujian alat. Dari pengujian alat ini dapat beroprasi layaknya pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala laboratorium dengan daya 36 watt dengan rancangan maximum daya 50 watt maka hasil persentase akhir 60-75% kelayakan alat, sehingga alat dinyatakan layak sebagaimana mestinya dan proses pembuatan PLTMH dinyatakan selesai.
2. Unjuk kerja dari *screw archimedes* pembangkit listrik tenaga mikrohidro didapatkan hasil rata-rata daya keluaran generator pada debit air 0,0010 m³/s liter/detik sebesar 36 watt, dengan rata-rata debit 8 liter variasi sudut 30⁰ 7 Volt DC dan AC 9 Volt.
3. Dan dengan debit air 0.008 dengan variasi kemiringan 50⁰ 10,5 Volt 13,5 Volt dan generator mampu menghidupkan beban setara 6 buah lampu 5 watt/12Volt Dc.
4. Pada rancangan biaya pembangkit listrik turbin ulir skala laboratorium disimpulkan dengan pemakain rumus Rancangan Anggaran Biaya (RAB)

disebutkan pada total biaya senilai Rp: 7.256.000 pada pembuatan PLTMH.

5. Dari pengujian alat yang telah dilakukan maka hasil yang didapatkan dengan daya 36 watt maka alat PLTMH dinyatakan layak.

5.2. Saran

Berdasarkan keterbatasan pembuatan *screw archimedes* pembangkit listrik tenaga mikrohidro turbin ulir skala laboratorium saran yang dapat penulis sampaikan adalah:

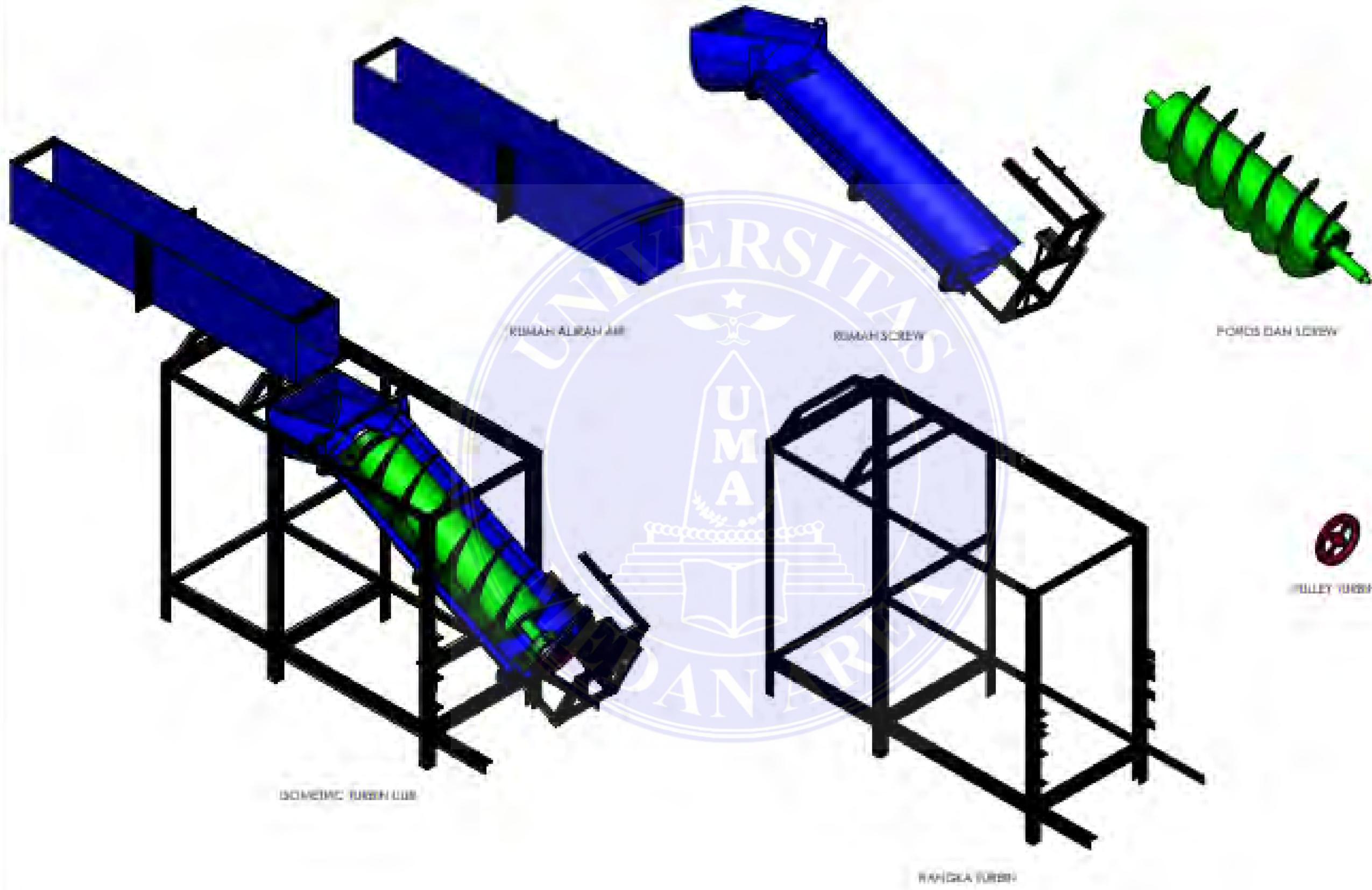
1. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih spesifik dan lebih mudah dalam pembacaan perlu adanya pengembangan di bagian alat ukur, diharapkan alat ukur digital spesifikasi rendah dapat digantikan dengan alat ukur digital yang spesifikasinya lebih berkualitas sehingga tidak menimbulkan keraguan dalam pengukuran.
2. *Screw archimedes* pembangkit listrik tenaga mikrohidro juga butuh alat ukur laju debit pada type digital sehingga saluran atas penampung debit dapat terkontrol laju variasi aliran yang dibutuhkan.

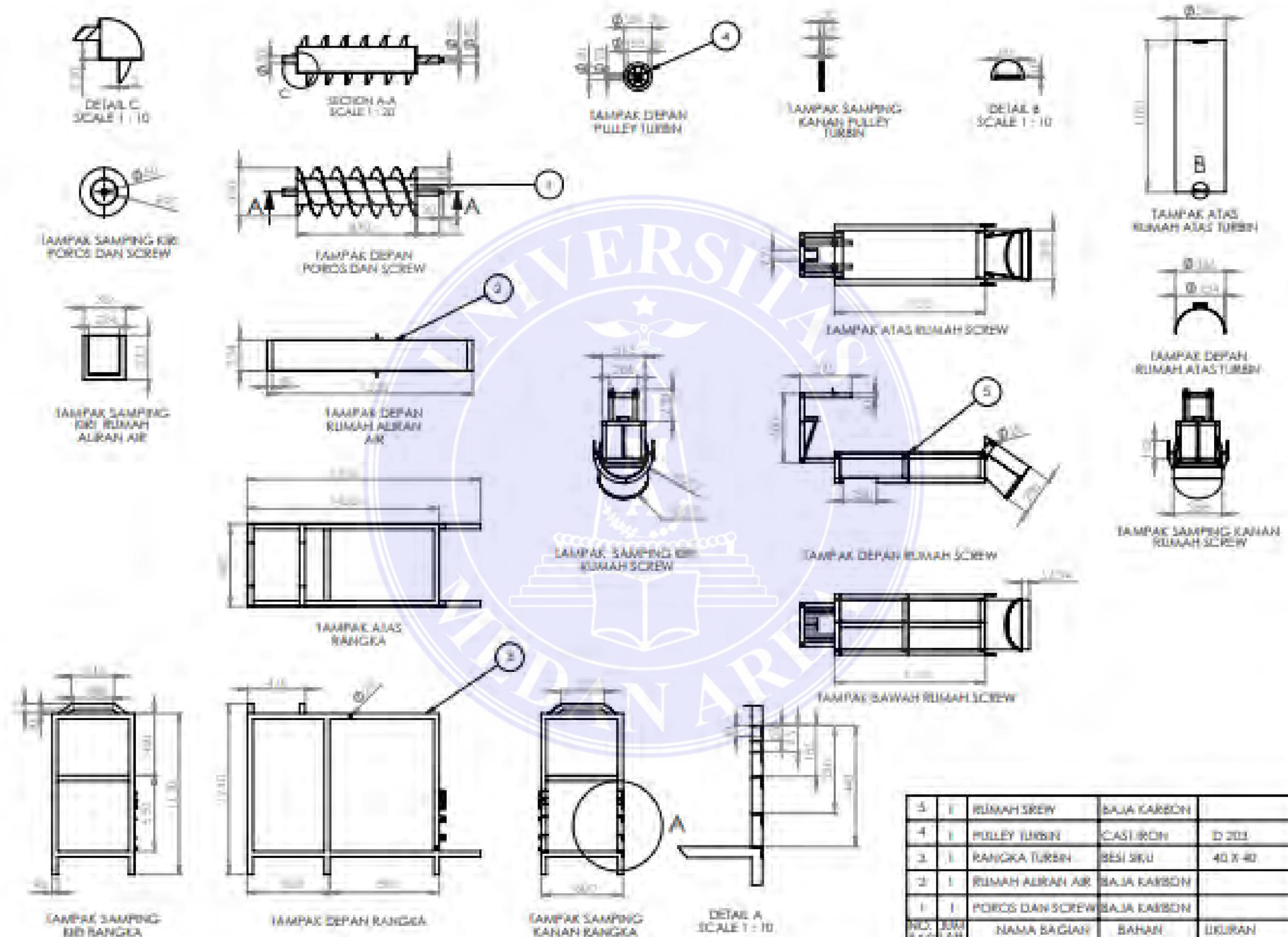
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fish-Friendly (David Kilama Okot) “ Tinjauan Teknologo Pembangkit Listrik Tenaga Air Kecil ”. 2013.
- [2] Muller Gerald “ Tentang Pengaruh Sudut Kemiringan” 2009
- [3] Havendry, A. (2009). “Perancangan dan Realisasi Model *Prototipe* Turbin Ulir *Air Tipe Srew (Archimedes Turbine)* Untuk Pembangkit Tenaga Listrik Dengan Head Rendah di Indonesia”. Jurnal No.31 Vol. 2 Thn XVI April 2009.
- [4] Buku Kemetrian Pendidikan dan Kebudayaan “Mekanika Teknik dan Elemen Mesin 2” Sambungan Las. 2015.
- [5] T. Aida S, Sahrul, Lety T, “Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Turbin Pelton Kapasitas 300 Watt Kajian Debit Dan Arah Aliran Pada Alat,” *Seniati*, pp. 118–122, 2019.
- [6] D. Setiawan Wie, “Perencanaan Dan Implementasi Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh),” *J. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 01, 2017.
- [7] D. Program, S. Teknik, F. Teknik, and K. B. Jimbaran, “Output Pada *Prototipe* Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Dengan Menggunakan Turbin *Crossflow*,” vol. 7, no. 3, 2020.
- [8] J. R. Material and M. Energi, “Ft-Umsu Ft-Umsu,” vol. 3, no. 2, pp. 103–111, 2020

LAMPIRAN







5	1	RUMAH SREW	BAJA KARBON		
4	1	PULLEY TURBIN	CASTIRON	Ø 203	
3	1	RANGKA TURBIN	BESI SEU	40 X 40	
2	1	RUMAH ALIRAN AIR	BAJA KARBON		
1	1	POROS DAN SCREW	BAJA KARBON		
NO. BAG. LAIN		NAMA BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
		SCALA : 1:20	DIGAMBAR: DEDU BAJA	PERINGKATAN	
		UKURAN : mm	SPM	- PHS 3005	
		TANGGAL : 3-2-22	DEKAT: INDEK HEBERANAN	Document Accepted 24/6/22	
LABORATORIUM UNIVERSITAS MEDAN AREA			ARCHIMEDES SCREW TURBINE		NO. 1 A2