JME (Jurnal Mekanika dan Energi) STTR Cepu
ISSN: 2460-5751 *E-Mail*: jme@sttrcepu.ac.id

Pengaruh Variasi Jarak Nozel Pada Sudu Terhadap Daya Dan Efisiensi Yang Dihasilkan Oleh Miniatur Turbin Pelton

Sarjono [a]*, **Edi Susanto**[a]

[a]Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe, Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No. 1 Mentul, Cepu, Blora

*E-Mail: mbahssjon1961@gmail.com

Tentang naskah:
-di terima, 28 Sep. 2022
-diterbitkan, 30 Sep. 2022

Kata kunci:
Miniatur turbin pelton, Jarak nosel, Putaran sudu, Daya dan Efisiensi

Intisari

Penelitian ini dilakukan dengan cara mengkombinasikan variasi jarak nosel pada sudu yaitu 80 mm, 90 mm, dan 100 mm dengan putaran runner 200 rpm, 400 rpm 600 rpm, 800 rpm daan 1000 rpm. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jarak nosel. Jarak nosel pada sudu 80 mm dengan efisiensi 25% dan putaran terendah 200 rpm daya turbin yang dihasilkan sebesar 2 watt, dan pada putaran tertinggi 1000 rpm daya turbin yang dihasilkan 31,2 watt. Pada jarak 90 mm dengan efisiensi 20% dan putaran terendah 200 rpm daya turbin yang dihasilkan sebesar 2 watt, dan pada putaran tertinggi 1000 rpm daya turbin yang dihasilkan sebesar 28,8 watt. Pada jarak 100 mm dengan efisiensi 19% dan putaran terendah 200 rpm daya turbin yang dihasilkan sebesar 2 watt, dan pada putaran tertinggi 1000 rpm daya turbin yang dihasilkan sebesar 26,4 watt. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada jarak 80 mm menghasilkan daya yang maksimal dibanding pada jarak 90 mm dan 100 mm.

Keyword:
Pelton turbine miniature, Nozzle distance, Blade rotation, Power and Efficiency

Abstract

This study was conducted by combining variations of the nozzle distance on the blade, namely 80 mm, 90 mm, and 100 mm with runner rotations of 200 rpm, 400 rpm, 600 rpm, 800 rpm and 1000 rpm. This study aims to determine the effect of variations in nozzle spacing. The nozzle spacing at the blade is 80 mm with an efficiency of 25% and the lowest rotation is 200 rpm the turbine power produced is 2 watts, and at the highest rotation is 1000 rpm the turbine power produced is 31.2 watts. At a distance of 90 mm with an efficiency of 20% and the lowest rotation of 200 rpm the turbine power generated is 2 watts, and at the highest rotation of 1000 rpm the turbine power generated is 28.8 watts. At a distance of 100 mm with an efficiency of 19% and the lowest rotation of 200 rpm the turbine power generated is 2 watts, and at the highest rotation of 1000 rpm the turbine power generated is 26.4 watts. The results showed that at a distance of 80 mm produces maximum power compared to a distance of 90 mm and 100 mm.

1. Pendahuluan

Keberadaan wilayah Indonesia yang begitu beragamnya sangat mendukung pencarian sumber energi baru yang *renewable* sebagai sumber energi alternatif yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan suplai energi yang terus meningkat. Salah satu sumber energi lternatif yang dapat dikembangkan adalah PLTA. Turbin Pelton berfungsi mengubah energi potensial menjadi energi mekanik berupa putaran poros turbin yang selanjutnya diubah menjadi energi listrik pada generator.

Matthew Gass, (2002) telah melakukan penelitian tentang Modifikasi nosel dengan mengubah sudut ujung nosel dan cincin dudukan (*seat ring*), yang semula cincin dudukan 80^o dengan sudut nosel sebesar 60^0 diubah menjadi cincin dudukan 90^0 dengan sudut nosel 50^0. Hasil yang diperoleh dari modifikasi nosel tersebut adalah suatu peningkatan efisiensi di atas 0.5% pada kondisi 60% beban penuh dan peningkatan sebesar 0.9% pada kondisi 100% pembukaan jarum.

Gatot Sumarno dkk (2012), melakukan penelitian tentang pengaruh jumlah dan posisi nosel terhadap unjuk kerja turbin pelton mikro untuk sistem pembangkit listrik tenaga mikro hidro. Jumlah dan posisi nosel mempengaruhi kinerja turbin pelton mikro. Turbin dengan jumlah nosel dua (posisi miring) menghasilkan kualitas jet yang paling baik sehingga daya yang dihasilkan paling besar. Karakteristik jet aliran yang dihasilkan oleh nosel pada permukaan *bucket* terbaik pada turbin dengan jumlah nosel satu, dan turbin dengan jumlah nosel satu sangat cocok diterapkan pada daerah potensi aliran air

rendah, dan turbin dengan jumlah nosel dua sangat cocok untuk potensi aliran air yang tinggi.

Sahid dkk. (2005) juga melakukan penelitiang tentang Modifikasi geometri nosel dengan mengubah bentuk penampang nosel menjadi segi empat. Penampang nosel divariasikan menurut rasio panjang dan lebar segi empat (R), masing-masing adalah 0, 67; 0,83; 1,0; dan 1,2. Hasil uji karakteristik terhadap turbin Pelton menunjukkan nosel berpenampang segi empat dengan R = 1,0 memberikan efek paling baik terhadap efisiensi turbin. Efisiensi turbin meningkat 18 persen jika dibanding dengan menggunakan nosel berpenampang lingkaran. Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka perlu dilakukan penelitian tentang Pengaruh Variasi Jarak Nozel Pada Sudu Terhadap Daya dan Efisiensi yang dihasilkan oleh Miniatur Turbin Pelton.

Sehubungan dengan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh variasi jarak nosel pada sudu dan daya dan efisiensi yang dihasikan oleh miniatur turbin pelton.

2. Kerangka Teori

2.1 Turbin Pelton

Turbin Pelton merupakan turbin impuls, yang prisip kerjanya mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik dalam bentuk pancaran air. Pancaran air yang keluar dari mulut *nozzle* diterima oleh sudu-sudu pada roda jalan sehingga roda jalan berputar. Dari putaran inilah menghasilkan energi mekanik yang memutar poros generator sehingga menghasilkan energi listrik. Turbin Pelton mempunyai empat komponen utama yaitu:

1. Sudu turbin
   Sudu Turbin *Pelton* merupakan komponen yang berfungsi untuk merubah energi air menjadi energi mekanik berupa torsi pada poros sudu dimana aliran air yang disemprotkan oleh *nozzle* kearah sudu mengakibatkan daun-daun sudu terdorong dan berputar.
2. Nosel
   Nosel berfungsi untuk mengarahkan pancaran air ke sudu-sudu turbin dan mengatur kapasitas air yang masuk ke turbin. Pada turbin pelton mungkin dikonstruksikan dengan nosel lebih dari satu buah. Pada poros mendatar dilengkapi satu atau dua nosel.
3. Rumah Turbin.
   Rumah Turbin ini berfungsi sebagai tempat kedudukan roda jalan dan penahan air yang keluar dari sudu-sudu turbin. Agar raner tidak terendam, rumah turbin harus cukup tinggi diatas muka air. Konstruksinya harus cukup kuat untuk perlindungan seputar dari kemungkinan mangkok atau raner rusak dan terlempar saat turbin beroperasi.
4. *Bracking jet*
   Digunakan untuk menghentikan turbin. Jika turbin akan dihentikan, *nozzle* harus ditutup rapat, tetapi karena adanya momen inersia dari *runner* dan peralatan lain yang terhubung padanya, biasanya *runner* tetap berputar untuk waktu tertentu.untuk menghindarkan hal tersebut digunakan bracking jet yang menyemprot *runner* pada arah yang berlawanan.

2.2 Pemilihan Jenis Turbin

Tabel 1. Pemilihan Jenis Turbin Berdasarkan Kecepatan Spesifik

Putaran (rpm)	Jenis Turbin
4 – 35	Turbin Pelton dengan 1 nozzle
17 – 50	Tubin Pelton dengan 2 nozzle
24 – 70	Turbin Pelton dengan 3 nozzle
80–120	Turbin Francis dengan putaran rendah
120–220	Putaran Francis dengan putaran normal
220–350	Turbin Francis dengan putaran tinggi
350–430	Turbin Francis dengan putaran ekspres
300–1000	Turbin Propeller dan Turbin Kaplan

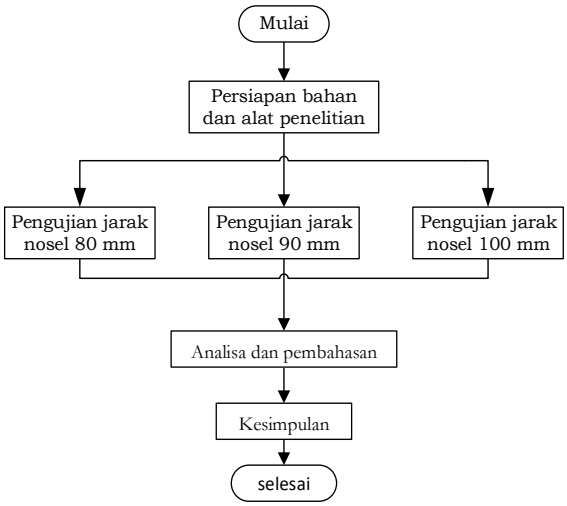
2.3 Kerugian Gesekan Pada Turbin Pelton

Head losses merupakaan rugi-rugi energi yang terjadi pada instalasi turbin air sehingga energi *output* turbin berkurang

1. Kerugian Mayor (*Head Loss Major*)
   Kerugian mayor adalah kerugian gesekan sepanjang aliran (pipa). Besarnya faktor gesekan tergantung pada : (1) kecepatan aliran fluida dalam pipa (v), (2) diameter pipa (d), (3) massa density (ρ), (4) viskositas kinematik (v), dan (5) faktor kekasaran suatu bahan
2. Kerugian Minor (*Head Loss Minor*)
   Kerugian minor adalah kerugian gesekan yang disebabkan oleh : (1) katup, (2) belokan, (3) pembesaran mendadak, (4) pengecilan mendadak, (5) pembesaran perlahan, dan (6) pembesaran tiba-tiba.

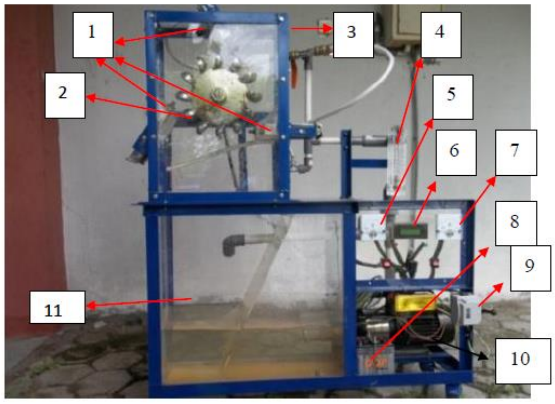
3. Metodologi

3.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

Di bawah ini adalah sebuah instalasi miniatur turbin pelton sebagai alat uji penelitian



Gambar 2. Instalasi miniatur turbin pelton

keterangan gambar: (1) Nosel, (2) Sudu dan runner, (3) Alternator, (4) Flowmeter, (5) Voltmeter, (6) Tachometer, (7), Amparemeter, (8) Accumulator, (9) Saklar, (10) Pompa, dan (11) Bak Penampung

Adapun prosedur penelitian adalah sebagai berikut:

1. Persiapan alat, Pemasangan nosel dengan diameter 4 mm.
2. Pengisian bak penampung air hingga *suction* pompa terendam oleh air.
3. Pengukuran jarak nosel menggunakan jangka sorong
4. Penyetelan jarak nosel sesuai yang ditentukan yaitu 80 mm, 90 mm, dan 100 mm
5. Kemudian nyalakan pompa sentrifugal dan tachometer dengan menekan tombol **ON** pada tachometer kemudian tekan tombol merah untuk *reset* dan tombol hijau untuk mulai.

3.2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dan alat penelitian terdiri atas: Nozel, Sudu turbin, Altenator, Flowmeter, Tachometer, Amperemeter, Accumulator, Pompa dengan spesifikasi

Merk : Grunfos
Tipe : CH4-40A-WACV6E
Model : H44502104– P10939
Frekuensi : 50 hz
Tegangan : 220–240 volt
Arus : 3,9 ampere
Daya : 1160 watt
Tekanan : 6 – 10 bar
Suhu : 40 – 90 ^{o}C
Head : 20,5 – 34 m

Bak penampung, Pressure Gauge, Pipa, dan Katup pengatur

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil pengujian

Tabel 2. Hasil pengujian dengan jarak nosel 80 mm

Putaran (rpm)	*Pressure head* (kg/cm^2)			Kapasitas air (lpm)			Volt (v)	Arus (A)
200	0,5	0,5	0,5	13	13	12,5	10	0,18
400	0,75	0,75	0,8	16	17	16	10	0,5
600	1,25	1,25	1,20	25	25	26	10	1,2
800	1,65	1,70	1,80	30	30	32	11	2,4
1000	2,65	280	3,8	34	35	34	12	2,6

Tabel 3. Hasil pengujian dengan jarak nosel 90 mm

Putaran (rpm)	*Pressure head* (kg/cm^2)			Kapasitas air (lpm)			Volt (v)	Arus (A)
200	0,5	0,5	0,5	12	11	11	10	0,2
400	0,9	0,8	0,9	15	15	15	10	0,5
600	1,5	1,6	1,5	22	22	21	10	1,2
800	2,2	2,2	2,2	32	33	32	11	2,5
1000	2,8	2,8	2,8	32	32	32	12	2,8

Tabel 4. Hasil pengujian dengan jarak nosel 100 mm

Putaran (rpm)	*Pressure head* (kg/cm^2)			Kapasitas air (lpm)			Volt (v)	Arus (A)
200	0,5	0,5	0,5	13	13	12,5	10	0,18
400	0,75	0,75	0,8	17	17	17,5	10	0,5
600	1,25	1,25	1,2	28	27	28	11	1,2
800	1,65	1,7	1,8	27	27	28	12	2,2
1000	2,65	2,8	3,8	37	33	38	12	2,4

Tabel 5. Hasil pengujian *head* (ketinggian)

Putaran (rpm)	*Head* (ketinggian) m		
	Jarak nosel 80 mm	Jarak nosel 90 mm	Jarak nosel 100 mm
200	5,00	5,00	5,00
400	8,60	7,83	7,60
600	15,60	14,30	12,30
800	22,00	20,60	17,60
1000	28,00	27,10	24,00

Tabel 6. Hasil pengujian Kapasitas Turbin

Kapasitas Turbin (Q) m3/detik

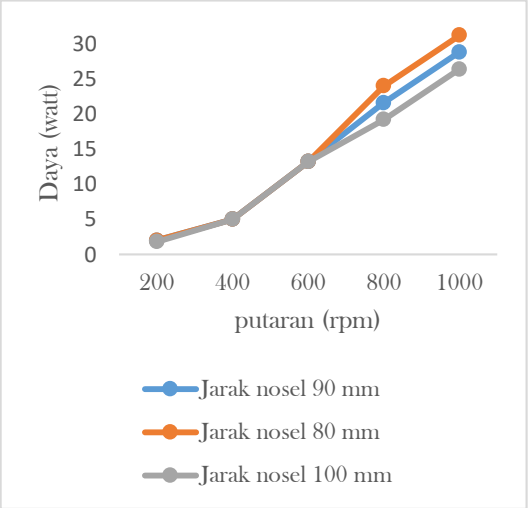
Putaran (rpm)	Jarak nosel 80 mm	Jarak nosel 90 mm	Jarak nosel 100 mm
200	0,00019	0,00021	0,00021
400	0,00025	0,00027	0,00029
600	0,00036	0,00042	0,00046
800	0,00046	0,00051	0,00056
1000	0,00043	0,00058	0,00063

Tabel 7. Daya turbin jarak nosel 80 mm

Putaran (rpm)	Daya Turbin (watt)		
	Jarak nosel 80 mm	Jarak nosel 90 mm	Jarak nosel 100 mm
200	2,0	2,0	1,8
400	5,0	5,0	5,0
600	13,2	13,2	13,2
800	24,0	21,6	19,2
1000	31.2	28,8	26,4

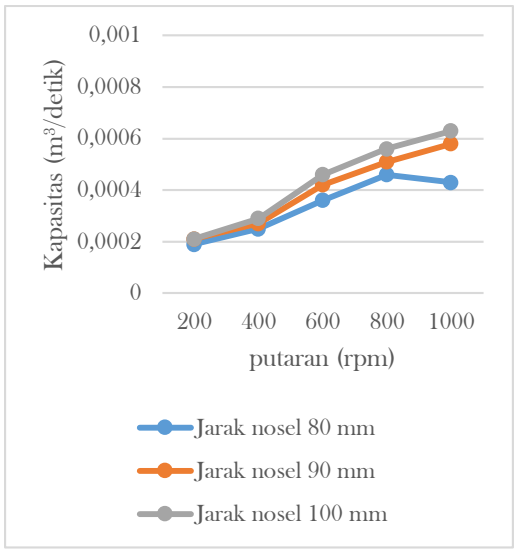
4.2. Pembahasan

Gambar 2 di bawah adalah grafik hubungan *head* dan putaran. Penggunaan jarak nosel 80 mm menghasilkan head (ketinggian) yang paling besar. Hal ini disebabkan pancaran air ke *bucket* lebih cepat sehingga tekanan yang diterima oleh *bucket* juga semakiin besar.



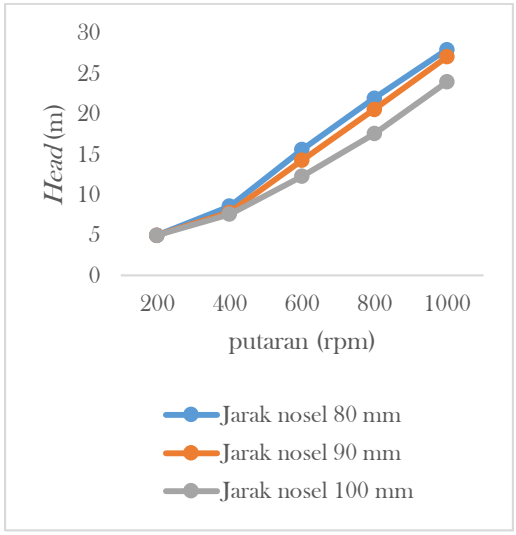
Gambar 3. Grafik hubungan daya dan putaran

Gambar 3 menjelaskan hubungan jarak antar nosel dengan daya yang dihasilkan. Ternyata jarak nosel yang lebih kecil mampu membangkitkan daya yang lebih besar, hal ini disebabkan pancaran air yang mengensi nosel akan menggerakkan sudu turbin lebih cepat, sehingga putaran poros turbin yang dikopel langsung dengan generator akan menyebabkan generator berputr lebih cepat dan enghasilkan daya yang maksimal.



Gambar 4. Grafik hubungan kapasitas dan putaran

Gambar 4 menunjukkan grafik hubungsn kapasitss dengan putaran turbin. Pada nosel dengan jarak 100 mm menghsilkan kapasitas yang maksimal, hal ini disebabkan pada waktu yang sama kapasitas air yang dihasilkan lebih banyak.



Gambar 5. Grafik hubungan *head* dan putaran

Gambar 5 menunjukkan bahwa jarak nosel 80 mm menghasilkan head yang maksimal, hal ini disebabkan pancsran air lebih cepat mengenai nosel dan menyebabkan putaran sudu turbin lebih cepat pula.

5. Simpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada jarak nosel pada sudu 80 mm dengan putaran 1000 rpm menghasil kan daya turbin terbesar yaitu 31,2 Watt, apabila dibandingkan dengan jarak nosel pada 90 mm dan 100 mm yang hanya menghasilkan daya turbin sebesar 28,8 Watt, dan 26,4 Watt pada putaran yang sama.
2. Pada jarak nosel pada sudu 80 mm memiliki efisiensi turbin terbaik yaitu 25 %, dibandingkan pada pada jarak 90 mm dan 100 mm memiliki efisiensi 20 %, dan 19 %.
3. Semakin dekat jarak nosel pada sudu semakin besar daya dan efisiensi yang dihasilkan oleh miniatur turbin pelton.

Daftar Pustaka

Wibowo Prayatmo, 2007, *Turbin air* Edisi kedua-yogyakarta; Graha Ilmu.

Cokorda Prapti, *Analisa Turbin Pelton Bersekala Mikro Pada Pembuatan Instalasi Uji Labolatorium*, Teknik Mesin, Universitas Gunadarma

Muhammad Irsyad, *Kinerja Turbin Air Darrieus Dengan Sudu Hydrofoil Standar Naca 6512,* Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung

Sri Purnomo Sari, *Pengaruh Jarak dan Ukuran Nosel Pada Putarn Sudu Terhadap Daya Listrik Turbin Pelton*, Teknik Mesin, Universitas Gunadarma.

Google picture, gambar turbin pelton, diakses melalui situs internet : http://www.google.com/pict.

Wikipedia, *Spray Nozzle*, Internet:http://en.wikipedia.org/wiki/Spray_Nozzle.