

Analisa Pengaruh Diameter Nozzle Terhadap Kinerja Turbin Pelton

Billy Joanrhe Hukom¹, Corvis Rantererung², Agustina Kasa³

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Kristen Indonesia Paulus
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 13 Daya, Makassar 90243
Email : Billyhukom13@gmail.com

Abstrak

Turbin pelton adalah jenis turbin air implus yang memanfaatkan energi potensial air sebagai sumber listrik. Energi potensial yang terkandung dalam air dihasilkan dari air yang jatuh tinggi atau sebagai akibat dari pembuangan air yang mengalir dari sungai. Potensi kebutuhan air dengan head tinggi dan debit kecil menjadikan turbin Pelton pilihan yang tepat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh diameter nozzle terhadap kinerja turbin pelton. Setelah menganalisis data dari hasil yang diperoleh pada setiap variasi diameter yang telah diuji, kemudian buatlah grafik dengan menggunakan rata-rata Head sehingga dapat dilihat pengaruh Head terhadap Turbin Pelton. Prosedur pengujian yang dilakukan pada penelitian turbin pelton dengan mengatur variasi diameter nozzle. 1. Memeriksa instalasi turbin pelton, 2. Mengisi air kedalam drum air hingga terisi berkisar $\frac{3}{4}$ volume drum, 3. Tutup rumah turbin. Sambungkan cok listrik pada turbin pelton ke sumber listrik, 4. Nyalakan inverter frekuensi dan juga lampu pada setiap sambungan yang terpasang. Saat runner turbin sudah berputar, lihat data beban, kecepatan alir, kuat arus, tangan, tekanan suction, tekanan discharger yang tertera kemudian dicatat data tersebut, 5. Melihat kecepatan putaran generator dengan menggunakan tachometer digital yang dihubungkan pada poros generator, kemudian dicatat kecepatan putaran tersebut, 6. Melihat daya output, lalu dilihat lampu yang menyala pada saat pengujian, kemudian dicatat data tersebut, 7. Ulangi langkah 1-4 dengan mengatur diameter menggunakan inverter frekuensi sebesar 8,3 m (44hz) dan (8,1hz) untuk mendapatkan data selanjutnya, 8. Mengolah data penelitian yang didapatkan, 9. Mengalisa data penelitian untuk mengetahui hubungan antara variable yang telah ditentukan, 10. Menarik kesimpulan data penelitian untuk mengetahui hubungan antara hubungan varieable yang telah dientukan, 11. Dari pengujian ini didapatkan variasi diameter nozzle 19mm mendapatkan tekanan suction sebesar 1,97 P_{si} dan 1,95 P_{si} sedangkan tekanan discharge sebesar 14,28 P_{si} dan 14,22 P_{si} , Variasi diameter nozzle 23mm mendapatkan tekanan suction sebesar 2,30 P_{si} dan 2,30 P_{si} sedangkan tekanan discharge sebesar 14,36 P_{si} dan 14,35 P_{si} , Variasi diameter nozzle 25mm mendapatkan tekanan suction sebesar 2,43 P_{si} dan 2,40 P_{si} sedangkan tekanan discharge sebesar 14,43 P_{si} dan 14,46 P_{si} , Variasi diameter nozzle 28mm mendapatkan tekanan suction sebesar 2,79 P_{si} dan 2,42 P_{si} sedangkan tekanan discharge sebesar 14,50 P_{si} dan 14,55 P_{si} .

Kata Kunci: Turbin Pelton, Diameter Nozzle, Head.

Abstrack

Pelton turbine is a type of impulse water turbine that utilizes the potential energy of water as an electricity source. The potential energy contained in water is produced from water falling high or as a result of the discharge of water flowing from rivers. The potential need for water with a high head and small discharge makes the Pelton turbine the right choice. The aim of this research is to determine the effect of nozzle diameter on pelton turbine performance. After analyzing the data from the results obtained for each diameter variation that has been tested, then make a graph using the average Head so that you can see the influence of the Head on the Pelton Turbine. The test procedure carried out in the Pelton turbine research was by varying the diameter of the nozzle. 1. Check the pelton turbine installation, 2. Fill water into the water drum until it is filled to around $\frac{3}{4}$ of the drum volume, 3. Close the turbine housing. Connect the electric choke on the pelton turbine to the power source, 4. Turn on the frequency inverter and also the lights at each connection installed When the turbine runner is rotating, look at the data on load, flow speed, current strength, pressure, suction pressure, discharger pressure that are listed then record the data. 5. Look at the rotation speed of the generator using a digital tachometer connected to the generator shaft, then record it. rotation speed, 6. Look at the output power, then look at the light that is on during the test, then record the data, 7. Repeat steps 1-4 by setting the diameter using a frequency inverter of 8.3 m (44hz) and (8.1hz) to obtain further data, 8. Process the research data obtained, 9. Analyze the research data to determine the relationship between the variables that have been determined, 10. Draw conclusions from the research data to determine the relationship between the variable relationships that have been determined, 11. From this test It was found that variations in nozzle diameter of 19mm got suction pressures of 1.97 P_{si} and 1.95 P_{si} while discharge pressures were 14.28 P_{si} and 14.22 P_{si} . Variations in nozzle diameter of 23mm got suction pressures of 2.30 P_{si} and 2.30 P_{si} . discharge pressure of 14.36 P_{si} and 14.35 P_{si} , Variations in nozzle diameter of 25mm get suction pressures of 2.43 P_{si} and 2.40 P_{si} while discharge pressures of 14.43 P_{si} and 14.46 P_{si} , Variations in nozzle diameter of 28mm get pressure suction is 2.79 P_{si} and 2.42 P_{si} while discharge pressure is 14.50 P_{si} and 14.55 P_{si} .

Keywords: Pelton turbine, nozzle diamete, head.

1. Pendahuluan

Saat ini, kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat karena konsumsi industri dan rumah tangga semakin meningkat. Oleh karena itu, diperlukan sumber energi terbaruan alternatif untuk menggantikan energi fosil. Energi air adalah salah satu sumber energi terbaruan yang sangat besar di Indonesia.

PLTMH adalah contoh pembangkit listrik alternatif yang memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan jenis pembangkit listrik lainnya. Mereka lebih ramah lingkungan, tidak membutuhkan biaya oprasional yang mahal, dapat menekan kebutuhan akan bahan bakar fosil, dan cocok untuk daerah terpencil, di mana perawatannya mudah. Turbin pelton adalah jenis turbin air implus yang menggunakan energi potensial air yang terkandung dalam air.. Energi potensial yang terkandung dalam air berasal dari jatuh air yang tinggi atau dari debit air yang mengalir dari sungai. Karena head dan debit airnya kecil, turbin pelton adalah pilihan yang baik.

Dalam "turbin air dan kelengkapan mekanik teknik energi terbarukan", turbin pelton dan turbin implus dipengaruhi oleh tekanan air karena perbedaan ketinggian. Energi kinetik dari air diubah menjadi energi kinetik oleh nozzle, tanpa ada perubahan tekanan air sebelum dan sesudah runner.

Sebagai kesimpulan, jenis turbin air pelton adalah pilihan yang ideal. Dengan menggabungkan sudut bukaan katup dengan ukuran diameter nozzle tertentu, turbin akan bekerja lebih baik. Jumlah nozzle yang berbeda juga dapat meningkatkan performanya.

Turbin Pelton merupakan pembangkit energi listrik yang memanfaatkan air sebagai baling-baling atau ember pada roda putar turbin Pelton. Sehingga diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif pemenuhan kebutuhan energi listrik khususnya pada sektor industry. [1].

Salah satu jenis konverter energi terbarukan yang menghasilkan energi listrik bersih dan ramah lingkungan adalah PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro). Ada beberapa jenis turbin; Turbin Pelton merupakan salah satu yang dapat digunakan dengan PLTMH. Turbin Pelton merupakan turbin impuls, artinya energi kinetik udara menggerakkan turbin. Contoh turbin impuls adalah turbin Pelton, yang mengubah seluruh energi udara menjadi energi kecepatan sebelum memasuki runner turbin. Generator diputar oleh energi kecepatan untuk menghasilkan tenaga listrik. [2]. Salah satu jenis turbin impuls yang sering dijumpai pada pembangkit listrik tenaga air, seperti pembangkit listrik tenaga mikrohidro, adalah turbin Pelton. Efisiensi turbin Pelton yang sangat baik menjadi alasan dipilihnya turbin ini. Bagian utama turbin Pelton adalah nozel dan bilahnya.[3].

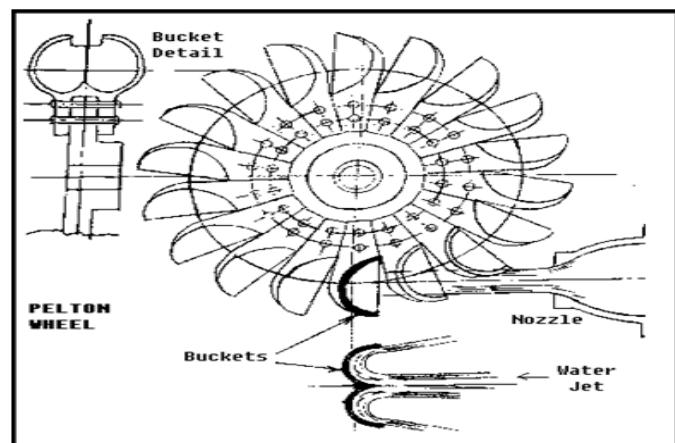
Berdasarkan temuan penelitian, daya turbin tertinggi dapat dihasilkan dengan diameter nosel 6 mm dan jarak antar nosel 80 mm. Hal ini menghasilkan efisiensi turbin maksimum sebesar 34,79%. Jarak nosel konstan antara putaran 300 dan 700 rpm. tidak mempengaruhi jumlah

tenaga listrik yang dihasilkan; Namun setelah turbin mencapai putaran 700 rpm, pengaruh penggunaan jarak nosel 80 mm, 90 mm, dan 100 mm mulai berubah karena kecepatan pancaran air yang tinggi akan menyebabkan putaran turbin meningkat.[4].

Temuan analisis menunjukkan bahwa areal perkebunan teh Pagilaran kini mengonsumsi energi sebesar 3,4 GWh, sedangkan areal perkebunan teh PT pada akhirnya akan mengonsumsi lebih banyak energi. Pagilaran memiliki potensi sebesar 4,25GW dan nilai saat ini sebesar 4,7 GWh. Proses pelayuan 15%, afdeling Pagilaran 54%, afdeling Andongsili 9%, afdeling Landak 4%, dan kereta gantung pengangkut daun teh 18% semuanya dilakukan dengan bantuan listrik PLTMH. potensi energi.[5]

2. Turbin Pelton

Turbin pelton merupakan turbin aksi atau impuls yang terdiri dari satu set mangkok yang diputar oleh pancaran air yang disemprotkan dari satu atau lebih ajet yang disebut nozzle. Nozzle adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai penyalur dan pengarah aliran air sebelum disemprotkan pada sudu turbin, dalam hal ini nozzle yang ada pada turbin pelton memiliki diameter yang lebih kecil daripada pipa air. Hal ini berfungsi untuk menambah kecepatan aliran air yang keluar dari nozel sehingga putaran turbin semakin cepat. Turbin pelton adalah salah satu jenis turbin yang paling efisien.



Gambar 1. Turbin Pelton

3. Metode

Dalam Penelitian ini akan dilaksanakan mulai bulan Mei hingga Juni 2023.

Penulis melakukan penelitian/pengujian di laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus.

4. Alat dan Bahan

a. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian/pengujian ini adalah:

- 1). Motor Pompa
- 2). Box Panel
- 3). Pipa PVC
- 4). Rumah Turbin
- 5). Nozzle
- 6). Runner
- 7). Bucket/Sudu
- 8). Air Conditioner (AC)

b. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian/pengujian ini adalah air.

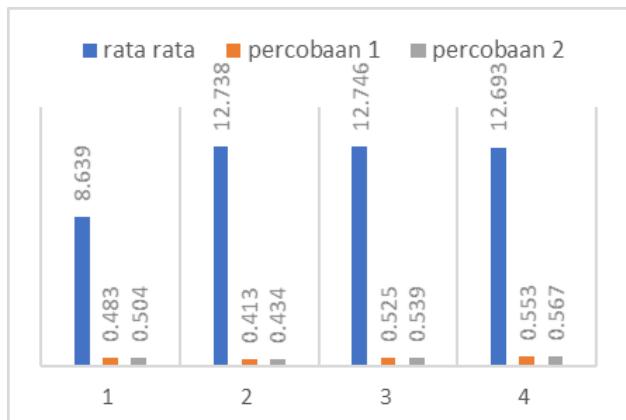
5. Prosedur Pengujian

Metode pengujian yang digunakan dalam penyelidikan turbin pelton untuk mengontrol variasi diameter nozzle.

- a. Pemeriksaan instalasi turbin pelton.
- b. Pengisian air kedalam drum air sampai terisi berkisar $\frac{3}{4}$ volume drum.
- c. Tutup rumah turbin.
- d. Sambungkan cok listrik pada turbin pelton ke sumber listrik.
- e. Nyalakan inverter frekuensi dan juga lampu pada setiap sambungan yang terpasang
- f. Saat runner turbin sudah berputar, lihat data beban, kecepatan alir, kuat arus, tengan, tekanan suction, tekanan discharger yang tertera kemudian dicatat data tersebut.
- g. Dengan menggunakan tachometer digital yang dihubungkan pada poros generator, Anda dapat melihat kecepatan putaran generator dan mencatat kecepatan putaran tersebut.
- h. Melihat daya output , lalu dilihat lampu yang menyala pada saat pengujian, kemudian dicatat data tersebut.
- i. Ulangi langkah 1-4 dengan mengatur diameter menggunakan inverter frekuensi sebesar 8,3 m (44hz) dan (8,1hz) untuk mendapatkan data selanjutnya.
- j. Mengolah data penelitian yang didapatkan.
- k. Mengalisa data penelitian untuk mengetahui hubungan antara variable yang telah ditentukan.
- l. Menarik kesimpulan data penelitian untuk mengetahui hubungan antara hubungan varieable yang telah dientukan.

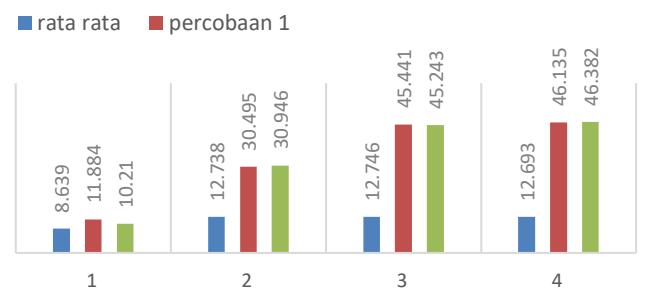
Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan analisis data dari hasil untuk masing-masing variasi diameter yang diuji, pengaruh Head terhadap Turbin Pelton dilihat dengan membuat grafik dengan Head rata-rata. Grafik ini dapat dilihat sebagai berikut :



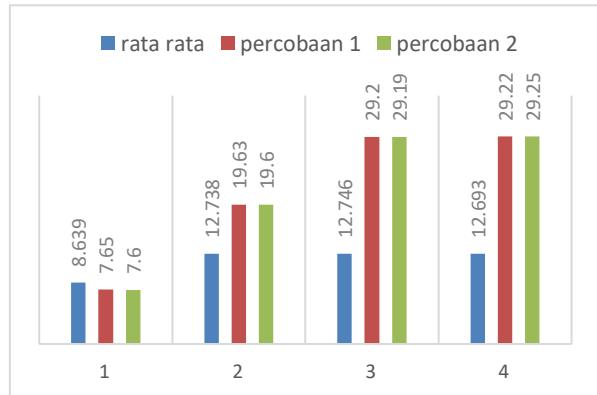
Gambar 2. Grafik Head Rata-rata Vs Daya Teori Turbin

Percobaan 2 menghasilkan daya teori tertinggi sebesar 74,432 Watt, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1, dengan head rata-rata 8,639 m dan kecepatan alir air 31 Rpm; percobaan 1 menghasilkan daya teori terkecil sebesar 64,259 Watt.



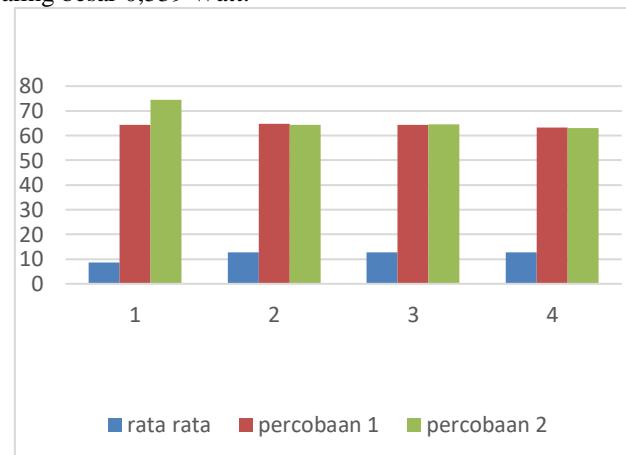
Gambar 3 Grafik Head Rata-rata Vs Rendemen Turbin

Percobaan 2 menghasilkan rendemen paling rendah 10,21 % pada head rata-rata 8,639 m, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2. Sebaliknya, percobaan 1 menghasilkan rendemen paling tinggi 45,441 % pada head rata-rata 8,746 m.



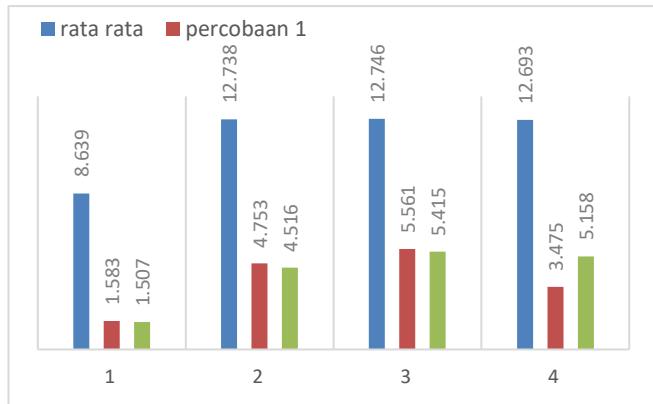
Gambar 4 Grafik Head Rata-Rata Vs Daya Listrik Input

Pada percobaan 1, Head rata-rata 8,639 m menghasilkan daya listrik input paling kecil 0,483 Watt, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3. Pada percobaan 2, Head rata-rata 12,746 m menghasilkan daya listrik input paling besar 0,539 Watt.



Gambar 5. Grafik Head Rata-Rata Vs Data Listrik Output

Percobaan 2 menghasilkan daya listrik paling kecil 7,6 Watt dari *Head* rata-rata 8,639 m, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Percobaan 1 menghasilkan daya listrik paling besar 29,2 Watt dari *Head* rata-rata 12,746 m.



Gambar 6 Head Rata-Rata Vs Unjuk Kerja Turbin

Percobaan 2 menghasilkan unjuk kerja paling kecil sebesar 1,507 persen dari *Head* rata-rata 8,639 meter, seperti yang ditunjukkan pada gambar 5. Percobaan 1 menghasilkan unjuk kerja paling besar sebesar 5,561 persen dari *Head* rata-rata 12,746 meter

Kesimpulan

Menurut hasil penelitian eksperimental pengaruh tinggi jatuh air (*Head*), dapat disimpulkan bahwa. Karena menggunakan Turbin Pelton, penentuan diameter NOZZLE dilakukan dengan cara mengatur frekuensi pompa kemudian didapat hasil perbedaan tekanan *discharge* dan tekanan *suction* pompa, kemudian perbedaan tekanan *discharge* dan tekanan *suction* pompa tersebut dikonversi menjadi meter kolom air sebagai *Head* untuk pengujian.

Saran

Pastikan instalasi pada turbin pelton dalam keadaan baik dan bagus terutama pada bagian rumah turbin.

1. Perlu menerapkan kedisiplinan dan hati-hati serta mengutamakan kesehatan dan keselamatan kerja

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada pembimbing yang selama ini membantu saya dalam mengerjakan skripsi beserta rekan-rekan teknik mesin 2019.

Daftar Pustaka

- [1] N. I. Riani, M. Masykur, and Z. Abidin, “ANALISIS PERFORMA TURBIN PELTON SUDU SEGITIGA DENGAN VARIASI SUDUT SEMPROT NOSEL,” *J. Mekanova Mek. Inov. Dan Teknol.*, vol. 8, no. 1, p. 113, Jun. 2022, doi: 10.35308/jmkn.v8i1.5512.
- [2] L. Auzan, “Analisis Tinggi Jatuh Air (Head) Terhadap Unjuk Kerja Turbin Pelton Skala Mikro,” vol. 1, 2021.
- [3] M. Mafruddin, R. M. Irawan, N. Setiawan, N. Rajabiah, and D. Irawan, “Pengaruh jumlah sudu dan diameter nozel terhadap kinerja turbin pelton,” *Turbo J. Program Studi Tek. Mesin*, vol. 8, no. 2, Jul. 2020, doi: 10.24127/trb.v8i2.1076.
- [4] S. Sarjono, “Pengaruh Variasi Diameter dan Jarak Nosel Terhadap Daya dan Efisiensi Turbin Pelton,” *J. Teknol.*, vol. 14, no. 2, pp. 180–185, Dec. 2021, doi: 10.34151/jurtek.v14i2.3716.
- [5] F. Aspriadi, M. Sulaiman, and W. Wilopo, “Perancangan Energi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kawasan Perkebunan Teh PT. Pagilaran Batang, Jawa Tengah,” *J. Otomasi Kontrol Dan Instrumentasi*, vol. 11, no. 1, p. 37, May 2019, doi: 10.5614/joki.2019.11.1.4.