

**TUGAS AKHIR**  
**RANCANGAN BANGUN MODEL TURBIN PELTON SKALA**  
**LABORATORIUM**

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

**Disusun Oleh:**

**WM. AL-GADRI**  
**1607230049**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : WM. ALGADRI  
NPM : 1607230049  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Model Turbin Pelton Skala  
Laboratorium  
Bidang ilmu : Konversi Energi

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, 28 September 2021

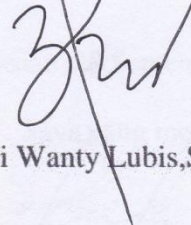
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



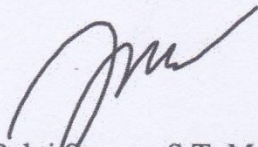
Chandra A Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji II



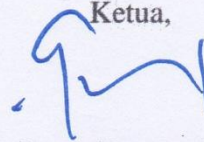
Riadini Wanty Lubis, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Bekti Suroso, S.T., M.Eng

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,



Chandra A Siregar, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : WM. AL-GADRI  
Tempat /Tanggal Lahir : Medan/09 Mei 1998  
NPM : 1607230049  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

### “Rancang Bangun Model Turbin Pelton Skala Laboratorium”

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 Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 28 September 2021



Saya yang menyatakan,

WM. AL-GADRI

## ABSTRAK

Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saat ini telah memperoleh Akreditasi Program Studi Teknik Mesin dengan Peringkat "B" pada 5 Desember 2017 s/d 5 Desember 2022. Hal ini tentunya tidak terlepas dari banyaknya jumlah Pengajar, Jumlah Mahasiswa, Alumni dan sarana serta prasarana yang dimiliki oleh Program Studi Teknik Mesin. Dalam mempersiapkan Reakreditasi/Memperpanjang Akreditasi/Meningkatkan Akreditasi Program Studi Teknik Mesin dari "B" Ke "A", diperlukan adanya perbaikan/peningkatan kualitas dari beberapa Aspek penting diantaranya perbaikan/peningkatan kualitas dari tenaga pengajar, sarana dan prasarana pada Program Teknik Mesin. Untuk itu saya membuat alat penelitian yaitu Turbin Pelton, dimana pelaksanaan perancangan dan pembuatan dilakukan di PT. Metapoly Enggenering Bandung. Di Perumahan Permata Cimahi, Blok T2 No.19 RT 4 RW 6 Jalan Giok 2 Tani Mulya Ngamprah Bandung Barat dimana Merancang Menggunakan Metode Metode Pahl and Beitz dan Pembuatan hanya menggunakan Metode penelitian sebelumnya, dengan Data Pompa  $H = 11\text{m}$ ,  $Q = 225\text{ L/m}$ ,  $\phi = 2\text{ Inchi}$ ,  $N = 500\text{ Rpm}$  dan  $P = 430\text{ Watt}$ . Dalam hal ini yang menjadikan ketertarikan kami untuk mendalami/meneliti serta mengaplikasikan pengetahuan yang kami peroleh dari matakuliah Mesin Konversi Energi, Mesin Fluida serta, Peraktikum Prestasi Mesin untuk itu saya membuat Rancang Bangun Model Turbin Pelton Skala Mikro Sebagai Penunjang Pembelajaran/Penelitian Bidang Konversi Energi.

Kata kunci: Turbin Pelton, Konversi Energi, Teknik Mesin, Mesin Fluida, Prestasi Mesin.

## **ABSTRACT**

*The Mechanical Engineering Study Program, Muhammadiyah University of North Sumatra, has currently obtained an Accreditation for the Mechanical Engineering Study Program with a rating of "B" on December 5, 2017 to December 5, 2022. This is of course inseparable from the large number of Teachers, the Number of Students, Alumni and facilities. as well as infrastructure owned by the Mechanical Engineering Study Program. In preparing for Reaccreditation / Extending Accreditation / Increasing Accreditation of Mechanical Engineering Study Programs from "B" to "A", it is necessary to improve / improve the quality of several important aspects including improvement / enhancement of the quality of teaching staff, facilities and infrastructure in the Mechanical Engineering Program. For that I made a research tool, namely the Pelton Turbine, where the implementation of the design and manufacture was carried out at PT. Metapoly Enggenering Bandung. In Permata Cimahi Housing, Blok T2 No.19 RT 4 RW 6 Jalan Giok 2 Tani Mulya Ngamprah Bandung Barat where Designing Using the Pahl and Beitz Method and making only using the previous research method, with Pump Data  $H = 11\text{m}$ ,  $Q = 225\text{ L / m}$ ,  $\phi = 2\text{ Inch}$ ,  $N = 500\text{ Rpm}$  and  $P = 430\text{ Watt}$ . In this case, what makes us interested in exploring / researching and applying the knowledge we get from the Energy Conversion Machine, Fluid Engine and Machine Achievement course, I made a Micro Scale Pelton Turbine Model Design to Support Learning / Research in the Field of Energy Conversion.*

*Keywords: Pelton Turbine, Energy Conversion, Mechanical Engineering, Fluid Engine, Mechanical Performance.*

## **KATA PENGANTAR**

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah Subahanna Wa Ta'ala yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Model Turbin Pelton Skala Laboratorium” 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 laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Orang tua penulis: Mardiana dan Suyono, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
2. Bapak Bakti Suroso S.T.,M.Eng, selaku Dosen Pembimbing dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Chandra A Siregar S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Riadini wanty Lubis S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ahmad Marabdi Siregar S.T.,M.T sebagai Seketaris Program Studi Teknik Mesin, 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, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis: Edly Sulistiawan, Noto Tri Prayogo, Bahrum, Muhammad Urip Maulana, Mhd Imam Ramadhan, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan 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 dunia konstruksi teknik Mesin.

Medan, 28 September 2021



WM. AL-GADRI

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>3</b>
2.1. Kajian Pustaka	3
2.2. Pengertian Dasar Tentang Turbin Air	6
2.3. Turbin Pelton	7
2.4. Prinsip Kerja Turbin Pelton	7
2.5. Jenis-Jenis Turbin Pelton	8
3.5.2 Turbin Poros Horizontal	8
3.5.3 Turbin Poros Vertikal	8
2.6. Komponen Utama Turbin	8
3.5.2 <i>Wheel Turbine</i>	8
3.5.3 <i>Bucket</i>	9
3.5.4 Poros	9
3.5.5 <i>Runner</i>	10
3.5.6 <i>Nossel</i>	10
3.5.7 Rumah Turbin	11
3.5.8 <i>Pulley</i>	11
3.5.9 Bantalan	11
3.5.10 Kelistrikan	12
2.7. Perancangan Turbin Pelton	13
3.5.2 Perhitungan Daya	13
3.5.3 Nossel	14
3.5.4 Dimensi Turbin	14
3.5.5 Metode Perancangan <i>Phal and Beitz</i>	19
<b>BAB 3 METODOLOGI</b>	<b>22</b>
3.1 Tempat dan Waktu	22
3.1.1 Tempat Penelitian	22
3.1.2 Waktu Penelitian	22



3.2	Bahan dan Alat	23
3.2.1	Alat Penelitian	23
3.2.2	Bahan Penelitian	30
3.3	Bagan Alir Penelitian	43
3.4	Rancang Alat Penelitian	44
3.5	Prosedure Peneltitian	44
3.5.1	Prosedure Perancangan	44
3.5.2	Prosedure Pembuatan	44
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>45</b>
4.1	Perancangan Alat Penelitian	45
4.1.1	Mencari Data Spesifikasi Teknis Hasil Kebutuhan	45
4.1.2	Perancangan Konsep Turbin Pelton	46
4.1.3	Memilih Bahan Pembuatan Turbin Pelton	47
4.1.4	Perancangan Skesta Turbin Pelton	48
4.1.5	Mendesain Gambar Turbin Pelton	49
4.2	Perhitungan Turbin Pelton	49
4.3	Pembuatan Turbin Pelton	53
4.3.1	Pembuatan Rangka Turbin	50
4.3.2	Pembuatan Dudukan Panel	56
4.3.3	Pembuatan Cincin Drum	58
4.3.4	Pemasangan Instalasi Pipa	60
4.3.5	Pembuatan Poros Turbin	61
4.3.6	Pembuatan Runner	63
4.3.7	Pembuatan Bucket	65
4.3.8	Pembuatan Dudukan Rumah Turbin	68
4.3.9	Pembuatan Rumah Turbin	69
4.3.10	Pembuatan <i>Nozzle</i>	71
4.4	Rancangan Anggaran Biaya	72
4.4.1	Pembuatan Kontruksi Turbin	72
4.4.2	Pembuatan Instalasi Air	73
4.4.3	Pembuatan Rumah Turbin dan <i>Wheel</i> Turbin	73
4.4.4	Pembuatan Panel dan Data Aquisisi	74
4.4.5	Painting / Pengecatan	75
4.4.6	Total Dana Pembuatan Turbin Pelton	76
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>77</b>
5.1.	Kesimpulan	77
5.2.	Saran	78
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>76</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	
	<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
	<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## **DAFTAR TABEL**

- Tabel 2.1 Faktor – faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan  $f_c$
- Tabel 3.1 jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian
- Tabel 4.1 Data Spesifikasi Teknis Hasil Identifikasi Kebutuhan
- Tabel 4.2 Morphological Chart Turbin Pelton
- Tabel 4.3 Rancangan Anggaran Biaya Kontruksi Turbin
- Tabel 4.4 Rancangan Anggaran Biaya Instalasi Air
- Tabel 4.5 Rancangan Anggaran Biaya Rumah Turbin dan Wheel Turbin
- Tabel 4.6 Rancangan Anggaran Biaya Panel & Data Aquisisi
- Tabel 4.7 Rancangan Anggaran Biaya Painting / Pengecetan
- Tabel 4.8 Total Dana Pembuatan Turbin Pelton

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Perbandingan Karakteristik Turbin
- Gambar 2.2 Turbin Pelton
- Gambar 2.3 *Wheel Turbine*
- Gambar 2.4 *Bucket*
- Gambar 2.5 Poros
- Gambar 2.6 *Runner*
- Gambar 2.7 *Nossel*
- Gambar 2.8 Rumah Turbin
- Gambar 2.9 *Pulley*
- Gambar 2.10 Bantalan
- Gambar 2.11 Kelistrikan
- Gambar 2.12 Bagan Kecepatan Turbin Pelton
- Gambar 2.13 Harga standar untuk perencanaan turbin pelton.
- Gambar 2.14 Desain *Bucket*
- Gambar 3.1 Mesin Las Listrik
- Gambar 3.2 Mesin Bubut
- Gambar 3.3 Gergaji Mesin Konvensional
- Gambar 3.4 Mesin Bor Lantai
- Gambar 3.5 Mesin Milling
- Gambar 3.5 Mesin Gerinda Tangan
- Gambar 3.6 Mesin Bor Tangan
- Gambar 3.8 Roll Meter
- Gambar 3.9 Penggaris Siku
- Gambar 3.10 Penanda/Penitik
- Gambar 3.11 Jangka Sorong
- Gambar 3.12 Klem
- Gambar 3.13 Ragum
- Gambar 3.14 Palu Besi dan Palu Karet
- Gambar 3.15 Tap
- Gambar 3.16 Gergaji Besi Tangan
- Gambar 3.17 Gergaji Mesin Konvensional
- Gambar 3.18 *Dividing Head*
- Gambar 3.19 Kikir
- Gambar 3.20 Mata Bor
- Gambar 3.21 Besi UNP
- Gambar 3.22 Besi Siku
- Gambar 3.23 Besi Plat
- Gambar 3.24 Besi Bulat
- Gambar 3.25 Kuningan
- Gambar 3.26 Plat Aluminium

Gambar 3.27 Akrilik  
Gambar 3.28 Dural  
Gambar 3.29 Roda  
Gambar 3.30 Bearing  
Gambar 3.31 Dempul Besi  
Gambar 3.32 Amplas  
Gambar 3.33 Pompa Air Dabaqua Model 401A  
Gambar 3.34 Drum Air  
Gambar 3.35 Pipa PVC  
Gambar 3.36 Elbow 90°  
Gambar 3.37 Sambungan T (*Tee Stuck*)  
Gambar 3.38 Water Mur  
Gambar 3.39 Kran Air (*Valve*)  
Gambar 3.40 Saringan Air  
Gambar 3.41 Sock Drat Luar (SDL)  
Gambar 3.42 Sock Drat Dalam (SDD)  
Gambar 3.43 Selang  
Gambar 3.44 Lem PVC  
Gambar 3.45 Box Panel  
Gambar 3.46 *Pilot Lamp*  
Gambar 3.47 Kabel Serabut  
Gambar 3.48 Arduino  
Gambar 3.49 LCD (*Liquid Cristal Display*)  
Gambar 3.50 Inverter  
Gambar 3.51 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)  
Gambar 3.52 Terminal Blok 12 pole  
Gambar 3.53 Presure Gauge  
Gambar 3.54 Diagram Alir  
Gambar 3.55 Rancangan Alat Penelitian Turbin Pelton  
Gambar 4.1 Block Fungsi Turbin Pelton  
Gambar 4.2 Diagram Sub-Sub Fungsi Turbin Pelton  
Gambar 4.3 Sketsa Varian 2  
Gambar 4.4 Desain Turbin Pelton  
Gambar 4.5 Sketsa Gambar Base Turbin  
Gambar 4.6 Mengukur Besi UNP  
Gambar 4.7 Memotong Bahan  
Gambar 4.8 Bahan di Las disatukan  
Gambar 4.9 Merapikan Permukaan  
Gambar 4.10 Mendempul dan Mengamplas Permukaan  
Gambar 4.11 Pengecetan  
Gambar 4.12 Mengukur Panjang Besi Siku  
Gambar 4.13 Memotong Besi Siku

Gambar 4.14 Menyatukan Bahan Dudukan Panel  
Gambar 4.15 Merapikan dan Meratakan Permukaan Dudukan Panel  
Gambar 4.16 Mendempul Dudukan Panel  
Gambar 4.17 Pengecatan Dudukan Panel  
Gambar 4.18 Membuat Cincin Drum  
Gambar 4.19 Menekuk Bahan Menjadi Sebuah Lingkaran  
Gambar 4.20 Melubangi Plat L Untuk Menyatukan Kebase Turbin  
Gambar 4.21 Meratakan Permukaan Cincin Drum  
Gambar 4.22 Mendempul Dudukan Drum  
Gambar 4.23 Pengecatan Benda Kerja  
Gambar 4.24 Mengukur Pipa PVC  
Gambar 4.25 Memotong Pipa PVC  
Gambar 4.26 Menyatukan Pipa  
Gambar 4.27 Mengukur Besi Bulat  
Gambar 4.28 Memotong Besi Bulat  
Gambar 4.29 Membubut Poros Turbin  
Gambar 4.30 Pembuatan Spee Poros Turbin  
Gambar 4.31 Mengukur Dural  
Gambar 4.32 Melubangi lingkaran  
Gambar 4.33 Memotong *Runner*  
Gambar 4.34 Meletakkan *Runner* dicark Mesin Bubut  
Gambar 4.35 Membuat lubang tengah pada runner  
Gambar 4.36 Membuat Lubang Pembagi  
Gambar 4.37 Membubut Kembali Sejauh 40mm  
Gambar 4.38 Cetakan *Bucket* Menggunakan 3D Printing  
Gambar 4.39 Tempat Cetakan Bucket  
Gambar 4.40 Pasir Cetak yang Sudah Disaring  
Gambar 4.41 Mencampurkan Waterglass Dengan Air  
Gambar 4.42 Cetakan *Bucket*  
Gambar 4.43 Pipa 1/2 in Pembuatan Lubang  
Gambar 4.44 Menuangkan Pasir Cetak  
Gambar 4.45 Memasang Penutup Kayu  
Gambar 4.46 Menuangkan Leburan Aluminium  
Gambar 4.47 Mengukur Dural  
Gambar 4.48 Meratakan Permukaan  
Gambar 4.49 Melubangi Base Turbin  
Gambar 4.50 Meratakan yang telah dibor  
Gambar 4.51 Mengukur Plat Alumunium  
Gambar 4.52 Menekuk Plat Aluminium  
Gambar 4.53 Mengebor bagian yang di tekuk  
Gambar 4.54 Memotong Akrilik  
Gambar 4.55 Meratakan Permukaan Akrilik

Gambar 4.56 Mengukur Besi Kuningan Bulat

Gambar 4.57 Mengebor Besi Kuningan Bulat

Gambar 4.58 Membuat Ulir Luar

Gambar 4.59 Membuat Ulir Dalam

## DAFTAR NOTASI

No.	Simbol	Besaran	Satuan
1	$G$	Percepatan gravitasi	$m/s^2$
2	$H$	Tinggi air jatuh	$M$
3	$P$	Daya yang tersedia	$W$
4	$Q$	Debit Air	$m^3/s$
5	$\eta_t$	Efisiensi Turbin	%
6	$c_1$	Kecepatan Mutlak Jet	$m/s$
7	$D$	Diameter Jet Optimal	$Mm$
8	$U_1$	Kecepatan Keliling Optimal	$m/s$
9	$D$	Diameter Lingkaran Tusuk	$Mm$
10	$Ta$	Tegangan geser	$kg/mm^2$
11	$V$	Kecepatan Aliran	$m/s$
12	$P$	Massa Jenis Air	$kg/mm^3$

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saat ini telah memperoleh Akreditasi Program Studi dengan Peringkat "B" pada 5 Desember 2017 s/d 5 Desember 2022. Hal ini tentunya tidak terlepas dari banyaknya jumlah Pengajar, jumlah Mahasiswa, Alumni dan sarana serta prasarana yang dimiliki oleh Program Studi Teknik Mesin. Dalam mempersiapkan Reakreditasi/Memperpanjang Akreditasi/Meningkatkan Akreditasi Program Studi Teknik Mesin dari "B" Ke "A", diperlukan adanya perbaikan/peningkatan kualitas dari beberapa Aspek penting diantaranya perbaikan/peningkatan kualitas dari tenaga pengajar, sarana dan prasarana pada Program Teknik Mesin.

Ditinjau dari sarana dan prasarana yang dimiliki oleh program studi teknik mesin yang salah satunya adalah Laboraturium. Laboraturium merupakan barometer/tolak ukur kualitas dari Program Studi Teknik Mesin, dimana semakin lengkap peralatan laboraturium maka semakin baik pula kualitas Program Studi Teknik Mesin. Hal ini selaras dengan Visi dan Misi Program Studi Teknik Mesin untuk senantiasa Meingkatkan Kualitas Pengajar, mahasiswa/Alumni, Sarana dan Prasarana. Dari pemaparan diatas kami mahasiswa program studi teknik mesin yang sedang berlangsung menyelesaikan tugas akhir/skripsi dengan tema tugas akhir "Turbin Pelton".

Turbin Pelton merupakan salah satu jenis pembangkit listrik yang menggunakan tenaga air sebagai sumber pembangkit tenaga listrik, Turbin Pelton banyak digunakan untuk sumber energi listrik di daerah yang tidak terjangkau, dialiri listrik oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). hal ini yang menjadikan ketertarikan kami untuk mendalami/meneliti serta mengaplikasikan pengetahuan yang kami peroleh dari matakuliah Mesin Konversi Energi, Mesin Fluida serta, Peraktikum Prestasi Mesin untuk itu saya mengambil judul Rancang Bangun Model Turbin Pelton Skala Laboratorium



## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dari penelitian ini adalah “Bagaimana Rancang Bangun Model Turbin Pelton Skala Laboratorium?”

## 1.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup yang diperoleh dari Perancangan dan Pembuatan Turbin Pelton Skala Laboratorium yaitu :

- 1) Merancang dan Membuat Turbin Pelton dengan Skala Laboratorium.
- 2) Desain perancangan Turbin Pelton menggunakan *Software Solidworks*.
- 3) Bahan yang digunakan Pembuatan yaitu *Base* Turbin Pelton menggunakan Besi UNP.
- 4) Bahan yang digunakan Pembuatan *Runner* dan *Bucket* pada Turbin Pelton Menggunakan Duralium.
- 5) Pompa digunakan dengan debit air 225 L/m

## 1.4 Tujuan

Adapun Tujuan dari Perancangan dan Pembuatan Turbin Pelton Skala Laboratorium yaitu :

- 1) Mendapatkan Rancangan Turbin Pelton Skala Laboratorium dengan Desain yang mudah dibuat.
- 2) Mendapatkan Pembuatan Turbin Pelton Skala Laboratorium dengan kinerja yang optimal .

## 1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

- 1) Merupakan salah satu bekal mahasiswa sebelum terjun ke dunia industri, sebagai modal persiapan untuk mengaplikasikan ilmu yang telah di peroleh.
- 2) Untuk mempersiapkan Reakreditasi/Memperpanjang Akreditasi/Meningkatkan Akreditasi Program Studi Teknik Mesin dari "B" Ke "A".
- 3) Untuk Penunjang Pembelajaran/Penelitian Bidang Mesin Konversi Energi.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 Kajian Pustaka

Perkembangan tentang perancangan Turbin Pelton Skala Laboratorium sangat la banyak. Berikut ini merupakan beberapa hasil penelitian yang berkaitan dengan perancangan turbin pelton skala mikro.

Abdurahmansyah, 2019 melakukan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe Instalasi PLTMH untuk Mengetahui Unjuk Kerja Alternator dengan Variasi Debit Aliran Pada Pengaturan Katup Terhadap Output Daya”, penelitian ini menggunakan turbin pelton dengan sudu berbentuk mangkok yang dibuat dari sendok sayur yang berjumlah 16 sudu dan menggunakan 4 nosel dengan masing-masing berdiameter 6 mm, adapun variasi pengaturan katup yaitu  $90^\circ$ ,  $100^\circ$ ,  $110^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $130^\circ$ ,  $140^\circ$ ,  $150^\circ$ ,  $160^\circ$ ,  $170^\circ$  dan  $180^\circ$ . Hasil dari penelitian ini mendapatkan daya tertinggi yaitu pada bukaan katup  $90^\circ$  debit  $0,005907 \text{ m}^3/\text{s}$  sebesar 48,58 watt sedangkan hasil daya terendah yaitu pada bukaan katup  $140^\circ$  debit  $0,004477 \text{ m}^3/\text{s}$  sebesar 6,56 watt. Untuk bukaan katup  $150^\circ$  sampai  $180^\circ$  tidak ada debit keluaran sehingga tidak menghasilkan daya.

Yani, 2017 melakukan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Alat Praktikum Turbin Air dengan Pengujian Bentuk Sudu Terhadap Torsi dan Daya Turbin yang Dihasilkan”, dengan menggunakan instalasi turbin air jenis pelton dan dilakukan pengukuran terhadap gaya, putaran dan debit aliran dengan variasi bentuk sudu. Bentuk sudu diantaranya: sudu datar, sudu lengkung, sudu setengah silinder, sudu sendok nasi, dan sudu sendok sayur dengan jumlah sudu 16 pada debit air  $0,0005 \text{ m}^3/\text{s}$ . Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan rancangan percobaan berskala laboratorium sekaligus hasil rancang bangun turbin air digunakan sebagai alat praktikum mahasiswa jurusan teknik mesin. Hasil penelitian daya turbin maksimum terjadi pada sudu sendok sayur dengan nilai sebesar 5,652 watt, kemudian daya turbin tertinggi kedua terjadi pada sudu sendok nasi nilai sebesar 5,024 watt, urutan daya turbin tertinggi ketiga terjadi pada sudu lengkung sebesar 4,082 watt dan pada sudu setengah

silinder nilai sebesar 4,082 watt, sedangkan daya turbin terendah terjadi pada sudu datar nilai sebesar 3,297 watt.

Rantung Jotje dkk,2013 melakukan penelitian yang berjudul “perencanaan turbin air mikro hidro jenis pelton untuk pembangkit listrik di desa kali kecamatan pineleng dengan head 12 meter” Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan maka dapat ditarik kesimpulan : 1. Dapat dirancang sebuah turbin air Mikro Hidro jenis Pelton untuk digunakan sebagai penggerak pada pembangkit listrik di desa Kali kecamatan Pineleng. 2. Dengan head efektif 12 m dan debit air 0,06 m<sup>3</sup> /s dapat dihasilkan daya 4,0 kW, dan diperoleh dimensi-dimensi utama turbin : Diameter lingkaran tusuk 202 mm, Diameter jet optimal 71 mm dengan 1 nosel, Diameter luar runner 380,8 mm, Jumlah mangkuk 19 buah, Diameter poros 45 mm.

Asrori dan Yudyanto Eko,2018 melakukan penelitian yang berjudul “Perencanaan Turbin Air Kapasitas 2 x 1 MW di PLTM Cianten 1 Kabupaten Bogor” Perencanaan turbin didasarkan atas beberapa aspek; (1) Aspek ekonomis yaitu dalam mendesain turbin harus memperhatikan biaya transportasi dan biaya pembangunan power house. (2) Aspek teknik yaitu turbin yang dirancang harus mempunyai parameter sebagai berikut; efisiensi turbin yang paling optimal, performansi dan stabilitas operasi pembangkit yang tinggi, material turbin dan perlengkapannya berstandar internasional, Low and easy maintenance, serta lifetime yang panjang. (3) Aspek produksi yaitu ketersediaan turbin dan perlengkapannya di pasaran (pabrik). (4) Rule of thumb yaitu aturan praktis dalam perencanaan yang didasarkan atas pengalaman empiris di lapangan. (5) Hasil-hasil penelitian terbaru dan teknologi terbaru mengenai turbin. Spesifikasi turbin yang digunakan di PLTM C-1 ini adalah sebagai berikut : 2 unit horisontal francis, kapasitas = 1000 kW (1 MW) per unit, putaran (n)= 600 rpm, efisiensi turbin ( $\eta_T$ )= 0,92, putaran spesifik ( $n_s$ )= 298,6 rpm (M-kW), runaway speed= 1219 rpm, diameter runner (D<sub>3</sub>) = 0,769 m, berat runner (WR)= 294,05 kg, berat total turbin (WT)= 3060,37 kg. Stabilitas operasi turbin dinyatakan aman, dimana nilai speed rise dan pressure rise adalah masing-masing berkisar 44,39% dan 19,39 %. Sedangkan nilai Weighted Average Efficiency adalah sebesar 88,67 %.

Hadimi dkk, 2006 melakukan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Model Turbin Pelton Mini Sebagai Media Simulasi/Praktikum Mata Kuliah Konversi Energi Dan Mekanika Fluida” Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa: 1. Konstruksi dan spesifikasi model turbin pelton hasil penelitian ini adalah sebagai berikut a. Type Pompa : Jet Pump, dengan input daya 500 Watt, head pump 55 m, dan debit 30 L/menit. b. Daya generator 500 VA dan Rpm 1500 rpm, 50 Hz. c. Spesifikasi runner: Jumlah buckets/sudu adalah 8 buah ( single dan double), diameter runner 17 cm, out side diameter 44 cm, lebar bucket 6 cm, panjang 14 cm, dan diameter pitch pelton wheel 30 cm. d. Diameter nozel 20 mm. 2. Adanya perubahan energi kinetik air menjadi energi listrik yang dihasilkan oleh turbin pelton. 3. Desain type bucket dan jumlah sudu sangat mempengaruhi rpm dan tegangan listrik yang dihasilkan

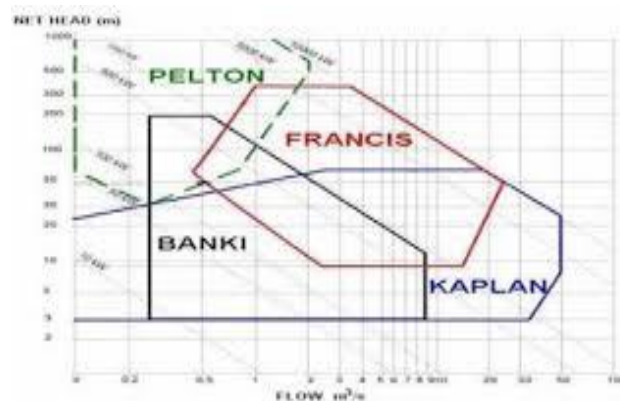
Syarif Aida,2017 melakukan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Turbin Pelton” Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dibuat kesimpulan bahwa kinerja dari desain alat simulasi prototipe PLTMH turbin Pelton berdasarkan berbagai pengaruh yang diterapkan yaitu: Semakin besar bukaan katup maka semakin tinggi efisiensi. pada bukaan katup maksimum 100%, dimana pada arah aliran Overshot Horizontal yang menghasilkan efisiensi sebesar 7,35%, sedangkan arah aliran Overshot Vertical sebesar 7,28% dan Undershot sebesar 7%. Debit mempengaruhi daya listrik, semakin besar debit maka daya listrik yang dihasilkan semakin besar. Debit 4,5 GPM menghasilkan daya listrik yang lebih besar dibandingkan debit 3, 3,5 dan 4 GPM, yaitu daya listrik tertinggi debit 4,5 GPM yaitu sebesar 14,7 Watt, sedangkan debit 4 GPM menghasilkan daya listrik sebesar 13,6 Watt, debit 3,5 GPM menghasilkan daya listrik sebesar 12,95 Watt dan debit 3 GPM belum menghasilkan daya listrik.

Saleh Muhammad Simamora dkk, 2017 melakukan penelitian berjudul “Perancangan Alat Uji Prestasi Turbin Pelton” Dari hasil perancangan yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut : Perolehan data dari spek pompa : a. Hgross=5 m ( ditentukan dari spesifikasi pompa yang sudah ada ; 5-21 m) b. Q = 50 L/min atau 0.05 m<sup>3</sup>/menit= 0,00083 m<sup>3</sup> /s ( debit pompa) c. Diameter Pipa = 1 inchi = 0.0254 mm d. N = 500 rpm

Maridjo dkk, 2016 melakukan penelitian berjudul “Rancang Bangun Turbin Pelton Mikrohidro” Turbin Pelton hasil rancangan mempunyai sudu 17 buah, diameter runner 27 cm, dan diameter nosel 20 mm. Hasil pengujian turbin pelton untuk bukaan katup penuh adalah 41,38 watt pada putamn 458 rpm dan menghasilkan efisiensi turbin sebesar 24,81%.

## 2.2 Pengertian Dasar Tentang Turbin Air

Sistem mikrohidro telah dikembangkan di beberapa negara untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah pedalaman antara lain Peltric Set di Nepal, Columbian Alternator System di Kolombia, dan Pico Power Pack di Amerika. Ketiga sistem tersebut menggunakan turbin impuls sebagai penggerak (Maher and Smith, 2001). Kualitas aliran jet yang dihasilkan oleh nosel dapat mempengaruhi kinerja turbin. Penelitian tentang hal ini dilakukan oleh Kvicinsky dkk (2002), dimana analisis aliran jet pada permukaan sudu turbin dilakukan secara numerik maupun eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas aliran jet berpengaruh pada distribusi tekanan dan medan kecepatan pada permukaan sudu sehingga daya dan efisiensi turbin akan berubah. Staubli dan Hauser (2004) memvisualisasikan aliran jet keluar nosel berpenampang lingkaran dalam berbagai bentuk divergensi dengan cara memodifikasi dalam berbagai sudut jarum governor pada nosel. Divergensi jet ternyata berpengaruh terhadap karakteristik jet pada permukaan sudu. Hasil modifikasi menunjukkan peningkatan kinerja turbin, yang berarti modifikasi geometri nosel dapat menambah kualitas aliran jet yang dihasilkan nosel.



Gambar 2.1 Perbandingan Karakteristik Turbin.

### 2.3 Turbin Pelton

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. Pada turbin pelton putaran terjadi akibat pembelokan pada mangkok ganda *Runner* oleh sebab itu turbin pelton disebut juga sebagai turbin pancaran bebas.



Gambar 2.2 Turbin Pelton

Turbin Pelton merupakan pengembangan dari turbin implus yang di temukan 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 Laster 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 (Aida Syarif dkk, 2019).

### 2.4 Prinsip Kerja Turbin Pelton

Prinsip kerjanya mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik dalam bentuk pancaran air. Pancaran air yang keluar dari mulut nozel diterima oleh mangkok-mangkok pada roda jalan sehingga roda jalan berputar. Dari putaran inilah menghasilkan energi mekanik yang memutar poros generator sehingga menghasilkan energi listrik.

## 2.5 Jenis-Jenis turbin pelton

Ada beberapa jenis turbin pelton menurut posisi turbinnya (Anjar Susatyo, Lukman Hakim,2003) yaitu :

### 2.5.1 Turbin Poros Horizontal

Turbin ini digunakan untuk head kecil hingga menengah. Makin banyak aliran air yang dibagi dalam arti makin banyak nosel yang digunakan, makin bisa dipertinggi pula pemilihan kecepatan turbin. Sedangkan makin cepat putaran turbin makin murah harga generatornya. Untuk dapat menghasilkan daya yang sama 1 group turbin dengan 2 roda akan lebih murah daripada dengan dua buah turbin yang masing-masing dengan satu buah roda.

### 2.5.2 Turbin Poros Vertikal

Dengan bertambahnya daya yang harus dihasilkan turbin, maka untuk turbin pelton dilengkapi dengan 4 s/d 6 buah nosel. Sedangkan penggunaan 1 atau 2 buah pipa saluran air utama tergantung kepada keadaan tempat dan biaya pengadaannya.

## 2.6 Komponen Utama Turbin Pelton

Pada dasarnya turbin pelton terdiri dari tiga bagian utama, yaitu: runner, nosel, rumah turbin. Turbin ini juga dilengkapi oleh transmisi, bantalan, dan bagian kelistrikan.

### 2.6.1 *Wheel Turbine*

*Wheel Turbine* pada dasarnya terdiri atas piringan dan sejumlah mangkok atau bucket yang terpasang disekelilingnya. Piringan terpasang pada poros dengan sambungan pasak dan *stopper*.



Gambar 2.3 *Wheel Turbine*

### 2.6.2 Bucket

*Bucket* pelton atau biasa disebut sudu yang berbentuk dua buah mangkok. *Bucket* berfungsi membagi pancaran menjadi 2 bagian. Gaya pada bucket berasal dari pancaran air yang keluar dari nosel, yang dibalikkan setelah membentur sudu, arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum, gaya inilah yang disebut gaya impuls.



Gambar 2.4 *Bucket*

### 2.6.3 Poros

Poros merupakan penerus putaran yang terjadi pada runner. Poros di sambungkan ke runner menggunakan pasak. Putaran poros diteruskan ke transmisi sabuk, yang kemudian menuju ke poros generator.

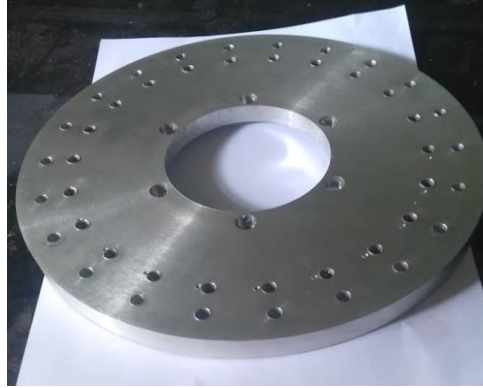


Gambar 2.5 Poros



#### 2.6.4 *Runner*

*Runner* atau biasa disebut disk, adalah bagian dari runner. Bahan disk yang baik digunakan adalah bahan yang kuat, dan diusahakan seringan mungkin. Piringan berfungsi sebagai tempat bucket dipasang.



Gambar 2.6 *Runner*

#### 2.6.5 *Nossel*

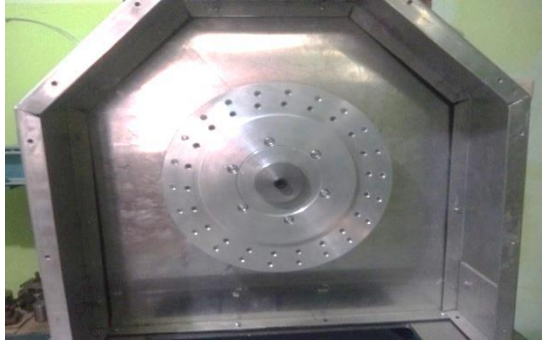
*Nossel* merupakan bagian dari turbin yang sangat penting, yang berfungsi sebagai pemancar aliran air untuk menyemprot kearah sudu-sudu turbin. Kecepatan air meningkat disebabkan oleh *Nossel*. Air yang keluar dari *Nossel* yang mempunyai kecepatan tinggi akan membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum.



Gambar 2.7 *Nossel*

### 2.6.6 Rumah Turbin

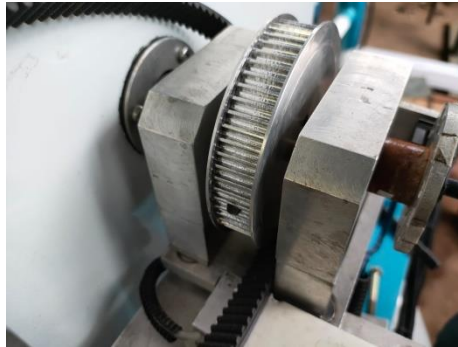
Rumah turbin berfungsi sebagai tempat nosel terpasang, serta berfungsi membelokkan air agar keluar secara teratur. Rumah turbin juga berfungsi untuk melindungi runner dari gangguan luar contohnya kotoran, dan cuaca.



Gambar 2.8 Rumah Turbin

### 2.6.7 Pulley

*Pulley* adalah penerus putaran dari poros turbin keporos selanjutnya (generator). *Pulley* juga dapat berfungsi untuk menaikan putaran. *Pully* biasa disebut transmisi sabuk. Sabuk terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium.



Gambar 2.9 *Pulley*

### 2.6.8 Bantalan

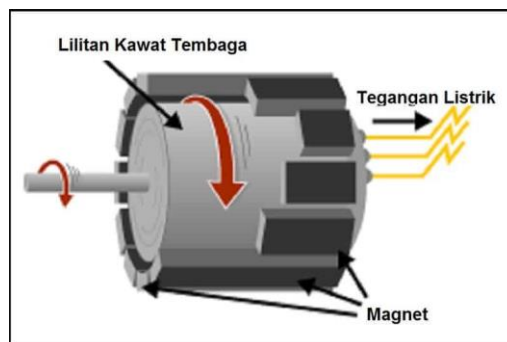
Bantalan merupakan bagian penting dari turbin, alat ini berfungsi sebagai penopang dari poros turbin. Putaran dari poros turbin dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros bekerja dengan baik.



Gambar 2.10 Bantalan

### 2.6.9 Kelistrikan

Turbin pelton mikrohidro dapat digunakan untuk menggerakkan generator listrik. Untuk itu perlu adanya komponen tambahan yang disebut generator. Generator berfungsi mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik arus bolak-balik. Generator arus bolak-balik sering disebut juga sebagai alternator, generator AC (alternating current), atau generator sinkron. Dikatakan generator sinkron karena jumlah putaran rotornya sama dengan jumlah putaran medan magnet pada stator. Kecepatan sinkron ini dihasilkan dari kecepatan putar rotor dengan kutub-kutub magnet yang berputar dengan kecepatan yang sama dengan medan putar pada stator.



Gambar 2.11 Kelistrikan

Besarnya arus yang dihasilkan oleh motor induksi tergantung pada besarnya putaran alternator dan kekuatan medan magnet. Alternator menghasilkan listrik dengan prinsip yang sama pada generator DC, yakni adanya arus pengumpan yang disebut arus eksitasi saat terjadi medan magnet disekitar kumparan. Dari alternator dapat di ukur arus (I) dan tegangan keluaran (V) yang kemudian digunakan untuk

menentukan besarnya daya yang dihasilkan. Generator memiliki 3 bagian yang penting, yaitu :

1) Rotor

Rotor adalah bagian yang berputar yang menjadi satu dengan poros alternator yang terdapat magnet permanen atau lilitan induksi magnet. Pada rotor terdapat bagian yang berfungsi sebagai kutub magnet yang terletak pada sisi luar dari lilitan. Rotor ditumpu oleh dua buah bearing, pada bagian depannya terdapat puli. Rotor berfungsi menghasilkan medan magnet yang menginduksikan ke stator.

2) Stator

Stator adalah bagian yang statis pada alternator yang berupa inti besi yang dibungkus dengan kawat tembaga. Bagian ini berupa lilitan yang berfungsi untuk menghasilkan arus bolak-balik (AC).

3) Dioda

Dioda mengkonversi arus bolak-balik yang dihasilkan oleh pasangan rotor dan stator menjadi arus searah.

## 2.7 Perancangan Turbin Pelton

### 2.7.1 Perhitungan Daya

Perhitungan Daya yang tersedia Dari kapasitas air dan tinggi air jatuh dapat diperoleh daya yang dihasilkan turbin yaitu (Dietzel, 1996, hal. 2) :

$$P = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H \dots \dots \dots 2.1$$

Dengan :

$P$  = Daya yang tersedia ( watt )

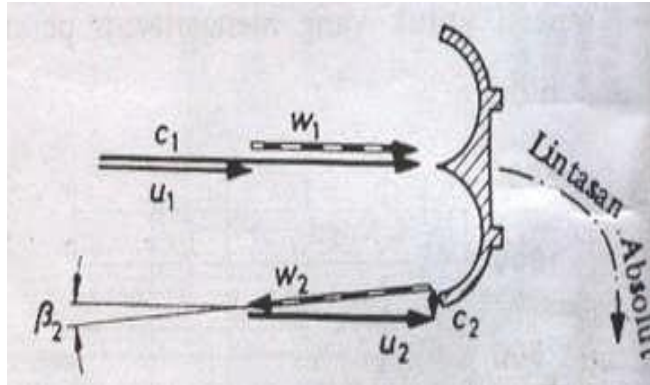
$\rho$  = Massa jenis air ( Kg/m<sup>3</sup> )

$g$  = Percepatan gravitasi ( m/s<sup>2</sup> )

$Q$  = Debit air ( m<sup>3</sup>/s )

$H$  = Tinggi air jatuh ( m )

Pada turbin tekanan sama (turbin impuls) agar mendapatkan randemen yang baik harus mempunyai hubungan antara kecepatan pancar air  $c$  dan kecepatan tangensial  $u$ . Bagan kecepatan turbin pelton :



Gambar 2.12 Bagan Kecepatan Turbin Pelton  
(Sumber : Dietzel, 1993, hal. 25)

Kecepatan Mutlak Jet ( $c_1$ )

$$C1 = Kc\sqrt{2 \cdot g \cdot Ha} \dots\dots\dots 2.2$$

2.7.2 Nossel

Menghitung diameter pancaran air (d)

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot C1}} \dots\dots\dots 2.3$$

2.7.3 Dimensi Turbin

1) Kecepatan Keliling Optimal

Kecepatan spesifik merupakan suatu besaran yang penting dalam perencanaan turbin, karena digunakan untuk memilih kecepatan Keliling yang Optimal :

$$U1 = Ku\sqrt{2 \cdot g \cdot Hn} \dots\dots\dots 2.6$$

Dengan :

$U1$  = Kecepatan Keliling Optimal (m/s)

$Ku$  = Kofesien

$g$  = Gravitasi

$Hn$  = Head Efektif

2) Diameter Lingkaran Tusuk (D)

Setelah menentukan kecepatan spesifik didapatlah kecepatan putar turbin.

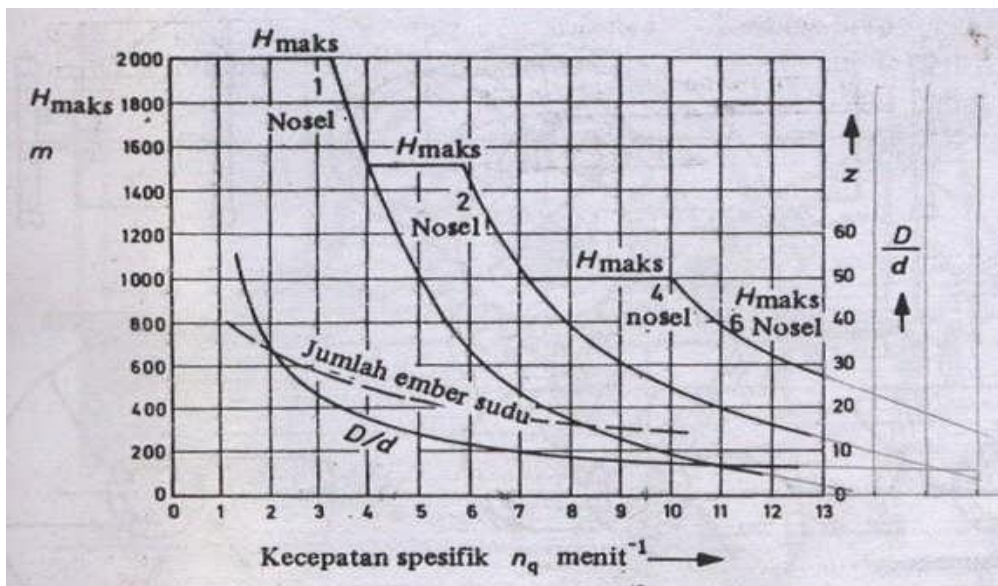
Diameter piringan rata-rata dapat ditentukan sebagai berikut:

$$D = \frac{60 \cdot u_1 \cdot i}{\pi \cdot nG} \dots\dots\dots 2.7$$

3) Perbandingan D/d

Dari perhitungan diameter piringan (disk) rata-rata (D) dan diameter pancar air (d) didapatkan perbandingan D/d. D/d perhitungan dibandingkan D/d pada grafik sehingga dapat diketahui apakah perbandingan D/d memenuhi syarat atau tidak. Dari perbandingan D/d tersebut maka jumlah sudu (z) dapat ditentukan :

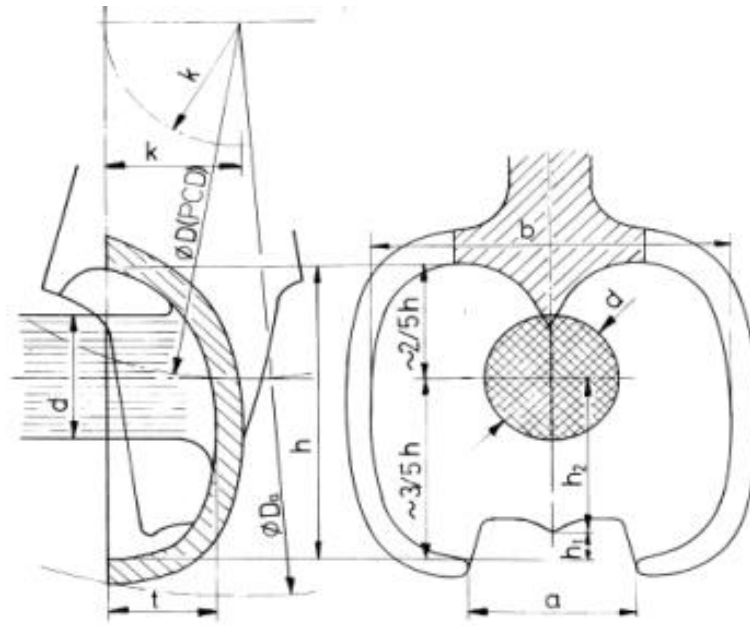
$$z = 15 \frac{D}{2 \cdot d} \dots\dots\dots 2.8$$



Gambar 2.13 Harga standar untuk perencanaan turbin pelton.  
(Sumber: Dietzel, 1993, hal 28)

4) Dimensi Bucket

Dimensi *Bucket* di tentukan berdasarkan gambar 2.14 :



Gambar 2.14 Desain *Bucket*  
( Markus Enslering, 1991 hal 21,22 )

Dimensi *Bucket* dinyatakan dalam persen PCD perbandingan dengan diameter.

Lebar *Bucket* ditentukan sebesar :

$$3,2. d \dots \dots \dots 2.9$$

Kedalaman *Bucket* :

$$0,9. d \dots \dots \dots 2.10$$

Tinggi *Bucket* ditentukan sebesar :

$$2,7. d \dots \dots \dots 2.11$$

Lebar Bukaannya *Bucket* :

$$1,2. d \dots \dots \dots 2.12$$

5) Poros

Diameter poros dihitung dengan persamaan (Sularso , 2004 ) sebagai berikut :

$$T = 9,74 . 10^{5 \frac{Pd}{n}} \dots \dots \dots 2.13$$

$$ta = \frac{\sigma B}{(Sf1.Sf2)} \dots \dots \dots 2.14$$

$$ds = \left[ \frac{5,1}{\tau\alpha} \cdot Kt \cdot Cb \cdot T \right]^{\frac{1}{3}} \dots \dots \dots 2.15$$

Dengan :

$Ds$  = Diameter minimal poros (mm)

$P$  = Daya yang ditransmisikan (kW)

$Fc$  = Faktor koreksi (Sularso,2004,hal.7)

$n$  = Putaran poros (rpm)

$Pd$  =  $f_c \times P$  (kW)

$T$  = Momen puntir rencana (kg.mm)

$\tau\alpha$  = Tegangan geser yang terjadi

$\sigma B$  = Kekuatan tarik bahan (kg/mm<sup>2</sup>)

$Sf1$  dan  $Sf2$  = Faktor keamanan

$Cb$  = Faktor  $Cb$  nilainya 1,2 sampai 2,3. Jika diperkirakan tidak terjadi pembebanan lentur maka  $Cb = 1$ .

$Kt$  = Faktor  $Kt$  dipilih 1,0 jika beban dikenakan secara halus 1,0 – 1,5 jika dikenakan sedikit beban kejutan atau tumbukan, dan 1,5 – 3,0 jika beban kejutan atau tumbukan besar.

Tabel 2.1. Faktor – faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan  $f_c$

Daya yang akan ditransmisikan	$Fc$
Daya rata - rata yang diperlukan	1,2 - 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 - 1,2
Daya normal	1,0 - 1,5

6) Kecepatan pancar air

Untuk mengetahui kecepatan pancar air dari setiap *Nossel*, dapat dihitung



dengan persamaan.

$$v = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots 2.16$$

Dengan :

- $v$  = Kecepatan pancar air (m/s)
- $Q$  = Debit (m<sup>3</sup>/s)
- $A$  = Luas penampang nosel (mm<sup>2</sup>)

7) Daya yang dihasilkan turbin

$$P_{out} = V.I \dots\dots\dots 2.17$$

dengan :

- $P_{out}$  = Daya yang dihasilkan turbin (Watt)
- $V$  = Tegangan (Volt)
- $I$  = Arus (Ampere)

8) Efisiensi Turbin

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \cdot 100\% \dots\dots\dots 2.18$$

dengan :

- $\eta$  = Efisiensi yang dihasilkan turbin (%)
- $P_{out}$  = Daya yang di hasilkan turbin (Watt)
- $P_{in}$  = Daya yang tersedia (Watt)

2.7.4 Metode Perancangan *Pahl & Beitz*

Perancangan merupakan kegiatan awal dari usaha merealisasikan suatu produk yang kebutuhannya sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Setelah perancangan selesai maka kegiatan yang menyusul adalah pembuatan produk. Kedua kegiatan tersebut dilakukan dua orang atau dua kelompok orang dengan keahlian masing-masing, yaitu perancangan dilakukan oleh tim perancang dan pembuatan produk oleh tim kelompok pembuat produk.

*Pahl* dan *Beitz* mengusulkan cara merancang produk sebagaimana yang dijelaskan dalam bukunya; *Engineering Design : A Systematic Approach*. Cara merancang *Pahl* dan *Beitz* tersebut terdiri dari 4 kegiatan atau fase, yang masing-masing terdiri dari beberapa langkah. Keempat fase tersebut adalah :

1. Perencanaan dan penjelasan tugas
2. Perancangan konsep produk
3. Perancangan bentuk produk (*embodiment design*)
4. Perancangan detail

Sebenarnya langkah-langkah dalam keempat fase proses perancangan diatas tidaklah perlu dikelompokkan dalam 4 fase secara kaku, sebab seperti misalnya, pada langkah pada fase perancangan detail (fase ke-4) cara pembuatan komponen produk sudah diperlukan detail dan banyak lain contohnya seperti itu.

Setiap fase proses perancangan berakhir pada hasil fase, seperti fase pertama menghasilkan daftar persyaratan dan spesifikasi perancangan. Hasil setiap fase tersebut kemudian menjadi masukan untuk fase berikutnya dan menjadi umpan balik untuk fase yang mendahului. Perlu dicatat pula bahwa hasil fase itu sendiri setiap saat dapat berubah oleh umpan balik yang diterima dari hasil fase-fase berikutnya.

### 1) Perencanaan Proyek dan Penjelasan Tugas

Tugas fase ini adalah menyusun spesifikasi produk yang mempunyai fungsi khusus dan karakteristik tertentu yang memenuhi kebutuhan masyarakat. Produk ini dengan fungsi khusus dan karakteristik tertentu tersebut merupakan olahan hasil survei bagian pemasaran atau atas permintaan segmen masyarakat. Fase pertama tersebut perlu diadakan untuk menjelaskan secara lebih detail sebelum produk tersebut dikembangkan lebih lanjut.

Pada fase ini dikumpulkan semua informasi tentang semua persyaratan atau *requirement* yang harus dipenuhi oleh produk dan kendala-kendala yang merupakan batas-batas untuk produk. Hasil fase ini adalah spesifikasi produk yang dimuat dalam suatu daftar persyaratan teknis. Fase perencanaan produk tersebut baru dapat memberikan hasil yang baik, jika fase tersebut memperhatikan kondisi pasar, keadaan perusahaan dan ekonomi negara.

Pada perencanaan proyek dibuat jadwal kegiatan dan waktu penyelesaian setiap kegiatan dalam proses perancangan.

### 2) Perancangan Konsep Produk

Berdasarkan spesifikasi produk hasil fase pertama, dicarilah beberapa konsep produk yang dapat memenuhi persyaratan-persyaratan dalam spesifikasi tersebut. Konsep produk tersebut merupakan solusi dari masalah perancangan yang harus dipecahkan. Beberapa alternatif konsep produk dapat ditemukan. Konsep produk biasanya berupa gambar skets atau gambar skema yang sederhana, tetapi telah memuat semua.

Beberapa alternatif konsep produk kemudian dikembangkan lebih lanjut dan setelah dievaluasi. Evaluasi tersebut haruslah dilakukan beberapa kriteria khusus seperti kriteria teknis, kriteria ekonomis dan lain-lain. Konsep produk yang tidak memenuhi persyaratan-persyaratan dalam spesifikasi produk, tidak diproses lagi dalam fase-fase berikutnya, sedangkan dari beberapa konsep produk yang memenuhi kriteria dapat dipilih solusi yang terbaik. Mungkin terjadi, ditemukan beberapa konsep produk terbaik yang dikembangkan lebih lanjut pada fase-fase berikutnya.

### 3) Perancangan Bentuk (*Embodiment Design*)

Dari diagram alir cara merancang *Pahl* dan *Beitz* Dari diagram alir cara merancang *Pahl* dan *Beitz* dapat dilihat bahwa fase perancangan konsep produk terdiri dari beberapa langkah.

dapat dilihat bahwa fase perancangan bentuk terdiri dari beberapa langkah, yang jumlahnya lebih banyak dari jumlah langkah-langkah pada fase perancangan konsep produk.

Pada fase perancangan bentuk ini, konsep produk “diberi bentuk”, yaitu komponen-komponen konsep produk yang dalam gambar skema atau gambar skets masih berupa garis atau batang saja, kini harus diberi bentuk, sedemikian rupa sehingga komponen-komponen tersebut secara bersama menyusun bentuk produk, yang dalam gerakannya tidak saling bertabrakan sehingga produk dapat melakukan fungsinya. Konsep produk yang sudah digambarkan pada *preliminary layout*, sehingga dapat diperoleh beberapa *preliminary layout*.

*Preliminary layout* masih dikembangkan lagi menjadi *layout* yang lebih baik lagi dengan meniadakan kekurangan dan kelemahan yang ada dan sebagainya. Kemudian dilakukan evaluasi terhadap beberapa *preliminary layout* yang sudah dikembangkan lebih lanjut berdasarkan kriteria teknis, kriteria ekonomis dan lain-lain yang lebih ketat untuk memperoleh *layout* yang terbaik yang disebut *definitive layout*.

*Definitive layout* telah dicek dari segi kemampuan melakukan fungsi produk, kekuatan, kelayakan finansial dan lain-lain.

### 4) Perancangan Detail

Pada fase perancangan detail, maka susunan komponen produk, bentuk, dimensi, kehalusan permukaan, material dari setiap komponen produk ditetapkan. Demikian juga kemungkinan cara pembuatan setiap produk sudah dijajagi dan perkiraan biaya sudah dihitung. Hasil akhir fase ini adalah gambar rancangan lengkap dan spesifikasi produk untuk pembuatan; kedua hal tersebut disebut dokumen untuk pembuatan produk.

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.1.1 Tempat

Tempat pelaksanaan pembuatan dan penelitian dilakukan di PT. Metapoly Enggernering Bandung. Perumahan Permata Cimahi, Blok T2 No.19 RT 4 RW 6 Jalan Giok 2 Tani Mulya Ngamprah Bandung Barat.

#### 3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian dilakukan sejak tanggal usulan oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara seperti yang tertera pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Study Literatur						
2	Merancang Dan Pembuatan Alat Uji						
3	Hasil Perancangan dan Pembuatan						
4	Seminar Hasil						
5	Sidang Sarjana						

## 3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Adapun alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

### 3.2.1.1 Mesin Las Listrik

Mesin las listrik seperti gambar 3.1 merupakan jenis pengelasan yang menggunakan elektroda digunakan untuk melelehkan kedua logam yang akan disambung pada benda kerja.



Gambar 3.1 Mesin Las Listrik

### 3.2.1.2 Mesin Bubut

Mesin Bubut seperti gambar 3.2 digunakan untuk memutar benda kerja dalam operasi permesinan dan benda benda putar seperti mengulir, pengeboran, meratakan permukaan dan pembuatan tirus.



Gambar 3.2 Mesin Bubut

### 3.2.1.3 Gergaji Mesin Konvensional

Gergaji mesin Konvensional seperti gambar 3.3 digunakan untuk memotong benda kerja .



Gambar 3.3 Gergaji Mesin Konvensional

#### 3.2.1.4 Mesin Bor Duduk

Mesin Bor Duduk seperti gambar 3.4 adalah peralatan mesin perkakas yang secara umum digunakan untuk membuat lubang pada benda kerja. Selain itu juga berfungsi untuk mereamer (meluaskan).



Gambar 3.4 Mesin Bor Duduk

#### 3.2.1.5 Mesin Milling

Mesin Milling seperti gambar 3.5 digunakan untuk meratakan permukaan benda kerja yang tidak rata.



Gambar 3.5 Mesin Milling

#### 3.2.1.6 Mesin Gerinda Tangan

Mesin Gerinda Tangan seperti gambar 3.6 digunakan memotong pelat besi dan menghaluskan benda kerja setelah dilas listrik.



Gambar 3.6 Mesin Gerinda Tangan

#### 3.2.1.7 Mesin Bor Tangan

Mesin Bor Tangan seperti gambar 3.7 digunakan untuk melubangi benda kerja selain itu juga digunakan untuk meluaskan (*Mreamer*) benda kerja.



Gambar 3.7 Mesin Bor Tangan

#### 3.2.1.8 Roll Meter

Roll Meter seperti gambar 3.8 digunakan untuk mengukur panjang dan lebar benda kerja sesuai ukuran yang sudah ditentukan yang ingin di potong yang panjangnya melebihi dari mistar baja.

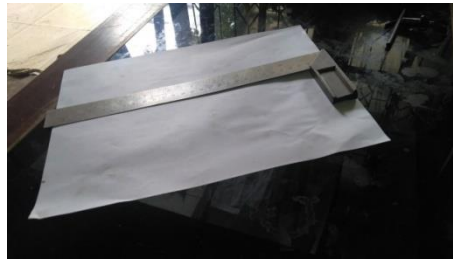


Gambar 3.8 Roll Meter



### 3.2.1.9 Penggaris Siku

Penggaris Siku seperti gambar 3.9 digunakan untuk membuat tanda ataupun sebagai penggaris pada suatu objek atau benda, memiliki tanda sehingga mudah untuk menentukan sudut perkiraan ataupun bidang potong. Dengan menempatkan pojok siku ukur pada titik di mana sudut memenuhi sumbu panjang dan maka dapat dilihat besaran sudut pada suatu garis yang akan diukur.



Gambar 3.9 Penggaris Siku

### 3.2.1.10 Penanda/Penitik

Penanda/Penitik seperti gambar 3.10 digunakan untuk menggores benda kerja yang akan di potong dan yang sudah di ukur.



Gambar 3.10 Penanda/Penitik

### 3.2.1.11 Jangka Sorong

Jangka Sorong seperti Gambar 3.11 digunakan untuk mengukur kedalaman dan diameter benda kerja yang akan di ukur.



Gambar 3.11 Jangka Sorong

#### 3.2.1.12 Klem

Klaim seperti gambar 3.12 digunakan untuk menjepit benda kerja yang akan di las.



Gambar 3.12 Klem

#### 3.2.1.13 Ragum

Ragum seperti gambar 3.13 di gunakan untuk menjepit benda kerja yang akan dikikir, dipahat, di gergaji, ditap, dan lain-lain:



Gambar 3.13 Ragum

#### 3.2.1.14 Palu Besi dan Palu Karet

Palu Besi dan Palu Karet seperti gambar 3.14 digunakan untuk memukul benda kerja yang bersifat keras dan lunak.



Gambar 3.14 Palu Besi dan Palu Karet

#### 3.2.1.15 Tap

Tap seperti gambar 3.15 digunakan untuk membuat ulir pada bagian dalam pada benda kerja sesuai dimensi ukuran yang sudah di tetapkan:



Gambar 3.15 Tap

#### 3.2.1.16 Gergaji Besi Tangan

Gergaji Besi Tangan seperti gambar 3.16 digunakan untuk memotong benda kerja yaitu pipa besi tipis.



Gambar 3.16 Gergaji Besi Tangan

### 3.2.1.17 Kunci Pas dan Kunci L

Kunci Pas dan Kunci L seperti gambar 3.17 digunakan untuk mengencangkan dan melonggarkan baut mur dengan sesuai ukuran.



Gambar 3.17 Gergaji Mesin Konvensional

### 3.2.1.18 *Dividing Head*

*Dividing Head* seperti gambar 3.18 digunakan untuk pembagi yaitu melubangi runner sebanyak 22 buah untuk bucket dan 6 buah untuk pengganti runner.



Gambar 3.18 *Deffeding Head*

### 3.2.1.19 Kikir

Kikir seperti gambar 3.19 digunakan untuk meratakan dan membersihkan benda kerja yang lunak agar sesuai digunakan.



Gambar 3.19 Kikir

### 3.2.1.20 Mata Bor

Mata Bor seperti gambar 3.20 digunakan untuk membesarkan dan melubangi benda kerja pada sesuai ukuran yang diinginkan.



Gambar 3.20 Mata Bor

3.2.2 Adapun Bahan yang di gunakan adalah sebagai berikut :

#### 3.2.2.1 Besi UNP

Besi UNP Seperti Gambar 3.21 digunakan sebagai rangka dasar pada pembuatan Turbin Pelton :



Gambar 3.21 Besi UNP

#### 3.2.2.2 Besi Siku

Besi Siku seperti gambar 3.22 digunakan sebagai dudukan BOX Panel, dudukan untuk drum dan pompa pada turbin pelton skala mikro:



Gambar 3.22 Besi Siku

### 3.2.2.3 Besi Plat

Besi Plat seperti gambar 3.23 digunakan sebagai rangka drum dengan ketebalan 2 mm dan lebar 25 mm :



Gambar 3.23 Besi Plat

### 3.2.2.4 Besi Bulat

Besi Bulat seperti gambar 3.24 digunakan sebagai membuat poros dan pengikat poros :



Gambar 3.24 Besi Bulat

### 3.2.2.5 Kuningan

Kuningan seperti gambar 3.25 digunakan untuk membuat *nozzle* Turbin Pelton.



Gambar 3.25 Kuningan

### 3.2.2.6 Plat Aluminium

Plat Aluminium seperti gambar 3.26 digunakan untuk pembuatan rumah turbin.



Gambar 3.26 Plat Aluminium

### 3.2.2.7 Akrilik

Akrilik seperti gambar 3.27 digunakan untuk pembuatan rumah turbin agar air turun kemabali.:



Gambar 3.27 Akrilik

### 3.2.2.8 Duralium

Duralium seperti gambar 3.27 digunakan untuk pembuatan bucket, runner, dudukan turbin dudukan bantalan, dan lain-lain.



Gambar 3.28 Duralium

### 3.2.2.9 Roda

Roda seperti gambar 3.28 digunakan untuk memudahkan bergerak dan di arahkan pada benda kerja serta menopang seluruh benda yang ada pada benda kerja:



Gambar 3.29 Roda

### 3.2.2.10 Bearing

Bearing seperti gambar 3.29 digunakan untuk menjaga agar poros turbin tidak langsung bergesekan dengan rumah turbin.



Gambar 3.30 Bearing

### 3.2.2.11 Dempul Besi

Dempul Besi seperti gambar 3.31 digunakan untuk meratakan permukaan besi agar pengecatan besi menjadi lebih mudah dan hasilnya lebih rapi :





Gambar 3.31 Dempul Besi

#### 3.2.2.12 Amplas

Amplas seperti gambar 3.32 digunakan untuk membuat permukaan benda yang kasar menjadi lebih rata dan halus:



Gambar 3.32 Amplas

#### 3.2.2.13 Pompa Air Dabaqua Model 401A

Pompa air Dabaqua Model 401A seperti gambar 3.33. digunakan sebagai sumber tenaga yang digunakan untuk menyemprotkan air kesudu turbin dengan Spesifikasi sebagai berikut :

Tegangan	= 380 v
Frekuensi	= 50 Hz
Daya Keluaran	= 430 Watt
Kapasitas Maksimum	= 600 L/Min
Daya Masuk	= 1050 Watt
Tinggi Hisap	= 8 m
Tinggi Dorongan	= 13,5 m
Tinggi Total Maks	= 21,5 m



Gambar 3.33 Pompa Air Dabaqua Model 401A

#### 3.2.2.14 Drum Air

Drum Air seperti Gambar 3.34 Drum Air Digunakan sebagai penampung, dimana air yang disemprotkan keturbin akan ditampung di drum air dan di semprotkan kembali :



Gambar 3.34 Drum Air

#### 3.2.2.15 Pipa PVC

Pipa PVC seperti gambar 3.35 digunakan untuk mengalirkan air dari pompa menuju sudu turbin dengan diameter pipa 2 Inchi :



Gambar 3.35 Pipa PVC

### 3.2.2.16 Elbow

Elbow seperti gambar 3.36 digunakan untuk membelokkan aliran pada pipa dengan menggunakan Elbow 90°:



Gambar 3.36 Elbow 90°

### 3.2.2.17 Sambungan T (*Tee Stuck*)

Sambungan T (*Tee Stuck*) seperti gambar 3.37 digunakan untuk membagi saluran air menjadi dua arah. Dua arah tersebut memiliki tekanan yang sama rata :



Gambar 3.37 Sambungan T (*Tee Stuck*)

### 3.2.2.18 Water Mur

Water Mur seperti gambar 3.38 digunakan untuk menyambung dua pipa PVC agar mudah dan cepat pada saat di lepas :



Gambar 3.38 Water Mur

### 3.2.2.19 Kran Air (*Valve*)

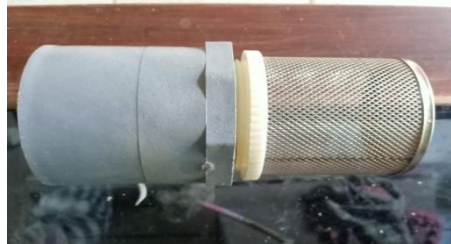
Kran Air (*Valve*) seperti gambar 3.39 digunakan untuk mengontrol air saat membuka dan menutup aliran :



Gambar 3.39 Kran Air (*Valve*)

### 3.2.2.20 Saringan Air (*Foot Valve*)

Saringan Air (*Foot Valve*) seperti gambar 3.40 digunakan untuk menahan air dalam jalur pipa hisap agar tidak kembali meluncur jatuh ke bak :



Gambar 3.40 Saringan Air

### 3.2.2.22 Sock Drat Luar (SDL)

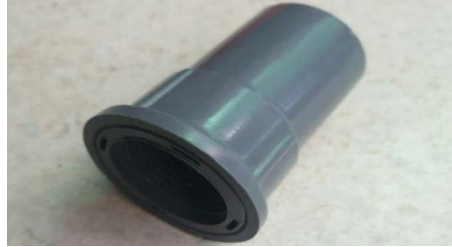
Sock Drat Luar seperti gambar 3.41 digunakan untuk penyambungan pada drat dalam dan pada batang pipa, karena memiliki drat luar maka disebut dengan sock drat luar :



Gambar 3.41 Sock Drat Luar (SDL)

### 3.2.2.23 Sock Drat Dalam (SDD)

Sock Drat Dalam seperti gambar 3.42 digunakan untuk penyambungan pada pipa PVC dan pada Sock Drat Luar :



Gambar 3.42 Sock Drat Dalam (SDD)

### 3.2.2.24 Selang

Selang seperti gambar 3.43 berfungsi mengalirkan air ke nozzle dengan di bagi menjadi 3 selang.



Gambar 3.43 Selang

### 3.2.2.25 Lem PVC

Lem PVC Seperti gambar 3.44 berfungsi menyambungkan pipa PVC dengan beberapa komponen.



Gambar 3.44 Lem PVC

### 3.2.2.26 Box Panel

Box Panel Seperti gambar 3.45 berfungsi untuk memasang alat kelistrikan dan mengkomtrol mesin serta menjaga keamanan pada saat terjadinya gangguan dalam aliran listrik,



Gambar 3.45 Box Panel

### 3.2.2.27 Pilot Lamp

*pilot lamp* seperti gambar 3.46 berfungsi untuk mengetahui apakah ada aliran listrik yang masuk pada panel tersebut, jika terdapat aliran listrik yang masuk maka lampu pada *pilot lamp* akan menyala.



Gambar 3.46 Pilot Lamp

### 3.2.2.28 Kabel Serabut

Kabel Serabut seperti gambar 3.47 digunakan untuk menyambungkan kabel antara inverter, PLN dan lain-lain.



Gambar 3.47 Kabel Serabut

#### 3.2.2.29 Arduino

Arduino seperti gambar 3.48 digunakan untuk mengontrol dan menghitung kecepatan, tekanan, torsi, debit air dan arus listrik dengan menggunakan sensor.



Gambar 3.48 Arduino

#### 3.2.2.30 LCD (*Liquid Cristal Display*)

LCD (*Liquid Cristal Display*) seperti gambar 3.49 digunakan sebagai tampilan dari program arduino yang dihasilkan dari sensor.



Gambar 3.49 LCD (*Liquid Cristal Display*)

### 3.2.2.31 Inverter

Inverter seperti gambar 3.50 digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) pada tegangan yang tinggi.



Gambar 3.50 Inverter

### 3.2.2.32 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) seperti gambar 3.50 digunakan sebagai menghidupksn dan mematikan arus listrik serta sistem proteksi di dalam instalasi listrik jika terjadi beban berlebih serta hubung singkat arus listrik atau korsleting.



Gambar 3.51 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)



### 3.2.2.33 Terminal Blok 12 pole

Terminal Blok 12 pole seperti gambar 3.52 Terminal Blok 12 pole digunakan sebagai penghubung komponen yang lain/komponen out going dan untuk menata rangkaian listrik supaya lebih rapi.



Gambar 3.52 Terminal Blok 12 pole

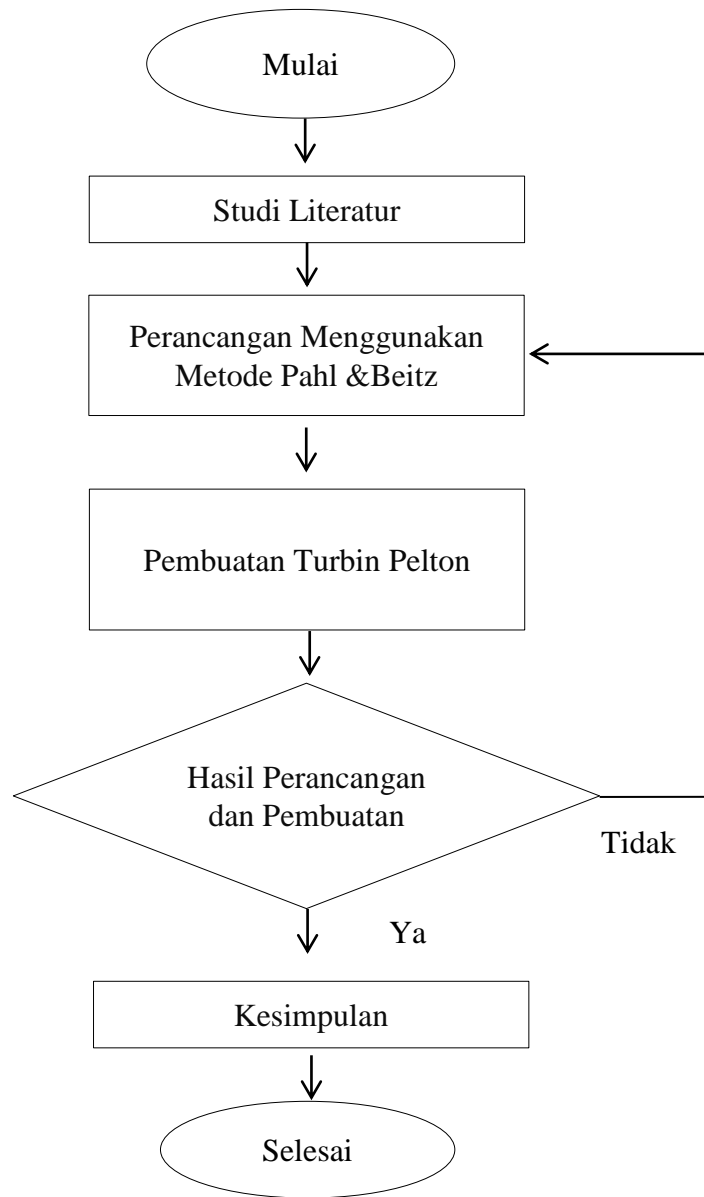
### 3.2.2.34 Pressure Gauge

Pressure gauge seperti gambar 3.52 digunakan untuk menunjukkan besaran tekanan atau pressure dari suatu zat yang terdetect masuk ke ruang pressure gauge.



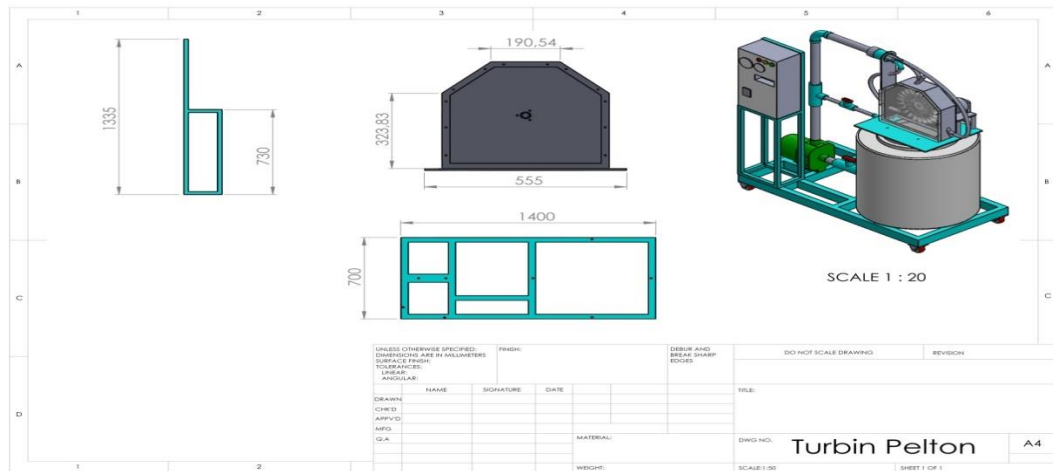
Gambar 3.53 Presure Gauge

### 3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.54 Diagram Alir

### 3.4 Rancangan Penelitian



Gambar 3.55 Rancangan Alat Penelitian Turbin Pelton

### 3.5 Prosedure Penelitian

#### 3.4.1 Prosedur Perancangan

Berikut ini adalah perancangan menggunakan metode perancangan *Pahl dan Beitz*:

- a. Perencanaan dan penjelasan tugas
- b. Identifikasi kebutuhan
- c. Perancangan konsep produk
- d. Perancangan bentuk
- e. Perancangan detail

#### 3.4.2 Prosedure Pembuatan

Adapun pembuatan alat penelitian ini agar mudah dibuat maka ada beberapa tahapan yang dilakukan yaitu :

- 1) Membuat sketsa gambar sesuai ukuran yang akan di lakukan pembuatan.
- 2) Menyiapkan Bahan dan Alat saat pembuatan turbin pelton.
- 3) Membuat dudukan Panel, Pompa dan Drum Air.
- 4) Membuat instalasi pipa pada pompa
- 5) Membuat bucket, runner dan poros.
- 6) Membuat rumah turbin.
- 7) Membuat dudukan generator dan poros
- 8) Pemasangan benda kerja setelah sudah selesai.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Perancangan Turbin Pelton

Tahapan utama untuk mendapatkan hasil rancangan mesin yang optimal harus berdasarkan hasil dari identifikasi masalah dan identifikasi kebutuhan masyarakat (demand or wishes) didapat spesifikasi teknis dari Turbin Pelton diperlihatkan pada Tabel 4.1.

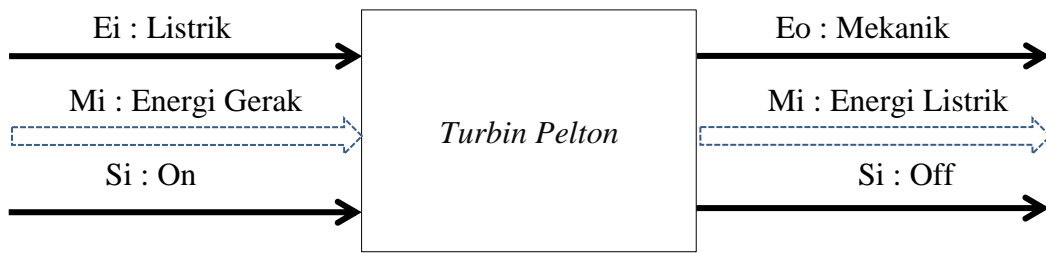
Mekanisme dari Turbin Pelton mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik dalam bentuk pancaran air. Pancaran air yang keluar dari mulut nozel diterima oleh mangkok-mangkok pada roda jalan sehingga roda jalan berputar. Dari putaran inilah menghasilkan energi mekanik yang memutar poros generator sehingga menghasilkan energi listrik. seperti pada Gambar 4.1.

Gambar 4.2. Menjelaskan diagram sub-sub fungsi dari Turbin Pelton yang akan dirancang dari hasil pohon struktur fungsi.

##### 4.1.1 Mencari Data Spesifikasi Teknis Hasil Kebutuhan

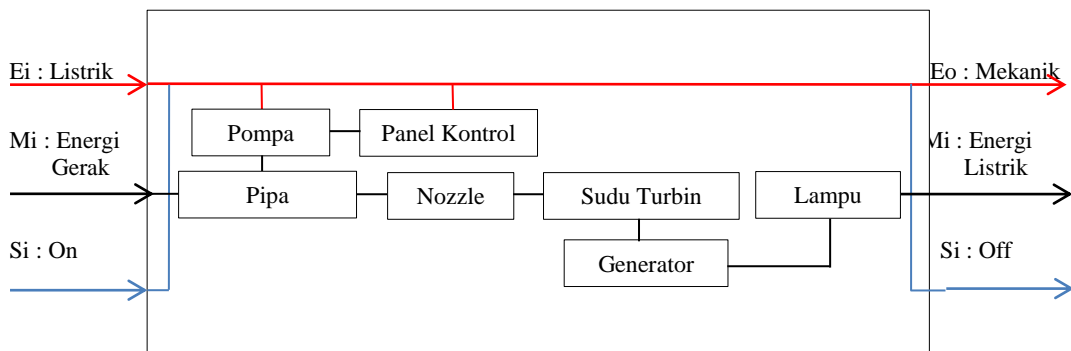
Tabel 4.1 Data Spesifikasi Teknis Hasil Identifikasi Kebutuhan

Persyaratan	Demand (D)	Wishes (W)	Hasil Identifikasi
Energi		√	Daya Listrik Rendah
		√	Dapat Bekerja Bersekala Besar
		√	Mudah Digunakan
Perawatan		√	Mudah Dalam Perawatan
		√	Kemudahan Peroleh Part
Manufaktur		√	Biaya Produksi Terjangkau
		√	Mudah Dibuat
		√	Mudah Dirakit
Keselamatan		√	Mudah Dibongkar Pasang
		√	Mekanisme Tidak Membahayakan
Ergonomis		√	Ukuran Tidak Terlalu Besar
Ekonomis		√	Biaya Produk Yang Dapat Dijangkau



Gambar 4.1 Block Fungsi Turbin Pelton

#### 4.1.2 Perancangan Konsep Turbin Pelton






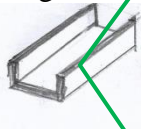
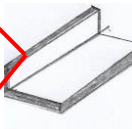




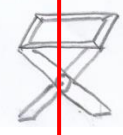


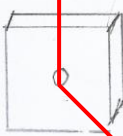
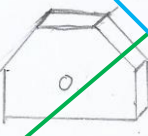
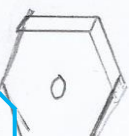

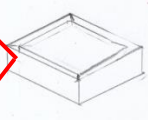

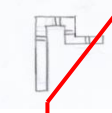

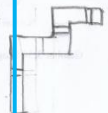
Gambar 4.2 Diagram Sub-Sub Fungsi Turbin Pelton

Proses kerja dari Turbin Pelton adalah pertama energi listrik dihidupkan sehingga memberi daya pada Pompa dan Panel Kontrol Lalu Pompa mendorong air lewat nozzle lalu sudu turbin berputar dan menyimpan energi listrik dan dihidupkan lampu sebagai beban.

Berdasarkan diagram fungsi maka dihasilkan morphological chart Turbin Pelton. Sebelum pembuatan morphological chart maka harus diketahui terlebih dahulu dari kelebihan dan kekurangan pada tiap-tiap sub-fungsi (Suwandi dkk, 2017).

### 4.1.3 Memilih Bahan Pembuatan Turbin Pelton

Tabel. 4.2 Morphological Chart Turbin Pelton

No	Sub Fungsi	Solusi		
		1	2	3
1	Pompa	 Pompa Air Dangkal	 Pompa Air Dalam	 Pompa Air Booster
2	Profil Rangka	 Tipe U	 Tipe L	 Besi O
3	Roda	 Tipe 1	 Tipe 2	 Tipe 3
4	Penopang Panel	 Tipe 1	 Tipe 2	 Tipe 3
5	Rumah Turbin	 Tipe 1	 Tipe 2	 Tipe 3
6	Tempat Air	 Tipe 1	 Tipe 2	 Tipe 3
7	Instalasi Pipa	 Tipe 1	 Tipe 2	 Tipe 3
		V1	V2	V3

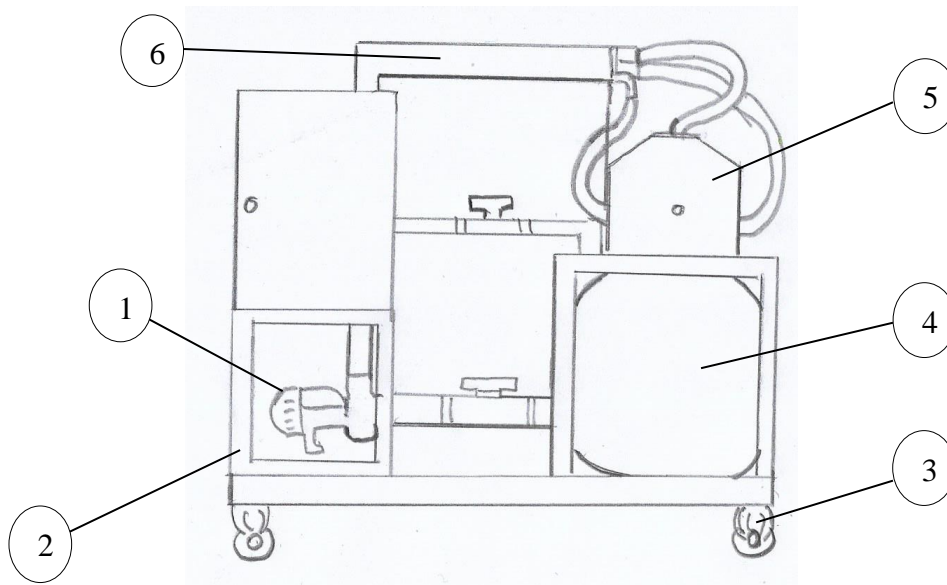
#### 4.1.4 Perancangan Sketsa Turbin Pelton

Dari hasil kombinasi pada tabel prinsip solusi dihasilkan kombinasi sebagai berikut:

Varian 1 : 1-1,2-2,3-1,4-1,5-1,6-2,7-1

**Varian 2 : 1-2,2-1,3-2,4-3,5-2,6-1,7-2**

Varian 3 : 1-3,2-3,3-3,4-2,5-3,6-3,7-3



Keterangan :

(1) Pompa

(4) Tempat air

(2) Penopang Box Panel

(5) Rumah Turbin

(3) Roda

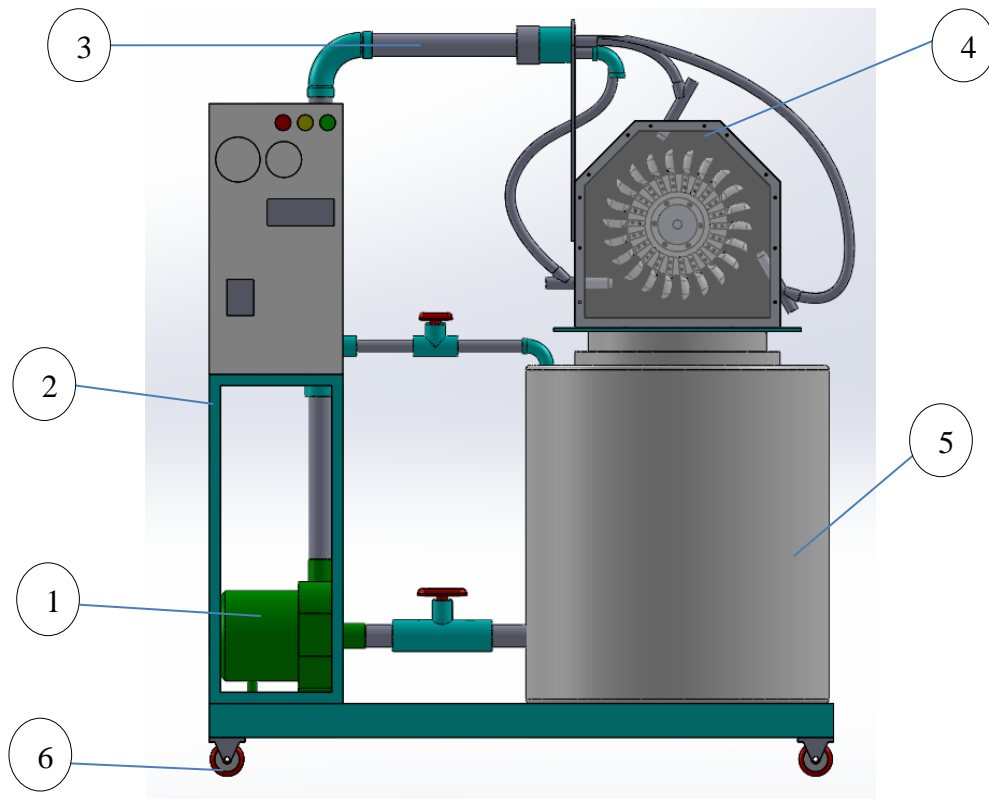
(6) Instalasi Pipa

Gambar 4.3 Sketsa Varian 2

Dari pemilihan konsep turbin pelton yang lebih efektif adalah varian 2 karena pompa yang bagus adalah pompa air dalam, untuk profil rangka digunakan besi Tipe U lebih kuat dan lebih lebar untuk menopang beban seperti pompa dan komponen lainnya, roda digunakan dibagian Tipe 2 agar mudah digerakan, dudukan panel yang digunakan yaitu Tipe 3 agar lebih seimbang dan lebih kuat saat diletakan box panel, rumah turbin yang digunakan ialah Tipe 2 lebih sesuai saat peletakan nozzle, Tempat air menggunakan Tipe 1 digunakan agar mudah peletakan rumah turbin diatas drum dan lebih sesuai, Instalasi Pipa digunakan Tipe 2 agar air mudah mengalir dan tidak banyak hambatan pada aliran.

#### 4.1.5 Desain Gambar Turbin Pelton

Dari hasil gambar sketsa varian 2 ditampilkan desain Turbin Pelton Skala Mikro :



Keterangan :

- |                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| (1) Pompa              | (4) Tempat air     |
| (2) Penopang Box Panel | (5) Rumah Turbin   |
| (3) Roda               | (6) Instalasi Pipa |

Gambar 4.4 Desain Turbin Pelton

#### 4.2 Perhitungan Turbin Pelton

Dalam perancangan ini perhitungan dilakukan berdasarkan parameter yang sudah ditentukan. Parameter tersebut adalah :

---

Head Efektif ( $H$ )	= 11m
Debit Air ( $Q$ )	= 225 L/m = 0,00375 m <sup>3</sup> /s
Gaya Gravitasi ( $g$ )	= 9,81 m/s <sup>2</sup>
Massa Jenis Air ( $\rho$ )	= 1.000 kg
Efisiensi Turbin ( $\eta_t$ )	= 80 %

---



Dari parameter tersebut maka didapat :

**a. Daya yang di hasilkan turbin (P)**

$$P = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H \cdot \eta t$$

$$P = 0,0037 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 11 \cdot 0,8$$

$$P = 319,41 \text{ W} = 0,31 \text{ kW}$$

**b. Kecepatan Mutlak Jet (c1)**

$$c1 = Kc \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot Hn}$$

$$c1 = 0,97 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 11}$$

$$c1 = 14,250 \text{ m/s}$$

**c. Diameter Jet Optimal**

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot c1}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0037}{3,14 \cdot 14,250}}$$

$$d = 0,01831 \text{ m} = 18,309 \text{ mm}$$

**d. Kecepatan Keliling Optimal (U1)**

$$U1 = Ku \sqrt{2 \cdot g \cdot Hn}$$

$$U1 = 0,46 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 11}$$

$$U1 = 6,8 \text{ m/s}$$

**e. Diameter Lingkaran Tusuk**

$$D = \frac{60 \cdot U1 \cdot i}{\pi \cdot nG}$$

$$D = \frac{60 \cdot 6,8 \cdot 1}{3,14 \cdot 0,97}$$

$$D = 0,25826 \text{ m} = 258,26 \text{ mm}$$

**f. Jumlah Mangkok**

$$z = 15 + \frac{D}{2 \cdot d}$$

$$z = 15 + \frac{258,26}{2 \cdot 18,309}$$

$$z = 22,14 = 22 \text{ Buah}$$

**g. Lebar Mangkok**

$$b = 3,2 \cdot d$$

$$b = 3,2 \cdot 18,309$$

$$b = 58,59 \text{ mm} = 60 \text{ mm}$$

**h. Tinggi Mangkok**

$$h = 2,7 \cdot d$$

$$h = 2,7 \cdot 18,309$$

$$h = 49,44 = 49 \text{ mm}$$

**i. Lebar Bukaan Mangkok**

$$a = 1,2 \cdot d$$

$$a = 1,2 \cdot 18,309$$

$$a = 21,97 \text{ mm}$$

**j. Kedalaman Mangkok**

$$t = 0,9 \cdot d$$

$$t = 0,9 \cdot 18,309$$

$$t = 16,48 \text{ mm}$$

**k. Kelonggaran Cetakan**

$$k = 0,135 \cdot D \cdot t$$

$$k = 0,135 \cdot 258,26$$

$$k = 34,86 \text{ mm}$$

### **l. Diameter Luar Runner**

$$Da = D + 1,2 \cdot h$$

$$Da = 258,26 + 1,2 \cdot 49,44$$

$$Da = 317,58 \text{ mm}$$

### **m. Rancangan Poros**

$$Pd = fc \times P \text{ (kW)}$$

fc adalah faktor koreksi, pada persoalan ini dipilih sebesar 1,2 karena dibutuhkan daya yang maksimum. Daya Rencana :

$$Pd = 1,2 \times 0,31$$

$$Pd = 0,37 \text{ kW}$$

### **n. Torsi**

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{N}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{0,37}{1000}$$

$$T = 360,38 \text{ mm}$$

Bahan poros dari baja karbon S30 C ( Sularso, 2004, hal. 5)

$$\sigma_B = 55 \text{ kg/mm}^2$$

$$Sf1 = 6$$

$$Sf2 = 2$$

**Tegangan geser yang terjadi :**

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf1 \times Sf2}$$

$$\tau_a = \frac{55}{6 \times 2}$$

$$\tau_a = 4,58 \text{ kg/mm}^2$$

o. Diameter poros

Diameter minimal poros dihitung dengan rumus ( Sularso, 2004, hal.8 )

$$d1 = \left[ \frac{5,1}{\tau a} Kt. Cb. T \right]^{\frac{1}{3}}$$

Kt dipilih sebesar 1,5 karena diperkirakan terjadi sedikit kejutan atau tumbukan.  
Cb dipilih sebesar 0,1 karena diperkirakan tidak akan terjadi pembebanan lentur.

$$d1 = \left[ \frac{5,1}{4,58} 1,5.1.360,38 \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d1 = 8,44 \text{ mm}$$

(Diameter perancangan poros bertangga yaitu 22mm, 20 mm dan 17mm )

p. Mengukur Base Turbin Pelton dengan mmeletakkan beban pada titik tertentu :

$$w = \rho \times v \times g$$

Maka dari rumus diatas dapat dihitung :

$$w = 0,997 \times 250 \times 9,8$$

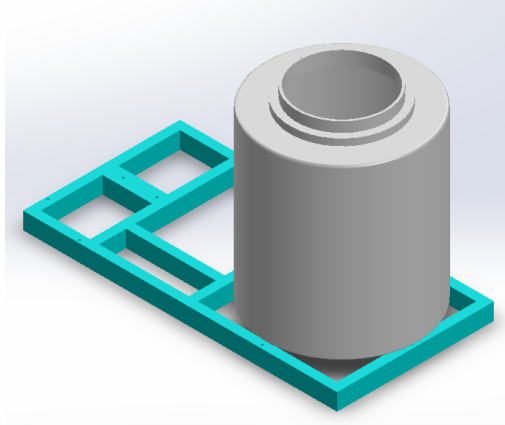
$$w = 2.442.650 \text{ N}$$

#### 4.3 Pembuatan Turbin Pelton

##### 4.3.1 Pembuatan Rangka Turbin Pelton

Untuk membuat rangka turbin pelton perlu dilakukan beberapa bagian sebagai berikut :

1. Sketsa Gambar Turbin Pelton yang akan dirancang dan dibangun, dengan menguji pada titik tertentu.



Gambar 4.5 Sketsa Gambar Base Turbin

2. Mengukur Panjang Besi UNP dengan ukuran panjang 140cm dan lebar 70cm yang dimana setiap ukuran dibuat menjadi dua bagian dengan menggunakan roll meter dan penanda.



Gambar 4.6 Mengukur Besi UNP

3. Memotong bahan yang sudah di ukur dan sudah di tandai menggunakan Gergaji Mesin Konvensional.



Gambar 4.7 Memotong Bahan

- Menyusun bahan yang sudah di potong lalu bahan di las dan disatukan sehingga berbentuk persegi panjang.



Gambar 4.8 Bahan di Las disatukan

- Meratakan permukaan setelah di las dengan menggunakan Mesin Gerinda Tangan sehingga permukaan besi menjadi rata.



Gambar 4.9 Merapikan Permukaan

- Merapikan sudut-sudut pada besi dengan dempul besi dan diampelas sehingga permukaan menjadi halus dan rata.



Gambar 4.10 Mendempul dan Mengamplas Permukaan

7. Pengecatan dasar pada benda kerja lalu pengecatan warna asli.



Gambar 4.11 Pengecatan

#### 4.3.2 Pembuatan dudukan panel

Untuk membuat dudukan turbin panel perlu dilakukan beberapa bagian sebagai berikut :

1. Mengukur Panjang Besi Siku dengan menggunakan roll meter dan penanda yaitu dengan ukuran 30 x 60 x 20 yang dimana setiap ukuran dibuat menjadi 4 buah.



Gambar 4.12 Mengukur Panjang Besi Siku

2. Memotong besi siku yang sudah di ukur dan sudah di tandai menggunakan Mesin Gerinda Potong



Gambar 4.13 Memotong Besi Siku

3. Menyusun bahan yang sudah di potong lalu bahan di las dan disatukan sehingga berbentuk persegi panjang.



Gambar 4.14 Menyatukan Bahan Dudukan Panel

4. Meratakan permukaan setelah di las dengan menggunakan Mesin Gerinda Tangan sehingga permukaan besi menjadi rata.



Gambar 4.15 Merapikan dan Meratakan Permukaan Dudukan Panel



5. Merapikan sudut-sudut pada besi dengan dempul besi dan diampelas sehingga permukaan menjadi halus dan rata.



Gambar 4.16 Mendempul dudukan Panel

6. Pengecatan dasar pada benda kerja lalu pengecatan warna asli.



Gambar 4.17 Pengecatan dudukan panel

#### 4.3.3 Pembuatan Cincin Drum

1. Mengukur Plat tipis dan besi siku dengan menggunakan roll meter dan penanda yaitu dengan ukuran 680mm yang dimana setiap ukuran dibuat menjadi 2 buah dan besi siku di gunakan untuk kaki plat besi dengan 15mm x 20mm sebanyak 8 buah .



Gambar 4.18 Membuat Cincin Drum

2. Memotong bahan yang sudah diukur dan sudah di tandai menggunakan Mesin Gerinda Tangan lalu pelat ditekuk menjadi satu lingkaran.



Gambar 4.19 Menekuk Bahan menjadi sebuah lingkaran

3. Membuat kaki plat besi dengan ukuran 30mm lalu di bor menggunakan mesin bor duduk dengan ukuran 8mm dan dilas pada tiap ujung besi agar menyatu dengan base turbin pelton, serta untuk kaki plat besi di baut.



Gambar 4.20 Melubangi plat L untuk menyatukan kebase turbin

4. Meratakan setiap sudut setelah di las dengan menggunakan Mesin Gerinda Tangan sehingga permukaan besi menjadi rata.



Gambar 4.21 Meratakan Permukaan Cincin Drum

5. Merapikan besi yang disatukan dengan dempul besi dan diampelas sehingga permukaan menjadi halus dan rata.



Gambar 4.22 Mendempul dudukan drum

6. Pengecatan dasar pada benda kerja lalu pengecatan warna asli.



Gambar 4.23 Pengecatan Benda Kerja

#### 4.3.4 Pemasangan Instalasi Pipa

1. Mengukur Pipa PVC dengan menggunakan roll meter dan penanda dengan ukuran 150 dimana setiap ukuran menjadi 4 buah.



Gambar 4.24 Mengukur Pipa PVC

2. Memotong bahan yang sudah di ukur dan sudah di tandai menggunakan Gergaji Besi.



Gambar 4.25 Memotong Pipa PVC

3. Menyatukan Pipa menggunakan lem pipa yaitu, Elbow, Sambungan T (*Tee Stuck*), Water Mur, Kran Air (*Valve*), Saringan Air (*Foot Valve*), Drat Luar (SDL) dan Sock Drat Dalam (SDD).



Gambar 4.26 Menyatukan Pipa

#### 4.3.5 Pembuatan Poros Turbin

1. Mengukur Besi Bulat dengan menggunakan Jangka Sorong dimana ukurannya 176mm.



Gambar 4.27 Mengukur Besi Bulat

2. Memotong bahan yang sudah di ukur dan sudah di tandai menggunakan Gergaji Mesin Konvensional.



Gambar 4.28 Memotong Besi Bulat

3. Meletakkan Poros Turbin pada cark mesin bubut dan pemakan sesuai dengan ukuran seperti gambar di bawah ini :



Gambar 4.29 Membubut Poros Turbin

4. Meletakkan Poros pada mesin milling untuk pembuatan spee yang berjarang 10mm dengan ketebalan 5mm



Gambar 4.30 Pembuatan Spee Poros Turbin

#### 4.3.6 Pembuatan Runner

1. Mengukur Dural dengan menggunakan roll meter dan penanda dimana ukuran 300 mm x 300 mm dan tebal 17mm.



Gambar 4.31 Mengukur Dural

2. Membuat lingkaran dengan ukuran diameter 246,24 mm kemudian lingkaran di bor dengan menggunakan bor lantai.



Gambar 4.32 Melubangi lingkaran

3. Memotong sesuai yang sudah dibor dengan menggunakan gergaji besi sampai berbentuk lingkaran dan permukaannya masih belum rata.



Gambar 4.33 Memotong Runner

4. Melatakan runner pada cark mesin bubut dan pemakan sesuai dengan ukuran seperti gambar di bawah ini :



Gambar 4.34 Meletakkan Runner dicark Mesin Bubut

5. Membuat lubang tengah pada runner yaitu dengan ukuran diameter 89 mm dengan menggunakan bor bubut 15mm, 20mm, 25mm, 35mm, dan 40mm kemudian di bubut kembali sampai sesuai dengan ukuran.



Gambar 4.35 Membuat lubang tengah pada runner

6. Membuat lubang pembagi untuk bucket dan penerus turbin dengan ukuran 5mm sebanyak 22 buah.



Gambar 4.36 Membuat Lubng Pembagi

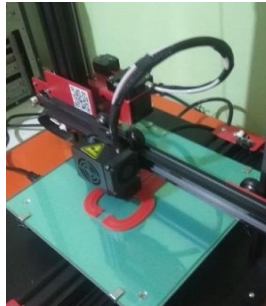
7. Meletakkan runner pada cark mesin bubut kembali untuk membuat dudukan bucket yaitu panjang 40mm dan tebal 10mm dari ujung lingkaran kedalam seperti gambar di bawah ini :



Gambar 4.37 Membubut Kembali Sejauh 40mm

#### 4.3.7 Pembuatan Bucket

1. Menggambar disoftware solidworks dengan dimensi 49 mm x 60 mm kemudian dipindahkan ke software 3D Printing Kemudian diprin.



Gambar 4.38 Cetakan Bucket Menggunakan 3D Printing

2. Pembuatan kayu persegi panjang sebanyak 2 buah sebagai tempat cetakan bucket.



Gambar 4.39 Tempat Cetakan Bucket



3. Menyaring pasir cetak agar gampang di cetak dan hasilnya lebih bagus.



Gambar 4.40 Pasir Cetak yang Sudah Disaring

4. Mensemprotkan water glass dan air dengan perbandingan 3% air dan 97% Water glass, lalu di aduk sampai merata.



Gambar 4.41 Mencampurkan Waterglass Dengan Air

5. Meletakkan 2 cetakan bucket kedalam kayu dengan posisi ditengah.



Gambar 4.42 Cetakan Bucket

6. Kemudian letakan pipa ½ in ditengah untuk membuat lubang aliran masuk leburan alumunium.



Gambar 4.43 Pipa 1/2 in Pembuatan Lubang

7. Menuangkan Pasir yang halus terlebih dahulu agar hasil permukaan menjadi halus dan rata kemudian meletakkan pasir yang sudah di saring sampai penuh lalu dipadatkan menggunakan kayu.



Gambar 4.44 Menuangkan Pasir Cetak

8. Memasang penutup kayu lalu kunci setiap sisi dengan baut dan morr 10mm kemudian meletakkan pipa di tengah kemudian meletakkan pasir halus dan meletakkan pasir yang sudah di saring kemudian di padatkan menggunakan kayu.



Gambar 4.45 Memasang Penutup Kayu

9. Memasang Kembali kayu kemudian leburan aluminium di tuangkan kedalam lubang pipa yang sudah di lepas.



Gambar 4.46 Menuangkan Leburan Aluminium

#### 4.3.8 Pembuatan Dudukan Rumah Turbin

1. Mengukur Dural dengan menggunakan roll meter dan penanda di mana ukuran 555mm x 445mm dengan tebal 8mm



Gambar 4.47 Mengukur Dural

2. Meletakkan Dural diragum dan diratakan sesuai dengan ukuran yang sudah di tandai menggunakan mesin milling.



Gambar 4.48 Meratakan Permukaan

3. Pembuatan Bolongan ditengah Dural untuk jatuhnya air dengan ukuran 320mm x 80mm, dengan meletakkan dural di ragum dan di bor bagian dalam sesuai ukuran menggunakan bor duduk.



Gambar 4.49 Melubangi Base Turbin

4. Meratakan bolongan setelah di bor dengan menggunakan mesin milling konvensional.



Gambar 4.50 Meratakan yang telah dibor

#### 4.3.9 Pembuatan Rumah Turbin

1. Mengukur plat Aluminium dengan menggunakan roll meter dan penanda dimana ukuran 150mm x 500mm x 500mm.



Gambar 4.51 Mengukur Plat Aluminium

2. Kemudian sisi atas ditekuk dengan kemiringan 20mm setiap sisinya dengan panjang 190mm



Gambar 4.52 Menekuk Plat Aluminium

3. Lalu dibor bagian yang di tekuk dengan ukuran 4,2mm kemudian di Tap dengan ukuran 5mm.



Gambar 4.53 Mengebor bagian yang di tekuk

4. Membuat penutup rumah turbin dengan akrilik yaitu mengukur bagian depan lalu di bor ukuran 5 dan di countersing kepala baut agar masuk kedalam.



Gambar 4.54 Memotong Akrilik

5. Meratakan permukaan yang telah dipotong menggunakan mesin miling konvensional.



Gambar 4.55 Meratakan Permukaan Akrilik

#### 4.3.10 Pembuatan *Nozzle*

1. Mengukur Kuningan Bulat dengan menggunakan roll meter dan penanda dimana panjang 86,63mm, 85,17mm dan 143,32mm dimana diameter 25mm.



Gambar 4.56 Mengukur Besi Kuningan Bulat

2. Setelah itu Kuningan Bulat di bor menggunakan mesin bubut dengan diameter 16,5mm untuk keluarnya air.



Gambar 4.57 Mengebor Besi Kuningan Bulat

3. Membuat Ulir luar bagian ujung ukuran 10mm dan belakang ukuran 10mm nozzle dengan ukuran ulir 17,5mm.



Gambar 4.58 Membuat Ulir Luar

4. Lalu Mengukur kembali Kuningan bulat untuk penutup depan dan belakang dengan panjang 20mm sebanyak 3 buah, lalu di bor menggunakan mesin bubut diameter lubang 10mm, 12mm dan 18mm kemudian ujung dibentuk kerucut dengan kemiringan 20°. Kemudian di ulir bagian dalam dengan jarak 10mm dengan ukuran ulir 17,5mm.



Gambar 4.59 Membuat Ulir Dalam

#### 4.4 Rancangan Anggaran Biaya

Untuk pembuatan turbin pelton digunakan beberapa tahapan bahan yang akan dibeli dengan biaya seperti berikut :

##### 4.4.1 Pembuatan Kontruksi Turbin

Tabel 4.3 Rancangan Anggaran Biaya Kontruksi Turbin

No.	Material	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Besi UNP	2 Batang	154,000	308,000
2	Besi Siku	4 Batang	74,000	296,000
3	Roda	4 Unit	40,000	160,000
4	Besi Plat 10mm	1 m <sup>2</sup>	80,000	80,000
<b>Sub Total (Rp)</b>				<b>844,000</b>

#### 4.4.2 Pembuatan Instalasi Air

Tabel 4.4 Rancangan Anggaran Biaya Instalasi Air

No.	Material	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pompa	1 Unit	1,500,000	1,500,000
2	Pipa PVC 2 Inch	1 Batang	475,000	475,000
3	Pipa PVC 1 Inch	1 Batang	139,000	139,000
4	Pipa PVC 3/4 Inch	1 Batang	88,000	88,000
5	Saringan Kuningan	1 unit	500,000	500,000
6	Socket Drat Dalam 2 inch	3 unit	8,000	24,000
7	Socket Drat Luar 2 Inch	3 unit	10,000	30,000
8	Elbow 2 inch	1 unit	15,000	15,000
9	Elbow 3/4 Inch	1 unit	3,500	3,500
10	Elbow 1 Inch	1 unit	2,500	2,500
11	Elbow Kuningan 45° 3/4inch	3 buah	36,000	108,000
12	Sambungan Tee 2 / 1 Inch	1 buah	11,000	11,000
13	Water Mur 2 Inch	2 buah	56,000	112,000
14	Ball Valve 2 Inch	1 buah	245,000	245,000
15	Ball Valve 1 Inch	1 buah	112,000	112,000
16	Ball Valve Kuningan ¾	3 buah	150,000	450,000
17	Selang Transparan 1 Inch	5 meter	28,000	140,000
18	Strainer Kuningan ¾	3 buah	120,000	360,000
19	Double Neeple ¾	3 buah	18,000	54,000
20	Material Nozzle Kuningan 1 Inch	1 meter	500,000	500,000
21	Knob Nozzle	3 buah	50,000	150,000
22	Baut Needle	3 buah	17,000	51,000
23	klem 1 Inch	6 buah	3,000	18,000
24	Lem PVC	5 buah	10,000	50,000
25	Seal Tape	5 buah	5,000	25,000
26	Material Sambungan Pembagi	2 kg	90,000	180,000
27	Material Penyangga Sambungan Pembagi	3 kg	90,000	270,000
<b>Sub Total (Rp)</b>				<b>5,613,000</b>

#### 4.4.3 Pembuatan Rumah Turbin dan Wheel Turbin

Tabel 4.5 Rancangan Anggaran Biaya Rumah Turbin dan Wheel Turbin

No.	Material	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Cover Turbin Aluminium	1 buah	500,000	500,000
2	Cover Turbin Akrilik	1 buah	155,000	155,000
3	Base Rumah Turbin	5 kg	90,000	450,000
4	Material Dural Runner	30 kg	90,000	2,700,000
5	Material Dural Bucket	20 kg	90,000	1,800,000



6	Material Stainles Poros Turbin	3	kg	180,000	540,000
7	Rumah Bearing Wheel Turbin	1	kg	90,000	90,000
8	Rumah Bearing Wheel Generator	1	kg	90,000	90,000
9	Base wheel Turbin & Generator	5	kg	90,000	450,000
10	Baut Bucket Stainless Steel L M6 X 35	50	Pcs	4,000	200,000
11	Baut Runner Stainless Steel L M6 X 25	6	Pcs	2,000	12,000
12	Baut Dudukan Wheel Turbin & Generator Stainless steel L M6 X 40	12	Pcs	5,000	60,000
13	Baut Cover Depan Stainless steel Counter Shunk L M5 X 15	16	Pcs	3,000	48,000
14	Baut Cover belakang Stainless steel JP M5 X15	16	Pcs	2,000	32,000
15	Baut base turbine Stainless steel L M5 X 15	8	Pcs	2,500	20,000
16	Baut dudukan nozeel & penyangga Stainless steel L M6 X 30	15	Pcs	3,500	52,500
17	Pasir cetak	20	kg	35,000	700,000
18	Kotak cetakan	3	pasang	70,000	210,000
19	Bedak tabor	2	botol	20,000	40,000
20	Water glass	4	botol	50,000	200,000
21	Saringan pasir cetak	1	buah	35,000	35,000
22	Pengaduk Coran	1	buah	57,000	57,000
23	Sprayer	1	botol	23,500	23,500
24	3D Printing Pattren Bucket	2	buah	300,000	600,000
25	Lem Silicon	5	Botol	35,000	175,000
26	Karet Seal Rumah Turbin	1	Meter	150,000	150,000
27	Seal Poros	1	Buah	50,000	50,000
28	Seal O Ring Nozeel	5	Buah	50,000	250,000
				<b>Sub Total (Rp)</b>	<b>9,690,000</b>

#### 4.4.4 Pembuatan Panel & Data Aquisisi

Tabel 4.6 Rancangan Anggaran Biaya Panel & Data Aquisisi

No.	Material	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Box panel	1 unit	150,000	150,000
2	Inverter Pompa 3 phasa	1 unit	2,000,000	2,000,000
3	MCB 3 phasa	1 unit	300,000	300,000
4	Terminal	1 buah	15,000	15,000
5	Skun kabel	3 bungkus	50,000	150,000

6	Kabel Ties	1	bungkus	30,000	30,000
7	Klip Kabel	1	bungkus	20,000	20,000
8	Kabel Power 4 x 25	5	meter	10,000	50,000
9	Socket Power 3 phasa Male female	1	pasang	220,000	220,000
10	Board arduino Atmega	1	unit	900,000	900,000
11	Box Arduino	1	Buah	20,000	20,000
12	Sensor Flow meter	1	Unit	500,000	500,000
13	Sensor Tekanan	2	Unit	200,000	400,000
14	Sensor Load Cell	1	Unit	300,000	300,000
15	Sensor Kecepatan	1	Unit	25,000	25,000
16	Sensor Tegangan	1	Unit	5,000	5,000
17	Sensor Arus	1	Unit	20,000	20,000
18	Generator DC	1	Unit	700,000	700,000
19	Pressure Gauge	2	Buah	400,000	800,000
20	LCD Monitor	1	Unit	92,000	92,000
21	Kabel pelangi arduino	5	Paket	10,000	50,000
22	Adaptor Power Arduino	1	Unit	40,000	40,000
23	Kabel Data	1	Buah	20,000	20,000
24	Lampu indikator	3	Buah	5,000	15,000
25	Selang Pressure Gauge	5	meter	12,000	60,000
26	Klem 1/4 inch	6	Buah	2,000	12,000
27	Sambungan T pneumatik	2	Buah	10,000	20,000
28	Fleksibel kabel besar & Kecil	10	meter	15,000	150,000
29	Isolasi tape	2	Roll	10,000	20,000
30	Akrilik name plate	1	buah	20,000	20,000
31	Kertas stiker name plate	1	bungkus	40,000	40,000
				<b>Sub Total (Rp)</b>	<b>7,144,000</b>

#### 4.4.5 *Painting* / Pengecatan

Tabel 4.7 Rancangan Anggaran Biaya *Painting* / Pengecatan

No.	Material	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)	
1	Cat Putih Dana Paint	1	kg	300,000	
2	Cat Oplos Biru	1	kg	80,000	
3	Cat Hitam	1	kg	20,000	
4	Cat Silver	1	kg	30,000	
5	Poxy Primer Dana Paint	1	kg	70000	
6	Thiner Cobra	7	Kaleng	32000	
7	Dempul	3	Kaleng	30000	
8	Clear Dana Glose	1	Kaleng	80000	
9	Cat Putih Mutiara	1	kg	35000	
10	Tape Kertas	2	roll	10000	
				<b>Sub Total (Rp)</b>	<b>949,000</b>

#### 4.4.6 Total Dana Pembuatan Turbin Pelton

Tabel 4.8 Total Dana Pembuatan Turbin Pelton

No.	Material	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Kontruksi Turbin Pelton	1 Paket	844,000	844,000
2	Sistem Instalasi Air	1 Paket	5,613,000	5,613,000
3	Rumah Turbin dan Wheel Turbin	1 Paket	9,690,000	9,690,000
4	Panel dan Data Aquisisi	1 Paket	7,144,000	7,144,000
5	Painting / Pengecatan	1 Paket	949,000	949,000
			<b>Sub Total (Rp)</b>	<b>24,240,000</b>

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 1.6 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah dicapai dari keseluruhan proses perancangan dan pembuatan Turbin Pelton yaitu :

1. Perancangan dan pembuatan Turbin Pelton melalui banyak proses mulai dari mencari data hasil identifikasi kebutuhan masyarakat, membuat diagram sub-sub fungsi Turbin Pelton, menentukan bahan, membuat sketsa gambar dan merakit alat Turbin Pelton.

2. Data dari hasil perancangan dan pembuatan turbin pelton yang dilakukan yaitu :

- Perolehan dari Spesifikasi Pompa
  - a. Head Efektif (H) = 11m
  - b. Debit Air (Q) = 225 L/m
  - c. Diameter Pipa ( $\phi$ ) = 2 inchi = 0,050mm
  - d. Kecepatan Putaran (N) = 500 rpm
  - e. Daya Keluaran (P) = 430 Watt
  
- Perolehan data dari perhitungan dimensi utama
  - a. Kecepatan Mutlak jet ( $c_1$ ) = 14,250 m/s
  - b. Diameter Jet Optimal (d) = 0,01831 m = 18,309 mm
  - c. Kecepatan Keliling Optimal ( $u_1$ ) = 6,8 m/s
  - d. Diameter Lingkaran Tusuk (D) = 0,25826 m = 258,26 mm
  - e. Jumlah Mangkok (Z) = 22 Buah
  - f. Lebar Mangkok (b) = 60 mm
  - g. Tinggi Mangkok (h) = 49,44 mm
  - h. Lebar Buka Mangkok (a) = 21,97 mm
  - i. Kedalaman Mangkok (t) = 16,48 mm
  - j. Kelonggaran Cetakan (k) = 25,83 mm

- Perolehan data dari perhitungan poros
- a. Daya Rencana (Pd) = 0,35 Kw
  - b. Berat runner (w) = 15 kg
  - c. Diameter Poros Bertingkat (ds) = 22, 20 dan 17 mm

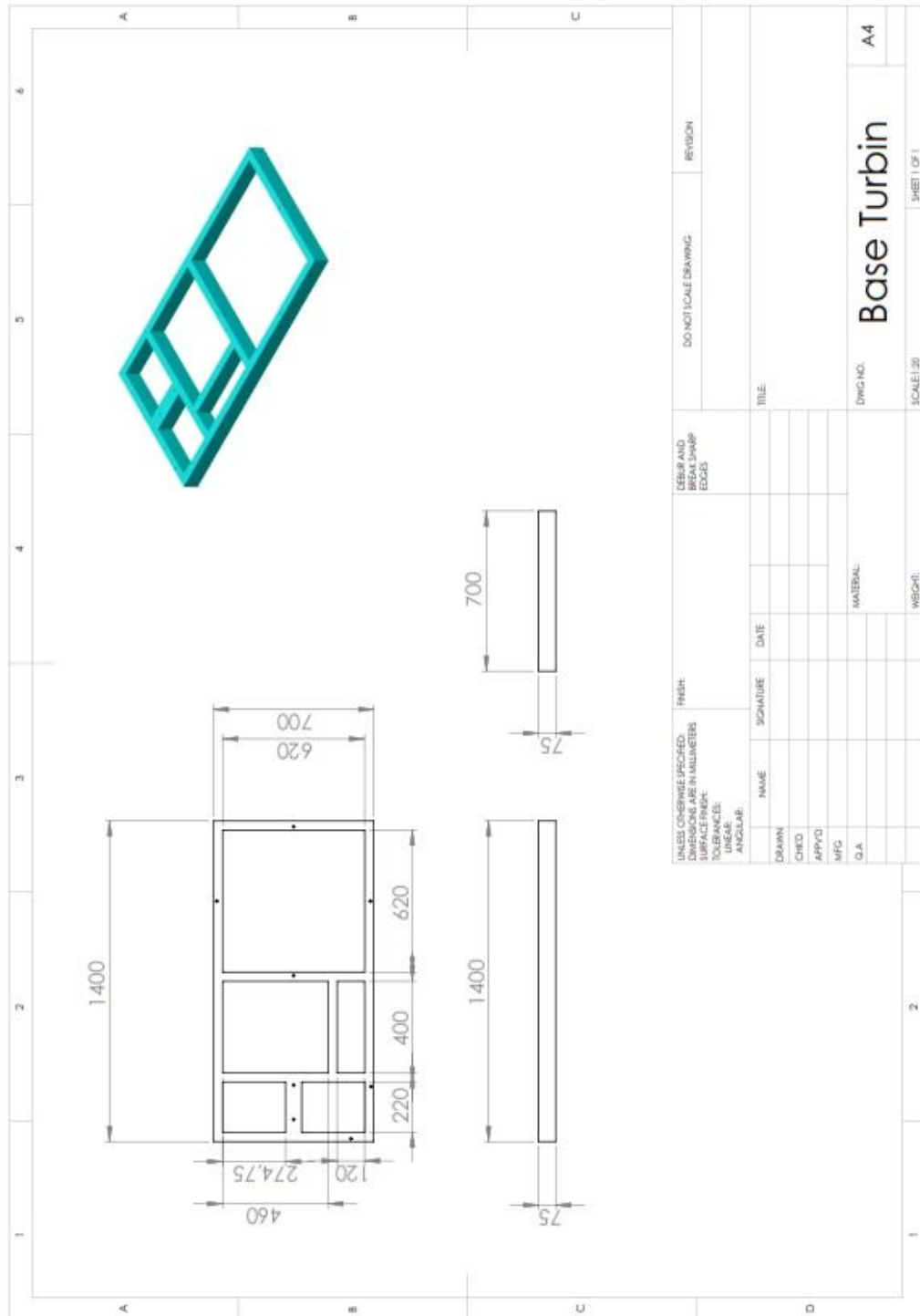
## 5.2 Saran

Adapun saran dalam perancangan dan pembuatan alat Turbin Pelton skala mikro sebagai berikut :

1. Untuk Tenaga yang dihasilkan Pompa, diganti dengan daya yang sesuai agar bisa mendapatkan listrik yang maksimal.
2. Menambah Pompa agar bisa menjadi rangkaian seri dan paralel pada pompa
3. Penambahan lubang untuk pengisian air dan pembuangan air pada penampungan air .

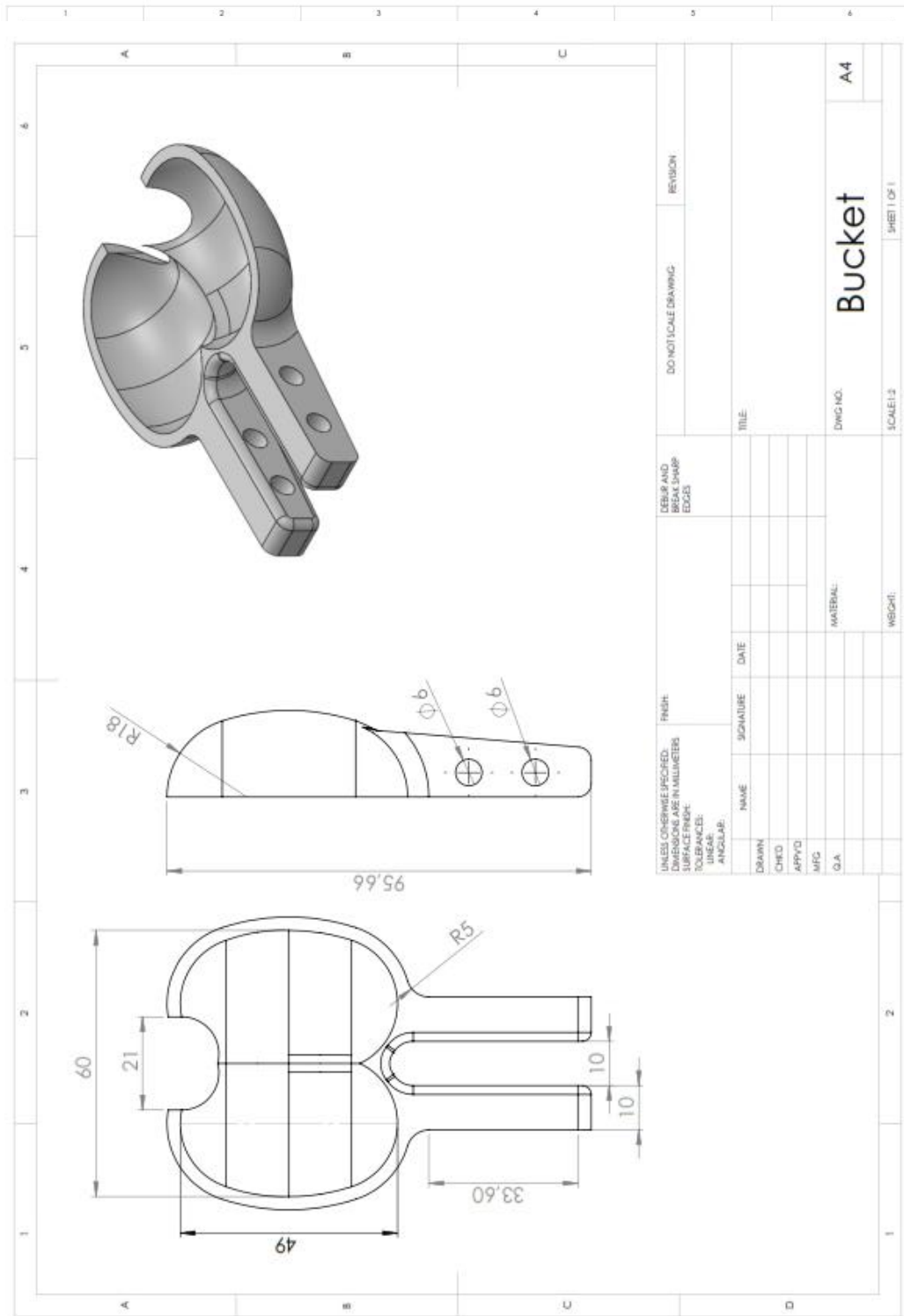
# LAMPIRAN

Lampiran 1 Desain Base Turbin



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH	DRAWN AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
TOLERANCES:						
LINE	ANGULAR		NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE
			DRAWN			
			CHECK			
			APP'D			
			MFG			
			Q.A.			
			MATERIAL:		DWG. NO. <b>Base Turbin</b>	
			WEIGHT:		SCALE: 1:20	
			SHEET 1 OF 1		A4	

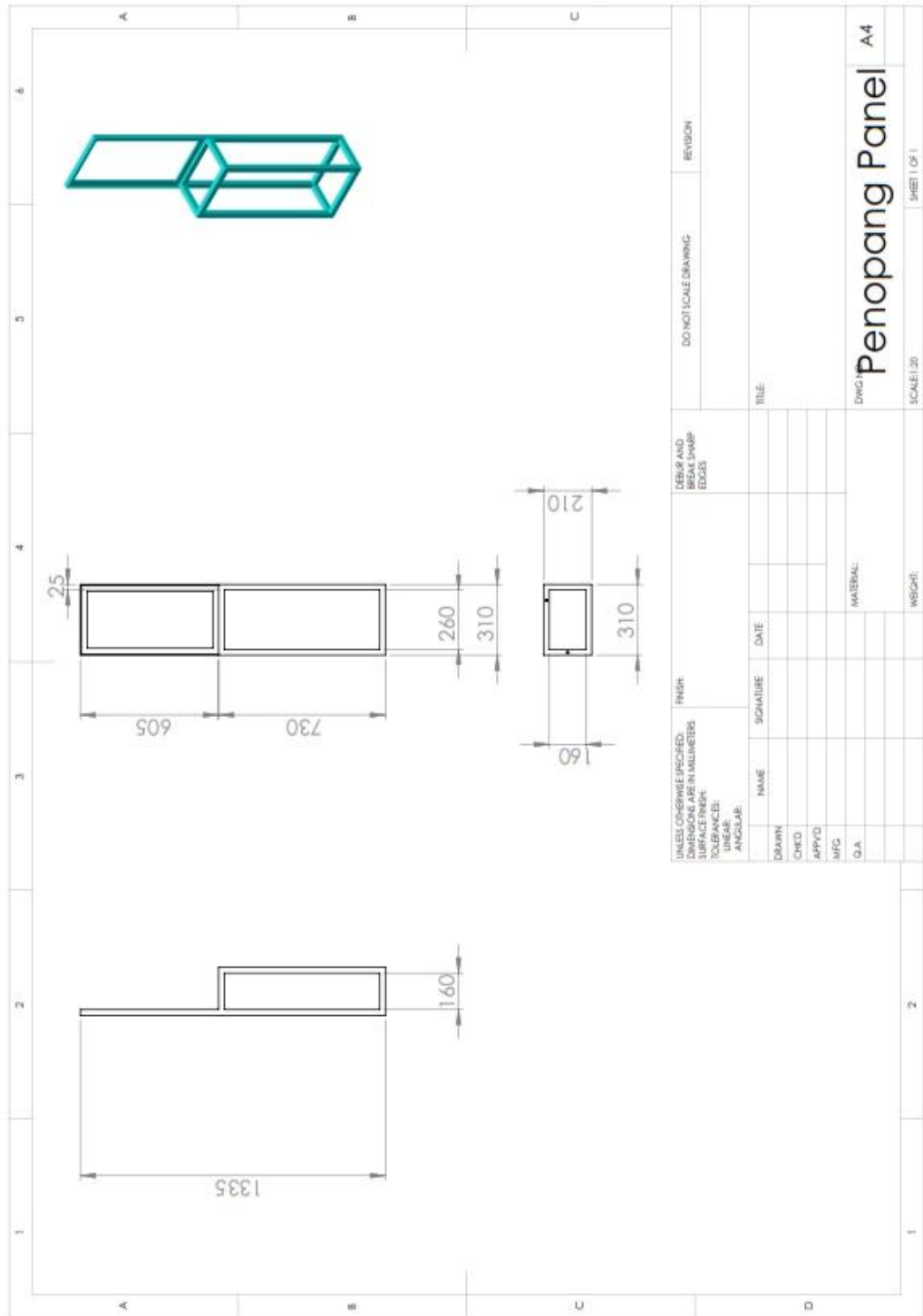
Lampiran 2 Desain *Bucket*



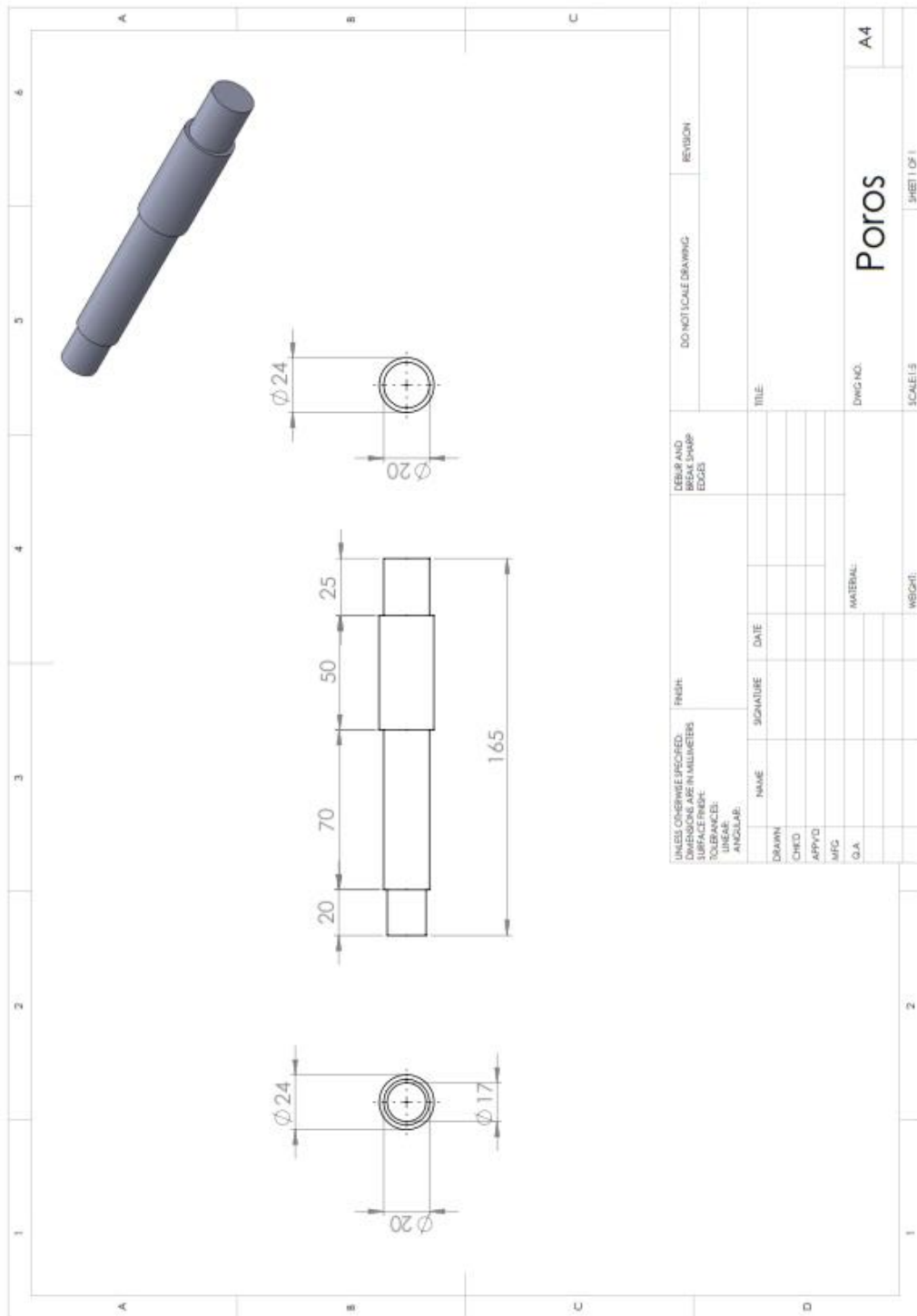
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:		FINISH		DEBUR AND CHAMFER EDGES		DO NOT SCALE DRAWING:		REVISION	
DIMENSIONS IN MILLIMETERS									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
HOLE:									
ANGULAR:									
DRW	NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE		DWG NO.		SCALE: 1:1	
CHK				Bucket		A4			
APP				MATERIAL:					
MFG				WEIGHT:					
QA									



Lampiran 3 Desain Dudukan Panel

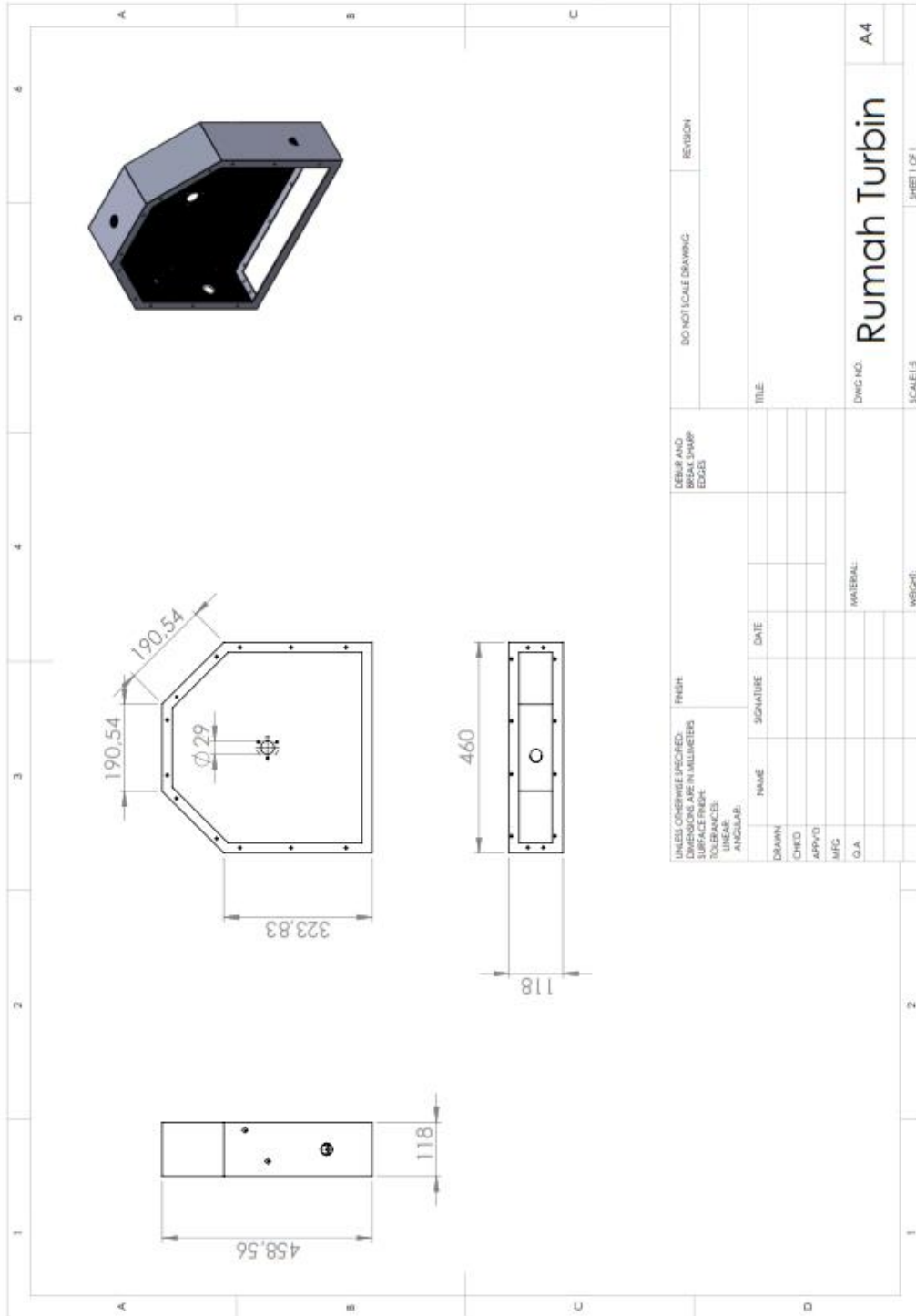


Lampiran 4 Desain Poros

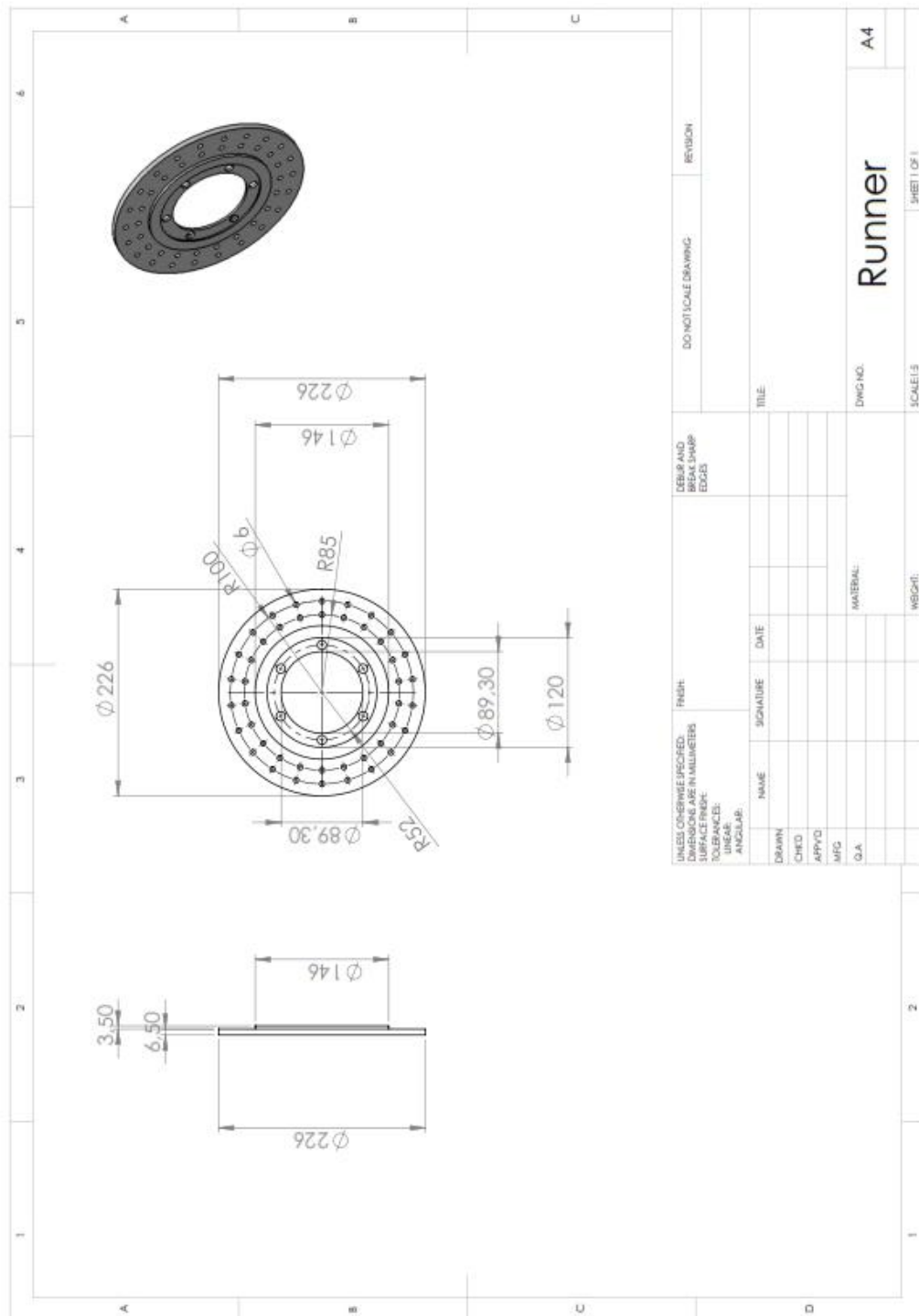


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH	DO NOT SCALE DRAWING		REVISION
SURFACE FINISH:					
TOLERANCES:					
LINEAR:					
ANGULAR:					
DESIGN	NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE	
CHECK					
APPROV.					
MFG					
G.A.					
MATERIAL:			DWC NO. Poros		A4
WEIGHT:			SCALE: 1:1		SHEET 1 OF 1

Lampiran 5 Desain Rumah Turbin

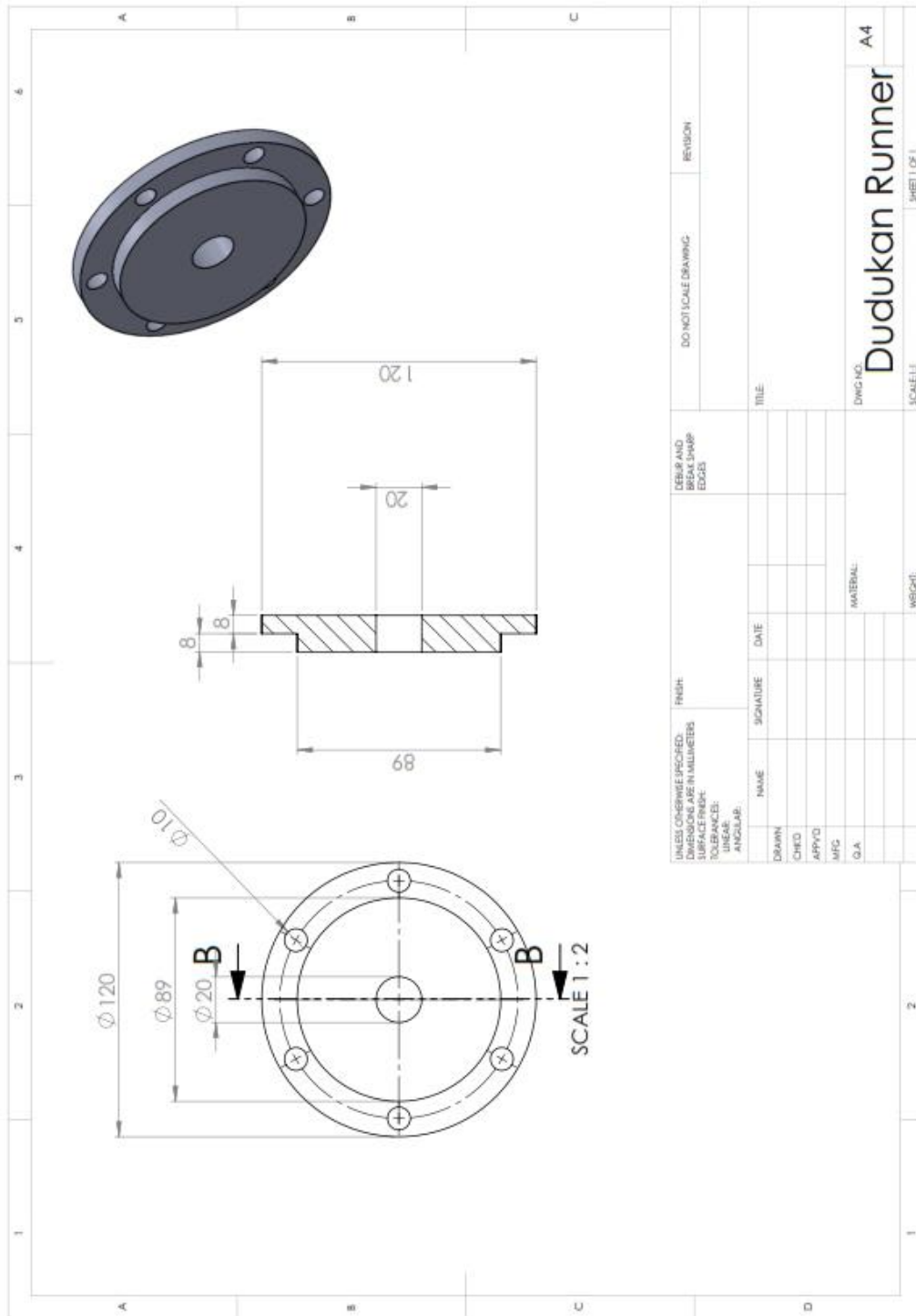


Lampiran 6 Desain *Runner*



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:		RADIUS AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN:		NAME:		SIGNATURE:		DATE:		TITLE:	
CHECKED:									
APPROVED:									
MFG:									
Q.A:									
								DWG NO.:	
								SCALE: 1:1	
								WEIGHT:	
								SHEET 1 OF 1	
								A4	
								Runner	

Lampiran 7 Dudukan *Runner*



THESE DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS FINISH: _____ SURFACE FINISH: _____ TOLERANCES: LINEAR: _____ ANGULAR: _____		REVISION: _____ DO NOT SCALE DRAWING: _____	
NAME: _____ SIGNATURE: _____ DATE: _____		TITLE: _____	
DRAWN: _____ CHECKED: _____ APPROVED: _____ MFG: _____ Q.A: _____		REPAIR AND BREAK SHARP EDGES: _____	
MATERIAL: _____		DWG. NO. <b>Dudukan Runner</b> A4	
WEIGHT: _____		SCALE: 1:2 SHEET 1 OF 1	

Lampiran 8 Rancangan Anggaran Biaya

<b>A. Kontruksi Turbin Pelton</b>					
No.	Material	Kuantitas		Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Besi UNP	2	batang	154,000	308,000
2	Besi Siku	4	batang	74,000	296,000
3	Roda	4	unit	40,000	160,000
4	Besi Plat 10mm	1	m <sup>2</sup>	80,000	80,000
<b>Sub Total (Rp)</b>					<b>844,000</b>
<b>B. Sistem Instalasi Air</b>					
No.	Material	Kuantitas		Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pompa	1	unit	1,500,000	1,500,000
2	Pipa PVC 2 Inch	1	batang	475,000	475,000
3	Pipa PVC 1 Inch	1	batang	139,000	139,000
4	Pipa PVC 3/4 Inch	1	batang	88,000	88,000
5	Saringan Kuningan	1	unit	500,000	500,000
6	Socket Drat Dalam 2 inch	3	unit	8,000	24,000
7	Socket Drat Luar 2 Inch	3	unit	10,000	30,000
8	Elbow 2 inch	1	unit	15,000	15,000
9	Elbow 3/4 Inch	1	unit	3,500	3,500
10	Elbow 1 Inch	1	unit	2,500	2,500
11	Elbow Kuningan 45° 3/4 inch	3	buah	36,000	108,000
12	Sambungan Tee 2 / 1 Inch	1	buah	11,000	11,000
13	Water Mur 2 Inch	2	buah	56,000	112,000
14	Ball Valve 2 Inch	1	buah	245,000	245,000
15	Ball Valve 1 Inch	1	buah	112,000	112,000
16	Ball Valve Kuningan 3/4	3	buah	150,000	450,000
17	Selang Transparan 1 Inch	5	meter	28,000	140,000
18	Strainer Kuningan 3/4	3	buah	120,000	360,000
19	Double Neeple ¾	3	buah	18,000	54,000
20	Material Nozzle Kuningan 1 Inch	1	meter	500,000	500,000
21	Knob Nozzle	3	buah	50,000	150,000
22	Baut Needle	3	buah	17,000	51,000
23	klem 1 Inch	6	buah	3,000	18,000
24	Lem PVC	5	buah	10,000	50,000
25	Seal Tape	5	buah	5,000	25,000
26	Material Sambungan Pembagi	2	kg	90,000	180,000
27	Material Penyangga Sambungan Pembagi	3	kg	90,000	270,000
<b>Sub Total (Rp)</b>					<b>5,613,000</b>

<b>C. Rumah Turbin dan Wheel Turbin</b>					
No.	Material	Kuantitas		Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Cover Turbin Aluminium	1	buah	500,000	500,000
2	Cover Turbin Akrilik	1	buah	155,000	155,000
3	Base Rumah Turbin	5	kg	90,000	450,000
4	Material Dural Runner	30	kg	90,000	2,700,000
5	Material Dural Bucket	20	kg	90,000	1,800,000
6	Material Stainles Poros Turbin	3	kg	180,000	540,000
7	Rumah Bearing Wheel Turbin	1	kg	90,000	90,000
8	Rumah Bearing Wheel Generator	1	kg	90,000	90,000
9	Base wheel Turbin & Generator	5	kg	90,000	450,000
10	Baut Bucket Stainless Steel L M6 X 35	50	Pcs	4,000	200,000
11	Baut Runner Stainless Steel L M6 X 25	6	Pcs	2,000	12,000
12	Baut Dudukan Wheel Turbin & Generator Stainless steel L M6 X 40	12	Pcs	5,000	60,000
13	Baut Cover Depan Stainless steel Counter Shunk L M5 X 15	16	Pcs	3,000	48,000
14	Baut Cover belakang Stainless steel JP M5 X 15	16	Pcs	2,000	32,000
15	Baut base turbine Stainless steel L M5 X 15	8	Pcs	2,500	20,000
16	Baut dudukan nozeel & penyangga Stainless steel L M6 X 30	15	Pcs	3,500	52,500
17	Pasir cetak	20	kg	35,000	700,000
18	Kotak cetakan	3	pasang	70,000	210,000
19	Bedak tabur	2	botol	20,000	40,000
20	Water glass	4	botol	50,000	200,000
21	Saringan pasir cetak	1	buah	35,000	35,000
22	Pengaduk coran	1	buah	57,000	57,000
23	Sprayer	1	botol	23,500	23,500
24	3D printing pattren bucket	2	buah	300,000	600,000
25	Lem silikon	5	Botol	35,000	175,000
26	karet seal rumah turbin	1	Meter	150,000	150,000
27	seal poros	1	Buah	50,000	50,000
28	seal O ring nozeel	5	Buah	50,000	250,000
<b>Sub Total (Rp)</b>					<b>9,690,000</b>

<b>D. Panel &amp; Data Aquisisi</b>					
No.	Material	Kuantitas		Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Box panel	1	unit	150,000	150,000
2	Inverter Pompa 3 phasa	1	unit	2,000,000	2,000,000
3	MCB 3 phasa	1	unit	300,000	300,000
4	Terminal	1	buah	15,000	15,000
5	Skun kabel	3	bungkus	50,000	150,000
6	Kabel Ties	1	bungkus	30,000	30,000
7	Klip Kabel	1	bungkus	20,000	20,000
8	Kabel Power 4 x 25	5	meter	10,000	50,000
9	Socket Power 3 phasa Male female	1	pasang	220,000	220,000
10	Board arduino Atmega	1	unit	900,000	900,000
11	Box Arduino	1	buah	20,000	20,000
12	Sensor Flow meter	1	unit	500,000	500,000
13	Sensor Tekanan	2	unit	200,000	400,000
14	Sensor Load Cell	1	unit	300,000	300,000
15	Sensor Kecepatan	1	unit	25,000	25,000
16	Sensor Tegangan	1	unit	5,000	5,000
17	Sensor Arus	1	unit	20,000	20,000
18	Generator DC	1	unit	700,000	700,000
19	Pressure Gauge	2	buah	400,000	800,000
20	LCD Monitor	1	unit	92,000	92,000
21	Kabel pelangi arduino	5	paket	10,000	50,000
22	Adaptor Power Arduino	1	unit	40,000	40,000
23	Kabel Data	1	buah	20,000	20,000
24	Lampu indikator	3	buah	5,000	15,000



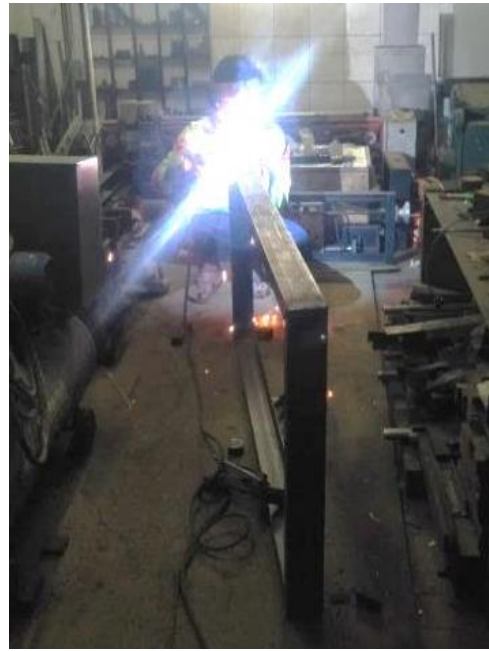
25	Selang Presure Gauge	5	meter	12,000	60,000
26	Klem 1/4 inch	6	buah	2,000	12,000
27	Sambungan T peneumatik	2	buah	10,000	20,000
28	Fleksibel kabel besar & kecil	10	meter	15,000	150,000
29	Isolasi tape	2	roll	10,000	20,000
30	Akrilik name plate	1	buah	20,000	20,000
31	Kertas stiker name plate	1	bungkus	40,000	40,000
<b>Sub Total (Rp)</b>					<b>7,144,000</b>
<b>E.</b>	<b>Painting / Pengecatan</b>				
No.	Material	Kuantitas		Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Cat putih dana paint	1	kg	300,000	300,000
2	Cat oplos biru	1	kg	80,000	80,000
3	Cat hitam	1	kg	20,000	20,000
4	Cat silver	1	kg	30,000	30,000
5	Poxy primer dana paint	1	kg	70000	70,000
6	Thiner cobra	7	Kaleng	32000	224,000
7	Dempul	3	Kaleng	30000	90,000
8	clear dana glose	1	Kaleng	80000	80,000
9	Cat putih mutiara	1	kg	35000	35,000
10	Tape kertas	2	roll	10000	20,000
<b>Sub Total (Rp)</b>					<b>949,000</b>
<b>F.</b>	<b>Peralatan habis pakai</b>				
No.	Material	Kuantitas		Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Batu gerinda potong	1	kotak	60,000	60,000
2	Baru gerinda halus	1	kotak	53,000	53,000
3	Kawat Las	1	kotak	50,000	50,000
4	Pisau gergaji besi	1	buah	90,000	90,000
5	Mata Bor	5	buah	50000	250,000
6	Mata Tap	2	buah	30000	60,000
7	Gagang Tap	1	buah	110000	110,000
8	Kertas pasir	5	roll	10000	50,000
9	Coolend Bubut	1	kaleng	50000	50,000
10	Sepidol	2	buah	10000	20,000
11	Pisau cutter	5	Buah	2000	10000
<b>Sub Total (Rp)</b>					<b>803,000</b>
<b>G.</b>	<b>Packing &amp; pengiriman</b>				
No.	Material	Kuantitas		Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Papan	8	meter	30,000	240,000
2	Balok	4	meter	40,000	160,000
3	Paku	3	kg	15,000	45,000

4	plastik	5	meter	10,000	50,000
5	Lak ban	3	buah	160000	480,000
6	Kardus	10	kotak	2000	20,000
7	Jasa kirim	3	Box	600000	1,800,000
<b>Sub Total (Rp)</b>					<b>2,795,000</b>
<b>H.</b>	<b>Biaya sewa Lab, Akomodasi &amp; perjalanan</b>				
No.	Material	Kuantitas		Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Sewa Lab	5	bulan	1,000,000	5,000,000
2	Biaya akomodasi 5 mahasiswa	5	bulan	500,000	2,500,000
3	Biaya tiket pesawat pergi pulang	5	orang	1,700,000	8,500,000
4	Biaya test covid 19, pergi pulang	5	orang	300,000	1,500,000
<b>Sub Total (Rp)</b>					<b>17,500,000</b>
<b>Total (A+B+C+D+F+G+H)(Rp)</b>					<b>45,338,000</b>

## Lampiran 9 Formulasi Turbin Pelton

		Q	0,00405	m <sup>3</sup> /s														
<b>A. Data Teknis Lapangan/Pompa</b>																		
1	Power/daya direncanakan (P)	=	0,35 kW	Q = ( 200 - 250 )														
2	Head Efektif (H)	=	11 m	H = ( 12 - 10 )														
3	Debit Air (Q)	=	225 L/m	= 0,00375 m <sup>3</sup> /s = 3,8 L/s														
4	Kecepatan Putaran Turbin (N)	=	500 rpm															
5	Massa Jenis Air (ρ)	=	1.000 kg/m <sup>3</sup>															
6	Gaya Gravitasi (g)	=	9,81 m/s <sup>2</sup>															
7	Diameter Pipa (D)	=	1 inchi	= 0,0254 m = 2,54 cm														
8	Efisiensi Turbin (ηt)	=	80 %	= 0,80														
9	Phi (π)	=	3,14															
10	Koefesien Runner	=	0,45															
11	Panjang Pipa (L)	=	2,5 m															
12	Kecepatan Aliran (v)	=	1,645 m <sup>2</sup>															
13	viscositas absolut cairan air (μ)	=	0,001 Ns/m <sup>2</sup>															
14	Koefesien Jet	=	0,97															
15	Koefesien Keliling Optimal	=	0,46															
16	Diameter Lingkaran Tusuk	=	258,26 mm															
17	Diameter Luar Runner	=	317,58 mm															
<p>The application range of these should be within the following, reduced limits (see illustration 3):</p> <p>maximum head: 300-200 m, limit set by dynamic and hydraulic forces on the buckets, torque on the shaft</p> <p>minimum head: 10 m, limit set by small discharge and power output</p>																		
<b>C. Perhitungan dimensi utama turbin</b>																		
1	Kecepatan Mutlak jet (c1)																	
	$c1 = Kc \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot Hn}$	=	14,250 m/s															
2	Diameter Jet Optimal (1 Nozel)																	
	$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot c1}}$	=	0,01831 m = 18,309 mm															
3	Kecepatan Keliling Optimal (U1)																	
	$U1 = Ku \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot Hn}$	=	6,8 m/s															
4	Diameter Lingkaran Tusuk																	
	$D = \frac{60 \cdot U1 \cdot i}{\pi \cdot nG}$	=	0,25826 m = 258,26 mm															
5	Jumlah Mangkok																	
	$z = 15 + \frac{D}{2d}$	=	22,145 Buah															
6	Lebar Mangkok																	
	$b = 3,2 \cdot d$	=	58,59 mm															
7	Tinggi Mangkok																	
	$h = 2,7 \cdot d$	=	49,44 mm															
8	Lebar Buakan Mangkok																	
	$a = 1,2 \cdot d$	=	21,97 mm															
9	Kedalaman Mangkok																	
	$t = 0,9 \cdot d$	=	16,48 mm															
10	Kelonggaran Cetakan																	
	$k = 0,135 \cdot D \cdot t$	=	25,83 mm															
11	Diameter Luar Runner																	
	$Da = D + 1,2 \cdot h$	=	317,58 mm															
<p><b>Empirical :</b></p> <p><math>z = 15 + \frac{D}{2d}</math></p> <p>Z = 22,05</p> <p>Z = 22 Buah</p> <p><math>z = 5,4 \cdot \frac{\sqrt{D \cdot t}}{d}</math></p> <p>Z = 4,74</p> <p>Rumus</p>																		
<p><b>Table 3: Jet diameter and bucket width</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Jet diameter d:</th> <th>Bucket width b:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3 to 6 mm</td> <td>19 mm</td> </tr> <tr> <td>6 to 10 mm</td> <td>30 mm</td> </tr> <tr> <td>10 to 15 mm</td> <td>45 mm</td> </tr> <tr> <td>15 to 20 mm</td> <td>60 mm</td> </tr> <tr> <td>20 to 25 mm</td> <td>75 mm</td> </tr> <tr> <td>25 to 30 mm</td> <td>90 mm</td> </tr> </tbody> </table>					Jet diameter d:	Bucket width b:	3 to 6 mm	19 mm	6 to 10 mm	30 mm	10 to 15 mm	45 mm	15 to 20 mm	60 mm	20 to 25 mm	75 mm	25 to 30 mm	90 mm
Jet diameter d:	Bucket width b:																	
3 to 6 mm	19 mm																	
6 to 10 mm	30 mm																	
10 to 15 mm	45 mm																	
15 to 20 mm	60 mm																	
20 to 25 mm	75 mm																	
25 to 30 mm	90 mm																	

Lampiran 10 Foto-Foto Pembuatan Turbin Pelton









**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2020 – 2021**

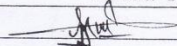
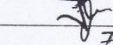
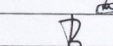
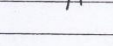
Peserta seminar

Nama : W M Al- Gadri

NPM : 1407230049

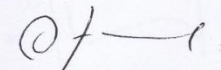
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Modal Turbin Pelton Skala Mikro Sebagai Penunjang Pembelajaran Penelitian Bidang Konversi Energi. Laboratorium

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng	: .....
Pemanding – I : Chandra A Siregar.S.T.M.T	: .....
Pemanding – II : Riadini Wanty Lubis.S.T.M.T	: .....

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1707230047	Habib Kucurwan	
2	1407230022	FADHILROHMAN	
3	1707230112	FERI PRATIKA	
4	1607230117	M. Rizky Yusra	
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan 14 Ramadhan 1442 H  
28 April 2021 M

Ketua Prodi. T. Mesin

  
Affandi.S.T.M.T



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

NAMA : W M Al- Gadri  
NPM : 1607230049  
Judul T.Akhir : Rancang bangun Modal Turbin Pelton Skala ~~Mikro~~ <sup>Laboratorium</sup> Sebagai Penunjang Pembelajaran Penelitian Bidang Konversi Energi.

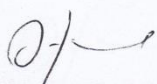
Dosen Pembimbing – I : Bektri Suroso.S.T.M.Eng  
Dosen Pembimbing - I : Chandra A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Riadini Wanty Lubis.S.T.M.T

**KEPUTUSAN**

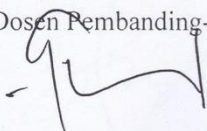
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
  1. Skala mikro atau skala lab, turbin ??
  2. Masukkan teori konsep tentang perancangan dlm b 2
  3. sesuai Bab dan masalah dgn data hitungan?
  4. List bukan tugas akhir
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :  
.....  
.....  
.....  
.....

Medan 24 Ramadhan 1442H  
28 April 2021M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

  
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembimbing- I

  
Chandra A Siregar.S.T.M.T

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

NAMA : W M Al- Gadri  
NPM : 1607230049  
Judul T.Akhir : Rancang bangun Modal Turbin Pelton Skala ~~Mikro~~ <sup>Laboratorium</sup> Sebagai Penunjang Pembelajaran Penelitian Bidang Konversi Energi.

Dosen Pembimbing – I : Bektri Suroso.S.T.M.Eng  
Dosen Pembimbing - I : Chandra A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Riadini Wanty Lubis.S.T.M.T

**KEPUTUSAN**

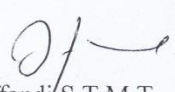
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
  1. Skala Mikro atau skala LAB, tentukan ?
  2. Masukkan teori konsep tentang perancangan di BAB 2
  3. Sesuaikan Perhitungan lebih dgn : data hitung
3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

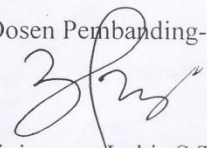
.....  
.....  
.....  
.....

Medan 24 Ramadhan 1442H  
28 April 2021M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

  
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembimbing- II

  
Riadini wanty Lubis.S.T.M.T



UMSU

Ingatlah untuk selalu berdoa sebelum dan sesudahnya

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

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12  
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor/1892/IL3AU/UMSU-07/E/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 07 Desember 2020 dengan ini Menetapkan :

Nama : W.M. AL-GADRI  
NPM : 1607230049  
Program Studi : TEKNIK Mesin  
Semester : IX ( Sembilan )  
Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN MODEL TURBIN SKALA ~~MIKRO~~ <sup>LABORATORIUM</sup> SEBAGAI  
~~PENUNJANG PEMBELAJARAN / PENELITIAN BIDANG~~  
~~MESIN KONVERSI ENERGI .~~

Pembimbing I : BEKTI SUROSO ST. M. Eng

1. Bila judul tugas akhir kurang sesuai dapat diganti oleh dosen pembimbing setelah Mendapat persetujuan dari program studi teknik mesin

Penulisan tugas akhir dinyatakan batal setelah 1 ( Satu ) Tahun tanggal yang Ditetapkan .

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

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.  
Medan, 21 Rabiul Akhir 1442 H  
07 Desember 2020 M



Dekan

Muhawar Alfansury Siregar ST.MT  
NIDN : 0101017202

Cc. File

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### Rancang Bangun Model Turbin Pelton Skala Mikro Sebagai Penunjang Pembelajaran/Penelitian Bidang Konversi Energi

Nama : Wm. Al-Gadri

NPM : 1607230049

Dosen Pembimbing : Bekti Suroso S.T.,M.Eng

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Jumat / 22 -1-2021	Perbaiki Latar Belakang dan Rancangan Masalah	
2	Sabtu / 23 -1-2021	Perjelas tujuan dan variabel yang digunakan	
3	Sabtu / 30 -1-2021	Tambahkan beberapa jurnal internasional & nasional min 10 jurnal.	
4.	Sabtu / 13 -2-2021	Perbaiki Diagram Alir	
5	Kamis / 25 -2-2021	Perbaiki gambar	
6	Jumat / 19 -3-2021	Perbaiki Hasil dan Pembahasan,	
7	Selasa / 23 -3-2021	Perbaiki kesimpulan	
8	Senin / 5 -4-2021	Perbaiki daftar pustaka, Aca seminar hasil	

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### A. DATA PRIBADI

Nama : WM ALGADRI  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 09 Mei 1998  
Alamat : JL. Karya Gg. Ambarsari  
Agama : Islam  
E-mail : [wm.algadri123@gmail.com](mailto:wm.algadri123@gmail.com)  
No.Hp : 089679047349

### B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. MTS Babussalam Tahun 2004-2010
2. SMP N 2 Tamiang Hulu Tahun 2010-2013
3. SMK Swasta Raksana 1 Medan Tahun 2013-2016
4. Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara Tahun 2016-2021