

OPTIMASI KINERJA TURBIN PELTON RESPON KEMIRINGAN BUCKET DENGAN DIAMETER NOSEL MENGGUNAKAN SOFTWARE STATISTIKA

Rizky Gunawan

Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan
Email : rizkygunawan657@gmail.com

Junaidi

Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan

Fadly kurniawan

Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan

Abstract

Pelton turbine is a type of impulse turbine that converts all water energy into velocity energy before entering the turbine runner. The power generated in the water turbine (Pelton turbine) varies depending on the flow or flow of incoming water to turn the turbine. This research was conducted in the mechanical engineering laboratory of the Faculty of Mechanical Engineering, Universitas Harapan Medan. The experimental method is the method used in this study. Pelton Turbine performance optimization of bucket slope response and nozzle diameter using statistical software. Based on the results of the Pelton Turbine Testing Graph using the Taguchi method, the response of the bucket slope with the Maximum Rotation nozzle diameter, namely at -8° Bucket slope, produces a turbine rotation of 416.7 Rpm with a nozzle diameter of 19 mm. while with maximum power, the bucket tilt of 8° produces a turbine load of 405 watts with a diameter of 19 mm.

Keywords:

Bucket; Disk; nozzle

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. optimasi kinerja Turbin Pelton Respon Kemiringan bucket dan Diameter Nosel menggunakan perangkat lunak Statistika. Berdasarkan Hasil Dari Grafik Pengujian Turbin Pelton dengan menggunakan metode Taguchi, Respon kemiringan bucket dengan Diameter nosel Putaran Maksimal yaitu pada kemiringan Bucket -8° Menghasilkan Putaran Turbin Sebesar 416,7 Rpm dengan Diameter Nosel 19 mm. sedangkan Dengan Power maksimal kemiringan Bucket 8° Menghasilkan Beban Turbin Sebesar 405 watt dengan Diamater 19 mm.

Kata Kunci:

Bucket; piringan; nosel

1. 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. Pengembangan turbin dalam penelitian-penelitian terus dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kinerja turbin. Menurut kinerjanya turbin dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya: kecepatan aliran, sudut sudu, sudu pengarah, dimensi sudu, bentuk sudu dan jumlah sudu [1].

Energi fosil yang saat ini sedang digunakan harus dikurangi dengan cara mencari energi alternatif lainnya, seperti energi air [2]. Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan energi air (energi baru terbarukan). Hal ini disebabkan kondisi daerah Indonesia yang mempunyai banyak gunung dan perbukitan yang banyak di aliri air yang cukup potensial untuk dijadikan pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Besar potensi energi air di Indonesia adalah 74.976 MW, sebanyak 70.776 MW ada di luar Jawa, yang sudah dimanfaatkan adalah sebesar 3.105,76 MW sebagian besar berada di Pulau Jawa [3].

Air merupakan sumber energi yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik dengan memanfaatkan tenaga potensialnya. Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) adalah salah satu teknologi sudah terbukti ramah lingkungan dan tidak merusak lingkungan. Berbagai teknologi telah banyak diterapkan pada PLTA ini, baik dari sisi turbin maupun dari sisi instrumennya. Penggunaan turbin tergantung pada potensi head yang dimiliki. Seperti dalam hal ini turbin pelton yang menggunakan prinsip impuls memerlukan head yang cukup tinggi. Turbin jenis ini bekerja dengan memanfaatkan air jatuh ataupun ketinggian (*head*), kecepatan aliran, sudut sudu jumlah nosel, ukuran aliran dan jumlah sudu. Sejak munculnya turbin pelton, banyak kemajuan telah dibuat melalui penelitian metode percobaan laboratorium terutama pada parameter desain turbin seperti jumlah nosel, bukaan sudu pengarah, rasio diameter runner, lebar runner dan diameter nosel [4].

Rully Septiadi meneliti optimasi turbin pelton dengan menggunakan 3 nozzle dan variasi kemiringan hingga 15^o dengan menggunakan metode taguchi. Dari penelitian tersebut didapat pengaruh masing – masing faktor jumlah nozzle 781,29, diameter nozzle 800,78 dan kemiringan sudu 790,12, dan daya yang dihasilkan turbin sebesar 40,24 volt [5].

Berdasarkan latar belakang diatas peneliti akan melakukan penelitian pengujian turbin pelton dengan beberapa kombinasi parameter antara lain: diameter nosel, jumlah nosel, jumlah sudu, dan kemiringan sudu. Analisa optimasi menggunakan *Software* Statistika.

Tujuan Penelitian

- a. Dalam penelitian ini peneliti memiliki tujuan, antara lain: Tujuan Umum

penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui kinerja Turbin Pelton respon kemiringan bucket dengan diameter nosel menggunakan *Software* Statistika.

- b. Tujuan Khusus

Melalui penelitian ini, bagaimana kinerja Turbin Pelton respon kemiringan bucket dengan diameter nosel menggunakan *Software* Statistika untuk mengetahui:

1. Efisiensi Daya kinerja turbin pelton kemiringan bucket dengan diameter nosel.
2. Mencari Daya Output Maksimal Turbin pelton.

Mencari Nilai maksimal Perbandingan Respon kemiringan Bucket dengan Diameter Nosel menggunakan *Software* Statistika.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan informasi ilmiah dalam pengujian prestasi kinerja turbin pelton respon kemiringan sudu dengan diameter nosel dengan menggunakan *Software* Statistika.
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.

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. Nozzel yang digunakan terdiri dari 2 buah.
2. Diameter nozzle 19 mm, 22 mm dan 25 mm.
3. Kemiringan bucket menggunakan sudut -8^o dan 8^o.

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

2.2 Alat dan Bahan

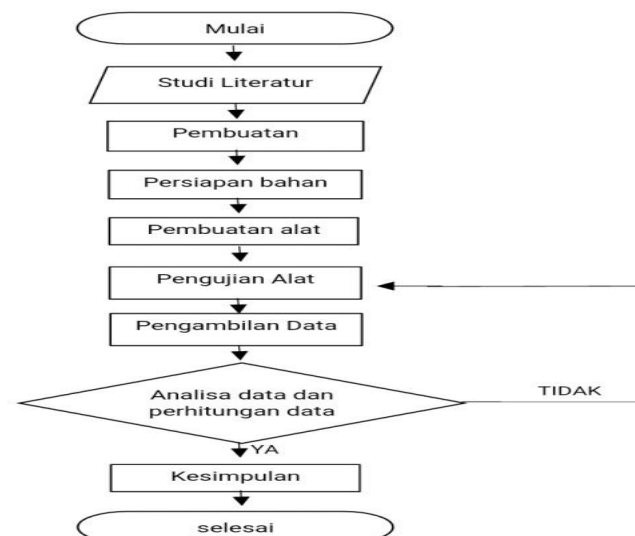
Alat

1. Mesin BubutTurbin peltonPressure gauge dan displayTachometer
2. Flow meter
3. Digital instrument
4. Generator
5. ArduinoLaptop

Bahan

1. Nosel
2. Bucket
3. Piringan

Diagram Alir



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

2.3 ANALISA DATA

Hasil Pengujian

Data ini didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan beberapa waktu yang lalu, dimana pengujian dilakukan dengan cara bervariasi kemiringan bucket dengan Diameter Nosel menggunakan *Software Statistika*.

Q (L/Min)	P.bar	A Bucket	D Nozle	Rpm	Power	P (watt)
300	0.7	8	19	390	340	1750
300	0.7	8	22	408	360	2510
300	0.7	8	25	420	200	2270
300	0.8	8	19	390	460	1670
300	0.8	8	22	412	440	2600
300	0.8	8	25	385	340	2380
375	0.7	8	19	400	460	1670
375	0.7	8	22	412	440	2600
375	0.7	8	25	355	460	2420
375	0.8	8	19	400	460	1670
375	0.8	8	22	412	440	2600
375	0.8	8	25	355	460	2420
300	0.7	-8	19	400	250	3780
300	0.7	-8	22	412	290	3700
300	0.7	-8	25	422	220	3570
300	0.8	-8	19	426	340	3830
300	0.8	-8	22	423	340	3750
300	0.8	-8	25	415	290	3640
375	0.7	-8	19	400	250	3780
375	0.7	-8	22	416	320	2960
375	0.7	-8	25	422	220	3570
375	0.8	-8	19	426	340	3830
375	0.8	-8	22	423	340	3750
375	0.8	-8	25	415	290	3640

Gambar 3.1 Tabel kemiringan bucket dengan diameter nosel

a. 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 :

$$P_{out} = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana ;

- P_{out} = Daya output turbin (watt)
- ρ = Massa jenis (kg/m³)
- Q = Flow air (m³/sec)
- g = Gravitasi (9,81 m/s²)
- h = head (m)

Pengujian menggunakan 2 nozzle dengan *flow* air 300 Liter/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 2 nozzle dengan *flow* air 300 L/menit pada head 8 m :

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

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

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

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

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

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

Pengujian menggunakan 2 nozzle dengan *flow* air 375 L/menit pada head 8 m :

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

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

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

Melalui perhitungan secara teoritis menunjukkan daya output yang dihasilkan berubah-ubah mengikuti flow ataupun debit air .Daya tertinggi terdapat pada flow air 0.00625 m³/syaitu 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.

b. Efisiensi Turbin

Efisiensi turbin adalah perbandingan daya yang dihasilkan dari generator dengan daya masuk. Daya masuk dihitung dari konsumsi daya listrik pompa air sebagai penyuplai air dimana dirumuskan sebagai berikut :

$$\eta_t = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana :

η_t = Efisiensi Turbin

P_{out} = Daya yang dihasilkan

P_{in} = Daya masuk

Pengujian menggunakan 2 nozzle pada flow air 300 L/menit dan kemiringan bucket 8° dengan Diameter Nosel 19 mm dengan daya hasil 460 watt pada tekanan air 0,8 bar :

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

$$\eta_t = \frac{460}{1670} \times 100\%$$

$$\eta_t = 28 \%$$

Pengujian menggunakan 2 nozzle pada flow air 300 L/menit dan kemiringan bucket -8° dengan Diameter Nosel 25 mm dengan daya hasil 220 watt pada tekanan air 0,7 bar :

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

$$\eta_t = \frac{220}{3570} \times 100\%$$

$$\eta_t = 6 \%$$

2.4 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.

a. 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

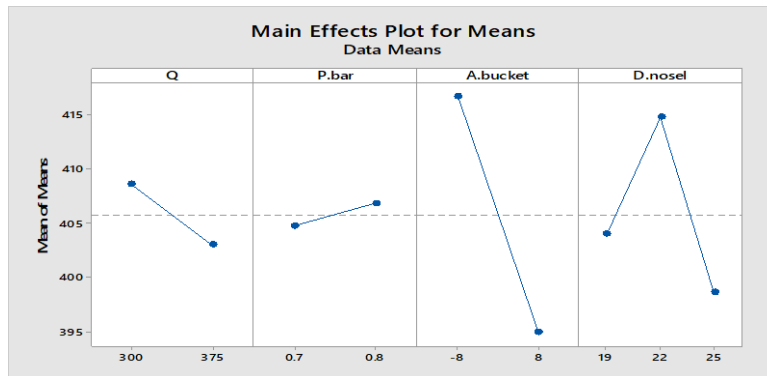
2³ = terdiri dari 2 level dalam 3 faktor

3¹ = terdiri dari 3 level dalam 1 faktor

2.5 Grafik Hasil Penelitian Menggunakan Metode Taguchi

A. Kemiringan Bucket Dengan Diameter Nosel

1. Grafik Penelitian Putaran (RPM)



Gambar 3.2 Grafik Putaran (Rpm) Kemiringan bucket dengan Diameter Nosel

Berdasarkan Hasil Dari Grafik Pengujian Turbin Pelton dengan menggunakan metode Taguchi, Respon kemiringan bucket dengan Diameter nosel Putaran Maksimal yaitu pada kemiringan Bucket -8 Menghasilkan Putaran Turbin Sebesar 416,7 Rpm dengan Diameter Nosel 19 mm.

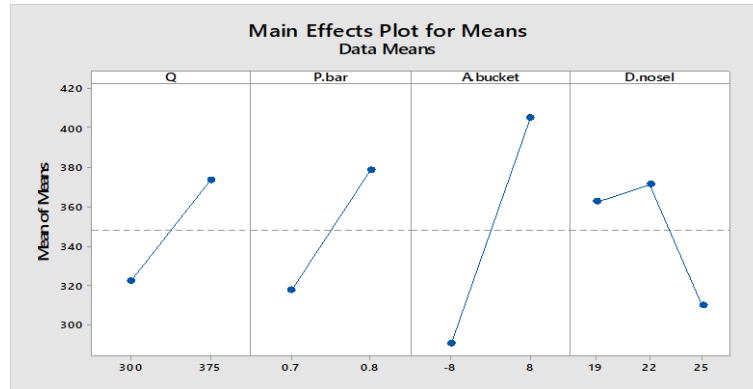
Tabel 3.1 putaran (Rpm) turbin menggunakan metode taguchi
Response Table for Means

Level	Q	P.bar	A.bucket	D.nosel
1	408,6	404,8	416,7	404,0
2	403,0	406,8	394,9	414,8
3				398,6

Delta	5,6	2,1	21,8	16,1
Rank	3	4	1	2

Dari analisa menggunakan metode taguchi L-36 (2^3 dan 3^1) putaran (Rpm) maksimal generator terdapat pada kemiringan bucket -8^0 dengan Diamater Nosel 19 mm, pada tinggi jatuh air 8 m, dan flow air $300\text{m}^3/\text{s}$ dan putaran(Rpm) minumunya pada kemiringan bucket 8^0 , pada tinggi jatuh air 7 m dan flow air $375\text{ m}^3/\text{s}$.

2. Grafik Penelitian Power (Watt)



Gambar 3.3 Grafik Power (Watt) Kemiringan bucket dengan Diameter Nosel

Namun untuk daya output daya turbin hasil analisa menunjukkan variabel yang berpengaruh pada daya output tubin maksimal berbeda yaitu pada kemiringan bucket 8^0 yang mencapai 405 watt dengan Diameter Nosel 22 mm.

Tabel 3.2 Power (watt) pada turbin menggunakan metode taguchi
Response Table for Means

Level	Q	P.bar	A.bucket	D.nosel
1	322,5	317,5	290,8	362,5
2	373,3	378,3	405,0	371,3
3				310,0
Delta	50,8	60,8	114,2	61,3
Rank	4	3	1	2

3. KESIMPULAN DAN SARAN

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 output maksimal turbin pelton dengan Pengujian menggunakan 2 nozzle dengan flow air 375 l/menit pada head 8 m dengan daya sebesar 490,5 watt.
2. efesiensi turbin dengan menggunakan 2 nozzle yang sudah dikelola efesiensi turbin maksimum dihasilkan dengan daya 460 watt dengan efesiensi sebesar 28 %, terdapat pada kemiringan bucket 8^0 pada Diameter nozzle 19 mm. Sedangkan efesiensi turbin manimum dihasilkan dengan daya 220 watt pada kemiringan bucket -8^0 dengan efesiensi turbin sebesar 6 % pada Diameter nozzle 25 mm.
3. Berdasarkan Hasil Dari Grafik Pengujian Turbin Pelton dengan menggunakan metode Taguchi, Respon kemiringan bucket dengan Diameter nosel Putaran Maksimal yaitu pada kemiringan Bucket -8^0 Menghasilkan Putaran Turbin Sebesar 416,7 Rpm dengan Diameter Nosel 19 mm. sedangkan Dengan Power maksimal kemiringan Bucket 8^0 Menghasilkan Beban Turbin Sebesar 405 watt dengan Diamater 22 mm.

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] Kristanto, Bambang, 2016. Analisa Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Kinerja Turbin Kinetik Tipe Poros Vertikal. Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- [2] Irawan, H., Syamsuri, and Rahmad, "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, 2018.
- [3] Lubis, A., "Energi terbarukan dalam pembangunan berkelanjutan," *J. Tek. Lingkung.*, vol. 8, no. 2, pp. 155–162, 2007.
- [4] Jember, U. and F. Teknik, "Makalah turbin pelton "," 2017.
- [5] Septiadi, R., "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. 2019, doi :10.35814/teknobiz.v9i1.885.
- [5] B. A. B. Ii, "LANDASAN TEORI Pengertian Turbin Air Turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air menjadi menjadi energi mekanik . Energi mekanik ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator . Turbin air dikembangkan pada abad 19 dan digunakan ."
- [6] P. A., Pltmh, "Ti. tinjauan pustaka."
- Prapti, C. "Analisa Turbin Pelton Berskala Mikro Pada Pembuatan Instalasi Uji Laboratorium."
- [7] Abdulkadir, M. 2018. "PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN TERHADAP KINERJA TURBIN ULIR." *KURVATEK* 2(1): 65–72. <https://journal.itny.ac.id/index.php/krvtk/article/view/555>.
- [9] L. B. Masalah, "Universitas Sumatera Utara 1," pp. 1–12, 1993.
- [10] Juhrodin, Udin. 2013. *Analisis Data Menggunakan Minitab 16*.
- [11] SmartStat. 2010. *Mengenal Boxplot and Whisker Plot*.