
Pengaruh Variasi Diameter dan Jarak Nosel Terhadap Daya dan Efisiensi Turbin Pelton

Sarjono

Staf Pengajar (Jurusan Teknik Mesin, STTR Cepu)

E-mail: mbahjon1961@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of variations in diameter and number of nozzles on the power and efficiency of the Pelton turbine. The research method is experimentally using a miniature Pelton turbine installation with 3 nozzles. Variations in nozzle diameters of 4 mm, 5 mm, and 6 mm with a nozzle distance of 80 mm, 90 mm, and 100 mm and variations in rotation from 300 to 700 rpm. The results showed that the nozzle diameter of 6 mm and the distance of the nozzle to the blade of 80 mm produced maximum turbine power and efficiency, namely 30.00 watts and 34.79%, respectively.

Keywords: efficiency, nozzle diameter and spacing, pelton turbine, power.

INTISARI

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi diameter dan jumlah nosel terhadap daya dan efisiensi yang dihasilkan turbin pelton. Metoda penelitian secara eksperimen menggunakan instalasi miniatur turbin pelton dengan jumlah nosel 3 buah. Variasi diameter nosel 4 mm, 5 mm dan 6 mm dengan jarak nosel 80 mm, 90 mm, dan 100mm serta variasi putaran 300 sampai dengan 700 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada diameter nosel 6 mm dan jarak nosel terhadap sudu 80 mm menghasilkan daya turbin dan efisensi yang maksimal yaitu sebesar 30,00 watt dan 34,79%.

Kata Kunci: diameter dan jarak nosel, daya, efisiensi, turbin pelton.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi yang sangat mendukung adanya sumber energi baru yang *renewable* sebagai sumber energi alternatif. Salah satu sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan adalah pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Penggunaan turbin air jenis mikro *hydro* merupakan salah satu pengembangan pemanfaatan energi terbarukan dengan kapasitas ≤ 100 KW (Dietzel, F., 1993).

Sistem mikrohidro telah dikembangkan di beberapa negara untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah pedalaman antara lain *Peltric Set* di Nepal, *Columbian Alternator System* di Kolombia, dan *Pico Power Pack* di Amerika. Ketiga sistem tersebut menggunakan turbin impuls sebagai penggerak (Maher and Smith, 2001).

Kinerja turbin pelton dipengaruhi oleh kualitas aliran jet. Kualitas aliran jet akan berpengaruh terhadap karakteristik aliran selama berinteraksi dengan permukaan sudu (*bucket*). Analisis aliran jet pada permukaan sudu turbin dilakukan secara numerik maupun eksperimen. Nosel yang dipakai dalam penelitian tersebut adalah tunggal dan berpenampang lingkaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas aliran jet berpengaruh pada distribusi tekanan dan medan kecepatan pada permukaan sudu sehingga terjadi peningkatan daya dan efisiensi turbin (Kvicinsky dkk, 2002).

Matthew Gass, (2002) telah melakukan penelitian dengan memodifikasi nosel. Sudut ujung nosel yang semula 60° dan cincin dudukan (*seat ring*) 80° diubah menjadi cincin dudukan 90° dengan sudut nosel 50° . Hasil penelitian tersebut adalah adanya peningkatan efisiensi di atas 0.5% pada kondisi 60% beban penuh dan peningkatan sebesar 0.9% pada kondisi 100% pembukaan jarum.

Kemudian Purnomo (2011) dalam penelitiannya menyatakan bahwa nosel berpenampang segi empat dengan R:1,0 memberikan efek paling maksimal terhadap efisiensi turbin. Efisiensi turbin meningkat 18 % jika dibanding dengan menggunakan nosel berpenampang lingkaran.

Jumlah nosel mempengaruhi kinerja turbin pelton mikro. Karakteristik jet aliran yang dihasilkan oleh nosel pada permukaan *bucket* yang optimal adalah pada jumlah nosel satu. Turbin pelton dengan jumlah nosel satu cocok diterapkan pada daerah potensi aliran air rendah, dan

turbin pelton dengan jumlah nosel dua untuk potensi aliran air yang tinggi (Gatot Sumarno dkk, 2012).

Jarak nozzle berpengaruh terhadap daya listrik yang dihasilkan. Hasil maksimal terjadi pada kombinasi nozzle 3 mm dan 5 mm yaitu pada bukaan katup 85° dengan hasil daya listrik sebesar 2,7 Watt (sri Purnomo, 2011).

Turbin Pelton adalah turbin impuls, yang prinsip kerjanya mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik dalam bentuk pancaran air. Pancaran air yang ke luar dari mulut *nozzle* diterima oleh sudu-sudu pada roda jalan sehingga roda jalan berputar.

Komponen utama turbin pelton adalah: Sudu turbin, Nosel, Rumah Turbin, dan *Bracking Jet*. Sudu turbin berfungsi untuk mengubah energi yang terkandung dalam air menjadi energi mekanik dalam poros turbin. Sudu turbin berbentuk mangkok, dipasang disekeliling roda jalan (*runner blade*). Nosel berfungsi: (1) Mengarahkan pancaran air ke sudu turbin, (2) Mengubah tekanan menjadi energi kinetik, dan (3) Mengatur kapasitas air yang masuk ke turbin. Rumah Turbin berfungsi sebagai tempat kedudukan roda jalan dan penahan air yang ke luar dari sudu-sudu turbin. Konstruksinya harus kuat untuk menahan tekanan air dari *runner blade*.

Jika turbin akan dihentikan, *nozzle* harus ditutup rapat, tetapi karena adanya momen inersia dari *runner blade* dan peralatan lain yang terhubung padanya, biasanya *runner blade* tetap berputar untuk waktu tertentu. Untuk menghindarkan hal tersebut digunakan *bracking jet* yang menyemprot *runner blade* pada arah yang berlawanan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian disajikan dalam tabel 1 sampai dengan 6 berikut ini.

Tabel 1. Hasil pengujian pada diameter nosel 4 mm

Putaran (rpm)	Kapasitas (Q: m ³ /s)	Head (H: m)	Daya (N: W)	Efisiensi (η : %)
300	0,000250	9,00	4,00	18,14
400	0,000283	16,00	8,00	18,03
500	0,000383	25,00	15,40	16,41
,600	0,000466	38,00	22,80	13,14
700	0,000566	56,00	27,60	8,88

Tabel 2. Hasil pengujian pada diameter nosel 5 mm

Putaran (rpm)	Kapasitas (Q: m ³ /s)	Head (H: m)	Daya (N: W)	Efisiensi (η : %)
300	0,000330	8,50	9,00	32,74
400	0,000433	15,00	11,00	17,28
500	0,000499	23,00	20,90	18,58
,600	0,000583	34,00	27,60	14,21
700	0,000683	53,00	30,00	8,46

Tabel 3. Hasil pengujian pada diameter nosel 6 mm

Putaran (rpm)	Kapasitas (Q: m ³ /s)	Head (H: m)	Daya (N: W)	Efisiensi (η : %)
300	0,000550	8,00	15,00	34,79
400	0,000633	14,00	25,00	28,79
500	0,000700	22,00	30,00	19,88
,600	0,000800	32,00	30,00	11,96
700	0,000883	46,00	30,00	7,54

Tabel 4. Hasil pengujian pada jarak nosel 80 mm

Putaran (rpm)	Kapasitas (Q: m ³ /s)	Head (H: m)	Daya (N: W)	Efisiensi (η : %)
300	0,000220	6,80	3,50	24,96
400	0,000250	8,60	5,00	26,62
500	0,000305	12,10	9,10	29,15
,600	0,000360	15,60	13,20	30,24

700	0,000410	18,80	18,60	30,12
-----	----------	-------	-------	-------

Tabel 5. Hasil pengujian pada jarak nosel 90 mm

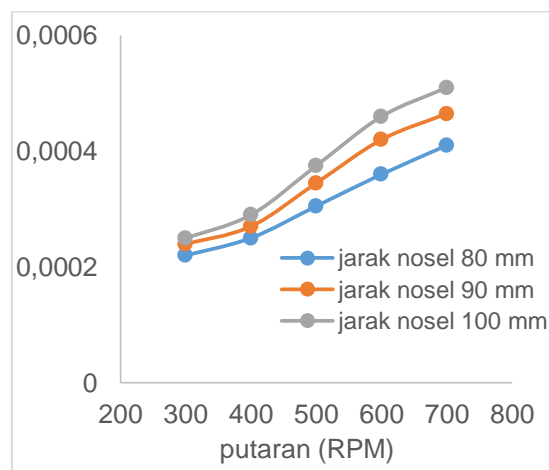
Putaran (rpm)	Kapasitas (Q: m ³ /s)	Head (H: m)	Daya (N: W)	Efisiensi (η : %)
300	0,000240	6,41	3,50	22,60
400	0,000270	7,83	5,00	23,92
500	0,000345	11,06	9,10	22,69
600	0,000420	14,30	13,20	22,26
700	0,000465	17,45	17,40	21,37

Tabel 6. Hasil pengujian pada jarak nosel 100 mm

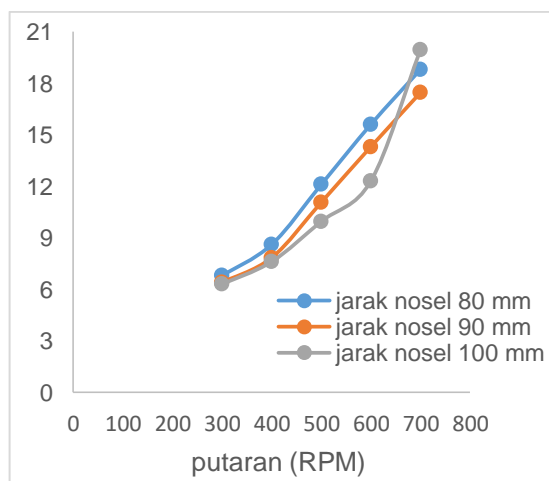
Putaran (rpm)	Kapasitas (Q: m ³ /s)	Head (H: m)	Daya (N: W)	Efisiensi (η : %)
300	0,000250	6,30	3,40	19,55
400	0,000290	7,60	5,00	20,57
500	0,000375	9,95	9,10	19,13
600	0,000460	12,30	13,20	18,64
700	0,000510	19,95	16,20	17,00

2. Pembahasan

Dari hasil pengujian, diperoleh grafik sebagai berikut. Gambar 1. adalah kapasitas turbin terhadap putaran pada variasi jarak nosel. Gambar 2 adalah head turbin terhadap putaran pada variasi jarak nosel

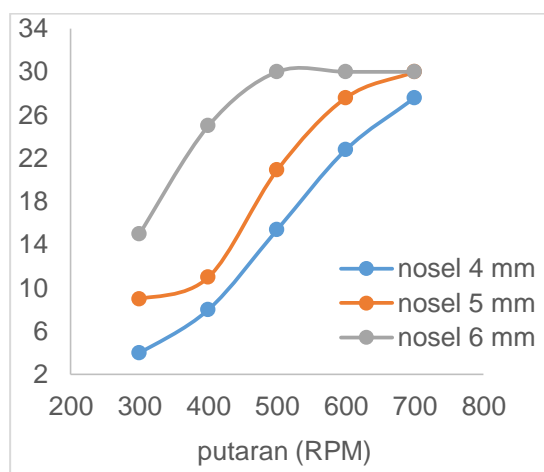


Gambar 1. Kapasitas turbin terhadap putaran pada variasi jarak nosel.



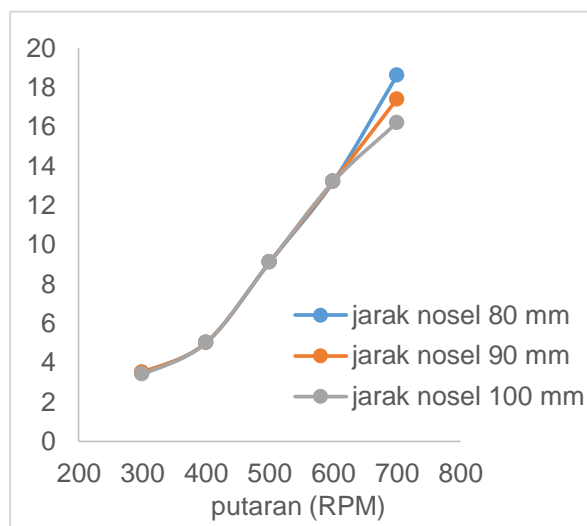
Gambar 2. Head turbin terhadap putaran pada variasi jarak nosel.

Gambar 3. adalah grafik daya terhadap putaran turbin pada variasi diameter nosel 4 mm, 5 mm, dan 6 mm.



Gambar 3. Grafik daya terhadap putaran pada variasi diameter nosel

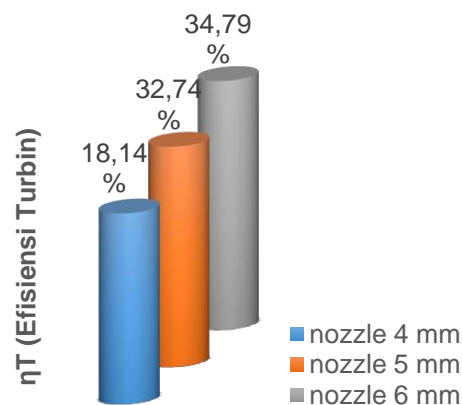
Gambar 3 menunjukkan bahwa daya maksimal yang dihasilkan oleh turbin adalah pada penggunaan diameter nosel 6 mm, hal ini disebabkan oleh pembesaran diameter lubang nosel yang mengakibatkan peningkatan kapasitas air yang diterima oleh *runner blade*, sehingga akan menyebabkan terjadinya peningkatan daya yang dihasilkan oleh turbin. Pada gambar 4 menunjukkan daya yang dihasilkan turbin pada variasi jarak nosel 80 mm, 90 mm, dan 100 mm.



Gambar 4. Grafik daya terhadap putaran pada variasi jarak nosel

Pada jarak nosel 80 mm sebagaimana ditunjukkan pada gambar 7, daya yang dihasilkan oleh turbin adalah yang paling maksimal, hal ini disebabkan oleh tingginya kecepatan air yang memancar pada runner blade, sehingga putaran turbin akan semakin meningkat dan akan menghasilkan energi listrik yang maksimal. Pada jarak nosel yang semakin jauh dengan runner blade, kecepatan pancaran air semakin berkurang sehingga daya turbin yang dihasilkan semakin menurun.

Gambar 5 menunjukkan grafik efisiensi yang dihasilkan turbin pelton dengan variasi diameter nosel dan jarak antar nosel.



Gambar 5 Grafik perbandingan persentase efisiensi turbin pelton

Efisiensi maksimal sebesar 20,59% dihasilkan oleh turbin dengan diameter nosel 6 mm, hal ini disebabkan adanya peningkatan kapasitas air yang memutar *runner blade* sehingga akan menyebabkan daya yang dihasilkan meningkat.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan daya turbin maksimal dihasilkan oleh penggunaan diameter nosel 6 mm dan jarak antar nosel 80 mm, dengan efisiensi turbin maksimal 34,79%, terjadi pada penggunaan diameter nosel 6 mm. Pada putaran 300 sampai dengan 700 rpm variasi jarak nosel tidak memberikan efek pada daya yang dihasilkan, tetapi setelah melewati putaran 700 rpm, dampak dari penggunaan jarak nosel 80 mm, 90 mm, dan 100 mm mulai berbeda, karena kecepatan pancaran air yang tinggi akan menyebabkan putaran turbin semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Dietzel, F., 1993. *Turbin Pompa dan Kompresor*, Erlangga, Jakarta.
- Gatot Sumarno, Sahid, Sunarwo, 2012. Pengaruh Jumlah Nosel terhadap Unjuk Kerja Turbin Pelton Mikro Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro, *Prosiding Workshop dan Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian*, Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Jawa Tengah, Semarang.
- Kvicinsky.S, JL Kueny, F Avellan, E Parkinson. 2002. Experimental and Numerical Analysis of Free surface flows in A Rotating Bucket. *Proceedings of the xxist IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems*. Lausann.
- Maher, P, Smith, N., 2001, *Pico Hydro for Village Power, Practical Manual for Schemes Up to 5 kW in Hilly Areas*.
- Matthew Gass, 2002, *Modification of Nozzles For The Improvement of Efficiency of Pelton Type Turbines*, Hetch Hetchy Water and Power, Moccasin Ca USA.
- Muhammad Irsyad, 2010, Kinerja Turbin Air Darrieus Dengan Sudu Hydrofoil Standar Naca 6512, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, volume 1 Nomor 2, Universitas Lampung.
- Sri Purnomo, 2011 *Pengaruh Jarak dan Ukuran Nosel Pada Putaran Sudu Terhadap Daya Listrik Turbin Pelton*, Teknik Mesin, Universitas Gunadarma.