

TUGAS AKHIR

Perancangan dan Pembangunan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tipe *Whirlpool*

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh :

RIDHO ANANDA NASUTION
1507230102



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ridho Ananda Nasution
NPM : 1507230102
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Perancangan dan Pembangunan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tipe Whirlpool
Bidang Ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2022

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Sudirman Lubis, S.T., M.T

Dosen Pembimbing I



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Pembimbing II



Chandra A Seregar, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Chandra A Seregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ridho Ananda Nasution
Tempat /Tanggal Lahir : Tanjung Kasau/6 November 1996
NPM : 1507230102
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Perancangan dan Pembangunan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohido Tipe Whirlpool”.

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, Maret 2022

Yang Menyatakan,



Ridho Ananda Nasution

ABSTRAK

Melonjaknya harga minyak dunia adalah salah satu penyebab dibutuhkannya sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Ketergantungan pada pembangkit listrik bahan bakar fosil tersebut mendorong dikembangkannya sumber energi terbarukan untuk memenuhi pasokan listrik. Indonesia adalah negara dengan potensi sumber air yang melimpah tetapi belum dimanfaatkan secara optimal. Sumber air seperti sungai dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi pada pembangkit listrik baik dalam skala kecil maupun skala besar. Penelitian dengan judul **“Perancangan dan Pembangunan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tipe Whirlpool”**, memiliki rumusan masalah bagaimana merancang dan membangun prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang efisien. Tujuannya adalah untuk merancang serta membangun prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro tipe whirlpool dengan memanfaatkan pusaran air yang akan memutar propeler, dan mengetahui daya yang dihasilkan dari mesin prototipe tersebut. Metode penelitian ini adalah *studi literatur* dan mendesain *turbin whirlpool* dengan menggunakan *software solidwork 2014*. Keseluruhan prototipe ini berukuran panjang 1800 mm, lebar 500 mm, dan tinggi 1250 mm. Pengujian dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dari hasil pengujian dengan sudu 6 dengan *head* 1,24 meter didapatkan hasil yakni dengan debit air terkecil yaitu 90 liter/menit, diketahui bahwa Daya Turbin yang dihasilkan adalah 0,2654549 watt dan Daya Air adalah 18,2466 watt. Sedangkan hasil pengujian dengan debit air terbesar yaitu 150 liter/menit, diketahui bahwa Daya Turbin yang dihasilkan adalah 0,9073378 watt dan Daya Air adalah 30,411 watt.

Kata Kunci : Pembangkit Listrik, Prototipe, Mikrohidro, Whirlpool

ABSTRACT

*The surging price of world oil is one reason for the need for alternative sources of energy to replace fossil fuels. Dependence on the fossil fuel power builders encouraged the development of renewable energy sources to meet the power supply. Indonesia is a country with a vast yet untapped water potential. Water sources such as a river can be used an energy source in an electric current on both a small scale and a large scale. Research entitled “**The Design and Construction of Prototype Microhydro Models, Type-Whirlpool**”, has a problem with designing and constructing an efficient prototype of microhydro power. Its purpose was to design and build a prototype microhydro type hydraulic pool by tapping a vortex that would play proper, knowing the power generated from the prototype’s engine. This research method is a **literature study** and **desain turbine whirlpools** using **Software Solidwork 2014**. The entire prototype was 1800 mm long, 500 mm wide, and 1250 mm high. The test was performed in the Engineering Study Laboratory of Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Technical Faculty. And test results with Sudu 6 with a 1,24 meter head is obtained with the smallest water discharge of 90 liters per minute, it is known that the turbin power produced is 0,2654549 watts and water is 18,2466 wats. While the test results with the largest discharge of water at 150 liters per minute, it is known that 0,9073378 watts and water power is 30,411 watts.*

Keywords: Power Station, Prototype, Microhydro, Whirlpool

KATA PENGANTAR

Assalamu ‘alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Dengan nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Simulasi Aliran Fluida (Air) Pada Turbin *Whirlpool* Menggunakan Pendekatan *CFD (Computational Fluid Dynamics)*” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar - besarnya kepada berbagai pihak, yaitu :

1. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang juga telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Dan juga sebagai Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Muharnif, S.T., M. Sc selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II yang juga yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Affandi, S.T., M.T, selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu teknik mesin kepada penulis selama berkuliah.
8. Bapak/Ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Kedua Orang Tua penulis yang telah telah membesarkan dan memberi nasihat serta motivasi untuk segerah menyelesaikan studi.
10. Rekan-rekan IMMawan/IMMawati Pimpinan Komisariat Ikatan Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Rekan-rekan seperjuangan kelas A2 Pagi Angkatan 2015 telah bersama dalam menyelesaikan studi.
12. Dan rekan satu tim dalam menyelesaikan tugas akhir ini yaitu Wahyu, Heri, Amin, dan Ridho.

Akhir kata, tentunya laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis dimasa yang akan datang. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia Mikro Hidro.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, Maret 2022

Penulis,



Ridho Ananda Nasution

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	1
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Metode Penelitian	2
1.5. Tujuan Penelitian	3
1.6. Manfaat Pnelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tinjauan Umum	4
2.1.1. Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air	5
2.1.2. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro	6
2.1.3. Kriteria Kelayakan PLTMH	8
2.2. Sejarah Turbin Air	10
2.2.1. Pengertian Turbin Air	12
2.2.2. Komponen – Komponen Turbin	13
2.2.3. Jenis –jenis Turbin	14
2.2.3.1.Turbin Implus	14
2.2.3.2.Turbin <i>crossflow</i>	15
2.2.3.3.Turbin Reaksi	16
2.2.3.4.Turbin <i>Vortex</i>	17
2.2.4. Cara Kerja Turbin <i>Vortex</i>	18
2.2.4.1.Keunggulan Turbin <i>Vortex</i>	18
2.2.4.2.Klasifikasi <i>Vortex</i>	19
2.2.4.3.Saluran Masuk	20
2.2.4.4.Pengukuran Debit (Q)	21
2.2.4.5.Pengukuran Torsi	21
2.2.4.6.Daya Efektif	21
2.2.4.7.Daya Potensi	22
2.2.4.8.Efesiensi	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	28

3.1.	Tempat dan Waktu	23
3.1.1.	Tempat Penelitian	23
3.1.2.	Waktu Penelitian	23
3.2.	<i>Design</i> Alat	24
3.3.	Bahan dan Alat	31
3.3.1.	Alat yang Digunakan	25
3.3.2.	Bahan yang Digunakan	34
3.4.3.	Diagram alir	33
3.4.	Prosedur Penelitian	39
3.4.1.	Rancangan Alat	39
3.4.2.	Prosedur Pembuatan	43
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1	Hasil Rancangan	45
4.1.1.	Hasil Rancangan Rangka	45
4.1.2.	Hasil Rancangan Bak Penampung Air Atas	46
4.1.3.	Hasil Rancangan Bak Penampung Air Bawah	46
4.1.4.	Hasil Rancangan Basin	47
4.1.5.	Hasil Rancangan <i>Guide Vane</i>	47
4.1.6.	Hasil Rancangan Sudu	48
4.2	Prosedur Pembuatan	48
4.2.1.	Pemotongan Bahan	48
4.2.2.	Pengelasan Benda Kerja	50
4.2.3.	Penggerindaan	51
4.2.4.	Perakitan	52
4.3	Hasil Pembuatan	53
4.3.1.	Hasil Pembuatan Prototipe	53
4.3.2.	Hasil Pembuatan Bak Penampung Air Bawah	53
4.3.3.	Hasil Pembuatan Bak Penampung air Atas	54
4.3.4.	Hasil Pembuatan Basin	54
4.3.5.	Hasil Pembuatan <i>Guide vane</i>	55
4.3.6.	Hasil Pembuatan Sudu	55
4.4	Hasil Pengujian	55
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1.	Kesimpulan	58
5.2.	Saran	59
	DAFTAR PUSTAKA	60
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal dan Kegiatan Saat Melakukan Pembelian Bahan dan Pembuatan.

Tabel 4.1 hasil pengujian.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Prinsip Kerja PLTMH

Gambar 2.2. Skema Turbin *Pelton*.

Gambar 2.3. Skema Turbin Crossflow

Gambar 2.4. Turbin *Kaplan*

Gambar 2.5. Skema Turbin *Vortex*.

Gambar 2.6. Klasifikasi *Vortex* berdasarkan kekuatannya.

Gambar 2.7. Bentuk permukaan Pusaran Air secara matematik.

Gambar 2.8. Tipe lubang masuk turbin *vortex*.

Gambar 3.1 *Design* alat

Gambar 3.2 Mesin Bubut

Gambar 3.3 *Chopsaw*

Gambar 3.4 Gerinda Tangan

Gambar 3.5 Mesin Bor

Gambar 3.6 Mesin Las

Gambar 3.7 Meteran Gulung

Gambar 3.8 Meteran Siku

Gambar 3.9 Kapur Besi

Gambar 3.10 kaca Mata

Gambar 3.11 sarung Tangan

Gambar 3.12 kunci pas

Gambar 3.13 Palu

Gambar 3.14 Jangka

Gambar 3.15 Jangka sorong

Gambar 3.13 Palu

Gambar 3.14 Jangka

Gambar 3.15 Jangka sorong

Gambar 3.16 Arduino Uno

Gambar 3.17 Photo Sensor Interuptor

Gambar 3.18 Load Cell

Gambar 3. 19 Bread Board

Gambar 3.20 Pulley

Gambar 3.21 Roda Pencacah

Gambar 3.22 Pompa Air

Gambar 3.23 Flow Meter

Gambar 3.24 Software PLX-DAQ

Gambar 3.18 Load Cell

Gambar 3. 19 Bread Board

Gambar 3.20 Pulley

Gambar 3.21 Roda Pencacah

Gambar 3.22 Pompa Air

Gambar 3.23 Flow Meter

Gambar 3.24 Software PLX-DAQ

Gambar 3.25 Laptop

Gambar 3.26 Baja siku

Gambar 3.27 Plat Baja

Gambar 3.28 kawat las

Gambar 3.29 Generator

Gambar 3.30 Besi as

Gambar 3.31 sudu

Gambar 3.32 Pipa dan Sambungan Pipa

Gambar 3.18 Load Cell

Gambar 3. 19 Bread Board

Gambar 3.20 Pulley

Gambar 3.21 Roda Pencacah

Gambar 3.22 Pompa Air

Gambar 3.23 Flow Meter

Gambar 3.24 Software PLX-DAQ

Gambar 3.25 Laptop

Gambar 3.26 Baja siku

Gambar 3.27 Plat Baja

Gambar 3.28 kawat las

Gambar 3.29 Generator

Gambar 3.30 Besi as

Gambar 3.31 sudu

Gambar 3.32 Pipa dan Sambungan Pipa

Gambar 3.33 Bandul timbangan

Gambar 3.34 Katup air

Gambar. 3. 35 Diagram alir proses pembuatan prototype turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro tipe whirlpool.

Gambar 3.36 Rancangan Bak Penampung Air Bawah

Gambar 3.37 Rancangan Basin

Gambar 3.38 Rancangan Guide Vane

Gambar 3.39 Rancangan Sudu

Gambar 4.1 Dimensi dan ukuran rangka

Gambar 4.2 Dimensi dan ukuran bak penampung air atas

Gambar 4.3 Dimensi dan ukuran bak penampung air bawah

Gambar 4.4 Dimensi dan ukuran basin

Gambar 4.6 Dimensi dan ukuran sudu

Gambar 4.6 Proses pemotongan bahan dengan gerinda tangan

Gambar 4.7 (a) Pengelasan daun runner (b) Pengelasan rangka

Gambar 4.8 Pengerindaan guide vane

Gambar 4.9 Perakitan guide vane ke rangka

Gambar 4.10 Prototype Pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan metode *whirlpool*.

Gambar 4.11 Hasil Pembuatan Bak Penampung Air bawah

Gambar 4.12 Hasil Pembuatan Bak Penampung Air Atas

Gambar 4.13 (a) Tampak katas hasil pembuatan rumah keong (b) Tampak depan
hasil pembuatan basin

Gambar 4.14 Hasil Pembuatan Guide Vane

DAFTAR NOTASI

m	Massa air	Kg
g	Percepatan gravitasi	m/s^2
h	Head	m
ϕ	Rasio kecepatan	
Nu	Kecepatan satuan	rpm
Qu	Debit satuan	m^3/s
Pu	Daya satuan	Kw
Ns	Kecepatan spesifik	
Ds	Diameter spesifik	m
ω	Kecepatan sudut	rad/s
P_{Air}	Daya air	Kw
P_{Turbin}	Data turbin	Kw
ΔP	Perbedaan tekanan	Pa
Q	Debit aliran	m^3/s
T	Torsi	Nm
ρ	Massa jenis	Kg/m^3
v	Laju aliran	m/s

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sehubungan dengan terjadinya lonjakan harga minyak didunia,serta menurunnya kualitas lingkungan yang akhir-akhir ini semakin mengawatirkan. Hal ini diakibatkan oleh beberapa faktor-faktor seperti:

1) Menipisnya cadangan minyak bumi di belahan dunia,yang pada suatu ketika akan dikawatirkan bahwa cadangan minyak yang ada di perut bumi akan habis.

2) Kenaikan / Ketidak stabilan akibat laju permintaan yang lebih besar dari pada laju peningkatan produksi minyak. Walaupun beberapa ahli perminyakan di Negara maju berusaha menemukan lading-ladang baru, hal ini tidak berpengaruh signifikan terhadap kenaikan harga minyak tersebut.

3) Meningkatnya pencemaran-pencemaran Lingkungan akibat dari penggunaan minyak fosil yang berakibat meningkatnya gas CO₂, dan menipisnya lapisan OZON di atmosfer yang pada suatu ketika dapat menimbulkan malapetaka bagi manusia maupun lingkungan hidup lainnya.

4) Tuntutan pasar Global, bahwa suatu saat pemerintah akan menghapuskan subsidi terhadap BBM.

Dari penjelasan faktor-faktor di atas, berbagai negara telah melakukan berbagai penelitian untuk menemukan alternative pengganti bahan bakar minyak yang selama ini sebagai sumber energi utama dunia yang lazim disebut bahan bakar fosil dengan sumber energi yang terbarukan.(S. Sukamta, A.Kusmantoro 2013)

Ketergantungan pembangkit listrik terhadap sumber energy seperti minyak solar, gas alam dan batubara yang hamper mencapai 75%, mendorong dikembangkannya energy terbarukan sebagai upaya untuk memenuhi pasokan listrik. Salah satunya adalah pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan memanfaatkan potensi air yang ada. Prinsip kerja PLTMH adalah dengan cara merubah energi potensi air menjadi energi listrik.(W.B.Saputra, dkk 2018)

Disisi lain, kemampuan PLN dalam menyediakan tenaga listrik kepada masyarakat Indonesia merupakan kendala dan tantangan yang belum sepenuhnya diselesaikan. Berdasarkan data Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi (DJLPE) pencapaian rasio elektrifikasi baru mencapai 64% dan rasio desa berlistrik mencapai 88% dari total sekitar 66.000 desa pada tahun 2008.

Indonesia memiliki begitu banyak potensi air yang belum dimanfaatkan secara optimal, yaitu sekitar 75,67 GW, namun baru sekitar 4,2 GW termanfaatkan dan diantaranya potensi untuk mini/mikrohidro sekitar 450 MW yang termanfaatkan sekitar 230MW. Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) selama ini merupakan kegiatan dari usaha pelistrikan daerah pedesaan yang jauh dari jangkauan jaringan listrik milik PT. PLN. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan tenaga listrik didaerah pedalaman begitu besar sebagai konsekuensi globalisasi (komunikasi dan informasi) dan kegiatan produktif masyarakat, namun ketersediaan tenaga listrik sangat terbatas. Penelitian PLTMH ini merupakan salah satu cara untuk membantu memecahkan masalah kebutuhan energi listrik di daerah pedesaan yang berguna bagi kegiatan produktivitas masyarakat. daerah pedesaan yang berguna bagi kegiatan. produktivitas masyarakat.(Sunardi, W.S. Aji 2018).

Penelitian ini juga ditujukan untuk memberikan penelitian serupa yang akan dilakukan di tempat lain guna tercapainya kebutuhan energi listrik bagi kemajuan masyarakat. Penelitian ini akan digunakan sebagai acuan pembangunan PLTMH dengan memanfaatkan sumber daya yang bukan baru. Beberapa masalah yang diidentifikasi berdasarkan latar belakang. Penelitian ini telah dirancang pemodelan pembangkit listrik.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang serta membangun protipe pembangkit listrik tenaga mikro hidro tipe *whirlpool*, dengan memanfaatkan pusaran air yang akan memutar propler. Dengan mengasumsikan aliran sungai atau aliran irigasi sebagai sumber tenaga.

Berdasarkan masalah tersebut maka di lakukan perancangan dan pembangunan prototype pembangkit listrik tenaga mirkrohidro dengan sekala kecil Untuk pengujian.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas dapat di tarik beberapa hal yang dapat menjadi permasalahan yaitu:

1. Bagaimana merancang sebuah prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang efisien.
2. Bagaimana pembangunan prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro

1.3 Ruang Lingkup

Karena penyebaran listrik di daerah pedesaan pedalaman makan salah satu solusi yang dapat di unggulkan ialah PLTMH yang mana harus di dukung dengan sungai-sungai yang bias di dimanfaatkan untuk sumber tenaga. Dan di daerah irigasi persawahaan yg memiliki *head* rendah juga bias di manfaatkan dengan pembangkit listrik tenaga mikrohidro ini.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini ialah untuk merancang desain protipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro, membangunnya serta mengetahui daya yg di hasilkan dari mesin protipe tersebut.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis, menambah ilmu dan wawasan tentang pemabngkit listrik tenga mikrohidro
2. Tercipta sebuah mesin protipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro
3. Hasil dari tugas akhir akan menjadi kajian dan informasi bagi mahasiswa teknik mesin
4. Sebagai bahan referensi bagi para mahasiswa mesin yang tertarik pada perancangan atau pun penelitian tentang pembangkit listrik tenaga mikrohidro.

BAB 2

Tinjauan Pusaka

2.1 Tinjauan umum

Mikrohidro hanyalah sebuah istilah. Mikro artinya kecil sedangkan Hidro artinya air. Dalam prakteknya istilah ini tidak merupakan sesuatu yang baku namun Mikro Hidro, pasti menggunakan air sebagai sumber energinya. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), juga mempunyai suatu kelebihan dalam hal biaya operasi yang rendah jika dibandingkan dengan Pembangkit Listrik seperti Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dan Pembangkit Listrik lainnya karena Mikro Hidro memanfaatkan energi sumber daya alam yang dapat diperbarui, yaitu sumber daya air.

Dengan ukurannya yang kecil penerapan Mikro Hidro relatif mudah dan tidak merusak lingkungan. Rentang penggunaannya cukup luas, terutama untuk menggerakkan peralatan atau mesin-mesin yang tidak memerlukan persyaratan stabilitas tegangan yang akurat (Endardjo, et, all 1998).

PLTMH adalah termasuk dalam kategori PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro), karena prinsip kerja dan cara pembuatan PLTMH tersebut sama dengan PLTA umumnya. PLTMH juga dapat dikatakan sebagai PLTA berkapasitas kecil. Akhir - akhir ini di dunia 7 termasuk negara-negara maju, banyak terdapat pembangunan PLTA berkapasitas kecil. Pembagian PLTA dengan kapasitas kecil pada umumnya adalah sebagai berikut:

1. PLTA Mikro < 100 kW
2. PLTA Mini 100 - 999 kW
3. PLTA Kecil 1000 - 10000 kW

Salah satu sebab bagi negara-negara maju membangun PLTA berkapasitas kecil ini adalah dikarenakan harga minyak OPEC yang terus meningkat, dan di samping bertambahnya kebutuhan listrik di negara-negara maju tersebut (Patty,1995).

Mikro Hidro adalah istilah yang digunakan untuk suatu pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik. PLTMH umumnya merupakan pembangkit listrik jenis run of river dimana head (jatuhan tinggi air) diperoleh tidak dengan cara membangun sebuah bendungan yang besar, melainkan dengan mengalihkan aliran air sungai ke satu sisi dari sungai tersebut selanjutnya mengalirkannya lagi ke sungai pada suatu tempat dimana beda tinggi yang diperlukan sudah diperoleh. Air dialirkan ke power house (rumah pembangkit) yang biasanya dibangun dipinggir sungai. Air akan memutar sudu turbin (runner), kemudian air tersebut dikembalikan ke sungai asalnya. Energi mekanik dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator.

2.1.1 Klarifikasi Dari Pembangkit listrik Tenaga Air

Klasifikasi dari Pembangkit Listrik Tenaga Air Klasifikasi dari pembangkit listrik tenaga air perlu ditentukan terlebih dulu untuk mengetahui karakteristik tipe pembangkit listrik, mengklasifikasikan sistem pembangkit listrik perlu dilakukan terkait dengan sistem distribusi energi listrik. Klasifikasi pembangkit listrik dapat ditentukan dari beberapa faktor yakni:

1. Berdasarkan tinggi jatuh (head)

- Rendah (< 50 m)
- Menengah (antara 50 m dan 250 m)
- Tinggi (> 250 m)

2. Berdasarkan tipe eksploitasi

- Dengan regulasi aliran air (tipe waduk)
- Tanpa regulasi aliran air (tipe run off river)

3. Berdasarkan sistem pembawa air

- Sistem bertekanan (pipa tekan)
- Sirkuit campuran (pipa tekan dan saluran)

4. Berdasarkan penempatan rumah pembangkit

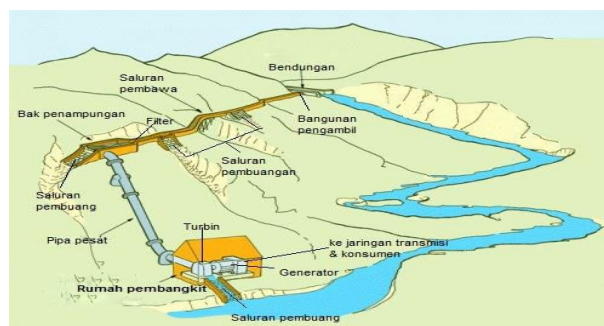
- Rumah pembangkit pada bendungan
- Rumah pembangkit pada skema pengalihan

5. Berdasarkan metode konversi energi
 - Pemakaian turbin
 - Pemompaan dan pemakaian turbin terbalik
6. Berdasarkan tipe turbin
 - Impulse
 - Reaksi
 - Reversible
7. Berdasarkan kapasitas terpasang
 - Mikro (< 100 kW)
 - Mini (antara 100 kW dan 500 Kw)
 - Kecil (antara 500 kW dan 10 MW)
8. Berdasarkan debit desain tiap turbin
 - Mikro ($Q < 0,4 \text{ m}^3 / \text{dt}$)
 - Mini ($0,4 \text{ m}^3 / \text{dt} < Q < 12,8 \text{ m}^3 / \text{dt}$)
 - Kecil ($Q > 12,8 \text{ m}^3 / \text{dt}$) (Penche,1998)

2.1.2 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

Prinsip kerja dari PLTMH sendiri pada dasarnya sama dengan PLTA hanya saja PLTMH kapasitasnya tidak begitu besar. PLTMH pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian atau sudut kemiringan dan jumlah debit air per detik yang ada pada saluran irigasi, sungai, serta air terjun. Aliran air akan memutar turbin sehingga akan menghasilkan energi mekanik.

Energi mekanik turbin akan memutar generator dan generator menghasilkan listrik. Skema prinsip kerja PLTMH dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.1 Skema Prinsip Kerja PLTMH
(Ezkhelenergy,2013)

Untuk lebih detailnya, prinsip kerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah sebagai berikut:

1. Aliran sungai dibendung agar mendapatkan debit air (Q) dan tinggi jatuh air (H), kemudian air yang dihasilkan disalurkan melalui saluran penghantar air menuju kolam penenang.
2. Kolam penenang dihubungkan dengan pipa pesat, dan pada bagian paling bawah di pasang turbin air.
3. Turbin air akan berputar setelah mendapat tekanan air (P), dan perputaran turbin dimanfaatkan untuk memutar generator.
4. Setelah mendapat putaran yang konstan maka generator akan menghasilkan tegangan listrik, yang dikirim ke konsumen melalui saluran kabel distribusi. (Ezkhelenergy, 2013)

2.1.3 Kriteria Kelayakan PLTMH

Untuk mengadakan pembangunan PLTMH, sebelumnya harus diketahui dahulu kriteria kelayakannya. Kriteria-kriteria kelayakan PLTMH dapat ditentukan dengan langkah awal yaitu:

1. Bangunan Sipil

Fasilitas untuk bangunan sipil PLTMH terdiri dari:

1. Bendung (*weir*)
Bendung berfungsi untuk menaikkan/mengontrol tinggi air dalam sungai secara signifikan sehingga memiliki jumlah air yang cukup untuk dialihkan ke dalam intake pembangkit mikrohidro
2. Bangunan penyadap air (*intake*)
Tujuan dari bangunan penyadap air (*intake*) adalah untuk memisahkan air dari sungai atau kolam untuk dialirkan ke dalam saluran pembawa, *penstock*, serta ke bak penampungan.
3. Saluran pembawa (*head Race*)
Saluran pembawa (*head race*) mengikuti kontur permukaan bukit untuk menjaga energi dari aliran air yang disalurkan.
4. Penyaring (*trashrack*) dan Bak penenang (*forebay*)
Trashrack digunakan untuk menyaring muatan sampah dan sedimen yang masuk, umumnya penyaring direncanakan dengan menggunakan jeruji besi.

Sedangkan fungsi dari bak penenang adalah sebagai penyaring terakhir seperti *settling basin* untuk menyaring benda-benda yang masih tersisa dalam aliran air, dan merupakan tempat permulaan pipa pesat (*penstock*) yang mengendalikan aliran menjadi minimum sebagai antisipasi aliran yang cepat pada turbin tanpa menurunkan elevasi muka air yang berlebihan dan menyebabkan arus baik pada saluran.

5. Saluran Pelimpas (*spill way canal*)

Spillway adalah sebuah lubang besar di dam (bendungan) yang sebenarnya adalah sebuah metode untuk mengendalikan pelepasan air untuk mengalir dari bendungan atau tanggul ke daerah hilir.

6. Pipa pesat (*pen stock*)

Pipa pesat (*penstock*) berfungsi untuk menyalurkan dan mengarahkan air ke cerobong turbin. Diameter ekonomis pipa pesat dapat dihitung dengan persamaan (Penche,1998) :

$$Dp = 2,69 \left(\frac{n^2 \cdot Q^2 \cdot Lp}{H} \right)^{0,1875} \quad (2.1)$$

7. Rumah Pembangkit (*power house*)

Rumah pembangkit merupakan tempat peralatan di mana terdapat Komponen elektrik dan mekanik terpasang. Pada bangunan ini Komponen yang ada di dalamnya adalah turbin, generator dan peralatan control.

8. Saluran pengeluaran (*tail race*)

Saluran pengeluaran (*tail race*) berfungsi untuk mengalirkan air dari rumah pembangkit (*housepower*) setelah digunakan untuk memutar turbin ke saluran asal. Konstruksi yang digunakan harus memiliki kemiringan dan dimensinya karena nantinya dapat berpengaruh pada Besarnya debit yang dialirkan ke dalam saluran air. (Ramli K.,2010)

2. Mekanikal

Untuk komponen-komponen mekanikalnya yang utama pada perencanaan pembangunan PLTMH ini terdiri dari:

1. Turbin

Pesawat yang digunakan untuk mengkonversi energi potensial menjadi mekanik berupa putaran pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro

Hidro (PLTMH) disebut turbin. Putaran poros turbin ini ditransmisikan ke generator untuk membangkitkan listrik.

2. Sistem Transmisi

Sistem Transmisi yang digunakan adalah menggunakan sabuk dan puli.

Sistem transmisi berfungsi untuk menaikkan putaran dari putaran turbin ke putaran generator. Bagian sistem transmisi terdiri dari:

- 1) Puli adalah roda berbentuk lingkaran yang digunakan untuk menempatkan sabuk. Puli sebanyak 2 buah yaitu puli penggerak di turbin dan puli yang digerakkan di generator.
- 2) Poros transmisi digunakan untuk menopang puli di antara bantalan.
- 3) Sabuk (*belt*) berfungsi sebagai pemindah daya dari turbin ke generator.
- 4) Bantalan pada sistem transmisi digunakan sebagai tempat berputarnya poros puli.
- 5) Kopling berfungsi untuk menghubungkan daya dari poros turbin ke puli penggerak dan dari poros puli ke poros generator yang digerakkan. Kopling juga digunakan untuk memisahkan turbin dan generator dari sistem transmisi apabila akan dilakukan perbaikan.

3. Elektrikal

Komponen yang utama dari elektrikal adalah generator dan panel Kontrol.

Secara rinci komponen elektrikal untuk sebuah PLTMH yaitu:

1) Generator

Generator adalah alat pengubah tenaga mekanik yang berupa putaran yang dihasilkan turbin menjadi energi listrik.

2) Panel Kontrol

Panel Kontrol merupakan tempat peralatan untuk mengontrol dan memonitor listrik yang dibangkitkan untuk memenuhi standard kualitas listrik yang berlaku.

2.2 Sejarah Turbin Air

Kata "*turbine*" ditemukan oleh seorang insinyur Perancis yang bernama Claude Bourdin pada awal abad 19, yang diambil dari terjemahan bahasa Latin dari kata "*whirling*" (putaran) atau "*vortex*" (pusaran air). Ján Andrej Segner

mengembangkan turbin air reaksi pada pertengahan tahun 1700. turbin ini mempunyai sumbu horizontal dan merupakan awal mula dari turbin air modern. Turbin ini merupakan mesin yang simpel yang masih diproduksi saat ini untuk pembangkit tenaga listrik skala kecil. Segner bekerja dengan Euler dalam membuat teori matematis awal untuk desain turbin. Pada tahun 1820, Jean-Victor Poncelet mengembangkan turbin aliran kedalam. Pada tahun 1826, Benoit Fourneyon mengembangkan turbin aliran keluar. Turbin ini sangat efisien (80%) yang mengalirkan air melalui saluran dengan sudu lengkung satu dimensi. Saluran keluaran juga mempunyai lengkungan pengarah. Pada tahun 1844, Uriah A. Boyden mengembangkan turbin aliran keluar yang meningkatkan performa dari turbin Fourneyon. Bentuk sudunya mirip dengan turbin Francis. Pada tahun 1849, James B. Francis meningkatkan efisiensi turbin reaksi aliran kedalam hingga lebih dari 90%. Dia memberikan test yang memuaskan dan mengembangkan metode engineering untuk desain turbin air. Turbin Francis dinamakan sesuai dengan namanya, yang merupakan turbin air modern pertama. Turbin ini masih digunakan secara luas di dunia saat ini. Turbin air aliran kedalam mempunyai susunan mekanis yang lebih baik dan semua turbin reaksi modern menggunakan desain ini. Putaran massa air berputar hingga putaran yang semakin cepat, air berusaha menambah kecepatan untuk membangkitkan energi. Energi tadi dibangkitkan pada sudu dengan memanfaatkan berat jatuh air dan pusarannya. Tekanan air berkurang sampai nol sampai air keluar melalui sirip turbin dan memberikan energi. Sekitar tahun 1890, bantalan fluida modern ditemukan, sekarang umumnya digunakan untuk mendukung pusaran turbin air yang berat. Hingga tahun 2002, bantalan fluida terlihat mempunyai arti selama lebih dari 1300 tahun. Sekitar tahun 1913, Victor Kaplan membuat turbin Kaplan, sebuah tipe mesin baling-baling. Ini merupakan evolusi dari turbin Francis tetapi dikembangkan dengan kemampuan sumber air yang mempunyai head kecil.

Pada umumnya semua turbin air hingga akhir abad 19 (termasuk kincir air) merupakan mesin reaksi; tekanan air yang berperan pada mesin dan menghasilkan kerja. Sebuah turbin reaksi membutuhkan air yang penuh dalam proses transfer energi. Pada tahun 1866, tukang pembuat gilingan di California, Samuel Knight menemukan sebuah mesin yang mengerjakan tuntas sebuah konsep yang berbeda

jauh. Terinspirasi dari system jet tekanan tinggi yang digunakan dalam lapangan pengeboran emas hidrolik, Knight mengembangkan ceruk kincir yang dapat menangkap energi dari semburan jet, yang ditimbulkan dari energi kinetik air. Pada sumber yang cukup tinggi (ratusan kaki) yang dialirkan melalui sebuah pipa saluran. Turbin ini disebut turbin impulse atau turbin tangensial. Aliran air mendorong ceruk disekeliling kincir turbin pada kecepatan maksimum dan jatuh keluar sudu dengan tanpa kecepatan.

Pada tahun 1879, Lester Pelton, melakukan percobaan dengan kincir Knight, dikembangkanlah desain ceruk ganda yang membuang air kesamping, menghilangkan beberapa energi yang hilang pada kincir Knight yang membuang sebagian air kembali melawan kincir. Sekitar tahun 1895, William Doble mengembangkan ceruk setengah silinder milik Pelton menjadi ceruk berbentuk bulat memanjang, termasuk sebuah potongan didalamnya yang memungkinkan semburan untuk membersihkan masukan ceruk. Turbin ini merupakan bentuk modern dari turbin Pelton yang saat ini dapat memberikan efisiensi hingga 92%. Pelton telah memprakarsai desain yang efektif, kemudian Doble mengambil alih perusahaan Pelton dan tidak mengganti namanya menjadi Doble karena nama Pelton sudah dikenal. Turgo dan turbin aliran silang merupakan desain turbin impulse selanjutnya. 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.

2.2.1 Pengertian Turbin Air

Turbin air adalah suatu mesin yang mana fluidakerjanya adalah air. Turbin air terdapat dalam suatu pembangkit listrik berfungsi untuk mengubah energy potensial yang di miliki oleh air menjadi energy kinetik (K.Umurani, A.M. Siregar, Surya Al-Amin, 02020).

Turbin adalah bagian terpenting dari pembangkit listrik. Pada turbin aliran air diubah menjadi energi kinetik yang akan memutar rotor. Dengan *belt*, puli ataupun *gearbox* pada rotor dihubungkan dengan generator yang akan mengubah putaran yang dihasilkan menjadi energi listrik (Nugroho,2015).

Bagian turbin yang bergerak dinamakan rotor atau sudu turbin, sedangkan bagian yang tidak berputar dinamakan stator atau rumah turbin. Secara umum, turbin adalah alat mekanika yang terdiri dari poros dan sudu-sudu. Sudu tetap ataupun *stationary blade*, tidak ikut berputar bersama poros, dan berfungsi mengarahkan aliran fluida. Sedangkan sudu putar atau *rotary blade*, mengubah arah dan kecepatan aliran fluida sehingga timbul gaya yang memutar poros. Air biasanya dianggap sebagai fluida yang tidak kompresibel, yaitu fluida yang secara virtual massa jenisnya tidak berubah dengan tekanan (Gibran,2014).

Turbin konvensional, dalam kelompok mesin penggerak mula atau *prime movers* ada tiga macam yaitu :

1. Turbin air dengan media kerja air.
2. Turbin gas dengan media kerja gas panas yang bertekanan.
3. Turbin uap dengan media kerja uap.

Ketiga macam turbin tersebut mempunyai kemiripan dalam konstruksi, namun beda dalam termodinamikanya, karena fluida kerjanya yang tidak sama.

Turbin air mempunyai keuntungan antara lain:

1. Ruang yang diperlukan lebih kecil.
2. Mampu membangkitkan daya yang lebih besar dengan ukuran yang relatif kecil.
3. Dapat beroperasi dengan kecepatan yang lebih tinggi.
4. Mampu memanfaatkan beda ketinggian permukaan air dari yang sangat rendah sampai yang sangat tinggi.
5. Dapat bekerja terendam didalam air.
6. Mempunyai efisiensi yang relatif baik.
7. Dapat dikonstruksikan dengan poros mendatar maupun tegak.

2.2.2 Komponen-Komponen Turbin

Komponen-komponen utama pada turbin menurut (Nugroho,2015) adalah sebagai berikut:

1. Stator

Stator turbin terdiri dari dua bagian, yaitu *casing* dan sudu diam / tetap (*fixed blade*)

1) *Casing*

Casing atau *shell* adalah suatu wadah berbentuk menyerupai sebuah tabung dimana rotor ditempatkan. Di luar *casing* dipasang bantalan yang berfungsi untuk menyangga rotor.

2) Sudu tetap

Sudu merupakan bagian dari turbin dimana konversi energi terjadi. Sudu terdiri dari bagian akar sudu, badan sudu dan ujung sudu. Sudu kemudian dirangkai sehingga membentuk satu lingkaran penuh.

2. Rotor

Rotor adalah bagian yang berputar terdiri dari poros dan sudu-sudu gerak yang terpasang mengelilingi rotor.

1) Poros

Poros dapat berupa silinder panjang yang *solid* (pejal) atau berongga (*hollow*). Pada umumnya sekarang poros terdiri dari silinder panjang yang *solid*.

2) Sudu gerak

Sudu gerak adalah sudu-sudu yang dipasang disekeliling rotor membentuk suatu piringan.

3) Bantalan

Bantalan berfungsi sebagai penyangga rotor sehingga membuat rotor dapat stabil/lurus pada posisinya didalam *casing* dan rotor dapat berputar dengan aman dan bebas. Adanya bantalan yang menyangga turbin selain bermanfaat untuk menjaga rotor turbin tetap pada posisinya juga menimbulkan kerugian mekanik karena gesekan.

2.2.3 Jenis-Jenis Turbin

Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis, turbin dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin impuls dan turbin reaksi.

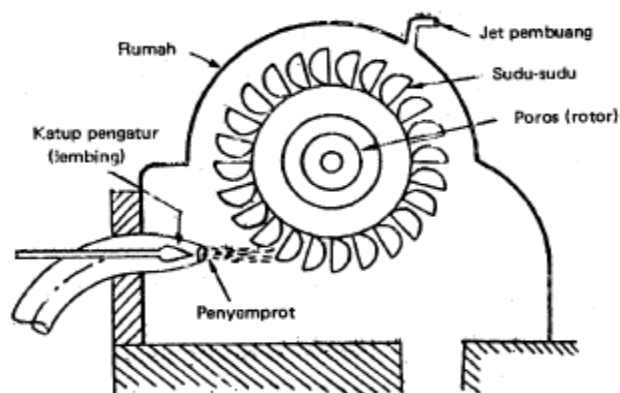
Sebelum berkembang menjadi turbin *Pelton* dan turbin *Crossflow* (jenis impuls), dan turbin *Francis* dan turbin *Kaplan* (jenis reaksi) seperti yang banyak ditemukan saat sekarang, beberapa jenis turbin dengan konstruksi yang relatif sederhana telah mengawalinya. Di samping itu juga telah dilakukan upaya penyempurnaan dengan memodifikasi rancangan dari turbin-turbin yang sudah

ada seperti turbin *Pelton*, turbin *Crossflow*, turbin *Francis*, dan turbin *Kaplan* (Dietzel,1990). Beberapa jenis turbin air ini perlu juga dikenal.

2.2.3.1 Turbin Impuls

Pada turbin impuls energi potensial air diubah menjadi energi kinetik pada nosel. Air yang keluar dari nosel mempunyai kecepatan tinggi membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu turbin arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum (impuls). Akibatnya roda turbin akan berputar. Beberapa contoh dari turbin impuls *tubin pelton* dan *turbin crossflow*.

1. Turbin *Pelton*



Gambar 2.2. Skema Turbin *Pelton*.

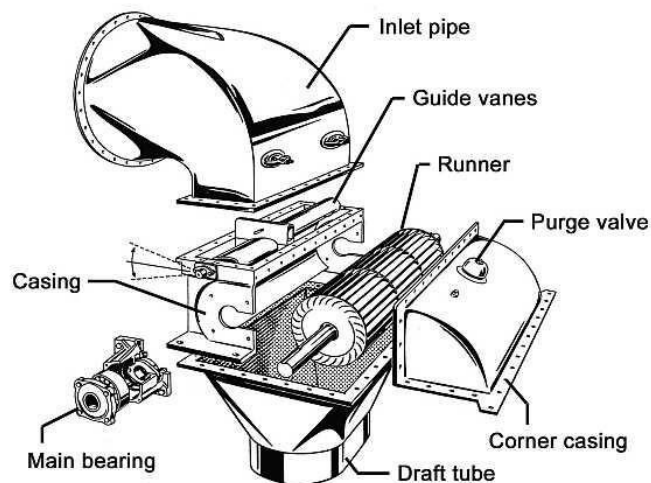
Sumber: Gibran,2014.

Turbin *Pelton* terdiri dari satu set sudu jalan yang diputar oleh pancaran air yang disemprotkan dari satu atau lebih alat yang disebut nosel. Turbin *Pelton* adalah salah satu dari jenis turbin air yang paling efisien. Turbin *Pelton* adalah turbin yang cocok digunakan untuk *head* tinggi, turbin *pelton* dapat dilihat pada Gambar 2.2

2. Turbin *Crossflow*

Pada turbin pelton beroperasi pada *head* relatif tinggi, sehingga *head* rendah kurang efektif. Sebagai alternatif turbin *crossflow* yang dapat beroperasi pada *head* rendah. Turbin *crossflow* dapat dioperasikan pada debit 20 liter/sec hingga 10 m³/sec dan *head* antara 1 s/d 200 m. Aliran air dilewatkan melalui sudu-sudu jalan yang berbentuk silinder, kemudian aliran air dari dalam silinder keluar melalui sudu-sudu. Jadi perubahan energi aliran air menjadi energi mekanik putar terjadi dua kali yaitu pada waktu air masuk silinder dan air keluar silinder. Energi

yang diperoleh dari tahap kedua adalah 20% nya dari tahap pertama. Ciri utama turbin impuls adalah tekanan jatuh hanya terjadi pada sudu tetap, dan tidak terjadi pada sudu berputar. Turbin impuls disebut turbin tak bertekanan karena sudu gerak beroperasi pada tekanan atmosfer. Turbin *crossflow* dapat dilihat pada Gambar 2-3.



Gambar 2.3. Skema Turbin Crossflow

Sumber : Gibran,2014.

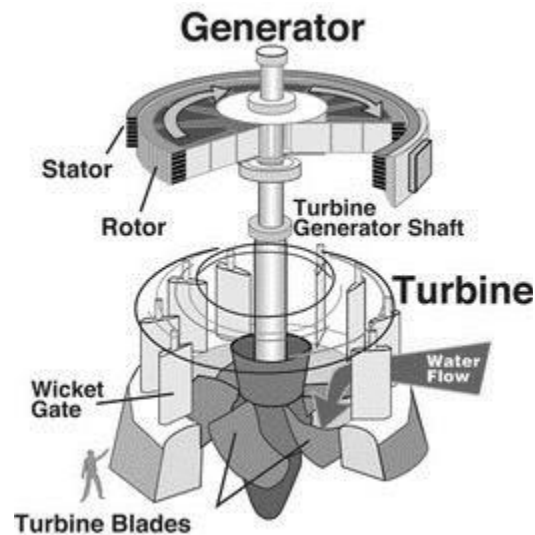
2.2.3.2 Turbin Reaksi

Pada turbin reaksi, energi yang tersedia pada saluran masuk hanya sebagian saja yang dirubah menjadi energi kinetik sedangkan sisanya tetap dalam bentuk energi tekan. Ketika air mengalir melalui roda gerak/*runner* terjadi perubahan energi tekan menjadi energi kinetik secara berangsur-angsur. Tekanan pada sisi masuk roda gerak lebih tinggi dibandingkan tekanan pada sisi keluar roda gerak turbin, dimana tekanan tersebut bervariasi terhadap laju aliran fluida yang melalui turbin. Selanjutnya agar perubahan tekanan ini dapat terjadi, maka roda/*runner* dalam hal ini harus tertutup dari udara luar dan seluruhnya terisi air selama turbin beroperasi. Beberapa contoh dari turbin reaksi adalah *turbin francis*, *turbin kaplan*, dan *turbin vortex*.

1. Turbin Kaplan

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 turbin *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 dapat dilihat pada Gambar 2.3. Turbin *kaplan* banyak dipakai pada instalasi pembangkit listrik tenaga air sungai, karena turbin ini mempunyai kelebihan dapat menyesuaikan *head* yang berubah-ubah sepanjang tahun.

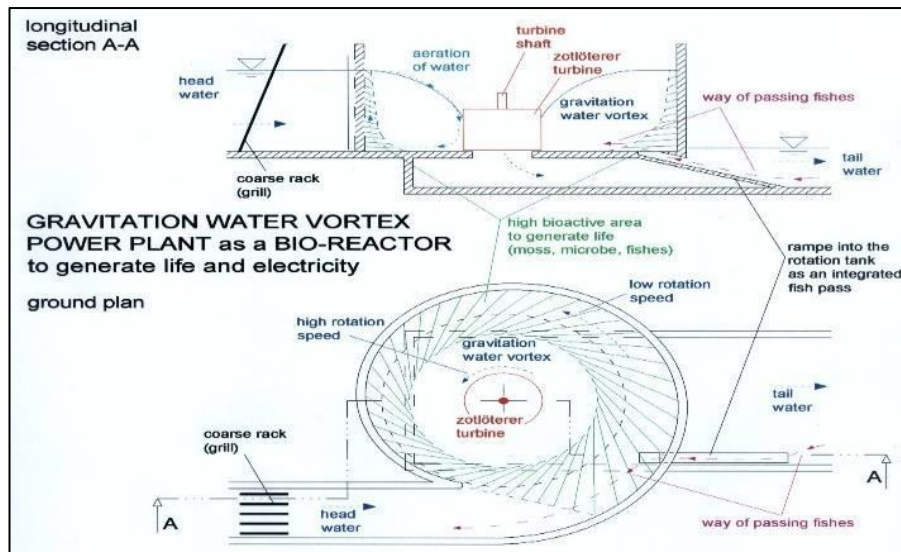


Gambar 2.4. Turbin *Kaplan*

Sumber: Gibran,2014.

3. Turbin Vortex

Turbin ini dinamakan sebagai *Gravitation water vortex power plant (GWVPP)* oleh penemunya Frans Zotleterer berkebangsaan Austria, tetapi nama turbin ini dikenal juga sebagai turbin *vortex* atau turbin pusaran air. Sesuai dengan namanya pusaran air, turbin ini memanfaatkan pusaran air buatan untuk memutar sudu turbin dan kemudian energi pusaran air diubah menjadi energi putaran pada poros. Prosesnya air dari sungai dialirkan melalui saluran masuk ke tangki turbin yang berbentuk lingkaran dan di bagian tengah dasar tangki terdapat saluran buang berupa lingkaran kecil. Akibat saluran buang ini maka air mengalir akan membentuk aliran pusaran air. Ketinggian air (*head*) yang diperlukan untuk turbin ini 0,7 – 2 m dan debit berkisar 1000 liter per detik. Turbin ini sederhana, mudah dalam perawatannya, kecil, kuat, dan bertahan hingga 50 – 100 tahun. Turbin *vortex* dapat dilihat pada Gambar 2-5.



Gambar 2.5. Skema Turbin *Vortex*.

Sumber : Zotlöterer, Franz. 2002.

2.2.4 Cara Kerja Turbin *Vortex*

Sistem PLTA pusaran air adalah sebuah teknologi baru yang memanfaatkan energi yang terkandung dalam pusaran air yang besar dengan diciptakan melalui perbedaan *head* rendah di sungai (Gibran,2014). Cara kerja turbin *vortex* :

1. Air sungai dari tepi sungai disalurkan dan dibawa ke tangki sirkulasi. Tangki sirkulasi ini memiliki suatu lubang lingkaran pada dasarnya.
2. Tekanan rendah pada lubang dasar tangki dan kecepatan air pada titik masuk tangki sirkulasi mempengaruhi kekuatan aliran *vortex*.
3. Energi potensial seluruhnya diubah menjadi energi kinetik rotasi diinti *vortex* yang selanjutnya diekstraksi melalui turbin sumbu vertikal.
4. Air kemudian kembali ke sungai melalui saluran keluar.

2.2.4.1 Keunggulan Turbin *Vortex*

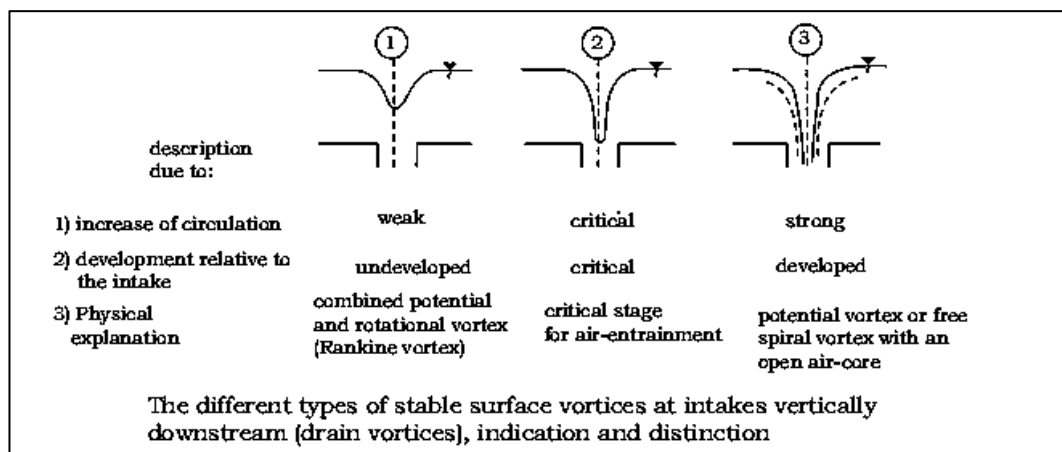
Beberapa keunggulan dari turbin *vortex*:

1. Baik dikembangkan pada daerah yang memiliki sumber air dengan debit yang cukup besar namun hanya memiliki *head* yang rendah.
2. Tidak memerlukan sistem kontrol yang sangat rumit seperti turbin lainnya.

3. Tekanan air yang terjadi tidak merusak ekologi, dalam hal ini dampak terhadap kehidupan air (ikan) dan *microorganism* lainnya tetap terjaga.
4. Tidak membutuhkan *draft tube*, sehingga dapat mengurangi pengeluaran untuk penggalian pemasangan *draft tube*.
5. Memiliki daya yang tinggi, dengan variasi debit yang besar dan sangat baik untuk *head* yang rendah.
6. Tidak memerlukan jaring-jaring halus sebagai pencegah masuknya puing-puing kedalam turbin, sehingga dapat mengurangi biaya perawatan.

2.2.4.2 Klasifikasi Vortex

Dalam klasifikasi ada tiga tipe kekuatan *vortex* dengan melihat bentuk pusaran air dapat dilihat pada Gambar 2-6.



Gambar 2.6. Klasifikasi *Vortex* berdasarkan kekuatannya.

Sumber : Prof. B. S. Thandaveswara, Indian Institute of Technology Madras

Secara umum, fenomena *vortex* terbagi atas dua bagian yaitu :

1. *Vortex* Paksa / *Vortex* Berotasi

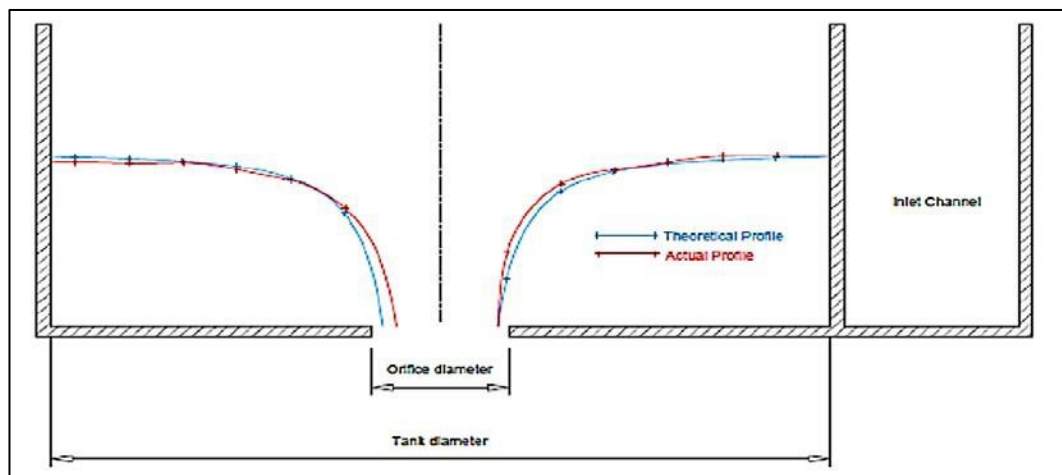
Adalah *vortex* yang terbentuk karena adanya gaya luar yang berpengaruh pada fluida.

2. *Vortex* Bebas / *Vortex* Tak Berotasi

Adalah *vortex* yang terbentuk karena fenomena natural, tidak terpengaruh oleh gaya dari luar sistem fluida, pada aliran inkompresibel, umumnya terjadi karena adanya lubang keluar.

Berikut adalah penemuan fundamental dari penelitian dari *Institute of Technology, Sligo in Civil Engineering*:

1. Bentuk permukaan pusaran air dapat digambar secara matematik dan diprediksi secara akurat (Gambar 2-7).
2. Efisiensi daya Pusaran air yang maksimal dapat terjadi dalam jangkauan rasio antara diameter lubang dan diameter tangki adalah sekitar 14% - 18% masing-masing untuk tempat *head* rendah dan tinggi.
3. Tinggi pusaran bervariasi secara linier sesuai dengan debit.
4. Energi keluar maksimum secara teoritis idealnya = $\rho g Q H v$
5. Efisiensi hidrolis maksimum meningkat saat kecepatan impeler setengah dari kecepatan fluida.

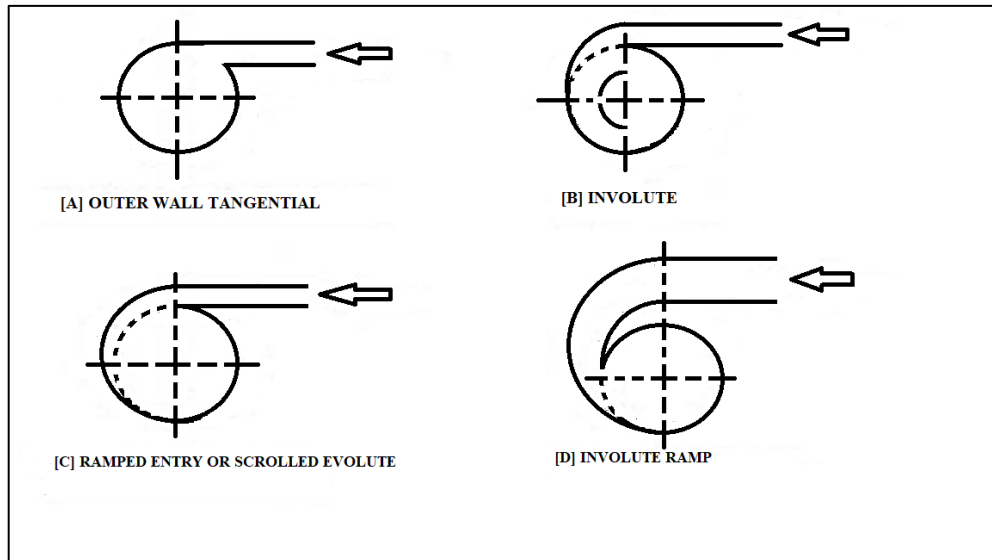


Gambar 2.7. Bentuk permukaan Pusaran Air secara matematik.

Sumber : Petrus jesse ,2015.

2.2.4.3 Saluran masuk (*inlet area*)

Ada beberapa tipe dari saluran masuk (*Inlet area*), yaitu : saluran masuk tipe *involute*, saluran masuk tipe *ramp* dan saluran masuk tipe *scroll*. Berbagai tipe tersebut dimaksudkan untuk lebih memaksimalkan kinerja dari turbin. Dengan konstruksi lubang masuk dengan tipe *involute*, saluran masuk tipe *ramp* dan saluran masuk tipe *scroll* dapat mengurangi efek dari turbulensi yang terjadi disekitar dinding saluran masuk dan daerah antara saluran masuk dapat dilihat pada Gambar 2-8.



Gambar 2.8. Tipe lubang masuk turbin *vortex*.

Sumber: Yusuf Randabunga, 2013.

2.2.4.4 Pengukuran debit (Q)

Debit aliran air dihitung dengan menggunakan persamaan (M.Bruce,2006)

$$Q = V \cdot t \quad (2.2)$$

2.2.4.5 Pengukuran Torsi

Torsi adalah gaya putar yang dihasilkan oleh poros engkol atau kemampuan motor untuk melakukan kerja, tetapi disini torsi merupakan jumlah gaya putar yang diberikan ke suatu mesin terhadap panjang lengannya (Djuhana,2008).

$$F = T \cdot r \quad (2.3)$$

2.2.4.6 Daya efektif

Perhitungan daya efektif yang dapat ditransmisikan oleh poros dapat dihitung dengan persamaan (M.Bruce,2006).

$$P = 2\pi \cdot N \cdot \frac{T}{60} \quad (2.4)$$

Atau daya efektif yang dihasilkan oleh pergerakan sudu turbin adalah daya yang sebanding dengan torsi dikali dengan kecepatan sudut sudu

$$P_{act} = T \cdot \omega \quad (2.5)$$

2.2.4.7 Daya Potensi

Daya hidrolis yang dapat dihasilkan oleh turbin sesuai dengan kapasitas tinggi jatuh yang diketahui adalah (Dietzel,1996)

$$P_{Pt} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (2.6)$$

2.2.4.8 Efisiensi

Efisiensi turbin dapat dicari dengan persamaan (M.Bruce,2006)

$$\eta = \frac{P_{eff}}{P_{hid}} \times 100\% \quad (2.7)$$

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Tempat pengujian dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA. Jl.Kapten Mukhtar Basri, Ba No. 3 Medan – 20138 Telp.061-6622400 Ext. 12.

3.1.2. Waktu Pembuatan

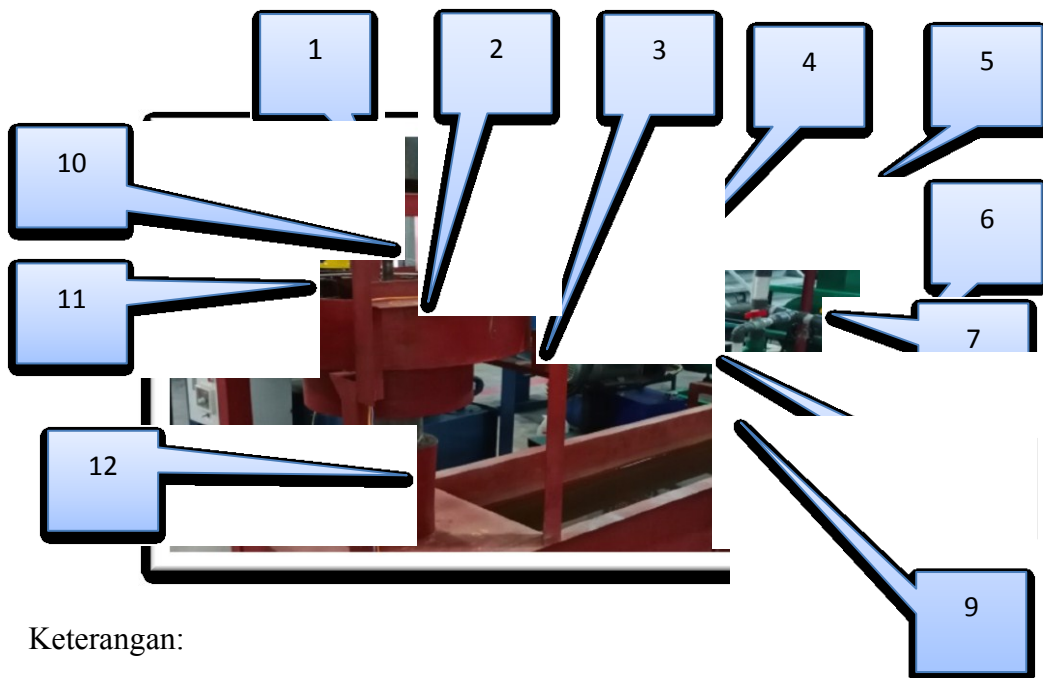
Waktu pelaksanaan pembuatan prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro tipe *Whirlpool* dilakukan setelah mendapat persetujuan yang diberikan oleh pembimbing I dan II. Pada tanggal (28 Oktober 2019) sampai dinyatakan selesai.

Tabel 3.1. Jadwal dan Kegiatan Saat Melakukan Pembelian Bahan dan Pembuatan.

N o.	Kegiatan	Oktober 2019	November 2019	Desember 2019	Januari 2020	Februari 2020	Maret 2020
1.	Study literature						
2.	Menentukan Pembuatan						
3.	Penyediaan material						
4.	Pembuatan						
5.	Penyusunan skripsi						
6.	Evaluasi data pembuatan						

3.2 Design alat

Design alat yang digunakan pada perancangan prototipe pembangkit listrik tenaga mikroidro tipe *whirlpool* ini adalah desing alat yang sederhana. Alat yang di gunakan untuk menghitung torsi dan daya yang di hasilkan dengan memanfaatkan head air.



Keterangan:

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| 1. Generator | 7. Katup pengatur buangan |
| 2. Basin | 8. Pompa |
| 3. Rangka mesin | 9. Saluran hisap |
| 4. Saluran pembawa | 10. Poros sudu |
| 5. Bak penampungan | 11. Guidevane |
| 6. Saluran buangan | 12. Saluran buang |

Gambar 3.1 *Design* alat

3.3 Bahan dan Alat

3.3.1 Alat Yang Digunakan

Alat- alat yang digunakan dalam pembuatan prototype turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro tipe whirlpool adalah:

1. Mesin Bubut

Mesin bubut seperti pada Gambar 3.2 digunakan untuk penyayatan mengerjakan poros dan keperluan lainnya.



Gambar 3.2 Mesin Bubut

2. Chopsaw

Adapun fungsi *chopsaw* seperti pada Gambar 3.3 adalah untuk memotong benda kerja yang ketebalannya yang relatif tebal dan membentuk suatu profil pada benda kerja baik itu datar, siku dll.



Gambar 3.3 *Chopsaw*

3. Gerinda Tangan

Gerinda tangan Gambar 3.4 adalah salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah, memotong, menghaluskan, meratakan benda kerja.



Gambar 3.4 Gerinda Tangan

4. Mesin Bor

Mesin bor Gambar 3.5 digunakan untuk pembuatan lobang pada rangka dan dudukan pada *guide vane* dan sudu.



Gambar 3.5 Mesin Bor

5. Mesin Las

Adapun fungsi mesin las listrik pada Gambar 3.6 ini adalah untuk menghubungkan benda kerja agar konstruksi bisa lebih kokoh. Dan menggunakan jenis elektroda yang digunakan dengan kode elektroda smaw



Gambar 3.6 Mesin Las

6. Meteran Gulung

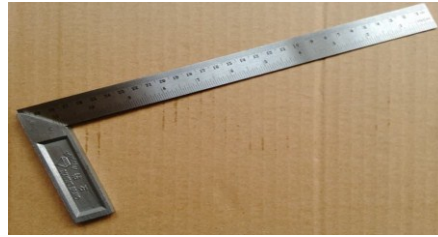
Meteran gulung pada Gambar 3.7 berfungsi untuk mengukur panjang, lebar, bahan-bahan yang ingin dibuat.



Gambar 3.7 Meteran Gulung

7. Meteran Siku

Meteran siku pada Gambar 3.8 berfungsi untuk membuat tanda atau sebagai penggaris pada bahan yang hendak dilakukan pemotongan bahan besi.



Gambar 3.8 Meteran Siku

8. Kapur Besi

Kapur besi pada Gambar 3.9 digunakan untuk memberikan penanda pada permukaan besi atau logam yang ingin dipotong.



Gambar 3.9 Kapur Besi

9. Kaca Mata

Kaca mata pada Gambar 3.10 digunakan untuk melindungi mata saat proses pengalasan pemotongan benda kerja dengan *chopsaw*



Gambar 3.10 kaca Mata

10. Sarung Tangan

Sarung tangan pada Gambar 3.11 digunakan untuk melindungi tangan saat proses pengerjaan prototype turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro tipe whirlpool saat proses pemotongan, pengelasan dll.



Gambar 3.11 sarung Tangan

11. Kunci pas

Kunci pas pada Gambar 3.12 digunakan untuk mengencangkan baut dan mur pada prototype turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro tipe whirlpool.



Gambar 3.12 kunci pas

12. Palu

Palu pada Gambar 3.13 digunakan untuk media pemukul.



Gambar 3.13 Palu

13. Jangka

Jangka pada Gambar 3.14 digunakan untuk mengukur bagian pintu *guide vane*.



Gambar 3.14 Jangka

14. Jangka Sorong

Jangka sorong pada Gambar 3.15 digunakan sebagai media pengukur benda kerja.



Gambar 3.15 Jangka sorong

15. Mikrokontrol Arduino

Mikrokontrol arduino uno pada Gambar 3.16 digunakan untuk mengontrol dan menerjemahkan data ataupun input sinyal yang ditangkap oleh sensor pembaca seperti sensor putar dan load cell dan menerjemahkannya dalam bentuk data yang dapat dibaca secara visual. Spesifikasi arduino yang digunakan :

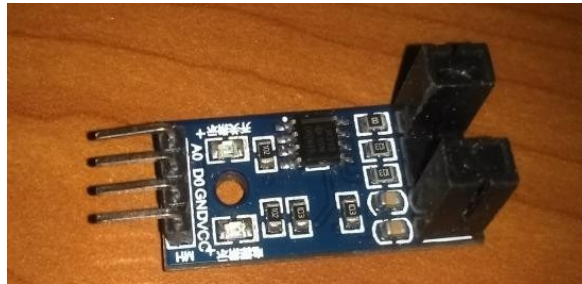
Tipe arduino	: Arduino Uno
Jumlah Pin	: 13 Pin
Analog pin	: 5 Pin
Digital pin	: 13 pin



Gambar 3.16 Arduino Uno

16. Photo Sensor Interuptor

Sensor pada Gambar 3.17 ini berfungsi sebagai pembaca jumlah putaran poros turbin dengan sinar infra merah, data hasil pembacaan putaran akan di terjemahkan dalam bentuk data visual oleh arduino menggunakan serangkaian program.



Gambar 3.17 Photo Sensor Interuptor

17. Load cell

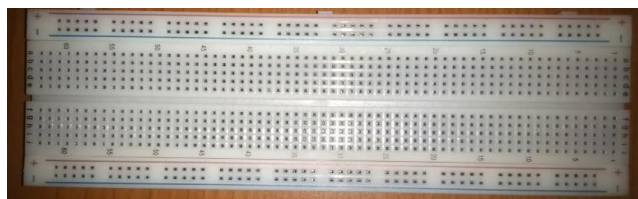
Load cell pada Gambar 3.18 berfungsi sebagai pembaca berat beban yang diletakkan diatas poros turbin sebagai pengujian untuk mengetahui torsi yang terjadi pada poros. Load cell yang digunakan adalah load cell 10 Kg.



Gambar 3.18 Load Cell

18. Bread Board

Bread board pada Gambar 3.19 berfungsi sebagai papan penghubung rangkaian listrik yaitu sebuah alat dimana jumper atau kabel sensor di rangkaiakan.



Gambar 3. 19 Bread Board

19. Pulley

Pulley pada Gambar 3.20 berfungsi sebagai tempat sabuk penggantung beban, beban yang di ikat menggunakan tali yang digantun di pulley.



Gambar 3.20 Pulley

20. Roda Pencacah

Roda pencacah pada Gambar 3.21 diletakkan dicelah-celah antara sensor putaran, roda ini berfungsi untuk mempengaruhi intensitas cahaya yang diberikan oleh sinar LED pada optocouler ke photo transistor yang akan memberikan perubahan level logika sesuai dengan putaran roda cacah.



Gambar 3.21 Roda Pencacah

21. Pompa Air

Pompa air pada Gambar 3.22 berfungsi untuk memompa air dari bak hingga keluar dari nozzle sehingga dapat dipancarkan oleh nozzle. Adapun pompa air yang digunakan mempunyai spesifikasi dengan $Q = 267$ Liter/menit

dan H maks = 18 meter.



Gambar 3.22 Pompa Air

22. Flow Meter

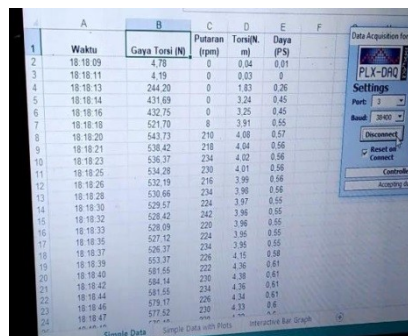
Flow meter pada Gambar 3.23 adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur debit suatu aliran air dengan ukuran satuan Liter/menit.



Gambar 3.23 Flow Meter

23. PLX-DAQ

PLX-DAQ pada Gambar 3.24 adalah free software yang digunakan untuk mencatat data serial di Microsoft excel yang dikirim oleh arduino uno kekomputer.

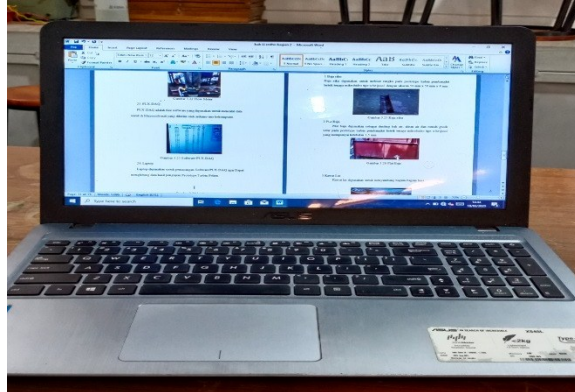


	A	B	C	D	E	F
	Waktu	Gaya Torsi (N)	Putaran (rpm)	Torsi(N)	Daya (PS)	
1	18-18-09	4.18	0	0.04	0.01	
2	18-18-11	4.19	0	0.03	0	
3	18-18-13	244.20	0	1.83	0.26	
4	18-18-14	431.69	0	3.24	0.45	
5	18-18-16	432.75	0	3.25	0.45	
6	18-18-18	621.70	8	3.91	0.55	
7	18-18-20	543.73	210	4.69	0.57	
8	18-18-21	530.42	218	4.04	0.56	
9	18-18-23	535.37	234	4.02	0.56	
10	18-18-25	534.28	230	4.01	0.56	
11	18-18-26	532.19	216	3.99	0.56	
12	18-18-28	530.06	234	3.98	0.56	
13	18-18-30	529.57	224	3.97	0.55	
14	18-18-32	528.42	242	3.95	0.55	
15	18-18-33	529.09	220	3.96	0.55	
16	18-18-35	527.12	224	3.95	0.55	
17	18-18-36	526.37	234	3.95	0.55	
18	18-18-37	526.37	226	4.15	0.98	
19	18-18-39	553.37	222	4.36	0.81	
20	18-18-40	581.55	230	4.38	0.81	
21	18-18-42	584.14	234	4.38	0.81	
22	18-18-44	587.55	226	4.34	0.81	
23	18-18-46	577.52	230	4.33	0.8	
24	18-18-47					

Gambar 3.24 Software PLX-DAQ

24. Laptop

Laptop pada Gambar 3.25 digunakan untuk pemasangan Software PLX-DAQ agar Dapat menghitung data hasil pengujian Prototype Turbin Pelton.



Gambar 3.25 Laptop

3.2.2 Bahan Yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan prototype turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro tipe whirlpool adalah:

1. Baja siku

Baja siku pada Gambar 3.26 digunakan untuk membuat rangka pada prototype turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro tipe *whirlpool* dengan ukuran 50 mm x 50 mm x 4 mm



Gambar 3.26 Baja siku

2. Plat Baja

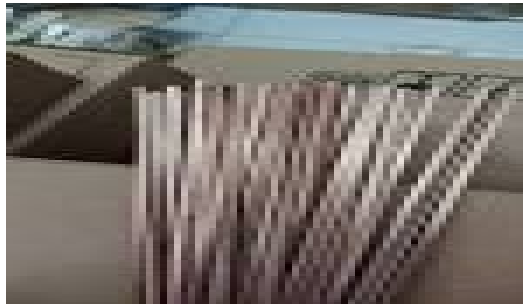
Plat baja pada Gambar 3.27 digunakan sebagai dinding bak air, aliran air dan rumah *guide vane* pada prototype turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro tipe *whirlpool* yang mempunyai ketebalan 1,5 mm



Gambar 3.27 Plat Baja

3. Kawat Las

Kawat las baja pada Gambar 3.28 digunakan untuk menyambung bagian-bagian besi.



Gambar 3.28 kawat las

4. Generator

Generator baja pada Gambar 3.29 sebagai media untuk menghasilkan listrik.



Gambar 3.29 Generator

5 Besi as

Besi as baja pada Gambar 3.30 sebagai poros penggerak sudu kegenerator.



Gambar 3.30 Besi as

6. Sudu Turbin

Sudu turbin baja pada Gambar 3.31 sebagai media penggerak as kegenerator.



Gambar 3.31 sudu

7. Pipa dan Sambungan pipa

Pipa dan sambungan pipa baja pada Gambar 3.32 yang digunakan berukuran 1,5 inchi sebagai media saluran air



Gambar 3.32 Pipa dan Sambungan Pipa

8. Bandul timbangan

Bandul timbangan baja pada Gambar 3.33 yang digunakan 200 gram, berfungsi sebagai menghitung gaya yang bekerja pada poros.



Gambar 3.33 Bandul timbangan

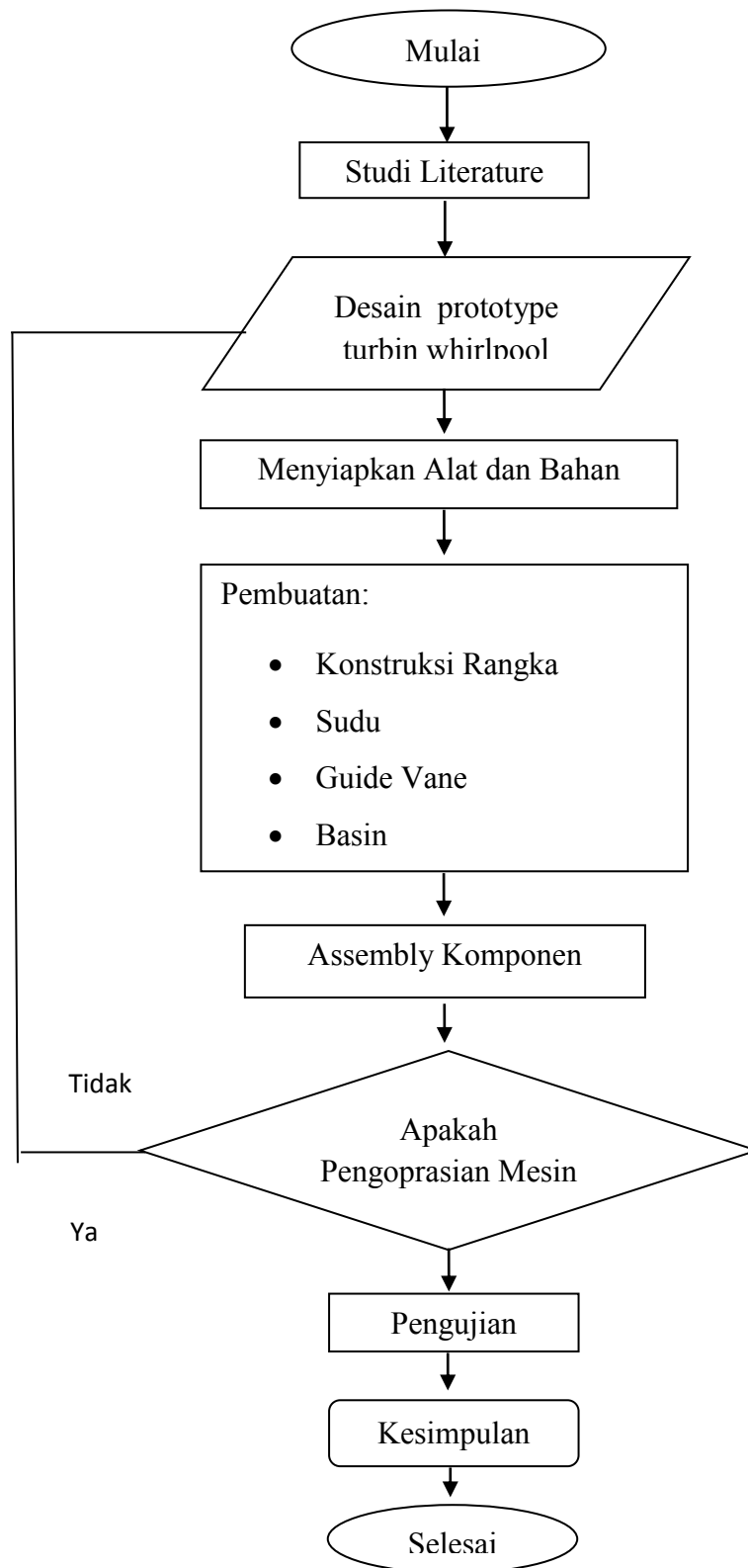
9. Katup Air

Katup air yang baja pada Gambar 3.34 digunakan berukuran 1,5 inchi, sebagai pemberhenti dan mengatur debit air.



Gambar 3.34 Katup air

3.3 Diagram Alir Pembuatan



Gambar. 3. 35 Diagram alir proses pembuatan prototype turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro tipe whirlpool.

3.3.1 Penjelasan Diagram Alir

1. Study Literature, merupakan bagian sangat penting dari sebuah proposal atau laporan penelitian, teori-teori yang melandasi dilakukannya penelitian. Penelitian studi literature dapat diartikan sebagai kegiatan yang meliputi, mencari, membaca dan menelaah laporan-laporan penelitian dan bahan pustaka yang memuat teori-teori yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.
2. Desain merupakan suatu perencanaan atau perancangan yang dilakukan sebelum pembuatan suatu objek, sistem, komponen, atau struktur.
3. Penyediaan bahan adalah mengumpulkan bahan yang akan digunakan untuk membuat mesin tersebut.
4. Pembuatan merupakan kegiatan menciptakan atau memproses sesuatu kegiatan yang bertujuan untuk menciptakan sesuatu dengan beberapa cara atau langkah yang sesuai dengan alat yang akan dibuat.
5. Assembly merupakan suatu proses penyusunan dan penyatuan beberapa bagian komponen menjadi suatu alat atau mesin yang mempunyai fungsi tertentu.
6. Pengoperasian merupakan untuk mengetahui apakah mesin dapat beroperasi secara baik.
7. Pengujian merupakan pengambilan hasil data hasil dari mesin yang telah selesai dibuat.
8. Kesimpulan adalah hasil yang didapat dari pembuatan mesin tersebut apakah sudah layak untuk dioperasikan.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Rancangan Alat

Adapun rancangan protipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan metode *whirlpool* yang dibuat dengan menggunakan *software solidwork 2014* adalah sebagai berikut:

1. Rangka alat

Bagian rangka *prototype* pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan metode *whirlpool* terbuat dari besi siku dengan panjang ukuran 1800 mm x 500 mm, tinggi 1250 mm, dengan ketebalan 4 mm



Gambar 3.34 Rancangan rangka

2. Bak Penampung Air Atas

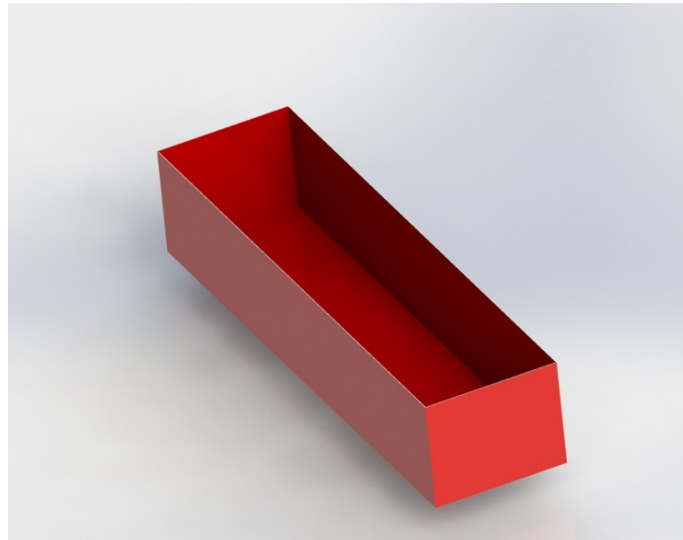
Bak penampung atas terbuat dari besi plat dengan ukuran panjang 550 mm x 500 mm dan ketebalan plat besi 1,5 mm. Di bagian depan terdapat lubang pintu air dengan ukuran lebar 100 mm, dan tinggi lubang 150 mm.



Gambar 3.35 Rancangan Bak Penampung Air Atas

3. Bak Penampung Air bawah

Bak penampung air bawah terbuat dari plat baja dengan ukuran panjang 1800 mm x 500 mm , dengan ketebalan $1,5\text{ mm}$.



Gambar 3.36 Rancangan Bak Penampung Air Bawah

4. Saluran Pembawa dan Rumah Keong

Saluran pembawa dan rumah keong keduanya terbuat dari bahan yang sama, yaitu plat baja dengan ketebalan $1,5\text{ mm}$. adapun ukuran dari saluran pembawa dan rumah keong sebagai berikut:

1. Saluran pembawa berukuran panjang 1140 mm dengan tinggi 150 mm dengan sudut kemiringan 27° .
2. Dalam rumah keong terdapat 3 buah lubang dengan ukuran yg berbeda
Lubang pertama dengan ukuran diameter 500 mm dengan tinggi 150 mm
Lubang ke dua dengan ukuran diameter 280 mm dengan tinggi 180 mm
Lubang ke tiga dengan ukuran 10 mm dengan tinggi 300 mm

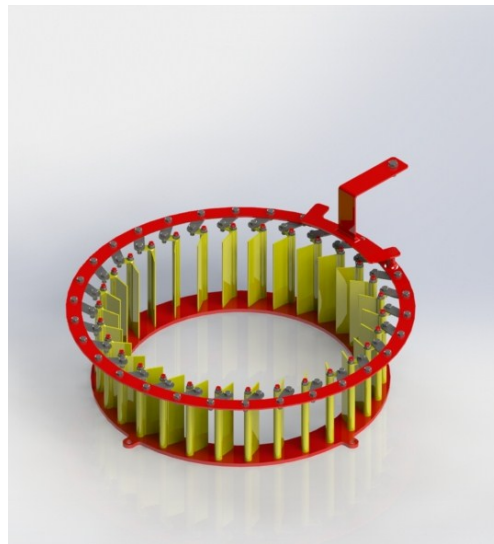


Gambar 3.37 Rancangan Basin

5. Guide vane

Guide vane berfungsi untuk mengatur arah aliran air, guide vane terdiri dari beberapa komponen dengan spesifikasi sebagai berikut:

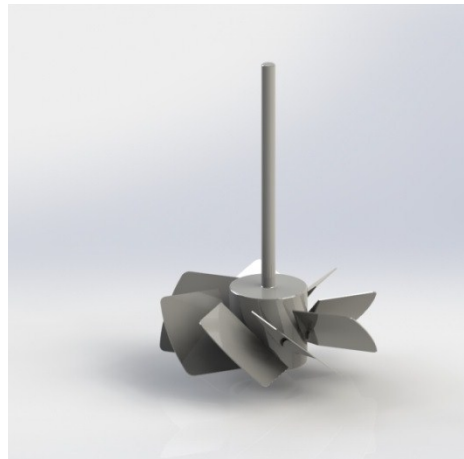
1. Daun vane terbuat dari plat baja dengan ukuran panjang 30 *mm* dan tinggi 100 *mm*, dengan ketebalan 1,5 *mm*, dan disertai 2 lubang vane dengan ukuran diameter 6 *mm*.
2. Alas vane dengan ukuran diameter luar 350 *mm*, disertai besi ukuran 6 *mm* as sebanyak 30 buah dengan jarak setiap besi as berjarak 11,5 *mm*.



Gambar 3.38 Rancangan Guide Vane

6. Sudu

Sudu-sudu terbuat dari besi plat berukuran 1,5 mm, rumah runner yang berdiameter 120 mm dan tinggi 100 mm terhubung dengan besi as dengan ukuran diameter 18 mm dan panjang 300 mm. daun runner terdapat 6 buah dengan lebar 75 mm dan tinggi 120 mm yg di hubungkan ke rumah runner dengan baut dan mur berukuran 12 mm.



Gambar 3.39 Rancangan Sudu

3.4.2 Prosedur Pembuatan

Berikut adalah prosedur pembuatan prototype pembangkit listrik tenaga mikrohidro metode whirlpool yang dapat kita lihat di bawah ini :

1. Mempersiapkan bahan yang akan digunakan untuk membuat pembuatan prototype pembangkit listrik tenaga mikrohidro metode whirlpool.
2. Pemotongan baja sesuai ukuran rancangan.
3. Pengelasan bahan yang telah di potong.
4. Membuat bagian-bagian alat sesuai rancangan pembuatan prototype pembangkit listrik tenaga mikrohidro metode whirlpool.
5. Menggerinda bagian-bagian alat yang telah di buat untuk membersihkan tatal dari hasil pengelasan.

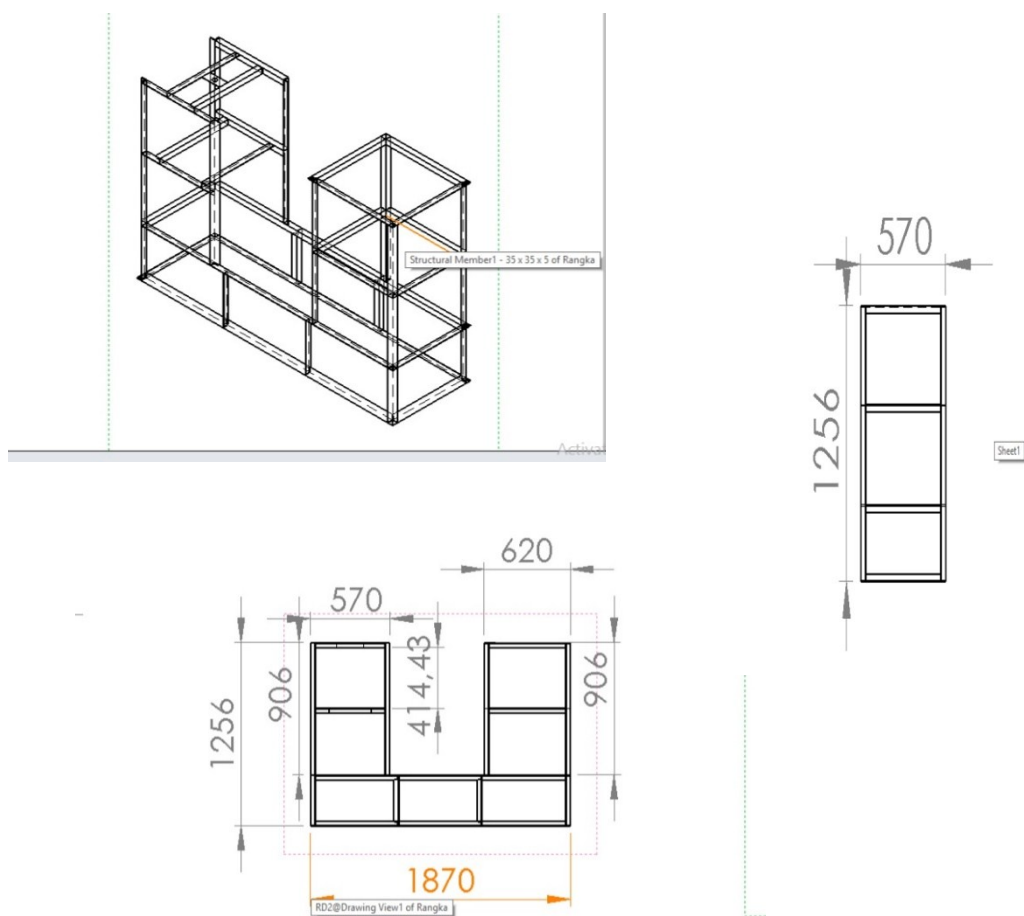
6. Penyatuan bagian-bagian rancangan prototype pembangkit listrik tenaga mikrohidro metode whirlpool yang telah di bersihkan.
7. Pengecatan alat prototype pembangkit listrik tenaga mikrohidro metode whirlpool.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Rancangan

4.1.1 Hasil Rancangan Rangka

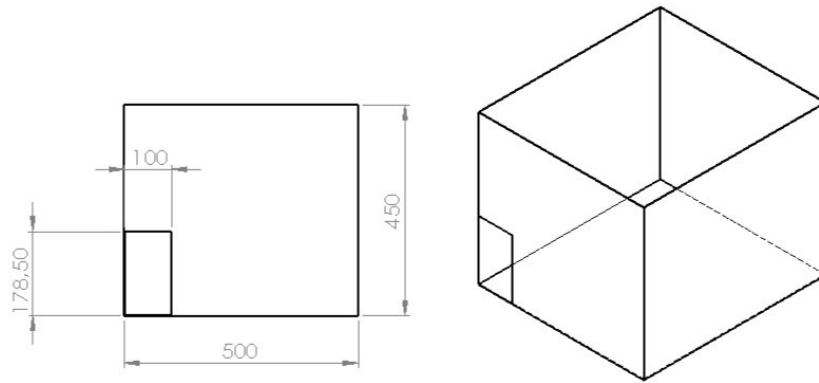
Bagian rangka *prototype* pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan metode *whirlpool* terbuat dari besi siku dengan panjang ukuran 1870 mm x 570 mm, tinggi 1256 mm, dengan ketebalan 4 mm



Gambar 4.1 Dimensi dan ukuran rangka

4.1.2 Hasil Rancangan bak penampung air bagian atas

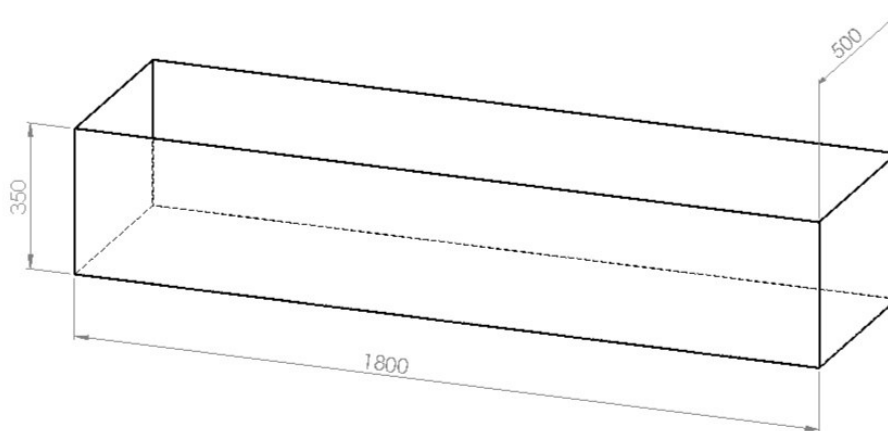
Bak penampung atas terbuat dari besi plat dengan ukuran panjang 500 mm x 450 mm dan ketebalan plat besi 1,5 mm. Di bagian depan terdapat lubang pintu air dengan ukuran lebar 100 mm, dan tinggi lubang 150 mm.



Gambar 4.2 Dimensi dan ukuran bak penampung air atas

4.1.3 Hasil Rancangan Bak Penampung Air Bawah

Bak penampung air bawah terbuat dari plat baja dengan ukuran panjang 1800 mm x 500 mm, tinggi 350 mm dengan ketebalan 1,5 mm.



Gambar 4.3 Dimensi dan ukuran bak penampung air bawah

4.1.4 Hasil Rancangan Rumah Keong

Dalam rumah keong terdapat 3 buat lubang dengan ukuran yg berbeda. Lubang pertama dengan ukuran diameter 500 mm dengan tinggi 197 mm. Lubang ke dua dengan ukuran diameter 280 mm dengan tinggi 180 mm. Lubang ke tiga dengan ukuran 10 mm dengan tinggi 300 mm



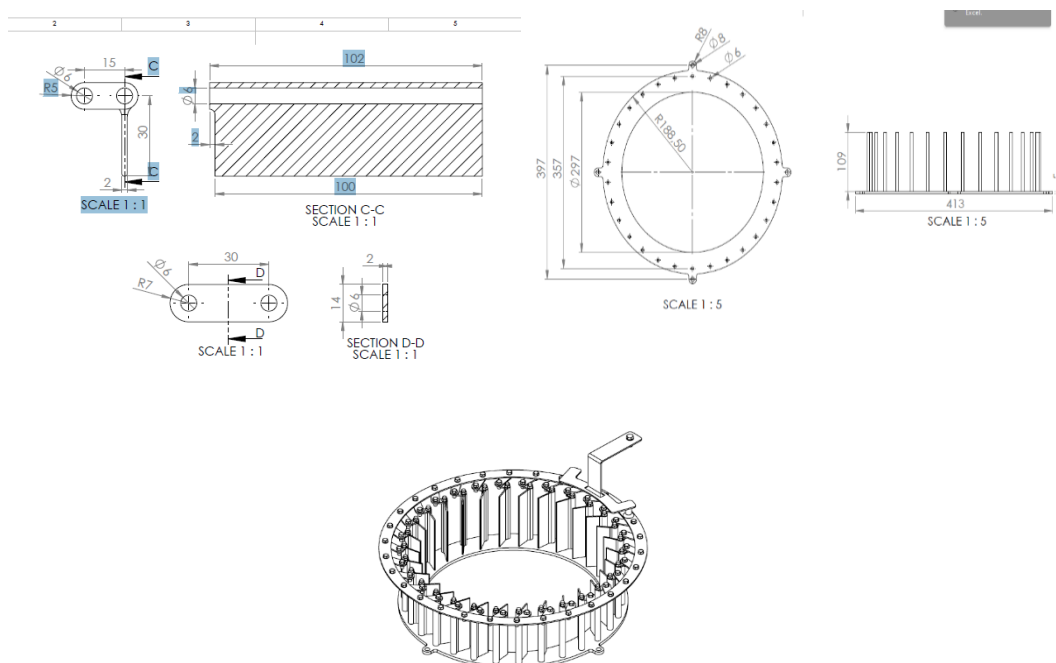
Gambar 4.4 Dimensi dan ukuran basin

4.5 Hasil Rancangan Guide Vane

Guide vane berfungsi untuk mengatur arah aliran air, guide vane terdiri dari beberapa komponen dengan spesifikasi sebagai berikut:

Daun vane terbuat dari plat baja dengan ukuran panjang 30 mm dan tinggi 100 mm, dengan ketebalan 1,5 mm, dan di sertai 2 lubang vane dengan ukuran diameter 6 mm.

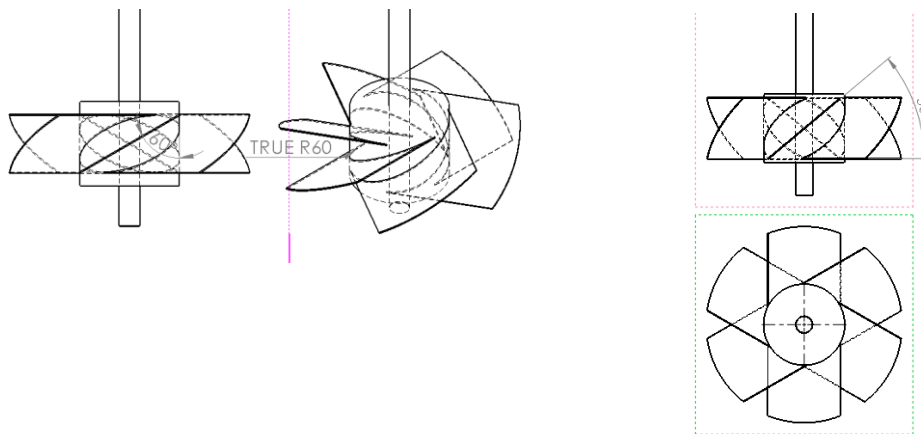
Alas vane dengan ukuran diameter luar 350 mm, di sertai besi ukuran 6 mm sebanyak 30 buah dengan jarak setiap besi as berjarak 11,5 mm.



Gambar 4.5 dimensi dan ukuran guide vane

4.1.6 Hasil Rancangan Sudu

Sudu-sudu terbuat dari besi plat berukuran $1,5\text{ mm}$, rumah runner yang berdiameter 120 mm dan tinggi 100 mm terhubung dengan besi as dengan ukuran diameter 18 mm dan panjang 300 mm . daun runner terdapat 6 buah dengan lebar 75 mm dan tinggi 120 mm yg di hubungkan ke rumah runner dengan baut dan mur berukuran 12 mm .



Gambar 4.6 Dimensi dan ukuran sudu

4.2 Prosedur Pembuatan

4.2.1 Pemotongan bahan

Pemotongan bahan bertujuan untuk menyesuaikan ukuran pada gambar perancangan yang telah ada. Saat melakukan pemotongan harus di lakukan dengan teliti agar sesuai dengan ukuran yang telah di tentukan. Pemotongan di lakukan menggunakan gerinda tangan.



Gambar 4.6 Proses pemotongan bahan dengan gerinda tangan

1. Pemotongan benda kerja bagian rangka

Untuk bagian rangka prototype terdiri atas :

1. Rangka untuk panjang samping bawah dengan menggunakan besi siku dengan ukuran 1800 mm sebanyak 4 buah
2. Rangka untuk lebar bawah dengan ukuran 500 mm di potong sebanyak 9 buah
3. Rangka untuk tinggi dengan ukuran 1250 mm sebanyak 8 buah

2. Pemotongan benda kerja bak penampung air atas

Untuk bagian bak penampung air atas terdiri dari:

1. Memotong plat baja dengan bentuk persegi dengan ukuran 500mm dengan ketebalan 1,5 mm sebanyak 2 keping
2. Memotong plat baja dengan bentuk persegi dengan ukuran 550 mm dengan ketebalan plat 1,5 mm sebanyak 2 buah
3. Melubangi salah satu plat baja yang berukuran 550 mm di bagian tengah untuk saluran pengeluaran air.

3. Pemotongan benda kerja untuk bak penampung air bawah

Untuk bagian bak penampung air bawah terdiri dari :

1. Memotong plat baja dengan panjang 1800 mm dan lebar 350 mm dengan ketebalan 1,5 mm sebanyak 2 buah untuk sisi yang memanjang bak penampung
2. Memotong plat baja dengan panjang 1800 mm dan lebar 500 mm dengan ketebalan 1,5 mm sebanyak 1 buah untuk alas bak
3. Memotong plat baja dengan panjang 500 mm dan lebar 350 mm dengan ketebalan 1,5 mm sebanyak 2 buah

4. Pemotongan benda kerja untuk basin

Untuk bagian rumah keong terdiri dari:

1. Memotong plat baja dengan ukuran panjang 1060 mm, lebar 200 mm dengan ketebalan 1,5 mm sebanyak 1 buah

2. Memotong plat baja membentuk lingkaran dengan diameter 530 mm sebanyak 1 buah
 3. Memotong kembali plat baja yang sudah berbentuk lingkaran yang berdiameter 530 mm di bagian tengahnya dengan ukuran diameter 300 mm.
 4. Memotong plat baja dengan ukuran panjang 600 mm dengan lebar 100 mm dengan ketebalan plat 1,5 mm sebanyak 1 buah
 5. Memotong plat baja dengan ukuran panjang 200 mm, lebar 300 mm dengan ketebalan plat 1,5 mm sebanyak 1 buah.
5. Pemotongan benda kerja untuk guide vane

Untuk bagian guide vane terdiri dari :

1. Memotong plat baja berbentuk lingkaran dengan ukuran diameter 350 mm dan di potong lagi bagian tengahnya dengan diameter 300 mm.
2. Memotong besi as berdiameter 6 mm dengan tinggi 115 mm di potong sebanyak 30 buah.
3. Memotong besi plat berbentuk lingkaran dengan diameter 440 mm kemudian di potong kembali bagian tengahnya dengan diameter 420 mm .
4. Memotong besi plat dengan panjang 100 mm dengan lebar 30 mm dengan ketebalan 1,5 mm sebanyak 30 buah.
5. Memotong besi plat dengan panjang 45 mm dengan lebar 14 mm dengan ketebalan 1,5 mm sebanyak 30 buah.

6. Pemotongan benda kerja untuk sudu

Untuk bagian runner terdiri dari :

1. Memotong besi plat baja dengan panjang 240 mm, lebar 100 mm dengan ketebalan 1,5 mm sebanyak 1 buah
2. Memotong plat baja dengan panjang 100mm dan lebar 75 mm dengan ketebalan 1,5 mm sebanyak 6 buah
3. Memotong besi as berdiameter 18 mm sepanjang 300 mm

4.2.2 Pengelasan benda kerja

Proses pengelasan bertujuan untuk membuat bahan yang telah di potong untuk agar menjadi bagian-bagian alat. Jenis las yang di gunakan adalah lastrik bertujuan agar lebih kokoh dan tahan lama. Komponen yang di hubungkan dengan pengelasan yaitu:

1. Bagian rangka

Bahan bagian rangka yang telah di potong terlebih dahulu di lakukan pengelasan mulai dari bagian bawah kemudian atas

2. Bagian bak penampung air bawah
3. Bagian bak penampung air atas
4. Bagian Basin
5. Bagian guide vane
6. Bagian sudu

Khusus bagian sudu hanya melakukan pengelasan antara besi as dengan rumah sudu, sedangkan daun runner di hubungkan dengan baut dan mur. Bertujuan agar dapat merubah sudut runner saat pengujian.



(a)



(b)

Gambar 4.7 (a) Pengelasan daun runner (b) Pengelasan rangka

4.2.3 Penggerindaan

Proses ini bertujuan untuk menghaluskan sisi tepi hasil pemotongan bahan kerja yang tajam agar terhindar dari kecelakaan kerja, serta untuk menghaluskan bagian-bagian alat yang telah selesai proses pengelasan.



Gambar 4.8 Pengerindaan guide vane

4.2.4 Perakitan

Setelah melakukan proses pemotongan bahan ada beberapa bagian yang langsung di sambung dengan proses pengelasan dengan rangka seperti, bak penampung air bawah dan atas, kemudian beberapa di lakukan terpisah yaitu

1. Basin
2. Guide vane
3. Sudu
4. generator



Gambar 4.9 Perakitan guide vane ke rangka

4.3 Hasil Pembuatan

4.3.1 Hasil Pembuatan Prototype

Berikut adalah hasil pembuatan alat yang secara keseluruhan bagian telah di rakit.



Gambar 4.10 Prototype Pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan metode *whirlpool*.

4.3.2 Hasil Pembuatan Bak penampung air bawah

Berikut adalah hasil pembuatan bak penampung air bawah



Gambar 4.11 Hasil Pembuatan Bak Penampung Air bawah

4.3.3 Hasil Pembuatan Bak Penampung Air Atas

Berikut adalah hasil pembuatan bak penampung air atas.



Gambar 4.12 Hasil Pembuatan Bak Penampung Air Atas

4.3.4 Hasil Pembuatan Basin

Berikut adalah hasil Pembuatan Basin



(a)



(b)

Gambar 4.13 (a) Tampak atas hasil pembuatan rumah keong (b) Tampak depan hasil pembuatan basin

4.3.5 Hasil Pembuatan Guide Vane

Berikut adalah hasil pembuatan guide vane.



Gambar 4.14 Hasil Pembuatan Guide Vane

4.3.6 Hasil Pembuatan sudu

Berikut adalah hasil Pembuatan Sudu.

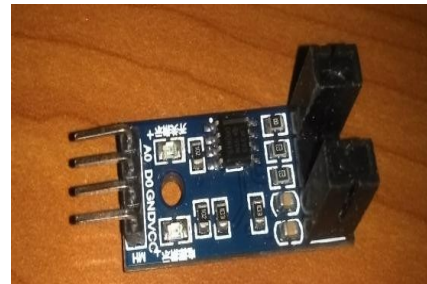
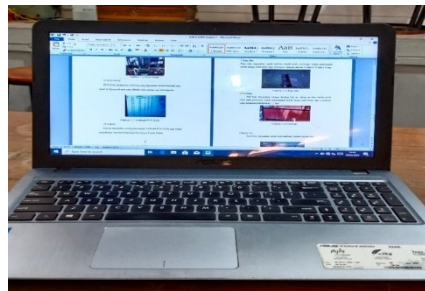


Gambar 4.15 Hasil Pembuatan Sudu

4.4 Proses Pengujian

Dalam proses pengujian pembangkit listrik tenaga mikrohidro tipe *whirpool* ada beberapa Langkah untuk mengetahui mesin berfungsi atau tidak dan mengetahui hasil pengujian.

1. Menyiapkan laptop serta photo sensor interuptor di hubungkan dengan Arduino serta menyiapkan softwaree PLQ-DAQ.

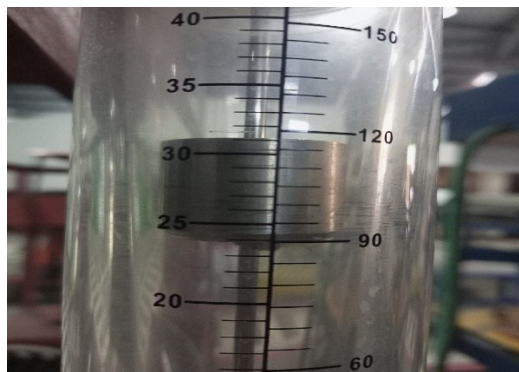


(a)

(b)

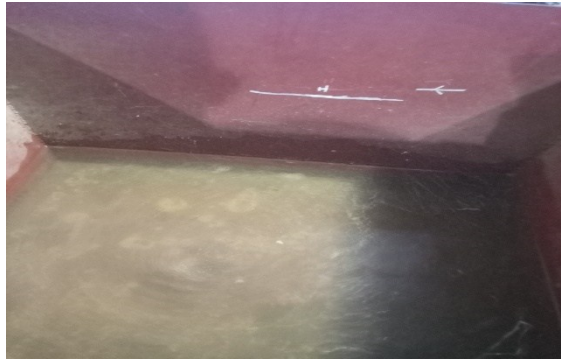
Gambar.4.16 (a) laptop (b) photo sensor interuptor

2. Menghubungkan pompa air pada sumber listrik
3. Mengatur besaran air yang keluar pada debit yang di tentukan yakni pada 90, 110, 125, 135, 150 liter/menit.



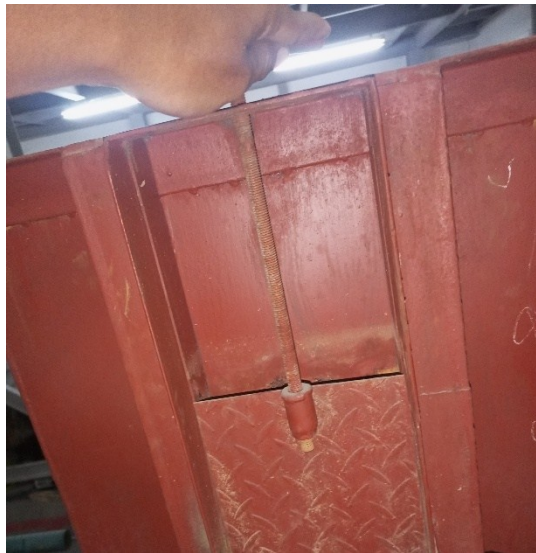
Gambar 4.17. flowmeter yang menunjukkan debit 90 liter/menit.

4. Menunggu pada bak penampung air atas di penuh dengan air



Gambar 4.18. bak penampung air atas

5. Membuka pintu air pada bak penampung atas untuk membiarkan air mengalir memutar sudu.



Gambar.4.19. pintu bak penampung air atas

6. Mengamati laptop pada software untuk mengetahui hasil pengujian

	A	B	C	D	E	F
	Waktu	Gaya Torsi (N)	Putaran (rpm)	Torsi(N.m)	Daya (PS)	
1						
2	18:18:09	4.78	0	0.04	0.01	
3	18:18:11	4.19	0	0.03	0	
4	18:18:13	244.20	0	1.83	0.26	
5	18:18:14	431.69	0	3.24	0.45	
6	18:18:16	432.75	0	3.25	0.45	
7	18:18:18	521.70	8	3.91	0.55	
8	18:18:20	543.73	210	4.08	0.57	
9	18:18:21	538.42	218	4.04	0.56	
10	18:18:23	536.37	234	4.02	0.56	
11	18:18:25	534.28	230	4.01	0.56	
12	18:18:26	532.19	216	3.99	0.56	
13	18:18:28	530.66	234	3.98	0.56	
14	18:18:30	529.57	234	3.97	0.55	
15	18:18:32	528.42	242	3.96	0.55	
16	18:18:33	528.09	220	3.96	0.55	
17	18:18:35	527.12	224	3.95	0.55	
18	18:18:37	526.37	234	3.95	0.55	
19	18:18:39	523.37	226	4.15	0.58	
20	18:18:40	581.55	222	4.36	0.61	
21	18:18:42	584.14	230	4.38	0.61	
22	18:18:44	581.55	234	4.36	0.61	
23	18:18:46	579.17	226	4.34	0.61	
24	18:18:47	577.52	230	4.33	0.6	

Gambar 4.20. hasil pengujian yang terbaca di software

7. Untuk besaran debit selanjutnya di lakukan hal yang sama.

4.5 Hasil Pengujian

Percobaan turbin whirlpool dengan jumlah sudu 6 didapatkan dan pengolahan data pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil pengujian

Debit Air (Q)	Gaya (F)	Putaran (Rpm)	Jari-jari (r)	Head (H)	Beban
90 Liter/menit	543,47 gram	34	14 mm	1,24 m	200 gram
110 liter/menit	548,33 gram	53	14 mm	1,24 m	200 gram
125 liter/menit	573,20 gram	86	14 mm	1,24 m	200 gram
135 liter/menit	652,08 gram	91	14 mm	1,24 m	200 gram
150 liter/menit	651,12 gram	97	14 mm	1,24 m	200 gram

Berdasarkan data yang di peroleh melalui pengujian awal dengan sudu 6 dan debit 90 liter/menit maka perhitungan dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Torsi

$$T = F.r$$

Nilai r diambil dari jarak gaya yang bekerja pada pulley poros ketitik pusat poros

$$T = 543,47 \text{ gram} \times 0,014 \text{ m}$$

$$T = \frac{543,47}{1000} \text{ kg} \times 0,014 \text{ m} \times 1000 \text{ mm}$$

$$T = 7,60858 \text{ kg.mm}$$

2. Daya Turbin

Perhitungan daya pada beban yang diberikan pada turbin yang digunakan apabila T dalam suatu kg.mm maka:

$$P_t = \frac{(T/1000).(2\pi n/60)}{102}$$

$$P_t = \frac{7,60858kg.mm/1000).(2 \times 3,14 \times 34/60)}{102}$$

$$P_t = 0,0002654549kw$$

$$P_t = 0,2654549watt$$

3. Daya Air

Menghitung daya air diketahui debit air=90 liter/menit
 $=0,0015m^3/s$

$$P_a = \rho.g.H.Q$$

$$P_a = 0,0015m^3/s^2 \times 9,81m^3/s^2 \times 1000kg/m^3 \times 1,24m$$

$$P_a = 18,2466watt$$

3. Daya Air

Menghitung daya air diketahui debit air=90 liter/menit
 $=0,0015m^3/s$

$$P_a = \rho.g.H.Q$$

$$P_a = 0,0015m^3/s^2 \times 9,81m^3/s^2 \times 1000kg/m^3 \times 1,24m$$

$$P_a = 18,2466watt$$

4. efisiensi

Maka efisiensi turbin dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_a} \times 100\%$$

$$\eta_t = \frac{0,2654549}{18,2466} \times 100\%$$

$$\eta_t = 1,454818\%$$

5. Kecepatan Spesifik

$$N_s = N \frac{(P_t)^{0,5}}{(H)^{1,25}}$$

$$N = 34 \frac{(0,2654549)^{0,5}}{(1,24)^{1,25}}$$

$$N = 34 \frac{0,515223156}{1,308510182}$$

$$N = 13,3874291 \text{Rpm}$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang di peroleh dari hasil pembuatan ini adalah

1. Prototype pembangkit listrik tenaga mikrohidro ini menggunakan metode whirlpool atau pusaran air memanfaatkan kekuatan pusaran air yang mengalir di rumah keong untuk mengukur seberapa besar daya yang di hasilkan dari alat ini.
2. Prototype pembangkit listrik tenaga mikrohidro terbuat dari beberapa bahan yaitu plat baja, besi siku, dan besi as
3. Proses penyambungan secara keseluruhan menggunakan las listrik
4. Secara keseluruhan Prototype pembangkit listrik tenaga mikrohidro ini berukuran panjang 1800mm lebar 500 mm dan memiliki tinggi 1250 mm.
5. Pada pengujian dengan sudu 6 dengan Head 1,24 meter di dapat :
 - a. Torsi yang terkecil didapat pada debit 90 liter/menit dengan nilai Torsi = 7,60858 kg.mm dan Torsi yang terbesar didapat pada Debit air = 150 liter/menit dengan nilai torsi sebesar 9,12912 kg.mm
 - b. Daya Turbin yang terkecil didapat pada debit 90 liter/menit dengan nilai = 0,2654549 watt dan Daya turbin yang terbesar didapat pada Debit air = 150 liter/menit dengan nilai sebesar 0,9073378 watt
 - c. Daya air yang terkecil didapat pada debit 90 liter/menit dengan nilai = 18,2466 watt dan Daya air yang terbesar didapat pada Debit air = 150 liter/menit dengan nilai sebesar 30,411 watt
 - d. Efisiensi turbin yang terkecil didapat 90 liter/menit dengan nilai = 1,454818% dan Efisiensi turbin terbesar didapatkan pada Debit air = 135 liter/menit dengan nilai sebesar 3,442694 %
 - e. Kecepatan spesifik yang terkecil didapat pada debit 90 liter/menit dengan nilai = 13,3874291 Rpm dan Kecepatan spesifik terbesar didapatkan pada Debit air = 150 liter/menit dengan nilai sebesar 70,6121004 Rpm

5.2 Saran

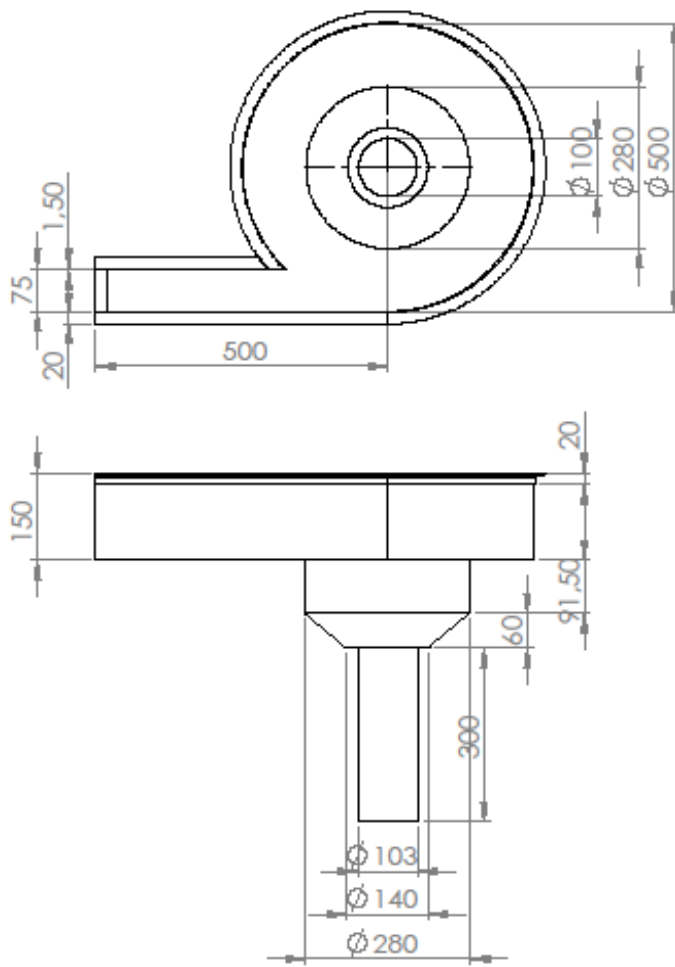
1. Sebaiknya pada rumah keong di beri penutup di atasnya agar air tidak keluar
2. Pada saluran pembawa di rumah keong di perbesar agar air tidak tumpah saat pengujian pada debit yang lebih tinggi
3. Pada saat pengujian perhatikan keselamatan kerja.

Daftar Pusaka

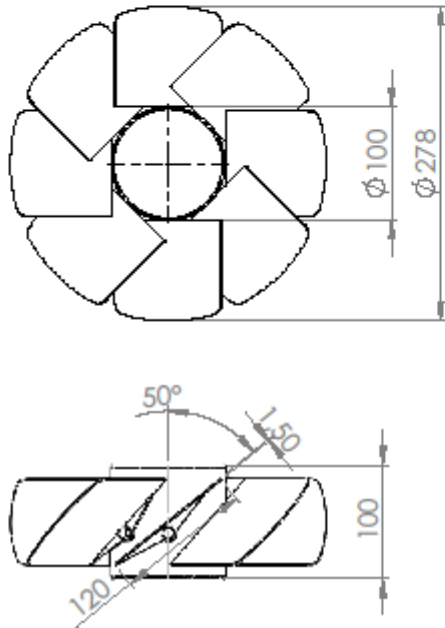
- Dietzel, F. 1993. *Turbin Pompa dan Kompresor*. Terjemahan oleh Dakso Sriyono. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Dartina, P., Sallaberger, M. 1999. *Hydraulic Turbines – Basic Principles and State-of-the-art Computational Fluid Dynamics Applications*. Proceedings of Instn Mech Engrs, Vol 213, Part C.
- Dugdale, R H. 1986. *Mekanika Fluida*. Ahli Bahasa oleh Bambang Priambodo. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Fifi, H S., Ir.Joke M, MT. 2015. *Rancang Bangun Prototipe Pembangkit listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)*. Jurnal Teknik elektro industry.
- K. Umurani, A.M Siregar dan Surya Al-Amin. 2020. *Pengaruh Jumlah Sudu Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tipe Whirlpool Terhadap Kinerja*. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi Vol. 3, No. 2. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara: Medan.
- Ratne, K S., Patil, S S. 2019. *Hydropower Plant Whrilpool*. Departement civil of engineering: India.
- Romario, L L., Daniel, R., Hanny, H T. 2018. *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dengan tegangan 220 V AC, daya 1 Kw di Desa Mojokerto*. Universitas Kristen Petra: Surabaya.
- Roy, H., Fauzi, B. 2013. *Rancang Bangun Prototipe Portable Mikrohidro Menggunakan Turbin tipe Cross Flow*. Seminar Nasional Fisika, Universitas Negri Jakarta: Jakarta.
- Saran, Z., Mazhar, A. 2019. *Cost Efficient Mini Hydro Plant With Low Water Head Whirlpool Design Methodology For Rural Areas*. North China Electric Power University: Beijing.
- Sunardi., Wahyu, S A. 2018. *Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. Universitas Ahmad Dahlan: Yogyakarta.
- Sri, S., Adhi, K. 2013. *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur*. Jurnal Teknik Elektro.
- Patel, K., Desai, J., Chauhan, V., & Charnia, S. 2011. *Development of Francis Turbine using Computational Fluid Dynamics*. Asian International Conference on Fluid Machinery, 21-23 November 2011.

- Wahyu, D P. 2018. *Rancang Bangun Turbin Vortex Skala Kecil dan Pengujian Pengaruh Bentuk Penampang Sudu Terhadap Daya*. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Wayan, B S., Antonius, L W., Lie, J. 2017. *Rancang Bangun Permodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLMTH) Menggunakan Kincir Overshot Wheel*. Jurnal Teknologi.
- Yani, P., Swasti, B., Nazori., Garce, G. 2018. *Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLMTH) Pada Saluran Irigasi Gunung Bunder Pamajihan Bogor*. Universitas Budi Luhur: Jakarta.
- Yusuf, M. 2019. *Optimasi Design Model Struktur Basin Gravitation Water Vortex Power Plant*. Universitas Pembangunan Negri Jakarta: Jakarta.

LAMPIRAN



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
NAME	SIGNATURE	DATE				<p style="text-align: center; font-size: 24px; margin: 0;">Basin</p>	
DRAWN ARSMUNANDAR H							
CHKD							
APPVD							
MFG							
QA				MATERIAL:	DWG NO.	A4	
				WEIGHT:	SCALE:1:10		



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
						TITLE: Runner	
NAME	SIGNATURE	DATE					
DRAWN: ARISMUNANDAR H							
CHK'D:							
APP'VD:							
MFG:							
QA:				MATERIAL:		DWG NO.	A4
				WEIGHT:		SCALE:1:5	SHEET 1 OF 1



UMSU

Agul | Cerdas | Terpercaya

Memastikan sumber agar tidak terdapat kecurigaan

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/III/2019
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<http://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.tiktok.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 122/IL.3AU/UMSU-07/F/2022

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 17 Januari 2022 dengan ini Menetapkan :

Nama : RIDHO ANANDA NASUTION
Npm : 1507230102
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : XII (DUA BELAS)
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN DAN PEMBANGUNAN PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO TIPE WHIDPOOL
Pembimbing -I : KHAIRUL UMURANI, ST, MT
Pembimbing -II : CHANDRA A SIREGAR, 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 Mesin
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, 15 Jumadil Akhir 1443 H
17 Januari 2022 M

Dekan



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Perancangan dan Pembangunan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tipe *Whirlpool*

Nama : Ridho Ananda Nasution
NPM : 1507230102

Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umrani, S.T.,M.T
Dosen Pembimbing 2 : Chandra A. Siregar S.T.,M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		- Pembelian spesifikasi tugas	u
		- Pembelian bahan	u
		- Pembelian Peralatan	u
		- Pembelian Material	u
		- Desain awal & perencanaan	u
		- Pembelian komponen	u
		- Desain & perencanaan 2	u
		- Ase, seminar	u

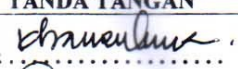

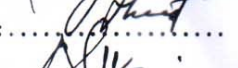
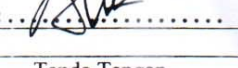
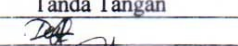
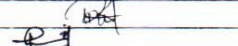

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2021 – 2022**

Peserta seminar

Nama : Ridho Ananda Nasution

NPM : 1507230102

Judul Tugas Akhir : Perancangan Dan Pembangunan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tipe Whirlpool

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT	 	
Pembimbing – II : Chandra A Siregar, ST, MT	 	
Pemanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT	 	
Pemanding – II : Sudirman Lubis, ST, MT	 	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230202	DENDI SANTIKA 
2	1507230225	M. RIZALDI PUTRA NST 
3	1507230002	FIERI ALIYAH 
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 22 Jumadil Akhir 1443 H
24 Januari 2022 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

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

Nama : Ridho Ananda Nasution
NPM : 1507230102
Judul Tugas Akhir : Perancangan Dan Pembangunan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tipe Whirlpool

Dosen Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Sudirman Lubis, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST,
Dosen Pembimbing – II : Chandra A Siregar, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
 2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 - perbaiki, Buat dokumentasi dan hasil pengujian di basis data komputer
 - Citra Laporan Skripsi
 3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan, 22 Jumadil Akhir 1443 H
24 Januari 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I



Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT

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

Nama : Ridho Ananda Nasution
NPM : 1507230102
Judul Tugas Akhir : Perancangan Dan Pembangunan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tipe Whirlpool


Dosen Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Sudirman Lubis, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST,
Dosen Pembimbing – II : Chandra A Siregar, ST, MT

KEPUTUSAN

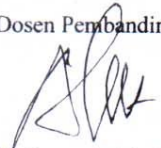
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 - Perbaiki cara penyampaian
 - Perbaiki gambar layout
 - Perbaiki Jarak Pustaka
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 22 Jumadil Akhir 1443 H
24 Januari 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin


Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II


Sudirman Lubis, ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Ridho Ananda Nasution
NPM : 1507230102
JenisKelamin : Laki-laki
Status : Belum Menikah
Tempat, TanggalLahir : Tanjung Kasau , 06 November 1996
Alamat : Dusun 1 Desa Perkebunan Tanjung kasau ,
Kec. Sei Suka
Agama : Islam
E-mail : ridhoananda2@gmail.com
No.Hp : 0823-6533-8332
Nama Orang Tua
Ayah : Herliansyah Nasution
Ibu : Purnama Siregar

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SDN 010224 Tanjung Kasau Tahun 2002-2008
2. MTS ISLAMİYAH Tanjung Kasau Tahun 2008-2011
3. SMK SWASTA BUDHI DARMA Tahun 2011-2014
4. UniversitasMuhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2015-2022