

ANALISA KINERJA TURBIN PELTON 2 NOZLE DENGAN VARIASI JUMLAH BUCKET

Muhammad Putra Rizky, Junaidi, Fadly Kurniawan

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

putrarizky60156@gmail.com; junaidi.stth@gmail.com

Abstrak

Turbin Pelton adalah jenis turbin impuls yang merubah seluruh energi air menjadi energi kecepatan sebelum memasuki runner turbin. Daya yang dihasilkan pada turbin air (turbin pelton) berubah-ubah tergantung aliran atau debit air yang masuk untuk memutar turbin. Penelitian ini dilakukan di laboratorium teknik mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Harapan Medan. Metode eksperimen adalah metode yang digunakan pada penelitian ini. Analisa Kinerja Turbin Pelton 2 Nozle Dengan Variasi Jumlah Bucket. Hasil penelitian yang diperoleh adalah : (1) Daya maksimal turbin pelton pada putaran generator menghasilkan putaran sebesar 1800 rpm menghasilkan beban 460 watt. (2) Efisiensi terbesar yang dihasilkan pada daya maksimum turbin yaitu daya 429,18 watt dengan efisiensinya sebesar 2,1 %. (3) Berdasarkan Pengujian Turbin Pelton dengan menggunakan metode Taguchi, Nilai Maksimal Respon Jumlah Bucket Putaran Maksimal yaitu pada Jumlah Bucket 16 buah Menghasilkan Putaran Turbin Sebesar 419,7 Rpm dan power maksimal menghasilkan beban Turbin sebesar 382,2 watt

Kata-Kata Kunci : Turbin Air; Jumlah Bucket; Daya Turbin

I. Pendahuluan

Pembangkit listrik tenaga air saat ini menjadi salah satu pilihan dalam memanfaatkan sumber energi, namun pemanfaatan yang ada masih menggunakan teknologi yang sederhana. Pembangkit listrik jenis ini dalam proses pembuatannya sangat ekonomis, tetapi masih dalam skala kecil. Artinya pembangkit-pembangkit seperti ini hanya mampu mencukupi pemakaian energi listrik untuk sejumlah rumah saja.

Turbin pelton merupakan salah satu jenis mesin fluida dari kelompok-kelompok mesin tenaga yang dapat merubah energi fluida menjadi energi mekanis berupa putaran poros turbin, kemudian energi mekanis pada putaran poros turbin tersebut digunakan untuk memutar generator dengan menggerakkan air sebagai fluida kerja [1].

Turbin Pelton terdiri dari satu set sudu jalan yang di putar oleh pancaran air yang di semprotkan dari satu atau lebih alat yang di sebut nozzle. Nozzle merupakan komponen yang sangat penting pada turbin pelton, yang berfungsi untuk mengubah head tekanan menjadi head kecepatan sehingga aliran air keluar nozzle mempunyai kecepatan yang tinggi. Desain nozzle mengacu kepada dalil Torricelliyaitu kecepatan keluar nozzle sama dengan kecepatan jatuh bebas partikel fluida dari permukaan beaasnya. Penampang nozzle yang digunakan pada turbin pelton adalah berbentuk lingkaran. dilakukan dengan mengatur kecepatan aliran air yang keluar melalui nosel menggunakan variasi pembukaan katub jarum yang terdapat pada nozzle. Namun untuk memperoleh jenis nozzle yang dilengkapi dengan katub jarum sulit didapatkan dan walaupun ada harganya cukup mahal [2].

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. Setelah alat tersebut selesai di rancang dan di buat, maka akan dilakukan pengujian terhadap turbin tersebut untuk melakukan pengujian terhadap alat tersebut.

1.1 Tujuan Penelitian

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

1.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan informasi ilmiah dalam pengujian prestasi turbin pelton dengan jumlah sudu.
2. Sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya bidang konversi energi dan energi berkelanjutan.
3. 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 :

1. Jumlah nozzle yang digunakan terdiri dari 2 buah nozzle.
2. Simulasi hasil data percobaan dikontrol dengan menggunakan mikrokontrol Arduino Uno dan di program dengan menggunakan software Arduino IDE.
3. Jumlah bucket yang di uji yaitu 16, 18 dan 20 buah.

II. Metodologi Penelitian

2.1 Tempat dan Waktu

A. Tempat

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

B. Waktu

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

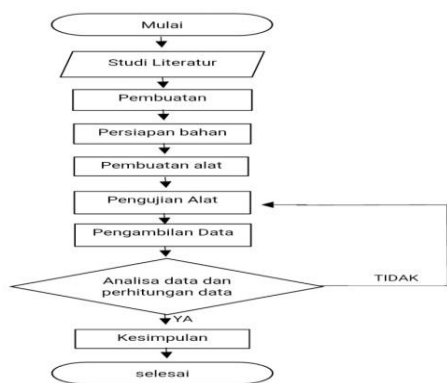
Alat

1. Mesin BubutTurbin 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

a. Perhitungan rata flow air (debit air) turbin pelton dilakukan dengan menggunakan alat flow meter. Pada pengujian ini dilakukan dengan menggunakan jumlah bucket. Pada tabel 4.1 dapat diketahui bahwa pengujian dengan menggunakan jumlah bucket pada perbandingan jumlah bucket dapat mencapai daya output maksimal yaitu 460 Watt pada Jumlah Bucket 20 dan Flow airnya sebesar 375

b. 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 jumlah bucket 16 dengan flow air 300 l/menit pada head 7 m :

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

$$P_{out} = 1000 \times 0,005 \times 9,81 \times 7$$

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

Pengujian menggunakan Jumlah bucket 18 dengan flow air 300 l/menit pada head 8 m :

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

$$P_{out} = 1000 \times 0,005 \times 9,81 \times 8$$

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

Pengujian menggunakan Jumlah bucket 20 dengan flow air 300 l/menit pada head 7 m :

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

$$P_{out} = 1000 \times 0,00625 \times 9,81 \times 7$$

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

Pengujian menggunakan Jumlah Bucket 16 dengan flow air 375 l/menit pada head 8 m :

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

$$P_{out} = 1000 \times 0,00625 \times 9,81 \times 8$$

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

Pengujian menggunakan Jumlah bucket 18 dengan flow air 375 l/menit pada head 8 m :

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

$$P_{out} = 1000 \times 0,005 \times 9,81 \times 8$$

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

Pengujian menggunakan Jumlah bucket 20 dengan flow air 375 l/menit pada head 7 m :

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

$$P_{out} = 1000 \times 0,00625 \times 9,81 \times 7$$

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

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 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.

Efisiensi Turbin

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

$$n_t = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad 4.2$$

Di mana :

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

Pengujian menggunakan 2 nozzle dan jumlah bucket 16 dengan daya hasil 343,35 watt :

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

$$n_t = \frac{343,35}{416} \times 100\%$$

$$n_t = 0,8 \%$$

Pengujian menggunakan 2 nozzle dan jumlah bucket 18 dengan daya hasil 392,4 watt :

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

$$n_t = \frac{392,4}{230} \times 100\%$$

$$n_t = 9,1 \%$$

Pengujian menggunakan 2 nozzle dan jumlah bucket 20 dengan daya hasil 429,18 watt :

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

$$n_t = \frac{429,18}{167} \times 100\%$$

$$n_t = 2,5 \%$$

Pengujian menggunakan 2 nozzle dan jumlah bucket 16 dengan daya hasil 490,5 watt :

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

$$n_t = \frac{490,5}{26} \times 100\%$$

$$n_t = 18,8 \%$$

Pengujian menggunakan 2 nozzle dan jumlah bucket 18 dengan daya hasil 429,18 watt :

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

$$n_t = \frac{392,4}{434} \times 100\%$$

$$n_t = 0,9 \%$$

Pengujian menggunakan 2 nozzle dan jumlah bucket 20 dengan daya hasil 490,5 watt :

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

$$n_t = \frac{429,18}{167} \times 100\%$$

$$n_t = 2,5 \%$$

Data efisiensi turbin dengan menggunakan 2 nozzle yang sudah dikelola kemudian disajikan dalam bentuk table, 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 %.

3.2 Analisa Menggunakan Metode Taguchi

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)

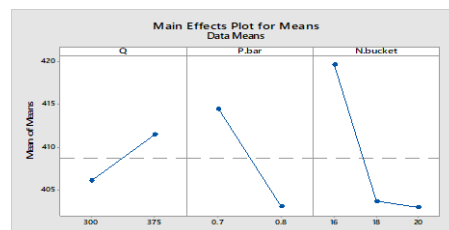
Dalam penelitian menggunakan Maksud dari taguchi L-36 (2³ dan 3¹) yaitu :

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

3.3 Grafik Hasil Penelitian Menggunakan Metode Taguchi

Diameter Nosel

1. Grafik Penelitian Putaran (RPM)



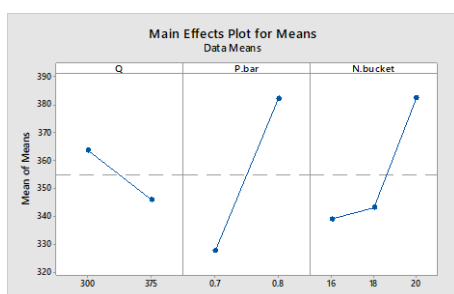
Gambar 2. Grafik Penelitian Putaran (RPM)

Berdasarkan Hasil Dari Grafik Pengujian Turbin Pelton dengan menggunakan metode Taguchi, Respon Jumlah Bucket Putaran Maksimal yaitu pada Jumlah Bucket 16 buah Menghasilkan Putaran Turbin Sebesar 419,7 Rpm.

Tabel 1. Response Table for Means

Level	Q	P.bar	N.bucket
1	406,1	414,5	419,7
2	411,5	403,1	403,8
3			403,0
Delta	5,4	11,4	16,7
Rank	3	2	1

Dari analisa menggunakan metode taguchi L-36 (2^2 dan 3^1) putaran (Rpm) maksimal generator terdapat pada Jumlah Bucket 16 buah, pada tinggi jatuh air 8 m, dan flow air $375\text{m}^3/\text{s}$ dan putaran(Rpm) minumumnya pada Jumlah bucket 20 buah, pada tinggi jatuh air 7 m dan flow air $300\text{m}^3/\text{s}$.

**Gambar 3. Grafik Power (Watt)****Tabel 2. Response Table for Means**

Level	Q	P.bar	N.bucket
1	363,9	327,8	339,2
2	346,1	382,2	343,3
3			382,5
Delta	17,8	54,4	43,3
Rank	3	1	2

IV. Kesimpulan Dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian ataupun penelitian yang dilakukan terhadap turbin pelton dengan variasi jumlah bucket Dengan menggunakan Metode Taguchi, Maka Dapat Disimpulkan Bahwa:

1. Daya maksimal turbin pelton pada putran generator menghasilkan putran sebesar 1800 rpm menghasilkan beban 460 watt.
2. Efisiensi terbesar yang dihasilkan pada daya maksimum turbin yaitu daya 490,5 watt dengan efisiensi nya sebesar 18,8 %..
3. Berdasarkan Pengujian Turbin Pelton dengan menggunakan metode Taguchi, Nilai Maksimal Respon Jumlah Bucket Putaran Maksimal yaitu pada Jumlah Bucket 16 buah Menghasilkan Putaran Turbin Sebesar 419,7 Rpm dan power maksimal menghasilkan beban Turbin sebesar 382,2 watt.

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.
4. Bagi yang berminat untuk melanjutkan penelitian ini boleh juga memodifikasi nosel dengan berbagai ukuran.

Daftar Pustaka

- [1]. 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>
- [2]. Hadimi, Supandi, & Rohermanto, A., 2006, *Rancang Bangun Model Turbin Pelto Mini Sebagai Media Simulasi/Praktikum Mata Kuliah Konversi Energi Dan Mekanika Fluida*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknika, 9(1), 16–24.
- [3]. 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.
- [4]. Mubarak, A. S., 2017, *Pengaruh Berat Bucket Terhadap Putaran dan Torsi Pada Turbin Pelton*. 2 (2502). Pltmh, A. P. (n.d.). Ii. tinjauan pustaka.
- [5]. Prapti, C. (n.d.). *Analisa Turbin Pelton Berskala Mikro Pada Pembuatan Instalasi Uji Laboratorium*.
- [6]. 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
- [7]. Widodo, S., Suharno, K., Mujiarto, S., Rif, N., & Rasyidi, at., 2018, *Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Terhadap Daya Yang Dhasilkan*. Journal of Mechanical Engineering, 2(2), p-ISSN