

## ANALISIS PENGARUH VARIASI NOSEL TERHADAP PUTARAN DAN DAYA TURBIN PADA PROTOTYPE TURBIN PELTON

**Razul Harfi<sup>1)</sup>, Bambang Setiadi<sup>2)</sup>, Galih Yudian Affi<sup>3)</sup>**

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri,  
Institut Sains dan Teknologi Nasional

Jl. Moh. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640

Email : razul@istn.ac.id , bambangsetiadi@istn.ac.id

### ABSTRAKSI

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi nosel terhadap putaran dan daya turbin pada prototipe turbin pelton, dengan variasi : nosel 1, nosel 2, nosel 3 dengan bukaan katub  $0^\circ$  dan  $45^\circ$ . Turbin yang digunakan pada penelitian ini menggunakan prototipe turbin pelton, pengujian yang dilakukan untuk melihat putaran dan daya turbin yang dihasilkan pada prototipe turbin pelton berdasarkan variasi nosel yang berbeda. Dari hasil pengujian didapatkan variasi nosel 1 pada katup tertutup  $0^\circ$  :  $n = 759,8 \text{ rpm}$  dan  $Pt = 37,16 \text{ watt}$  , variasi nosel 1 pada katup tertutup  $45^\circ$  :  $n = 353 \text{ rpm}$  dan  $Pt = 6,53 \text{ watt}$ . Dari hasil pengujian didapatkan variasi nosel 2 pada katup tertutup  $0^\circ$  :  $n = 743,3 \text{ rpm}$  dan  $Pt = 28,74 \text{ watt}$  , variasi nosel 2 pada katup tertutup  $45^\circ$  :  $n = 309,2 \text{ rpm}$  dan  $Pt = 4,99 \text{ watt}$ . Dari hasil pengujian didapatkan variasi nosel 3 pada katup tertutup  $0^\circ$  :  $n = 672,6 \text{ rpm}$  dan  $Pt = 26,21 \text{ watt}$  , variasi nosel 3 pada katup tertutup  $45^\circ$  :  $n = 294,6 \text{ rpm}$  dan  $Pt = 4,30 \text{ watt}$ .

**Kata Kunci :** *prototipe turbin pelton, variasi nosel, putaran, daya*

### ABSTRACT

*The purpose of this study was to determine the effect of nozzle variations on turbine rotation and power in the Pelton turbine prototype, with variations: nozzle 1, nozzle 2, nozzle 3 with valve openings  $0^\circ$  and  $45^\circ$ . The turbine used in this study uses a Pelton turbine prototype, tests are carried out to see the rotation and power of the turbine produced in the Pelton turbine prototype based on different nozzle variations. From the test results, it was found that the nozzle 1 variation on the closed valve was  $0^\circ$  :  $n = 759.8 \text{ rpm}$  and  $Pt = 37.16 \text{ watts}$ , the variation of nozzle 1 on the closed valve was  $45^\circ$  :  $n = 353 \text{ rpm}$  and  $Pt = 6.53 \text{ watts}$ . From the test results, the variation of nozzle 2 on a closed valve is  $0^\circ$  :  $n = 743.3 \text{ rpm}$  and  $Pt = 28.74 \text{ watts}$ , the variation of nozzle 2 on a closed valve is  $45^\circ$  :  $n = 309.2 \text{ rpm}$  and  $Pt = 4.99 \text{ watts}$ . From the test results, it was found that the nozzle variation on the closed valve was  $0^\circ$  :  $n = 672.6 \text{ rpm}$  and  $Pt = 26.21 \text{ watts}$ , the variation of nozzle 3 on the closed valve was  $45^\circ$  :  $n = 294.6 \text{ rpm}$  and  $Pt = 4.30 \text{ watts}$ .*

**Keywords :** *Pelton turbine prototype, nozzle variation, rotation, power*

### 1. PENDAHULUAN

Energi adalah sumber daya alam yang tidak bisa diciptakan dan dimusnahkan serta mempunyai peranan penting dalam pencapaian tujuan sosial, ekonomi dan lingkungan untuk pembangunan berkelanjutan serta merupakan aspek pendukung bagi kegiatan ekonomi nasional.

Peningkatan jumlah penduduk berdampak pada kebutuhan energi listrik yang semakin bertambah. Menurut Badan Pusat Statistik Nasional peningkatan jumlah penduduk di Indonesia meningkat sebesar 1,38% setiap tahun dan konsumsi energi listrik pada tahun 2013 – 2050 diproyeksikan akan meningkat sebesar 6,6% pertahun. Namun

permasalahan yang terjadi saat ini adalah terbatasnya *supply* listrik bagi masyarakat, terutama di daerah yang sulit mendapatkan pasokan listrik dari PLN. Menurut indonesia *energy outlook* 2019 Kapasitas pembangkit tenaga listrik sampai dengan tahun 2018 mencapai 64,5 GW atau naik sebesar 3% dibandingkan kapasitas tahun 2017. Kapasitas terpasang pembangkit listrik tahun 2018 sebagian besar berasal dari pembangkit energi fosil khususnya batubara (50%), diikuti gas bumi (29%), BBM (7%) dan energi terbarukan (14%). Turbin pelton memanfaatkan nosel sebagai pengatur arah aliran air untuk menggerakkan putaran sudu turbin. Putaran sudu turbin tersebut dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu jarak, bentuk, diameter, jumlah nosel. Studi eksperimen yang dilakukan pada turbin pelton dimaksudkan untuk menganalisis pengaruh diameter *inlet-outlet* dan bentuk nosel terhadap pergerakan sudu yang menentukan performa turbin pelton guna mendapatkan putaran dan daya turbin yang optimum. Metode penelitian yang dilakukan menggunakan parameter pengujian yaitu diameter dan bentuk nosel dengan tiga variasi.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Sebagaimana yang Kita ketahui penggunaan pembangkit listrik tenaga air (PLTA) sudah begitu luas baik dikalangan masyarakat maupun pada industri-industri baik skala kecil, menengah, maupun skala besar, bentuk utama dari pembangkit listrik jenis ini adalah generator yang dihubungkan ke turbin yang digerakkan oleh tenaga kinetik dari air. Turbin pelton merupakan jenis turbin yang sering digunakan oleh masyarakat dikarenakan memiliki daya yang dihasilkan lebih besar dan bentuk konstruksi yang lebih sederhana dibandingkan dengan turbin jenis lain. Pengertian Turbin Air secara umum dapat diartikan sebagai mesin penggerak mula dimana energi fluida kerja yang digunakan langsung memutar roda turbin. Dengan demikian turbin air dapat diartikan sebagai suatu mesin penggerak mula yang fluida

kerjanya adalah air. (Arismunandar, W., 2004 : 1).

### 2.1 Klasifikasi Turbin Air Berdasarkan Prinsip Kerja

Turbin air dibagi atas dua kelas yaitu turbin impuls (aksi) dan turbin reaksi. Pada turbin impuls *head* efektif diubah menjadi energi kinetik, sebelum masuk kesudu gerak. Daya yang diekstraksi aliran oleh sudu turbin berada pada tekanan atmosfer. Pada turbin reaksi, sudu gerak terendam didalam air, sehingga tekanan dan kecepatan air berkurang dari seksi masuk sampai seksi keluar sudu gerak.

### 2.2 Komponen – Komponen Turbin Air Secara Umum

Ada beberapa komponen turbin air khususnya turbin pelton secara umum antara lain:

1. Sudu – Sudu.
2. Poros.
3. Bantalan.
4. Sumber Energi
5. Nosel
6. Kotak Penutup
7. *Governor*
8. *Ridge*
9. *Deflector*
10. Rumah Turbin

### 2.3 Pengertian Turbin Pelton

Turbin pelton merupakan jenis turbin air implus yang paling efisien pada head (tinggi jatuh air) yang tinggi. Pancaran air yang keluar dari nosel akan menumbuk bucket yang dipasang tetap sekeliling runner dan garis pusat pancaran air menyinggung lingkaran dari pusat *bucket*. Kecepatan keliling dari bucket akibat tumbukan yang terjadi tergantung dari jumlah dan ukuran pancaran serta kecepatannya. Kecepatan pancaran tergantung dari tinggi air di atas nosel serta effisiensinya, Turbin pelton terdiri dari satu set sudu jalan yang diputar oleh pancaran air yang disemprotkan oleh nosel turbin pelton adalah salah satu dari jenis turbin air yang paling efisien. Turbin pelton adalah turbin yang cocok digunakan untuk *head* tinggi.

**2.4 Fenomena Pada Turbin**

Ada beberapa fenomena yang terjadi pada turbin diantaranya yaitu :

1. Kavitasi
2. Kecepatan Liar
3. *Water Hammer*

**2.5 Kecepatan Spesifik Turbin**

Kecepatan spesifik adalah kecepatan putar turbin yang menghasilkan daya sebesar satu satuan daya pada tinggi terjun satu satuan panjang. Kecepatan spesifik ( $n_s$ ), menunjukkan bentuk dari turbin itu dan tidak berhubungan dengan ukurannya. Hal ini menyebabkan desain turbin baru yang diubah skalanya dari desain yang sudah ada, dengan performa yang sudah diketahui. Kecepatan spesifik merupakan kriteria utama yang menunjukkan pemilihan jenis turbin yang tepat berdasarkan karakteristik sumber air. Perhitungan tepat ini menghasilkan performa turbin dalam jangkauan *head* dan debit tertentu. Kecepatan spesifik juga merupakan titik awal dari analisis desain dari sebuah turbin baru. Setelah kecepatan spesifik yang diinginkan diketahui, dimensi dasar dari bagian - bagian turbin dapat dihitung dengan mudah. Keluaran turbin dapat diperkirakan berdasarkan dari test permodelan, dengan mengetahui kecepatan spesifik turbin maka perencanaan dan pemilihan jenis turbin akan menjadi lebih mudah. Dengan mengetahui besaran kecepatan spesifik maka dimensi dasar turbin dapat diestimasi (diperkirakan).tabel kecepatan spesifik turbin terdapat pada tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.1 Kecepatan Spesifik

NO	Jenis Turbin	Kecepatan Spesifik
1.	Pelton dan Kincir Air	$10 \leq N_s \leq 35$
2.	Francis	$60 \leq N_s \leq 300$
3.	Cross-Flow	$40 \leq N_s \leq 200$
4.	Kaplan dan Propeller	$250 \leq N_s \leq 1000$

**2.6 Rumus – Rumus dalam Perhitungan Turbin**

**1. Debit Aliran**

$$Q = A.V (m^3/s)$$

**2. Tinggi Jatuh Air**

$$H = S \sin \theta$$

**3. Kecepatan Aliran Fluida di Impeller**

$$b1 = \frac{Q}{D1 \cdot \pi \cdot C1}$$

**4. Diameter Nosel**

$$dn = 0,52 \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}}$$

**5. Torsi**

$$T = F_w \cdot R$$

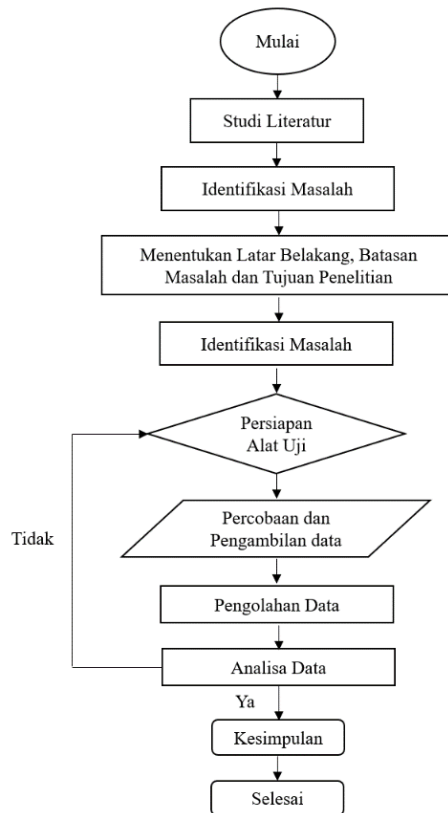
**6. Kecepatan Sudut**

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

**7. Daya Turbin**

$$P_t = T \cdot \omega$$

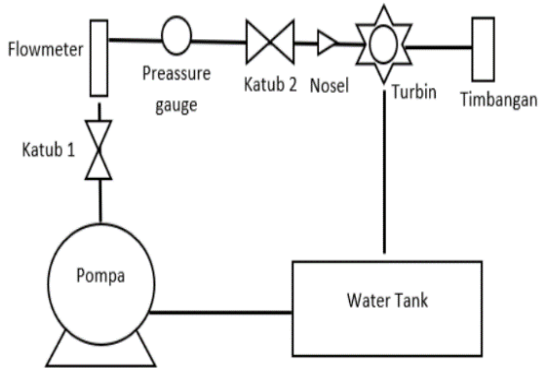
**3. METODE PENELITIAN**  
**Diagram Alir**



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.1 Layout Pengujian

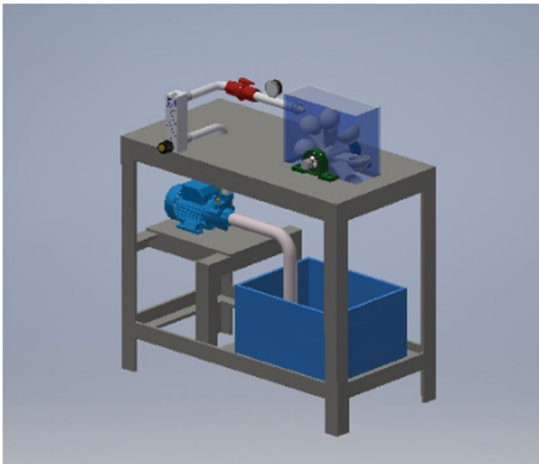
Layout dalam proses pengoperasian alat uji variasi bentuk nosel pada rancang bangun pembangkit listrik tenaga air dapat dilihat pada gambar 3.2 sebagai berikut :



Gambar 3.2 Layout Pengujian

### 3.2 Gambar Perancangan Prototipe Turbin Pelton

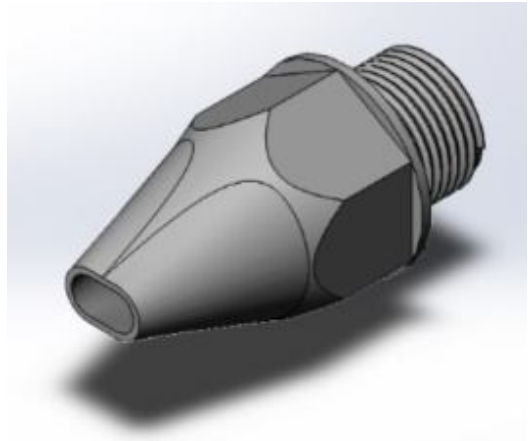
Gambar perancangan prototipe turbin pelton yang akan dirancang, seperti terlihat pada gambar 3.3 sebagai berikut :



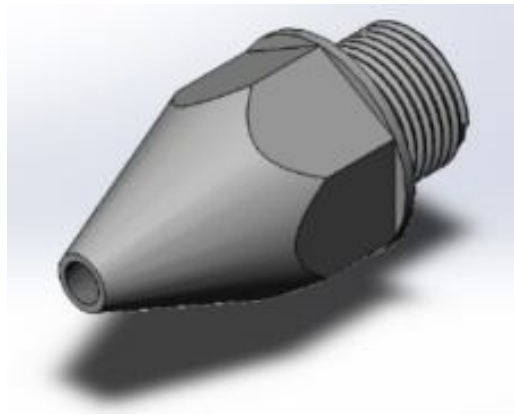
Gambar 3.3 Prototipe Turbin Pelton

### 3.3 Varian Nosel Yang Digunakan Pada Pengujian

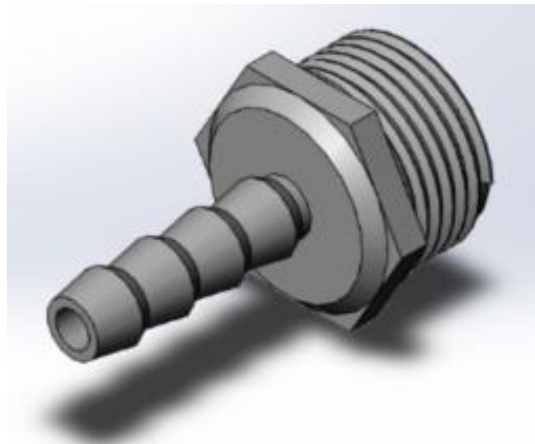
Terdapat 3 varian nosel yang digunakan pada penelitian ini seperti terlihat pada gambar 3.4, 3.5 dan 3.6 sebagai berikut :



Gambar 3.4 Nosel Varian 1



Gambar 3.5 Nosel Varian 2



Gambar 3.6 Nosel Varian 3

### 3.4 Alat Ukur Yang Digunakan Pada Pengujian

Adapun alat-alat yang digunakan dalam pengukuran sebagai berikut :

1. *Flow meter*
2. *Stopwatch*

3. *Preassure Gauge*
4. *Tachometer*
5. Timbangan Digital

**3.6 Objek Penelitian**

Objek penelitian ini adalah perhitungan aktual prototipe turbin pelton skala laboratorium berdasarkan variasi nosel. Lalu setelah dari itu akan mendapatkan daya yang akan di peroleh dengan cara menambahkan beban pada poros turbin.

**3.7 Hasil Data Pengujian**

Berikut adalah data yang diperoleh dari percobaan variasi nosel, pengujian variasi nosel pada prototipe turbin pelton dilakukan 5 kali pada setiap varian nosel dan bukaan katub, untuk lebih lanjutnya kita bahas sebagai berikut :

**3.7.1 Data Pengujian Varian Nosel 1 Bukaan Katub 0° Dan 45°**

Berikut merupakan tabel yang menunjukkan data yang didapatkan dalam pengujian pengaruh variasi nosel terhadap putaran dan daya turbin pada prototipe turbin pelton, yang mana data diambil sebanyak 5 kali pada setiap varian dan bukaan katub, seperti terlihat pada tabel 3.1 dan 3.2 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Varian Nosel 1 Bukaan nol

Data pengujian variasi nosel 1					
No	Penutupan katub (putaran)	n (rpm)	Flowmeter (Q) (m <sup>3</sup> /s)	Preassure Gauge (N/m <sup>2</sup> )	Massa (kg)
1	0°	748	0,0003485	103421,4	0,110
2	0°	753	0,0003485	103421,4	0,212
3	0°	772	0,0003485	103421,4	0,321
4	0°	761	0,0003485	103421,4	0,172
5	0°	765	0,0003485	103421,4	0,135

Tabel 3.2 Varian Nosel 1 Bukaan Katub 45°

Data pengujian variasi nosel 1					
No	Penutupan katub (putaran)	n (rpm)	Flowmeter (Q) (m <sup>3</sup> /s)	Preassure Gauge (N/m <sup>2</sup> )	Massa (kg)
1	45°	345	0,0002425	34473,8	0,098
2	45°	320	0,0002425	34473,8	0,069
3	45°	365	0,0002425	34473,8	0,067
4	45°	378	0,0002425	34473,8	0,052
5	45°	357	0,0002425	34473,8	0,076

**3.7.2 Data Pengujian Varian Nosel 2 Bukaan Katub 0° Dan 45°**

Berikut merupakan tabel yang menunjukkan data yang didapatkan dalam pengujian pengaruh variasi nosel terhadap putaran dan daya turbin pada prototipe turbin pelton, yang mana data diambil sebanyak 5 kali pada setiap varian dan bukaan katub, seperti terlihat pada tabel 3.3 dan 3.4 sebagai berikut :

Tabel 3.3 Varian Nosel 2 Bukaan Katub 0°

Data pengujian variasi nosel 2					
No	Penutupan katub (putaran)	n (rpm)	Flowmeter (Q) (m <sup>3</sup> /s)	Preassure Gauge (N/m <sup>2</sup> )	Massa (kg)
1	45°	298	0,0001970	55158,08	0,040
2	45°	298	0,0001970	55158,08	0,055
3	45°	332	0,0001970	55158,08	0,070
4	45°	303	0,0001970	55158,08	0,085
5	45°	315	0,0001970	55158,08	0,065

Tabel 3.4 Varian Nosel 2 Bukaan Katub 45°

Data pengujian variasi nosel 2					
No	Penutupan katub (putaran)	n (rpm)	Flowmeter (Q) (m <sup>3</sup> /s)	Preassure Gauge (N/m <sup>2</sup> )	Massa (kg)
1	0°	734	0,0003031	110316,16	0,135
2	0°	747	0,0003031	110316,16	0,170
3	0°	736	0,0003031	110316,16	0,168
4	0°	749	0,0003031	110316,16	0,140
5	0°	751	0,0003031	110316,16	0,140

**3.7.3 Data Pengujian Varian Nosel 3 Bukaan Katub 0° Dan 45°**

Berikut merupakan tabel yang menunjukkan data yang didapatkan dalam pengujian pengaruh variasi nosel terhadap putaran dan daya turbin pada prototipe turbin pelton,

yang mana data diambil sebanyak 5 kali pada setiap varian dan bukaan katub, seperti terlihat pada tabel 3.5 dan 3.6 sebagai berikut :

Tabel 3.5 Varian Nosel 3 Bukaan Katub 0°

Data pengujian variasi nosel 3					
No	Penutupan katub (putaran)	n (rpm)	Flowmeter (Q) (m <sup>3</sup> /s)	Preasure Gauge (N/m <sup>2</sup> )	Massa (kg)
1	0°	678	0,0001970	165474,24	0,110
2	0°	662	0,0001970	165474,24	0,120
3	0°	679	0,0001970	165474,24	0,150
4	0°	668	0,0001970	165474,24	0,190
5	0°	676	0,0001970	165474,24	0,189

Tabel 3.6 Varian Nosel 3 Bukaan Katub 45°

Data pengujian variasi nosel 3					
No	Penutupan katub (putaran)	n (rpm)	Flowmeter (Q) (m <sup>3</sup> /s)	Preasure Gauge (N/m <sup>2</sup> )	Massa (kg)
1	45°	296	0,0001667	103421,4	0,060
2	45°	287	0,0001667	103421,4	0,060
3	45°	287	0,0001667	103421,4	0,060
4	45°	291	0,0001667	103421,4	0,055
5	45°	312	0,0001667	103421,4	0,050

### 3.8 Pengolahan Data Hasil Pengujian

Berikut adalah data yang diperoleh dari pengolahan data hasil percobaan variasi nosel, pengujian variasi nosel pada prototipe turbin pelton dilakukan 5 kali pada setiap varian nosel dan bukaan katub, untuk lebih lanjutnya kita bahas sebagai berikut :

#### 3.8.1 Pengolahan Data Hasil Pengujian Nosel Varian 1 bukaan katub 0° dan 45°

Berikut adalah tabel yang menunjukkan hasil dari pengolahan data sebelumnya yang telah didapatkan dari percobaan varian nosel pada prototipe turbin pelton, tabel pengolahan data varian nosel 1 seperti terlihat pada tabel 3.7 dan 3.8 sebagai berikut :

Tabel 3.7 Pengolahan Data Varian Nosel 1 Bukaan Katub 0°

Pengolahan Data Variasi Nosel 1 pada Penutupan Katub 0°						
No	Pada penutupan katub	Q (m <sup>3</sup> /s)	n (rpm)	T (N.m)	ω (rad/s)	Pt (Watt)
1	0°	0,0003485	748	0,26978	78,29	21,12
2	0°	0,0003485	753	0,51993	78,81	40,98
3	0°	0,0003485	772	0,78725	80,80	63,61
4	0°	0,0003485	761	0,42183	79,65	33,60
5	0°	0,0003485	765	0,33109	80,07	26,51
<b>Hasil Rata-Rata</b>		<b>0,0003485</b>	<b>759,8</b>	<b>0,46598</b>	<b>79,53</b>	<b>37,16</b>

Tabel 3.8 Pengolahan Data Varian Nosel 1 Bukaan Katub 45°

Pengolahan Data Variasi Nosel 1 pada Penutupan Katub 0°						
No	Pada penutupan katub	Q (m <sup>3</sup> /s)	n (rpm)	T (N.m)	ω (rad/s)	Pt (Watt)
1	0°	0,0003485	748	0,26978	78,29	21,12
2	0°	0,0003485	753	0,51993	78,81	40,98
3	0°	0,0003485	772	0,78725	80,80	63,61
4	0°	0,0003485	761	0,42183	79,65	33,60
5	0°	0,0003485	765	0,33109	80,07	26,51
<b>Hasil Rata-Rata</b>		<b>0,0003485</b>	<b>759,8</b>	<b>0,46598</b>	<b>79,53</b>	<b>37,16</b>

#### 3.8.2 Pengolahan Data Hasil Pengujian Nosel Varian 2 bukaan katub 0° dan 45°

Berikut adalah tabel yang menunjukkan hasil dari pengolahan data sebelumnya yang telah didapatkan dari percobaan varian nosel pada prototipe turbin pelton, tabel pengolahan data varian nosel 2 seperti terlihat pada tabel 3.9 dan 3.10 sebagai berikut :

Tabel 3.9 Pengolahan Data Varian Nosel 2 Bukaan Katub 0°

Pengolahan Data Variasi Nosel 2 pada Penutupan Katub 0°						
No	Pada penutupan katub	Q (m <sup>3</sup> /s)	n (rpm)	T (N.m)	ω (rad/s)	Pt (Watt)
1	0°	0,0003031	734	0,33109	76,83	25,44
2	0°	0,0003031	747	0,41693	78,19	32,60
3	0°	0,0003031	736	0,41202	77,03	31,74
4	0°	0,0003031	749	0,34335	78,40	26,92
5	0°	0,0003031	751	0,34335	78,60	26,99
<b>Hasil Rata-Rata</b>		<b>0,0003031</b>	<b>743,3</b>	<b>0,36935</b>	<b>77,81</b>	<b>28,74</b>



Tabel 3.10 Pengolahan Data Varian Nosel 2  
Bukaan Katub 45°

Pengolahan Data Variasi Nosel 2 pada Penutupan Katub 45°						
No	Pada penutupan katub	Q (m <sup>3</sup> /s)	n (rpm)	T (N.m)	ω (rad/s)	Pt (Watt)
1	45°	0,0001970	298	0,09810	31,19	3,06
2	45°	0,0001970	298	0,12998	31,19	4,05
3	45°	0,0001970	332	0,17168	34,75	5,97
4	45°	0,0001970	303	0,20846	31,71	6,61
5	45°	0,0001970	315	0,15941	32,97	5,26
<b>Hasil Rata-Rata</b>		<b>0,0001970</b>	<b>309,2</b>	<b>0,15353</b>	<b>32,36</b>	<b>4,99</b>

**3.8.3 Pengolahan Data Hasil Pengujian Nosel Varian 3 bukaan katub 0° dan 45°**

Berikut adalah tabel yang menunjukkan hasil dari pengolahan data sebelumnya yang telah didapatkan dari percobaan varian nosel pada prototipe turbin pelton, tabel pengolahan data varian nosel 2 seperti terlihat pada tabel 3.11 dan 3.12 sebagai berikut :

Tabel 3.11 Pengolahan Data Varian Nosel 3  
Bukaan Katub 0°

Pengolahan Data Variasi Nosel 3 pada Penutupan Katub 0°						
No	Pada penutupan katub	Q (m <sup>3</sup> /s)	n (rpm)	T (N.m)	ω (rad/s)	Pt (Watt)
1	0°	0,0001970	678	0,26978	70,96	19,14
2	0°	0,0001970	662	0,29430	69,29	20,39
3	0°	0,0001970	679	0,36788	71,07	26,14
4	0°	0,0001970	668	0,46598	69,92	32,58
5	0°	0,0001970	676	0,46352	70,75	32,80
<b>Hasil Rata-Rata</b>		<b>0,0001970</b>	<b>672,6</b>	<b>0,37229</b>	<b>70,40</b>	<b>26,21</b>

Tabel 3.12 Pengolahan Data Varian Nosel 3  
Bukaan Katub 45°

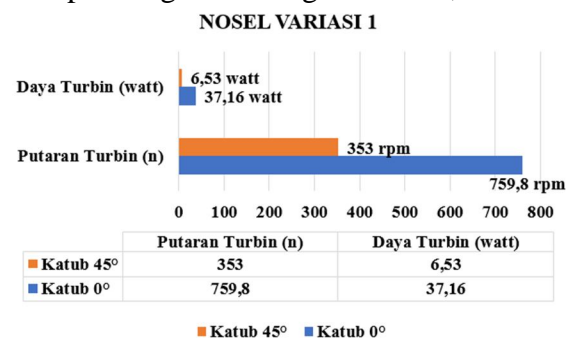
Pengolahan Data Variasi Nosel 3 pada Penutupan Katub 45°						
No	Pada penutupan katub	Q (m <sup>3</sup> /s)	n (rpm)	T (N.m)	ω (rad/s)	Pt (Watt)
1	45°	0,0001667	296	0,14715	30,98	4,56
2	45°	0,0001667	287	0,14715	30,04	4,42
3	45°	0,0001667	287	0,14715	30,04	4,42
4	45°	0,0001667	291	0,13489	30,46	4,11
5	45°	0,0001667	312	0,12263	32,66	4,00
<b>Hasil Rata-Rata</b>		<b>0,0001667</b>	<b>294,6</b>	<b>0,13979</b>	<b>30,83</b>	<b>4,30</b>

**4. Analisis Hasil Percobaan**

Adapun data – data yang sebelumnya telah didapatkan melalui percobaan kemudian diolah menggunakan rumus – rumus yang tersedia yaitu berguna untuk mengetahui pengaruh variasi nosel terhadap putaran dan daya turbin pada prototipe turbin pelton.

**4.1 Analisa Data Hasil Pengukuran Percobaan Nosel Varian 1**

Dari data yang telah didapatkan pada percobaan nosel varian 1, kemudian diolah menggunakan rumus – rumus, maka didapatkan grafik sebagai berikut ;



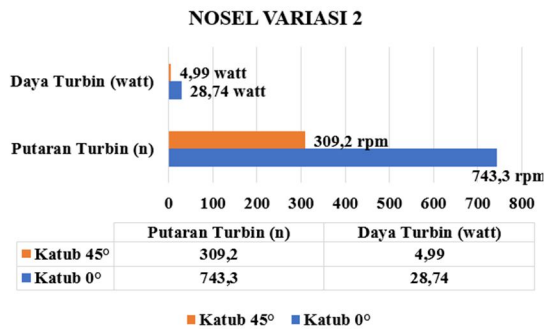
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengukuran Kinerja Nosel Varian 1

Dilihat dari hasil pengambilan data kinerja nosel variasi 1 yaitu :

- a. pada katup tertutup 0° dengan debit air (Q) sebesar 0,0003485 m<sup>3</sup>/s menghasilkan putaran ( n ) sebanyak 759,8 rpm, sehingga diperoleh daya turbin sebesar 37,16 watt.
- b. pada katup tertutup 45° dengan debit air (Q) sebesar 0,0002425 m<sup>3</sup>/s menghasilkan putaran ( n ) sebanyak 353 rpm, sehingga diperoleh daya turbin sebesar 6,53 watt.

#### 4.2 Analisa Data Hasil Pengukuran Percobaan Nosel Varian 2

Dari data yang telah didapatkan pada percobaan nosel varian 2, kemudian diolah menggunakan rumus – rumus, maka didapatkan grafik sebagai berikut ;



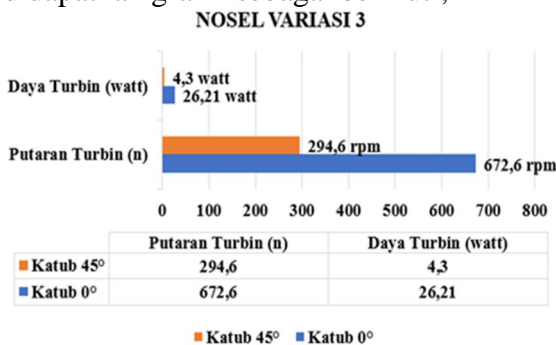
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengukuran Kinerja Nosel Varian 2

Dilihat dari hasil pengukuran kinerja turbin variasi 2 yaitu :

- pada katup tertutup 0° dengan debit air (Q) sebesar 0,0003031 m<sup>3</sup>/s menghasilkan putaran ( n ) sebanyak 743,3 rpm, sehingga diperoleh daya turbin sebesar 28,74 watt.
- pada katup tertutup 45° dengan debit air (Q) sebesar 0,0001970 m<sup>3</sup>/s menghasilkan putaran ( n ) sebanyak 309,2 rpm sehingga diperoleh daya turbin sebesar 4,99 watt.

#### 4.3 Analisa Data Hasil Pengukuran Percobaan Nosel Variasi 3

Dari data yang telah didapatkan pada percobaan nosel varian 3, kemudian diolah menggunakan rumus – rumus, maka didapatkan grafik sebagai berikut ;



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengukuran Kinerja Nosel Varian 3

Dilihat dari hasil pengukuran kinerja turbin variasi 1 yaitu :

- pada katup tertutup 0° dengan debit air (Q) sebesar 0,0001970 m<sup>3</sup>/s menghasilkan putaran ( n ) sebanyak 672,6 rpm sehingga diperoleh daya turbin sebesar 26,21 watt.
- pada katup tertutup 45° dengan debit air (Q) sebesar 0,0001667 m<sup>3</sup>/s menghasilkan putaran ( n ) sebanyak 294,6 rpm, sehingga diperoleh daya turbin sebesar 4,30 watt.

#### 4.4 Analisa Hasil Data Pengujian

Dari hasil data pengukuran dan perhitungan dapat diketahui bahwa semakin besar nilai debit ( Q ) dan jumlah putaran turbin ( n ), semakin besar pula daya turbin yang didapatkan. Hal ini dikarenakan besar kecil nya debit air akan mempengaruhi tekanan dan kecepatan air yang mendorong turbin untuk berputar.

Sedangkan pengaruh bentuk variasi nosel, dapat dilihat melalui grafik pada Gambar 4.1, 4.2 dan 4.3. Pada besar debit yang berbeda menghasilkan jumlah putaran turbin yang berbeda, sehingga mendapatkan daya turbin yang berbeda-beda di setiap varian. Hal ini dikarenakan air yang keluar dari nosel untuk mendorong turbin dengan bentuk variasi yang berbeda, menyebabkan perubahan energi potensial, tekanan dan kecepatan air menjadi energi kinetik pada turbin menunjukkan hasil yang berbeda tergantung pada bentuk varian nosel yang digunakan.

### 5 KESIMPULAN

#### 5.1 Hasil Perhitungan Varian Nosel 1

- Pada katup tertutup 0° : Q = 0,0003485 m<sup>3</sup>/s ; n = 759,8 rpm ; T = 0,46598 N.m, ω = 79,53 rps ; dan Pt = 37,16 watt
- Pada katup tertutup 45° : Q = 0,0002425 m<sup>3</sup>/s ; n = 353 rpm; T = 0,17756 N.m, ω = 36,95 rps ; dan Pt = 6,53 watt



#### 5.2 Hasil Perhitungan Varian Nosel 2

1. Pada katup tertutup  $0^\circ$  :  $Q = 0,0003031 \text{ m}^3/\text{s}$  ;  $n = 743,3 \text{ rpm}$  ;  $T = 0,36935 \text{ N.m}$ ,  $\omega = 77,81 \text{ rps}$  ; dan  $P_t = 28,74 \text{ watt}$
2. Pada katup tertutup  $45^\circ$  :  $Q = 0,0001970 \text{ m}^3/\text{s}$  ;  $n = 309,2 \text{ rpm}$  ;  $T = 0,15353 \text{ N.m}$ ,  $\omega = 32,36 \text{ rps}$  ; dan  $P_t = 4,99 \text{ watt}$

#### 5.3 Hasil Perhitungan Varian Nosel 3

1. Pada katup tertutup  $0^\circ$  :  $Q = 0,0001970 \text{ m}^3/\text{s}$  ;  $n = 672,6$  ;  $T = 0,37229 \text{ N.m}$ ,  $\omega = 70,40 \text{ rps}$  ; dan  $P_t = 26,21 \text{ watt}$
2. Pada katup tertutup  $45^\circ$  :  $Q = 0,0001667 \text{ m}^3/\text{s}$  ;  $n = 294,6$  ;  $T = 0,13979 \text{ N.m}$ ,  $\omega = 30,83 \text{ rps}$  ; dan  $P_t = 4,30 \text{ watt}$

#### 5.4 Kesimpulan Pengujian Variasi Nosel

Berdasarkan kesimpulan pada point 5.1, 5.2, 5.3 diatas maka penggunaan nosel yang paling maksimal dilihat dari parameter putaran dan daya turbin adalah variasi nosel 1, menghasilkan putaran turbin ( $n$ ) = 759,8 rpm dan daya turbin ( $p_t$ ) = 37,16 watt.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Pudjanarsa, Astu., Djati Nursuhud., 2012, Mesin Konversi Energi Edisi 3, Surabaya; Andi.
2. Himran, Syukril, 2017, Turbin Air Teori dan Dasar Perancangan, Yogyakarta; Andi
3. Sarwono, Jonathan, 2018, Statistika untuk Riset Skripsi, Yogyakarta; Andi
4. Rewu, Oddang, 2016, Proyek PLTA Risalah Studi Kelayakan Investasi Yogyakarta; Teknosain
5. Dr. Hamdi, M.Si. 2017, Energi Terbarukan, Jakarta; Prenada Media Group
6. Arismunandar W., 2004, Penggerak Mula Turbin, ITB, Bandung
7. Budiarmo, Harinaldi, 2015, Sistem Fluida, Jakarta; Erlangga
8. Rosmiyati & Yani A, 2017, Jurnal : "Pengaruh variasi diameter nosel

terhadap torsi dan daya turbin air". Jurnal Turbo No. 1 Volume 6.. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung.

9. Agi Ibrahim, Muhammad, 2019, Tugas Akhir : Rancangan Bangun Alat Uji Performa Pompa Sentrifugal Instalasi Seri dan Pararel Metode Matrix, ISTN, Jakarta
10. Bagas P, Dito, 2020, Tugas Akhir : Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Air Berbasis Microhydro Menggunakan Metode VDI221, ISTN, Jakarta