

# **TUGAS AKHIR**

## **STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH DEBIT AIR TURBIN 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:**

**NOTO TRI PRAYOGO**  
**1607230121**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Noto tri prayogo  
NPM : 1607230121  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Studi Eksperimental Pengaruh Debit Air Turbin 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, 9 Oktober 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



Bakti 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 : Noto tri prayogo  
Tempat, Tanggal Lahir : Kbn Kacang, 20 April 1998  
NPM : 1607230121  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

**“Studi Eksperimental Pengaruh Debit Air Turbin 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 serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya 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/kesarjana saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara.

Medan, Oktober 2021

Saya yang menyatakan,



Noto tri prayogo

## ABSTRAK

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 atau dialiri listrik oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). hal ini yang menjadikan ketertarikan untuk membahas atau meneliti salah satu kinerja dari turbin pelton tersebut, yaitu pengaruh debit air terhadap unjuk kerja turbin pelton skala mikro. Tempat pelaksanaan pembuatan dilakukan di PT, ME BDG, Perumahan Permata Cimahi, Tani Mulya Ngamprah Bandung Barat, dan untuk penelitian turbin pelton di laboratorium material mesin program teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera utara. Dari hasil pengujian pada debit air  $0,00023m^3/s$  didapat kecepatan aliran sebesar  $0,3465m/s$  untuk debit air  $0,00027m^3/s$  didapat kecepatan aliran sebesar  $0,4108 m/s$  dan untuk debit air  $0,00034m^3/s$  didapat kecepatan aliran sebesar  $0,5099 m/s$ . Pada debit air  $0,00023m^3/s$  dengan kecepatan turbin 393,4 rpm menghasilkan daya sebesar 7,55 watt, pada debit air  $0,00027m^3/s$  dengan kecepatan turbin 434,7 rpm menghasilkan daya sebesar 11,86 watt, dan pada debit air tertinggi  $0,00034m^3/s$  dengan kecepatan turbin 554,3 rpm menghasilkan daya sebesar 44,54 watt. Dari hasil debit air didapat perbedaan pada torsi sebelum dan sesudah diberi beban lampu, dimana pada debit air tertinggi  $0,00034m^3/s$  menghasilkan torsi tanpa beban 1,66Nm dan pada saat terjadi pembebanan hasil torsi menjadi 11,37Nm, dari perbedaan tersebut ada kenaikan saat terjadi pembebanan. Efisiensi tertinggi terdapat pada turbin pelton dengan variasi debit air  $0,00034m^3/s$  dengan hasil efisiensi 66,77% dan yang paling rendah pada debit air  $0,00027m^3/s$  dengan hasil efisiensi 26,5%.

Kata Kunci : Debit air, Kecepatan Aliran, Daya, Efisiensi

## **ABSTRACT**

*Pelton Turbine is one type of power plant that uses hydropower as a source of power generation, the Pelton Turbine is widely used for electrical energy sources in areas that are not accessible or electrified by the State Electricity Company (PLN). This is what makes it interesting to discuss or research one of the performances of the Pelton turbine, namely the effect of water discharge on the performance of the micro-scale Pelton turbine. The place of implementation was at PT, ME BDG, Permata Cimahi Housing, Tani Mulya Ngamprah West Bandung, and for research on Pelton turbines in the mechanical engineering program laboratory of the Muhammadiyah University of North Sumatra. From the test results at  $0.00023 \text{ m}^3/\text{s}$  water flow, the flow velocity is  $0.3465 \text{ m/s}$ , for  $0.00027 \text{ m}^3/\text{s}$  water flow, the flow velocity is  $0.4108 \text{ m/s}$  and  $0.00034 \text{ m}^3/\text{s}$  for water discharge.  $3/\text{s}$  obtained a flow velocity of  $0.5099 \text{ m/s}$ . At a water discharge of  $0.00023 \text{ m}^3/\text{s}$  with a turbine speed of  $393.4 \text{ rpm}$  it produces a power of  $7.55 \text{ watts}$ , at a water discharge of  $0.00027 \text{ m}^3/\text{s}$  with a turbine speed of  $434.7 \text{ rpm}$  it produces a power of  $11.86 \text{ watts}$ , and at the highest water discharge  $0.00034 \text{ m}^3/\text{s}$  with a turbine speed of  $554.3 \text{ rpm}$  it produces  $44.54 \text{ watts}$  of power. From the results of the water discharge, there are differences in torque before and after being given a lamp load, where at the highest water discharge  $0.00034 \text{ m}^3/\text{s}$  produces a torque without load of  $1.66 \text{ Nm}$  and at the time of loading the torque results becomes  $11.37 \text{ Nm}$ , from these differences there are increase when loading occurs. The highest efficiency is found in the Pelton turbine with a water flow variation of  $0.00034 \text{ m}^3/\text{s}$  with an efficiency result of  $66.77\%$  and the lowest at a water discharge of  $0.00027 \text{ m}^3/\text{s}$  with an efficiency result of  $26.5\%$ .*

*Keywords : Water discharge, Flow rate, Power, Efficiency*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Studi Experimental Peningkatan Efektivitas Panel Surya Dengan Penambahan Lapisan Kaca” 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 Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Bekti Suroso, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Fakultas Teknik UMSU, yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Penguji Satu Saya dan Ibuk Riadini Wanty Lubis, S.T., M.T selaku Dosen Penguji Dua saya yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. 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.
5. Orang tua penulis: Hidayat S.pdI dan Nurmiah Padang S.pd, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Sahabat-sahabat penulis: WM Algadri, Bahrum, Teguh Malik, Luthfi Auzan, Ari Aswari Purba dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.
9. Seluruh kader-kader Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang selalu memberi semangat dan masukan kepada penulis.

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 pengembangan ilmu teknik mesin

Medan, Oktober 2021

Noto Tri Prayogo

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</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>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1. Kajian Pustaka	4
2.2. Pengertian Dasar Turbin Air	8
2.3. Turbin Pelton	9
2.4. Prinsip kerja turbin pelton	10
2.5. Jenis-jenis turbin pelton	10
2.5.1. Turbin Poros Horizontal	10
2.5.2. Turbin Poros Vertikal	10
2.6. Komponen Utama Turbin Pelton	11
2.6.1. Rumah Turbin	11
2.6.2. <i>Runner</i>	11
2.6.3. Poros	12
2.6.4. <i>Bucket/sudu</i>	12
2.6.5. Bantalan	13
2.6.6. <i>Wheel</i> Turbin	13
2.6.7. <i>Pulley</i>	14
2.6.8. <i>Nosel</i>	14
2.6.9. Kelistrikan	15
2.7. Mekanisme Aliran Fluida	16
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>18</b>
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.1.1. Tempat	18
3.1.2. Waktu Penelitian	18
3.2. Alat dan Bahan	19
3.2.1. Adapun alat penelitian dan bahan yang digunakan	19
3.2.1.1. Alat penelitian	19
3.2.1.2. Bahan penelitian	23
3.3. Diagram alir	24

3.4	Kalibrasi Alat ukur	25
3.5	Prosedur Pengujian	25
3.6	Tabel <i>job sheet</i>	26
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>26</b>
4.1	Hasil pengujian	27
4.2	Pengukuran menyeluruh pada turbin	27
4.3	Analisa Data	28
4.3.1	Perhitungan Debit air Pada Kecepatan Pompa 30Hz	28
4.3.2	Perhitungan Debit air Pada Kecepatan Pompa 40Hz	30
4.3.3	Perhitungan Debit air Pada Kecepatan Pompa 50Hz	31
4.4	Data tabel dan Hasil Grafik	33
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>41</b>
5.1	Kesimpulan	41
5.2	saran	41
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>43</b>
	<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
	<b>LAMPIRAN</b>	
	<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Daftar Notasi	xii
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	18
Tabel 3.2 <i>jobsheet</i> penelitian	26
Tabel 4.1 Hasil <i>jobsheet</i>	27
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tanpa Beban	27
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Dengan Beban(lampu)	28
Tabel 4.4 Hubungan Kecepatan Aliran dan Tegangan	33
Tabel 4.5 Hubungan kecepatan Aliran dan Putaran Turbin	34
Tabel 4.6 Hubungan Putaran Turbin dan Daya yang dihasilkan	35
Tabel 4.7 Hasil perbedaan torsi sebelum dan sesudah diberi beban	36
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Debit Setelah Diberi Beban	37
Tabel 4.9 Hubungan Daya Hidrolis Dan daya yang dihasilkan	38
Tabel 4.10 Hasil Efisiensi Pada Variasi Debit Air	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbandingan karakteristik turbin	9
Gambar 2.2 Turbin pelton	9
Gambar 2.3 Rumah turbin	11
Gambar 2.4 <i>Runner</i>	11
Gambar 2.5 <i>Poros</i>	12
Gambar 2.6 Sudu	12
Gambar 2.7 Bantalan	13
Gambar 2.8 <i>Wheel Turbine</i>	13
Gambar 2.9 <i>pully</i>	14
Gambar 2.10 <i>Nosel</i>	14
Gambar 2.11 Kelistrikan/ Generator	15
Gambar 3.1 Skema alat penelitian	19
Gambar 3.2 Data Akuisisi	21
Gambar 3.3 <i>Multi-tester</i>	22
Gambar 3.4 <i>tachometer</i>	23
Gambar 3.5 Bagan Alir	24
Gambar 4.1 Grafik kecepatan aliran dan tegangan	34
Gambar 4.2 Grafik kecepatan aliran dan putaran turbin	35
Gambar 4.3 Grafik putaran turbin dan daya yang dihasilkan	36
Gambar 4.4 Grafik perbedaan torsi sebelum dan sesudah diberi beban lapu	37
Gambar 4.5 Grafik hasil pengujian sebelum dan sesudah diberi beban	38
Gambar 4.6 Grafik daya hidrolis dan daya yang dihasilkan	39
Gambar 4.7 Grafik hasil efisiensi pada variasi debit air	40

## DAFTAR NOTASI

Simbol	Besaran	Satuan
D	Diameter dalam nosel	M
Q	Debit aliran air	$m^3/s$
V	Kecepatan aliran	m/s
M	Laju aliran masa air	Kg/s
P	Masa jenis air	$kg/m^3$
N	Putaran turbin	Rpm
Ph	Daya hidrolis	Watt
G	Gaya grafitasi bumi	$m/s^3$
H	Head turbin	M
Pt	Daya turbin air	Watt
<b>cos<math>\theta</math></b>	Sudut pancaran air	Posisi nosel
Pg	Daya generator	Watt
V	Tegangan listrik	Volt
I	Arus listrik	Ampere
<b>nt</b>	Efisiensi turbin air	%
Ng	Efisiensi generator turbin	Watt

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Sumber daya alam yang terdapat di Indonesia sangat banyak, salah satunya adalah air. Air sangat dibutuhkan dalam kehidupan masyarakat sehari – hari untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, tidak hanya itu saja karena air yang mengalir memiliki energi yang bisa dimanfaatkan untuk mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik, alat yang digunakan untuk menkonversi energi tersebut berupa turbin air, energi mekanik pada turbin air dapat diubah menjadi energi listrik yang merupakan salah satu sumber energi alternatif yang dapat diperbarui.

Listrik adalah bagian penting berlangsungnya kehidupan manusia saat ini. Namun bertambahnya waktu, tenaga listrik akan lebih banyak dibutuhkan dalam jumlah besar. Sampai sekarang pembangkit listrik yang memanfaatkan energi air merupakan penghasil listrik yang ramah lingkungan, sehingga potensi energi dari air perlu dimanfaatkan dalam mengatasi semakin besarnya kebutuhan tenaga listrik. Pembangkit listrik tenaga air ialah salah satu dari beberapa energi terbarukan yang mampu berkembang dan akan menjadi sumber energi besar di masa mendatang. Konsumsi listrik di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya sejalan dengan peningkatan penduduk dan ekonomi nasional, semakin tinggi daya beli dan konsumsi publik maka semakin tinggi pula tingkat penggunaan listriknya, dengan meningkatnya penduduk maka energi listrik yang diperlukan akan meningkat. Salah satu alternatif bagaimana menghasilkan energi listrik dengan menggunakan 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 atau 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:

”Studi Eksperimental Pengaruh Debit Air Turbin Terhadap Untuk Kerja Turbin Pelton Skala Mikro” Sebagai Penunjang Pembelajaran/Penelitian Bidang Konversi Energi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam Pengaruh Debit Air Terhadap Unjuk Kerja Turbin Pelton Skala Mikro adalah:

1. Berapakah kecepatan aliran yang keluar dari pengujian pengaruh debit air ?
2. Bagaimana daya yang dihasilkan pada pengaruh debit air ?
3. Diantara variasi debit air yang diuji bagaimana perbedaan torsi sebelum dan sesudah diberi beban lampu ?
4. Diantara variasi debit air manakah efisiensi paling tinggi dan yang terendah?

## 1.3 Ruang Lingkup

Pada “Pengaruh Debit Air Terhadap Unjuk Kerja Turbin Pelton Skala Mikro”, penyusun membatasi masalah kedalam ruang lingkup yang akan dibahas dalam tugas akhir ini. Adapun ruang lingkup yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Menggunakan Turbin Pelton dengan skala Mikro.
2. Debit Air yang digunakan ada tiga variasi yaitu:  $0.00023\text{m}^3/\text{s}$ ,  $0.00027\text{m}^3/\text{s}$  dan  $0.00034\text{m}^3/\text{s}$ .
3. Jumlah sudu yang digunakan sebanyak 22 sudu.
4. menggunakan 3 *nozzle*.
5. Diameter *runner* yang digunakan berukuran 246mm.
6. Bukaan *nozzle* yang diuji adalah bukaan penuh pada semua *nozzle*.
7. Fluida yang digunakan adalah air tawar.

## 1.4 Tujuan

Berdasarkan data eksperimental yang dilakukan dengan menggunakan turbin pelton skala mikro maka tujuan yang diperoleh yaitu:

1. Mengetahui kecepatan aliran yang keluar pada pengaruh debit air.
2. Mengetahui daya yang dihasilkan pada pengaruh debit air.

3. Mengetahui hasil perbedaan torsi sebelum dan sesudah diberi beban lampu.
4. Mengetahui efisiensi turbin yang paling tinggi dan yang terendah pada variasi debit air.

#### 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. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan referensi bagi para peneliti yang ingin mendalami tentang turbin pelton skala Mikro.
3. Berguna untuk masyarakat di daerah yang memiliki sumber air dengan debit air yang banyak seperti sungai.
4. Mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi yang semakin menipis dan mahal.

## 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 debit air turbin.

Prian Gagani Chamdareno dkk, 2019 melakukan penelitian yang berjudul “Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro dengan Memanfaatkan Instalasi Air Bersih E-70” Kinerja dari *prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro berdasarkan kecepatan aliran air yang terdapat di dalam pipa. Terjadi perbedaan tegangan antara pengujian sebelum *prototype* terhubung ke beban dan setelah terhubung ke beban. Hal ini disebabkan karena kecepatan aliran air yang melalui turbin tidak seimbang dengan yang dibutuhkan generator untuk mengeluarkan daya yang maksimal. Pemasangan *prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro yang memanfaatkan instalasi air bersih pada gedung tidak menghambat laju aliran air yang melalui pipa yang sudah terpasang turbin baik turbin tersebut terhubung ke beban maupun tidak terhubung ke beban kecepatan aliran tidak mengalami perubahan yang mengganggu laju aliran air ketika akan dipakai. *Prototype* yang terpasang dapat dimanfaatkan sebagai penerangan tambahan.

Reza Naufal Rizqullah dkk, 2019 melakukan penelitian yang berjudul “Studi Efisiensi Purwarupa Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Menggunakan Turbin Baling-Baling Study Of Picohydro Power Plant Prototype Efficiency Using Propeller Turbine” hasil pengujian turbin propeller pada pembangkit listrik tenaga pikohidro yang telah dilakukan menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut: 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. Besar daya keluaran yang dihasilkan sangat bergantung pada kecepatan aliran masukan turbin. Hubungan pengaruh kecepatan aliran air terhadap daya keluaran turbin linear. 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.

Ihat Solihat dkk, 2019 melakukan penelitian yang berjudul “Analisa Pengujian Turbin Air Jenis Crossflow Terhadap Variasi Debit” hasil perhitungan perancangan turbin air jenis *crossflow*, maka dapat disimpulkan yaitu daya turbin tertinggi yaitu 15,475 Watt didapat ketika debit air sebanyak 0,000694 m<sup>3</sup>/s, sedangkan yang terendah yaitu 10,157 Watt didapat ketika debit air 0,000556 m<sup>3</sup>/s. Nilai efisiensi turbin tertinggi yaitu 44,6% didapat ketika debit air sebesar 0,000694 m<sup>3</sup>/s, sedangkan yang terendah yaitu 36,5% pada saat debit air sebesar 0,000556 m<sup>3</sup>/s.

Zulkifli Saleh dkk, 2019 melakukan penelitian yang berjudul “Analisa Karakteristik Turbin *Crossflow* Kapasitas 5 Kw” Kecenderungan kenaikan putaran poros turbin berbanding dengan penambahan kecepatan alir fluida. Fenomena ini cukup signifikan dengan karakteristik kurva turbin *crossflow*. Indikasi perubahan daya terbangkitkan yang diakibatkan oleh perubahan putaran pada poros turbin yang beragam disebabkan oleh heterogenitas aliran pada saluran pembawa. Karakteristik mekanis menghasilkan putaran sebesar 256,30 rpm dan daya yang terbangkitkan pada turbin sebesar 4,88 kW.

Duwi Hariyanto, Dkk 2017 melakukan penelitian yang berjudul “Deteksi Letak Kebocoran Pipa Berdasarkan Analisis Debit Air Menggunakan Teknologi Sensor Flowmeter Berbasis TCP / IP” Hasil yang diperoleh dalam penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil nilai selisih debit air masuk dan keluar ( $\Delta Q$ ), semakin jauh letak kebocoran pipa ( $x$ ). Penurunan besar diameter lubang bocor sebesar 43% mengakibatkan penurunan nilai selisih debit air masuk dan keluar ( $\Delta Q$ ) sebesar 21%. Oleh karena itu, metode deteksi letak kebocoran menggunakan teknologi sensor flowmeter berbasis TCP/IP dapat membedakan letak titik kebocoran pada pipa secara cepat dan akurat.

Seniati Aida, Dkk 2019 melakukan penelitian yang berjudul “Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro ( PLTMH ) Turbin Pelton Kapasitas 300 Watt Kajian Debit Dan Arah Aliran Pada Alat” hasil penelitian yang telah dilakukandapat dibuat kesimpulan bahwa kinerja dari desain alat simulasi prototipe PLTMH turbin Pelton berdasarkan berbagai pengaruh yang diterapkan

yaitu: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. Jumlah sudu mempengaruhi daya listrik ,semakinbanyakjumlah sudu yang digunakanmaka semakin besar daya listrik yang dihasilkan. Hal ini dapat dinalisa pada jumlah sudu 16 buah pada aliran *Overshot* Horizontal yaitu sebesar 14,7 Watt, sedangkan energi listrik terendah yang dihasilkan yaitu terdapat pada penggunaan jumlah sudu 4 buah baik pada arah aliran *Overshot* Vertikal, *Overshot* Horizontal dan *Undershot* yaitu 0 Watt.

Very Dwiyanto Dkk, 2016 melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai)” Besar debit rencana PLTMH Air Anak adalah sebesar 0,2565 m<sup>3</sup>/s. dengan daya terbangkit rencana sebesar 2,1962 kW. Yang seharusnya akan selalu terpenuhi hingga debit sungai pada probabilitas 100% yang bernilai 0,4234 m<sup>3</sup>/s. Hasil perhitungan daya listrik pada PLTMH Air Anak, didapat penurunan daya terbangkit sebagai berikut:

- Pada debit terukur sungai pada 20 desember 2015 sebesar 1,1923 m<sup>3</sup>/s, air yang dapat dialirkan ke pipa berdiameter 21,6 cm adalah setinggi 7 cm menghasilkan debit sebesar 0,0592 m<sup>3</sup>/s. Daya yang dapat dihasilkan sebesar 1,2326 kW atau sebesar 56,12% dari daya terbangkit rencana.
- Pada debit terukur sungai pada 9 Mei 20016 sebesar 0,5788 m<sup>3</sup>/s, air yang dapat dialirkan ke pipa berdiameter 21,6 cm adalah setinggi 4 cm menghasilkan debit sebesar 0,0189 m<sup>3</sup>/s. Daya tidak dapat lagi dihasilkan karena debit tersebut tidak dapat lagi memutar turbin. Menurunnya daya listrik yang dihasilkan PLTMH Air Anak disebabkan oleh penumpukam sedimen pada bendung, sehingga tampungan air pada bendung menjadi tidak optimal dan air yang dapat dialirkan ke pipa pesat melalui intake tidak dapat terpenuhi karena lebih banyak melimpas melalui spilway.

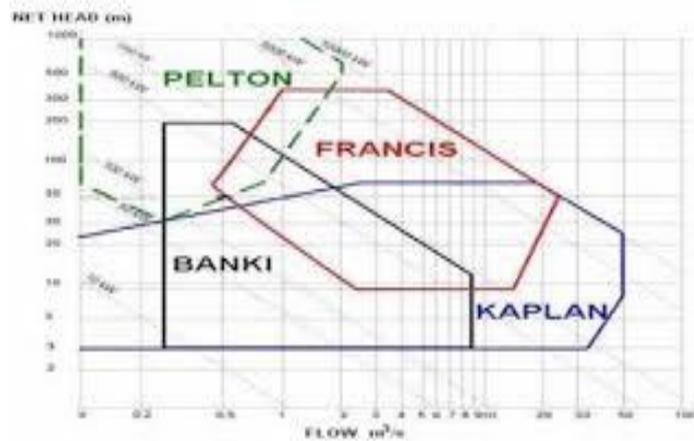
Putra Widnyana Putra Dkk, 2018 melakukan penelitian yang berjudul “Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw” Torsi yang dihasilkan pada pengujian pemodelan PLTMH dengan melakukan perubahan peningkatan tekanan air yang diberikan akan menyebabkan torsi yang dihasilkan semakin meningkat. Torsi tertinggi terjadi saat tekanan air 24 psi yaitu sebesar 0,73 Nm, sedangkan torsi terendah terjadi saat tekanan air 8 psi yaitu sebesar 0,25 Nm. Sedangkan pada tekanan 4 psi turbin yang dikopel dengan generator tidak bisa berputar, sehingga torsi yang dihasilkan pada tekanan 4 psi ini sama dengan 0. Pengujian perubahan tekanan air pada pemodelan pembangkit listrik tenaga mikro hidro menggunakan turbin *Archimedes screw* ini, didapatkan nilai hasil pengukuran terbaik pada tekanan air 24 psi, dimana tegangan, arus, dan daya output yang dihasilkan generator yaitu sebesar 85,8 Volt, 0,1963 Ampere dan 16,85 Watt. Untuk kecepatan putaran generator pada tekanan 24 psi ini yaitu sebesar 4582.

(Siregar, A.M. & Siregar, Chandra A. 2019), *doing research about “Reliability test prototype wind turbine savonius type helical as an alternative electricity generator”*. From the analysis in this research we got result, the consumption of energy in the world today is still dominated by fossil fuels that will gradually run out. This period we must utilize renewable energy sources. One source of renewable energy that is environmentally friendly and we can use is wind energy. Wind turbines can be used to generate electrical energy so that it can solve one of the energy problems for people in need. A suitable wind turbine at low wind speed and medium wind speed is a type of Savonius turbine. The development of research is made prototype wind turbine. This test is carried out on a prototype of a vertical axis type wind turbine and aluminum flask. The rotor has a diameter of 350 mm and a height of 440 mm. The measured parameters were wind speed, rotation speed of rotor, voltage, and current of the generator. The performance of wind turbine savonius in this test at wind speed 4 m / s up to 6 m / s, maximum rotation of turbine shaft 35,40 rpm, electric power 6.94 watts at 6 m / s, at 6 m / s wind speeds produce wind power of 18.65 watts and produce electrical power of 6.94 watts.

Rakhmad Arif Siregar dkk,2019 melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Diameter Lubang Pada Faktor Konsentrasi Tegangan Untuk Plat Isotropis” Secara keseluruhan ada 8 spesimen yang sukses diuji dengan posisi patah berada disekitar tengah spesimen dengan bentuk lurus kecuali untuk spesimen dengan diameter 3 mm. Dengan menggunakan luas permukaan yang tetap yaitu 150 mm<sup>2</sup> maka perhitungan tegangan maksimum. FKT untuk lubang tunggal dan ganda telah dibahas secara eksperimen dan menggunakan analisis elemen hingga. Untuk lubang tunggal hasil eksperimen menunjukkan pola penurunan yang sama dengan hasil analitik. Untuk lubang ganda ditemukan penurunan perbandingan  $L/d$  yang dipengaruhi peningkatan FKT secara signifikan. Sebagai perbandingan lubang ganda efektif untuk mengurangi konsentrasi tegangan daripada lubang tunggal.

## 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 mangkuk ganda *Runner* oleh sebab itu turbin pelton disebut juga sebagai turbin pancaran bebas.



Gambar 2.2 Turbin Pelton

Turbin Pelton merupakan pengembangan dari turbin impuls 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 nozel 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

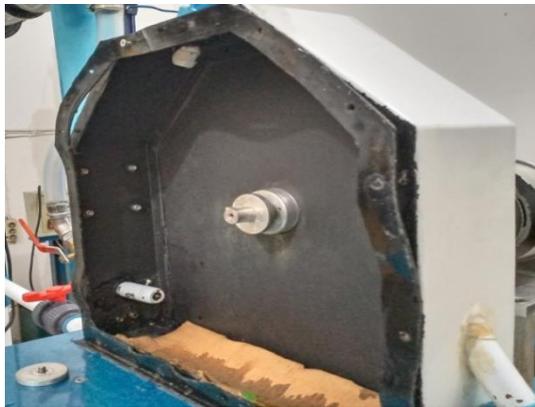
Dengan bertambahnya daya yang harus dihasilkan turbin, maka untuk turbin pelton dilengkapi dengan 4 s/d 6 buah nozel. Sedangkan penggunaan 1 atau 2 buah pipa saluran air utama tergantung kepada keadaan tempat dan biaya pengadaannya.

## 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 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.



Gambar 2.3 Rumah Turbin

### 2.6.2 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.



Gambar 2.4 *Runner*

### 2.6.3 Poros

*Poros* berfungsi untuk meneruskan aliran tenaga yang berupa gerak putar yang dihasilkan oleh sudu, Putaran poros diteruskan ke transmisi sabuk, yang kemudian menuju ke poros generator.



Gambar 2.5 Poros

### 2.6.4 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 dibalik setelah membentur sudu, arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum, gaya inilah yang disebut gaya impuls.



Gambar 2.6 Bucket

### 2.6.5 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 2.7 Bantalan

### 2.6.6 *Wheel Turbine*

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



Gambar 2.8 *Wheel Turbine*

### 2.6.7 Pulley

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



Gambar 2.9 Pulley

### 2.6.8 Nosel

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.



Gambar 2.10 Nosel

### 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 diukur 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 Mekanisme Aliran Fluida

Faktor yang mempengaruhi kinerja aliran fluida didalam pipa dapat meliputi, debit aliran, dan kecepatan aliran, luas penampang pipa

a. Luas Penampang Pipa

Untuk menghitung luas penampang pipa dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$A = 1/4 \pi d^2 \quad (2.1)$$

Dimana:

A = Luas penampang pipa (m<sup>2</sup>)

d = diameter dalam pipa (m)

b. Kecepatan Aliran Air

Untuk menghitung kecepatan aliran air dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$v = f \times \frac{d}{St} \quad (2.2)$$

Dimana:

v = kecepatan aliran air (m/s)

f = frekuensi turbulen (Hz)

d = diameter dalam pipa (m)

St = *StrouhalNumber* (0,21)

c. Debit Air

Untuk menghitung jumlah debit air yang mengalir dapat digunakan persamaan kontinuitas sebagai berikut :

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (2.3)$$

Dimana:

$Q$  = Debit aliran air ( $m^3 /s$ )

$A_1$  = luas permukaan pipa (m)

$v_1$  = kecepatan aliran air melalui pipa (m/s)

$A_2$  = luas permukaan nosel(m)

$v_2$  = kecepatan aliran air melalui nosel (m/s)

d. Efisiensi Turbin

Untuk menghitung Efisiensi turbin dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\eta_T = \frac{P_{out}}{ph} \cdot 100\%$$

Dimana:

$\eta_T$  = Efisiensi Turbin (%)

$P_{out}$  = Daya yang keluar (watt)

$ph$  = Daya hidrolis (watt)

e. Daya Hidrolis

Untuk menghitung Daya hidrolis dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

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

Dimana:

$ph$  = Daya hidrolis (watt)

$\rho$  = masa jenis fluida ( $Kg / m^3$ )

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$h$  = head pompa (m)

$Q$  = Debit air ( $m^3/s$ )

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.1.1 Tempat

Tempat pelaksanaan pembuatan dilakukan di PT, ME BDG, Perumahan Permata Cimahi, Blok T2 No.19 RT 4 RW 6 Jalan Giok 2 Tani Mulya Ngamprah Bandung Barat, dan untuk penelitian turbin pelton di laboratorium material mesin program teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera utara.

#### 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

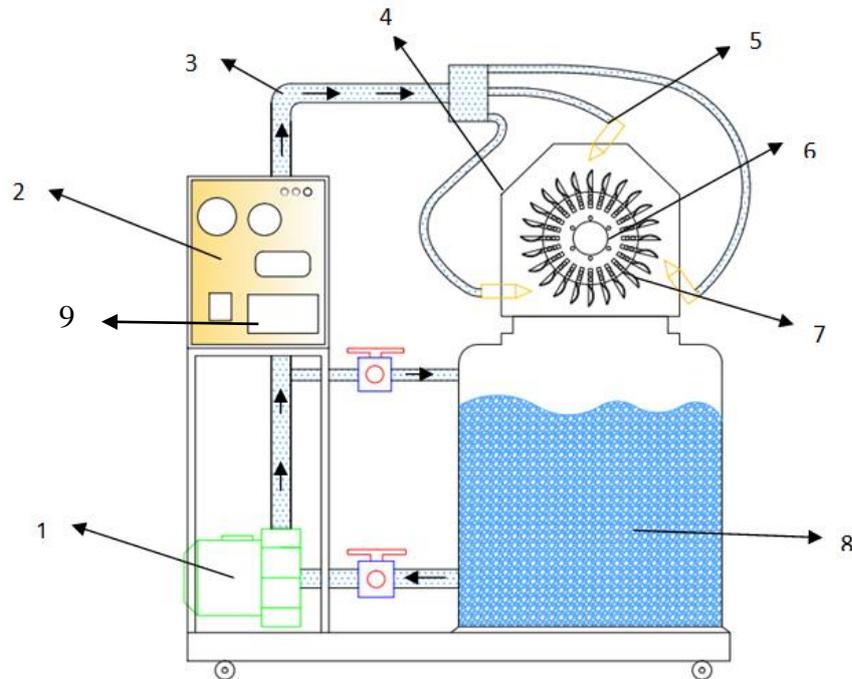
No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Study Literatur	■	■	■			
2	Desain Dan Pembuatan Alat Uji		■	■	■	■	
3	Pengujian Dan Pengambilan Data			■	■	■	
4	Analisa Data				■	■	
5	Seminar Hasil					■	■
6	Sidang Sarjana						■

### 3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Adapun alat penelitian dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut

#### 3.2.1.1 Alat penelitian

a)



Gambar 3.1 skema 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) *Nozel*

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*

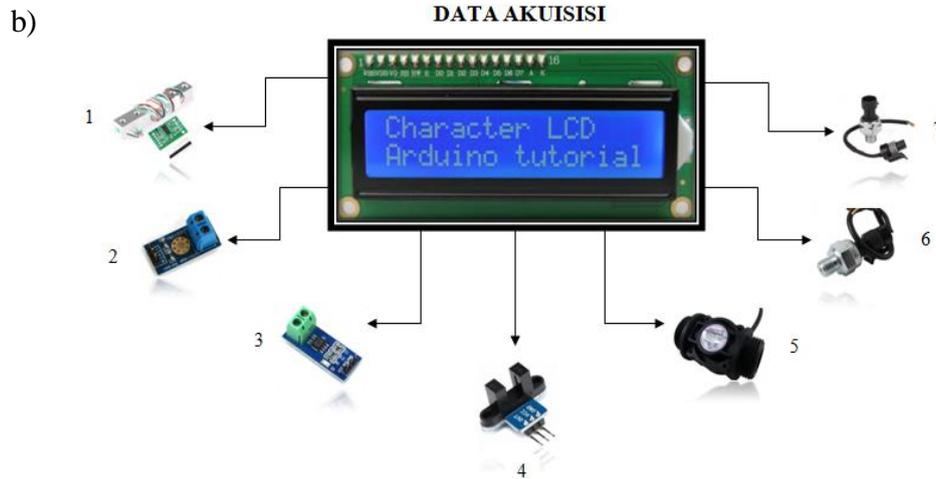
*Bucket* pelton atau biasa disebut sudu yang berbentuk dua buah mangkok. Bucket berfungsi membagi pancaran menjadi 2 bagian. Gaya pada bucket berasal dari pancaran air yang keluar dari nosel, yang dibalikan setelah membentur sudu, arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum, gaya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

8) *Reservoir*

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

9) *Inverter*

*Fungsi utama inverter adalah untuk mengubah daya arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik standar (AC).*



Gambar 3.2 Data akuisisi

1) *Sensor Load cell*

*Sensor load cell* adalah jenis sensor beban yang banyak digunakan untuk mengubah beban atau gaya menjadi perubahan tegangan listrik.

2) *Sensor Tegangan*

Sensor tegangan berfungsi membaca nilai tegangan suatu rangkaian. Arduino dapat membaca nilai tegangan dengan memanfaatkan pin analog.

3) *Sensor Arus*

Sensor arus adalah perangkat yang mendeteksi arus listrik di kawat, dan menghasilkan sinyal sebanding dengan itu.

4) *Sensor Kecepatan*

Sensor Kecepatan Putaran Berbasis Mikrokontroler Arduino adalah alat yang dirancang sebagai sensor putaran yang keluarannya adalah tegangan yang merepresentasikan dari jumlah putaran yang dinyatakan dalam rpm (Rotasi per Menit).

5) Sensor Flow meter

flow meter Sensor adalah alat yang digunakan untuk menentukan keberadaan bahan aliran (cair, gas, bubuk) dalam jalur aliran, dengan semua aspek aliran itu sendiri, termasuk kecepatan atau laju aliran dan massa atau total volume material yang mengalir dalam lorong.

6) Sensor discharge

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

7) Sensor saction

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

Adapun alat parameter pendukung yang digunakan adalah :

a. *Multi-tester*

*Multi-Tester* berfungsi sebagai alat ukur yang dipakai buat mengukur suatu Arus listrik (*Ampere*), tegangan listrik (*Voltage*), hambatan listrik (*Ohm*) dan tahanan (*Resistance*) seperti yang terlihat pada gambar dibawah:



Gambar 3.3 *Multi-tester*

b. *Tachometer*

*Tachometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan putaran pada poros engkel piringan motor atau mesin lainnya. Ada 3 fungsi yang bisa dipilih pada *switch tachometer*, yaitu rpm (*rotation per minute*) untuk menghitung jarak yang ditempuh seperti yang terlihat pada gambar dibawah:

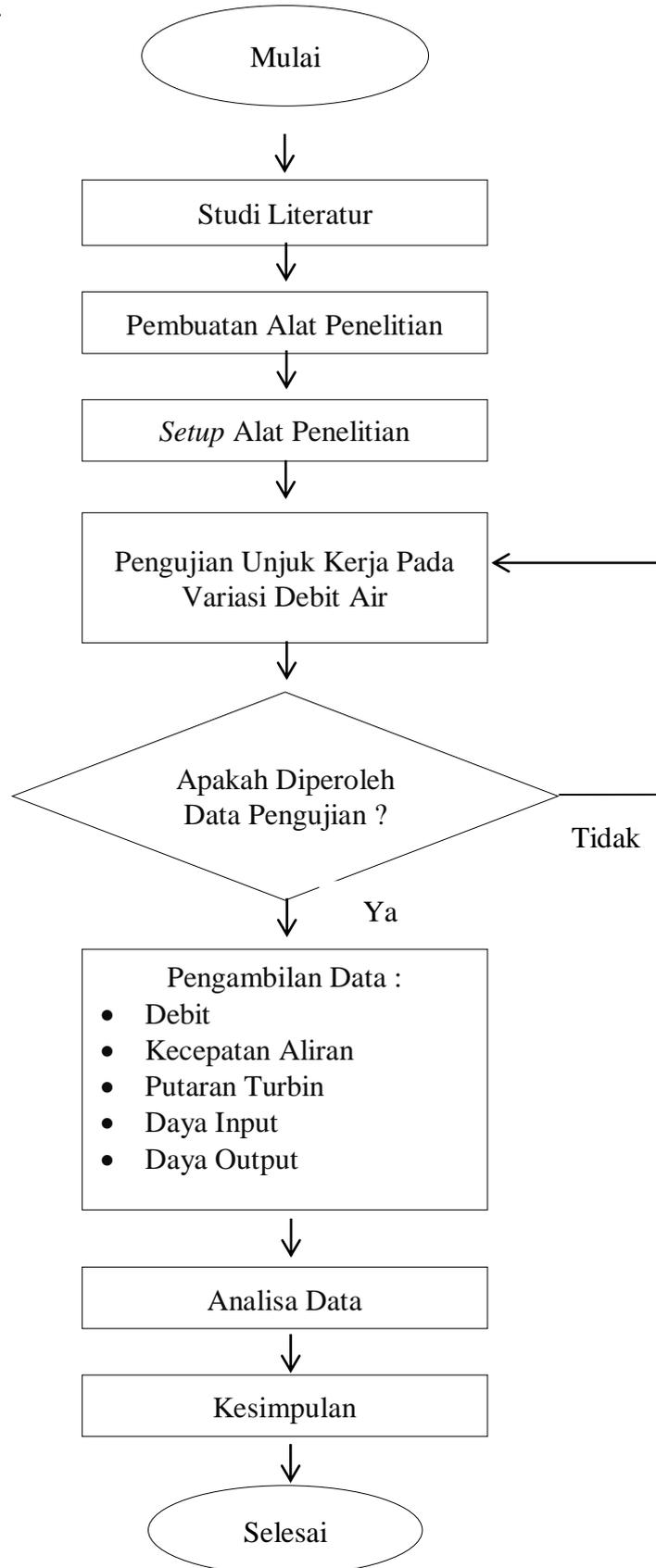


Gambar 3.4 Tachometer

3.2.1.2 Bahan penelitian

Adapun bahan penelitian yang digunakan adalah fluida air untuk pengujian turbn pelton skala mikro.

### 3.3 Bagan Alir



Gambar 3.5 Bagan Alir

### 3.4 Kalibrasi Alat Ukur

Susunan sistem kalibrasi Alat Ukur menggunakan Flowmeter dengan menguji variasi aliran pada turbin Pelton Skala Mikro dengan metode perbandingan, Karena dianggap tidak ada persamaan atau diabaikan antara variasi tembakan sudu maka dianggap tidak ada tekanan yang hilang. Oleh sebab itu tidak diperlukan sensor tekanan dalam mengkalibrasi alat ukur flowmeter dengan metode perbandingan pada media fluida tidak termampatkan. dengan metode perbandingan di lapangan. Untuk pengujian digunakan tiga kali percobaan dengan variasi Debit Air.

### 3.5 Prosedur Pengujian

Percobaan pertama pada pengujian Turbin Pelton pengaruh debit air di Variasi Debit  $0,00023m^3/s$

1. Mempersiapkan alat uji turbin dan peralatan pendukung.
2. Menyalakan pompa untuk mengalirkan fluida.
3. Memulai pengujian tanpa menggunakan beban (lampu) dan mengamati tegangan/arus yang dihasilkan.
4. Menghidupkan lampu untuk melihat kemampuan alat menyuplai daya.
5. Pengambilan data torsi dan putaran turbin menggunakan sensor *Loadcell* dan tachometer.
6. Pengambilan data pada alternator menggunakan *multi-tester* untuk mengetahui berapa *volt* tegangan yang dihasilkan oleh putaran turbin.
7. Mengukur amper atau kuat arus yang mengalir menggunakan sensor arus arduino.
8. Mengulangi percobaan sebelumnya dengan variasi Debit air  $0,00027m^3/s$  dan  $0,00034m^3/s$ .
9. Mematikan pompa untuk mengakhiri proses percobaan.

### 3.6 Job sheet

Tabel 3.2 *Jobsheet* Penelitian

No.	Variasi <i>Debit air</i> $\text{m}^3/\text{s}$	Percobaan Ke	Jumlah Sudu	Diameter <i>runner</i> (mm)	Sudut Sudu	Jumlah <i>Nozzle</i>	Bukaan <i>Nozzle</i>
1	0.00023	1	22	246	0°	3	Penuh
		2	22	246	0°	3	Penuh
		3	22	246	0°	3	Penuh
2	0.00027	1	22	246	0°	3	Penuh
		2	22	246	0°	3	Penuh
		3	22	246	0°	3	Penuh
4	0.00034	1	22	246	0°	3	Penuh
		2	22	246	0°	3	Penuh
		3	22	246	0°	3	Penuh

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil pengujian

Data hasil pengujian turbin diambil dengan menggunakan alat ukur *multitester* untuk mengetahui tegangan dan kuat arus yang dihasilkan oleh putaran alternator, untuk mengetahui debit aliran diukur dengan menggunakan sensor *flowmete*, kemudian untuk mengukur putaran turbin digunakan *tachometer*, dan untuk mengukur beban padan putaran menggunakan sensor beban (load sel).

### 4.2 Pengukuran menyeluruh pada turbin

Hasil pengukuran parameter-parameter pada turbin adalah dengan variasi debit air terhadap unjuk kerja pada turbin pelton, dapat dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 4.1 *job sheet*

No.	Variasi Debit Air $m^3/s$	Percobaan Ke	Flow (m/s)	Jumlah Sudu	Diameter <i>runner</i> (mm)	Sudut Sudu	Jumlah <i>Nozzle</i>	Bukaan <i>Nozzle</i>
1	0.00023	1	42	22	246	0°	3	Penuh
		2	42	22	246	0°	3	Penuh
		3	42	22	246	0°	3	Penuh
2	0.00027	1	50	22	246	0°	3	Penuh
		2	50	22	246	0°	3	Penuh
		3	50	22	246	0°	3	Penuh
4	0.00034	1	62	22	246	0°	3	Penuh
		2	62	22	246	0°	3	Penuh
		3	62	22	246	0°	3	Penuh

Tabel 4.2 hasil pengujian tanpa beban

No.	Variasi Debit Air $m^3/s$	Percobaan Ke	Putaran turbin (rpm)	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Torsi (Nm)
1	0.00023	1	393.4	23.4	0.16	0.89
		2	393.4	23.5	0.18	0.91
		3	393.6	23.9	0.18	0.91
2	0.00027	1	434.4	26	0.18	1.17
		2	434.4	26	0.18	1.18
		3	434.7	26.2	0.18	1.18
4	0.00034	1	553.8	33	0.21	1.66
		2	554.3	33.2	0.20	1.58
		3	554.3	34	0.21	1.66

Tabel 4.3 pengujian dengan beban (lampu)

No.	Variasi Debit Air $m^3/s$	Percobaan Ke	Putaran turbin (rpm)	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Daya (watt)	Torsi (Nm)
1	0.00023	1	341.4	18	0.5	7.55	3.75
		2	341.4	18	0.5	7.55	3.75
		3	341.8	18	0.5	7.55	3.75
2	0.00027	1	358.6	18.2	0.5	11.86	4.50
		2	358.8	18.7	0.6	11.86	4.61
		3	358.8	18.7	0.6	11.86	4.61
4	0.00034	1	386.1	18.5	2.8	44.54	11.37
		2	386.1	18.5	2.8	44.54	11.37
		3	386.2	18.5	2.8	44.54	11.37

### 4.3 Analisa data

#### 4.3.1 Perhitungan debit air pada kecepatan pompa 30Hz

Untuk mengetahui debit aliran dapat diketahui dari flow meter dengan nilai yang diperoleh sebagai berikut:

Data yang diketahui :

Diameter Pipa = 2 inchi = 0,0508 m

Diameter Selang = 3/4 inchi = 0,01905 m

Massa jenis fluid = 1000Kg /  $m^3$

Percepatan gravitasi = 9,81 $m/s^2$

Frekuensi Motor = 30Hz

Flow meter = 42 L/m  $\rightarrow$  0,0007 $m^3/s$

#### A. Luas Penampang Pipa

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

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

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

$$A = 0,00202m^2$$

#### B. Luas Penampang Selang

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

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

$$A = \frac{3,14}{4} \cdot 0,000362$$

$$A = 0,0003 \text{ m}^2$$

C. Kecepatan Masuk Pipa

$$Q = 42 \text{ L/m} \rightarrow 0,0007 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

$$V = \frac{0,0007}{0,00202}$$

$$V = 0,3465 \text{ m/s}$$

D. Kecepatan Masuk Selang

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

$$V_2 = \frac{0,00202}{0,0003} \cdot 0,3465$$

$$V_2 = 2,3331 \text{ m/s}$$

E. Kecepatan Masuk Air Di Tiap Selang

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

$$V = \frac{2,3331}{3}$$

$$V = 0,777 \text{ m/s}$$

F. Debit Masuk Nozzle

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 0,0003 \times 0,777$$

$$Q = 0,00023 \text{ m}^3/\text{s}$$

G. Perhitungan Daya Hidrolis

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

$$Ph = 1000 \times 9,81 \times 12 \times 0,00023$$

$$Ph = 27,07 \text{ watt}$$

H. Menghitung Efisiensi Turbin

$$\eta_T = \frac{P_{Out}}{ph} \cdot 100\%$$

$$\eta_T = \frac{7,55}{27,07} \cdot 100\%$$

$$\eta T = 27,89\%$$

#### 4.3.2 Perhitungan debit air pada kecepatan pompa 40Hz

Untuk mengetahui debit aliran dapat diketahui dari flow meter dengan nilai yang diperoleh sebagai berikut:

$$\text{Diameter Pipa} = 2 \text{ inchi} = 0,0508 \text{ m}$$

$$\text{Diameter Selang} = 3/4 \text{ inchi} = 0,01905 \text{ m}$$

$$\text{Massa jenis fluid} = 1000 \text{ Kg} / \text{ m}^3$$

$$\text{Percepatan gravitasi} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Frekuensi Motor} = 40 \text{ Hz}$$

$$\text{Flow meter} = 50 \text{ L/m} \rightarrow 0,00083 \text{ m}^3/\text{s}$$

##### A. Luas Penampang Pipa

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

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

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

$$A = 0,00202 \text{ m}^2$$

##### B. Luas Penampang Selang

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

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

$$A = \frac{3,14}{4} \cdot 0,000362$$

$$A = 0,0003 \text{ m}^2$$

##### C. Kecepatan Masuk Pipa

$$Q = 50 \text{ L/m} \rightarrow 0,00083 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

$$V = \frac{0,00083}{0,00202}$$

$$V = 0,4108 \text{ m/s}$$

##### D. Kecepatan Masuk Selang Nozzle

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

$$V_2 = \frac{0,00202}{0,0003} \cdot 0,4108$$

$$V_2 = 2,766 \text{ m/s}$$

E. Kecepatan Masuk Air Di Tiap Selang

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

$$V = \frac{2,766}{3}$$

$$V = 0,922 \text{ m/s}$$

F. Debit Masuk Nozzle

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 0,0003 \times 0,922$$

$$Q = 0,00027 \text{ m}^3/\text{s}$$

G. Perhitungan Daya Hidrolis

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

$$Ph = 1000 \times 9,81 \times 16,8 \times 0,00027$$

$$Ph = 44,49 \text{ watt}$$

H. Menghitung Efisiensi Turbin

$$\eta T = \frac{P_{Out}}{ph} \cdot 100\%$$

$$\eta T = \frac{11,86}{44,49} \cdot 100\%$$

$$\eta T = 26,65\%$$

#### 4.3.3 Perhitungan debit air pada kecepatan pompa 50Hz

Untuk mengetahui debit aliran dapat diketahui dari flow meter dengan nilai yang diperoleh sebagai berikut:

Diameter Pipa = 2 inchi = 0,0508 m

Diameter Selang = 3/4 inchi = 0,01905 m

Massa jenis fluid = 1000Kg / m<sup>3</sup>

Percepatan gravitasi = 9,81m/s<sup>2</sup>

Frekuensi Motor = 50Hz

Flow meter = 62 L/m → 0,00103m<sup>3</sup>/s

A. Luas Penampang Pipa

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

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

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

$$A = 0,00202m^2$$

B. Luas Penampang Selang

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

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

$$A = \frac{3,14}{4} \cdot 0,000362$$

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

C. Kecepatan Masuk Pipa

$$Q = 62 L/m \rightarrow 0,00103m^3/s$$

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

$$V = \frac{0,00103}{0,00202}$$

$$V = 0,5099 m/s$$

D. Kecepatan Masuk Selang Nozzle

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

$$V_2 = \frac{0,00202}{0,0003} \cdot 0,5099$$

$$V_2 = 3,433 m/s$$

E. Kecepatan Masuk Air Di Tiap Selang

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

$$V = \frac{3,433}{3}$$

$$V = 1,144 m/s$$

F. Debit Masuk Nozzle

$$Q = A.V$$

$$Q = 0,0003 \times 1,144$$

$$Q = 0,00034 \text{ m}^3/\text{s}$$

G. Perhitungan Daya Hidrolis

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

$$Ph = 1000 \times 9,81 \times 20 \times 0,00034$$

$$Ph = 66,70 \text{ watt}$$

H. Perhitungan Efisiensi Turbin

$$\eta T = \frac{P_{out}}{ph} . 100\%$$

$$\eta T = \frac{44,54}{66,70} . 100\%$$

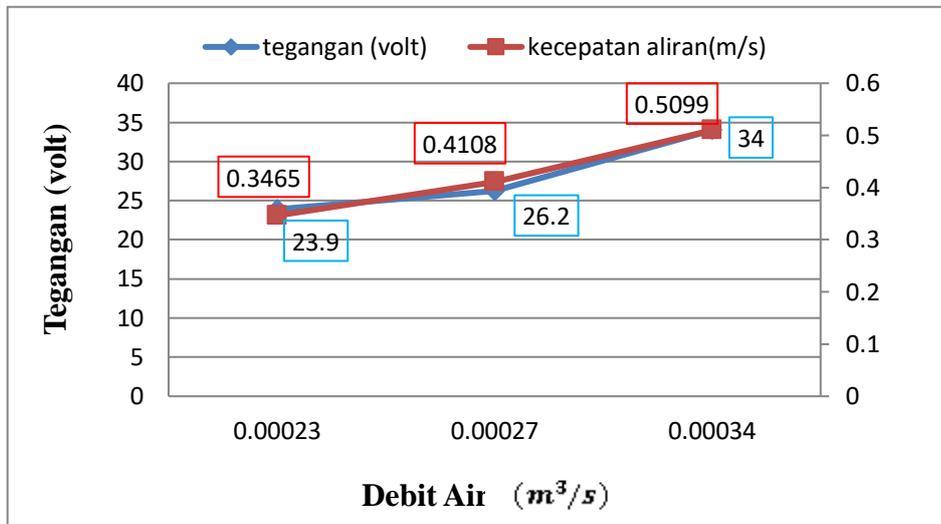
$$\eta T = 66,77\%$$

4.4 Data tabel dan grafik hasil unjuk kerja variasi debit air pada turbin

1. Hubungan kecepatan aliran dan tegangan pada variasi debit air tanpa beban (lampu) bisa dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 4.4 Hubungan kecepatan aliran dan tegangan pada variasi debit air

Variasi Debit Air $\text{m}^3/\text{s}$	Kecepatan aliran $\text{m}/\text{s}$	Tegangan (V)
0,00023	0,3465	23,9
0,00027	0,4108	26,2
0,00034	0,5099	34



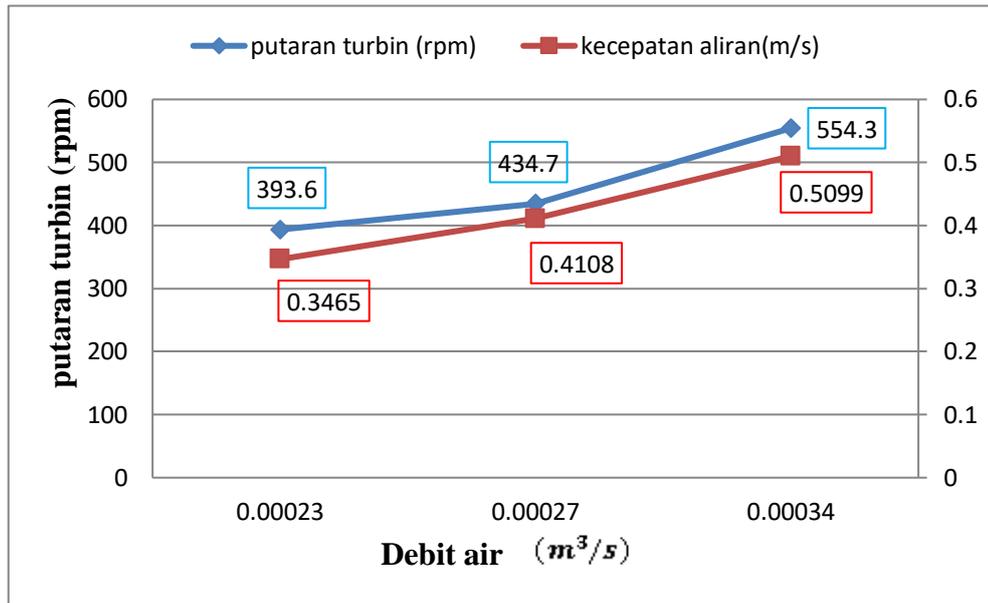
Gambar 4.1 Grafik kecepatan aliran dan tegangan pada variasi debit air

Dari grafik diatas dapat dilihat hasil tegangan tertinggi pada variasi Debit air  $0,00034m^3/s$  yang menghasilkan tegangan 34volt, hal ini terjadi karena kecepatan aliran dalam pipa tersebut dalam kecepatan yang maksimal sehingga putaran turbin dan generator berputar lebih cepat dari hasil variasi debit air lainnya.

2. Hubungan kecepatan aliran dan putaran turbin pada variasi debit air tanpa beban (lampu).

Tabel 4.5 hubungan kecepatan aliran dan putaran turbin pada variasi debit air

Variasi Debit Ait $m^3/s$	Kecepatan aliran $m/s$	Putaran Turbin (rpm)
0,00023	0,3465	393.6
0,00027	0,4108	434.7
0,00034	0,5099	554.3



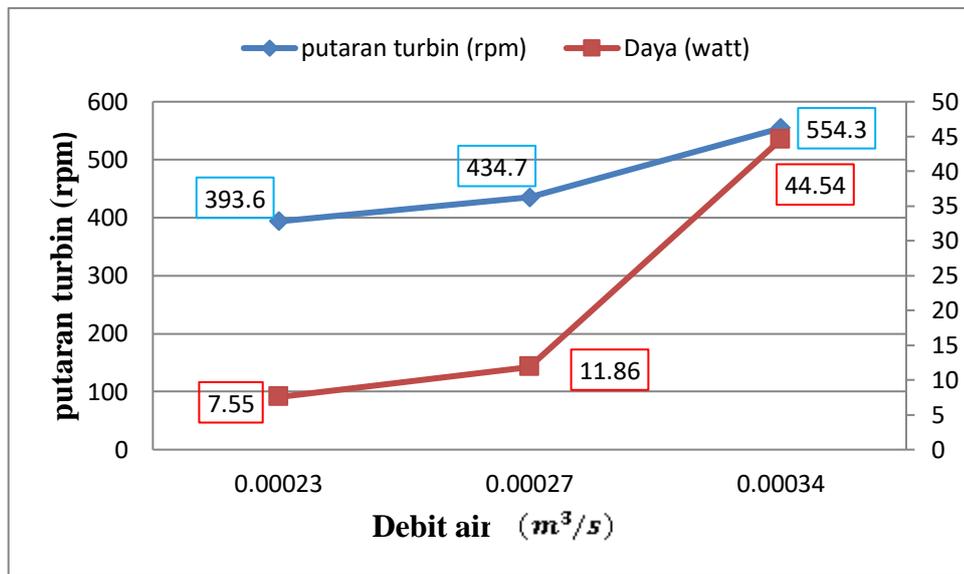
Gambar 4.2 Grafik kecepatan aliran dan putaran turbin pada variasi debit air

Pada grafik diatas dapat dilihat hasil putaran turbin tertinggi pada variasi debit air  $0,00034 m^3/s$  yang menghasilkan putaran turbin  $554.3rpm$  dengan kecepatan aliran  $0,5099m/s$

### 3. Hubungan putaran turbin dan daya yang dihasilkan pada variasi debit air

Tabel 4.6 hubungan putaran turbin dan daya yang dihasilkan pada variasi debit air.

Debit Air $m^3/s$	Putaran turbin (rpm)	Daya (watt)
0,00023	393.6	7.55
0,00027	434.7	11.86
0,00034	554.3	44.54



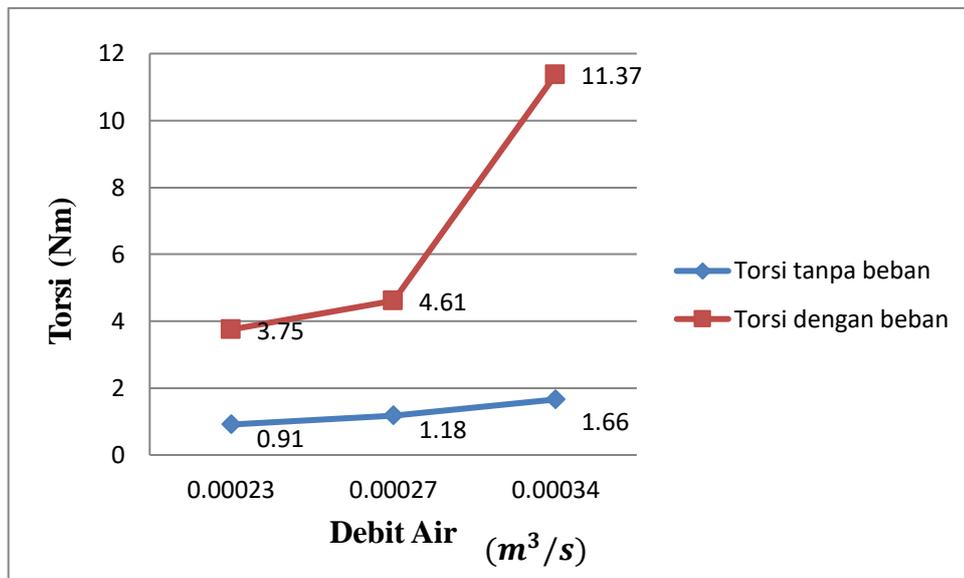
Gambar 4.3 grafik putaran turbin dan daya yang dihasilkan pada variasi debit air

Dari grafik diatas didapatkan hasil daya (watt) yang keluar dari inverter, semakin besar debit air dan kecepatan aliran maka putaran turbin akan semakin cepat untuk memutar generator dan menghasilkan daya yang maksimal dari inverter sebesar 44.54 watt.

4. Perbedaan Torsi sebelum dan sesudah diberi beban (lampu) pada variasi Debit air.

Tabel 4.7 Perbedaan Torsi sebelum dan sesudah diberi beban

Debit Ait $m^3/s$	Torsi tanpa beban (Nm)	Torsi dengan beban (Nm)
0,00023	0.91	3.75
0,00027	1.18	4.61
0,00034	1.66	11.37



Gambar 4.4 grafik Perbedaan Torsi sebelum dan sesudah diberi beban (lampu)

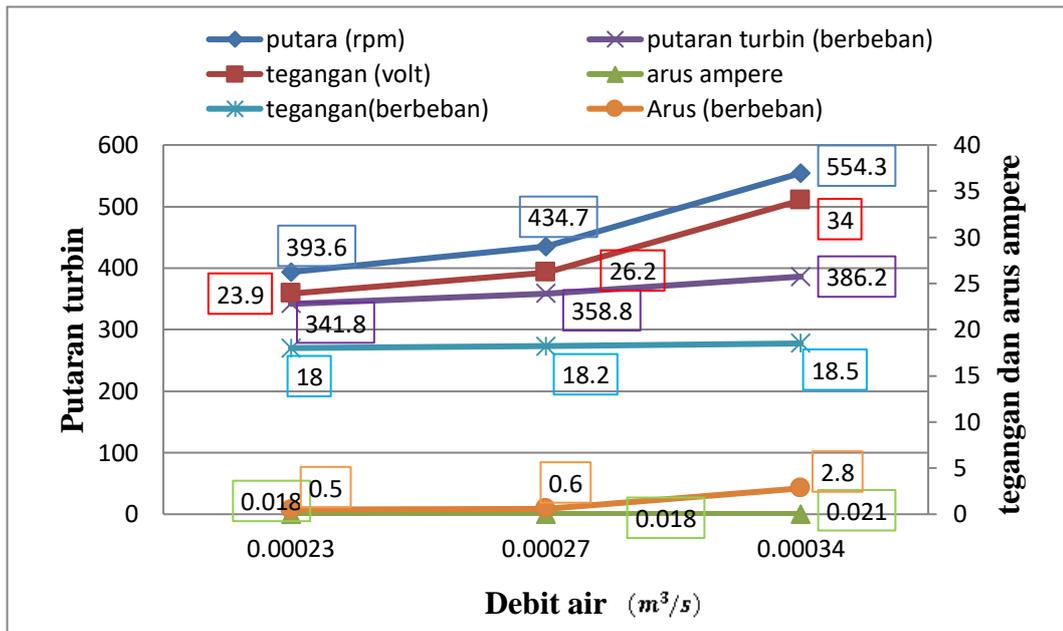
Dari grafik diatas didapatkan perbedaan torsi sebelum dan sesudah diberi beban (lampu), ada kenaikan torsi saat terjadi pembebanan digenerator dimana pada varisasi debit air  $0,00034 m^3/s$  sebelum ada beban mendapatkan hasil  $1,66Nm$  dan setelah ada beban mendapatkan hasil  $11,37Nm$

5. Hubungan atau perbedaan hasil tegangan, arus dan putaran turbin sebelum dan sesudah diberi beban.

Dari variasi debit air didapatkan hasil tegangan, arus, dan putaran turbin saat diberi beban (lampu) sesuai kemampuan daya yang dihasilkan dari generator.

Tabel 4.8 Hasil pengujian tegangan, arus dan putaran turbin sesudah diberi beban

Debit Ait $m^3/s$	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Putaran turbin (rpm)	Daya (watt)
0,00023	18	0.5	341.8	7.55
0,00027	18.7	0.6	358.8	11.86
0,00034	18.5	2.8	386.2	44.54



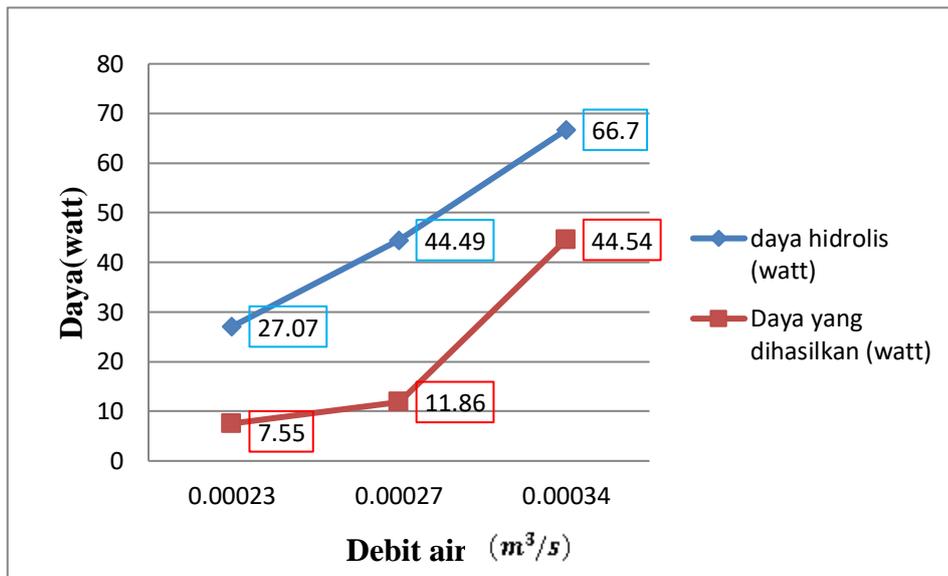
Gambar 4.5 grafik hasil pengujian sebelum dan sesudah diberi beban (lampu)

Berdasarkan hasil grafik di atas ada perbedaan antara putaran turbin, tegangan dan arus yang dihasilkan sebelum dan sesudah diberi beban. Dimana ada penurunan saat terjadinya pembebanan seperti putaran turbin dengan kecepatan tanpa beban 554.3 Rpm turun menjadi 386.2 Rpm, dikarenakan ada hambatan digenerator saat diberi beban (lampu). Untuk tegangan sama halnya dengan putaran turbin setelah dikasi beban ada penurunan pada tegangan yang dihasilkan, dan untuk arus (ampere) ada kenaikan saat diberi beban dimana sistem kerja ampere akan membaca arus dari beban (lampu).

#### 6. Hubungan daya hidrolis dan daya yang dihasilkan pada variasi debit air

Tabel 4.9 Hubungan daya hidrolis dan daya yang dihasilkan

Debit Ait $m^3/s$	Daya hidrolis (watt)	Daya yang dihasilkan (watt)
0,00023	27,07	7.55
0,00027	44,49	11.86
0,00034	66,70	44.54



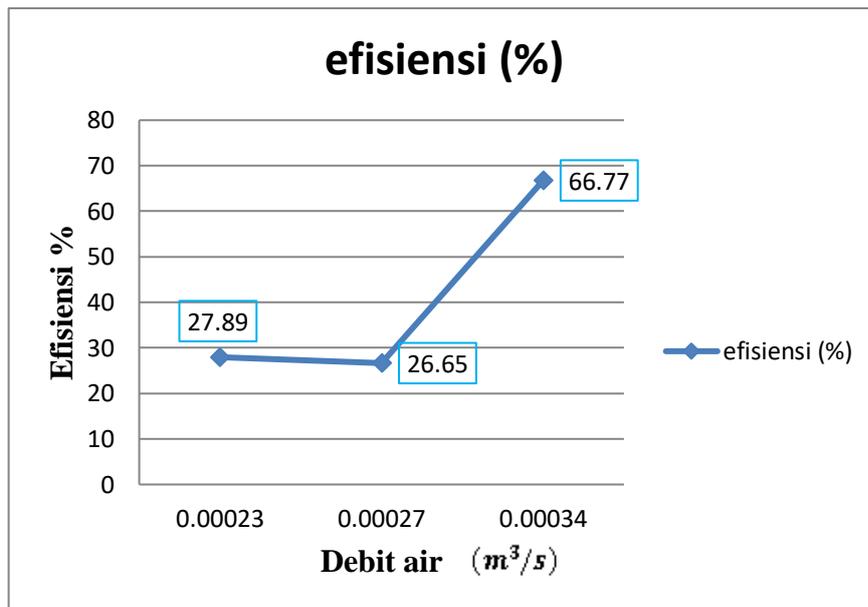
Gambar 4.6 Grafik daya hidrolis dan daya yang dihasilkan pada variasi debit air

Dari grafik diatas pada debit air  $0,00023 m^3/s$  menghasilkan daya hidrolis 27,07 watt dan daya yang dihasilkan 7,55 watt untuk debit air  $0,00027 m^3/s$  menghasilkan daya hidrolis 44,49 watt dan daya yang dihasilkan 11,86 watt sedangkan untuk debit air  $0,00034 m^3/s$  menghasilkan daya hidrolis 66,7 watt dan daya yang dihasilkan 44,54 watt. Dari penjelasan tersebut dimana daya yang dihasilkan lebih rendah dari daya hidrolis.

#### 7. Hasil efisiensi pada variasi debit air pada turbin pelton

Tabel 4.10 Hasil efisiensi pada variasi debit air

Debit Ait $m^3/s$	Efisiensi (%)
0,00023	27,07
0,00027	26,5
0,00034	66,77



Gambar 4.7 Grafik hasil efisiensi pada variasi debit air

Dari grafik diatas pada variasi debit air  $0,00023m^3/s$  mendapatkan efisiensi 27,89%, pada debit air  $0,00027m^3/s$  mendapatkan efisiensi 26,65% dan untuk debit air  $0,00034m^3/s$  mendapatkan efisiensi 66,77%, dari penjelasan tersebut pada debit air  $0,00027m^3/s$  mendapatkan efisiensi lebih rendah dari variasi debit pertama.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil yang didapatkan pada studi eksperimental pengaruh debit air yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil pengujian pada debit air  $0,00023m^3/s$  didapat kecepatan aliran sebesar  $0,3465m/s$  untuk debit air  $0,00027m^3/s$  didapat kecepatan aliran sebesar  $0,4108 m/s$  dan untuk debit air  $0,00034m^3/s$  didapat kecepatan aliran sebesar  $0,5099 m/s$
2. Pada debit air  $0,00023m^3/s$  dengan kecepatan turbin 393,4 rpm menghasilkan daya sebesar 7,55 watt, pada debit air  $0,00027m^3/s$  dengan kecepatan turbin 434,7 rpm menghasilkan daya sebesar 11,86 watt, dan pada debit air tertinggi  $0,00034m^3/s$  dengan kecepatan turbin 554,3 rpm menghasilkan daya sebesar 44,54 watt.
3. Dari hasil debit air didapat perbedaan pada torsi sebelum dan sesudah diberi beban lampu, dimana pada debit air tertinggi  $0,00034m^3/s$  menghasilkan torsi tanpa beban 1,66Nm dan pada saat terjadi pembebanan hasil torsi menjadi 11,37Nm, dari perbedaan tersebut ada kenaikan saat terjadi pembebanan.
4. Efisiensi tertinggi terdapat pada turbin pelton dengan variasi debit air  $0,00034m^3/s$  dengan hasil efisiensi 66,77% dan yang paling rendah pada debit air  $0,00027m^3/s$  dengan hasil efisiensi 26,5%

#### 5.2 Saran

Adapun saran yang penulis sampaikan kepada pembaca dan peneliti selanjutnya mengenai Turbin Pelton Skala Mikro adalah:

1. Pada saat menghubungkan arus listrik ke turbin harus berhati-hati karena menggunakan arus listrik 3 phasa.
2. Memeriksa alat saat sebelum melakukan pengujian
3. Alat sensor yang mudah rusak sebaiknya dilindungi agar tidak mudah terkena air

4. Untuk penutup rumah turbin diganti dengan penutup dengan tuas pengikat agar lebih mudah dan tidak lagi menggunakan baut/mur
5. Menambahkan Pompa agar bisa menjadi rangkaian seri dan paralel pada pompa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Putra, I. G. W., Weking, A. I., & Jasa, L. (2018). Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(3), 385. <https://doi.org/10.24843/mite.2018.v17i03.p13>
- Solihat, I., Astuti, E. T., & Rudiant, H. (2019). Analisa Pengujian Turbin Air Jenis Crossflow Terhadap Variasi Debit. *Jurnal Teknik Mesin : CAKRAM*, 2(1), 25.
- Saleh, Z., Apriani, Y., Ardianto, F., Purwanto, R., Studi, P., Elektro, T., ... Air, B. T. (2019) Analisa Karakteristik Turbin *Crossfow* Kapasitas 5 Kw. Page 255, 3(2), 255–261.
- Very Dwiyanto, Dyah Indriana K, S. T. (2018). Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai). *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 4(3), 407–422. Retrieved from <https://www.neliti.com/id/publications/127987/analisis-pembangkit-listrik-tenaga-mikro-hidro-pltmh-studi-kasus-sungai-air-anak>
- Duwi Hariyanto, G. A. P. dan A. S. (2017). Deteksi Letak Kebocoran Pipa Berdasarkan Analisis Debit Air Menggunakan Teknologi Sensor Flowmeter Berbasis TCP / IP. *Teori Dan Aplikasi Fisika*, 5(1), 25–30.
- Aida S, Sahrul, Lety T, T. (2019). Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro ( PLTMH ) Turbin Pelton Kapasitas 300 Watt Kajian Debit Dan Arah Aliran Pada Alat. *Seniati*, 118–122.
- Chamdareno, P. G., Almanda, D., & Gunawan, H. (2019). Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro dengan Memanfaatkan Instalasi Air Bersih E-70, 4(2502), 0–4. <https://doi.org/10.22236/teknoka.v>
- Rizqullah, R. N., Qurthobi, A., Elektro, F. T., & Telkom, U. (2019). Studi Efisiensi Purwarupa Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro Menggunakan Turbin Baling-Baling Study Of Pico hydro Power Plant Prototype Efficiency Using Propeller Turbine, 6(2), 5404–5409. <https://mohamadhadiwijaya.wordpress.com/2019/04/09/turbin-air/>
- Siregar, C., & Irfansyah, I. (2018). Studi Numerik Unjuk Kerja Penggunaan Winglet Pada Heat Exchanger Tipe Compact. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 1(1), 20–29. <https://doi.org/10.30596/rmme.v1i1.2432>
- Siregar, R. A., Khairul, U., Rahmatullah, & S.A, C. (2019). Pengaruh Diameter Lubang Pada Faktor Konsentrasi Tegangan Untuk Plat Isotropis. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 2(1), 17–23. <https://doi.org/10.30596/rmme.v2i1.3065> Published

# LAMPIRAN











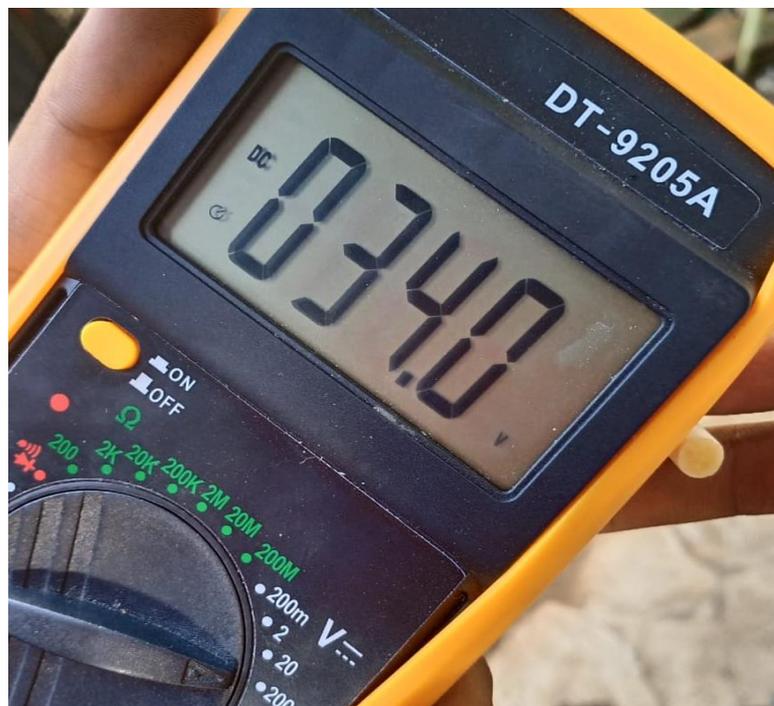












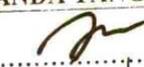




**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2021 – 2022**

**Peserta seminar**

Nama : Noto Tri Prayogo  
 NPM : 1607230121  
 Judul Tugas Akhir : Studi Eksperimental Pengaruh Debit Air Turbin Terhadap Unjuk Kerja Prototype Turbin Pelton.

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

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1607230093	Bahrum	
2	1907230210P	Luthfi Auzan	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan 22 Shafar 1443 H  
05 Oktober 2021 M

  
 Chandra A Siregar S.T.M.T

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

---

NAMA : Noto Tri Prayuda  
NPM : 160723121  
Judul T.Akhir : Studi Eksperimental Pengaruh Debit Air Turbin Terhadap Unjuk Kerja Prototype Turbin Pelton.

Dosen Pembimbing – I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng  
Dosen Pembanding - I : Chandra A Siregar,S,T,M,T  
Dosen Pembanding - II : Riandini Wanty Lubis.M.T

**KEPUTUSAN**

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

*lihat buku tugas alumn.*

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

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

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

Medan 22 Shafar 1443H  
05 Oktober 2021M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

  
Chandra A Siregar.S.T.M.T



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

---

NAMA : Noto Tri Prayuda  
NPM : 160723121  
Judul T.Akhir : Studi Eksperimental Pengaruh Debit Air Turbin Terhadap Unjuk Kerja Prototype Turbin Pelton.

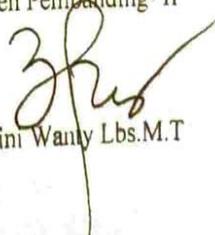
Dosen Pembimbing - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng  
Dosen Pemanding - I : Chandra A Siregar,S,T,M,T  
Dosen Pemanding - II : Riandini Wanty Lubis.M.T

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
  2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
    - Perbaiki Tujuan Penelitian
    - Perbaiki Judul akhir & Gambar (Satu)
  3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :
- .....
- .....
- .....
- .....

Medan 22 Shafar 1443H  
05 Oktober 2021M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin  
  
Chandra A. Siregar M.T

Dosen Pemanding- II  
  
Riandini Wanty Lbs.M.T



UMSU

Ingat! Cerdas! Terpenting!  
Berkas surat ini agar disebutkan  
pada tanggalnya

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

Jalan Kapten Mochtar 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/1928/II.3AU/UMSU-07/F/2020**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 12 Desember 2020 dengan ini Menetapkan

Nama : NOTO TRI PRAYOGO  
Npm : 1607230121  
Program Studi : Teknik Mesin  
Semester : IX ( Sembilan )

Judul Tugas Akhir : STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH DEBIT ALIRAN MASUK  
TURBIN TERHADAP UNJUK KERJA PROTOTYPE TURBIN  
PELTON SKALA MIKRO .

Pembimbing 1 : 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, 27 Rabiul Akhir 1442 H  
12 Desember 2020 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar ST.MT  
NIDN : 0101017202

Cc. File

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH DEBIT AIR TURBIN TERHADAP UNJUK KERJA PROTOTYPE TURBIN PELTON SKALA MIKRO

Nama : Noto tri prayogo  
NPM : 1607230121

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

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Rabu 4/8/2021	- Perbaiki Latur belakany dan Rumusan Masalah	<i>Ju</i>
2.	Rabu 11/8/2021	- Perjelas tujuan dan Variabel yang digunakan.	<i>Ju</i>
3.	Kamis 19/8/2021	- Tambahkan beberapa jurnal Internasional & Nasional. min 10 jurnal	<i>Ju</i>
4.	Selasa 31/8/2021	- Perbaiki metode penelitian dan diagram alir	<i>Ju</i>
5.	Selasa 7/9/2021	- Tampilkan grafik perbandingan	<i>Ju</i>
6.	Jumat 20/9/2021	- Periksa daftar pustaka.	<i>Ju</i>
7.	Selasa 25/9/2021	- Ate Seminar hasil	<i>Ju</i>

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**



### **DATA PRIBADI**

Nama : Noto tri prayogo  
Alamat : DSN II Kebun Kacang  
Tempat&TanggalLahir : Kebun Kacang, 20 April 1998  
JenisKelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Status Perkawinan : Belum Kawin  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Nomor Handphone : 085212675433  
Email : [notoprayoga12@gmail.com](mailto:notoprayoga12@gmail.com)

### **RIWAYAT PENDIDIKAN**

1. SD Negeri 050681 Besilam Babusalam Tahun 2004-2010
2. SMP Negeri 2 Tanjung Pura Tahun 2010-2013
3. SMK Negeri 1 Tanjung Pura Tahun 2013-2016
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2016-2021