

## TUGAS AKHIR

# ANALISA PENGARUH JARAK SEMPROT *NOZZLE* DAN VARIASI BUKAAN KATUP PENGATUR DEBIT AIR TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN PELTON

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan  
Gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Islam Riau*



Diajukan Oleh

**ANUGRAH ZIKRI**

**16.33.102.94**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2022

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH JARAK SEMPROT NOZZLE DAN  
VARIASI BUKAAN KATUP PENGATUR DEBIT AIR  
TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN PELTON**

Disusun Oleh :

**ANUGRAH ZIKRI**

**NPM : 163310294**

Disetujui Oleh :



**SEHAT ABDI SARAGIH, S.T., M.T**  
Dosen Pembimbing

Tanggal : \_\_\_\_\_

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH JARAK SEMPROT NOZZLE DAN  
VARIASI BUKAAN KATUP PENGATUR DEBIT AIR  
TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN PELTON**



Disusun Oleh :

**ANUGRAH ZIKRI**

**NPM : 163310294**

Disahkan Oleh :

**MENGETAHUI**

**Ketua Prodi Teknik Mesin**

**JHONNI RAHMAN, B.Eng., M.Eng., PhD**  
**NIDN. 1009038504**

**PEMBIMBING**

**SEHAT ABDI SARAGIH, S.T., M.T**  
**NIDN. 1012107502**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anugrah Zikri

NPM : 163310294

Fakultas/Prodi : Teknik/Program Studi Teknik Mesin

Judul TA : Analisa Pengaruh Jarak Semprot *Nozzle* Dan Variasi Bukaan Katup Pengatur Debit Air Terhadap Unjuk Kerja Turbin Pelton.

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa penulisan Tugas Akhir ini adalah hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari karya tulis saya sendiri, baik dari naskah laporan maupun data-data yang tercantum sebagai bagian dari Tugas Akhir ini. Jika terdapat karya karya tulis milik orang lain, saya akan mencantumkan sumber dengan jelas di Daftar Pustaka.

Surat Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan serta ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Islam Riau.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan kondisi sehat serta tanpa paksaan dari pihak manapun.

Pekanbaru, 26 Januari 2022



Anugrah Zikri

NPM : 16.331.0294

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Minas pada tanggal 14 Maret 1997, Merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN 003 Minas Barat, MTsN 2 Pekanbaru, SMK N 7 Pekanbaru, kota Pekanbaru, Riau. Setelah lulus dari SMK pada tahun 2015 penulis mengikuti SPMB dan diterima di jurusan Teknik Mesin (S-1) FT-UIR pada tahun 2016 dan terdaftar dengan NPM 163310294

Diprogram Studi Teknik Mesin ini penulis mengambil bidang studi Konversi Energi. Penulis sempat aktif di beberapa seminar yang diselenggarakan oleh program studi, aktif sebagai anggota himpunan mahasiswa teknik mesin dari tahun 2017-2018. Pada penulisan Tugas Akhir ini penulis melakukan penelitian di laboratium Teknik Mesin Universitas Islam Riau, Pekanbaru.

## KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala atas segala limpahan nikmat yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Analisa Pengaruh Jarak Semprot *Nozzle* Dan Variasi Buka-an Katup Pengatur Debit Air Terhadap Unjuk Kerja Turbin Pelton”.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi persyaratan akademis dalam rangka meraih gelar keserjanaan di jurusan teknik mesin fakultas teknik universitas islam riau. Dalam menyelesaikan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan petunjuk dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung.

Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Bapak Jhonni Rahman. B.Eng., M.Eng., PhD Selaku ketua program studi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
2. Bapak Sehat Abdi Saragi, ST, MT. Selaku dosen pembimbing tugas akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Dosen-dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, atas ilmu dan dorongannya dalam menyelesaikan penulisan proposal tugas sarjana
4. Teman-teman Seperjuangan, yang telah memberikan bantuan dan dukungannya untuk menyelesaikan tugas akhir.

## Terima kasih

Ucapan terima kasih yang tiada tara untuk kedua orang tua saya. Untuk ayah Bakri dan Ibu Wirda Warni yang telah menjadi orang tua terhebat dalam hidup saya, ayah dan ibu telah melalui banyak perjuangan dan rasa sakit. Tapi saya berjanji tidak akan membiarkan semua itu sia – sia. Saya ingin melakukan yang terbaik untuk setiap kepercayaan yang diberikan. Saya akan tumbuh, untuk menjadi yang terbaik yang saya bisa. Pencapaian ini adalah persembahan istimewa saya untuk ayah dan ibu yang selalu memberikan motivasi, nasehat, perhatian, kasih sayang, doa, batuan moril dan materil sehingga bisa menyelesaikan proposal tugas sarjana.

Untuk ke dua adek perempuan saya, Hilda Rizki dan Rahmi Widri, terimakasih atas segala perhatian, kasih sayang, dan motivasi serta doanya. Terimakasih banyak telah menjadi bagian dari motivator yang luar biasa sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir.

Pekanbaru, Januari 2022

Anugrah Zikri

# ANALISA PENGARUH JARAK SEMPROT *NOZZLE* DAN VARIASI BUKAAN KATUP PENGATUR DEBIT AIR TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN PELTON

Anugrah Zikri, Sehat Abdi Saragih

Universitas Islam Riau

[anugrahzikri@student.uir.ac.id](mailto:anugrahzikri@student.uir.ac.id)

## Abstrak

Sebagai salah satu potensi daya alam terbesar yang dimiliki Indonesia adalah air. Di Indonesia terdapat 1315 kawasan yang berpotensi menjadi sumber energi tenaga air, dan daerah-daerah tersebut tersebar di seluruh kepulauan Indonesia. Air tersebut bisa dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin air jenis turbin air yang digunakan yaitu turbin pelton, Turbin pelton adalah turbin yang dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik mikrohidro (PLTMH) di daerah perdesaan. Turbin pelton memanfaatkan nozzle sebagai pengatur arah aliran air untuk menggerakkan putaran sudu turbin. Dalam penelitian ini saya menggunakan metode experimental dengan jarak semprot nozzle ke sudu turbin 50 mm, 60 mm, 70 mm, dan 90 mm dengan variasi bukaan katup pengatur debit air 60° dan 90°, serta melakukan pengujian unjuk kerja menggunakan turbin pelton. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa uji kinerja dan analisa yang dilakukan menunjukkan bahwa ada pengaruh jarak semprot nozzle dan variasi bukaan katup terhadap unjuk kerja turbin pelton yang paling baik didapatkan dengan jarak semprot nozzle 50 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90°, dimana mendapatkan torsi ( $T$ ) sebesar 2,32 Nm, kecepatan sudut turbin ( $\omega$ ) sebesar 91,79 rad/s, daya turbin ( $P_t$ ) sebesar 212 Watt, daya hidrolis ( $P_h$ ) sebesar 248 Watt, dan efisiensi ( $\eta$ ) sebesar 85,48 %.

**Kata kunci : Turbin Pelton, Nozzle, Katup, Unjuk Kerja.**

# **ANALYSIS THE EFFECT OF SPRAY DISTANCE NOZZLE AND VARIATION OF FLOW RATE REGULATING VALVE OPENING TO PELTON TURBINE PERFORMANCE**

**Anugrah Zikri, Sehat Abdi Saragih**

**Universitas Islam Riau**

**anugrahzikri@student.uir.ac.id**

## **Abstrak**

*As one of the greatest natural resources that Indonesia has is water. In Indonesia, there are 1315 areas that have the potential to become a source of hydroelectric energy, and these areas are spread throughout the Indonesian archipelago. The water can be used to drive a water turbine. The type of water turbine used is the Pelton turbine, the Pelton turbine is a turbine that is used as a micro hydro power plant (PLTMH) in rural areas. The Pelton turbine utilizes a nozzle as a regulator of the direction of water flow to move the turbine blade rotation. In this study, I used an experimental method with nozzle spray distances to the turbine blades of 50 mm, 60 mm, 70 mm, and 90 mm with variations of the water flow control valve openings of  $60^{\circ}$  and  $90^{\circ}$ , and tested performance using a Pelton turbine. From the results of the study, it was found that the performance test and analysis carried out showed that there was an effect of the nozzle spray distance and valve opening variations on the Pelton turbine performance, the best was obtained with a nozzle spray distance of 50 mm and a variation of the valve opening of the water flow control valve  $90^{\circ}$ , which obtained torque (  $T$  ) is 2.32 Nm, turbine angular speed (  $\omega$  ) is 91.79 rad/s, turbine power (  $P_t$  ) is 212 Watt, hydraulic power (  $P_h$  ) is 248 Watt, and efficiency (  $\eta$  ) is 85.48% .*

**Keywords: Pelton Turbine, Nozzle, Valve, Performance.**

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR NOTASI.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Turbin Air .....	5
2.2 Klasifikasi Turbin Air.....	5
2.2.1 Turbin reaksi .....	5
2.2.2 Turbin impuls .....	7
2.3 Turbin Pelton.....	9
2.4 Prinsip Kerja Turbin Pelton.....	10
2.5 Komponen Utama Turbin Pelton.....	11
2.6 Katup Pengatur Debit Air .....	18
2.7 Karakteristik Turbin Pelton.....	19
2.8 Kerugian Gesekan ( <i>Head Loss</i> ) Pada Turbin Pelton.....	19
2.9 Jenis-Jenis Aliran Fluida .....	20
2.10 Jenis – jenis Daya Turbin .....	22
2.10.1. Daya Input.....	22
2.10.2. Daya <i>Output</i> .....	22
2.11 Jenis-Jenis Sudu Turbin Pelton .....	22
2.11.1 Sudu Mangkuk .....	23
2.11.2 Sudu Silinder.....	23
2.11.3 Sudu Mitchell.....	24
2.12 Jenis-Jenis Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Air .....	24

2.13	Unjuk Kerja Turbin Pelton .....	24
2.13.1.	Torsi .....	24
2.13.2.	Kecepatan Angular Turbin.....	25
2.13.3.	Daya Turbin .....	26
2.13.4.	Daya Hidrolis .....	26
2.13.5.	Efisiensi Turbin.....	27
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	28
3.2	Waktu Dan Tempat Penelitian.....	29
3.3	Alat Dan Bahan.....	29
3.3.1	Alat.....	29
3.3.2	Bahan.....	34
3.4	Persiapan Pengujian.....	34
3.5	Prosedur Pengujian.....	35
3.6	Hasil Dan Pembahasan .....	35
3.7	Kesimpulan .....	35
3.8	Jadwal Kegiatan Penelitian .....	35
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>37</b>
4.1	Pengaruh Jarak Semprot <i>Nozzle</i> Dan Variasi Bukaannya Katup Pengatur Debit Air Terhadap Torsi .....	37
4.2	Pengaruh Jarak Semprot <i>Nozzle</i> Dan Variasi Bukaannya Katup Pengatur Debit Air Terhadap Kecepatan Angular Turbin.....	39
4.3	Pengaruh Jarak Semprot <i>Nozzle</i> Dan Variasi Bukaannya Katup Pengatur Debit Air Terhadap Daya Turbin .....	42
4.4	Pengaruh Jarak Semprot <i>Nozzle</i> Dan Variasi Bukaannya Katup Pengatur Debit Air Terhadap Daya Hidrolis .....	45
4.5	Pengaruh Jarak Semprot <i>Nozzle</i> Dan Variasi Bukaannya Katup Pengatur Debit Air Terhadap Efisiensi Turbin.....	48
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>52</b>
5.1	Kesimpulan .....	52
5.2	Saran.....	52

## DAFTAR GAMBAR

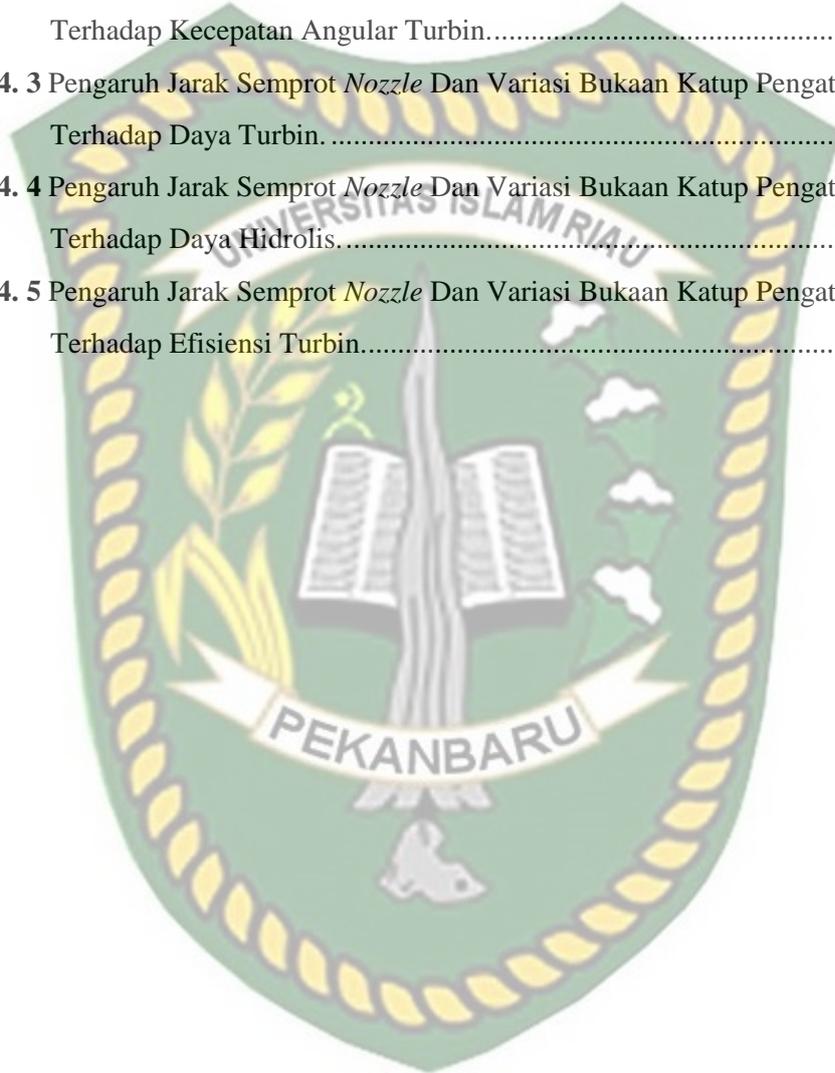
<b>Gambar 2. 1</b> Turbin Francis .....	6
<b>Gambar 2. 2</b> Turbin Kaplan.....	7
<b>Gambar 2. 3</b> Turbin <i>Crossflow</i> .....	8
<b>Gambar 2. 4</b> Turbin Turgo .....	9
<b>Gambar 2. 5</b> Turbin Pelton.....	10
<b>Gambar 2. 6</b> Runner Turbin Pelton.....	11
<b>Gambar 2. 7</b> Sudu(Bucket) Turbin Pelton.....	12
<b>Gambar 2. 8</b> <i>Nozzle</i> .....	14
<b>Gambar 2. 9</b> Rumah Turbin Pelton.....	15
<b>Gambar 2. 10</b> Poros.....	15
<b>Gambar 2. 11</b> <i>Pulley</i> .....	16
<b>Gambar 2. 12</b> Bantalan.....	17
<b>Gambar 2. 13</b> Generator.....	17
<b>Gambar 2. 14</b> Katup Pengatur Debit Air.....	19
<b>Gambar 2. 15</b> Jenis-Jenis Aliran Fluida .....	22
<b>Gambar 2. 16</b> Sudu Mangkuk.....	23
<b>Gambar 2. 17</b> Sudu Silinder .....	23
<b>Gambar 2. 18</b> Sudu Mitchell .....	24
<b>Gambar 3. 1</b> Diagram Alir.....	28
<b>Gambar 3. 2</b> Turbin Pelton.....	29
<b>Gambar 3. 3</b> Pompa.....	30
<b>Gambar 3. 4</b> <i>Nozzle</i> .....	31
<b>Gambar 3. 5</b> Katup Pengatur Debit Air.....	31
<b>Gambar 3. 6</b> Rotamater .....	32
<b>Gambar 3. 7</b> <i>Tachometer</i> .....	32
<b>Gambar 3. 8</b> <i>Manometer</i> .....	33
<b>Gambar 3. 9</b> <i>Stopwatch</i> .....	33
<b>Gambar 3. 10</b> Multimeter .....	34

<b>Gambar 4. 1</b> Grafik Pengaruh Jarak Semprot <i>Nozzle</i> Dan Variasi Bukaannya Terhadap Debit Air Terhadap Torsi. ....	38
<b>Gambar 4. 2</b> Grafik Pengaruh Jarak Semprot <i>Nozzle</i> Dan Variasi Bukaannya Terhadap Debit Air Terhadap Kecepatan Angular Turbin. ....	41
<b>Gambar 4. 3</b> Grafik Pengaruh Jarak Semprot <i>Nozzle</i> Dan Variasi Bukaannya Terhadap Debit Air Terhadap Daya Turbin. ....	44
<b>Gambar 4. 4</b> Grafik Pengaruh Jarak Semprot <i>Nozzle</i> Dan Variasi Bukaannya Terhadap Debit Air Terhadap Daya Hidrolis. ....	47
<b>Gambar 4. 5</b> Grafik Pengaruh Jarak Semprot <i>Nozzle</i> Dan Variasi Bukaannya Terhadap Pengatur Debit Air Terhadap Efisiensi Turbin. ....	50



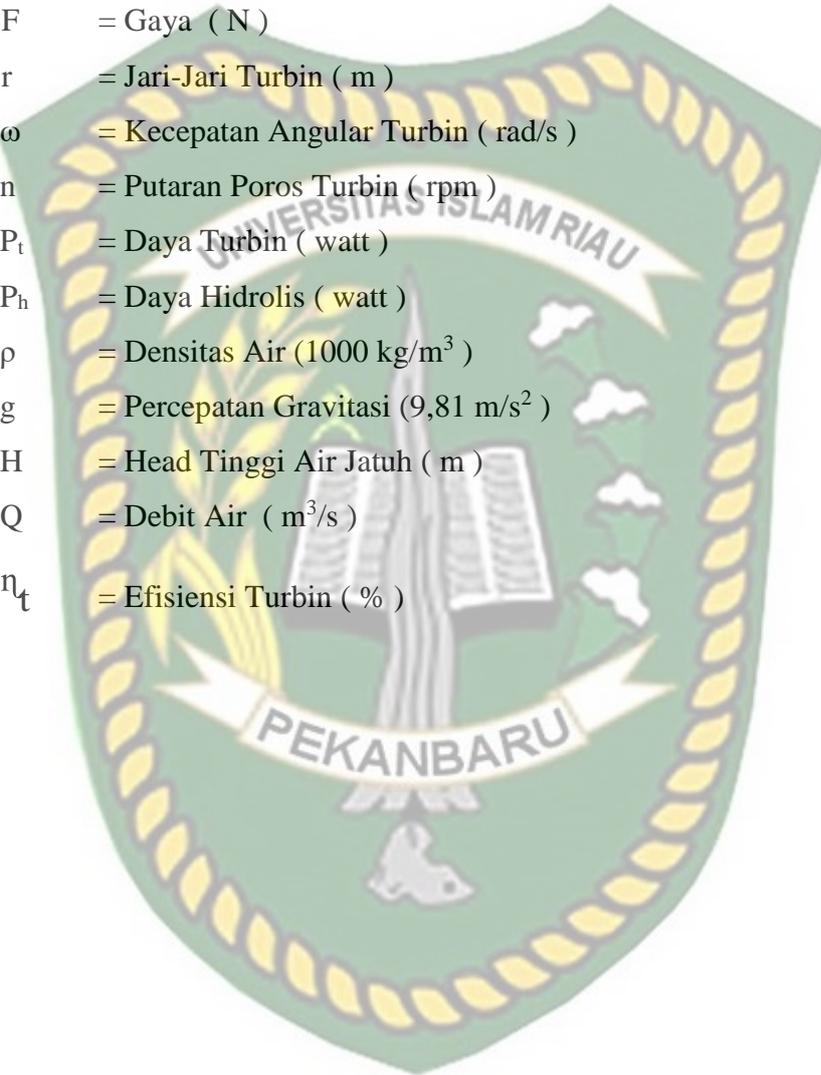
## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4. 1</b> Pengaruh Jarak Semprot <i>Nozzle</i> Dan Variasi Bukaannya Katup Pengatur Debit Air Terhadap Torsi.....	37
<b>Tabel 4. 2</b> Pengaruh Jarak Semprot <i>Nozzle</i> Dan Variasi Bukaannya Katup Pengatur Debit Air Terhadap Kecepatan Angular Turbin.....	40
<b>Tabel 4. 3</b> Pengaruh Jarak Semprot <i>Nozzle</i> Dan Variasi Bukaannya Katup Pengatur Debit Air Terhadap Daya Turbin.....	43
<b>Tabel 4. 4</b> Pengaruh Jarak Semprot <i>Nozzle</i> Dan Variasi Bukaannya Katup Pengatur Debit Air Terhadap Daya Hidrolis.....	46
<b>Tabel 4. 5</b> Pengaruh Jarak Semprot <i>Nozzle</i> Dan Variasi Bukaannya Katup Pengatur Debit Air Terhadap Efisiensi Turbin.....	49



## DAFTAR NOTASI

T	= Torsi ( Nm )
F	= Gaya ( N )
r	= Jari-Jari Turbin ( m )
$\omega$	= Kecepatan Angular Turbin ( rad/s )
n	= Putaran Poros Turbin ( rpm )
$P_t$	= Daya Turbin ( watt )
$P_h$	= Daya Hidrolis ( watt )
$\rho$	= Densitas Air ( 1000 kg/m <sup>3</sup> )
g	= Percepatan Gravitasi ( 9,81 m/s <sup>2</sup> )
H	= Head Tinggi Air Jatuh ( m )
Q	= Debit Air ( m <sup>3</sup> /s )
$\eta_t$	= Efisiensi Turbin ( % )



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Sebagai salah satu potensi daya alam terbesar yang dimiliki Indonesia adalah air. Disamping kegunaannya untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari kandungan energi yang dimiliki oleh air yang mengalir dari ketinggian tertentu juga bisa dimanfaatkan sebagai pembangkit energi mekanis. Salah satu alat konversi energi air menjadi energi mekanik adalah turbin air, energi mekanik pada turbin air dapat diubah menjadi energi listrik yang merupakan salah satu sumber energi alternatif yang terbarukan (Mulyadi, dkk.2016).

Dari data yang dikeluarkan oleh Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, pemanfaatan energi air di Indonesia masih sangat kecil, baru sekitar 25 % dari potensi yang bisa mencapai 75000 MW. Di Indonesia terdapat 1315 kawasan yang berpotensi menjadi sumber energi tenaga air, dan daerah-daerah tersebut tersebar di seluruh kepulauan Indonesia. Daerah-daerah yang diprediksi memiliki potensi tersebut, antara lain : Papua 22371 MW, Kalimantan 21611 MW, Sumatera 15804 MW, Sulawesi 10203 MW, Jawa 4531 MW, Nusa Tenggara (Bali, NTB dan NTT) 674 MW dan Maluku 430 MW. Data-data di atas merupakan sumber pembangkit tenaga air dengan kapasitas besar, belum termasuk sumber-sumber pembangkit tenaga air dengan kapasitas kecil. Untuk memanfaatkan potensi tersebut diperlukan suatu teknologi terapan agar masyarakat kecil dapat menyediakan energi listrik secara swadaya.

Turbin pelton adalah turbin yang dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik mikrohidro (PLTMH) di daerah perdesaan. Turbin pelton memanfaatkan *nozzle* sebagai pengatur arah aliran air untuk menggerakkan putaran sudu turbin. Putaran sudu turbin tersebut dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu jarak *nozzle*, posisi *nozzle*, diameter *nozzle*, jumlah *nozzle*, dan bentuk geometri sudu turbin (Yuni Kurniawan dan Erlanda Augupta Pane.2017).

Turbin jenis ini bekerja dengan memanfaatkan air jatuh/ketinggian (*head*). Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mempercepat aliran dengan mengatur

dimensi saluran masuk turbin maupun bentuk sudu. Selain ketinggian air jatuh dan dimensi saluran masuk, tekanan fluida masuk menjadi variabel yang sangat mempengaruhi putaran dari sudu turbin pelton (Muhammad Ridwan Yusuf, dkk. 2019).

Salah satu komponen terpenting dalam turbin pelton adalah *nozzle*, jarak antara *nozzle* dan daun sudu dapat mempengaruhi kecepatan putaran daun sudu turbin. Selain itu jarak antara *nozzle* terhadap *runner* menentukan titik jatuh air, karena *nozzle* harus memiliki jarak yang tepat agar sudu turbin dapat menerima implus yang baik (Mulyadi, dkk. 2016).

Hasil penelitian (Muhammad Ridwan Yusuf, dkk) pada tahun 2019 variasi jarak semprot 6 cm, 9 cm dan 12 cm. Dari hasil eksperimen, nilai daya turbin terendah didapatkan pada jarak semprot *nozzle* 12 cm, pada tekanan fluida 0,5 bar sebesar 1 7,07 Watt. Daya turbin tertinggi didapatkan pada jarak semprot *Nozzle* 6 cm, pada tekanan fluida 2,5 bar sebesar 110 Watt.(Muhammad Ridwan Yusuf, dkk. 2019)

Adapun komponen lain dari turbin pelton adalah katup pengatur debit air fungsi katup pengatur debit air ini sebagai pengatur tekanan fluida yang akan melalui *nozzle*, sehingga debit fluida yang masuk ke turbin dapat di kontrol.

Hasil penelitian dari (Mulyadi, dkk) pada tahun 2016 variasi bukaan katup pengatur debit air  $30^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$  dan  $90^{\circ}$  dengan posisi jarak *nozzle* yang telah ditentukan. Dari hasil penelitian bukaan katup  $90^{\circ}$  yang memperoleh hasil terbaik dengan putaran runner sebesar 428,67 rpm menghasilkan debit air sebanyak  $0,00082 \text{ m}^3/\text{s}$ .(Mulyadi,dkk.2016)

Dari latar belakang tersebut maka dari itu penelitian mengangkat judul “Analisa pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap unjuk kerja turbin pelton”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang diatas maka memperoleh permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah ada pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap unjuk kerja turbin pelton?
2. Manakah jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air yang memiliki unjuk kerja turbin pelton yang terbaik?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap unjuk kerja turbin pelton.
2. Untuk mendapatkan pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air mana yang memperoleh unjuk kerja turbin pelton terbaik.

### 1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terfokus pada permasalahan, maka ruang lingkup penelitian ini di batasi pada:

1. Jenis turbin yang digunakan adalah turbin pelton.
2. Turbin pelton yang digunakan memiliki pompa dengan head 42 m.
3. Penelitian ini difokuskan untuk mendapatkan nilai unjuk kerja turbin pelton.
4. Jarak semprot *nozzle* dalam penelitian ini adalah 50 mm, 60 mm, 70 mm, dan 90 mm.
5. Adapun variasi dari katup pengatur debit air ialah  $60^0$  dan  $90^0$ .

### 1.5 Sistematika Penulisan

pada sistematika penulisan ini terdapat lima bab garis besar dalam pembuatan tugas akhir penelitian yang dijelaskan sebagai berikut:

#### Bab I Pendahuluan

Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

**Bab II Tinjauan pustaka**

Bab ini berisikan tentang tinjauan pustaka yang berisi tentang teori-teori yang berkaitan dengan turbin pelton.

**Bab III Metodologi penelitian**

Bab ini berisikan tentang diagram alir, tempat dan waktu penelitian, peralatan yang digunakan saat penelitian, persiapan pengujian, prosedur penelitian, dan jadwal kegiatan penelitian.

**Bab IV Hasil dan Pembahasan**

Bab ini berisikan tentang hasil dan pembahasan dari penelitian pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan discharge supply valve turbin pelton.

**Bab V kesimpulan Dan Saran**

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran.



## **BAB II** **TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Turbin Air**

Turbin air merupakan suatu alat penggerak mula yang mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik dan seterusnya diubah menjadi energi mekanis dalam bentuk putaran poros turbin.

Turbin air digerakan oleh air sebagai fluida kerjanya, air yang memiliki aliran dari tempat tinggi menuju ketempat yang lebih rendah. Dalam hal berikut ini air memiliki energi potensial yang dapat diubah menjadi energi kinetik melalui didalam pipa dan *nozzle*, dan diteruskan menjadi energi mekanis yang akan memutar poros turbin.( Mulyadi, dkk. 2016).

Turbin air dikembangkan pada abad ke-19 dan digunakan secara luas untuk pembangkit tenaga listrik, pada pembangkit listrik tenaga air ( PLTA). Turbin air merupakan peralatan utama selain generator, berdasarkan prinsip kerjanya turbin air dibedakan menjadi dua kelompok turbin reaksi dan turbin implus.( Dwi Saputra, 2019 )

### **2.2 Klasifikasi Turbin Air**

Klasifikasi dari turbin air yang di gunakan dalam pembangkit listrik tenaga air dibedakan menjadi dua kelompok yaitu.

#### **2.2.1 Turbin reaksi**

Turbin reaksi adalah turbin air yang memiliki cara kerjanya dengan merubah seluruh energi air yang tersedia menjadi energi putar dengan *runner* turbin sepenuhnya berada didalam air yang berada dalam rumah turbin. Turbin jenis ini digunakan untuk turbin dengan head rendah dan

medium. Jenis turbin ini biasanya digunakan pada jenis turbin francis dan turbin kaplan. ( I Gusti Ngurah Saputra, dkk. 2020).

#### 1. Turbin Francis

Turbin francis merupakan jenis turbin tekanan lebih. Sudunya terdiri atas sudu pengarah dan sudu jalan, yang keduanya terendam dalam air. Perubahan energi terjadi seluruhnya dalam sudu pengarah dan sudu gerak, dengan mengalirkan air ke dalam sebuah terusan atau dilewatkan ke dalam dengan mengalirkan air ke dalam sebuah cincin yang berbentuk spiral atau rumah keong.



**Gambar 2. 1** Turbin Francis

(Sumber: dwi saputra, 2019)

#### 2) Turbin Kaplan

Turbin kaplan merupakan turbin tekanan yang spesial. Sudu jalan turbin kaplan kemurniannya kecil dan pada saluran sudu jalan belokannya kecil. Sudu jalan dapat diatur saat bekerja, kedudukannya dapat diatur dan disesuaikan dengan tinggi jatuh air sehingga sesuai untuk pusat tenaga air pada aliran sungai. Sudu roda jalan turbin kaplan mirip roda propeller, yang letak sudunya terpisah jauh satu sama lainnya.( Dwi Saputra, 2019 )



**Gambar 2. 2** Turbin Kaplan  
(Sumber: Dwi Saputra, 2019)

### 2.2.2 Turbin impuls

Turbin impuls adalah turbin air yang memiliki cara kerja dengan merubah seluruh energi air (yang terdiri dari energi potensial, tekanan, dan kecepatan.) yang tersedia menjadi energi kinetik untuk memutar turbin. Turbin jenis ini merubah energi potensial air diubah menjadi energi kinetik pada *nozzle*. Air yang keluar dari *nozzle* yang memiliki kecepatan tinggi membentur sudu, arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum (impuls) yang mengakibatkan roda turbin akan berputar. Jenis turbin ini bekerja berdasarkan prinsip ini yaitu turbin pelton, turbin turgo dan turbin *cross flow*. ( I Gusti Ngurah Saputra, dkk. 2020).

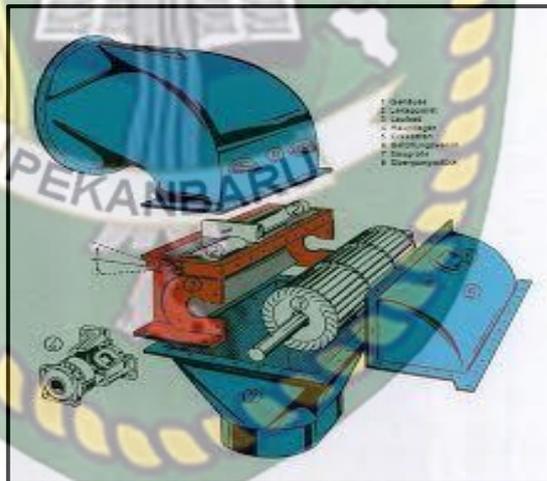
#### 1) Turbin *Crossflow*

Salah satu jenis turbin impuls ini juga dikenal dengan nama Turbin *Michell-Banki* yang merupakan penemunya. Selain itu juga disebut Turbin *Osberger* yang merupakan perusahaan yang

memproduksi turbin *crossflow*. Turbin *crossflow* dapat dioperasikan pada debit 20 liter/sec hingga 10 m<sup>3</sup>/sec dan *head* antara 1 s/d 200 m.

Turbin mengalirkan pemasukan air ke sudu turbin secara radial. Air dialirkan melewati sudu-sudu jalan yang membentuk silinder, pertama-tama air dari luar masuk ke dalam silinder sudu-sudu dan kemudian dari dalam ke luar. Jadi kerja roda jalan turbin ini adalah seperti turbin pelton yaitu hanya sebagian sudu-sudu saja yang bekerja mebalikkan aliran air.

Turbin *crossflow* menggunakan *nozzle* persegi panjang yang lebarnya sesuai dengan lebar *runner*. Pancaran air masuk turbin dan mengenai sudu sehingga terjadi konversi energi kinetik menjadi energi mekanis. Air mengalir keluar membentur sudu dan memberikan energinya (lebih rendah dibanding saat masuk) dan kemudian meninggalkan turbin. *Runner* turbin dibuat dari beberapa sudu yang dipasang pada sepasang piringan paralel.



**Gambar 2. 3** Turbin *Crossflow*

( Sumber: dwi saputra, 2019)

## 2) Turbin Turgo

Turbin turgo dapat beroperasi pada head 30 s/d 300 m. Seperti turbin pelton turbin turgo merupakan turbin impuls, tetapi sudunya berbeda. Pancaran air dari nozzle membentur sudu pada sudut 20°. Kecepatan putar turbin turgo lebih besar dari turbin pelton.

Akibatnya dimungkinkan transmisi langsung dari turbin ke generator sehingga menaikkan efisiensi total sekaligus menurunkan biaya perawatan.



**Gambar 2. 4** Turbin Turgo

**Sumber:** Dwi Saputra, 2019

### 2.3 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 yang bernama Lester G. Pelton pada tahun 1880 yang melakukan perbaikan dengan penerapan mangkok ganda simetris, punggung membelah membagi jet menjadi dua paruh yang sama dibalikan menyamping( Muhammad Saleh Simamora, 2010).

Turbin pelton ialah turbin implus atau turbin aksi biasa di sebut dengan turbin tekanan sama karena aliran air yang keluar dari *nozzle* tekanannya sama dengan tekanan atmosfer disekitarnya. Turbin pelton terdiri dari satu set sudu jalan yang berputar oleh pancaran air yang disemprotkan dari satu atau lebih alat yang

disebut *nozzle*. Turbin pelton adalah salah satu jenis turbin air yang memiliki efisien baik, turbin pelton ini cocok digunakan untuk head tinggi atau juga di daerah perdesaan sebagai alternatif pembangkit listrik.(Hidayat Anshari Sinaga, 2018.)



**Gambar 2. 5** Turbin Pelton.  
(Sumber: I Gusti Ngurah Saputra.)

#### 2.4 Prinsip Kerja Turbin Pelton

Sebuah turbin pelton memenuhi prinsip dasar energi yang menyatakan bahwa suatu bentuk energi dapat diubah menjadi bentuk energi yang lain. Arus air yang mengalir mengandung energi dan energi tersebut dapat diubah bentuknya misalnya perubahan dari energi potensial (tekanan) kedalam bentuk energi kinetik (kecepatan) atau sebaliknya. Apabila arus air dalam alirannya dilewatkan melalui turbin air, maka energi yang ada dalam air akan diubah menjadi bentuk energi yang lain.( Ahmad Saputra Siregar. 2018 )

## 2.5 Komponen Utama Turbin Pelton

Sebuah turbin pelton lengkap yang digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga air memiliki komponen utama dan komponen tambahan yang mendukung fungsi kerja turbin pelton. Pada dasarnya turbin pelton terdiri dari beberapa komponen antara lain:

- a) *Runner* turbin Pelton terdiri atas cakram dan beberapa sudu yang terpasang disekelilingnya. Sudu dipasang dengan pengunci baut ataupun dapat di las senyawa dengan cakram. Cakram dipasang ke poros dengan sambungan pasak atau dengan pengunci baut. Besarnya head jatuh air yang dirancang menentukan ukuran besarnya diameter runner yang digunakan, semakin tinggi ataupun besar head jatuh air maka ukuran runner akan lebih baik jika semakin besar. Pemilihan diameter runner tergantung kepada kecepatan spesifik yang telah dirancang untuk turbin.



**Gambar 2. 6** Runner Turbin Pelton.

**Sumber :** Kiki Ananda Siahaan, 2018.

b) Sudu (Bucket)

Sudu turbin pelton berbentuk seperti mangkuk dengan bagian dalam yang melengkung ke arah dalam dan bagian atasnya berbentuk runcing. 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.



**Gambar 2. 7** Sudu(Bucket) Turbin Pelton.

**Sumber:** Kiki Ananda Siahaan. 2018

c) *Nozzle*

*Nozzel* merupakan bagian dari turbin, didalam *nozzel* tekanan air dirubah menjadi kecepatan. Diameter *nozzle* suatu turbin juga disesuaikan dengan tinggi jatuh air (*head*) dan kapasitas air yang masuk , untuk turbin dengan tinggi jatuh yang besar dan daya yang besar sistem penyemprotan airnya dibagi lewat beberapa *nozzle* lagi.

Hasil penelitian (Muhammad Ridwan Yusuf, dkk) pada tahun 2019 variasi jarak semprot 6 cm, 9 cm dan 12 cm. Dari hasil eksperimen, nilai daya turbin terendah didapatkan pada jarak semprot *nozzle* 12 cm, pada tekanan fluida 0,5 bar sebesar 17,07 Watt. Daya turbin tertinggi didapatkan pada jarak semprot *Nozzle* 6 cm, pada tekanan fluida 2,5 bar sebesar 110 Watt. (Muhammad Ridwan Yusuf, dkk. 2019)

Nosel mempunyai beberapa fungsi yaitu:

- Mengarahkan pancaran air ke sudu turbin.
- Mengubah tekanan menjadi energi kinetik.
- Mengatur kapasitas air yang masuk turbin.

Pada nosel terdapat jarum yang berfungsi untuk mengatur kapasitas dan mengkonsentrasikan air yang terpancar di mulut nosel. Panjang jarum sangat menentukan tingkat konsentrasi air, makin panjang jarum air makin terkonsentrasi. (Dwi Irawan, 2017)



**Gambar 2. 8** *Nozzle*

**Sumber:** Kiki Ananda Siahaan. 2018

d) Rumah Turbin

Rumah turbin pelton berfungsi sebagai tempat pemasangan *nozzel* dan sekaligus sebagai pelindung turbin terhadap aktivitas kimia dan fisik di sekitarnya, suatu sistem turbin yang dibangun di daerah pegunungan dengan tanpa menggunakan rumah turbin cenderung lebih mudah mengalami korosi pada bagian poros dan bearing suatu turbin, intensitas cahaya matahari mempercepat laju reaksi oksidasi pada bagian-bagian turbin yang berbahan besi ataupun baja. Hal ini akan memperpendek usia pemasangan suatu turbin.( Kiki Ananda Siahaan. 2018 )



**Gambar 2. 9** Rumah Turbin Pelton  
(Sumber: wahyu hidayat, 2019)

e) Poros

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

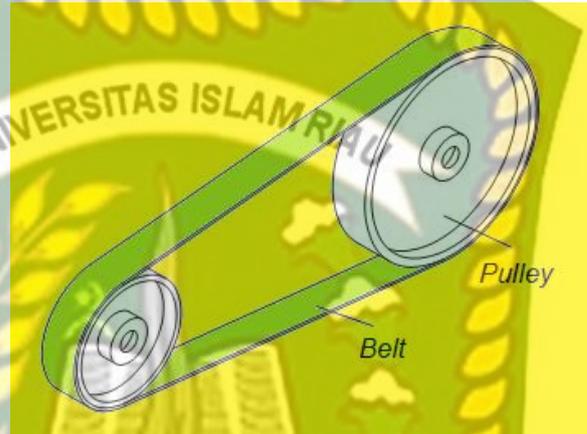


**Gambar 2. 10** Poros

(Sumber: wahyu hidayat, 2019)

f) *Pulley*

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



**Gambar 2. 11** *Pulley*

(Sumber: wahyu hidayat, 2019)

## g) 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.

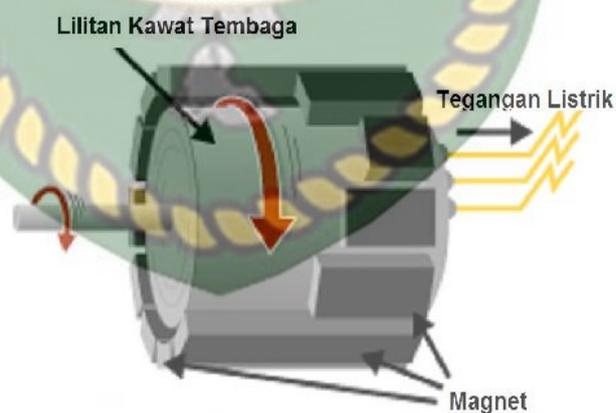


**Gambar 2. 12 Bantalan**

(Sumber: wahyu hidayat 2019)

h) Generator

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.



**Gambar 2. 13 Generator**

(Sumber: wahyu hidayat, 2019)

## 2.6 Katup Pengatur Debit Air

Salah satu komponen yang penting pada sistem turbin pelton adalah katup, katup pengatur tekanan mempunyai fungsi untuk mengatur tekanan fluida yang akan diteruskan ke nozzle sehingga debit aliran yang akan masuk ke turbin bisa terkontrol sesuai kebutuhan.

Hasil penelitian dari (Mulyadi, dkk) pada tahun 2016 variasi bukaan katup pengatur debit air  $30^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$  dan  $90^{\circ}$  dengan posisi jarak nozzle yang telah ditentukan. Dari hasil penelitian bukaan katup  $90^{\circ}$  yang memperoleh hasil terbaik dengan putaran runner sebesar 428,67 rpm menghasilkan debit air sebanyak  $0,00082 \text{ m}^3/\text{s}$ .(Mulyadi,dkk.2019)

Macam-macam katup pada umumnya adalah sebagai berikut:

1. Katup Pintu (*Gate Valve*), digunakan untuk pengaturan aliran, baik dengan membuka atau menutup katup sesuai dengan kebutuhan.
2. Katup Bola (*Globe Valve*), digunakan untuk membuka seluruhnya atau menutup sama sekali alirannya.
3. Katup Chek (*Check Valve*), digunakan untuk mencegah aliran balik atau dengan kata lain, digunakan hanya untuk aliran satu arah.

Ada tiga variasi pemutaran katup:

1. Katup kupu-kupu (*Butterfly Valve*), dengan katup tipis, ringan dipakai untuk air.
2. *Ball Valve*, dipakai untuk gas-gas.
3. *Plug Valve*, dipakai untuk minyak dan pelumas kental.( wahyu hidayat, 2019 )



**Gambar 2. 14** katup pengatur debit air

**Sumber :** (wahyu hidayat, 2019)

### 2.7 Karakteristik Turbin Pelton

Suatu mesin selalu di disain untuk bekerja dibawah kondisi kerja yang diizinkan. Suatu turbin mungkin di disain untuk beberapa faktor penting seperti head (H), debit aliran (Q), putaran (n) dan daya (P), tetapi dalam prakteknya mungkin harus bekerja pada kondisi yang berbeda dari kondisi disainnya. Oleh sebab unjuk kerja pada kondisi-kondisi yang bervariasi perlu diketahui, dengan melakukan pengujian terhadap model turbin di laboratorium. Grafik yang ditampilkan dalam bentuk kurva- kurva disebut Karakteristik Turbin.

( Rahmat, dkk 2014 )

### 2.8 Kerugian gesekan ( *head loss* ) pada turbin pelton

*Head losses* merupakan rugi-rugi energi yang terjadi pada instalasi turbin air sehingga energi *output* turbin berkurang, diantara nya ialah:

a) Kerugian Mayor  $h_L$  (*Head Loss Mayor*)

Kerugian mayor adalah kerugian gesekan sepanjang aliran (pipa).  
Besarnya faktor gesekan tergantung pada:

- Kecepatan aliran fluida dalam pipa (  $V$  )
- Diameter pipa (  $D$  )
- Massa density (  $\rho$  )
- Viskositas kinematik (  $\nu$  )
- Faktor kekerasan suatu bahan (  $\epsilon$  )

b) Kerugian Minor  $h_{Lm}$  (Head Loss Minor)

Kerugian minor adalah kerugian gesekan yang disebabkan oleh:

- Katup
- Belokan
- Pembesaran mendadak
- Pengecilan mendadak
- Pembesaran perlahan
- Pembesaran tiba-tiba

## 2.9 Jenis-Jenis Aliran Fluida

Aliran dapat diklasifikasikan dalam banyak jenis seperti aliran turbulen, aliran laminar, aliran nyata, aliran ideal, aliran mampu balik, aliran tak mampu balik, aliran seragam, aliran tak seragam, aliran rotasional, dan aliran tak rotasional.

Aliran fluida yang mengalir didalam pipa biasanya terdapat 3 jenis aliran yaitu:

### 2.10.1. Aliran Laminar

Dalam aliran laminar partikel - partikel, fluidanya bergerak di sepanjang lintasan - lintasan lurus, sejajar dalam lapisan - lapisan. Besarnya kecepatan - kecepatan dari lapisan yang berdekatan tidaklah sama. Aliran laminar diatur oleh hukum yang menghubungkan

tegangan geser ke laju perubahan bentuk sudut, yaitu hasil kali kekentalan fluida dan gradient kecepatan.

Kekentalan fluida tersebut dominan dan karenanya mencegah setiap kecenderungan menuju kondisi - kondisi turbulen. Kecepatan kritis yang punya arti penting praktis bagi insinyur adalah kecepatan di bawah, dimana semua turbulensi diredam oleh kekentalan fluida. Telah ditemukan bahwa batas atas aliran laminar yang mempunyai arti penting dinyatakan oleh suatu bilangan Reynolds sebesar kira - kira 2000. ( $0 < Re < 2000$ )

### 2.10.2. Aliran Transisi

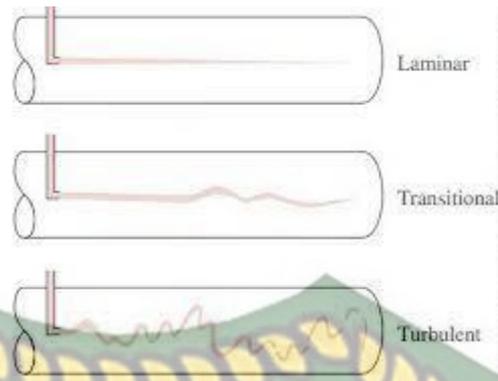
Aliran transisi adalah aliran yang berada antara aliran transisi yang akan menuju aliran turbulen, aliran ini biasanya terjadi ketika adanya perubahan penampang pada pipa, seperti adanya bentuk perubahan ukuran dimensi pada pipa yang dapat menyebabkan aliran dapat berubah dari aliran transisi menjadi aliran turbulen, ini lah yang disebut aliran transisi.

Aliran transisi memiliki bilangan reynold antara 2100 menuju 4000 ( $2100 < Re < 4000$ )

### 2.10.3. Aliran Turbulen

Aliran turbulen adalah aliran yang tidak terorganisir pada suatu lapisan di dalam fluida dimana partikel bergerak secara acak tidak menentu ke segala arah.

Aliran ini biasa terjadi akibat adanya perbedaan yang terdapat pada perubahan dimensi ukuran pipa bagian dalam, aliran turbulen memiliki bilangan reynold 4000. ( $Re > 4000$ )



**Gambar 2. 15** Jenis-Jenis Aliran Fluida

(Sumber : wahyu hidayat, 2019)

## 2.10 Jenis – jenis Daya Turbin

Adapun jenis-jenis daya dalam turbin pelton ialah:

### 2.10.1. Daya Input

Daya input pada turbin disebut juga dengan daya hidrolis atau disebut juga dengan daya air, daya ini dihasilkan oleh air yang mengalir dari suatu ketinggian. Dari penelitian ini daya air yang dihasilkan dari *jet pump*.

### 2.10.2. Daya Output

Daya *output* ini diperoleh dari putaran runner turbin yang berputar dikarenakan daya air yang menyentuh sudu-sudu turbin, sehingga poros turbin berputar dan menghasilkan daya *output* turbin.

## 2.11 Jenis-Jenis Sudu Turbin Pelton

Adapun jenis-jenis sudu pada turbin pelton ialah:

### 2.11.1 Sudu mangkuk

Sudu jenis ini memiliki bentuk setengah bola.



**Gambar 2. 16** Sudu Mangkuk

(Sumber : bono, 2013)

### 2.11.2 Sudu Silinder

Sudu jenis ini memiliki bentuk silinder dibelah dua.



**Gambar 2. 17** Sudu Silinder

(Sumber : bono, 2013)

### 2.11.3 Sudu Mitchell

Sudu jenis ini memiliki bentuk seperti kotak.



**Gambar 2. 18** Sudu Mitchell

(Sumber : bono, 2013)

## 2.12 Jenis-Jenis Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Air

Adapun sistem pembangkit listrik bertenaga air ini dibeda-bedakan menurut kapasitasnya:

- Pembangkit listrik tenaga pikohidro: < 5 kW.
- Pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH): 5 – 500 kW.
- Pembangkit listrik tenaga minihidro (PLTM): 0,5 – 10 MW.
- Pembangkit listrik tenaga air (PLTA): 10 MW>.

## 2.13 Unjuk kerja turbin pelton

### 2.13.1. Torsi

Torsi biasa disebut momen atau momen gaya, adalah bentuk ekuivalen rotasi dari gaya linear konsep torsi diawali dari kerja archimedes dengan alat peraga tuas, secara umum torsi dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$T = F \cdot r \dots\dots\dots(\text{pers 2.1})$$

Dimana:

T = Torsi ( Nm )

F = Gaya ( N )

F = Gaya (  $F = m \cdot \frac{v}{t}$  )

m = massa fluida (  $m = \rho \cdot V = \text{kg}$  )

$\rho$  = Densitas air (  $1000 \text{ kg/m}^3$  )

V = Volume air (  $\text{m}^3$  )

v = kecepatan aliran fluida (  $v = \frac{Q}{A} = \text{m/s}$  )

Q = debit air (  $\text{m}^3/\text{s}$  )

A = luas penampang pipa (  $\text{m}^2$  )

t = waktu ( s )

r = jari-jari turbin ( m )

### 2.13.2. kecepatan angular turbin

Kecepatan angular turbin untuk mendapatkan nilai dari kecepatan

keliling turbin dapat di cari dengan persamaan di bawah:

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \dots\dots\dots(\text{pers 2.2})$$

Dimana:

$\omega$  = kecepatan angular turbin ( rad/s )

$n$  = putaran poros turbin ( rpm )

$\pi$  = phi ( 3.14 )

### 2.13.3. Daya Turbin

Daya turbin dapat dicari dengan persamaan dibawah ini:

$$P_t = T \cdot \omega \dots\dots\dots(\text{pers 2.3})$$

Dimana:

$P_t$  = Daya turbin ( watt )

$T$  = Torsi ( Nm )

$\omega$  = kecepatan angular turbin ( rad/s )

### 2.13.4. Daya hidrolis

Daya hidrolis merupakan daya yang dihasilkan oleh air yang mengalir dari suatu ketinggian. Dalam hal ini daya hidrolis diperoleh dari daya air yang dihasilkan oleh pompa, untuk menghitung daya hidrolis digunakan persamaan dibawah ini:

$$P_h = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q \dots\dots\dots(\text{pers 2.4})$$

Dimana:

$P_h$  = Daya hidrolis ( watt )

$\rho$  = Densitas air (1000 kg/m<sup>3</sup>)

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

$H$  = Head tinggi air jatuh ( m )

$Q$  = Debit air (  $\text{m}^3/\text{s}$  )

$Q$  = Debit air ( $Q = \frac{V}{t}$ )

#### 2.13.5. Efisiensi Turbin

Efisiensi turbin dapat dicari menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_h} \times 100\% \dots\dots\dots(\text{pers 2.5})$$

Dimana:

$\eta_t$  = Efisiensi turbin ( % )

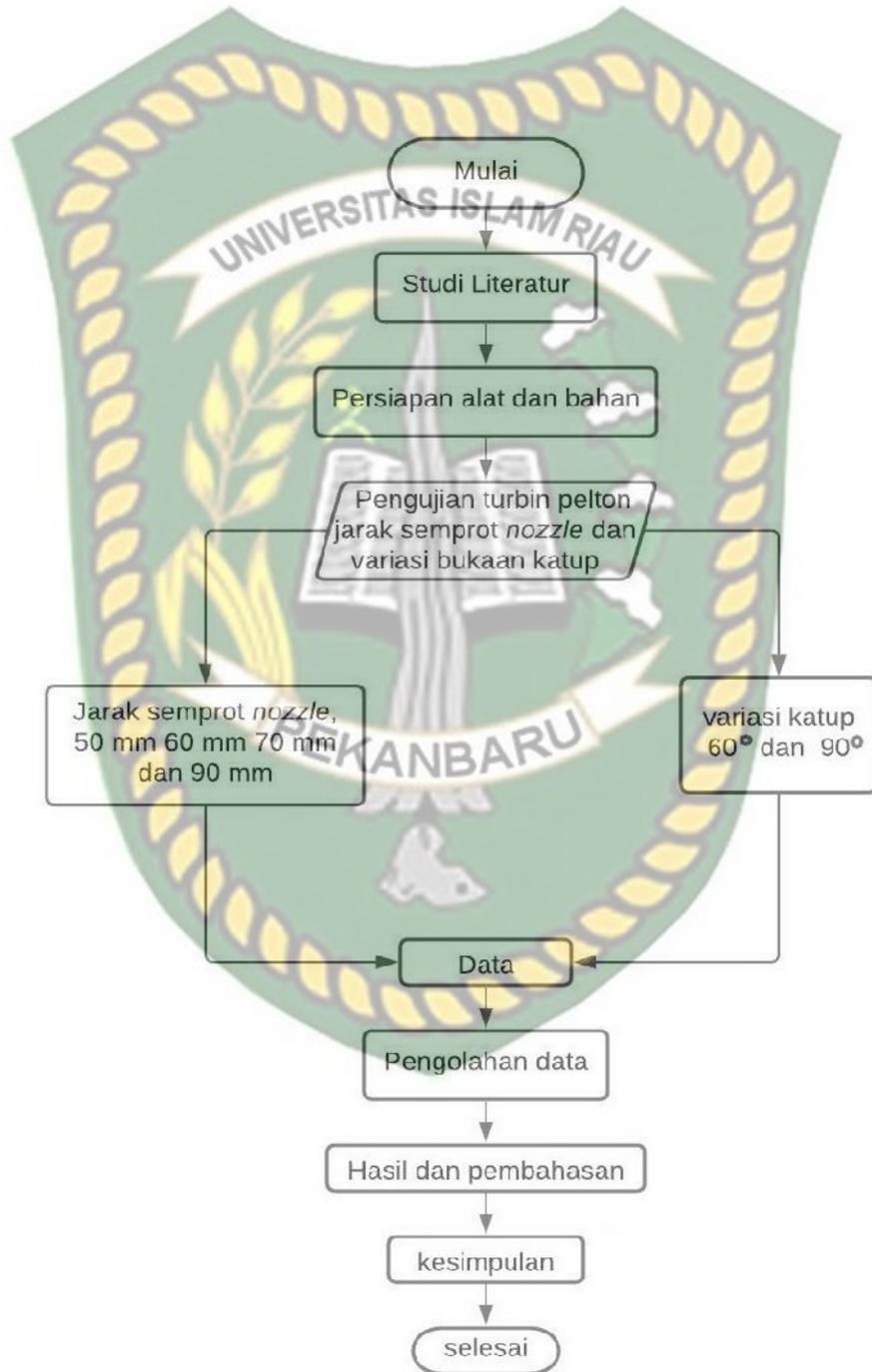
$P_t$  = Daya turbin ( watt )

$P_h$  = Daya hidrolis ( watt )

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Untuk mempermudah dalam proses penelitian maka digunakan diagram alir pada gambar 3.1 yang tertera dibawah ini.



Gambar 3. 1 Diagram Alir

### 3.2 Waktu Dan Tempat Penelitian

- Waktu pelaksanaan penelitian ini dimulai dari tanggal 23 Februari 2021 sampai dengan tanggal 26 Februari 2021.
- Tempat pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, Teknik Mesin, Universitas Islam Riau.

### 3.3 Alat Dan Bahan

Sebelum melakukan pengujian alat dan bahan harus disediakan agar penelitian berjalan dengan baik dan mendapatkan hasil yang sesuai. Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah turbin pelton skala laboratorium.

#### 3.3.1 Alat

- *Experimental Set Up* Turbin Pelton

Turbin pelton adalah sebuah alat yang berputar yang mengambil energi kinetik dari arus air.



Gambar 3. 2 • *Experimental Set Up* Turbin Pelton

- Pompa  
Pompa berfungsi sebagai alat untuk mengalirkan fluida pada penelitian ini.



**Gambar 3. 3 Pompa**

- *Nozzle*  
*Nozzle* berfungsi sebagai alat pengarah air kesudu-sudu turbin dan juga berfungsi sebagai alat merubah energi potensial air menjadi energi kinetik.



**Gambar 3. 4** *Nozzle*

- Katup Pengatur Debit Air

Katup pengatur debit air berfungsi sebagai alat untuk mengatur debit air dan tekanan air yang akan keluar dari *nozzle*.



**Gambar 3. 5** Katup Pengatur Debit Air

- Rotameter

Rotameter sebagai alat untuk mengukur debit aliran air.



**Gambar 3. 6** Rotamater

- *Tachometer*

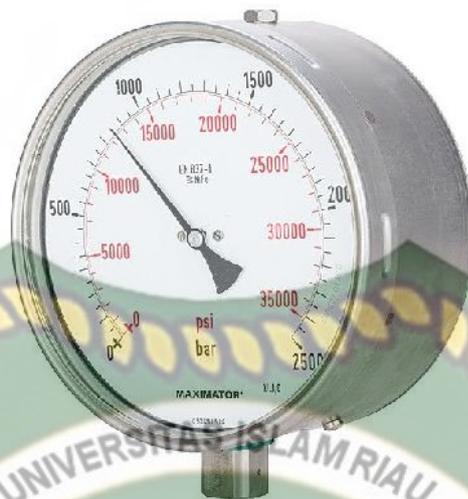
*Tachometer* adalah alat yang berfungsi untuk mengukur kecepatan putaran poros turbin (rpm)



**Gambar 3. 7** Tachometer

- Manometer

Manometer berfungsi sebagai alat ukur menentukan tekanan air.



**Gambar 3. 8** *Manometer*

- *Stopwatch*  
*Stopwatch* ini digunakan untuk menentukan lama waktu yang digunakan selama pengujian.



**Gambar 3. 9** *Stopwatch*

- **Multimeter**  
 Multimeter berfungsi sebagai alat untuk mengukur tegangan listrik dan arus.



**Gambar 3. 10** Multimeter

### 3.3.2 Bahan

Sesuai dengan pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, untuk turbin pelton maka bahan yang digunakan yaitu air.

## 3.4 Persiapan Pengujian

perlu adanya persiapan sebelum melakukan pengujian agar data yang didapatkan dari hasil pengujian merupakan data yang kongkrit.

Persiapan yang dilakukan yaitu:

1. Mempersiapkan alat uji yang akan digunakan serta peralatan-peralatan pendukung dalam pengujian.
2. Memeriksa alat uji dan peralatan – peralatan dalam kondisi berfungsi dengan baik, agar saat pengujian didapatkan hasil yang optimal dan tanpa kendala.
3. Mengukur jarak *nozzle* dengan turbin memiliki jarak 50 mm, 60 mm, 70 mm dan 90 mm.
4. Memasang katup pengatur debit air dengan sudut 60° dan 90°.

### 3.5 Prosedur Pengujian

Proses pengujian pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air.

Langkah – langkah dalam pengujian ini dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Menghidupkan pompa jet pump sebagai mengalirkan fluida.
2. Lakukan pengujian jarak semprot dan varisasi katup pengatur debit air yang telah ditentukan.
3. Pengambilan data selama kurun waktu 60 detik.
4. Melakukan pencatatan hasil pengukuran secara benar.
5. Melakukan pengolahan data yang selanjutnya untuk diambil kesimpulan.

### 3.6 Hasil Dan Pembahasan

Data – data yang lebih akan mendapatkan hasil, kemudian hasil tersebut menjadi pembahasan untuk kesimpulan dari pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air.

### 3.7 Kesimpulan

Setelah didapat hasil dan dilakukan pembahasan , maka akan mendapat kesimpulan dari pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air ini. Kesimpulan inilah yang kemudian akan dicocokkan dengan tujuan penelitian.

### 3.8 Jadwal Kegiatan Penelitian

Jadwal kegiatan penelitian ini berfungsi untuk mengatur waktu yang dibutuhkan, maka diperlukan jadwal penelitian.

Jenis kegiatan	Bulan															
	January				februari				Maret				April			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pembuatan proposal																
Study literature																
Persiapan alat dan bahan																
Pengujian dan pengumpulan data																

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengaruh Jarak Semprot *Nozzle* Dan Variasi Bukaannya Katup Pengatur Debit Air Terhadap Torsi

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa ada pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap torsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai torsi tertinggi yang dihasilkan oleh turbin pelton yaitu pada jarak semprot *nozzle* 50 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90° dengan nilai torsi 2,32 Nm, dan nilai torsi terendah yang dihasilkan oleh turbin pelton pada jarak semprot *nozzle* 90 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 60° dengan nilai torsi 1,66 Nm. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

**Tabel 4. 1** Pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap torsi.

No	Jarak semprot <i>nozzle</i> ( mm )	Bukaan katup	Torsi ( Nm )
1	50 mm	60°	2,06
		90°	2,32
2	60 mm	60°	1,90
		90°	2,25
3	70 mm	60°	1,81
		90°	2,15
4	90 mm	60°	1,66
		90°	2,06

Pada tabel 4.1 dari parameter unjuk kerja pelton yaitu torsi yang dihasilkan turbin pelton mengalami perubahan yang sangat baik dengan jarak semprot *nozzle* lebih dekat dengan sudu-sudu turbin dan bukaan katup pengatur debit air. Dapat dilihat bahwa torsi yang dihasilkan dari jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air memiliki nilai yang berbeda-beda. Dilihat pada pengujian

yang ke-1 dengan jarak semprot *nozzle* 50 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 60° yang mana memiliki nilai torsi 2,06 Nm, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 50 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90° didapatkan kenaikan nilai torsi yaitu sebesar 2,32 Nm.

Pada pengujian yang ke-2 mengalami penurunan pada jarak semprot *nozzle* 60 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 60° yang memiliki nilai torsi 1,90 Nm, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 60 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90° didapatkan nilai torsi yaitu sebesar 2,25 Nm.

Pada pengujian yang ke-3 mengalami penurunan pada jarak semprot *nozzle* 70 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 60° yang memiliki nilai torsi 1,81 Nm, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 70 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90° didapatkan nilai torsi yaitu sebesar 2,15 Nm.

Pada pengujian yang ke-4 mengalami penurunan pada jarak semprot *nozzle* 90 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 60° yang memiliki nilai torsi 1,66 Nm, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 90 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90° didapatkan nilai torsi yaitu sebesar 2,06 Nm.

Kenaikan nilai torsi dapat dilihat dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini:



**Gambar 4. 1 Grafik pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap torsi.**

Dari gambar 4.1 dapat diketahui bahwa semakin besar jarak semprot *nozzle* maka nilai torsi turbin pelton semakin kecil, hal tersebut terjadi semakin besar jarak semprot *nozzle* gaya yang berkerja pada sudu-sudu turbin akan menurun. Itu terjadi karena gaya yang berkerja pada sudu turbin dihasilkan dari energi kinetik atau kecepatan aliran fluida, semakin besar jarak semprot *nozzle* maka nilai kecepatan aliran fluida akan menurun dan mempengaruhi gaya yang berkerja pada sudu turbin. Dikarenakan semakin besar jarak semprot *nozzle* maka nilai dari gaya yang berkerja pada sudu turbin dan kecepatan aliran fluida akan menurun, hal tersebut menyebabkan nilai dari torsi menurun. Pada bukaan katup pengatur debit air dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa bukaan katup  $90^\circ$  menghasilkan nilai torsi yang tinggi dari bukaan katup  $60^\circ$ . Hal tersebut terjadi karena semakin besar bukaan katup maka volume fluida akan meningkat, semakin besar volume fluida maka tekanan fluida semakin besar, fluida yang memiliki tekanan akan menuju *nozzle* untuk mengubah energi potensial menjadi energi kinetik. Dan massa fluida juga mempengaruhi nilai torsi turbin pelton, dikarenakan semakin besar volume fluida maka massa fluida akan besar dan nilai dari torsi turbin pelton semakin besar.

#### **4.2 Pengaruh Jarak Semprot *Nozzle* Dan Variasi Bukaan Katup Pengatur Debit Air Terhadap Kecepatan Angular Turbin**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa ada pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap kecepatan angular turbin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kecepatan angular turbin tertinggi yang dihasilkan oleh turbin pelton yaitu pada jarak semprot *nozzle* 50 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air  $90^\circ$  dengan nilai kecepatan angular turbin 91,79 rad/s, dan nilai kecepatan angular turbin terendah yang dihasilkan oleh turbin pelton pada jarak semprot *nozzle* 90 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air  $60^\circ$  dengan nilai kecepatan angular turbin 75,04 rad/s. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

**Tabel 4. 2** Pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap kecepatan angular turbin.

No	Jarak semprot <i>nozzle</i> ( mm )	Bukaan katup	Kecepatan angular turbin ( rad/s )
1	50 mm	60°	89,80
		90°	91,79
2	60 mm	60°	89,17
		90°	90,53
3	70 mm	60°	87,81
		90°	89,07
4	90 mm	60°	75,04
		90°	77,76

Pada tabel 4.2 dari parameter unjuk kerja turbin pelton yaitu kecepatan angular turbin yang dihasilkan turbin pelton mengalami perubahan yang sangat baik dengan jarak semprot *nozzle* lebih dekat dengan sudu-sudu turbin dan bukaan katup pengatur debit air. Dapat dilihat bahwa kecepatan angular turbin yang dihasilkan dari jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air memiliki nilai yang berbeda-beda. Dilihat pada pengujian yang ke-1 dengan jarak semprot *nozzle* 50 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 60° yang mana memiliki nilai kecepatan angular turbin 89,80 rad/s, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 50 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90° didapatkan kenaikan nilai kecepatan angular turbin yaitu sebesar 91,79 rad/s.

Pada pengujian yang ke-2 mengalami penurunan pada jarak semprot *nozzle* 60 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit 60° yang memiliki nilai kecepatan angular turbin 89,17 rad/s, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 60 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90° didapatkan nilai kecepatan angular turbin yaitu sebesar 90,53 rad/s.

Pada pengujian yang ke-3 mengalami penurunan pada jarak semprot *nozzle* 70 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit 60° yang memiliki nilai kecepatan

angular turbin 87,81 rad/s, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 70 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90<sup>0</sup> didapatkan nilai kecepatan angular turbin yaitu sebesar 90,53 rad/s.

Pada pengujian yang ke-4 mengalami penurunan pada jarak semprot *nozzle* 90 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 60<sup>0</sup> yang memiliki nilai kecepatan angular turbin 75,04 rad/s, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 90 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90<sup>0</sup> didapatkan nilai kecepatan angular turbin yaitu sebesar 77,76 rad/s.

Kenaikan nilai kecepatan angular turbin dapat dilihat dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini:



**Gambar 4. 2 Grafik pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap kecepatan angular turbin.**

Dari gambar 4.2 dapat diketahui bahwa semakin besar jarak semprot *nozzle* maka nilai kecepatan angular turbin pelton semakin kecil, hal tersebut terjadi semakin besar jarak semprot *nozzle* mempengaruhi nilai putaran turbin akan menurun. Itu terjadi karena putaran turbin memiliki nilai torsi, semakin besar jarak semprot *nozzle* maka nilai torsi akan menurun dan mempengaruhi nilai dari putaran turbin. Dikarenakan semakin besar jarak semprot *nozzle* maka nilai dari putaran turbin dan torsi menurun, itu menyebabkan nilai dari kecepatan angular turbin pelton menurun. Pada bukaan katup pengatur debit air dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa bukaan katup 90<sup>0</sup> menghasilkan nilai kecepatan angular turbin

yang tinggi dari bukaan katup  $60^\circ$ . Hal tersebut terjadi karena semakin besar bukaan katup maka volume fluida akan meningkat, semakin besar volume fluida maka tekanan fluida semakin besar, fluida yang memiliki tekanan akan menuju nozzle untuk mengubah energi potensial menjadi energi kinetik. Dan massa fluida juga mempengaruhi nilai kecepatan angular turbin pelton, dikarenakan semakin besar volume fluida maka massa fluida akan besar dan nilai dari kecepatan angular turbin pelton semakin besar.

#### **4.3 Pengaruh Jarak Semprot *Nozzle* Dan Variasi Bukaan Katup Pengatur Debit Air Terhadap Daya Turbin**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa ada pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap daya turbin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai daya turbin tertinggi yang dihasilkan oleh turbin pelton yaitu pada jarak semprot *nozzle* 50 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air  $90^\circ$  dengan nilai daya turbin 212 watt, dan nilai daya turbin terendah yang dihasilkan oleh turbin pelton pada jarak semprot *nozzle* 90 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air  $60^\circ$  dengan nilai daya turbin 124 watt. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

**Tabel 4. 3** Pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap daya turbin.

No	Jarak semprot <i>nozzle</i> ( mm )	Bukaan katup	Daya Turbin ( watt )
1	50 mm	60°	184
		90°	212
2	60 mm	60°	169
		90°	203
3	70 mm	60°	157
		90°	191
4	90 mm	60°	124
		90°	160

Pada tabel 4.3 dari parameter unjuk kerja turbin pelton yaitu daya turbin yang dihasilkan turbin pelton mengalami perubahan yang sangat baik dengan jarak semprot *nozzle* lebih dekat dengan sudu-sudu turbin dan bukaan katup pengatur debit air. Dapat dilihat bahwa daya turbin yang dihasilkan dari jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air memiliki nilai yang berbeda-beda. Dilihat pada pengujian yang ke-1 dengan jarak semprot *nozzle* 50 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 60° yang mana memiliki nilai daya turbin 184 watt, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 50 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90° didapatkan kenaikan nilai daya turbin yaitu sebesar 212 watt.

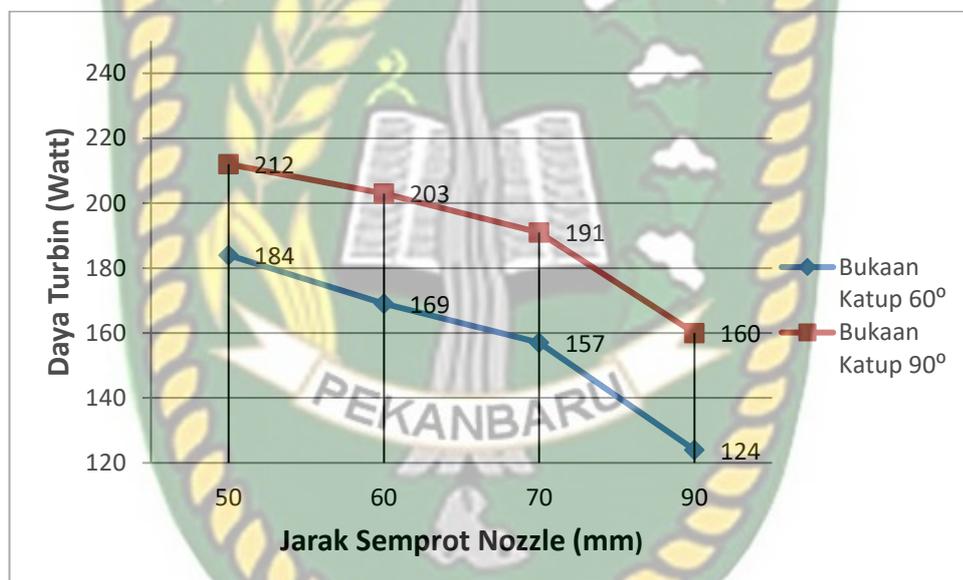
Pada pengujian yang ke-2 mengalami penurunan pada jarak semprot *nozzle* 60 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit 60° yang memiliki daya turbin 169 watt, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 60 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90° didapatkan nilai daya turbin yaitu sebesar 203 watt.

Pada pengujian yang ke-3 mengalami penurunan pada jarak semprot *nozzle* 70 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit 60° yang memiliki nilai daya

turbin 157 watt, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 70 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90<sup>0</sup> didapatkan nilai daya turbin yaitu sebesar 191 watt.

Pada pengujian yang ke-4 mengalami penurunan pada jarak semprot *nozzle* 90 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit 60<sup>0</sup> yang memiliki nilai daya turbin 124 watt, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 90 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90<sup>0</sup> didapatkan nilai daya turbin yaitu sebesar 160 watt.

Kenaikan nilai daya turbin dapat dilihat dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.3 dibawah ini:



**Gambar 4. 3 Grafik pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap daya turbin.**

Dari gambar 4.3 dapat diketahui bahwa semakin besar jarak semprot *nozzle* maka nilai daya turbin pelton semakin kecil, hal tersebut terjadi karena perolehan torsi dan kecepatan angular turbin. Itu terjadi karena semakin besar jarak semprot *nozzle* maka nilai torsi akan menurun, dan nilai kecepatan angular turbin pelton akan menurun juga. Dikarenakan semakin besar jarak semprot *nozzle* maka nilai torsi dan kecepatan angular turbin akan menurun, hal tersebut menyebabkan nilai dari daya turbin akan menurun. Pada bukaan katup pengatur debit air dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa bukaan katup 90<sup>0</sup> menghasilkan nilai daya turbin pelton

yang tinggi dari bukaan katup  $60^\circ$ . Hal tersebut terjadi karena semakin besar bukaan katup maka volume fluida akan meningkat, semakin besar volume fluida maka tekanan fluida semakin besar, fluida yang memiliki tekanan akan menuju nozzle untuk mengubah energi potensial menjadi energi kinetik. Dan massa fluida juga mempengaruhi nilai daya turbin pelton, dikarenakan semakin besar volume fluida maka massa fluida akan besar dan nilai dari daya turbin pelton semakin besar.

#### **4.4 Pengaruh Jarak Semprot *Nozzle* Dan Variasi Bukaan Katup Pengatur Debit Air Terhadap Daya Hidrolis**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa ada pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap daya hidrolis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai daya hidrolis tertinggi yang dihasilkan oleh turbin pelton yaitu pada jarak semprot *nozzle* 50 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air  $90^\circ$  dengan nilai daya hidrolis 248 watt, dan nilai daya hidrolis terendah yang dihasilkan oleh turbin pelton pada jarak semprot *nozzle* 90 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air  $60^\circ$  dengan nilai daya turbin 201 watt. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

**Tabel 4. 4** Pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap daya hidrolis.

No	Jarak semprot <i>nozzle</i> ( mm )	Bukaan katup	Daya Hidrolis ( watt )
1	50 mm	60°	223
		90°	248
2	60 mm	60°	215
		90°	246
3	70 mm	60°	209
		90°	240
4	90 mm	60°	201
		90°	234

Pada tabel 4.4 dari parameter unjuk kerja turbin pelton yaitu daya hidrolis yang dihasilkan turbin pelton mengalami perubahan yang sangat baik dengan jarak semprot *nozzle* lebih dekat dengan sudu-sudu turbin dan bukaan katup pengatur debit air. Dapat dilihat bahwa daya hidrolis yang dihasilkan dari jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air memiliki nilai yang berbeda-beda. Dilihat pada pengujian yang ke-1 dengan jarak semprot *nozzle* 50 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 60° yang mana memiliki nilai daya hidrolis 223 watt, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 50 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90° didapatkan kenaikan nilai daya hidrolis yaitu sebesar 248 watt.

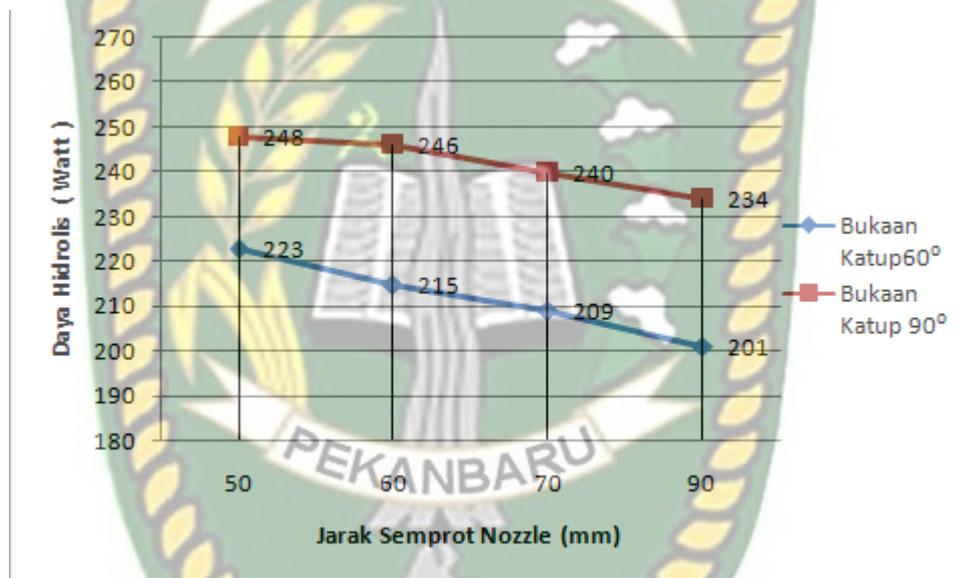
Pada pengujian yang ke-2 mengalami penurunan pada jarak semprot *nozzle* 60 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit 60° yang memiliki daya hidrolis 215 watt, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 60 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90° didapatkan nilai daya hidrolis yaitu sebesar 246 watt.

Pada pengujian yang ke-3 mengalami penurunan pada jarak semprot *nozzle* 70 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit 60° yang memiliki nilai daya hidrolis 209 watt, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 70 mm dan

variasi bukaan katup pengatur debit air  $90^{\circ}$  didapatkan nilai daya hidrolis yaitu sebesar 240 watt.

Pada pengujian yang ke-4 mengalami penurunan pada jarak semprot *nozzle* 90 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit  $60^{\circ}$  yang memiliki nilai daya hidrolis 201 watt, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 90 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air  $90^{\circ}$  didapatkan nilai daya hidrolis yaitu sebesar 234 watt.

Kenaikan nilai daya hidrolis dapat dilihat dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.4 dibawah ini:



**Gambar 4. 4 Grafik pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap daya hidrolis.**

Dari gambar 4.4 dapat diketahui bahwa semakin besar jarak semprot *nozzle* maka nilai daya hidrolis semakin kecil, hal tersebut terjadi karena perolehan head turbin dapat disebut sebagai tinggi jatuh air dan debit aliran fluida. Itu terjadi karena semakin besar jarak semprot *nozzle* maka nilai head turbin semakin menurun, dan nilai debit aliran fluida akan menuru juga. Dikarenakan semkain besar jarak semprot *nozzle* maka nilai headturbin pelton dan debit aliran fluida akan menurun, hal tersebut menyebabkan nilai dari daya hidrolis akan menurun. Pada bukaan katup pengatur debit air dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa bukaan katup  $90^{\circ}$  menghasilkan nilai daya hidrolis yang tinggi dari bukaan katup  $60^{\circ}$ . Hal

tersebut terjadi karena semakin besar bukaan katup maka volume fluida akan meningkat, semakin besar volume fluida maka tekanan fluida semakin besar, fluida yang memiliki tekanan akan menuju nozzle untuk mengubah energi potensial menjadi energi kinetik. Dan massa fluida juga mempengaruhi nilai daya hidrolis, dikarenakan semakin besar volume fluida maka massa fluida akan besar dan nilai dari daya hidrolis semakin besar.

#### **4.5 Pengaruh Jarak Semprot *Nozzle* Dan Variasi Bukaan Katup Pengatur Debit Air Terhadap Efisiensi Turbin**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa ada pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap efisiensi turbin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai efisiensi turbin tertinggi yang dihasilkan oleh turbin pelton yaitu pada jarak semprot *nozzle* 50 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90° dengan nilai efisiensi turbin 85,48 %, dan nilai efisiensi turbin terendah yang dihasilkan oleh turbin pelton pada jarak semprot *nozzle* 90 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 60° dengan nilai efisiensi turbin 61,69 %. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

**Tabel 4. 5** Pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap efisiensi turbin.

No	Jarak semprot <i>nozzle</i> ( mm )	Bukaan katup	Efisiensi turbin ( % )
1	50 mm	60°	82,51
		90°	85,48
2	60 mm	60°	78,60
		90°	82,52
3	70 mm	60°	75,11
		90°	79,58
4	90 mm	60°	61,69
		90°	68,37

Pada tabel 4.5 dari parameter unjuk kerja turbin pelton yaitu efisiensi turbin yang dihasilkan turbin pelton mengalami perubahan yang sangat baik dengan jarak semprot *nozzle* lebih dekat dengan sudu-sudu turbin dan bukaan katup pengatur debit air. Dapat dilihat bahwa efisiensi turbin yang dihasilkan dari jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air memiliki nilai yang berbeda-beda. Dilihat pada pengujian yang ke-1 dengan jarak semprot *nozzle* 50 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 60° yang mana memiliki nilai efisiensi turbin 223 watt, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 50 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90° didapatkan kenaikan nilai efisiensi turbin yaitu sebesar 248 watt.

Pada pengujian yang ke-2 mengalami penurunan pada jarak semprot *nozzle* 60 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit 60° yang memiliki efisiensi turbin 215 watt, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 60 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90° didapatkan nilai efisiensi turbin yaitu sebesar 246 watt.

Pada pengujian yang ke-3 mengalami penurunan pada jarak semprot *nozzle* 70 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit 60° yang memiliki nilai efisiensi

turbin 209 watt, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 70 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90° didapatkan nilai efisiensi turbin yaitu sebesar 240 watt.

Pada pengujian yang ke-4 mengalami penurunan pada jarak semprot *nozzle* 90 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit 60° yang memiliki nilai efisiensi turbin 201 watt, sedangkan pada pengujian jarak semprot *nozzle* 90 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90° didapatkan nilai efisiensi turbin yaitu sebesar 234 watt.

Kenaikan nilai efisiensi turbin dapat dilihat dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.4 dibawah ini:



**Gambar 4. 5 Grafik pengaruh jarak semprot nozzle dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap efisiensi turbin.**

Dari gambar 4.5 dapat diketahui bahwa semakin besar jarak semprot *nozzle* maka nilai efisiensi turbin pelton semakin kecil, hal tersebut terjadi karena perolehan daya turbin dan daya hidrolis. Itu terjadi karena semakin besar jarak semprot *nozzle* maka daya turbin akan menurun dan mempengaruhi efisiensi turbin pelton, dan daya hidrolis turbin pelton semakin besar jarak semprot *nozzle* maka nilai daya hidrolis akan menurun, itu menyebabkan nilai dari efisiensi turbin pelton menurun. Pada bukaan katup pengatur debit air dari gambar 4.5 dapat dilihat bahwa bukaan katup 90° menghasilkan nilai efisiensi yang tinggi dari

bukaan katup  $60^{\circ}$ . Hal tersebut terjadi karena semakin besar bukaan katup maka volume fluida akan meningkat, semakin besar volume fluida maka tekanan fluida semakin besar, fluida yang memiliki tekanan akan menuju nozzle untuk mengubah energi potensial menjadi energi kinetik. Dan massa fluida juga mempengaruhi nilai efisiensi turbin pelton, dikarenakan semakin besar volume fluida maka massa fluida akan besar dan nilai dari efisiensi turbin pelton semakin besar.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan serangkaian pengujian, perhitungan dan analisa terhadap pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian pada unjuk kerja turbin pelton dan analisa yang dilakukan menunjukkan ada pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap unjuk kerja turbin pelton dimana semakin besar jarak semprot *nozzle* dengan sudu turbin maka unjuk kerja turbin pelton yang dihasilkan akan kecil. Pada bukaan katup pengatur debit air dimana semakin besar bukaan katup maka unjuk kerja turbin pelton yang dihasilkan akan lebih bagus.
2. Unjuk kerja turbin pelton yang paling baik diperoleh pada jarak semprot *nozzle* 50 mm dan bukaan katup pengatur debit air 90° dengan nilai efisiensi tertinggi sebesar 85,48 %, nilai daya hidrolis tertinggi sebesar 248 watt, nilai daya turbin tertinggi sebesar 212 watt, nilai kecepatan angular turbin tertinggi sebesar 91,79 rad/s, dan nilai torsi tertinggi sebesar 2,32 Nm dengan itu dalam pengujian jarak semprot *nozzle* 50 mm dan variasi bukaan katup pengatur debit air 90° mendapatkan hasil unjuk kerja turbin pelton yang paling baik dari jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air yang lainnya.

#### 5.2 Saran

- 1 Analisa pengaruh jarak semprot *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air pada turbin pelton ini perlu dikembangkan lagi. Seperti penggunaan jenis sudu mangkok dan sudu mitchell, untuk mengetahui jenis-jenis sudu mana yang memiliki unjuk kerja terbaik.
- 2 Pada waktu pengujian bak penampung air disarankan menggunakan kapasitas tampung air yang banyak, karena itu sangat mempengaruhi tekanan air pada saat air dihisap masuk kedalam pompa.

## DAFTAR PUSTAKA

- hidayat, w. (2019). *prinsip kerja dan komponen-komponen pembangkit listrik tenaga air (PLTA)*. cimahi: universitas jendral achmad yani.
- Irawan, D. (2017). *prototype turbin pelton sebagai energi alternatif mikrohidro dilampung*. lampung: universitas muhammadiyah metro.
- kurniawan, y. (2017). *pengaruh jarak dan posisi nozzle terhadap daya turbin pelton*. jakarta selatan: universitas pancasila.
- mulyadi. (2016). *pengaruh jarak semprot nozzle terhadap putaran poros turbin dan daya listrik yang dihasilkan pada prototype turbin pelton*. malang : universitas islam malang.
- Rahmat. (2014). *analisa turbin pelton berskala mikro pada pembuatan instalasi uji laboratorium*. depok: universitas gunadarma.
- saputra, d. (2019). *rancang bangun turbin pelton skala lab untuk praktek mahasiswa*. Palembang : politeknik negeri sriwijaya.
- saputra, I. g. (2020). *pengaruh jumlah sudu pada prototype pltmh dengan menggunakan turbin pelton terhadap efisiensi yang dihasilkan*. bali: universitas udayana.
- simamora, m. s. (2010). *perancangan alat uji prestasi turbin pelton*. rokan hulu: universitas pasir pangraian.
- sinaga, h. a. (2018). *pembuatan prototype turbin pelton*. medan: universitas muhammadiyah sumatera utara.
- siregar, a. s. (2018). *analisa numerik sudut sudu masuk dan keluar turbin pelton terhadap efisiensi turbin*. medan: universitas muhammadiyah sumatera utara.
- yusuf, m. r. (2019). *analisa pengaruh variasi tekanan dan jarak semprot nozzle terhadap daya output pada instalasi turbin pelton*. kendari: universitas halu oleo.