

**KARAKTERISTIK
PEFORMA TURBIN
PELTON RESPON DARI
PENGUNAAN JUMLAH
NOSEL**

by

Yogie Saputra, Junaidi, Fadly Kurniawan

KARAKTERISTIK PERFORMA TURBIN PELTON RESPON DARI PENGGUNAAN JUMLAH NOSEL

Yogie Saputra, Junaidi, Fadly Kurniawan

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Komputer
Universitas Harapan Medan
junaidi413@yahoo.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 sudu sayur dan bertujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi diameter nosel 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. Karakteristik Performa Turbin Pelton Dengan Respon Dari Penggunaan Jumlah Nosel. Hasil penelitian yang diperoleh adalah: Daya turbin maksimum pada putaran generator menghasilkan putaran sebesar 1800 rpm dengan menghasilkan daya beban 460 watt. Efisiensi yang dihasilkan pada turbin yaitu sebesar 2,1 % dengan daya 490,5 watt.

Kata-Kata Kunci : Turbin Pelton, Respon, Nosel, Energi, Putaran, Efisiensi

I. Pendahuluan

Pada perkuliahan tekni kmesin yang berhubungan dengan ilmu sains laboratorium sangat diperlukan. Laboratorium adalah unit penunjang akademik. Pada lembaga pendidikan, berupa ruang tertutup atau terbuka, bersifat permanen atau bergerak, dikelola secara sistematis untuk kegiatan pengujian, kalibrasi atau produksi dalam skala terbatas, dengan menggunakan peralatan dan bahan berdasarkan metode keilmuan tertentu, dalam pelaksanaan pendidikan, penelitian, atau pengabdian kepada masyarakat. Dimana pada pelaksanaan proses pembelajarannya mahasiswa berinteraksi dengan berbagai alat dan bahan untuk mengobservasi perubahan yang dapat diamati secara langsung dan membuktikan sendiri suatu yang dipelajari. Turbin pelton merupakan pengembangan dari turbin impuls yang ditemukan oleh S.N. Knight (1872) dan N.J. Colna (1873) dengan pasang mangkok-mangkok pada roda turbin. Setelah itu turbin impuls dikembangkan oleh orang Amerika Lester G. Pelton (1880) yang melakukan perbaikan dengan penerapan mangkok ganda simetris, punggung membelah membagi jet menjadi dua paruh yang sama dibalik menyamping. (Prawaty & Ivanto, 2019)

Turbin Pelton terdiri dari satu set sudu jalan yang diputar oleh pancaran air yang disemprotkan dari satu atau lebih alat yang disebut nosel. Nosel merupakan komponen yang sangat penting pada turbin Pelton, yang berfungsi untuk mengubah head tekanan menjadi head kecepatan sehingga aliran air keluar nosel mempunyai kecepatan yang tinggi. Desain nosel mengacu kepada dahul Torricelli (Streeter & Wylie, 1994) yaitu kecepatan keluar nosel sama dengan kecepatan jatuh bebas partikel fluida dari permukaan bebasnya. Penampang nosel

yang digunakan pada turbin Pelton adalah bentuk lingkaran. Dari tahap-tahap yang telah direncanakan tersebut, maka didapatkan ukuran nosel untuk ukuran turbin air pelton yang sesuai dengan yang diharapkan. Ukuran nosel yang sesuai dapat memutar sudu lebih baik sehingga dapat meningkatkan efisiensi turbin. (Mubarak, 2017)

Pada laboratorium kebanyakan, untuk mengujian prestasi dari turbin pelton dilakukan dengan mengatur kecepatan aliran air yang keluar melalui nosel menggunakan variasi pembukaan katub jarum yang terdapat pada nosel. Namun untuk memperoleh jenis nosel yang dilengkapi dengan katub jarum sulit didapatkan dan kalau punada harganya cukup mahal.

Sebelumnya saya dan teman-teman mahasiswa di jurusan Teknik Mesin di Universitas Harapan Medan mencoba melanjutkan pembuatan turbin pelton dari peninggalan senior yang tidak selesai dengan skala laboratorium yang dilengkapi dengan dua nosel, dan kemiringan sudu yang bervariasi untuk memenuhi kebutuhan peralatan laboratorium pengujian mesin. Setelah turbin itu selesai dirakit, maka akan dilakukan pengujian terhadap turbin tersebut untuk mengetahui performa kinerja terbaik turbin tersebut.

1.1. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka masalah dalam penelitian ini adalah apakah dengan pengaruh jumlah nosel dapat mempengaruhi kerja turbin pelton.

1.2. Tujuan Penelitian

Dalam menyusun penelitian ini terdapat tujuan antara lain:

1.2.1. Tujuan Umum

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja turbin pelton skala laboratorium dengan menggunakan variasi jumlah nosel. Dimana dalam pengujiannya dilakukan dengan variable beban pengereman.

1.2.2. Tujuan Khusus

Melalui penelitian ini, dengan menggunakan jumlah nosel yang berbeda, secara eksperimental akan dicoba untuk mengetahui :

1. Daya turbin maksimum.
2. Efisiensi turbin maksimum.
3. Perbandingan unjuk kerja turbin pada variasi jumlah nosel.

1.3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan informasi ilmiah dalam pengujian prestasi turbin pelton dengan variasi jumlah nosel.
2. Sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya bidang konversi energy dan energy berkelanjutan.
3. Mahasiswa lainnya yang ingin mengembangkan hasil penelitian ini serta dapat dijadikan sebagai pembandingan dalam pembahasan pada topik yang sama.

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 pengelolah program dan komisi pembimbing, perencanaan dan pembuatan alat, pengambilan data dan pengolahan data sampai dinyatakan selesai.

2.2 Alat dan Bahan

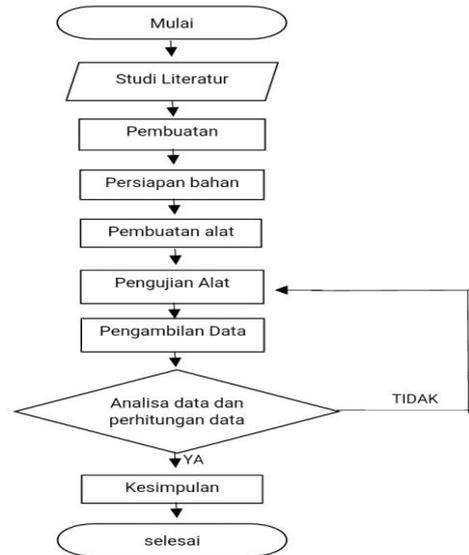
Alat

1. Mesin Bubut Turbin pelton *Pressure gauge* dan *display Tachometer*
2. Flow meter
3. Digital instrument
4. Generator
5. Arduino Laptop

Bahan

1. Nosel
2. Bucket
3. Piringan

2.3 Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

III. Analisa Data

3.1 Hasil Pengujian

Data hasil pengujian turbin pelton diatas merupakan data yang belum dikelola. Untuk dapat menarik suatu kesimpulan, maka data diatas akan dikelola. Adapun pengolahan data terkait antara daya output dan efisiensi turbin.

3.2 Daya Listrik (watt)

Daya Listrik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Power* adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Di dalam 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 ke dalam turbin. Berikut rumus untuk menghitung daya yang dihasilkan oleh turbin :

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

Dimana ;

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 1 nozzle dengan diameter nozzle 19 mm dan flow air 300 l/menit pada head 7 m :

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

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

$$P_{out} = 343,35 \text{ watt}$$

- Pengujian menggunakan 2 nozzle dengan diameter 22 mm dan flow air 375 l/menit pada head 8 m :

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

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

$$P_{out} = 392,4 \text{ watt}$$

- Pengujian menggunakan 1 nozzle dengan diameter 25 dan flow air 300 l/menit pada head 7 m :

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

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

$$P_{out} = 429,18 \text{ watt}$$

- Pengujian menggunakan 2 nozzle dengan diaeter 19 mm dan flow air 375 l/menit pada head 8 m

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

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

$$P_{out} = 490,5 \text{ watt}$$

- Pengujian menggunakan 1 nozzle dengan diameter 22 dan flow air 300 l/menit pada head 7 m :

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

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

$$P_{out} = 343,35 \text{ watt}$$

- Pengujian menggunakan 2 nozzle dengan diameter 25 dan flow air 375 l/menit pada head 8 m :

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

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

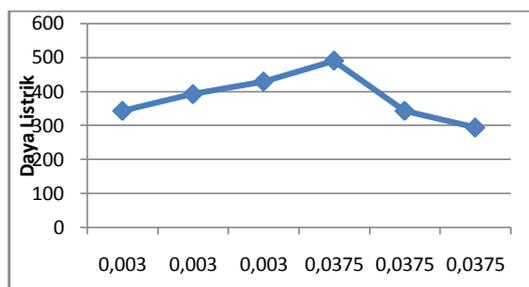
$$P_{out} = 392,4 \text{ watt}$$

Data daya output yang sudah dikelola kemudian disajikan dalam bentuk tabel, pada Tabel 1 menunjukkan daya yang dihasilkan berubah-ubah mengikuti flow ataupun debit air . Daya tertinggi terdapat pada flow air 0.00375 m³/s yaitu 490,5 watt pada tinggi jatuh air 8 m. Sedangkan daya minimum terdapat pada flow air 0.005 m³/s yaitu 343,35 pada tinggi jatuh air 7 m.

Tabel 1 Perbandingan Daya output turbin menggunakan kemiringan bucket Dengan Diameter Nosel

Massa jenis (kg/m ³)	flow air (m ³ /sec)	Gravitasi (m/s ²)	Head (m)	Daya listrik(watt)
1000	0.003	9.81	7	343,35
1000	0.003	9.81	8	392,4
1000	0.00375	9.81	7	429,18
1000	0.00375	9.81	8	490,5

Data yang sudah dikelola kemudian diplot dalam sebuah grafik, dapat dilihat pada Gambar 2 menunjukkan bahwa daya yang semakin besar dipengaruhi oleh jumlah flow air yang besar pula.



Gambar 2. Grafik perbandingan antara daya listrik dan flow air

3.3 Efisiensi Turbin

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

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

Dimana :

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

Pengujian menggunakan 1 nosel dan kemiringan bucket -8⁰ dengan Diameter Nosel 19 mm dengan daya hasil 343,35 watt :

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

$$n_t = \frac{343,35}{70} \times 100\%$$

$$n_t = 4,9 \%$$

Pengujian menggunakan 2 nosel dan kemiringan bucket -8⁰ dengan Diameter Nosel 22 mm dengan daya hasil 392,4 watt :

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

$$n_t = \frac{392,4}{190} \times 100\%$$

$$n_t = 2,06 \%$$

Pengujian menggunakan 1 nosel dan kemiringan bucket -8⁰ dengan Diameter Nosel 25 mm dengan daya hasil 429,18 watt :

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

$$n_t = \frac{429,18}{220} \times 100\%$$

$$n_t = 1,9 \%$$

Pengujian menggunakan 2 nosel dan kemiringan bucket -8⁰ dengan Diameter Nosel 19 mm dengan daya hasil 490,5 watt :

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

$$n_t = \frac{490,5}{410} \times 100\%$$

$$n_t = 1,1 \%$$

Pengujian menggunakan 1 nosel dan kemiringan bucket -8⁰ dengan Diameter Nosel 22mm dengan daya hasil 429,18 watt :

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

$$n_t = \frac{429,18}{70} \times 100\%$$

$$n_t = 6,1\%$$

Pengujian menggunakan 2 nosel dan kemiringan bucket-8⁰ dengan Diameter Nosel 25mm dengan daya hasil 490,5 watt :

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

$$n_t = \frac{490,5}{410} \times 100\%$$

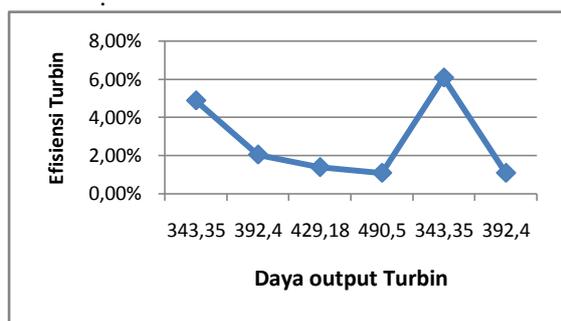
$$n_t = 1,1\%$$

Data efisiensi turbin dengan menggunakan 2 nosel yang sudah dikelola kemudian disajikan dalam bentuk tabel, pada Tabel 2 menunjukkan efisiensi turbin maksimum dihasilkan dengan daya 429,18 watt dengan efisiensi sebesar 6,1 %, sedangkan efisiensi minimum dihasilkan dengan daya 490,5 watt dengan efisiensi sebesar 1,1 %.

Tabel 2. Perbandingan Daya dan Efisiensi Turbin menggunakan jumlah nosel

Jumlah nosel	Diame ter nosel	Daya masuk (P _{in})	Daya yang dihasilkan (P _{out})	Efisiensi Turbin (%)
1	19	70	343,35	4,9
2	22	190	392,4	2,06
1	25	220	429,18	1,9
2	19	410	490,5	1,1
1	22	70	343,35	6,1
2	25	410	392,4	1,1

Data yang sudah dikelola kemudian diplot dalam sebuah grafik, dapat dilihat pada Gambar 3 menunjukkan bahwa daya yang semakin besar memiliki efisiensi turbin yang besar pula, begitupun sebaliknya daya yang menghasilkan efisiensi turbin yang kecil.



Gambar 3. Perbandingan Daya dan Efisiensi Turbin menggunakan jumlah nosel

IV. Kesimpulan Dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian ataupun penelitian yang dilakukan terhadap turbin pelton dengan memvariasikan jumlah nosel 1 dan 2, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dengan menggunakan dan memvariasikan dengan 2 nozzle maka daya output turbin yang dihasilkan adalah 391,4 watt dan ini pada tinggi jatuh air 7 meter, sedangkan tinggi jatuh air 8 meter, maka daya output turbin yang dihasilkan adalah 340 watt .
2. Dengan menggunakan dan memvariasikan dengan 2 nozzle maka daya output turbin yang dihasilkan adalah 460 watt dan ini pada tinggi jatuh air 8 meter, sedangkan tinggi jatuh air 8 meter, maka daya output turbin yang dihasilkan adalah 460 watt .
3. Besarnya daya output yang dihasilkan pada penelitian ini berdasarkan flow ataupun debit aliran yang masuk untuk memutar turbin. Semakin besar flow yang masuk maka daya yang dihasilkan akan semakin besar.
4. Efisiensi terbesar yang dihasilkan pada daya maksimum turbin yaitu daya 343,5watt dengan efisiensi nya sebesar 6,1 %

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.
3. Diperlukannya membuat sistem pengamanan pada peralatan agar memperpanjang umur peralatan.

Daftar Pustaka

- [1] Kristanto, Bambang, 2016. *Analisa Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Kinerja Turbin Kinetik Tipe Poros Vertikal*. Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- [2] H. Irawan, Syamsuri, and Rahmad, 2018, *Analisis Performansi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Jenis Turbin Pelton Dengan Variasi Bukaannya Katup Dan Beban Lampu Menggunakan Inverter*, J. Has. Penelit. LPPM Untag Surabaya, vol. 03, no. 01, pp. 27-31.
- [3] A. Lubis, 2017, *Energi terbarukan dalam pembangunan berkelanjutan*, J. Tek. Lingkung., vol. 8, no. 2, pp. 155-162, 2007.
- [4] U. Jember and F. Teknik, 2017, *Makalah Turbin Pelton*.
- [5] R.Septiadi, 2019, *Optimasi Design Turbin Pelton Menggunakan 3 Nozzle Dan Varian Kemiringan Sudu Hingga 150 Menggunakan Metode Taguchi*, Teknobi= j Ilm. Progr.Stud.Magister Tek. Mesin, Vol.9, no.1 , pp.13-18, Feb., .

- [6]. C. Prapti, 1993, *Analisa Turbin Pelton Berskala Mikro Pada Pembuatan Instalasi Uji Laboratorium*. L. B. Masalah, "Universitas Sumatera Utara 1," pp. 1-12.
- [7]. Juhrodin, Udin. 2013. *Analisis Data Menggunakan Minitab 16*.
- [8]. Smart Stat. 2010. *Mengenal Boxplot and Whisker Plot*.
- [9]. watya, 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
- [10]. 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
- [11]. 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.
- [12]. 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).
- [13]. Mubarak, A. S. 2017. *Pengaruh Berat Bucket Terhadap Putaran dan Torsi Pada Turbin Pelton*. 2 (2502).
- [14]. Prapti, C. (n.d.). *Analisa Turbin Pelton Berskala Mikro Pada Pembuatan Instalasi Uji Laboratorium*.
- [15]. 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.
- [16]. Sarjana, T., Energi, K., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. 2018. *Pengaruh Jumlah Bucket Terhadap*.
- [17]. 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.