

OPTIMASI KINERJA TURBIN PELTON DENGAN MENGUNAKAN 2 NOZZLE DAN KEMIRINGAN BUCKET -8° DAN 8°

Jodi Simbolon¹, Junaidi², Fadly A. Kurniawan³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan

¹Email : satusimbolon45@gmail.com

Abstrak

Daya yang dihasilkan pada turbin air (turbin pelton) berubah-ubah tergantung flow 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. Dengan memvariasikan 2 nozzle, flow air (Q) pada 300 m³/s dan 375 m³/s, dan pada kemiringan bucket -8° dan 8° . Hasil penelitian yang diperoleh adalah: Pada kemiringan bucket -8° daya output turbin maksimum yang dihasilkan adalah sebesar 340 watt, dan daya output turbin minimumnya adalah sebesar 250 watt. Pada kemiringan bucket 8° daya output turbin maksimum yang dihasilkan sebesar 460 watt, dan daya output turbin minimumnya adalah sebesar 340 watt. Efisiensi terbesar terdapat pada daya maksimum turbin yaitu 460 watt dengan efisiensinya sebesar 16 %, yang terdapat pada kemiringan bucket 8° .

Kata kunci: Turbin Pelton, nozzle, kemiringan bucket

Abstrack

The power generated in the water turbine (Pelton turbine) varies depending on the flow of water entering the turbine. The 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. By varying the 2 nozzles, the flow of water (Q) at 300 m³ / s and 375 m³ / s, and at a bucket slope of -8° and 8° . The results obtained are: At -8° bucket slope the maximum turbine output power produced is 340 watts, and the minimum turbine output power is 250 watts. In the 8° tilt bucket, the maximum turbine output power generated is 460 watts, and the minimum turbine output power is 340 watts. The greatest efficiency is found in the maximum power of the turbine, which is 460 watts with an efficiency of 16%, which is found in the 8° tilt bucket.

Keywords: Pelton turbine, nozzle, tilt bucket

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan air sebagai pembangkit listrik terus dikembangkan baik dalam skala besar maupun skala sedang dan kecil. Turbin air merupakan salah satu alat konversi yang digunakan untuk memanfaatkan energi air, dengan mengkonversi energi fluida kerja air dan proses yang terjadi adalah energi kinetik air menjadi energi mekanis yang berupa putaran poros[1].

Salah satu turbin yang memanfaatkan energi kinetik aliran air yaitu turbin pelton atau turbin *implus* dimana turbin ini menggunakan *head* melalui pancaran air dari nosel dan meneruskan tenaga menjadi energi mekanik berupa putaran roda turbin yang tersambung dengan poros dan diteruskan alternator untuk menghasilkan tenaga listrik[2]. Kinerja dari suatu turbin pelton dipengaruhi oleh ketinggian, kecepatan aliran, sudut sudu, jumlah nozzle, ukuran aliran dan jumlah sudu. Jumlah sudu turbin pelton adalah salah satu variabel yang

sangat mempengaruhi putaran dan gaya tangensial dalam menentukan daya dan efisiensi sebuah turbin pelton[3].

Dalam mencapai performa kinerja turbin pelton, sudu mempunyai peranan penting dikarenakan pemanfaatan energi air yang ditambakan nosel ketitik lingkaran tusuk ini dilakukan dua kali, yang pertama energi pancaran air pada sudu-sudu pada saat air mulai masuk, dan yang kedua adalah daya dorong air pada sudu-sudu saat air meninggalkan runner. Kemiringan sudu juga akan berpengaruh dalam kinerja turbin pelton[4]. Penambahan jumlah sudu berarti menambah jumlah gaya tangensial sehingga hasilnya menjadi lebih besar, namun pertambahan jumlah sudu memungkinkan adanya pengurangan besar nilai dari masing-masing gaya tangensial tersebut secara individual tetapi resultan gayanya menjadi lebih besar, jadi dapat dikatakan bahwa dengan adanya pertambahan jumlah sudu akan menambah putaran dan gaya tangensial yang terjadi dan dengan sendirinya meningkatkan daya dan efisiensi turbin pelton,

untuk itu maka penelitian ini diarahkan untuk menentukan jumlah sudu yang ideal dengan kecepatan yang divariasikan dalam menghasilkan daya turbin yang maksimal[5],[6].

Rizky dkk meneliti kinerja turbin pelton dengan menggunakan 2 nozzle dan variasi kemiringan 0°. Dari penelitian tersebut didapat hasil daya yang output yang didapat 8° watt[7]. Rully Septiadi meneliti optimasi turbin pelton dengan menggunakan 3 nozzle dan variasi kemiringan hingga 15° dengan menggunakan metode taguchi. Dari penelitian tersebut didapat pengaruh masing – masing faktor jumlah nozzle 781,29, diameter nosel 800,78 dan kemiringan sudu 790,12, dan daya yang dihasilkan turbin sebesar 40,24 volt[8].

Dari kedua pengujian diatas, penulis ingin melanjutkan pengujian turbin pelton dengan mengambil nilai tengah dari kedua pengujian tersebut yaitu pada nilai -8° dan 8° dan dengan menggunakan beberapa variasi parameter yaitu dua nozzle, dengan diameter masing – masing 19 mm, jumlah bucket 20.

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 dengan diameter 19 mm.
2. Kemiringan bucket menggunakan sudut -8° dan 8°.
3. Dan jumlah bucket 20.

Adapun yang menjadi tujuan umumnya dari penelitian ini adalah untuk menganalisa optimasi kinerja turbin pelton dengan respon variasi kemiringan bucket turbin.

Adapun tujuan khusus dari pengujian ini adalah:

1. Untuk menghitung daya yang dihasilkan kerja turbin.
2. Untuk menganalisa nilai efisiensi dari kerja turbin.

2. METODOLOGI PENELITIAN

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

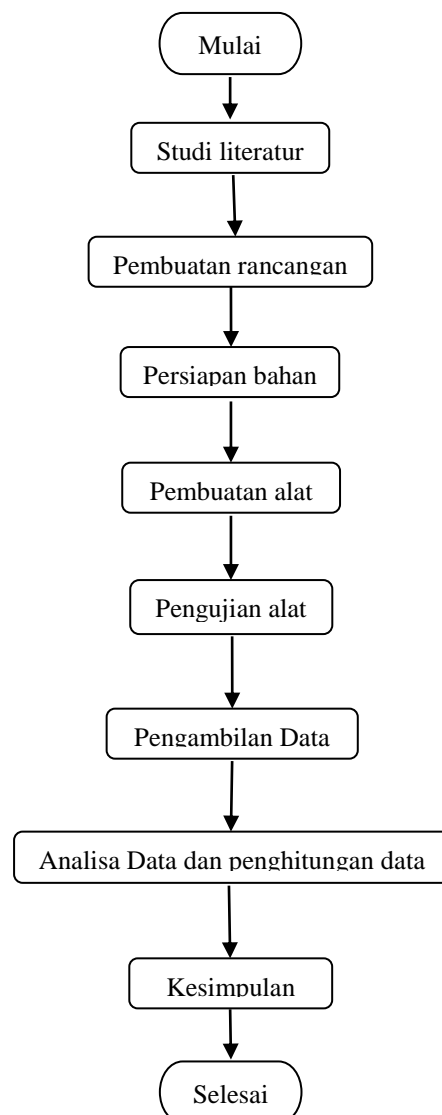
Waktu penelitian direncanakan mulai dari persetujuan yang diberikan oleh pengelola program dan komisi pembimbing, perencanaan dan pembuatan alat, pengambilan data dan pengolahan data sampai dinyatakan selesai.

Pengujian ini dilakukan dengan memvariasikan beberapa parameter jumlah nozzle yaitu 2 dengan diameter yang dipakai 19, 22, dan 24 mm, jumlah sudu 16, 18, dan 20, dan kemiringan bucket -8° dan 8°.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah, mesin bubut,turbin pelton sebagai alat pengujian, pressure gauge dan display, nozzle, piringan (disk), tachometer, flow meter, digital instrumen, generator, aurdino dan beban.

Bahan yang digunakan untuk pembuatan sudu dan piringan (disk) adalah almunium untuk menghindari pemasangan yang sulit jika terlalu berat dan anti korosi.

Secara garis besar pelaksanaan penelitian ini berurutan dan sistematis, seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian pada penelitian ini melakukan eksperimental dengan beberapa variabel yaitu kemiringan bucket -8° dan 8°. Data hasil pengujian dapat kita lihat dalam tabel 1.

Tabel 1. Data hasil pengujian menggunakan kemiringan bucket -8° dan 8°.

3.1 Daya Output Turbin (watt)

Q (l/min)	P.bar	A.bucket	N (Rpm)	Power (watt)
300	0,7	-8	400	250
300	0,7	-8	400	250
300	0,7	8	390	340
300	0,8	-8	426	340
300	0,8	8	390	460
300	0,8	8	390	460
375	0,7	8	400	460
375	0,7	8	400	460
375	0,7	-8	400	250
375	0,8	8	400	460
375	0,8	-8	426	340
375	0,8	-8	426	340

Berikut rumus untuk menghitung daya yang dihasilkan oleh turbin:

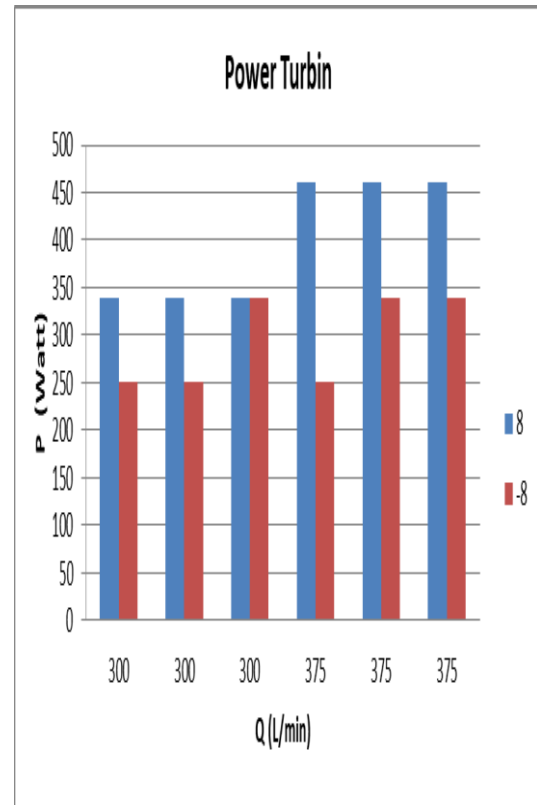
$$P_{out} = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h \quad 4.1$$

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)

Dari perhitungan hasil pengujian dapat dibandingkan daya output yang dihasilkan dengan menggunakan kemiringan bucket -8° dan 8°. Yang ditunjukkan pada gambar 2.

Dari gambar 2, menunjukkan perbandingan daya output turbin menggunakan kemiringan -8° dan 8°. Daya maksimal output turbin terdapat pada kemiringan bucket 8°, yaitu dengan daya output turbin sebesar 480 watt. Sedangkan pada kemiringan bucket -8° daya output turbin yang dihasilkan hanya sebesar 340 watt.



Gambar 2. Grafik perbandingan daya output menggunakan kemiringan bucket -8° dan 8°.

3.2 Efisiensi Turbin

Daya masuk dihitung dari konsumsi daya listrik pompa air sebagai penyuplai air dimana dirumuskan sebagai berikut:

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

Dimana :

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

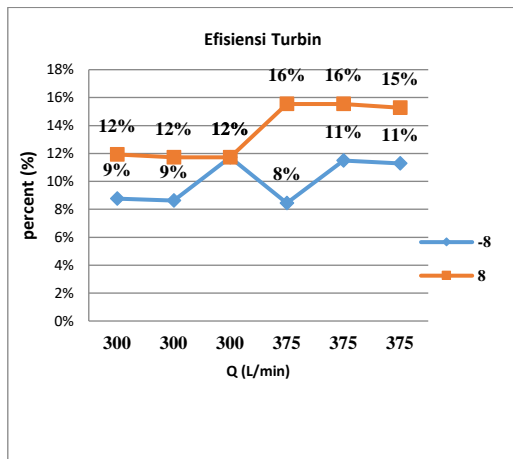
Dari perhitungan hasil pengujian dapat dibandingkan efisiensi turbin dengan menggunakan kemiringan bucket -8° dan 8°.

Tabel 2. Perbandingan Efesiensi turbin

Q (L/min)	Data - 8 Power (watt)	Data 8 Power (watt)	P kw	efisiensi 8	efisiensi -8
300	250	340	2850	12%	9%
300	250	340	2900	12%	9%
300	340	340	2900	12%	12%

375	250	460	2960	16%	8%
375	340	460	2960	16%	11%
375	340	460	3010	15%	11%

Dari data yang didapat, kemudian dibuat dalam sebuah plot grafik, yang di tunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Perbandingan efisiensi turbin menggunakan kemiringan bucket -8° dan 8°.

Dari grafik tersebut menunjukkan efisiensi terbesar terdapat pada kemiringan bucket 8° dengan efisiensi sebesar 16 %.

3.3 Analisa data menggunakan taguchi L-12 (2³)

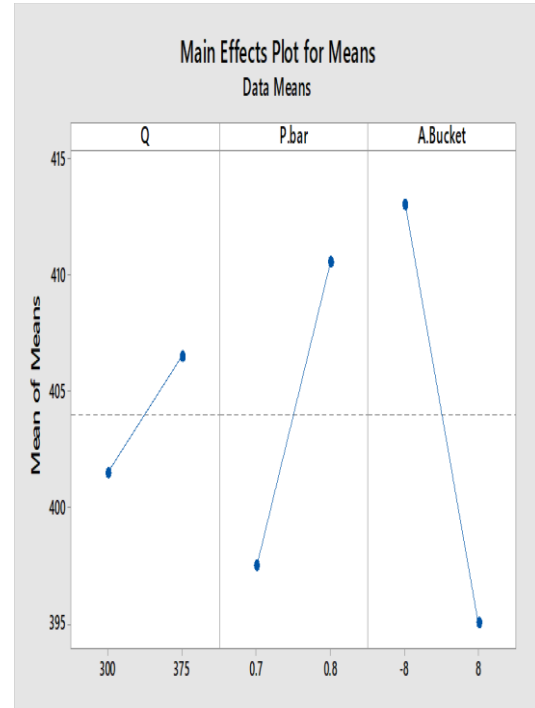
Analisa dalam penelitian ini juga menggunakan metode taguchi, untuk mengetahui level-level setiap parameter yang dipakai.

Tabel 3. Pungujian metode Taguchi L-12 (2³)

Q	P.bar	A.bucket	Rpm	Power
300	0,7	-8	400	250
300	0,7	-8	400	250
300	0,7	8	390	340
300	0,8	-8	426	340
300	0,8	8	390	460
300	0,8	8	390	460
375	0,7	8	400	460
375	0,7	8	400	460
375	0,7	-8	400	250
375	0,8	8	400	460
375	0,8	-8	426	340
375	0,8	-8	426	340

Dari analisa menggunakan metode taguchi L- 12 (23) putaran (Rpm) maksimal generator

terdapat pada kemiringan bucket -8°, pada tinggi jatuh air 8 m, dan flow air 375m³/s dan putaran(Rpm) minumumnya pada kemiringan bucket 8°, pada tinggi jatuh air 7 m dan flow air 300m³/s.



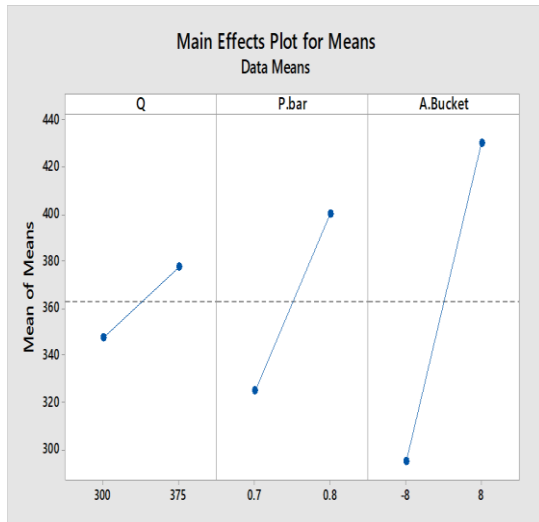
Gambar 4. Grafik Respon kemiringan bucket terhadap putaran (Rpm).

Dari hasil analisa, variabel yang berpengaruh pada putaran (rpm) adalah kemiringan bucket yaitu pada kemiringan -8° yang mencapai putaran 413 rpm.

Tabel 4. Rank kontribusi terbesar terhadap Rpm

Level	Q	P.bar	A.bucket
1	347,5	325,0	295,0
2	377,5	400,0	430,0
Delta	30,0	75,0	135,0
Rank	3	2	1

Dari analisa menggunakan metode taguchi L- 12 (23) daya output maksimal turbin pelton terdapat pada kemiringan bucket 8°, pada tinggi jatuh air 8 m, dan flow air 375m³/s dan daya minimum output terdapat pada kemiringan bucket - 8°, pada tinggi jatuh air 7 m dan flow air 300m³/s.



Gambar 5. Grafik Respon kemiringan bucket terhadap daya output turbin

Namun untuk daya output daya turbin hasil analisa menunjukan variabel yang berpengaruh pada daya output tubin tetap pada kemiringan bucket yaitu pada kemiringan 8° yang mencapai 430watt.

Tabel 5. Rank kontribusi terbesar terhadap daya output.

Level	Q	P.bar	A.bucket
1	347,5	325,0	295,0
2	377,5	400,0	430,0
Delta	30,0	75,0	135,0
Rank	3	2	1

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian ataupun penelitian yang dilakukan terhadap turbin pelton dengan memvariasikan kemiringan bucket -8° dan 8°, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dengan menggunakan kemiringan bucket -8° dan memvariasikan dengan 2 nozzle maka daya output turbin maksimum yang dihasilkan adalah 340 watt, dan sedangkan daya output turbin minimum yang dihasilkan adalah 250 watt.
2. Dengan menggunakan kemiringan bucket 8° dan memvariasikan dengan 2 nozzle maka daya output turbin maksimum yang dihasilkan adalah 460 watt, dan sedangkan daya output turbin minimum yang dihasilkan adalah 340 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 460watt dengan efisiensinya sebesar 16 %.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. sutrisna fendi, "Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)," *Ketenaga List. Indones.*, vol. 38, no. 1, p. 2050, 2011.
- [2] H. P. Sidik, G. Gunarto, and E. Sarwono, "ANALISIS PENINGKATAN EFESIENSI DAYA PADA SUDU TURBIN JENIS PELTON SKALA LABORATORIUM," *Suara Tek. J. Ilm.*, vol. 9, no. 2, Sep. 2018, doi: 10.29406/stek.v9i2.1535.
- [3] A. Yani, "RANCANG BANGUN ALAT PRAKTIKUM TURBIN AIR DENGAN PENGUJIAN BENTUK SUDU TERHADAP TORSI DAN DAYA TURBIN YANG DIHASILKAN," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, Oct. 2017, doi: 10.24127/trb.v6i1.463.
- [4] M. Abdulkadir, "PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN TERHADAP KINERJA TURBIN ULIR," *KURVATEK*, vol. 2, no. 1, pp. 65–72, Jan. 2018, doi: 10.33579/krvtk.v2i1.555.
- [5] M. M. Alnakhilani, Mukhtar, D. A. Himawanto, A. Alkurtehi, and D. Danardono, "Effect of the bucket and nozzle dimension on the performance of a pelton water turbine," *Mod. Appl. Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 25–33, 2015, doi: 10.5539/mas.v9n1p25.
- [6] T. Sarjana *et al.*, "PENGARUH JUMLAH BUCKET TERHADAP," 2018.
- [7] M. R. Harahap, "No TitleANALISIS PENGARUH JUMLAH DAN DAN PEMBUKAAN NOZZLE TERHADAP DAYA OUTPUT TURBIN PELTON," Universitas Harapan Medan, 2019.
- [8] R. Septiadi, "Optimasi Desain Turbin Pelton Menggunakan 3 Nozzle Dan Variasi Kemiringan Sudu Hingga 150 Menggunakan Metode Taguchi," *Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 13–18, Feb. 2019, doi: 10.35814/teknobiz.v9i1.885.