

TUGAS AKHIR

PEMBUATAN PROTOTIPE RUMAH TURBIN KAPLAN UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas
Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MUHAMMAD HAKIM

1807230054



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:


Nama : Muhammad Hakim
NPM : 1807230054
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Prototipe Rumah Turbin Kaplan Untuk
Pembangkit Listrik Tenaga Air
Bidang Ilmu : Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 11 Oktober 2022

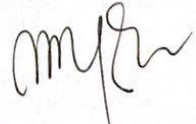
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I




Ir Alfis Amiruddin, M.Si

Dosen Penguji II



M. Yani, S.T., M.T

Dosen penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Hakim
Tempat / Tanggal Lahir : Tualang / 02 November 2000
NPM : 1807230054
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pembuatan Prototipe Rumah Turbin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air“

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 11 Oktober 2022

Saya yang menyatakan,



Muhammad Hakim

ABSTRAK

Turbin air terdapat dalam suatu pembangkit listrik berfungsi untuk mengubah energi potensial yang dimiliki air menjadi energi kinetik. Energi air dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik dengan memanfaatkan tenaga potensial yang tersedia (potensi air terjun dan kecepatan aliran). Kebutuhan energi dewasa ini semakin meningkat seiring dengan bertambahnya pertumbuhan jumlah penduduk. Tidak berbeda dengan turbin Francis, turbin Kaplan cara kerjanya menggunakan prinsip reaksi. Pada proses pembuatan rumah turbin Kaplan menggunakan gerinda, mesin las, kaca mata las, sarung tangan, bor, meteran, palu, siku las, jangka sorong. Pada pembuatan prototipe rumah turbin Kaplan pembangkit listrik berbahan plat galvanis dengan lapisan anti karat dan pengujian uji tarik. Diameter rumah turbin Kaplan 546 mm, panjang aliran 320 mm, tinggi rumah turbin Kaplan 131 mm, lebar 450 mm, bibir turbin Kaplan 546 mm, panjang 320 mm, lebar 22 mm. Dalam penelitian uji tarik ini menggunakan plat galvanis lebar 14,5 mm, tebal 1,6 mm, tinggi 80 mm, hasil uji tarik mendapatkan tarikan elastis 513,937 Fm (kN), tarikan plastis 856,591 Fm (kN), dan tarikan titik putus 1017,5 fm (kN).

Kata kunci: Turbin Kaplan, Penyarah tetap, Plat galvanis

ABSTRACT

The water turbine in a power plant functions to convert the potential energy of the water into kinetic energy. Water energy can be used as a power plant by utilizing the available potential energy (waterfall potential and flow velocity). Today's energy needs are increasing along with the increase in population growth. Not unlike the Francis turbine, the Kaplan turbine works using the reaction principle. In the process of making the Kaplan turbine house using a grinder, welding machine, welding glasses, gloves, drill, meter, hammer, welding elbow, caliper. In making the prototype of the Kaplan turbine house for the power plant made of galvanized plate with anti-rust coating and tensile test testing. The diameter of the Kaplan turbine housing is 546 mm, the flow length is 320 mm, the Kaplan turbine housing height is 131 mm, the width is 450 mm, the Kaplan turbine lip is 546 mm, the length is 320 mm, and the width is 22 mm. In this tensile test study using a galvanized plate with a width of 14.5 mm, a thickness of 1.6 mm, a height of 80 mm, the results of the tensile test get an elastic tensile of 513,937 Fm (kN), a plastic tension of 856,591 Fm (kN), and a tensile break point of 1017, 5 fm (kN).

Keywords: Kaplan turbine, Fixed rectifier, Galvanized plate

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pembuatan Prototipe Rumah Turbin Kaplan Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Fakultas Teknik UMSU, yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Arfis Amiruddin, M.Si selaku dosen penguji I dan Bapak M. Yani, S.T., M.T selaku dosen penguji II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulisan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T dan Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T sebagai Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
6. Orang tua penulis: Alm. Mariadi dan Emawati, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Sahabat-sahabat penulis: Mhd. Maulana Husni, Aulia Ferdianda, Rendi Fauji, Muhammad Taufiq Hidayat, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 11 Oktober 2022

Muhammad Hakim

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR DIAGRAM	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pengertian Turbin	4
2.2. Prinsip Kerja Turbin Air	5
2.3. Klasifikasi Turbin	5
2.3.1. Turbin Reaksi	5
2.3.1.1. Turbin Perancis	6
2.3.1.2. Turbin Kaplan	7
2.3.2. Turbin Impuls	8
2.3.2.1. Turbin Turgo	8
2.3.2.2. Turbin Pelton	9
2.4. Pemilihan Turbin	10
2.5. Turbin Air Jenis Kaplan	11
2.6. Prinsip Kerja turbin Kaplan	11
2.7. Bagian Bagian Turbin Kaplan	12
2.8. Pengujian Uji Tarik	15
2.9. Proses Pengelasan	16
2.10. Proses Gerinda	16
BAB 3 METODE PENELITIAN	17
3.1. Tempat Dan Waktu	17
3.1.1. Tempat	17
3.1.2. Waktu	17
3.2. Bahan Dan Alat	18
3.2.1. Bahan	18
3.2.2. Alat	20
3.3. Diagram alir	26
3.4. Rancangan Alat Penelitian	27
	vii

3.5. Prosedur Pembuatan	30
3.5.1. Pembuatan Rumah Turbin Kaplan	30
3.5.2. Pembuatan Pipa Rumah Turbin	30
3.5.3. Pembuatan Penyarah Tetap	31
3.6. Pengujian Uji Tarik	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Hasil Pembuatan Rumah Turbin Kaplan	33
4.1.1. Membuat Rumah Turbin Kaplan	33
4.1.2. Pembuat Pipa Isap Rumah Turbin	38
4.1.3. Pembuatan Penyarah Tetap	42
4.1.4. Pengamplasan	45
4.1.4. Flinkote	46
4.1.5. Pengecatan	46
4.1.6. Lem Silicone	48
4.1.7. Perakitan Alat	48
4.2. Hasil Uji Tarik	49
4.3. Pembahasan	50
4.3.1. Pengelasan	51
4.3.2. Gerinda	51
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
SK PEMBIMBINGAN	
BERITA ACARA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Air	4
Gambar 2.2 Turbin Perancis	7
Gambar 2.3 Turbin Kaplan	7
Gambar 2.4 Turbin Turgo	8
Gambar 2.5 Turbin Pelton	9
Gambar 2.6 Jenis Turbin Kaplan	11
Gambar 2.7 Rumah Turbin Kaplan	12
Gambar 2.8 Penyarah Tetap	13
Gambar 2.9 Sudu Penyarah	13
Gambar 2.10 Runner Blade	14
Gambar 2.11 Pipa Isap	15
Gambar 2.12 Pengujian Tarik	15
Gambar 2.13 Spesimen Pengujian Uji Tarik ASTM D 630-90	16
Gambar 3.1 Plat Galvanis	18
Gambar 3.2 Flinkote	18
Gambar 3.3 Cat	19
Gambar 3.4 Baut Dan Mur	19
Gambar 3.5 Kawat Las	20
Gambar 3.6 Gerinda	20
Gambar 3.7 Mesin Las	21
Gambar 3.8 Kaca Mata Las	21
Gambar 3.9 Sarung Tangan	22
Gambar 3.10 Bor Tangan	22
Gambar 3.11 Meteran	23
Gambar 3.12 Palu	23
Gambar 3.13 Kuas	24
Gambar 3.14 Siku Las	24
Gambar 3.15 Jangka Sorong	25
Gambar 3.16 Diagram Alir	26
Gambar 3.17 Pembuatan Rumah Turbin	27
Gambar 3.18 Sudah Di Satukan	28
Gambar 3.19 Prototipe Turbin Kaplan Pembangkit Listrik	29
Gambar 4.1 Sketsa Rumah Turbin	33
Gambar 4.2 Sketsa Rumah Turbin	34
Gambar 4.3 Plat Galvanis 1,6 mm	34
Gambar 4.4 Memotong Plat Galvanis	35
Gambar 4.5 Pemotongan Keseluruhan Bagian Dalam Rumah Turbin	35
Gambar 4.6 Potongan Tinggi Dan Lebar Rumah Turbin	36
Gambar 4.7 Potongan Bibir Atas Bagian Turbin	36
Gambar 4.8 Plat Tinggi Dan Lebar Rumah Turbin Disatukan	37
Gambar 4.9 Plat Bibir Atas Disatukan Dengan Las	37
Gambar 4.10 Proses Pembuatan Lubang	38
Gambar 4.11 Sketsa Pipa Isap	38

Gambar 4.12 Sketsa Pipa Isap	39
Gambar 4.13 Plat Galvanis 1,6 mm	39
Gambar 4.14 Gambar Potongan Pipa Isap	40
Gambar 4.15 Membentuk Plat Untuk Bulat	40
Gambar 4.16 Press plat	40
Gambar 4.17 Bulatan Pipa Isap	41
Gambar 4.18 Lubang Pipa Sudah Disatukan Dengan Las	41
Gambar 4.19 Pembuatan Lubang	42
Gambar 4.20 Sketsa Penyarah Tetap	42
Gambar 4.21 Sketsa Penyarah Tetap	43
Gambar 4.22 Plat Galvanis 1,6 mm	43
Gambar 4.23 Pemotongan Plat Galvanis	44
Gambar 4.24 Potongan Lingkaran	44
Gambar 4.25 Potongan Sirip Penyarah Tetap	45
Gambar 4.26 Plat Yang Disatukan Dengan Las	45
Gambar 4.27 Pengamplasan	46
Gambar 4.28 Flinkote	46
Gambar 4.29 Proses Flinkote	47
Gambar 4.30 Proses Pengecatan	47
Gambar 4.31 Silicone Rumah Turbin	48
Gambar 4.32 Letakan Rumah Turbin Ke Rangka	48
Gambar 4.33 Letakan Penyarah Tetap	49
Gambar 4.34 Spesimen Setelah Uji Tarik	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Pemilihan Jenis Turbin Air Berdasarkan Head	10
--	----

DAFTAR DIAGRAM

Gambar 2.1 Grafik Pemilihan Jenis Turbin Air	10
Gambar 4.1 Grafik Tegangan Dan Regangan	50

DAFTAR NOTASI

Simbol	Kecepatan	Satuan
n	kecepatan putar	(rpm)
V	kecepatan potong	(mm/det)
d	diameter roda gerinda	(mm)
POS	Peripheral operating speed	(rpm)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Turbin air terdapat dalam suatu pembangkit listrik berfungsi untuk mengubah energi potensial yang dimiliki air menjadi energi kinetik. Selanjutnya energi kinetik ini akan dirubah menjadi energi elektrik melalui generator. Hal ini menyebabkan setiap pembahasan tentang turbin hidrolik akan mengikutsertakan generator sebagai pembangkit listrik. Turbin air adalah salah satu mesin penggerak yang mana fluida kerjanya adalah air. Berdasarkan perubahan energi turbin air dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin Impuls dan turbin reaksi (Umurani dkk., 2020).

Energi air dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik dengan memanfaatkan tenaga potensial yang tersedia (potensi air terjun dan kecepatan aliran). Kebutuhan energi dewasa ini semakin meningkat seiring dengan bertambahnya pertumbuhan jumlah penduduk. Namun, pertumbuhan jumlah penduduk dunia tidak disertai dengan ketersediaan pemenuhan energi yang memadai. Sumber energi yang dapat menghasilkan energi listrik antara lain minyak bumi, batu bara, tenaga nuklir, air, angin, dan matahari. Minyak bumi dan batu bara keberadaannya sekarang semakin langka dikarenakan sumber energi ini tidak dapat diperbarui. Energi nuklir sebagai pembangkit listrik juga sangat berbahaya bila dikembangkan di Indonesia dikarenakan radiasinya dapat membahayakan penduduk. Salah satu sumber energi penghasil energi listrik yang masih banyak tersedia di Indonesia ramah lingkungan adalah sumber energi air. Negara Indonesia sangat berpotensi untuk membangun pembangkit listrik yang menggunakan sumber energi air dikarenakan di wilayah negara Indonesia masih banyak mempunyai sumber daya alam air yang sangat melimpah (Kusnadi dkk., 2018).

Kebutuhan energi listrik di Indonesia pada sektor perumahan menggunakan lebih banyak listrik dari pada sektor-sektor lainnya. Kemudian, sebagian besar pembangkit listrik yang terdapat di Indonesia masih menggunakan tenaga diesel atau sumber daya lain yang tidak dapat diperbaharui, sedangkan sumber daya

tersebut lama kelamaan semakin menipis, dan kebutuhan akan energi listrik semakin bertambah dari hari ke hari. Maka, diperlukan energi alternatif dari sumber daya lain seperti sumber energi air. Pemangkit listrik mikrohidro merupakan salah satu alternatif penghasil energi listrik dengan skala kecil yang menggunakan tenaga air seperti aliran sungai, irigasi, dan air terjun alam yang sedang banyak dikembangkan (Abdurahman, dkk, 2019).

Instalasi yang dapat digunakan untuk memanfaatkan sumber daya air adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). PLTMH merupakan pembangkit listrik skala kecil yang memanfaatkan energi air sebagai tenaga penggerak. Energi air yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi berasal dari sungai, air terjun, atau saluran irigasi. Salah satu sumber air yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi PLTMH adalah energi air yang diperoleh dari air yang ditampung dan dialirkan ke turbin skala lab (Kusnadi dkk., 2018).

Turbin kaplan adalah sejenis turbin air jenis propeller yang memiliki sudu yang bisa diatur. Turbin Kaplan berkembang tahun 1913 oleh profesor Austria Viktor kaplan, dengan mengkombinasi secara otomatis baling-baling yang dapat diadjust dengan otomatis. Turbin Kaplan merupakan pengembangan dari turbin francis dan menggunakan head yang rendah berkisar 10-70 meter dan output daya 5-200 MW dan tak dicapai turbin francis. Diameter runner adalah 2 – 11 meter. Kisaran rotasi turbin adalah 79-429 rpm. Turbin Kaplan masuk kategori turbin reaksi aliran kedalam, berarti 8 bahwa fluida perubahan tekanan bekerja ketika bergerak menubruk turbin dan memberikan energi (H.A RAHMAWAN).

Turbin kaplan pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) ini yang berkaitan dengan suatu material yang dipilih adalah plat galvanis. Baja galvanis lebih tahan terhadap korosi dari pada besi atau baja. Sama seperti dengan baja, zinc terkorosi ketika kontak dengan lingkungan. Baja galvanis banyak digunakan karena galvanis memiliki dua fungsi sifat pelindung. Sebagai lapisan proteksi, galvanis menyediakan lapisan zinc yang tanggu dan terikat secara metalurgi yang sepenuhnya menutupi permukaan baja dan melindungi baja dari serangan korosif lingkungan (Royani dkk., 2019).

Dari uraian diatas maka penulis melakukan penelitian sebagai tugas akhir yang berjudul “ Pembuatan Prototipe Rumah Turbin Kaplan Pembangkit Listrik Berbahan Plat Galvanis Dengan Lapisan Anti Karat Dan Pengujian Uji Tarik”

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara membuat rumah turbin menggunakan bahan plat galvanis
2. Bagaimana kekuatan tarik rumah turbin kaplan menggunakan plat galvanis

1.3. Ruang lingkup

Berdasarkan uraian diatas maka peneliti membatasi penelitian yaitu

1. Bahan yang digunakan adalah plat galvanis 1,6 mm.
2. Penelitian ini hanya berfokus tentang pengujian pada kekuatan tarik.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Membuat rumah turbin kaplan menggunakan plat galvanis.
2. Untuk memperoleh data dari hasil pengujian kekuatan tarik plat galvanis

1.5. Manfaat Penelitian

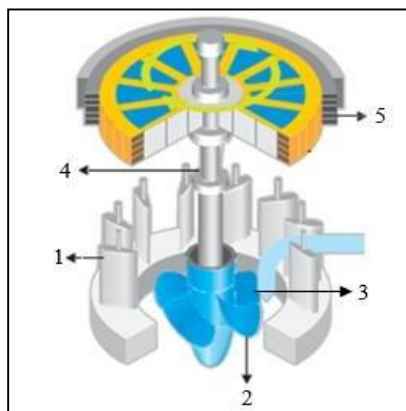
1. Dapat mengetahui cara pembuatan rumah turbin dengan bahan plat galvanis 1,6 mm
2. Dapat mengetahui kekuatan tarik rumah turbin kaplan

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Turbin

Turbin adalah sebuah mesin berputar yang mengambil energi dari aliran fluida. Fluida yang bergerak menjadikan baling-baling berputar dan menghasilkan energi untuk menggerakkan rotor. Bagian turbin yang tidak berputar dinamakan stator atau rumah turbin. Roda turbin terletak didalam rumah turbin dan roda turbin memutar poros daya yang menggerakkan atau memutar bebanya yaitu generator, listrik, pompa, kompresor, baling-baling atau mesin lainnya. Didalam turbin, fluida kerja mengalami proses ekspansi, yaitu penurunan tekanan, dan mengalir secara kontinyu. Putaran yang dihasilkan oleh turbin mengakibatkan poros turbin ikut bergerak dan kemudian putaran poros turbin akan diteruskan kegenerator listrik untuk diubah menjadi energi listrik.

Pada roda turbin terdapat sudu, sudu yaitu suatu konstruksi lempengan dengan bentuk dan penampang tertentu, air sebagai fluida kerja mengalir mel alui ruang diantara sudu tersebut, dengan demikian roda turbin akan dapat berputar dan pada sudu akan ada suatu gaya yang bekerja. Gaya tersebut akan terjadi karena ada perubahan momentum dari fluida kerja air yang mengalir diantara sudunya. Sudu hendaknya dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat terjadi perubahan momentum pada fluida kerja air tersebut (RAHMAWAN, 2018). Dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Turbin Air (Kusnadi dkk., 2018)

2.2. Prinsip Kerja Turbin Air

Turbin air mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Energi mekanis diubah dengan generator listrik menjadi tenaga listrik. Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis, Aliran air yang mempunyai energi potensial akan disemprotkan ke sudu-sudu turbin oleh nozzle. Putaran dari sudu-sudu tersebut akan mengakibatkan poros turbin akan diteruskan ke generator listrik untuk di ubah menjadi energi listrik (Putra, 2018).

2.3. Klasifikasi Turbin

Energi potensial air sebagian atau seluruhnya berubah menjadi energi kinetik sebelum melewati rotor turbin. Berubahnya energi potensial menjadi energi kinetik disertai dengan penurunan tekanan (ekspansi) yang terjadi pada fluida air. (RAHMAWAN, 2018).

Bila dilihat dari proses penurunan tekanan fluida kerja suatu turbin, maka turbin air dapat dibedakan menjadi 2 yaitu :

1. Turbin Reaksi (Francis, Kaplan/Propeller)
2. Turbin Impuls (Pelton, Turgo)

2.3.1 Turbin Reaksi

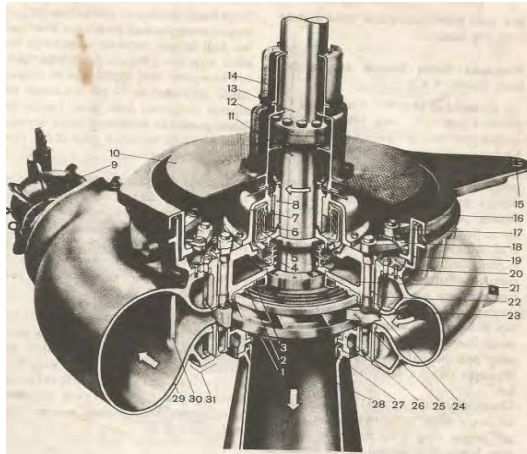
Pada turbin reaksi aliran air yang masuk kedalam rumah turbin dalam keadaan bertekanan dan kemudian mengalir masuk ke celah-celah bagian sudu yang dimana air akan memutar balih -baling pada turbin. Sewaktu aliran air masuk mengalir ke sekeliling sudu piringan, turbin akan berputar secara maksimal sesuai debit aliran yang masuk kedalam rumah turbin dan saluran belakang (tail race) akan terendam air seluruhnya. Tinggi laju aliran air sewaktu mengalir ke sekeliling sudu akan diubah menjadi tinggi laju kecepatan dan akhirnya berkurang hingga tekanan atmosfer sebelum meninggalkan piringan turbin. Yang termasuk kedalam jenis ini adalah turbin francis dan kaplan. Turbin reaksi adalah turbin yang cara kerjanya merubah seluruh energi air yang tersedia menjadi energi kinetik. Turbin jenis ini adalah turbin yang paling banyak digunakan. 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. Turbin yang bekerja berdasarkan prinsip ini dikelompokkan sebagai turbin reaksi. Untuk tipe turbin reaksi runner sepenuhnya tercelup dalam air dan berada dalam rumah turbin.

Turbin reaksi disebut juga dengan turbin tekanan lebih karena tekanan air sebelum masuk roda turbin lebih besar dari pada tekanan air saat keluar roda turbin. Secara umum dapat dikatakan bahwa aliran air yang masuk ke roda turbin mempunyai energi penuh, kemudian energi ini dipakai sebagian untuk menggerakkan roda turbin dan sebagian lagi dipergunakan untuk mengeluarkan air ke saluran pembuangan (Putra, 2018).

2.3.1.1 Turbin Francis

Turbin Francis merupakan turbin jenis reaksi yang bekerja karena tekanan pada roda turbin yang mengakibatkan roda turbin berputar dimana aliran air melalui rumah keong yang diarahkan dengan sudu pengarah menuju sudu jalan dari roda turbin. Daya yang dihasilkan oleh turbin dapat diatur dengan cara mengatur posisi sudu diam, sehingga aliran air yang menumbuk roda turbin dapat diatur. Prinsip kerja dari turbin Francis ialah memanfaatkan energi jatuh air untuk memutar roda turbin. Roda turbin berputar dikarenakan cairan yang ada diantara sudu roda turbin memiliki energi mekanis, partikel cairan ini memiliki kecepatan keliling U dengan arah menyinggung lingkaran. Akibatnya, timbulah gaya sentrifugal. Dengan meningkatnya gaya sentrifugal membuat partikel cairan bergerak menuju pusat dari roda turbin dengan kecepatan relative W yang arahnya menyinggung permukaan sudu. Sedangkan kecepatan absolute C merupakan penjumlahan geometris dari U dan W (Noto Bawono & Zulhodayat Noor, 2016). Dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini.

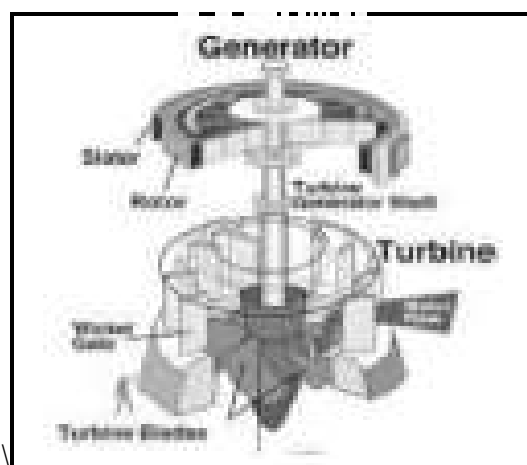


Gambar 2.2 Turbin Perancis (Noto Bawono & Zulhodayat Noor, 2016)

2.3.1.2 Turbin Kaplan

Turbin kaplan termasuk dalam kelompok turbin air reaksi jenis baling-baling (propeller). Keistimewaan dari turbin kaplan adalah sudut pada sudu bisa diatur untuk sesuai pada dengan kondisi aliran air saat itu yaitu perubahan debit air.

Turbin kaplan ini memiliki kecepatan spesifik tinggi, yang bekerja pada kondisi head rendah dengan debit yang besar. Adapun beberapa komponen utama dari turbin kaplan yaitu: sudu gerak (*runner blade*), sudu pengarah (*guide vane*), rumah turbin, pipa masukan (*penstock*) dan pipa buangan (*draft tube*). (B Kusumayana, dkk, 2021) Dapat dilihat pada Gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 Turbin Kaplan (B Kusumayana, dkk, 2021)

2.3.2 Turbin Impuls

Turbin impuls merupakan turbin air yang memiliki tekanan sama pada setiap sudu gerakannya (runner). Energi potensial air diubah menjadi energi kinetik pada nosel. Air keluar nosel yang mempunyai kecepatan tinggi membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum (impuls). Akibatnya roda turbin akan berputar. Jenis dari turbin impuls adalah turbin Pelton, turbin Turgo dan turbin Crossflow (Sitepu, Andreas Wijaya, dkk, 2014).

2.3.2.1 Turbin Turgo

Turbin Turgo adalah salah satu jenis turbin impulse yang sering digunakan pada PLTMH yang memiliki tinggi jatuh (head) yang tinggi karena bentuk kelengkungan sudu yang tajam. Turbin Turgo dikembangkan pada tahun 1919 oleh Gilkes sebagai modifikasi Turbin Pelton. Turbin Turgo adalah jenis turbin yang sesuai untuk menggantikan turbin Pelton nosel ganda (multinozzel) dengan head rendah maupun turbin Francis dengan head tinggi yaitu turbin Turgo dapat bekerja pada head menengah 15 meter sampai 30 meter (Bono & Suwarti, 2019). Dapat dilihat pada Gambar 2.4 dibawah ini.

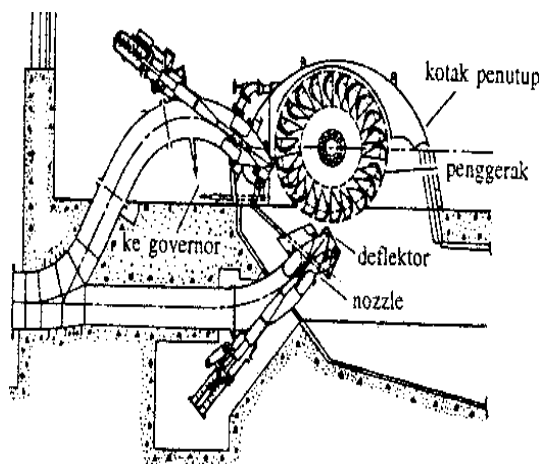


Gambar 2.4 Turbin Turgo (Bono & Suwarti, 2019)

2.3.2.2 Turbin Pelton

Turbin Pelton merupakan pengembangan dari turbin Impuls yang ditemukan oleh S.N. Knight pada tahun 1872 dan N.J. Colena pada tahun 1873 dengan memasang mangkok-mangkok pada roda turbin. Setelah itu turbin impuls dikembangkan oleh orang amerika Lester G. Pelton pada tahun 1880 yang melakukan perbaikan dengan penerapan mangkok ganda simetris, punggung membelah membagi jet menjadi dua paruh yang sama yang dibalikan menyamping. Pada turbin Pelton putaran terjadi akibat pembelokan pada mangkok ganda runner Oleh sebab itu turbin pelton disebut juga sebagai turbin pancaran bebas. Turbin Pelton merupakan suatu jenis turbin yang mengandalkan suatu reaksi impuls dari suatu daya yang dihasilkan dari daya hidrolisis. Semakin tinggi head yang dimiliki maka semakin baik untuk turbin jenis ini.

Bentuk sudu turbin terdiri dari dua bagian yang simetris. Sudu di bentuk sedemikian sehingga pancaran air akan mengenai tengah – tengah sudu dan pancara air tersebut akan berbelok ke kedua arah sehingga bisa membalikkan pancaran air dengan baik dan membebaskan sudu dari gaya – gaya samping. Turbin Pelton untuk pembangkit skala besar membutuhkan head lebih kurang 150 meter tetapi untuk skala mikro, head 20 meter sudah mencukupi. Turbin Pelton memiliki komponen utama yaitu sudu turbin, nozel dan rumah turbin. Berikut penjelasan mengenai komponen tersebut (Syarif dkk., 2019). Dapat dilihat pada Gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 Turbin Pelton (Insani, 2021)

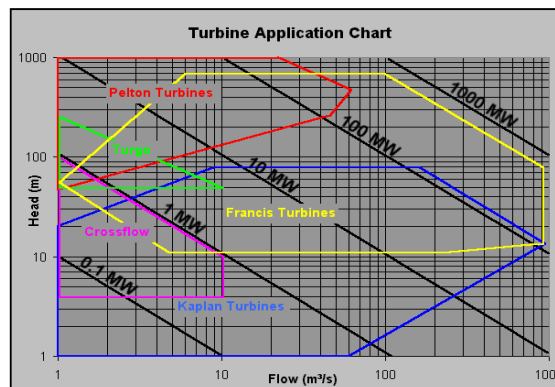
2.4 Pemilihan Turbin

Pada dasarnya pemilihan jenis turbin untuk PLTMH terlebih dahulu harus diketahui besarnya head dan besarnya debit. Setelah mengetahui berapa besarnya head dan debit air yang tersedia, maka pemilihan jenis turbin air yang akan digunakan dapat ditentukan. Pemilihan jenis turbin dapat pula ditentukan dengan menggunakan tabel kriteria pemilihan jenis turbin air berdasarkan head yang tersedia (Tabel 1) dan grafik Turbine Application Chart (Gambar 2).

Tabel 2.1 Pemilihan Jenis Turbin Berdasarkan Head

Jenis Turbin	Variasi Head (m)
Kaplan atau Propeller	$1 < H < 20$
Francis	$10 < H < 350$
Pelton	$50 < H < 1000$
Crossflow	$6 < H < 100$
Turgo	$50 < H < 250$

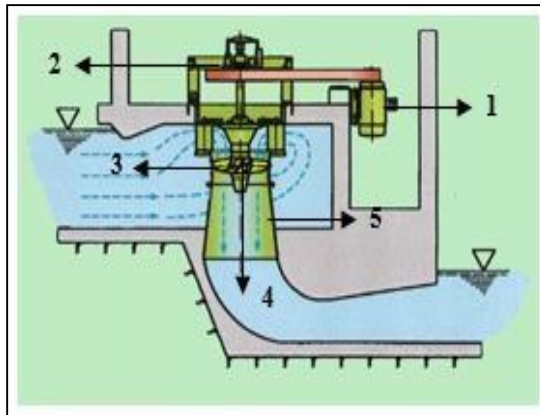
Pada grafik Turbine Application Chart digambarkan secara jelas kriteria berbagai macam jenis turbin air dengan head dan debit air tertentu. Turbin air dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa cara, namun yang paling utama adalah klasifikasi turbin air berdasarkan prinsip kerjanya. Berdasarkan prinsip kerjanya turbin air dibagi menjadi dua bagian yaitu Turbin Impuls dan Turbin Reaksi. (Kusnadi dkk., 2018).



Gambar 2.1 Grafik Pemilihan Jenis Turbin Air (Kusnadi dkk., 2018)

2.5 Turbin Air Jenis Kaplan

Turbin air Kaplan merupakan salah satu jenis dari turbin reaksi. Turbin Kaplan tersusun dari propeller/sudu-sudu roda turbin seperti baling-baling kapal. Roda turbin Kaplan berfungsi untuk mendapatkan gaya putar/tangensial pada poros turbin yang dapat menghasilkan Torsi. (Kusnadi dkk., 2018). Dapat dilihat pada Gambar 2.6 dibawah ini.



Keterangan:

1. Generator/alternator listrik
2. Sistem transmisi
3. Sudu gerak (blades)
4. Roda turbin (runner blades)
5. Saluran pelepasan (draft tube)

Gambar 2.6 Jenis Turbin Kaplan (Kusnadi dkk., 2018)

2.6 Prinsip Kerja Turbin Kaplan

Tidak berbeda dengan turbin Francis, turbin Kaplan cara kerjanya menggunakan prinsip reaksi. Turbin ini mempunyai roda jalan yang mirip dengan baling-baling pesawat terbang. Bila baling-baling pesawat terbang berfungsi untuk menghasilkan gaya dorong, roda jalan pada Kaplan berfungsi untuk mendapatkan gaya F yaitu gaya putar yang dapat menghasilkan torsi pada poros turbin. Berbeda dengan roda jalan pada Francis, sudu-sudu pada roda jalan Kaplan dapat diputar posisinya untuk menyesuaikan kondisi beban turbin. Turbin Kaplan banyak dipakai pada instalasi pembangkit listrik tenaga air sungai, karena turbin ini

mempunyai kelebihan dapat menyesuaikan head yang berubah-ubah sepanjang tahun. Turbin Kaplan dapat beroperasi pada kecepatan tinggi sehingga ukuran roda turbin lebih kecil dan dapat dikopel langsung dengan generator. Pada kondisi beban tidak penuh turbin kaplan mempunyai efisiensi paling tinggi, hal ini dikarenakan sudu-sudu turbin Kaplan dapat diatur menyesuaikan dengan beban yang ada (D. Harold., 2014).

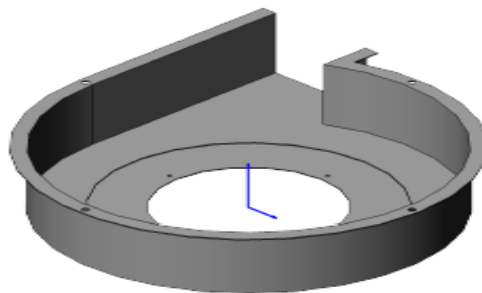
2.7. Bagian Bagian Turbin Kaplan

Turbin Kaplan yang ada di PLTM Plumbungan dilaksanakan dengan poros vertikal. Turbin dikopel ke rotor generator oleh sebuah poros. Putaran poros turbin searah jarum jam jika dilihat dari atas. Semua masa turbin berputar ditopang sepenuhnya oleh bantalan aksial generator (Saputra & Liichan, 2018).

Bagian – bagian utama turbin terdiri dari:

1. Rumah turbin

Rumah turbin didesain sedemikian sehingga luas penampang melintangnya berkurang secara seragam. Luas penampang melintangnya maksimum pada sisi masuk dan minimum pada ujung. Rumah turbin akan mendistribusikan air secara merata kepada *guide vane*. Untuk mencapai aliran seragam pada runner blade, maka aliran air harus seragam masuk ke dalam *guide van*. Dapat dilihat pada Gambar 2.7 dibawah ini.

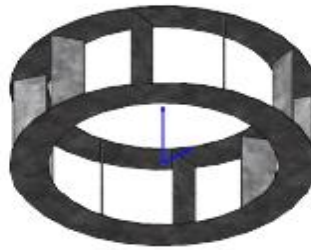


Gambar 2.7 Rumah Turbin

2. Penyarah Tetap (stay vane)

Pengarah tetap (*stay vane*) terpasang tetap diantara dua cincin dalam bentuk roda. Roda ini dipasang tetap pada rumah turbin. Sudu pengarah didesain untuk:

- Supaya air masuk ke *runner* tanpa kejut.
- Supaya sejumlah air bisa memasuki turbin



Acti
Go to

Gambar 2.8 Penyarah Tetap

3. Sudu Penyarah (Guide Vane)

Sudu pengarah (*guide vane*) terpasang diantara dua cincin dalam bentuk roda. Sudu pengarah bisa dibuka dan ditutup dengan memutar poros pengatur, sehingga jumlah air bisa diatur sesuai keperluan. Dapat dilihat pada Gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 2.9 Sudu Penyarah

4. Runner Blade

Runner blade terdiri dari sudu yang terpasang tetap pada poros atau cincin. Sudu didesain supaya air masuk dan meninggalkan turbin tanpa kejut. Runner blade terpasang pada poros. Jika porosnya vertikal, disebut turbin vertikal, dan jika poros horisontal maka disebut turbin horisontal. Untuk head rendah, runner blade bisa dibuat dari besi tuang, tetapi untuk head tinggi, runner blade dibuat dari baja atau paduan. Jika air secara kimia tidak murni, runner dibuat dari paduan spesial. Dapat dilihat Pada Gambar 2.10 dibawah ini.

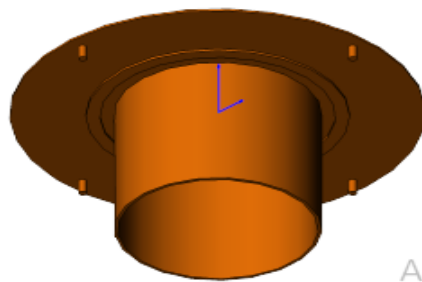


Gambar 2.10 Runner Blade

5. Pipa Isap (draft tube)

Air setelah melewati *runner*, mengalir turun melalui pipa yang disebut *draft tube*. *Draft tube* mempunyai fungsi antara lain:

- Meningkatkan *head* air sebesar tinggi *runner* dari permukaan air
- Meningkatkan efisiensi turbin.

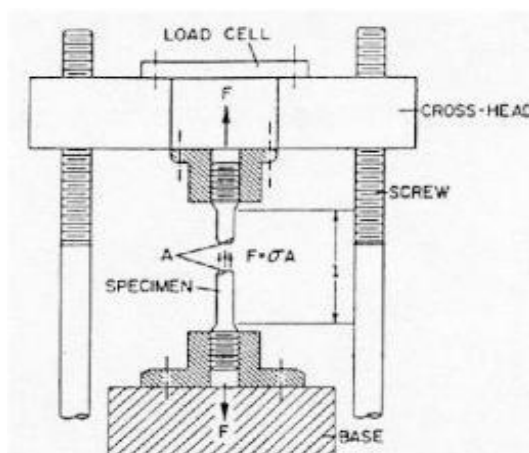


Activa
Go to Se

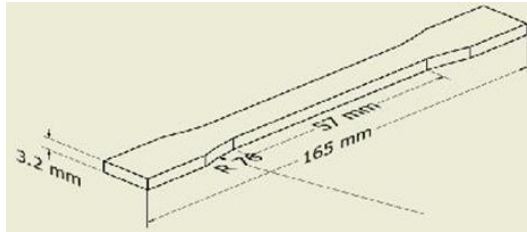
Gambar 2.11 Pipa Isap

2.8 Pengujian Tarik

Uji tarik adalah cara pengujian bahan yang paling mendasar. Pengujian ini sangat sederhana, tidak mahal dan sudah mengalami standarisasi di seluruh dunia, misalnya di Amerika dengan ASTM E8 dan Jepang dengan JIS 2241. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkeraman (grip) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (highly stiff). Brand terkenal untuk alat uji tarik antara lain adalah antara lain adalah Shimadzu, Instron dan Dartec (Maros & Juniar, 2016). Dapat dilihat pada Gambar 2.12 dan 2.13 dibawah ini.



Gambar 2.12 Pengujian Tarik



Gambar 2.13 Spesimen Pengujian Uji Tarik Standart ASTM D 630-90

2.9 Proses Pengeleasan (Welding)

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu.

2.10 Proses Gerinda

Proses gerinda dilakukan untuk memotong atau menghaluskan permukaan bahan sisa pengerjaan, dengan tujuan merapikan sisa pengerjaan. Prinsip kerja proses gerinda adalah batu gerinda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, dan pengasahan. Adapun dari pengertian rumus proses pemotongan gerinda sebagai berikut :

$$\eta \equiv \frac{v \times 1000 \times 60}{\pi \times d} (rpm) \quad (2.1)$$

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

3.1.2. Tempat

Adapun tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Manufaktur Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU). Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan.

3.2.1. Waktu

Proses pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian dilakukan sejak tanggal usulan oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan

No.	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Judul	■					
2	Studi Literatur	■					
3	Penyediaan Alat Dan Bahan		■				
4	Pembuatan Rumah Turbin Kaplan		■	■	■		
5	Penyelesaian Tulisan			■	■	■	■
6	Seminar Hasil				■	■	
7	Sidang						■

3.2. Bahan Dan Alat

3.2.1. Bahan

Adapun bahan yang digunakan untuk pembuatan rumah turbin kaplan adalah sebagai berikut :

1. Plat Galvanis

Plat Galvanis 1,6 mm digunakan untuk bahan pembuatan rumah turbin. Dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Plat Galvanis

2. Flinkoat

Flinkoat digunakan untuk melapisi permukaan plat supaya tidak berkarat. Dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Flinkote

3. Cat

Cat digunakan untuk mewarnai alat rumah turbin. Dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 Cat

4. Baut Dan Mur

Baut 10 dan mur digunakan untuk mengikat atau mengunci komponen rumah turbin. Dapat dilihat pada Gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4 Baut dan Mur

5. Kawat Las

Kawat las digunakan untuk proses pengelasan rumah turbin. Dapat dilihat pada Gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5 Kawat Las

3.2.2 Alat

1. Gerinda Tangan

Gerinda tangan digunakan untuk menghaluskan permukaan pengelasan, dan juga untuk memotong bagian plat galvanis. Dapat dilihat pada Gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6 Gerinda Tangan

2. Mesin Las

Mesin las KW14-722 digunakan untuk menyatukan tiap-tiap benda kerja, terutama pada saat pengerjaan rumah turbin kaplan. Dapat dilihat pada Gambar 3.7 dibawah ini



Gambar 3.7 Mesin Las

3. Kaca Mata Las

Kacamata las berfungsi melindungi mata dari paparan cahaya las. Dapat dilihat pada Gambar 3.8 dibawah ini.



Gambar 3.8 Kaca Mata Las

4. Sarung Tangan

Sarung tangan berfungsi melindungi kulit tangan dari benda yang panas dan tajam. Dapat dilihat pada Gambar 3.9 dibawah ini.



Gambar 3.9 Sarung Tangan

5. Bor Tangan

Bor tangan digunakan untuk melubangi benda kerja yang akan disatukan. Dapat dilihat pada Gambar 3.10 dibawah ini.



Gambar 3.10 Bor Tangan

6. Meteran

Meteran digunakan untuk mengukur panjang pada rumah turbin. Dapat dilihat pada Gambar 3.11 dibawah ini.



Gambar 3.11 Meteran

7. Palu

Palu digunakan untuk memberikan tumbukan kepada benda. Dapat dilihat pada Gambar 3.12 dibawah ini.



Gambar 3.12 Palu

8. Kuas

Kuas digunakan untuk menempelkan cat. Dapat dilihat pada Gambar 3.13 dibawah ini.



Gambar 3.13 Kuas

9. Siku Las

Siku las digunakan untuk proses menyikukan saat pengelasan. Dapat dilihat pada Gambar 3.14 dibawah ini.



Gambar 3.14 Siku Las

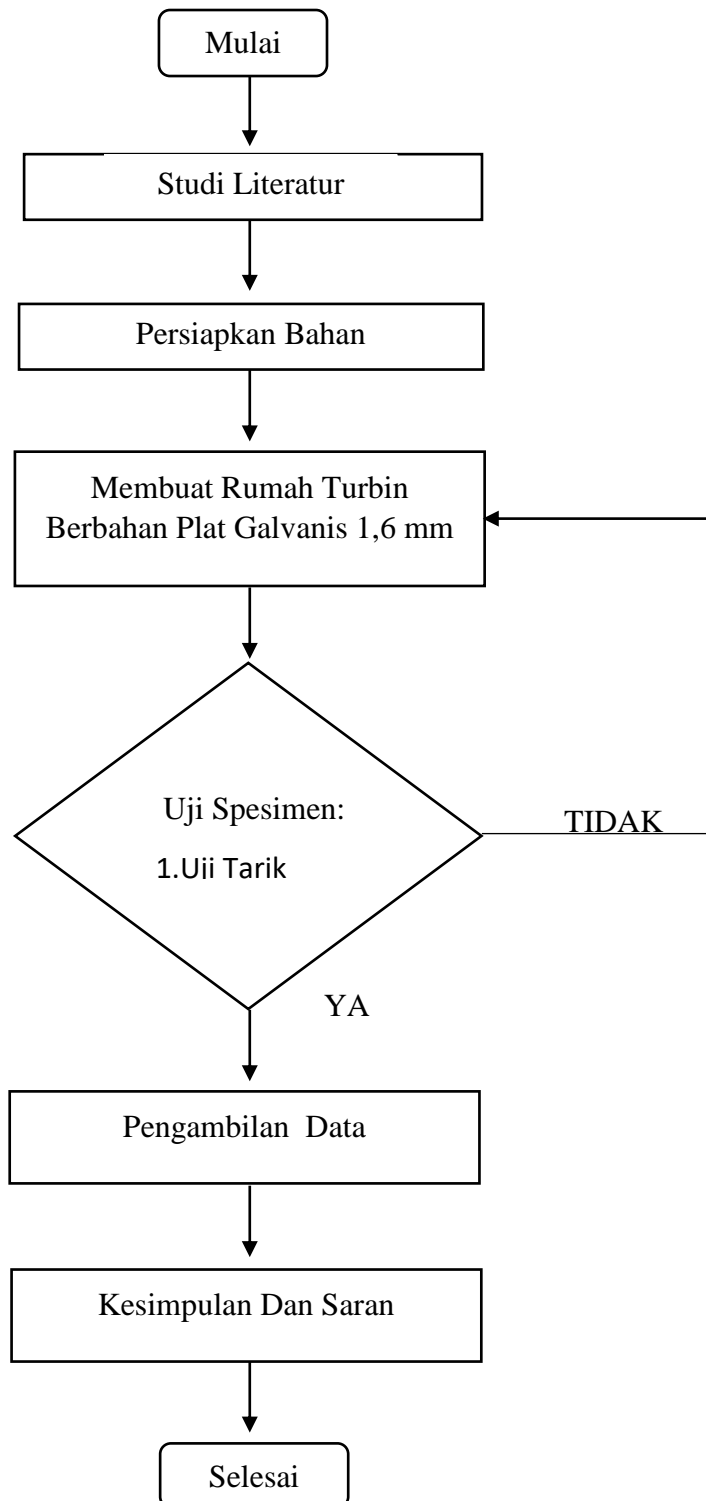
10. Jangka Sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur panjang diameter luar maupun diameter dalam suatu benda. Dapat dilihat pada Gambar 3.15 dibawah ini.



Gambar 3.15 Jangka Sorong

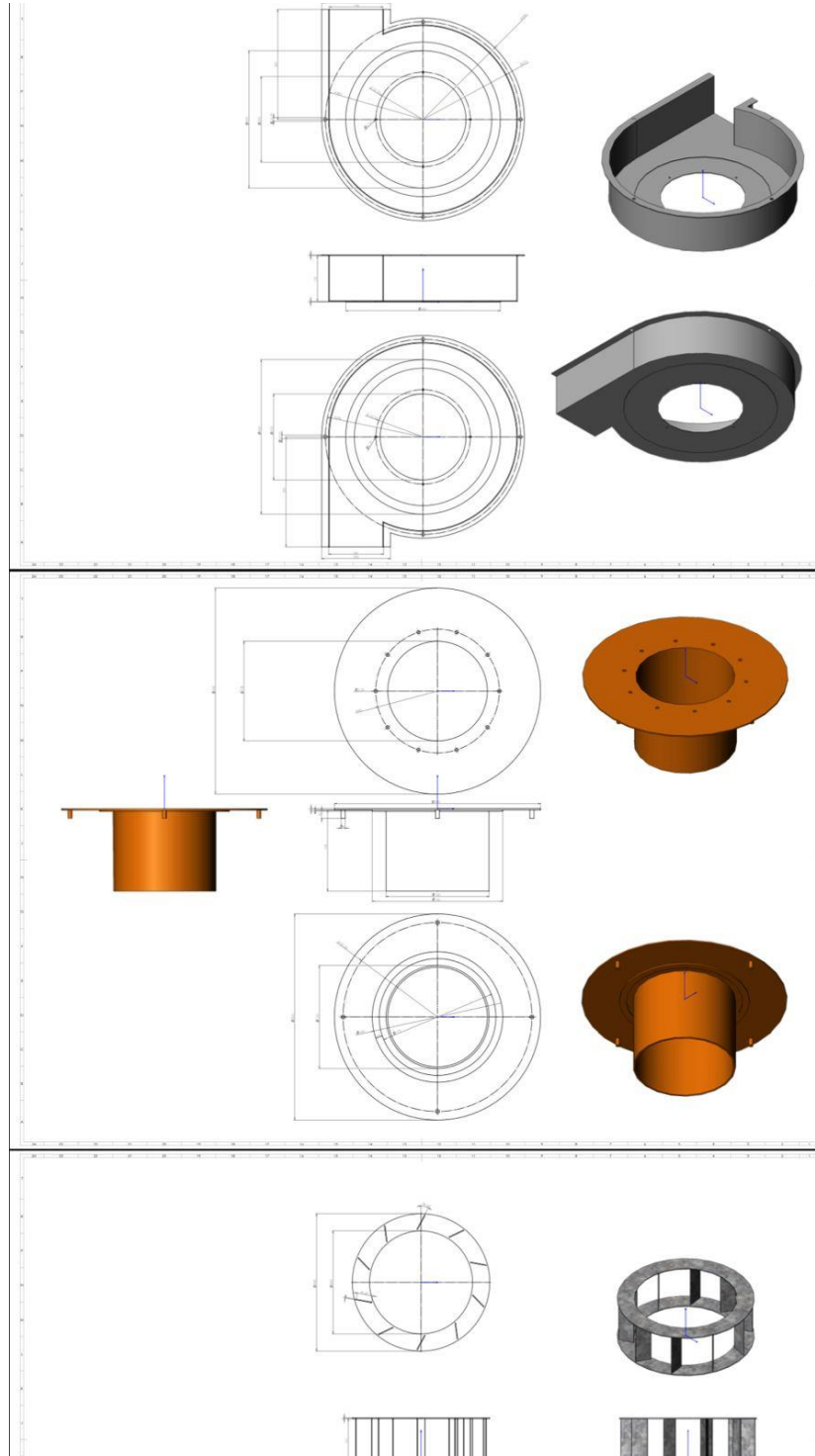
3.3 Diagram Alir



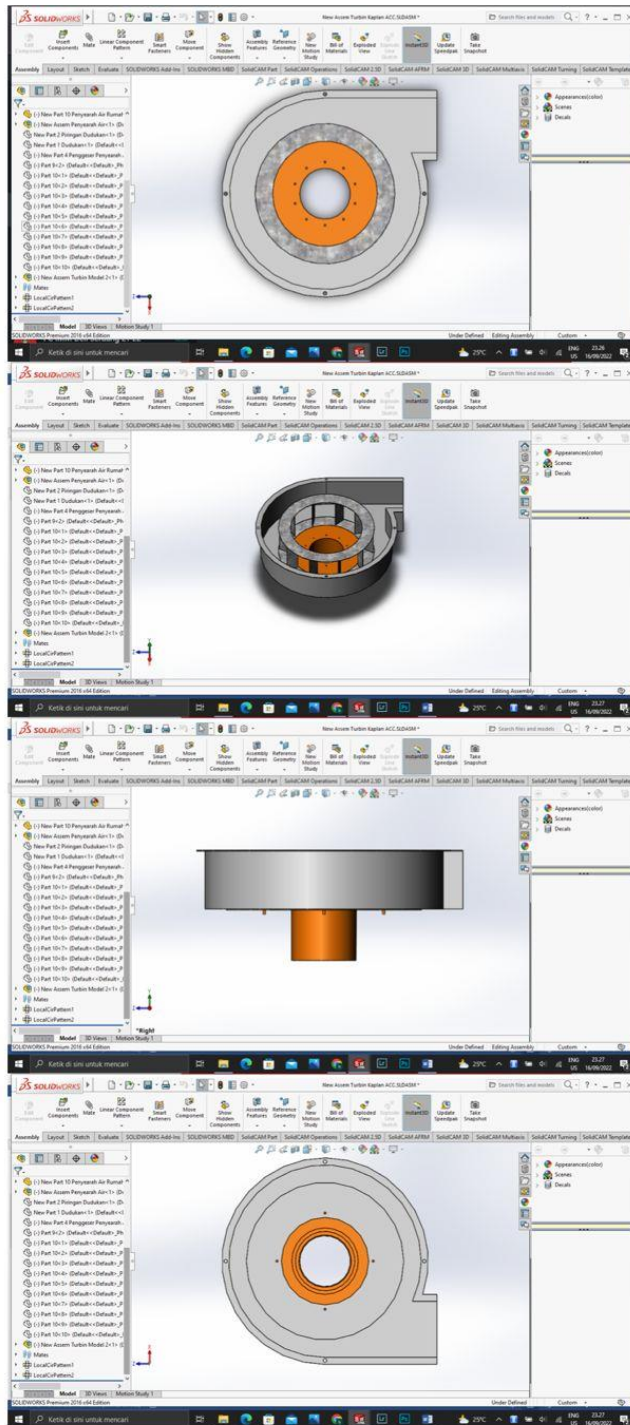
Gambar 3.16 Diagram Alir

3.4 Rancangan Alat Penelitian

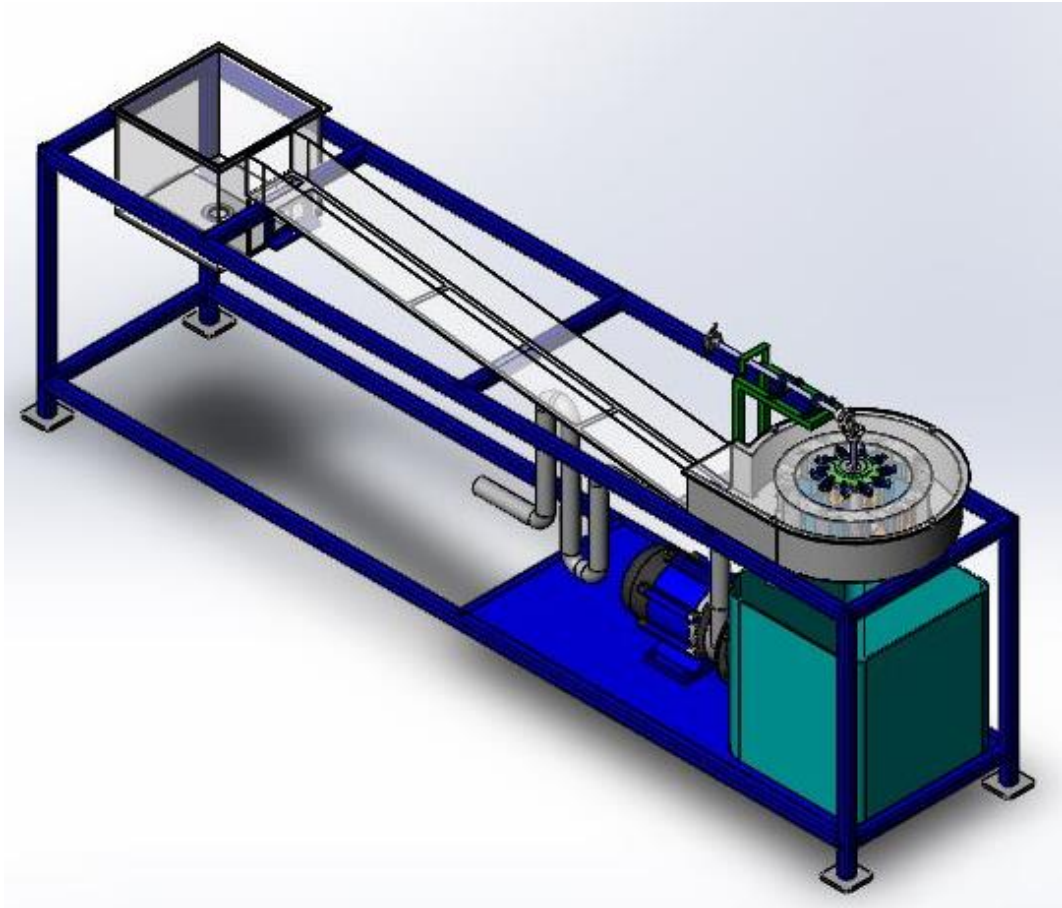
Gambar ini sebagai acuan pembuatan rumah turbin kaplan Adapun sebagai berikut :



Gambar 3.17 Pembuatan Rumah Turbin



Gambar 3.18 Sudah Disatukan



Gambar 3.19 Prototipe Turbin Kaplan Pembangkit Listrik

3.5 Prosedur Pembuatan

Prosedur pembuatan rumah turbin kaplan dengan menggunakan plat galvanis. Perlu prosedur pembuatan sehingga dapat membuat rumah turbin kaplan disini meliputi prosedur tersebut sebagai berikut :

Langkah langkah proses pembuatan turbin yang dilakukan adalah sebagai berikut :

3.5.1. Pembuatan Rumah Turbin Kaplan

1. Mempersiapkan perlengkapan seperti mesin las, gerinda tangan, bor tangan meteran, siku , jangka.
2. Sediakan plat galvanis dengan ukuran tebal 1,6 mm, lebar 700 mm, panjang 700 mm.
3. Kemudian plat galvanis tersebut di mal berdiameter 546 mm, panjang aliran 320 mm, lebar aliran 156 mm. Untuk bagian bawah.
4. Dan ukuran 137,50 mm dengan panjang diameter mal bawah turbin. Untuk bagian tengah rumah turbin.
5. Selanjutnya potong plat galvanis dengan ukuran mal yang telah dibuat
6. Setelah itu memotong lagi tinggi dan lebar plat rumah turbin, tinggi 131 mm dan lebar 450 mm.
7. selanjutnya membuat mal bibir dudukan bagian atas turbin dengan diameter 546 mm, panjang 320 mm dan lebar 22 mm yang akan dipotong.
8. Lalu satukan plat tersebut dengan ukuran mal yang tadi menggunakan las.
9. Selanjutnya buat kembali dibagian dudukan bibir atas turbin untuk pengeboran dudukan baut dengan jarak 445,88 mm dengan jumlah lubang 4.
10. Lalu di bor dengan mata bor 10 mm untuk lubang baut.

3.5.2. Pembuatan Pipa Isap Rumah Turbin

1. Siapkan plat galvanis tebal 1,6 mm, panjang 310 mm, lebar 310 mm.
2. Kemudian plat galvanis tersebut di mal diameter 300 mm menggunakan jangka.

3. Buatlah kembali dari titik tengah dari 300 mm tersebut dilingkarin diameter sebesar 145 mm menggunakan jangka.
4. Dan buatlah plat tinggi 118 mm untuk lubang pipa isap dan panjang yang telah ditentukan untuk membentuk diameter 150 mm lubang output air.
5. Potong yang telah sesuai dengan mal ukuran tersebut.
6. Kemudian bulatkan plat tersebut dengan ukuran.
7. Lalu las bagian bagian plat yang telah dipotong dengan bagian output air yang telah dibuat.
8. Lalu plat dilingkarin kembali dari titik tengah dengan diameter 180 mm untuk menandai lubang pengeboran sebanyak 10 buat lubang yang berjarak 56,52 mm.

3.5.3. Pembuatan Penyarah Tetap

1. Siapkan plat galvanis tebal 1,6 mm, panjang 420 mm lebar 420 mm.
2. Kemudian plat galvanis tersebut di mal berdiameter 400 mm, lebar dalam 300 mm.
3. Lalu potong plat galvanis dengan ukuran mal yang dibuat.
4. Selanjutnya membuat sirip penyarah tetap dengan panjang 131mm, lebar 45,43 mm.
5. Setelah itu dipotong plat galvanis dan disatukan plat tersebut menggunakan las dan di ukur dengan kemiringan 28,30°.
6. Lalu semua part telah selesai semua di lakukan pengamplasan, flinkoat, pengecatan, lem silicone.
7. Setelah usai lanjut perakitan.

3.6 Pengujian Uji Tarik

1. Periksa keadaan listrik dan perangkat hidrolik pastikan keadaanya siap untuk beroperasi
2. Mempersiapkan spesimen uji tarik
3. Sambungkan alat uji kedalam panel listrik
4. Mengaktifkan program pada mesin UTM (*Universal Testing Machine*) di

PC

5. Memasang cekam pada mesin UTM (*Universal Testing Machine*)
6. Melakukan penyetingan spesimen sebelum di uji
7. Memasukan data ukuran dan jenis spesimen sebelum di uji
8. Memasang spesimen tarik pada cekan mesin UTM (*Universal Testing Machine*)
9. Mengatur beban dalam pengujian
10. Tekan tombol start pada mesin UTM (*Universal Testing Machine*) di PC dan di *Controller*
11. Proses pengujian akan berlangsung
12. Selama pengujian berlangsung bersiap siap untuk menekan tombol stop pada mesin UTM (*Universal Testing Machine*) di PC dan *Controller* ketika benda uji spesimen patah
13. Setelah selesai proses pengujian input hasil data kedalam CD
14. Selesai.

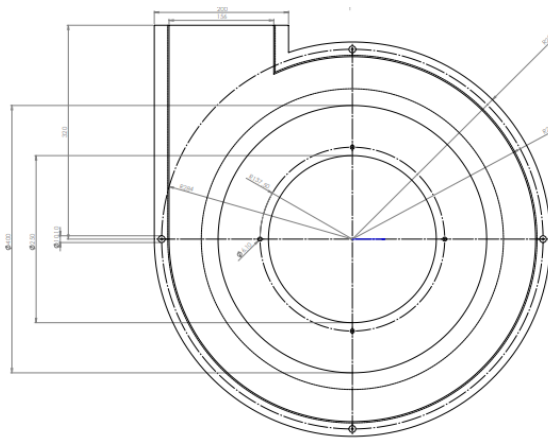
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan Rumah Turbin Kaplan

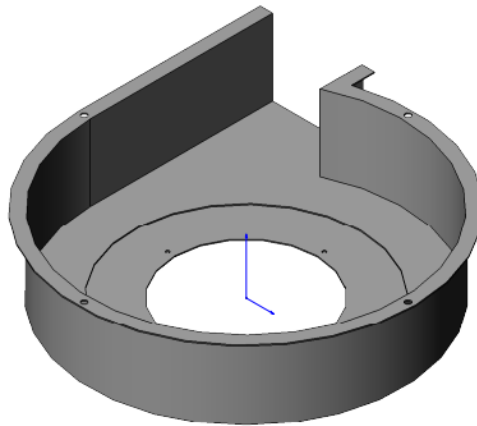
4.1.1. Membuat Rumah Turbin Kaplan

Rumah turbin kaplan berupa berbentuk keong bermaterial plat galvanis, fungsi rumah turbin sebagai rumah komponen-komponen turbin.

1. Membuat rumah turbin dengan berdiameter 546 mm, panjang aliran 320 mm, lebar aliran 156 mm untuk keseluruhan bagian bawah. Untuk membuang bagian tengah rumah turbin dengan ukuran 137,50 mm. Tinggi rumah turbin kaplan 131 mm, lebar 450 mm. Bibir dudukan atas turbin berdiameter 546 mm, panjang 320 mm, lebar 22 mm. Rumah turbin memiliki 4 buah lubang dengan jarak antara lubang 445,88 mm, untuk lubang berdiameter 10 mm. Dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.1 Sketsa Rumah Turbin



Gambar 4.2 Sketsa Rumah Turbin

2. Sediakan plat Galvanis 1,6 mm dengan berdiameter 546 mm, panjang aliran 320 mm, lebar aliran 156. Dapat dilihat pada Gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Plat Galvanis 1,6 mm

3. Memotong plat galvanis yang sudah di mal menggunakan gerinda. Dapat dilihat pada Gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4 Memotong Plat Galvanis

5. Setelah melakukan pemotongan keseluruhan dari plat galvanis di dapat berdiameter 546 mm, panjang 320 mm, lebar 156 dan bagian tengah rumah turbin 137,50 mm. Dapat dilihat pada Gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5 Pemotongan Keseluruhan Bagian Dalam Rumah Turbin

6. Lalu pemotongan untuk selanjutnya tinggi rumah turbin dan lebar keseluruhan, tinggi 131 mm dan lebar 450 mm. Dapat dilihat pada Gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6 Potongan Tinggi Dan Lebar Rumah Turbin

7. Kemudian memotong bagian bibir atas bagian turbin tersebut dengan diameter 546 mm, panjang 320 mm, lebar 22 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7 Potongan Bibir Atas Bagian Turbin

8. Lalu satukan plat galvanis tinggi dan lebar plat rumah turbin yang sudah dipotong dengan menggunakan las. Dapat dilihat pada Gambar 4.8 dibawah ini.



Gambar 4.8 Plat Tinggi Dan Lebar Rumah Turbin Disatukan

9. Kemudian lalu satukan bibir bagian atas turbin dengan menggunakan mesin las. Dapat dilihat pada Gambar 4.9 dibawah ini.



Gambar 4.9 Plat Bibir Atas Disatukan Dengan Las

10. Setelah itu melubangi plat bibir bagian atas tersebut dengan lubang jarak antara lain 445,88 mm jumlah lubang 4 buah. Dapat dilihat pada gambar 4.10 dibawah ini.

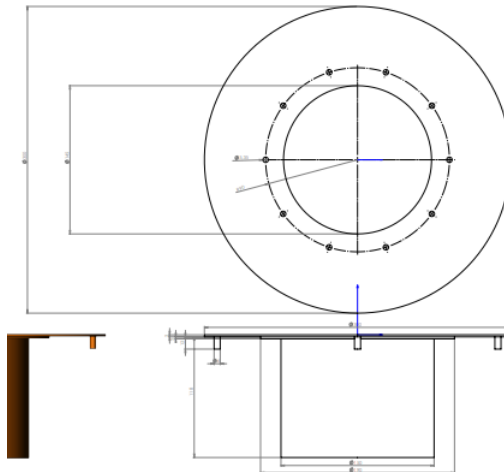


4.10 Proses Pembuatan Lubang Plat

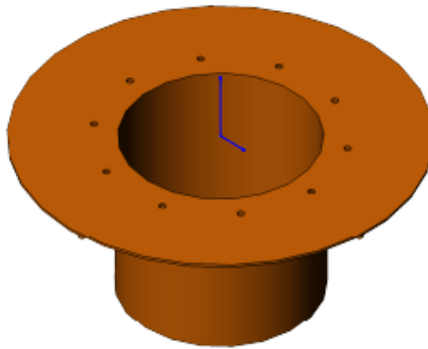
4.1.2 Pembuatan Pipa Isap Rumah Turbin

Pembuatan pipa isap bagian bawah rumah turbin berbentuk bermaterial galvanis, fungsi untuk proses pembuangan air dari rumah turbin.

1. Membuat lubang output air bagian bawah berdiameter luar 300 mm, diameter dalam 145 mm, tinggi lubang air 118 mm, lubang output 150 mm. Dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan 4.12 dibawah ini.



Gambar 4.11 Sketsa Pipa Isap



Gambar 4.12 Sketsa Pipa Isap

2. Sediakan plat Galvanis 1,6 mm dengan berdiameter 300 mm, Dapat dilihat pada Gambar 4.13 dibawah ini.



Gambar 4.13 Plat Galvanis 1,6 mm

3. Potongan untuk plat pipa isap dengan ukuran tinggi 118 mm, dan untuk lubang dalam output air 150 mm. Dapat dilihat pada Gambar 4.14 dibawah ini.



4.14 Gambar Potongan Lubang Pipa Isap

4. Lalu plat di bentuk dengan memakai alat yang ada seperti besi bulat, kayu dan lain lain dan di pres untuk pengelasan lebih mudah. Dapat dilihat pada Gambar 4.15 dan 4.16 dibawah ini.



Gambar 4.15 Membentuk Plat Untuk Bulat



Gambar 4.16 Press Plat

5. Kemudian plat dengan ukuran tinggi 118 mm, Diameter dalam 150 mm sudah menjadi bulat Dapat dilihat pada Gambar 4.17 dibawah ini.



Gambar 4.17 Bulatan Pipa Isap

6. Lalu satukan plat yang sudah terbentuk bulat untuk dilas. Dilihat pada Gambar 4.18 dibawah ini.



Gambar 4.18 Lubang Pipa Sudah Disatukan Dengan Las

7. Setelah itu melubangi untuk penyalur air tersebut dengan lubang jarak antara lain 56,52 mm dengan jumlah lubang 10. Dapat dilihat pada gambar 4.19 dibawah ini.

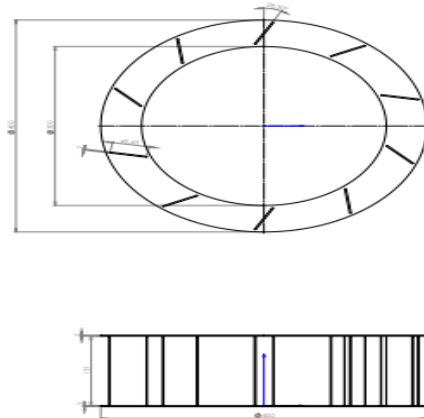


Gambar 4.19 Pembuatan Lubang

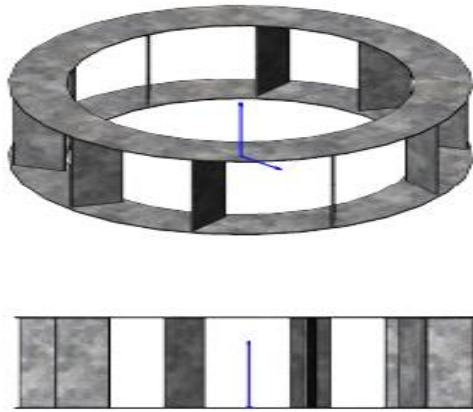
4.1.3 Pembuatan Penyarah Tetap

Pembuatan penyarah tetap bermaterial galvanis, fungsi untuk membuat aliran air hanya mengalir ke satu arah saja.

1. Membuat lingkaran diameter 400 mm, lingkaran dalam 300 mm, lalu penyarah air panjang 131 mm, lebar 45,43 mm. Dapat dilihat pada Gambar 4.20 dan 4.21 dibawah ini.



Gambar 4.20 Sketsa Penyarah Tetap



Gambar 4.21 Sketsa Penyarah Tetap

2. Sediakan plat galvanis tebal 1,6 mm, diameter 400 mm, lebar dalam 300. Dapat dilihat pada Gambar 4.22 dibawah ini.



Gambar 4.22 Plat Galvanis 1,6 mm

3. Memotong plat galvanis yang sudah di mal menggunakan gerinda. Dapat dilihat pada Gambar 4.23 dibawah ini.



Gambar 4.23 Pemotongan Plat Galvanis

4. Setelah melakukan pemotongan keseluruhan dari plat galvanis di dapat berdiameter lingkaran 400 mm, 300 mm. Dapat dilihat pada Gambar 4.24 dibawah ini.



Gambar 4.24 Potongan Lingkaran

5. Kemudian pemotongan selanjutnya untuk sirip penyearah air panjang 131 mm, lebar 45,43 mm. Dapat dilihat pada Gambar 4.25 dibawah ini.



Gambar 4.25 Potongan Sirip Penyarah Tetap

6. Lalu potong dan satukan plat galvanis dengan las dengan kemiringan untuk sirip penyarah air $28,30^\circ$. Dapat dilihat pada Gambar 4.26 dibawah ini.



Gambar 4.26 Plat Yang Disatukan Dengan Las

4.1.4 Pengamplasan

Pengamplasan atau penghalusan permukaan plat galvanis bertujuan agar permukaan menjadi halus atau rapi. Dapat dilihat pada Gambar 4.27 dibawah ini.



Gambar 4.27 Pengamplasan

4.1.5 Flinkote

Flinkote dilakukan untuk melapisi/mencegah karat dibagian rumah turbin yang berbahan plat galvanis tersebut.. Dapat dilihat pada Gambar 4.28 dibawah ini.



Gambar 4.28 Proses Flinkote

4.1.6 Pengecatan

Pengecatan dilakukan agar komponen menjadi rapi.

1. Sebelum proses pengecatan dilakukan, pada bagian bagian yang ingin di cat harus diampelas terlebih dahulu, setelah diampelas komponen tersebut diberi flinkote agar plat galvanis tahan karat dan bisa menempel secara

sempurna. Dapat dilihat pada Gambar 4.29 dibawah ini.



Gambar 4.29 Proses Flinkote

2. Kemudian melakukan pewarnaan pada komponen rumah turbin. Dalam proses dilakukan pengecatan dasar terlebih dahulu, setelah 60 menit cat kembali secara menyeluruh, hal yang dilakukan agar hasil pengecatan tebal dan merata. Dapat dilihat pada Gambar 4.30 dibawah ini.



Gambar 4.30 Proses Pengecatan

4.1.7 Lem Silicone

Lem silicone dilakukan agar bagian bawah rumah turbin kaplan tidak bocor fungsinya untuk melapisi bagian yang terbuka. Dapat dilihat pada Gambar 4.31 dibawah ini.



Gambar 4.31 Silicone Rumah Turbin.

4.1.8 Perakitan Alat

Perakitan merupakan tahapan dimana suatu komponen-komponen disatukan adalah sebagai berikut:

1. Letakan dan mengikat rumah turbin ke atas rangka dengan menggunakan baut 10. Dapat dilihat pada Gambar 4.32 dibawah ini.



Gambar 4.32 Letakan Rumah Turbin Ke Rangka

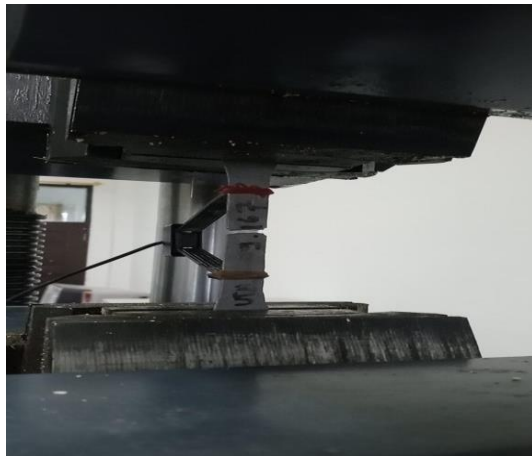
2. Kemudian letakan penyalah tetap ke dalam rumah turbin tersebut. Dapat dilihat pada Gambar 4.33 dibawah ini.



Gambar 4.33 Letakan Penyarah Tetap

4.2 Hasil Uji Tarik

Berdasarkan hasil pengujian tarik material plat galvanis di Laboratorium Penelitian Terpadu Universitas Sumatera Utara, spesimen dengan plat galvanis, lebar 14,5 mm, tebal 1,6 mm, tinggi 80 mm. Dapat dilihat pada Gambar 4.34 dibawah ini.



Gambar 4.34 Spesimen Setelah Uji Tarik

Dari gambar pengujian spesimen diatas, dapat diperoleh grafik seperti dibawah ini:

Grafik tegangan dan regangan



Gambar 4.1 Grafik Tegangan Dan Regangan

Pada grafik plat galvanis mendapatkan grafik tegangan dan regangan yang dihasilkan pada spesimen, terlihat pada spesimen mendapatkan tarikan elastis 513,937 Fm (kN), tarikan plastis 856,591 Fm (kN), dan tarikan keputusan 1017,5 Fm (kN) dengan regangan besar 9,86.

4.3 Pembahasan

Pembahasan alat ini harus diutamakan tentang pembahasan mengenai proses pembuatan atau produksi serta langkah kerja pembuatan komponen, sehingga jelas dan dapat diperhitungkan biaya produksi pembahasan selanjutnya. Selain itu juga yang paling utama dalam pembahasan ini memberikan petunjuk bagaimana alat tersebut dapat dibuat dari komponen yang sederhana hingga rumit.

4.3.1 Pengelasan

Pengelasan plat galvanis. Proses pengelasan dilakukan menggunakan Las Listrik dengan variasi kuat arus (Ampere) 90, 110, 120, dengan menggunakan kawat las berdiameter 2 mm.

4.3.2 Gerinda

Proses gerinda dilakukan untuk memotong atau menghaluskan permukaan bahan sisa pengerjaan, dengan tujuan merapikan sisa pengerjaan. Prinsip kerja proses gerinda adalah batu gerinda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, dan pengasahan.

$$POS = \eta \times \frac{\pi \cdot d}{1000 \cdot 60} \text{ meter / det} \quad (4.2)$$

$$POS = 1700 \times \frac{3;14 \cdot 300}{1000 \cdot 60} \text{ meter / det} \quad (4.3)$$

$$POS = 26,69 \text{ meter/det}$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembuatan rumah turbin dan pengujian uji tarik yang dilakukan dapat kesimpulan beberapa hal yaitu:

1. Pembuatan rumah turbin kaplan berbahan plat galvanis menggunakan gerinda, mesin las, kaca mata las, sarung tangan, bor, meteran, palu, siku las, jangka sorong dengan berdiameter 546 mm, panjang aliran 320 mm, lebar aliran 156 mm, tinggi plat rumah turbin 131 mm, lebar plat rumah turbin 450 mm, dudukan bibir bagian atas rumah turbin kaplan diameter 546 mm, panjang bibir 320 mm, lebar 22 mm, jumlah lubang 4 untuk bagian bibir atas rumah turbin.
2. Berdasarkan hasil pengujian spesimen dengan plat galvanis, lebar 14,5 mm, tebal 1,6 mm, tinggi 80 mm, dapat hasil pengujian tarik bahwasanya mendapatkan tarikan elastis 513,937 Fm (kN), tarikan plastis 856,591 Fm (kN), dan tarikan titik putus 1017,5 Fm (kN).

5.2 Saran

1. Penulisan mengharapkan pada penelitian pembuatan rumah turbin kaplan pada alat prototipe pembangkit listrik turbin kaplan membuat laju air menggunakan turbin kaplan bermaterial plat galvanis.
2. Mengkalibrasi sebelum menggunakan alat prototipe pembangkit listrik turbin kaplan agar tidak terjadi kesalahan saat mengoperasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, Irsan, A. Gani, H.Usman, Ivanto, M. (2019). *Rancang Bangun Prototipe Instalasi PLMTH Untuk Mengetahui Unjuk Kerja Alternator Dengan Variasi Debit Aliran Pada Pengaturan Katup Terhadap Output Daya*.
- B Kusumayana, Made Andi, Wijaya, Iwayan Arta, Janardana, G. N. (2021). *Rancang Bangun Prototipe Turbin Kaplan Skala PLTMH*. 8, 160–168.
- Blade, R., Analisa, D. A. N., & Harold, D. (2014). *VARIASI JARAK VERTIKAL RUNNER TERHADAP*.
- Bono, B., & Suwarti, S. (2019). Variasi Jumlah Sudu Dan Modifikasi Bentuk Nosel Pada Turbin Turgo Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Eksergi*, 15(2), 81. <https://doi.org/10.32497/eksergi.v15i2.1510>
- Insani, C. (2021). Rancang Bangun Turbin Reaksi Pada Sungai Taman Kota 2 Dengan Model Aliran Vortex. *Jurnal Teknik Mesin ITI*, 5(2), 79. <https://doi.org/10.31543/jtm.v5i2.587>
- Kusnadi, A. M., Pakki, G., & Gunarko, K. (2018). Rancang Bangun Dan Uji Performansi Turbin Air Jenis. *Jurnal Teknik Mesin Universitas*, 7(2).
- Maros, H., & Juniar, S. (2016). 濟無No Title No Title No Title. 1–23.
- Noto Bawono, A., & Zulhodayat Noor, D. (2016). Perancangan Turbin Francis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). *Jurnal Institut Teknologi Surabaya*, 1–12.
- Putra, F. A. (2018). Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin ANALISA PENGARUH SUDUT SUDU DAN DEBIT ALIRAN. *Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin*, 1(1), 1–9.
- RAHMAWAN, H. A. (2018). *Rancang Bangun Turbin Pelton Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Skala Laboratorium*.
- Royani, A., Nuraini, L., Prifiharni, S., Priyotomo, G., Triwardono, J., No, J. A. H., Jawa, B., & Indonesia, B. (2019). *Studi Korosi Pada Baja Galvanis Setelah Ekspos Dilingkungan Perairan Sungai Cidaho - Sukabumi*. 40(2), 1–5. <https://doi.org/10.14710/teknik.v39n1.xxxxxx>
- Saputra, R., & Liichan, T. (2018). Perancangan Ulang Turbin Kaplan Poros

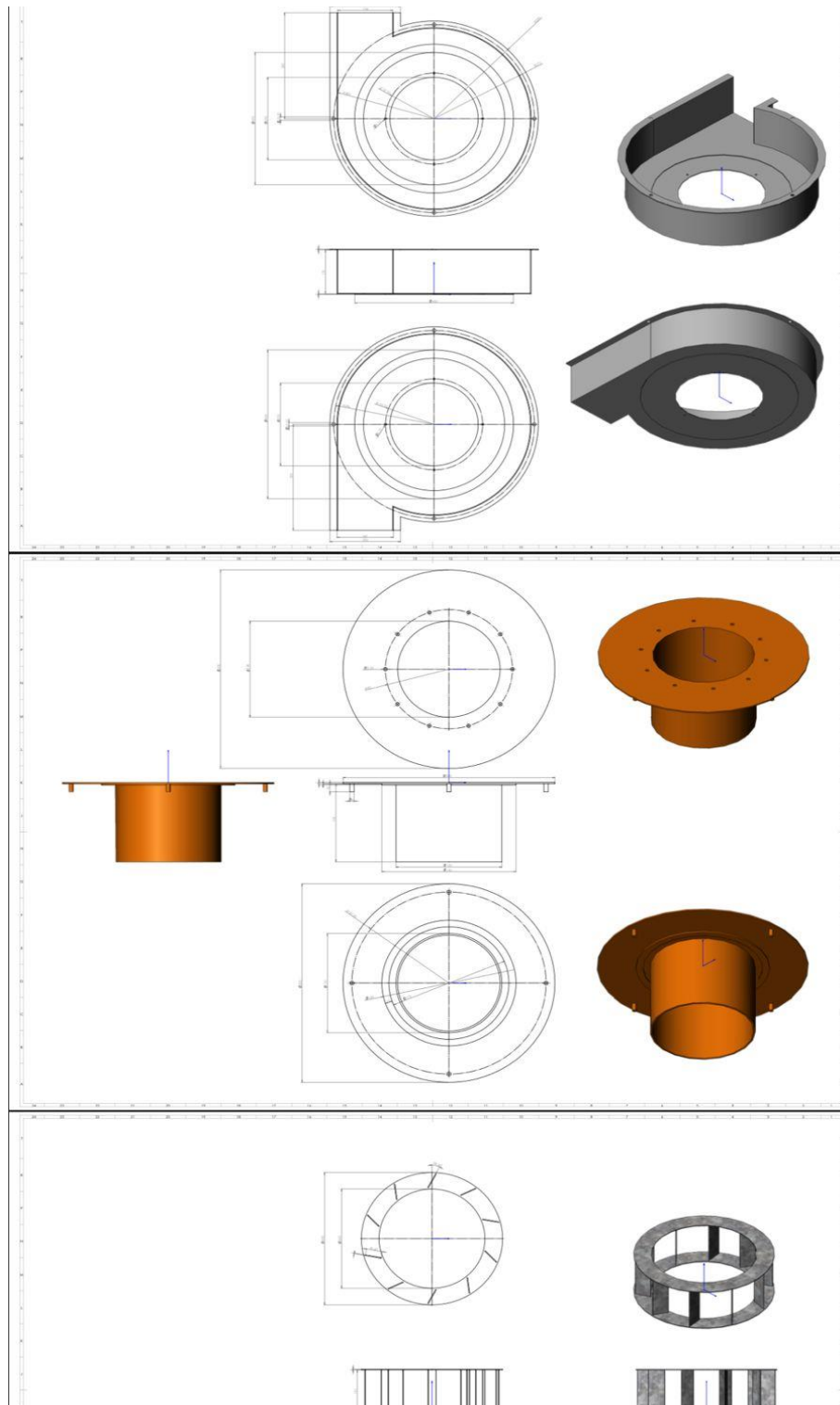
Vertikal Di Pltm Plumbungan. *Bina Teknika*, 14(2), 153.
<https://doi.org/10.54378/bt.v14i2.354>

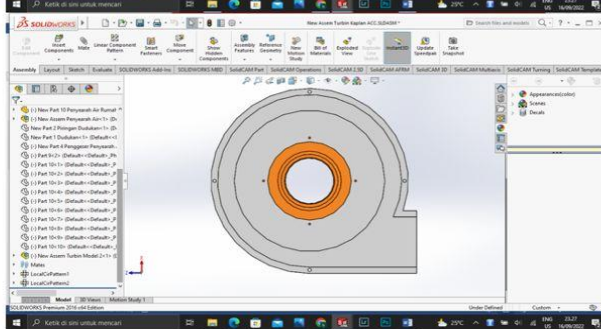
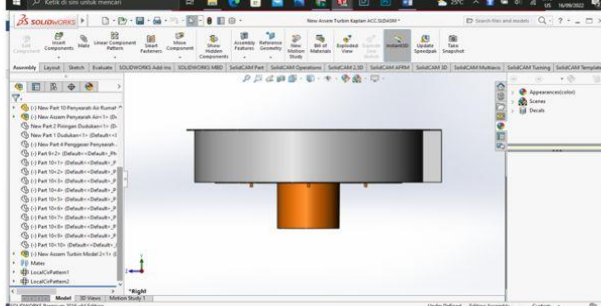
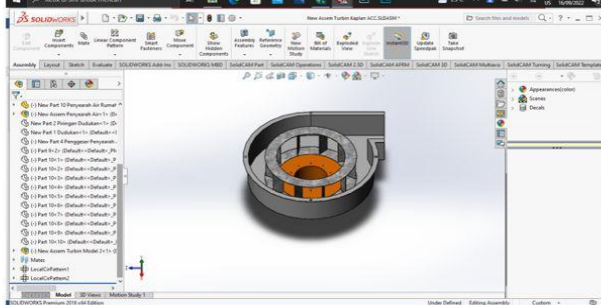
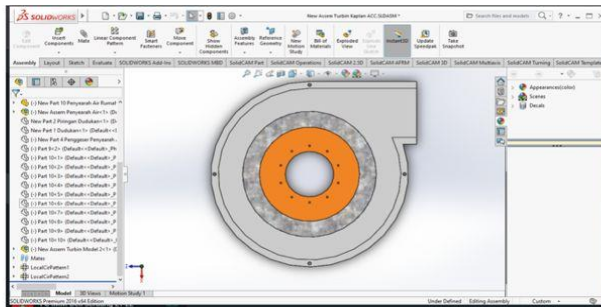
Sitepu, Andreas Wijaya, Sinaga, Jorfri B, S. A. (2014). *Kajian Eksperimental Pengaruh Bentuk Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Helik Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)*. 2(April), 72–78.

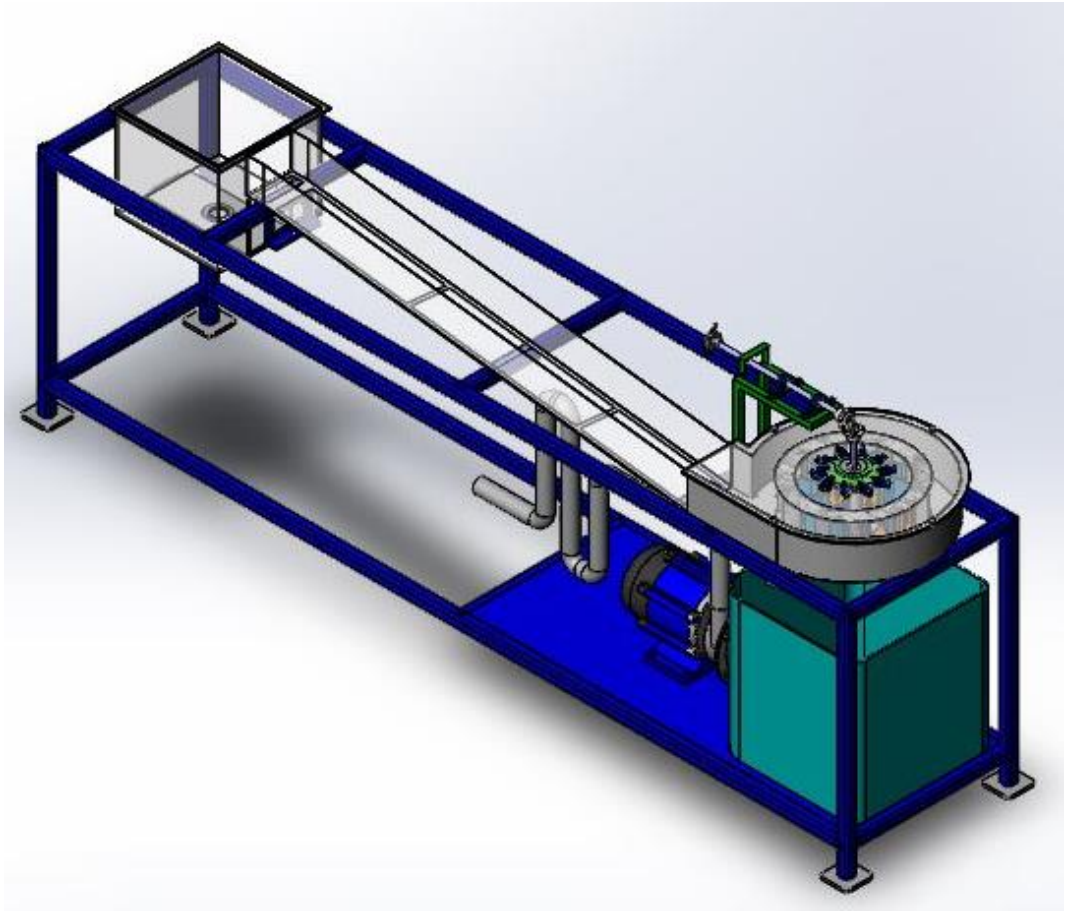
Syarif, A., Trisnaliani, L., Teknik, J., Program, K., Sarjana, S., Teknik, T., Sriwijaya, P. N., Srijaya, J., Bukit, N., & Palembang, B. (2019). Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Turbin Pelton The Design Of Pelton Turbine Micro Hydro Power. *Kinetika*, m, 1–6.

Umurani, K., Siregar, A. M., & Al-Amin, S. (2020). Pengaruh Jumlah Sudu Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tipe Whirlpool Terhadap Kinerja. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 3(2), 103–111.
<https://doi.org/10.30596/rmme.v3i2.5272>

LAMPIRAN







LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Pembuatan Prototipe Rumah Turbin Kaplan Pembangkit Listrik Berbahan Plat Galvanis Dengan Lapisan Anti Karat Dan Pengujian Uji Tarik

Nama : Muhammad Hakim
NPM : 1807230054

Dosen Pembimbing : Khairul Umurani, S.T.,M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		- Pembacaan spesifikasi tugas sajian	k
		- Perbaiki pendahuluan	k
		- Perbaiki tujuan	k
		- Perbaiki tinjauan pustaka	k
		- Lengkapi data-data	k
		- Perbaiki metode	k
		- perbaiki diagram alir	k
		- Aca, seminar proposal	k
		- Perbaiki Analisa Data	k
		- Perbaiki kesimpulan	k
		- Aca, seminar final.	k



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya
Bila masalah muncul segera hubungi
kontak dan tanggapan

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/10/2019
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20230 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsu](#) [umsu](#) [umsu](#) [umsu](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1392/HL3AU/UMSU-07/F/2022

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 10 Oktober 2022 dengan ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD HAKIM
Npm : 1807230054
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : IX (Sembilan)
Judul Tugas Akhir : PEMBUATAN PROTOTIPE RUMAH TURBIN KAPLAN UNTUK
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR

Pembimbing I : KHAIRUL UMURANI ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Sipil
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal:
Medan, 13 Rabiul Awal 1444 H
10 Oktober 2022 M



Munawar Alfansury Siregar, ST.MT
NIDN: 0101017202






**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2021 – 2022**

Peserta seminar

Nama : Muhammad Hakim

NPM : 1807230054

Judul Tugas Akhir : Pembuatan Prototipe Rumah Turbin Kaplan Pembangkit Listrik
Berbahan Plat Galvanis Dengan Lapisan Anti Karat Dan Pengujian Uji Tarik

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT		:.....	
Pembimbing – I : Ir. Arfis Amiruddin, M.Si		:.....	
Pembimbing – II : Reza M. Yanis, ST, MT		:.....	
Pembimbing – II : Reza M. Yanis, ST, MT		:.....	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1807230027	SAID FAHAL AFRIZA	
2	1807230039	DIMAS IBAN KHARISMA	
3	1807230052	RENDI FAUZI	
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 11 Rabi'ul Awal 1444 H
07 Oktober 2022 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Muhammad Hakim
NPM : 1807230054
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Prototipe Rumah Turbin Kaplan Pembangkit Listrik
Berbahan Plat Galvanis Dengan Lapisan Anti Karat Dan Pengujian Uji
Tarik

Dosen Pembanding – I : Ir. Arfis Amiruddin, M.Si
Dosen Pembanding – II : Rahmatullah, ST, M.Sc
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT


KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
Dasar pembuatannya
perbaikan pada bagian
penyambungan bagian
penyambungan bagian
penyambungan bagian
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

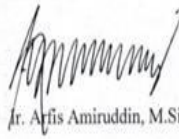
Medan, 11 Rabi'ul Awal 1444 H
07 Oktober 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- I



Chandra A Siregar, ST, MT



Ir. Arfis Amiruddin, M.Si

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Muhammad Hakim
NPM : 1807230054
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Prototipe Rumah Turbin Kaplan Pembangkit Listrik
Berbahan Plat Galvanis Dengan Lapisan Anti Karat Dan Pengujian Uji
Tarik

Dosen Pembanding – I : Ir. Arfis Amiruddin, M.Si
Dosen Pembanding – II : Rahmatullah, ST, M.Sc
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :


*Lihat pada draft skripsi bagian yg
harus diperbaiki!!*

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....

Medan 11 Rabi'ul Awal 1444 H
07 Oktober 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin


Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II


M. YANI, ST, MT
~~Rahmatullah, ST, M.Sc~~

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Muhammad Hakim
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Tualang, 02 November 2000
Alamat : Dusun 1, Desa Deli Muda Hulu Kec,
Perbaungan, Kab Serdang Bedagai
Agama : Islam
E-mail : muhamadhakim41@gmail.com
No.Hp : 082373376005

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD N 105373 Tualang	Tahun 2006-2012
2. SMP N 1 Perbaungan	Tahun 2012-2015
3. SMK N 1 Perbaungan	Tahun 2015-2018
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Tahun 2018-2022