

# **TUGAS AKHIR**

## **STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENGGUNAAN JARUM NOZZLE (NEEDLE) TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN PELTON SKALA MIKRO**

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

**Disusun Oleh:**

**ARI ASWARI PURBA**  
**1707230111**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

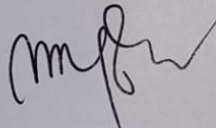
Nama : Ari Aswari Purba  
NPM : 1707230111  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Jarum  
Nozzle (Needle) Terhadap Unjuk Kerja Turbin  
Pelton Skala Mikro  
Bidang ilmu : Konversi Energi

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

Medan, Oktober 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji - I



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

Dosen Penguji - II



Afandi, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Bekti Suroso, S.T., M.Eng

Program Studi Teknik Mesin



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

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ari Aswari Purba  
Tempat /Tanggal Lahir : Kulasar/28 Agustus 1999  
NPM : 1707230111  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

**“Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Jarum *Nozzle (Needle)* Terhadap Unjuk Kerja Turbin Pelton Skala Mikro”,**

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

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

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

Medan, September 2021

Saya yang menyatakan,  
  
Ari Aswari Purba



## ABSTRAK

Turbin pelton adalah turbin kecepatan spesifik rendah yang digunakan untuk *head* yang tinggi dan lokasi pembuangan rendah. Turbin pelton memiliki rangkaian sudu yang dipasang di pinggir cakram yang dipasang pada poros yang berputar. Penelitian ini membahas salah satu kinerja dari turbin pelton tersebut, yaitu pengaruh jarum *nozzle* terhadap unjuk kerja turbin pelton. Mengetahui daya yang dihasilkan turbin pada variasi jarum *nozzel* dan mengetahui efisiensi penggunaan jarum *nozzel* pada turbin pelton serta mengetahui kecepatan aliran yang keluar pada variasi bukaan *nozzel*. Langkah-langkah penelitian variasi penggunaan jarum *nozzle* pada turbin pelton dimulai dari set up alat uji, pengumpulan data, setelah data diperoleh maka tahapan selanjutnya menganalisa data. Daya hidrolis air yang didapat pada analisa data dari pengujian sebesar 2959,008 watt. Putaran tercepat yang dihasilkan terjadi pada variasi bukaan 16 mm dari *nozzle* tertutup yaitu 586,6 rpm dan yang terkecil terjadi pada variasi tanpa *needle* yaitu 542,3 rpm. Daya terbesar yang dihasilkan pada pengujian ini didapatkan pada variasi bukaan *nozzle* 16 mm sebesar 53,49 watt dan yang terkecil didapat dari pengujian tanpa *needle* yaitu 43 watt.

Kata Kunci : *Needle*, Kecepatan Daya, Efisiensi

## **ABSTRACT**

*Pelton turbines are low-speed specific turbines used for high head and low disposal sites. Pelton turbines have a series of buckets mounted on the edges of discs mounted on rotating shafts. This research discusses one of the performances of the pelton turbine, namely the effect of the nozzle needle on the performance of pelton turbines. Know the power generated by the turbine on the nozzle needle variation and know the efficiency of using the nozzle needle on the pelton turbine and know the speed of the flow that comes out on the variation of the nozzle aperture. The research steps for the variation of the use of nozzle needles in pelton turbines start from the set up of test equipment, data collection, where data is obtained then the next stage of analyzing the data. Hydrolyse water power obtained in the analysis of data from testing amounted to 2959,008 watts. The fastest spin produced occurs at a variation of the 16 mm aperture of a closed nozzle of 586.6 rpm and the smallest occurs in the needleless variation of 542.3 rpm. The largest power generated in this test was obtained in the 16 mm nozzle aperture variation of 53.49 watts and the smallest was obtained from needleless testing of 43 watts.*

*Keywords: Needle, Power Speed, Efficiency*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Agung Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalam yang selalu kita nantikan syafa'atnya di akhirat nanti. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Jarum *Nozzle (Needle)* Terhadap Unjuk Kerja Turbin Pelton Skala Mikro” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Bakti Suroso, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
2. Bapak M. Yani S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Affandi S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T dan Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T sebagai Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.

7. Orang tua penulis: Berlin Purba dan Rosida Br Tarigan, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis: Fadhly Mujahid, Muhammad Nurhidayat, Teguh Malik, Bahrum, Noto Tri Prayogo, W.M Argadri dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

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

Medan, Oktober 2021

Ari Aswari Purba

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACK</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>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Turbin Air	6
2.3 Turbin Pelton	7
2.3.1. Prinsip Dasar Turbin Pelton	9
2.3.2. Cara Kerja Turbin Pelton	9
2.4. Komponen Utama Turbin Pelton	10
2.4.1. Rumah Turbin	10
2.4.2. <i>Runner</i>	10
2.4.3. Sudu	12
2.4.4. <i>Nozzel</i>	12
2.4.5. Poros	12
2.4.6. <i>Pully</i>	12
2.4.7. Bantalan	12
2.5 Klasifikasi Kincir Air Berdasarkan Pendorong	13
2.6 Kelistrikan	15
2.7 Prosedur Analisa Data	16
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>19</b>
3.1 Tempat dan Waktu	19
3.1.1 Tempat Penelitian	19
3.1.2 Waktu Penelitian	19
3.2 Bahan dan Alat	20
3.2.1 Alat Penelitian	20
3.2.2 Bahan Penelitian	25
3.3 Sketsa Gambar Variasi Jarum <i>Nozzle</i>	25
3.4 Diagram Alir	28



3.5	Set Up Alat Uji	29
3.6	Prosedur Pengujian	29
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>30</b>
4.1	Data Hasil Pengujian	30
4.2	Pengukuran Putaran Turbin	30
4.3	Pengukuran Tegangan Generator	31
4.4	Pengukuran Daya Yang Dihasilkan	32
4.5	Pengukuran Torsi	33
4.6	Perhitungan Debit	34
4.7	Perhitungan Daya Hidrolis	36
4.8	Perhitungan Efisiensi	36
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>38</b>
5.1	Kesimpulan	38
5.2	Saran	38
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>39</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	
	<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
	<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	19
Tabel 4.1 Hasil Data Pengujian	30
Tabel 4.2 Efisiensi	36

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Francis	6
Gambar 2.2 Turbin pelton	7
Gambar 2.3 Turbin pelton	7
Gambar 2.4 <i>Runner</i> Berputar	9
Gambar 2.5 Rumah Turbin	10
Gambar 2.6 <i>Runner</i>	11
Gambar 2.7 Sudu	11
Gambar 2.8 <i>Nozzle</i>	12
Gambar 2.9 Poros	12
Gambar 3.1 Turbin Pelton	20
Gambar 3.2 Multitester	22
Gambar 3.3 Tachometer	22
Gambar 3.10 Variasi jarum <i>nozzle</i> dengan jarak 16 mm	24
Gambar 3.11 Variasi jarum <i>nozzle</i> dengan jarak 64 mm	24
Gambar 3.12 Variasi jarum <i>nozzle</i> tanpa <i>needle</i>	25
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Putaran Turbin Dan Jarak <i>Needle</i>	27
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Jarak <i>Needle</i> .	28
Gambar 4.3 Grafik Daya Yang Dihasilkan	29
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Torsi dan Jarak <i>Needle</i>	30
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Variasi Bukaan Jarum <i>Nozzle</i> Dengan Efisiensi	35

## DAFTAR NOTASI

Simbol	Besaran	Satuan
A	Luas ujung <i>nozzle</i>	$m^2$
D	Diameter dalam <i>nozzle</i>	M
Q	Debit aliran air	$m^3/s$
V	Kecepatan aliran	m/s
M	Lajualiran masa air	Kg/s
P	Masa jenis air	$kg/m^3$
$\omega$	Kecepatan tangensial	Rad/s
N	Putaran turbin	Rpm
Ph	Daya hidrolis	Watt
G	Gaya gravitasi	$m/s^3$
H	Head turbin	M
Pk	Daya kinetis air	Watt
Pt	Daya turbin air	Watt
$\cos\theta$	Sudut pancaran air	Posisi <i>nozzle</i>
Pg	Daya generator	Watt
V	Tegangan listrik	Volt
I	Arus listrik	Ampere
$\cos\phi$	Factor daya	Derajat
$\eta$	Efisiensi turbin air	%
Ng	Efisiensi generator turbin	Watt

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Perkembangan turbin air sudah berlangsung lama. Jenis turbin air yang paling awal dan paling sederhana adalah waterwheel, pertama kali digunakan oleh orang-orang Yunani dan dipergunakan luas pada abad pertengahan di Eropa. Selanjutnya berangsur-angsur muncul berbagai jenis turbin air seperti turbin pelton yang ditemukan oleh *Lester A. Pelton* pada abad kesembilan belas dan turbin

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) atau disebut juga dengan mikrohidro adalah suatu instalasi pembangkit listrik tenaga air skala kecil dengan kapasitas pembangkitan rendah yang menggunakan tenaga air sebagai penggerakannya seperti sungai, saluran irigasi, air terjun dengan memanfaatkan tinggi terjunan (*head*). (Gusti., 2020)

Turbin pelton adalah turbin kecepatan spesifik rendah yang digunakan untuk *head* yang tinggi dan lokasi pembuangan rendah. Turbin pelton memiliki rangkaian ember yang dipasang di pinggiran cakram yang dipasang pada poros yang berputar. Dalam turbin ini, semua energi air yang tersedia diubah menjadi energi kinetik atau kecepatan *head*. Air dikeluarkan dari *nozzle* berupa jet. Semburan air memberikan torsi pada pelari yang menyebabkannya berputar. Bentuk diameter *nozzle* dapat menyebabkan perubahan bentuk semburan jet.

Seiring perkembangan dan kemajuan teknologi turbin pelton telah banyak ditemukan jenis penelitian tentang *nozzle*, *Nozzle* adalah alat yang dirancang untuk mengontrol arah, kecepatan, dan laju dari aliran fluida saat keluar dari sebuah ruang tertutup. Arah dan kecepatan aliran yang keluar dari *nozzel* dapat diatur dengan cara mengubah bukaan jarum *nozzle*.

Penelitian ini membahas salah satu kinerja dari turbin pelton tersebut, yaitu pengaruh jarum *nozzle* terhadap unjuk kerja turbin pelton. *Nozzle* salah satu bagian utama turbin pelton yg berfungsi memancarkan air ke sudu dan menghasilkan energi kinetik, semakin baik pancaran air dari *nozzle* semakin baik pula daya yang dihasilkan turbin. Penelitian ini akan membahas mengenai pengaruh variasi *nozzle* terhadap putaran turbin, putaran generator, tegangan arus

dan daya yang dihasilkan oleh generator, sehingga variasi *nozzle* yang menghasilkan efisiensi paling tinggi pada turbin pelton dapat menjadi acuan untuk membangun sebuah pembangkit listrik tenaga mikrohidro menggunakan turbin pelton.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana daya yang dihasilkan turbin pada variasi jarum *nozzel* ?
2. Bagaimana efisiensi penggunaan jarum *nozzel* pada turbin pelton ?
3. Bagaimana kecepatan aliran yang keluar pada variasi bukaan *nozzel* ?

## 1.3 Ruang Lingkup

Adapun batasan masalah dalam dalam proposal tugas akhir ini adalah:

1. Menggunakan turbin pelton skala mikro
2. Menggunakan Diameter *Runner* ukuran 246 mm
3. Jumlah *Bucket* 22
4. Menggunakan 3 *Nozzel*
5. Diameter *Nozzel* 16 mm
6. Menggunakan frekuensi pompa 50 Hz
7. Menggunakan Variasi tidak menggunakan *needle*, menggunakan *needle* dengan jarak 16 mm dan 64 mm dari jarak *needle* tertutup
8. Fluida yang digunakan air tawar
9. Head Loses Diabaikan
10. Waktu Pengujian 5 Menit
11. Temperatur Air Sama Dengan Temperatur Ruangan.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisa daya yang dihasilkan turbin pada variasi jarum *nozzel*
2. Menganalisa efisiensi penggunaan jarum *nozzel* pada turbin pelton
3. Menganalisa Putaran yang dihasilkan pada variasi bukaan *nozzel*
4. Merancang *nozzle* dengan menggambar sketsa pada solidwork

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Berguna sebagai ilmu pengetahuan dalam penggunaan jarum nozzel pada turbin pelton.
2. Sebagai perbandingan dengan penelitian terdahulu.
3. Hasil dari tugas akhir ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan turbin pelton dengan memperhatikan variasi bukaan nozzel.
4. Berguna untuk menjadi referensi dalam penggunaan *nozzel* dalam sehari-hari.
5. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan referensi bagi para peneliti yang ingin mendalami tentang turbin pelton skala mikro.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kajian Pustaka

Perkembangan tentang perancangan turbin pelton skala mikro dengan pengaruh debit air turbin. Berikut ini merupakan beberapa hasil penelitian yang berkaitan dengan perancangan turbin pelton skala mikro dengan pengaruh variasi bukaan *nozzle*.

Berdasarkan (Assauri, 2017) menunjukkan adanya pengaruh variasi bukaan *nozzle* pada kinerja turbin pelton, sehingga dapat disimpulkan bahwa:

Dari hasil pengujian pengaruh variasi jumlah *nozzle* dan bukaan katub terhadap daya listrik yang dihasilkan *prototype* turbin pelton dengan memvariasi jumlah *nozzle* yang digunakan yaitu 1 *nozzle*, 2 *nozzle*, dan 3 *nozzle*, serta bukaan katub 30°, 60°, dan 90°, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Jadi banyaknya *nozzle* yang digunakan mempengaruhi kinerja *prototype* turbin Pelton, terbukti pada penggunaan 3 *nozzle* menghasilkan daya listrik yang paling efektif dibanding penggunaan 1 *nozzle*, 2 *nozzle*.
2. Dari ketiga variasi jumlah *nozzle* yang digunakan. daya listrik yang paling efektif yaitu pada penggunaan 3 *nozzle* dan bukaan katub 90° dengan kecepatan aliran fluida 91,71 m/s, dan 411 rpm putaran puli runner menghasilkan daya listrik sebesar 10,5357 Watt.
3. Banyaknya *nozzle* yang digunakan, dan bukaan katub mempengaruhi debit aliran air dan kecepatan aliran, semakin banyak penggunaan *nozzle* dan semakin besar bukaan katub maka semakin besar pula debit dan kecepatan aliran yg di hasilkan.

Berdasarkan hasil pengujian turbin propeller pada pembangkit listrik tenaga pikohidro yang telah dilakukan oleh (Rizqullah., 2019) menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik statik yaitu rata-rata debit air masukan adalah  $2,21 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup> /s, dengan standar deviasi sebesar  $9,24 \times 10^{-5}$  , rata-rata tegangan keluaran adalah 6,77 V dengan standar deviasi sebesar 0,26, rata-rata arus keluaran adalah 0,042 A dengan standar deviasi sebesar 0,001.



2. Besar daya keluaran yang dihasilkan sangat bergantung pada kecepatan aliran masukan turbin. Hubungan pengaruh kecepatan aliran air terhadap daya keluaran turbin linear.
3. Efisiensi maksimal turbin propeller adalah 0,43%, yaitu pada kondisi valve dibuka penuh, sedangkan efisiensi minimal dari turbin propeller adalah 0,14% yaitu pada kondisi valve dibuka setengah.

Berdasarkan penelitian (Wahab, 2019) dengan judul Pengaruh Variasi Jarak *Nozzle* Pada Model Sudu Turbin Pelton Berbahan Acrilyc Terhadap Daya Turbin didapatkan hasil penelitian sebagai berikut :

1. Perbedaan jarak semprot *nozzle* dan bukaan katup sangat mempengaruhi putaran poros turbin ,poros alternator dan daya listrik yang di hasilkan. Perolehan laju putaran runner turbin pelton yang paling tertinggi di dapatkan dengan jarak semprot *nozzle* 50 mm saat pembukaan valve 90° dengan laju putaran alternator 2369 rpm,menghasilkan daya listrik sebesar 58,03 watt dengan debit aliran fluida (Q) yang di hasilkan sebanyak  $15,2 \cdot 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s sedangkan untuk di putaran rendah terdapat di jarak sembur 70 mm di pembukaan valve 30 ° dengan laju putaran alternator 918 rpm menghasilkan daya listrik 10,20 watt, dengan debit aliran fluida (Q) yang di hasilkan sebanyak  $10,0 \cdot 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s .
2. Harga tertinggi untuk perolehan kecepatan aliran fluida di dapatkan pada jarak sembur *nozzle* 50 di pembukaan valve 90 ° ialah 16,67 m/s.
3. Semakin besar pembukaan valve maka makin besar laju aliran massa fluida yang di hasilkan,nilai paling tinggi di laju aliran *massa* fluida yaitu pada jarak 50 mm saat bukaan katup 90 ° memperoleh laju aliran *massa* fluida sebesar 1,51 kg/s dan menghasilkan debit aliran  $15,2 \cdot 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s.
4. Pada nilai bilangan reold yang di hasilkan pada setiap percobaan yang mempengaruhi besar dan kecil bilangan reold ialah dari kecepatan fluida dan bukaan katup .kecepatan aliran fluida akan semakin besar dan jarak semprot, nilai terbesar di dapatkan saat jarak semprot *nozzle* 50 mm di saat pembukaan valve 90 °. Dan terbukti dari hasil analisa dari setiap pengambilan data percobaan ,semua aliran yang di butuhkan untuk memutar *runner* turbin pelton.

## 2.2 Turbin Air

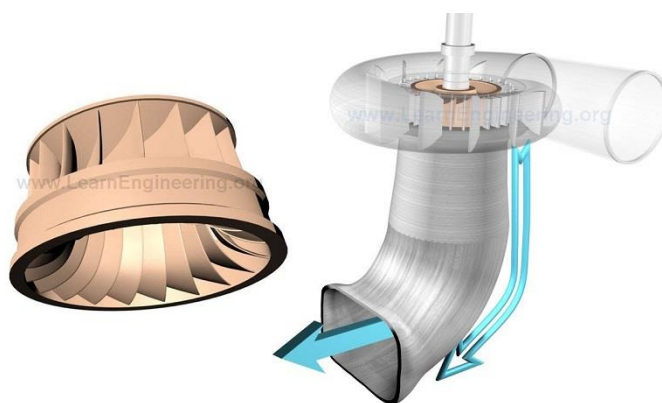
Turbin air adalah suatu penggerak mula yang mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik dan selanjutnya diubah menjadi energi mekanis dalam bentuk putaran poros turbin. Turbin air digerakkan oleh air sebagai fluida kerjanya, air yang mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Dalam hal ini air memiliki energi potensial yang diubah menjadi energi kinetik melalui aliran di dalam pipa dan *nozzle*. Selanjutnya energi tersebut diubah lagi menjadi energi mekanis yang akan memutar poros turbin. (Mulyadi dkk., 2017)

Turbin air dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin implus dan turbin reaksi. (Mahayana I Gusti Putu Andhita., 2020)

Kedua jenis turbin ini mempunyai perbedaan pada prinsip konversi energi sehingga dapat dijelaskan sebagai berikut :

### 1. Turbin implus

Pada dasarnya aliran energi pada turbin implus sepenuhnya dikonversikan ke energi kinetik sebelum dirubah di dalam runner. Hal ini mengartikan bahwa aliran yang melewati bucket pada runner dengan tiada perbedaan tekanan antara sisi masuk (inlet) dan sisi keluar (outlet). Oleh karena itu hanya gaya implus yang telah ditransfer dengan perubahan arah dari vektor kecepatan aliran ketika melalui bucket dan menghasilkan energi yang dikonversikan menjadi energi mekanis pada poros turbin. Contoh dari turbin implus adalah turbin Francis, berikut adalah gambar turbin Francis.



Gambar 2.1 Turbin Francis (Mahayana I Gusti Putu Andhita., 2020)

### 3. Turbin reaksi

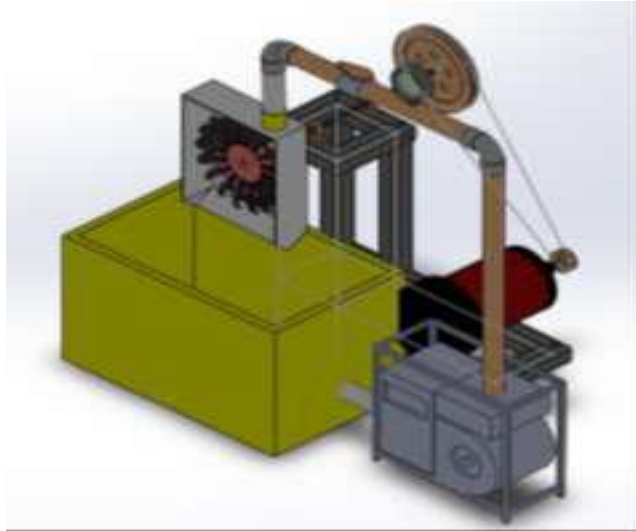
Di dalam turbin reaksi terdapat 2 efek yang menyebabkan perpindahan energi dari aliran menjadi energi mekanis pada poros turbin. Yang pertama adalah mengikuti penurunan tekanan dari sisi masuk (inlet) ke sisi keluar (outlet) pada runner. Ini menandakan bagian reaksi dari konversi energi. Yang kedua adanya perubahan arah vektor kecepatan dari aliran yang melalui saluran antara sudu-sudu turbin (baling-baling) yang memindahkan gaya impuls Turbin yang sering digunakan saat ini. :(Ir. Rahmad Samosir, 2018)



Gambar 2.2 Gambar Turbin Pelton(Syarif., 2019)

### 2.3 Turbin Pelton

Turbin Pelton merupakan jenis turbin impuls yang dipakai *head* yang besar. Terdiri dari satu set *runner* yang berisi sudu dipasang secara sejajar pada *disk* seperti pada Gambar.



Gambar 2.3. Turbin Pelton(Mahayana I Gusti Putu Andhita., 2020)

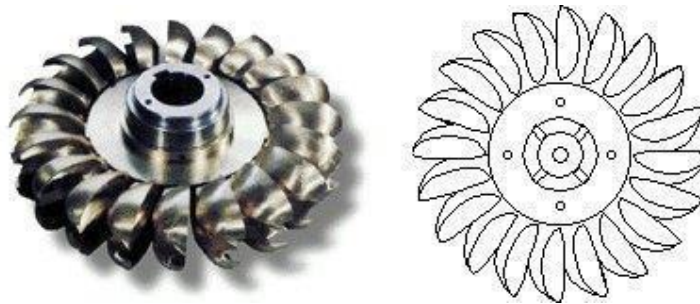
Turbin ini diputar oleh pancaran air yang disemprotkan dari satu atau lebih *nozzle*. Aliran fluida dalam pipa yang dihasilkan dari *head* akan keluar dengan kecepatan tinggi melalui *nozzle*. Bentuk sudu turbin terdiri dari dua bagian yang simetris. Tekanan air diubah menjadi kecepatan, pancaran air akan mengenai bagian tengah-tengah sudu dan pancaran air tersebut akan berbelok ke kedua arah sehingga bisa membalikkan pancaran air dengan baik. Prinsip kerja turbin Pelton ini yaitu merubah gaya potensial air menjadi gaya mekanis yang terjadi akibat reaksi impuls pada *runner* turbin yang menyebabkan *runner* turbin dapat berputar selama adapancaran air yang menyemprot sudu. Air disemprotkan dari *nozzle* mengenai sudusudu turbin, maka *runner* dapat berputar untuk memutar *pulley* turbin yang terhubung ke *pulley* generator menggunakan *belt* sehingga generator dapat berputar.

Adapun kelebihan yang dimiliki oleh turbin Pelton dibandingkan dengan jenis turbin lain yaitu :

- 1) Baik dikembangkan pada daerah yang memiliki sumber daya air dengan debit yang kecil, namun hanya memiliki *head* yang tinggi.
- 2) Pengembangan PLTMH dengan turbin pelton, daya yang dihasilkan besar dari pembangkitan.
- 3) Kontruksi yang digunakan dalam pengembangan pembangkit ini sederhana.
- 4) Mudah dalam perawatannya. (Gusti., 2020)

### 2.3.1. Prinsip dasar Turbin pelton

Turbin pelton merupakan turbin impuls yang prinsip kerjanya mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik dalam bentuk pancaran air. Pancaran air yang keluar dari mulut *nozzle* 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 gambar dibawah ini.



Gambar 2.4 Runner Berputar(Wan, 2019)

Perancangan turbin pelton dimulai dengan melakukan identifikasi, pertimbangan dan melihat faktor keamanannya untuk dapat menyajikan hasil rancangan dengan baik begitu juga dengan material yang akan digunakan dalam perancangan turbin pelton. Dalam perancangan di butuhkan massa jenis atau *density* ( $\rho$ ) untuk dapat menentukan berat jenisnya, massa jenis merupakan massa suatu benda per satuan *volume*. Sedangkan berat jenis benda adalah berat suatu benda dalam satuan volume, berat mempunyai arah, berat suatu benda dipengaruhi oleh massa benda dan gravitasi. (Wan, 2019)

### 2.3.2. Cara kerja turbin pelton

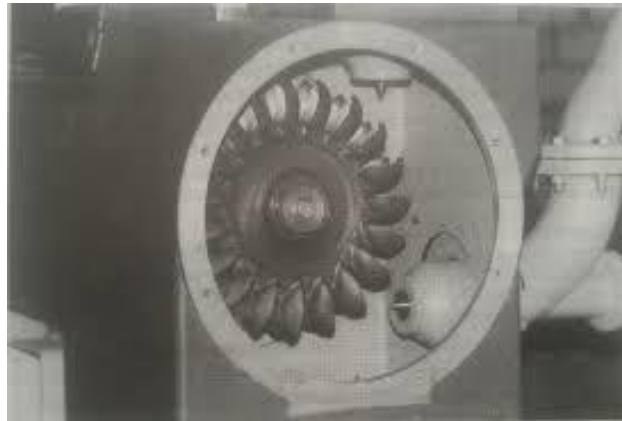
Adapun cara kerja turbin pelton ini adalah Tahap pertama yang dilakukan adalah menghidupkan saklar motor pompa yang terdapat pada panel listrik yang bertujuan agar pompa berputar dan menghisap air yang berada pada bak penampung, lalu air mengalir melalui pipa menuju ke *nozzle* penyemprot. Sebelum sampai ke *nozzle* air terlebih dahulu melewati kran dan juga alat ukur flow meter. Dan dari *nozzle* lalu air disemprotkan ke sudu turbin yang menyebabkan turbin serta As turbin berputar sehingga kita bisa mengukur prestasi turbin. Dan air yang disemprotkan oleh *nozzle* ke sudu itu jatuh kembali pada bak penampungan air. (Muhammad Saleh Simamora, 2012)

## 2.4. Komponen Utama Turbin Pelton

Pada dasarnya turbin pelton terdiri dari tiga bagian utama, yaitu: runner, *nozzle* dan rumah turbin. Turbin pelton ditentukan oleh PCD ( *Pitch Circle Diameter* ) adalah sebuah diameter tangensial pada roda yang dilewati oleh titik tengah semburan air yang berasal dari pancaran. Berikut dibawah ini komponen-komponen turbin pelton.

### 2.4.1 Rumah turbin

Rumah turbin ini berfungsi sebagai tempat kedudukan roda jalan dan penahan air yang keluar dari sudusudu turbin. Agar runner tidak terendam air, posisi rumah turbin harus cukup tinggi diatas permukaan air. Konstruksinya pun harus cukup kuat untuk perlindungan dari kemungkinan mangkok atau runner rusak dan terlempar saat turbin beroperasi. (Syarif., 2019)



Gambar 2.5 Rumah Turbin (Syarif., 2019)

### 2.4.2 Runner

Runner turbin pelton pada dasarnya terdiri atas cakera dan sejumlah mangkuk terpasang sekelilingnya. Kecepatan keliling runner dapat dihitung dengan persamaan :

$$U_1 = k_u (2 \cdot g \cdot H_n)^{1/2} \text{ m/s}$$

Dimana :

$U_1$  = kecepatan keliling optimal (m/s)

$K_u$  = kecepatan keliling optimal (m/s)

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

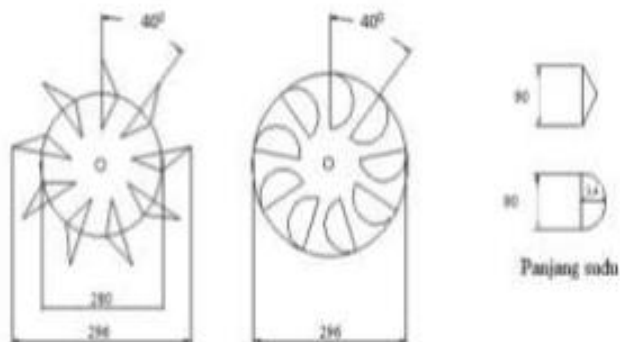
$H_n$  = tinggi jatuh efektif (m). (Poea dkk., 2013)



Gambar 2.6 Runner (Gusti., 2020)

### 2.4.3 Sudu (Bucket)

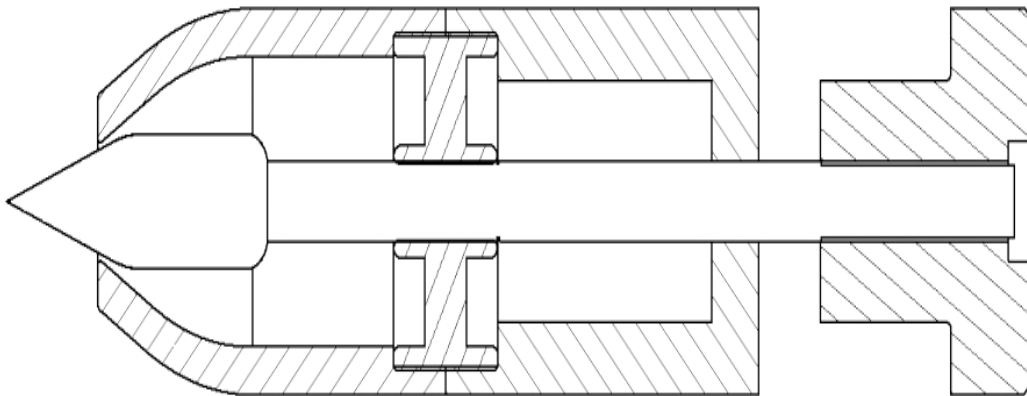
Sudu turbin pelton berbentuk seperti mangkuk dengan bagian dalam yang melengkung ke arah dalam dan bagian atasnya berbentuk runcing seperti pada Gambar 2.7. Pemanfaatan tinggi air jatuh (head) memiliki hubungan yang erat dengan bentuk sudu turbin. Untuk head jatuh air yang tinggi kelengkungan sudu akan lebih tajam semakin tinggi head jatuh air bentuk sudu akan semakin melengkung kedalam. Untuk tinggi air jatuh yang rendah kelengkungan sudu tidak terlalu melengkung. Pembuatan sudu dari belahan pipa atau konstruksi las dengan bahan plat baja sama sekali tidak dianjurkan karena kekokohannya kurang dan efisiensinya rendah.(Sinaga, 2018)



Gambar 2.7 Sudu (Wiyono., 2018)

#### 2.4.4 *Nozzle*

*Nozzle* merupakan bagian dari turbin yang sangat penting, yang berfungsi sebagai pemancar aliran air untuk menyemprot ke arah sudu-sudu turbin. Kecepatan aliran meningkat disebabkan oleh *nozzle*. Air yang keluar dari *nozzle* yang mempunyai kecepatan tinggi akan membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum. Berikut dibawah ini contoh gambar *nozzle*.



Gambar 2.8 *Nozzle* (Prihastuty & Fahmadi, 2015)

#### 2.4.5 Poros

Poros merupakan penerus putaran yang terjadi pada runner. Poros disambungkan ke runner menggunakan pasak. Putaran poros diteruskan ke transmisi sabuk, yang kemudian menuju ke poros generator. Berikut dibawah ini gambar poros.

#### 2.4.6. *Pully*

*Pully* adalah penerus putaran dari poros turbin. *Pully* juga dapat berfungsi untuk menaikan putaran..

#### 2.4.7. Bantalan

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





Gambar 2.9 Bantalan

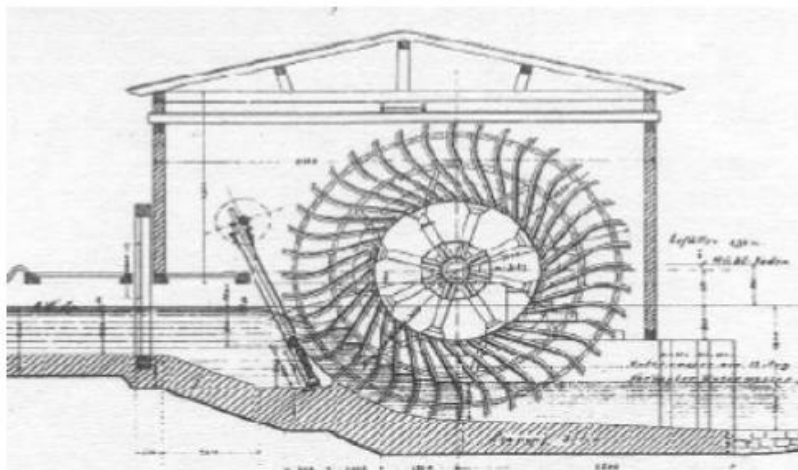
## 2.5 Klasifikasi Kincir atau Turbin Air Berdasarkan System Aliran Air

### Pendorong:

Turbin air dapat diklasifikasikan berdasarkan sistem aliran air pendorong yaitu titik darimana air akan mendorong sudu kincir air. Berikut adalah klasifikasi turbin air berdasarkan titik penembak air pipa pesat.

#### 1) *Undershot* :

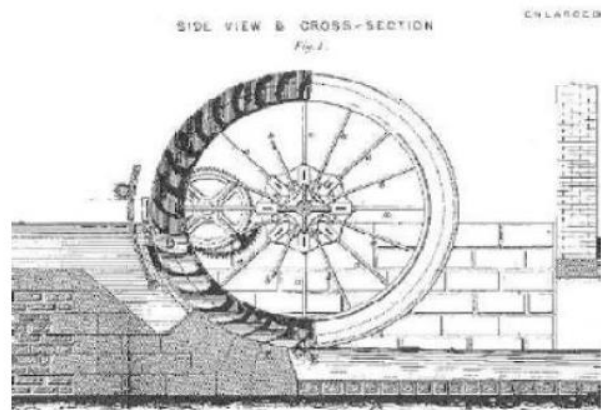
Gambar 2.9 merupakan kincir air tipe *undershot*, tipe undershot adalah tipe kincir air yang aliran air pendorongnya menabrak sudu pada bagian bawah kincir. Berikut adalah kincir air tipe undershot :



Gambar 2.10 Undershot(Yohanes Morong, 2016)

## 2) *Breastshot*

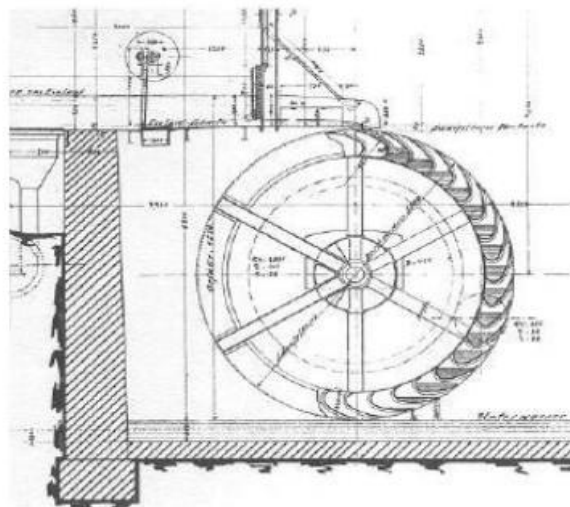
Gambar 2.10 merupakan kincir air tipe *breastshot*. Tipe *breastshot* adalah tipe kincir air yang aliran air pendorongnya menabrak sudu pada bagian tengah kincir. Berikut adalah kincir air tipe *breastshot* :



Gambar 2.11 *breastshot* (Yohanes Morong, 2016)

## 3) *Overshot*

Gambar 2.11 merupakan kincir air tipe *overshot*, tipe *overshot* adalah tipe kincir air yang aliran air pendorongnya menabrak sudu pada bagian atas kincir. Berikut adalah kincir air tipe *overshot* :



Gambar 2.12 *Overshot*(Yohanes Morong, 2016)

Air yang melakukan kontak dengan sudu-sudu runner kincir air hanya mempunyai tekanan atmosfer, seperti gambar diatas ada 3 klasifikasi kincir yaitu overshoot, undershoot dan breastshoot.(Yohanes Morong, 2016)

### 3.6 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 2.13 Generator

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 kemudiandigunakan 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 kestator.

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.

3.7 Prosedur Analisa Data

1. Menghitung kapasitas air (Q)

Daya air dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$Q = A \cdot v \dots \dots \dots (3.1)$$

2. Luas penampang ujung *nozzle* (A)

Untuk menghitung luas ujung *nozzle* yang menumbuk sudu turbin digunakan persamaan dibawah ini:

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan :

A = Luasan ujung *nozzle* (m<sup>2</sup>)

d = Diameter dalam *nozzle* (m)

3. Kecepatan aliran (v)

Untuk menghitung kecepatan aliran, digunakan dengan persamaan dibawah ini:

$$v = \frac{Q}{A} \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan :

v = Kecepatan aliran (m/s)

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

A = Luasan ujung *nozzle*

4. Laju massa air yang mengalir (m)

Untuk menghitung massa aliran digunakan persamaan dibawah ini:

$$m = \rho \cdot Q \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan :

m = Laju aliran massa air (kg/s)

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

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

5. Kecepatan anguler / tangensial ( $\omega$ )

Untuk mendapatkan kecepatan anguler dapat menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \dots \dots \dots (3.5)$$

Keterangan :

$\omega$  = Kecepatan anguler (rad/s)

n = Putaran turbin

6. Perhitungan daya :

a. Daya hidrolis; Ph (Watt) adalah daya yang diukur dengan persamaan dibawah ini :

$$Ph = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \dots \dots \dots (3.6)$$

Keterangan :

Ph= Daya hidrolis (Watt)

$\rho$  = Massa jenis air 996,7 (kg/m<sup>3</sup>)

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

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

H= Head turbin (m)

b. Daya kinetik jet air; Pk (Watt) dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$Pk = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan :

$Pk$  = Daya kinetis air (Watt)

$\rho$  = Massa jenis air 996,7 (kg/m<sup>3</sup>)

$A$  = Luas penampang *nozzle* turbin (m<sup>2</sup>)

$v$  = Kecepatan aliran (m/s)

#### 7 . Efisiensi turbin

Efisiensi turbin dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$\eta g = \frac{Pg}{Ph} \times 100\% \dots\dots\dots(3.8)$$

Keterangan :

$\eta g$  = Efisiensi turbin (%)

$Pg$  = Daya turbin (Watt)

$Ph$  = Daya hidrolis air (Watt)

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu

#### 3.1.1 Tempat

Tempat pembuatan prototype turbin pelton dan kegiatan uji coba dilaksanakan di Laboratorium Prestasi Mesin Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Mukhtar Basri No 3 Medan.

#### 3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian dilakukan 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

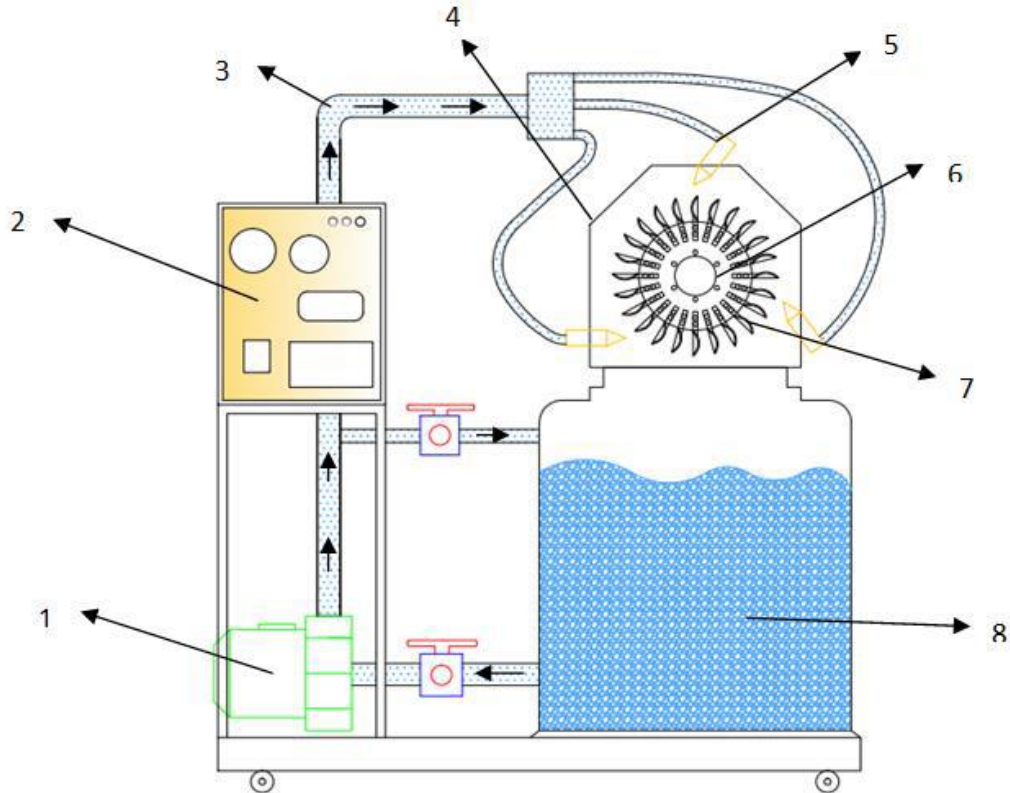
No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Study Literatur Dan Desain	■	■	■	■		
2	Set Up Alat Uji		■	■	■		
3	Pengambilan Data			■	■	■	
4	Analisa Data				■	■	
5	Seminar Hasil					■	■
6	SidangSarjana						■

### 3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Adapun alat yang di gunakan adalah sebagai berikut :

#### 1. Turbin Pelton

Turbin pelton adalah alat komponen utama penelitian. Berikut dibawah ini gambar 3.1 Turbin pelton.



Gambar 3.1 Turbin Pelton

#### 1) Motor pompa

Motor pompa air *Dabaqua* Model 401A digunakan sebagai sumber tenaga yang digunakan untuk menyemprotkan air kesudu turbin dengan Spesifikasi sebagai berikut :

Model 401A

Tegangan = 380 v

Frekuensi = 50 Hz

Daya Keluaran = 430 Watt

Kapasitas Maksimum = 600 L/Min

Daya Masuk = 1050 Wtt

Tinggi Hisap = 8 m



Tinggi Dorongan = 13,5 m

Tinggi Total Maks = 21,5 m

## 2) Panel

Panel listrik adalah tempat menyalurkan dan mendistribusikan energi listrik dari panel daya ke beban (konsumen) baik untuk instalasi tenaga maupun untuk instalasi penerangan.

## 3) PVC

Pipa pvc digunakan untuk mengalirkan bahan fluida seperti gas, air, atau uap dari satu tempat ke tempat tertentu.

## 4) Rumah turbin

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

## 5) *Nozzle*

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

## 6) *Runner*

Runner berfungsi untuk merubah energi potensial fluida menjadi energi mekanik, *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.

## 7) *Bucket/ sudu*

*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 dibalikan setelah membentur sudu, arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum, gaya inilah yang disebut gaya impuls.

### 8) Reservoir

Fungsi reservoir sangat sederhana, yaitu sebagai media atau wadah penyimpan air dengan kapasitas besar maupun kecil.

### 9). Multitester

Multitester adalah alat yang berfungsi untuk mengukur kuat tegangan dan arus ampere.



Gambar 3.2 Multitester

### 10). Tachometer

Tachometer adalah alat yang berfungsi untuk mengukur kecepatan poros turbin.



Gambar 3.3 Tachomete

## 11). Sensor

### a) Sensor Tegangan

Sensor tegangan berfungsi membaca suatu tegangan pada rangkaian. Prinsip kerjanya adalah membuat perbandingan antara tegangan asli dengan tegangan yang terbaca oleh arduino

### b. Sensor Load Cell

Sensor load cell adalah jenis sensor beban yang banyak digunakan untuk mengubah beban atau gaya menjadi perubahan tegangan listrik. Perubahan tegangan listrik tergantung dari tekanan yang berasal dari pembebanan.

### c. Sensor Rpm

Sensor rpm adalah sebuah alat untuk mengukur putaran, khususnya jumlah putaran yang dilakukan oleh sebuah poros dalam satu satuan waktu.

### d. Sensor Flow Meter

Sensor flow meter adalah sensor yang digunakan untuk mengukur debit air.

### e. Sensor *Discharge*

Sensor *discharge* merupakan sebuah alat yang mampu mengukur suatu tekanan dengan cara mengubah tegangan mekanis menjadi sinyal listrik.

### f. Sensor *Suction*

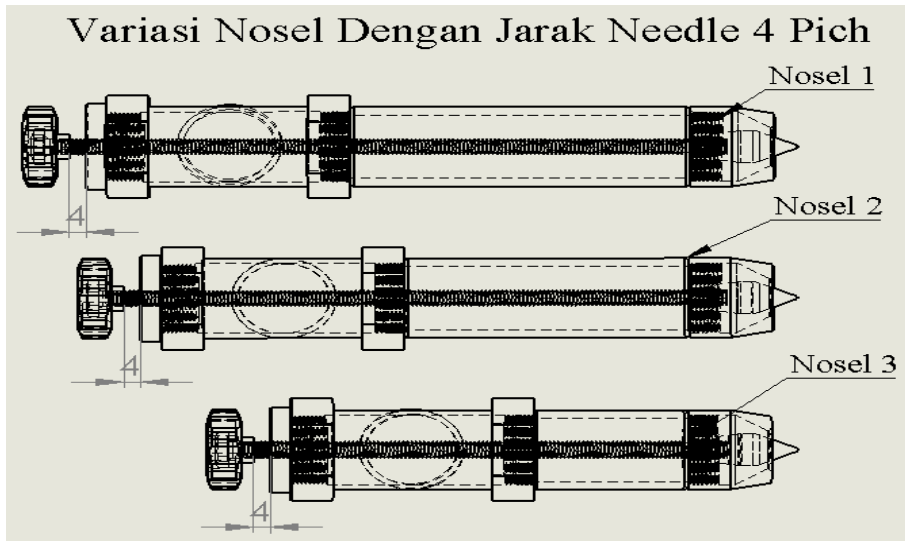
Adalah untuk menghitung ketinggian vertikal dari fluida yang turun karena grafitasi inlet pompa.

## 3.2.2. Bahan

Bahan (fluida kerja) yang digunakan pada penelitian turbin pelton ini adalah air.

## 3.3. Sketsa gambar variasi jarum *nozzle*

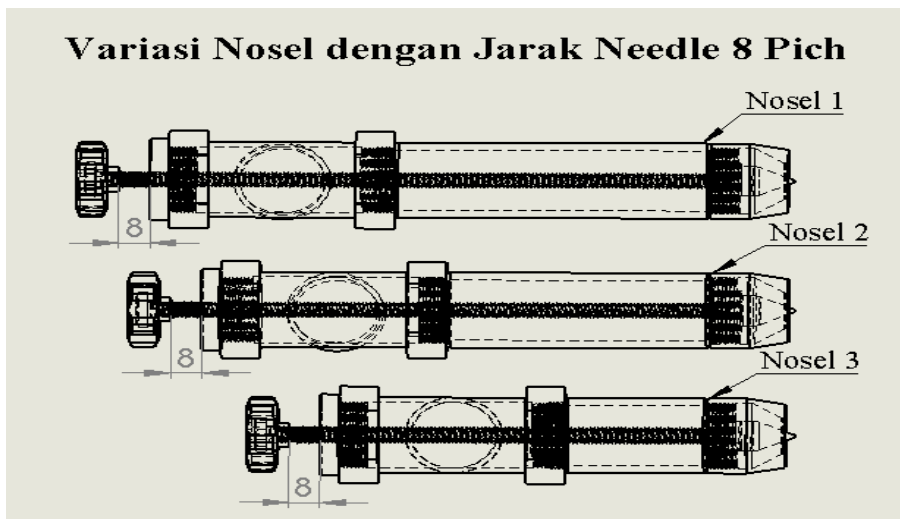
### 1. Variasi jarum *nozzle* dengan jarak 16 mm



Gambar 3.10 Variasi jarum *nozzle* dengan jarak 16 mm

Pada pengujian pertama dilakukan dengan menggunakan 3 *nozzle* dengan variasi jarak *needle* 16 mm.

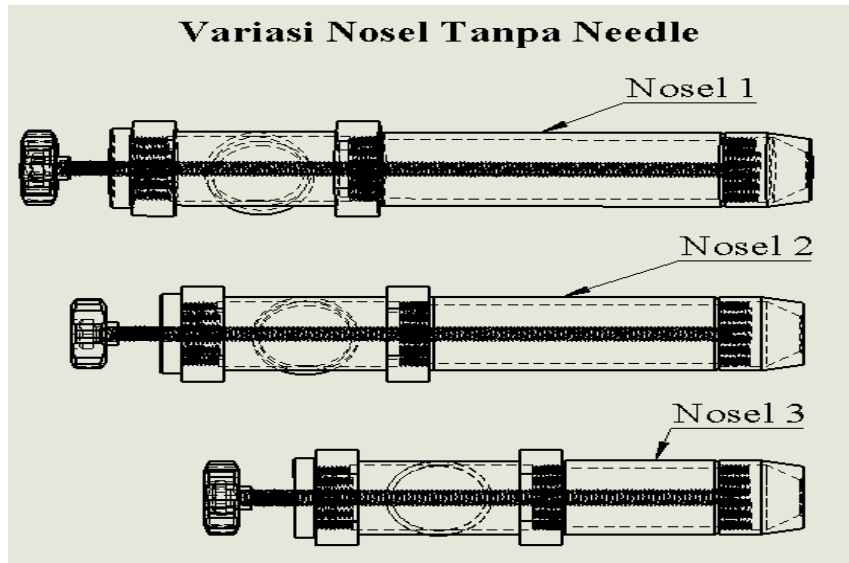
2. Variasi jarum *nozzle* dengan jarak 64 mm



Gambar 3.11 Variasi jarum *nozzle* dengan jarak 64 mm

Pada pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan 3 *nozzle* dengan variasi jarak *needle* 64 mm.

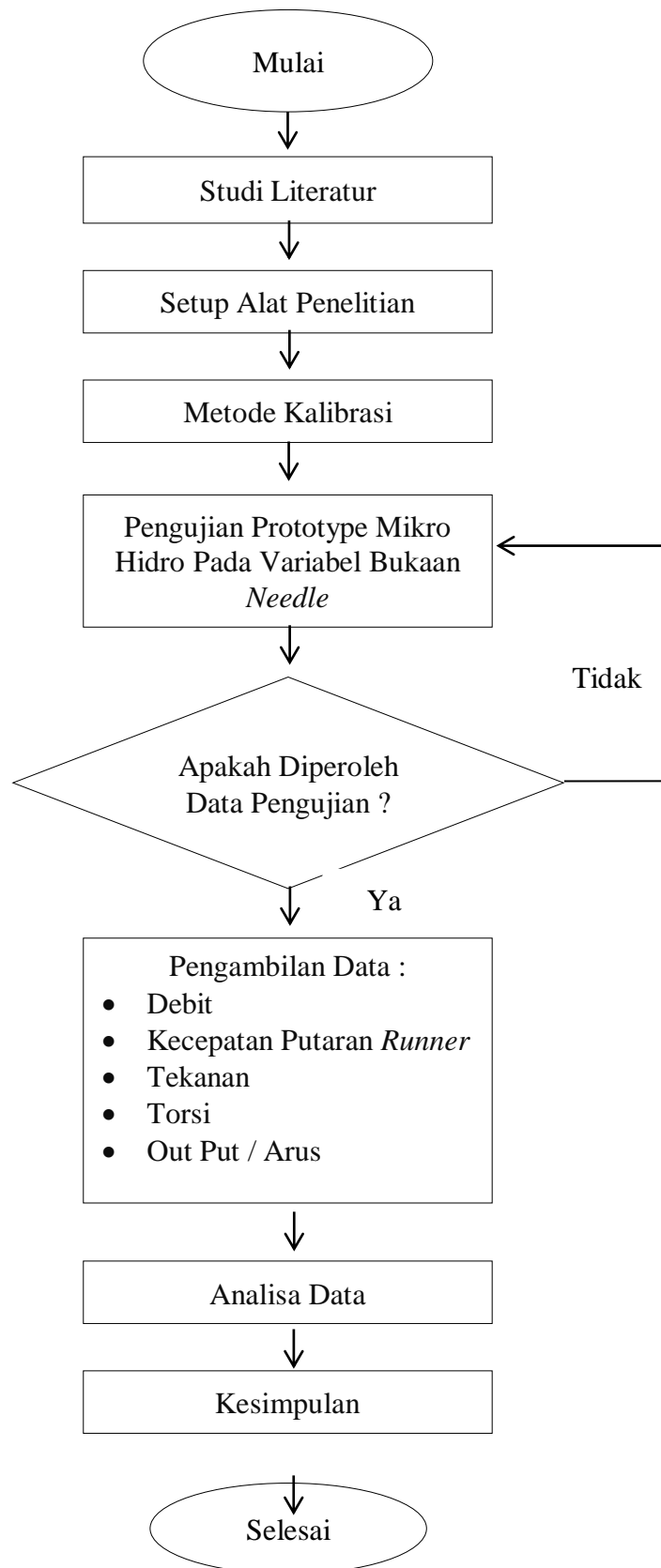
3. Variasi jarum *nozzle* tanpa *needle*



Gambar 3.12 Variasi jarum *nozzle* tanpa *needle*

Pada pengujian ketiga dilakukan dengan menggunakan 3 *nozzle* dengan variasi tanpa *needle*.

### 3.3 Bagan Alir



### 3.4 Set Up alat uji

Adapun *set up* turbin pelton skala mikro ini adalah :

1. Memasang baket ke *runner* yang digunakan.
2. Memasang *runner* turbin yang digunakan ke rumah turbin.
3. Membuka *nozzle* turbin pada variasi bukaan yg digunakan
4. Menghubungkan turbin pelton ke arus listrik
5. Menghubungkan laptop ke arduino.

### 3.4 Prosedur Pengujian

Percobaan pertama pada pengujian turbin pelton dengan variasi *needle* pada *nozzle*.

1. Mengatur jarak bukaan *needle* dengan jarak 16 mm dari *needle* dalam keadaan tertutup.
2. Menghubungkan laptop ke arduino..
3. Memastikan semua alat dalam keadaan baik.
4. Pastikan posisi katup dalam keadaan membuka full.
5. Tekan saklar untuk menghidupkan pompa air
6. Mengatur kecepatan motor menggunakan inverter di 50 Hz.
7. Mengamati proses yang terjadi dan putaran poros yang dihasilkan.
8. Mengamati tegangan dan arus yang dihasilkan selama 5 menit tanpa beban
9. Menghidupkan lampu untuk melihat kemampuan alat menyuplai daya.
10. Mengamati tegangan dan arus yang dihasilkan selama 5 menit menggunakan beban lampu
11. Mencatat semua data yg tercatat pada monitor arduino
12. Mengulangi percobaan ini dengan mengubah *jarak needle* dengan jarak 64 mm dan tidak menggunakan *needle* dengan kecepatan maksimum 50 Hz.
13. Mematikan pompa untuk mengakhiri proses percobaan.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Hasil Pengujian.

Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian yang berkaitan dengan kinerja turbon pelton yang meliputi pengukuran : putaran turbin, tegangan turbin, arus, daya, torsi, efisiensi dari beberapa parameter yang diuji tersebut didapatkan data pengukuran yang disajikan pada tabel 4.1 berikut.

Tabel. 4.1 Hasil Data Pengujian

No.	Parameter	<i>Needle</i> jarak 16 mm	<i>Needle</i> jarak 64 mm	Tanpa <i>needle</i>
1.	Putaran turbin tanpa beban	586.6 rpm	554.0 rpm	542.3 rpm
2.	Putaran turbin dengan beban bola lampu 36 watt	412.0 rpm	394.4 rpm	376,5 rpm
3.	Tegangan tanpa beban	35.8 volt	33.7 volt	33.2 volt
4.	Tegangan dengan beban bola lampu 36 watt	18.3 volt	18.8 volt	17.8 volt
5.	Daya yang dihasilkan	53.49 watt	46.32 watt	43.00 watt
6.	Torsi tanpa beban	2,06 N/m	1,86 N/m	1,18 N/m
7.	Torsi dengan beban bola lampu 36 watt	13,14 N/m	11,67 N/m	4,12 N/m

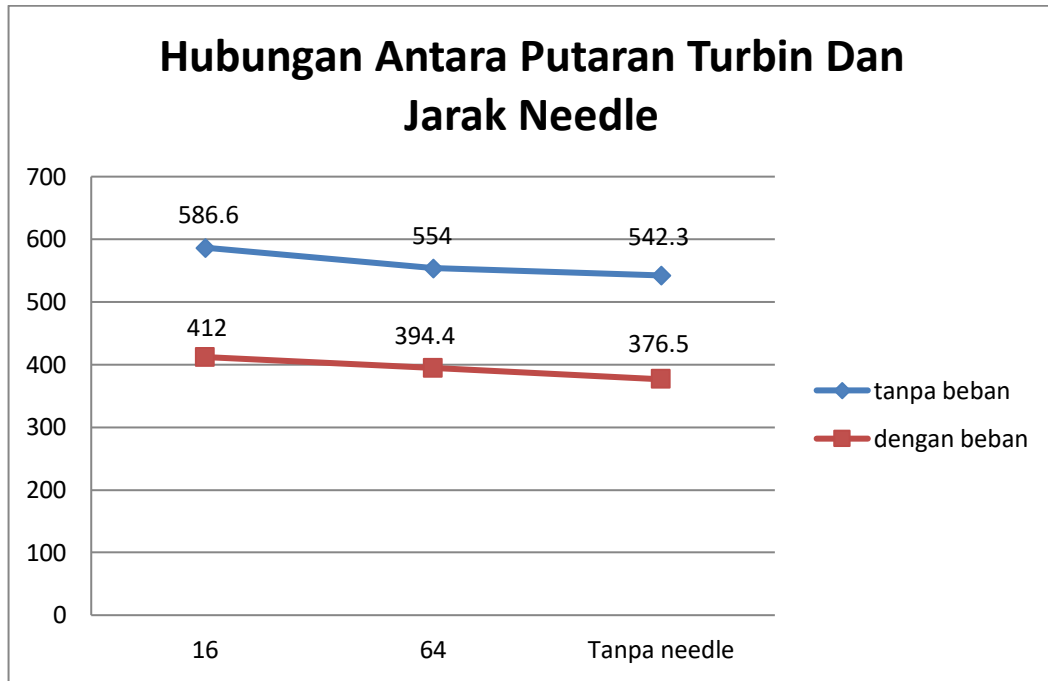
Teknik analisa data menggunakan teknik deskriptif berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dari data pengujian lapangan yang dilakukan seperti pada tabel 4.1 tersebut kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan sensor dengan tujuan untuk mendapatkan nilai putaran turbin, tegangan generator, daya, tekanan dan torsi.

#### 4.2 Pengukuran Putaran Turbin

Pengukuran putaran turbin bertujuan untuk mengetahui berapa putaran turbin pelton sebelum diberi beban dan sudah diberi beban. Pengukuran ini dilakukan dengan cara menempelkan alat tachometer pada rotor turbin yang



sedang berputar, sehingga dapat diambil hasil dari putaran turbin, berikut merupakan grafik hasil pengujian dari pengaruh variasi bukaan jarum *nozzle* (*needle*) terhadap putaran turbin, yang dapat dilihat pada gambar 4.1.

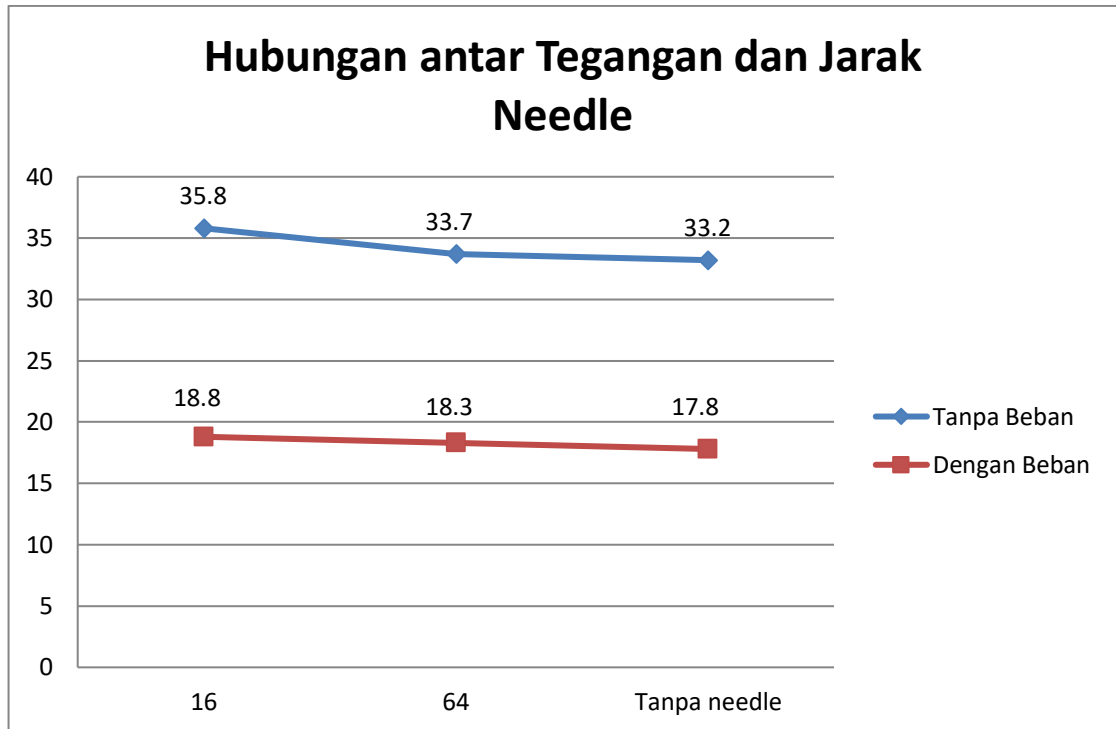


Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Putaran Turbin Dan Jarak *Needle*

Berdasarkan gambar grafik 4.1 dapat dilihat bahwa kecepatan putaran turbin tertinggi sebelum diberi beban adalah 586,6 rpm (jarak bukaan *needle* 16 mm) dan kecepatan putaran turbin terendah adalah 542,3 rpm (tanpa *nozzle*). Sedangkan kecepatan putaran turbin tertinggi saat diberi beban yaitu 412 rpm dan kecepatan putaran turbin terendah 376,5.

#### 4.3 Pengukuran Tegangan Generator

Pengukuran tegangan generator bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan yang dihasilkan generator setelah dikopel dengan turbin. Berikut merupakan grafik hasil pengujian variasi bukaan jarum *nozzle* (*needle*) terhadap tegangan generator.

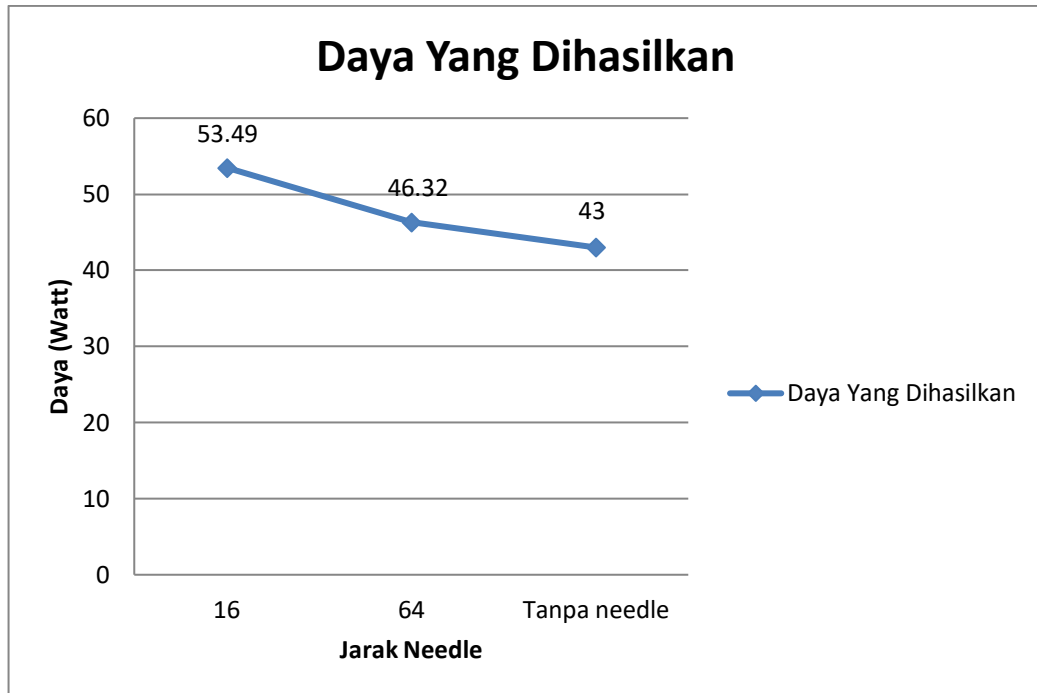


Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Tegangan dan Jarak *Needle*.

Berdasarkan pada gambar 2 diatas dapat dilihat semakin sedikit jarak *needle* pada *nozzle* semakin kencang tembakan jet yang akan dikeluarkan *nozzle* untuk memutar poros turbin maka tegangan generator akan semakin besar. Tegangan tertinggi tanpa beban pada pementian ini adalah jarak 16 mm yaitu sebesar 35,8 volt dan yang terendah adalah penelitian tanpa *needle* yaitu 33,2 volt. Sedangkan tegangan tertinggi dengan beban adalah jarak 16 mm yaitu 18,8 volt dan yang terendah adalah penelitian tanpa *needle* yaitu 17,8 volt.

#### 4.4 Pengukuran Daya Yang Dihasilkan

Pengukuran daya bertujuan untuk mengetahui berapa daya turbin yang dihasilkan pada penelitian variasi *needle*. Berikut merupakan grafik yang didapat pada pengujian hubungan antara variasi bukaan *needle* terhadap daya yang dihasilkan turbin.

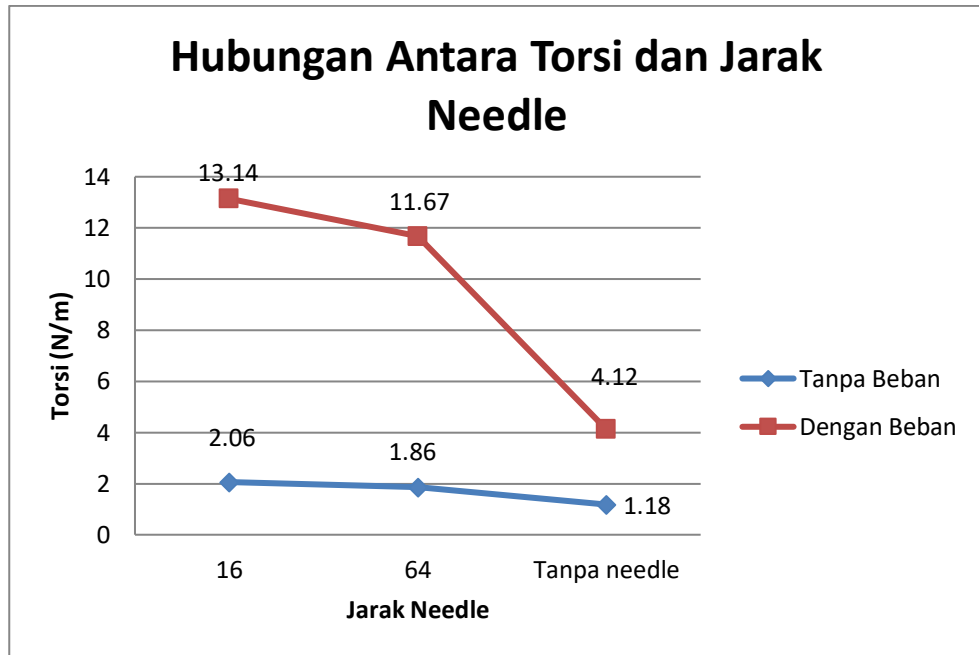


Gambar 4.3 Grafik Daya Yang Dihasilkan

Berdasarkan pada gambar 3 diatas dapat dilihat semakin sedikit jarak *needle* pada *nozzle* semakin kencang tembakan jet yang akan dikeluarkan *nozzle* untuk memutar poros turbin maka daya yang dihasilkan akan semakin besar. Daya tertinggi yang dihasilkan pada penelitian ini adalah pada variasi jarak *needle* 16 mm yaitu 53,49 watt, sedangkan daya terendah yang dihasilkan adalah variasi tanpa *needle* yaitu 43 watt.

#### 4.5 Pengukuran Torsi

Pengukuran torsi bertujuan untuk mengetahui berapa torsi yang dihasilkan pada pengujian variasi jarak *needle*. Berikut adalah grafik yang didapat pada penelitian pengaruh bukaan *needle* terhadap torsi yang dihasilkan dengan frekuensi 50 Hz.



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Torsi dan Jarak *Needle*

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat semakin kecil nilai dari jarak *needle* maka semprotan air kesudu semakin kuat dan membuat putaran poros semakin cepat maka semakin besar pula torsi yang dihasilkan. Torsi tertinggi pada pengujian tanpa beban terjadi pada bukaan 16 mm yaitu 13,14 N/m dan yang terendah adalah variasi tanpa *needle* yaitu 4,12 N/m, sedangkan pengujian dengan beban dengan torsi tertinggi yaitu bukaan 16 mm sebesar 2,06 N/m dan torsi terendah pada pengujian tanpa beban yaitu tanpa *needle* sebesar 1,18 N/m.

#### 4.7 Perhitungan Debit

Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah :

Diameter Pipa = 2 inchi = 0,0508 m

Diameter Selang = 0,75 inchi = 0,01905 m

Kecepatan Aliran = 67 m/s

##### A. Luas Penampang Pipa

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

$$A = \frac{3,14}{4} \cdot 0,0508^2$$

$$A = \frac{3,14}{4} \cdot 0,00258$$

$$A = 0,00203m^2$$

B. Luas Penampang Selang

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

$$A = \frac{3,14}{4} \cdot 0,01905^2$$

$$A = \frac{3,14}{4} \cdot 0,000363$$

$$A = 0,0003 m^2$$

C. Kecepatan Masuk Pipa

$$Q = 67 L/m \rightarrow 0,00111m^3/s$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0,00111}{0,00203}$$

$$V = 0,54 m/s$$

D. Kecepatan Masuk Selang *Nozzle*

$$V_2 = \frac{A_1}{A_2} \cdot V_1$$

$$V_2 = \frac{0,00203}{0,0009} \cdot 0,54$$

$$V_2 = 1,218 m/s$$

E. Kecepatan Masuk Air Di Tiap Selang

$$V = \frac{V_2}{3}$$

$$V = 0,406 m/s$$

F. Debit Aliran

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 0,0003 \times 0,406$$

$$Q = 0,0001218 m^3/s$$

#### 4.8 Perhitungan Daya Hidrolis

$$Ph = \rho \cdot g \cdot h \cdot Q$$

$$Ph = 999,8 \times 9,8 \times 20 \times 0,00111$$

$$Ph = 217,5 \text{ watt}$$

#### 4.9 Perhitungan Efisiensi

##### A. Perhitungan Efisiensi Bukaan 16 mm

$$\eta = \frac{Pg}{Ph} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{53,49}{217,5} \times 100\%$$

$$\eta = 24,59 \%$$

##### B. Perhitungan Efisiensi Bukaan 64 mm

$$\eta = \frac{Pg}{Ph} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{46,32}{217,5} \times 100\%$$

$$\eta = 21,29\%$$

##### C. Perhitungan Efisiensi Tanpa *Needle*

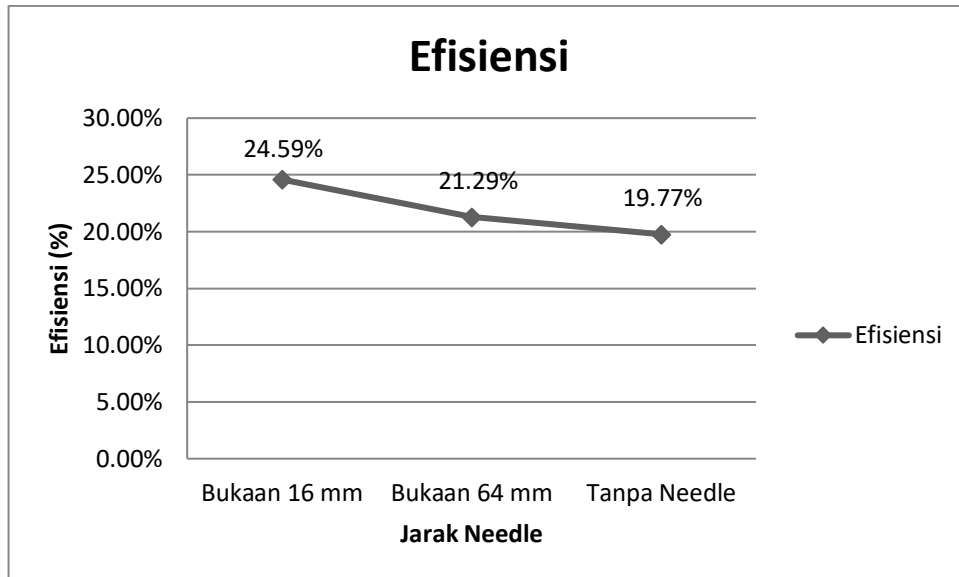
$$\eta = \frac{Pg}{Ph} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{43}{217,5} \times 100\%$$

$$\eta = 19,77\%$$

Tabel 4.2 Efisiensi

NO	Variasi	Efisiensi
1	Bukaan 16 mm	24,59%
2	Bukaan 64 mm	21,29%
3	Tanpa <i>Needle</i>	19,77%



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Variasi Bukaan Jarum *Nozzle* Dengan Efisiensi

Berdasarkan Grafik 4.5 dapat dilihat bahwa efisiensi tertinggi terjadi pada bukaan 16 mm yaitu 24,59% dan yang terendah terjadi pada variasi tanpa *needle* yaitu 19,77%.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 KESIMPULAN**

Setelah melakukan penelitian terhadap variasi bukaan *nozzle* turbin pelton skala mikro dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Daya hidrolis air yang didapat pada analisa data dari pengujian sebesar 2959,008 watt.
2. Putaran tercepat yang dihasilkan terjadi pada variasi bukaan 16 mm dari *nozzle* tertutup yaitu 586,6 rpm dan yang terkecil terjadi pada variasi tanpa *needle* yaitu 542,3 rpm.
3. Daya terbesar yang dihasilkan pada pengujian ini didapatkan pada variasi bukaan *nozzle* 16 mm sebesar 53,49 watt dan yang terkecil didapat dari pengujian tanpa *needle* yaitu 43 watt.

#### **5.2 SARAN**

1. Sebelum melakukan pengujian hendaknya memeriksa kondisi fungsional alat yang akan diuji.
2. Sebaiknya saat menghubungkan arus listrik ke turbin diharap lebih berhati-hati.
3. Sebaiknya alat sensor maupun alat yang rentan terkena air kiranya dijauhkan dari air ataupun dibuat pelindung karena saat pengambilan data bisa eror atau rusak bila terkena air.



## DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S. (2017). PENGARUH VARIASI JUMLAH *NOZZLE* TERHADAP DAYA LISTRIK YANG DIHASILKAN PADA PROTOTYPE TURBIN PELTON. *Teknik Mesin*, 1–5. riset.unisma.ac.id
- Gusti, I. saputra ngurah, Lie, J., & Arta, W. wayan i. (2020). *PENGARUH JUMLAH SUDU PADA PROTOTYPE PLTMH*. 7(4), 161–172.
- Ir. Rahmad Samosir, M. (2018). Pengaruh Jumlah *Nozzle* Pada Turbin Pelton. *Snme*, 1–12.
- Mahayana I Gusti Putu Andhita, Jasa, L., & Janardana, I. G. N. (2020). *RANCANG BANGUN PROTOTYPE*. 7(4), 35–45.
- Muhammad Saleh Simamora. (2012). Perancangan Alat Uji Prestasi Turbin Pelton. *Perancangan Alat Uji Prestasi Turbin Pelton*, 1(1), 1–9.
- Mulyadi, Margianto, & Marlina, E. (2017). *PENGARUH JARAK SEMPROT NOZZLE TERHADAP PUTARAN POROS TURBIN DAN DAYA LISTRIK YANGDIHASILKAN PADA PROTOTYPE TURBIN PELTON*.
- Poea, C., Soplanit, G. ., & Rantung, J. (2013). Pembangkit Listrik Di Desa Kali Kecamatan Pineleng Dengan Head 12 Meter. *Teknik Mesin*, 1–9.
- Prihastuty, E., & Fahmadi, H. D. (2015). *Perancangan nossal dan sistem perpipaan pada turbin pelton*. 10(1), 10–17.
- Rizqullah, R. N., Qurthobi, A., Elektro, F. T., & Telkom, U. (2019). *STUDI EFISIENSI PURWARUPA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO MENGGUNAKAN TURBIN BALING-BALING STUDY*. 6(2), 5404–5409.
- Sinaga, H. A. (2018). *Tugas sarjana teknik manufaktur pembuatan prototype turbin pelton*. 1–61.
- Syarif, A., Trisnaliani, L., Teknik, J., Program, K., Sarjana, S., Teknik, T., Sriwijaya, P. N., Srijaya, J., Bukit, N., & Palembang, B. (2019). Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Turbin Pelton The Design Of Pelton Turbine Micro Hydro Power. *Kinetika*, 8(2017), 1–6.
- Wahab, A., Malang, U. I., Program, D., Jurusan, S., Mesin, T., Malang, U. I., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., & Islam, U. (2019). *PENGARUH VARIASI JARAK NOZZLE PADA MODEL SUDU TURBIN PELTON BERBAHAN*

*ACRYLIC TERHADAP DAYA.*

- Wan, A. azlan. (2019). *Perancangan Turbin Tife Pelton Untuk Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro*. 2(1), 36–40.  
<https://doi.org/10.33087/jepca.v2i2.30>
- Wiyono, A., Heryana, G., Rahayu, W., Prakoso, A. P., & Taqwali, E. (2018). *Karakterisasi Performansi Modifikasi Sudu dan Variasi Head Total Turbin Pelton 9 Sudu*. IV(2), 87–91.
- Yohanes Morong, J. (2016). Rancang Bangun Kincir Air Irigasi Sebagai Pembangkit Listrik di Desa Talawaan. *Kementerian Riset Teknologi Dan Pendidikan Tinggi Politeknik Negeri Manado*, 1–35.

LAMPIRAN



## PERCOBAAN 1



## PERCOBAAN 2



### PERCOBAAN 3



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

Peserta seminar

Nama : Ari Aswari Purba

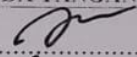
NPM : 1707230111

Judul Tugas Akhir : Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Jarum Nozzel ( Needle)  
Terhadap Unjuk kerja Turbin Pelton Skala Mikro.

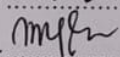
**DAFTAR HADIR**

**TANDA TANGAN**

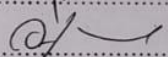
Pembimbing – I : Bakti Suroso.S.T.M.Eng





: 

Pembanding – I : M.yani.S.T.M.T

: 

Pembanding – II : Affandi.S.T.M.T

: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1707230109	MUHAMMAD NURHIDAYAT	
2	1707230116	MUHAMMAD RISEFI	
3	1707230063	FADHLY MUJAHID	
4	1907230210P	LUTHFI AUZAN	
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan 22 Shafar 1443 H  
05 Oktober 2021 M

Ketua Prodi. Mesin

  
Chandia A. Siregar.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Ari Aswari Purba  
NPM : 1707230111  
Judul T.Akhir : Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Jarum Nozzel ( needle)  
Terhadap Unjuk Kerja Turbin Pelton Skala Mikro.

Dosen Pembimbing - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng  
Dosen Pembimbing - I : M.Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Affandi.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 :

*Revisi pd bagian yg saya tanda vertikal  
di perbaikan 1!*

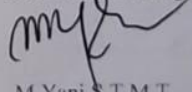
2. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 22 Shafar 1443H  
05 Oktober 2021M

Diketahui :  
Ketua Prodi. Mesin

  
Chandra A. Siregar S.T.M.T

Dosen Pembimbing- I

  
M. Yani.S.T.M.T



DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Ari Aswari Purba  
NPM : 1707230111  
Judul T.Akhir : Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Jarum Nozzel ( needle)  
Terhadap Unjuk Kerja Turbin Pelton Skala Mikro.

Dosen Pembimbing - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng  
Dosen Pembanding - I : M.Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Affandi.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 :

- format penulisan  
- cara kelengkapan hasil analisis  
- gambar hasil, daftar pustaka

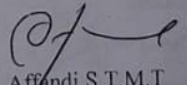
3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

Medan 22 Shafar 1443H  
05 Oktober 2021M

Diketahui  
Ketua Prodi. T. Mesin  
  
Chandra S. T.M.T

Dosen Pembanding- II

  
Affandi.S.T.M.T



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjabar surat ini agar disebutkan nomor dan tanggal

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

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<http://fatek.umsu.ac.id> [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#)

Nomor : 1017 / II.3-AU/ UMSU-07/ F/2021 Medan 03 Rabiul Awal 1443 H  
Lamp : - 14 Oktober 2021 M  
Hal : Undangan Sidang Tugas Akhir  
Jurusan Teknik Mesin  
Kepada : Yth.Sdr.

- 1.M.Yani.S.T.M.T ( Dosen Penguji-I )
- 2.Affandi.S.T.M.T ( Dosen Penguji-II)
- 3.Bekti Suroso.S.T.M.Eng ( Dosen Penguji Pendamping- I )

di-  
Medan.

Bismillahirrahmanirrahim.  
Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dengan hormat, sesuai dengan Rekomendasi Ka. Prodi Teknik Mesin Tanggal 15 Oktober 2021 tentang dosen Pembimbing Tugas Akhir maka melalui surat ini kami mengundang Saudara untuk menghadiri Sidang Tugas Akhir, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas nama mahasiswa yang tersebut di bawah ini:

Nama : Ari Aswari Purba  
NPM : 1707230111  
Jurusan : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : **Studi Eksploerimental Pengaruh Penggunaan Jarum Nozzel ( needle) Terhadap Unjuk Kerja Turbin Pelton Skala Mikro.**

Insyallah akan dilaksanakan pada :  
Hari / tanggal : Kamis / 21 Oktober 2021  
Waktu : 10.00 Wib S/D Selesai  
Tempat : Fakultas Teknik UMSU  
Jalan Mukhtar Basri No.: 03 Medan.

Demikian undangan ini kami sampaikan atas perhatian saudara kami ucapkan terima kasih. Akhirnya selamat dan sejahteralah kita semua Amin.



Wassalam,  
Dekan,

**Munawar Alfansury Siregar.S.T.M.T**  
NIDN: 0101017202

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENGGUNAAN JARUM  
NOZZLE (NEEDLE) TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN PELTON  
SKALA MIKRO

Nama : ARI ASWARI PURBA  
NPM : 1707230111

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

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Rabu 4/8/2021	- Perbaiki latar belakang dan Rumusan Masalah.	<i>Jm</i>
2.	Rabu 11/8/2021	- Perjelas Tujuan dan Variabel yang digunakan.	<i>Jm</i>
3.	Kamis 19/8/2021	- Tambahkan beberapa Jurnal Internasional dan Nasional.	<i>Jm</i>
4.	Selasa 31/8/2021	- Perbaiki diagram Air.	<i>Jm</i>
5.	Selasa 7/9/2021	- Perbaiki Gambar.	<i>Jm</i>
6.	Rabu 15/9/2021	- Perbaiki Kesimpulan dan Saran.	<i>Jm</i>
7.	Senin 20/9/2021	- Perbaiki Daftar Pustaka.	<i>Jm</i>
8.	Sabtu 25/9/2021	ACC Seminar hasil	<i>Jm</i>

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### A. DATA PRIBADI

Nama : Ari Aswari Purba  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Tempat, Tanggal Lahir : Kulasar, 28 Agustus 1999  
Alamat : Dusun II Desa Kulasar, Kec. Silinda,  
Kab. Serdang Bedagai, Sumatera Utara  
Agama : Islam  
E-mail : [ariaswaripurba28@gmail.com](mailto:ariaswaripurba28@gmail.com)  
No. Handphone : 082274680599

### B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Negeri 105399 Kulasar	Tahun 2005 - 2011
2. SMP Negeri 2 Bangun Purba	Tahun 2011 - 2014
3. SMA Negeri 1 Bangun Purba	Tahun 2014 - 2017
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Tahun 2017 - 2021

