

RESPON KINERJA TURBIN PELTON DENGAN DIAMETER NOZLE ALIRAN TEKANAN AIR

Muhammad Rizky Barus, Fadly Kurniawan, Junaidi

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan

rizkybarus0007@gmail.com; junaidi.stth@gmail.com

Abstrak

Turbin air merupakan salah satu jenis mesin fluida dari kelompok mesin-mesin tenaga yang dapat merubah energy fluida menjadi energy mekanis berupa putaran poros turbin, kemudian energy mekanis pada putaran poros turbin tersebut digunakan untuk memutar generator dengan menggunakan air sebagai fluida kerja. Penelitian ini menggunakan turbin pelton yang bersudu sendok sayur dan bertujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi diameter nozzle terhadap torsi dan daya turbin. Penelitian ini dilakukan di laboratorium teknik mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Harapan Medan. Metode eksperimen adalah metode yang digunakan pada penelitian ini, Respon Kinerja Turbin Pelton Dengan Variasi Diameter Nozle Aliran Tekanan Air. Hasil penelitian yang di peroleh adalah: (1) Daya turbin maksimum pada putaran generator menghasilkan putaran sebesar 1800 rpm dengan menghasilkan daya beban 460 watt. (2) Efisiensi yang dihasilkan pada turbin yaitu sebesar 1,03% dengan daya 206,01 watt. (3) Berdasarkan Pengujian turbin pelton dengan menggunakan metode Taguchi, dengan Respon Diameter Nozle Putaran Maksimal yaitu pada Diameter 22 mm Menghasilkan Putaran Turbin sebesar 414,8 Rpm.

Kata-Kata Kunci : Turbin Air, Diameter Nozle; Daya Turbin

I. Pendahuluan

Pemanfaatan air sebagai pembangkit listrik terus dikembangkan baik dalam skala besar maupun skala sedang dan kecil. Pada pembangkit listrik skala kecil sumber energi air dapat dimanfaatkan dengan menggunakan turbin yang memanfaatkan energi dari kecepatan aliran air. Air yang memiliki energi potensial dan mekanik akan dirubah menjadi energi mekanik oleh turbin. Indonesia memiliki energi air yang sangat melimpah dan tersebar diseluruh wilayahnya. (1)

1. Salah satu pembangkit listrik tenaga air yang digunakan untuk memanfaatkan tenaga air dan yang bisa dibuat adalah turbin air. Turbin air merupakan salah satu peralatan pokok dalam suatu pembangkitan listrik tenaga air yang berfungsi mengubah energi potensial berupa kecepatan oleh nosel menjadi energi mekanik berupa putaran pada poros turbin, untuk mendapatkan energi listrik maka poros turbin dikopel dengan generator. (2)
2. Kelengkapan sarana dan prasarana merupakan salah satu pendukung proses pembelajaran pada perkuliahan, khususnya di program Studi Teknik mesin fakultas teknik Universitas Harapan Medan. Pada perkuliahan terdapat materi kuliah yang berkaitan dengan konversi energi seperti pemanfaatan potensi air sebagai sumber energi terbarukan. Dengan adanya alat praktikum, mahasiswa akan lebih mudah untuk memahami perkuliahan dan diharapkan menjadi pendorong ide-ide baru dari mahasiswa.
3. Pada penelitian sebelumnya Seith S.M., and Modi P.P., (1991) menyarankan harga perbandingan jet ($d_m = D$) yaitu perbandingan antara diameter piringan dengan diameter nosel, antara 11mm sampai dengan 14mm tergantung

pada ruangan sudu, dengan harga perbandingan antara lebar sudu dengan diameter nosel berkisar antara 4mm sampai dengan 5mm. Sedangkan menurut Finnemore and Franzini, (2006), tujuan pada penelitian kali ini yaitu kami melakukan penelitian pada turbin Pelton dengan jumlah sudu 22 buah dan diameter nosel 19 mm, 22 mm dan 25 mm. (3)

4. Sebelumnya saya bersama teman-teman mahasiswa di jurusan Teknik Mesin Universitas Harapan telah mencoba melanjutkan pembuatan turbin Pelton skala laboratorium dari peninggalan senior yang belum selesai dan turbin tersebut di lengkapi dengan dua buah nosel untuk memenuhi kebutuhan peralatan Laboratorium Pengujian Mesin. Dengan adanya variasi diameter nosel maka didapatkan daya turbin yang maksimal, jadi setiap ukuran diameter dalam nosel maka daya yang dihasilkan pada turbin juga akan berubah. Hal ini disebabkan oleh adanya tekanan aliran air sehingga terjadi kecepatan aliran air pada ujung nosel yang menyempitkan sudu turbin tersebut. Setelah alat tersebut selesai di rancang dan di buat, maka akan dilakukan pengujian terhadap turbin tersebut untuk melakukan pengujian terhadap alat tersebut. (4)

1.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Dalam penelitian ini peneliti memiliki tujuan, antara lain: Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja turbin pelton skala laboratorium dengan menggunakan jumlah bucket terhadap kinerja turbin pelton.

- b. Tujuan Khusus
Melalui penelitian ini, dengan menggunakan diameter nosel yang berbeda, secara eksperimental akan di coba untuk mengetahui :
1. Daya turbin maksimum
 2. Efisiensi Turbin Maksimum
 3. Perbandingan unjuk kerja turbin pada variasi diameter nosel.

1.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menghasilkan informasi ilmiah dalam pengujian prestasi turbin pelton dengan variasi diameter nosel.
- b. Sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya bidang konversi energi dan energi berkelanjutan.

Mahasiswa lainnya yang ingin mengembangkan hasil penelitian ini serta dapat dijadikan sebagai pembandingan dalam pembahasan pada topik yang sama

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah perlu dilakukan dalam pengujian ini agar dapat menghindari pembahasan yang tidak terarah serta meluas. Adapun batasan masalah dalam pengujian turbin pelton ini adalah sebagai berikut :

- a. Nozzel yang digunakan terdiri dari 2 buah.
- b. Diameter nozzle 19 mm, 22 mm dan 25 mm.

II. Metodologi Penelitian

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian turbin air untuk skala laboratorium ini dilakukan di Laboratorium Pengujian mesin Universitas Harapan Medan.

Waktu penelitian direncanakan mulai dari persetujuan yang diberikan oleh pengelola program dan komisi pembimbing, perencanaan dan pembuatan alat, pengambilan data dan pengolahan data sampai dinyatakan selesai.

2.2 Alat dan Bahan

Alat

- a. Mesin Bubut Turbin pelton *Pressure gauge* dan *display Tachometer*
- b. Flow meter
- c. Digital instrument
- d. Generator

Arduino Laptop

Bahan

1. Nosel
2. Bucket
3. Piringan

2.3 Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

III. Analisa Data

3.1. Analisis Data

Perhitungan rata flow air (debit air) turbin pelton dilakukan dengan menggunakan alat flow meter. Pada pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 2 nosel dengan Diameter Nosel 19 22 dan 25 mm. Pada tabel 4.1 dapat diketahui bahwa pengujian dengan menggunakan 2 nosel, dengan Diameter Nosel dapat mencapai daya output maksimal yaitu 460 Watt pada Diameter Nosel 19 mm Flow airnya sebesar 0,8 Bar.

Tabel 1. Hasil pengujian dengan 2 nosel

Flow Air (m ³ /s)	Tekanan Pompa (Kg/cm ²)	Kemiringan Bucket (°)	Diameter Nozle (mm)	Putaran Generator (km/s)	Daya Listrik (Watt)
300	0.7	8	19	390	340
300	0.7	8	22	408	360
300	0.7	8	25	420	200
375	0.8	8	19	400	460
375	0.8	8	22	412	440
375	0.8	8	25	355	460

3.2 Daya listrik output turbin (watt)

Daya Listrik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Power* adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Didalam pengujian ini peneliti meneliti daya yang dihasilkan oleh turbin, dalam hal ini peneliti juga melakukan pengujian dengan cara memvariasikan kemiringan bucket dan memvariasikan flow atau debit aliran yang masuk kedalam turbin. Berikut rumus untuk menghitung daya yang dihasilkan oleh turbin :

$$P_{out} = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h$$

Di mana ;

- P_{out} = Daya output turbin (watt)
- ρ = Massa jenis (kg/m^3)
- Q = Flow air (m^3/sec)
- g = Gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)
- h = head (m)

- Pengujian menggunakan nozzle 19mm dengan flow air 300 l/menit pada head 7 m: $P_{out} = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h$

$$P_{out} = 1000 \times 0,003 \times 9,81 \times 7$$

$$P_{out} = 206,01 \text{ watt}$$

- Pengujian menggunakan nozzle 22mm dengan flow air 300 l/menit pada head 8 m :

$$P_{out} = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h$$

$$P_{out} = 1000 \times 0,003 \times 9,81 \times 8$$

$$P_{out} = 235,44 \text{ watt}$$

- Pengujian menggunakan nozzle 25mm dengan flow air 300 l/menit pada head 7 m :

$$P_{out} = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h$$

$$P_{out} = 1000 \times 0,003 \times 9,81 \times 7$$

$$P_{out} = 206,01 \text{ watt}$$

- Pengujian menggunakan nozzle 19mm dengan flow air 375 l/menit pada head 8 m :

$$P_{out} = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h$$

$$P_{out} = 1000 \times 0,00375 \times 9,81 \times 8$$

$$P_{out} = 294,3 \text{ watt}$$

- Pengujian menggunakan nozzle 22mm dengan flow air 375 l/menit pada head 7 m :

$$P_{out} = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h$$

$$P_{out} = 1000 \times 0,00375 \times 9,81 \times 7$$

$$P_{out} = 257,51 \text{ watt}$$

- Pengujian menggunakan nozzle 25mm dengan flow air 375 l/menit pada head 8 m :

$$P_{out} = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h$$

$$P_{out} = 1000 \times 0,00375 \times 9,81 \times 8$$

$$P_{out} = 294,3 \text{ watt}$$

Data daya output yang sudah dikelola kemudian disajikan dalam bentuk tabel, pada tabel 4.2 menunjukkan daya yang dihasilkan berubah-ubah mengikuti flow ataupun debit air .Daya tertinggi terdapat pada flow air $0.00375 \text{ m}^3/\text{syaitu}$ 294,3 watt pada tinggi jatuh air 8 m. Sedangkan daya minimum terdapat pada flow air $0.003 \text{ m}^3/\text{s}$ yaitu 206,01 watt pada tinggi jatuh air 7 m.

Tabel 2. Perbandingan Daya output turbin menggunakan kemiringan bucket Dengan Diameter Nosel

Massa Jenis (Kg/m^3)	Flow Air (m^3/s)	Head (m)	Kemiringan Bucket ($^\circ$)	Diameter Nozle (mm)	Daya Listrik (Watt)
1000	0.003	7	8	19	206,01
1000	0.003	8	8	22	235,44
1000	0.003	7	8	25	206,01
1000	0.00375	8	8	19	294,3
1000	0.00375	7	8	22	257,51
1000	0.00375	8	8	25	294,3

3.3 Efisiensi Turbin

Efisiensi turbin adalah perbandingan daya yang dihasilkan dengan daya masuk. Adapun rumus untuk menentukan efisiensi turbin adalah :

$$n_t = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Di mana :

- n_t = Efisiensi Turbin
- P_{out} = Daya yang dihasilkan
- P_{in} = Daya masuk

- Pengujian menggunakan 2 nozzle dan kemiringan bucket dengan Diameter Nosel 19 mm dengan daya hasil 343,35 watt :

$$n_t = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$n_t = \frac{206,1}{340} \times 100\%$$

$$n_t = 0,61 \%$$

- Pengujian menggunakan 2 nozzle dan kemiringan bucket dengan Diameter Nosel 22 mm dengan daya hasil 392,4 watt :

$$n_t = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$n_t = \frac{235,44}{360} \times 100\%$$

$$n_t = 0,65 \%$$

- Pengujian menggunakan 2 nozzle dan kemiringan bucket dengan Diameter Nosel 25 mm dengan daya hasil 429,18 watt :

$$n_t = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$n_t = \frac{206,1}{200} \times 100\%$$

$$n_t = 1,03 \%$$

- Pengujian menggunakan 2 nozzle dan kemiringan bucket dengan Diameter Nosel dengan daya hasil 490,5 watt :

$$n_t = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$n_t = \frac{294,3}{460} \times 100\%$$

$$n_t = 0,63 \%$$

- Pengujian menggunakan 2 nozzle dan kemiringan bucket dengan Diameter Nosel dengan daya hasil 429,18 watt :

$$n_t = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$n_t = \frac{257,51}{440} \times 100\%$$

$$n_t = 0,58 \%$$

- Pengujian menggunakan 2 nozzle dan kemiringan bucket dengan Diameter Noseldengan daya hasil 490,5 watt :

$$n_t = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$n_t = \frac{294,3}{440} \times 100\%$$

$$n_t = 0,66 \%$$

Data efisiensi turbin dengan menggunakan 2 nosel yang sudah dikelola kemudian disajikan dalam bentuk tabel, pada Tabel 3 menunjukkan efisiensi turbin maksimum dihasilkan dengan daya 490,5 watt dengan efisiensi sebesar 2,1 %, sedangkan efisiensi minimum dihasilkan dengan daya 343.35 watt dengan efisiensi sebesar 1,4 %.

Tabel 3. Perbandingan Daya dan Efisiensi Turbin menggunakan 2 nozzle, kemiringan bucket dengan Diameter Nosel

Daya Masuk (P _{in})	Daya yang dihasilkan (P _{out})	Faktor Perkalian	Kemiringan Bucket (°)	Diameter Nozle (mm)	Efisiensi Turbin (%)
340	206,01	100%	8	19	0,61
360	235,44	100%	8	22	0,65
200	206,1	100%	8	25	1,03
460	294,3	100%	8	19	0,63
440	257,51	100%	8	22	0,58
440	294,3	100%	8	25	0,66

Dalam penelitian ini peneliti juga menggunakan metode Taguchi untuk menganalisa data yang dihasilkan pada saat pengujian dan nilai maksimal daya turbin yang digunakan. Metode taguchi ini terdapat pada software Minitab 18.

Analisa data menggunakan taguchi L-36 (2³ dan 3¹)

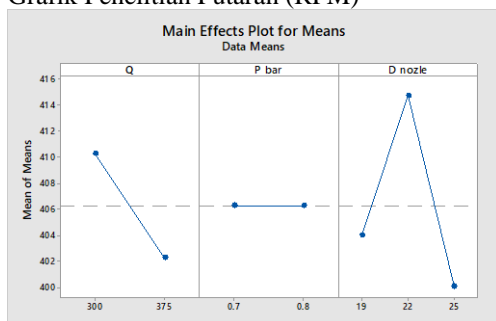
Dalam penelitian menggunakan Maksud dari taguchi L-36 (2³ dan 3¹) yaitu :

- L-36 = terdiri dari 36 baris
- 2³ = terdiri dari 2 level dalam 3 faktor
- 3¹ = terdiri dari 3 level dalam 1 faktor

3.4 Grafik Hasil Penelitian Menggunakan Metode Taguchi

Diameter Nosel

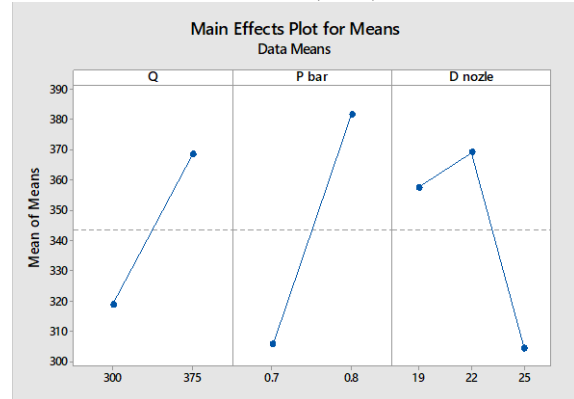
1. Grafik Penelitian Putaran (RPM)



Gambar 1. Grafik Penelitian Putaran (RPM)

Berdasarkan Hasil Dari Grafik Pengujian Turbin Pelton dengan menggunakan metode Taguchi, Respon Diameter nosel Putaran Maksimal yaitu pada Diameter 22 mm Menghasilkan Putaran Turbin Sebesar 414,8 Rpm.

2. Grafik Penelitian Power (Watt)



Gambar 2. Grafik Penelitian Power (Watt)

Namun untuk daya output daya turbin hasil analisa menunjukkan variabel yang berpengaruh pada daya output tubin pada flow Meter dengan Diameter Nosel 22 mm yang mencapai 369,2 watt.

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian ataupun penelitian yang dilakukan terhadap turbin pelton dengan memvariasikan kemiringan Bucket, Jumlah Bucket, Diameter Nozzel dan jumlah Nozzel Dengan menggunakan Metode Taguchi, Maka Dapat Disimpulkan Bahwa:

1. Daya turbin maksimum pada putaran generator menghasilkan putaran sebesar 1800 rpm dengan beban 460 watt.
2. Efisiensi yang dihasilkan pada turbin yaitu sebesar 2,1 % dengan daya 490,5 watt.
3. Berdasarkan Pengujian Turbin Pelton dengan menggunakan metode Taguchi, dengan Respon Diameter nosel Putaran Maksimal yaitu pada Diameter 22 mm Menghasilkan Putaran Turbin Sebesar 414,8 Rpm.

4.2 Saran

Dari serangkaian proses pengujian yang telah dilakukan, maka adapun saran untuk menyempurnakan pengujian ini, maka dapat disampaikan saran-saran sebagai berikut:

1. Agar daya output turbin yang dihasilkan lebih maksimal perlu memperhatikan kinerja pompa..
2. Sebelum melakukan pengujian agar memperhatikan kondisi serta level air didalam bak reservoir, agar tidak terjadinya kavitasi pada pompa. Diperlukannya membuat sistem pengamanan pada peralatan agar memperpanjang umur peralatan.

Daftar Pustaka

- [1]. Prawatya, Y. E., & Ivanto, M., 2019), *Optimasi Design Prototype Turbin Pelton dengan Variasi Sudu dan Nosel*, Jurusan Teknik Mesin , Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Industri , Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura , Pontianak ABSTRAK Turbin pelton m. 1–6
- [2]. Widodo, S., Suharno, K., Mujiarto, S., Rif, N., & Rasyidi, at., 2018, *Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Terhadap Daya Yang Dihasilkan*. *Journal of Mechanical Engineering*, 2(2), p-ISSN
- [3]. Anggraini, D., Dewi, S. K., & Saputro, T. E. 2017, *Aplikasi Metode Taguchi Untuk Menurunkan Tingkat Kecacatan Pada Produk Paving*. *Jurnal Teknik Industri*, 16(1), 1. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol16.no1.1-9>
- [4]. Hadimi, Supandi, & Rohermanto, A., 2006, *Rancang Bangun Model Turbin Pelton Mini Sebagai Media Simulasi/Praktikum Mata Kuliah Konversi Energi Dan Mekanika Fluida*. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 9(1), 16–24.
- [5]. Irawan, H., Syamsuri, & Rahmad. 2018,. *Analisis Performansi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Jenis Turbin Pelton Dengan Variasi Bukaannya Katup Dan Beban Lampu Menggunakan Inverter*. *Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag Surabaya*, 03(01), 27–31.
- [6]. Mubarak, A. S., 2017, *Pengaruh Berat Bucket Terhadap Putaran dan Torsi Pada Turbin Pelton*. 2 (2502).
Pltmh, A. P. (n.d.). *Ii. tinjauan pustaka*.
- [7]. Prapti, C. (n.d.). *Analisa Turbin Pelton Berskala Mikro Pada Pembuatan Instalasi Uji Laboratorium*.
- [8]. Prawatya, Y. E., & Ivanto, M., 2019, *Optimasi Design Prototype Turbin Pelton dengan Variasi Sudu dan Nosel*, Jurusan Teknik Mesin , Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Industri, Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura , Pontianak ABSTRAK Turbin pelton m. 1–6.
- [9]. Sarjana, T., Energi, K., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. 2018, *Pengaruh Jumlah Bucket Terhadap*.
- [10]. Wiyono, A., Heryana, G., Rahayu, W., Prakoso, A. P., & Berman, E. T., 2018, *Karakterisasi Performansi Modifikasi Sudu dan Variasi Head Total Turbin Pelton 9 Sudu*. *Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 2(1), 87–90.