
EKSPERIMEN PENENTUAN KINERJA PROTOTIPE TURBIN PELTON

Alviansyah Bugis¹, Azmain Noor Hatuwe²

^{1,2)} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ambon

¹⁾ riskibugis1998@gmail.com ²⁾ noor.azmain@gmail.com

Abstrak

Prototipe Turbin Pelton dibuat dengan diameter 46 cm, ukuran sudu-sudu turbin tinggi 5 cm dan lebar 8 cm. Bahan untuk membuat turbin pelton yaitu piringan turbin dari pelak sepeda berdiameter 32 cm, sudu-sudu turbin dari belahan pipa paralon berdiameter 1 inci dengan diberi lapisan piber untuk melekatkan belahan pipa paralon membentuk sudu-sudu turbin. Pompa berdaya 100 watt untuk mensuplay aliran air bertekanan ke nozel. Jumlah pompa yang dibutuhkan sebanyak 2 buah, dengan dua nozel. Dimana dua buah nozel diletakkan secara sejajar pada satu lobang, masing-masing nozel direncanakan menyemprot per belahan sudu-sudu.

Kinerja Turbin Pelton diketahui melalui proses pengujian. Tachometer digunakan untuk mengukur putaran pompa, data hasil pengujian ditambah dengan data yang diperoleh dari literatur digunakan untuk menghitung kinerja turbin pelton. Penentuan daya hanya sampai pada daya poros turbin.

Hasil pengujian memberikan informasi bahwa Turbin Pelton dapat berputar ketika menggunakan 1 nozzle dengan laju semprotan 6,29 m/detik, debit air 4,34 liter/menit menghasilkan putaran turbin 265 rpm daya turbin 2,65 Watt. Putaran turbin pelton meningkat ketika menggunakan 2 nozzle dengan laju semprotan 6,29 m/detik, debit air 8,75 liter/menit menghasilkan putaran 568 rpm dan daya turbin sebesar 11,38 watt.

Kata Kunci: Eksperimen, Kinerja, Turbin Pelton

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Turbin Pelton merupakan salah satu dari macam jenis turbin air. Turbin air berfaat untuk merubah energy potensial air menjadi energy mekanik, yang berguna untuk mengerakkan generator, pompa dan lainnya. Secara teori turbin pelton dapat dipelajari dan memahami karakteristiknya. Kemampuan menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi akan meningkat jika dapat membuat objek yang dipelajari, termasuk mempelajari turbin pelton. Akan lebih paham jika dapat membuat dan menguji turbin Pelton.

Turbin Pelton yang akan dibuat direncanakan berdiameter 46 cm dengan ukuran sudu-sudu turbin tinggi 5 cm dan lebar 8 cm. Bahan untuk membuat turbin pelton yaitu piringan turbin dari pelak sepeda berdiameter 32 cm, sudu-sudu turbin dari belahan pipa paralon berdiameter 1 inci dengan diberi lapisan piber untuk melekatkan belahan pipa paralon membentuk sudu-sudu turbin.

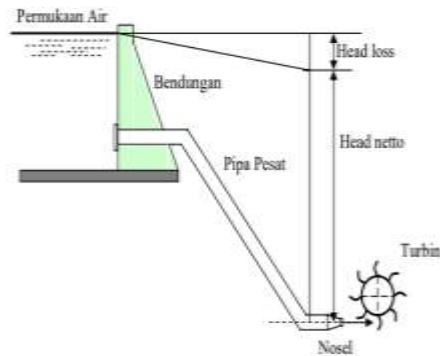
Pompa berdaya 100 watt untuk mensuplay aliran air bertekanan ke nozel. Jumlah pompa yang dibutuhkan sebanyak 2 buah, dengan dua nozel. Dimana dua buah nozel diletakkan secara sejajar pada satu lobang, masing-masing nozel direncanakan menyemprot per belahan sudu-sudu.

Turbin Pelton yang sudah selesai dibuat, akan ditentukan kinerjanya terhadap kemampuan berputar yang akan diukur menggunakan Tachometer, dari data putaran turbin digunakan untuk menghitung daya turbin.

2. LANDASAN TEORI

Turbin Pelton merupakan salah satu jenis turbin air yang cocok untuk daerah yang mempunyai tinggi jatuh (head) yang tinggi karena bentuk kelengkungan sudu yang tajam. Secara teori pengubahan daya hidrolik ke daya mekanis akan maksimum jika sudut sudu keluaran adalah 0°, namun dalam prakteknya turbin Pelton dianjurkan memiliki sudut sudu keluaran 165° (Finnemore dan Franzini, 2006). Turbin Pelton terdiri dari rumah turbin (casing), roda jalan (runner) dengan sudu-sudu berada disekelilingnya, nosel, dan pipa pesat. Rumah turbin selain sebagai tempat nosel terpasang, juga berfungsi untuk mengarahkan percikan air keluar sudu sehingga tidak mengganggu roda jalan dan jet aliran keluar nosel. Roda jalan turbin Pelton berbentuk piringan yang dapat dipasang pada poros turbin, pada bagian keliling luar dari roda jalan dipasang sejumlah sudu secara seragam. Sudu mempunyai bentuk menyerupai mangkuk setengah bola dengan pemisah (splitter) dibagian tengahnya. Permukaan dari sudu dibuat sangat halus dan rata. Pemasangan sudu pada roda jalan biasanya dilakukan dengan baut. Tetapi kadang-kadang sudu dan roda jalan

dicor sebagai satu kesatuan, dengan anggapan seluruh sudu akan aus dalam waktu yang bersamaan, tetapi dalam kenyataannya keausan tidak seragam. Beberapa sudu rusak terlebih dulu dan perlu diganti, hal ini dapat dilakukan hanya bila sudu dibautkan pada roda jalan. Bentuk roda jalan dapat dilihat pada gambar 2.3, sedangkan skema turbin Pelton dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Instalasi Turbin Pelton

a. Penelitian terdahulu

1) Ahmad Yani, Budi Susanto dan Rosmiati (2018), telah melakukan penelitian Turbin Pelton tentang analisis jumlah sudu mangkok terhadap kinerja Turbin Pelton pada alat Pratikum Turbin Air. Dari hasil penelitian memberikan informasi sebagai berikut: Kecepatan tangensial maksimum terjadi pada jumlah sudu 14 dengan nilai 12.769 rad/s dan kecepatan tangensial terendah terjadi pada jumlah sudu 18 dengan nilai 12.141 rad/s. Nilai daya hidrolis pada penelitian ini 2.64 Watt. Nilai daya kinetik pada penelitian ini 3.886 Watt. Daya turbin maksimum terjadi pada jumlah sudu 14 dengan nilai daya turbin 112.262 Watt, kemudian daya turbin terendah terjadi pada jumlah sudu 18 dengan nilai 99.141 Watt. Daya generator listrik maksimum terjadi pada jumlah sudu 14 dengan nilai daya generator listrik sebesar 0.736 Watt. Gambar 2.4 Instalasi Penelitian

2) Hadimi, Supandi dan Agus Rohermanto (2006). telah melakukan penelitian Turbin Pelton tentang rancang bangun model turbin pelton mini sebagai media simulasi praktikum mata kuliah konversi energi dan mekanika fluida. masalah utama yang dibahas adalah, Bagaimana desain Turbin Pelton mini yang dapat dipergunakan untuk mahasiswa praktikum sekaligus melihat fenomena konversi energi yang terjadi. Sedangkan objek penelitiannya sebagaimana diberikan pada gambar berikut ini.



Gambar 2.6.. Model turbin hasil penelitian

3) Dwi Irawan (2005) telah melakukan penelitian Turbin Pelton tentang Prototype turbin pelton sebagai energi alternatif mikrohidro di lampung. Dari hasil penelitiannya diperoleh informasi sebagai berikut.

Hasil dalam penelitian ini terlihat bahwa daya paling tinggi pada debit 0,0005 m³/det dengan nilai 4,97 Watt pada jumlah sudu 40. dan Efisiensi paling tinggi pada debit 0,0005 m³/det dengan nilai 49 % pada jumlah sudu 40. Jadi jumlah sudu mempengaruhi kinerja turbin Pelton terbukti bahwa jumlah sudu yang paling efektif dalam penelitian ini yaitu pada jumlah sudu 40.

Sedangkan objek penelitiannya sebagaimana diberikan pada gambar berikut ini.

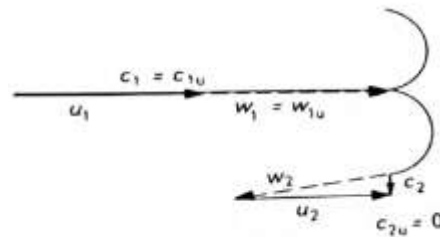


Gambar 2.7. Turbin Pelton

4) Alfri Novaris dan Kurnia Budi S (2010). telah melakukan penelitian Turbin Pelton tentang. Modifikasi rancang bangun pembangkit listrik tenaga air dengan menggunakan turbin pelton. Dari hasil penelitiannya diperoleh informasi sebagai berikut. Sudu yang digunakan mempunyai ukuran lebar 2,4cm, tinggi sudu 2,2 cm dan kedalaman sudu 0,7cm dengan jumlah sudu 12 buah. Poros turbin berdiameter 2 cm dengan panjang 50 cm. Sedangkan perbandingan pulli alternator dengan pulli turbin adalah 1 : 2. Turbin air ini dapat berputar pada 351,4 rpm dengan debit 1 liter/s dan daya yang dihasilkan 24 watt. Dengan demikian terdapat perbedaan antara daya teoritis dengan daya sebenarnya.

Daya Turbin

Rumus untuk menentukan daya turbin dapat dihasilkan melalui vector kecepatan yang terjadi pada sudu-sudu turbin, Daya turbin (Fritz Dietzel dan Dakso Sriyatno, 1980),



$$p = m \cdot (c_{1u} \cdot u_1 - c_{2u} \cdot u_2)$$

Karena $c_{2u} = 0$ dan $C1 = C1u$

$$p = m \cdot c_1 \cdot u_1 \dots\dots\dots (1)$$

$$c_1 = \sqrt{2gH} \dots\dots\dots (2)$$

$$m = v \cdot q = kg / \text{detik} \dots\dots\dots (3)$$

Daya Pompa:

$$P = (Q \cdot \rho \cdot g \cdot H) / \phi$$

Dimana,

Q = Kapasitas, m³/jam

g = Gravitasi, m/ detik²

ρ = Berat jenis, kg/m³

H = tinggi energi, m

Φ = Randemen mekanis , 0,86 (Fritz Dietzel dan Dakso Sriyatno, 1980)

Sedangkan tinggi energi dapat dihitung menggunakan persamaan,

$$H = P \cdot \phi / Q \cdot \rho \cdot g$$

3. METODE PENELITIAN

1) Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah true experiment, dimana data diperoleh melalui pengujian pada objek penelitian dan kemudian data diolah menggunakan persamaan yang mendukung untuk memperoleh hasil penelitian.

2) Jenis Data

a. Data primer dalam penelitian ini berkaitan spesifikasi pompa, kecepatan putar turbin, kecepatan sembur air keluar dari nozel.

b. Data sekunder meliputi dimensi turbin pelton, instalasi perpipaan dan instalasi listrik turbin.

3) Teknik pengumpulan data

Adapun teknik yang dilakukan dalam proses pengumpulan data penelitian meliputi :

a. Survei lapangan untuk memperoleh informasi tentang permasalahan yang ada serta bagaimana kajian ilmiah yang akan diterapkan dalam penyelesaiannya.

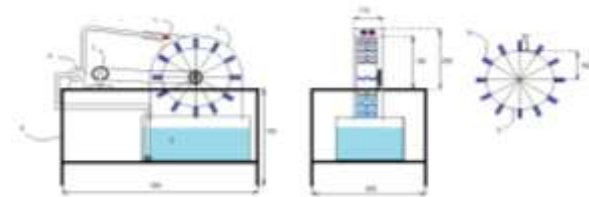
b. Observasi meliputi penerapan beberapa kajian-kajian ilmiah yang dapat digunakan sebagai pendukung penyelesaian permasalahan hasil survey lapangan.

4. PEMBAHASAN DAN HASIL

a. Gambaran umum

Turbin termasuk kategori mesin konversi energy, energy potensial air diubah oleh sudu-sudu turbin menjadi energy mekanis, energy mekanis dimanfaatkan untuk memutar poros melalui piringan roda turbin. Jenis turbin Pelton yang menjadi objek karya ilmiah ini ada dalam skala permodelan, belum termasuk dalam kategori Turbin Microhidro dikarenakan daya poros yang akan diperoleh melalui perhitungan tidak digunakan untuk sampai memutar generator untuk menghasilkan energy listrik. Sesuai kapasitas kami sebagai teknisi mesin, maka penentuan karakteristik turbin objek karya ilmiah ini adalah penentuan daya poros.

Desain Turbin



Gambar 4.1 Desain Turbin Pelton



Gambar Turbin Pelton Objek Penelitian

b. Pengujian

1) Pengujian dengan 1 Nozel

Pengujian dilakukan dengan debit air pompa maksimal, yaitu sebesar 4,35 liter per menit, dimana debit air ini adalah data sebenarnya hasil pengujian terhadap pomp air. Sedangkan debit air tidak dipasang dengan nozel sebesar 6,5

liter/menit adalah data dari pabrik. Hasil pengujian diketahui putaran roda turbin sebesar $n = 265$ rpm, sedangkan Daya yang dihasilkan oleh turbin dapat dihitung dengan cara sebagai berikut.

Tinggi head (H) dapat dihitung dari daya pompa, sebagai berikut:

$$H = P \cdot \phi / Q \cdot \rho \cdot g, \text{ dimana.}$$

$$P = 100 \text{ watt}$$

$$Q = 4,35 \text{ Liter/menit} = 0,00435 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = \text{Gravitasi}, 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$\phi = \text{Efisiensi Pompa diambil}, 0,86$$

sehingga tinggi Head,

$$H = 100 \cdot 0,86 / (0,00435 \cdot 1000 \cdot 9,81) = 2,015 \text{ m}$$

Nilai H disubsitusikan ke persamaan 2, maka akan dihasilkan,

$$C_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

$$C_1 = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2,015}$$

$$C_1 = 6,29 \text{ m/detik}$$

Massa air yang mengalir,

$$m = Q \cdot \rho \text{ kg/menit}$$

$$= 0,00435 \text{ m}^3/\text{menit} \times 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$= 4,35 \text{ kg / menit} = 0,072 \text{ kg/detik}$$

Daya turbin pelton dihitung dengan menggunakan persamaan,

$$P = m \cdot C_{1u} \cdot u_1 \text{ Watt}$$

Dimana,

$$C_{1u} = C_1 = 6,29 \text{ m/detik.}$$

$$u_1 = 265 \text{ rpm} = 265 \times (2 \cdot \pi \cdot r / 60)$$

dengan $r = 0,21 \text{ m}$

$$P = 265 \times ((2 \cdot 3,14 \cdot 0,21) / 60)$$

$$= 5,8247 \text{ m/detik}$$

Dan daya turbin,

$$P = 0,072 \times 6,29 \times 5,8247 = 2,65 \text{ watt}$$

c. Pengujian 2 Nozel

Pengujian dilakukan dengan debit air maksimal dua buah pompa, yaitu sebesar 13 liter per menit menghasilkan putaran roda turbin dengan $n = 568$ rpm, Daya yang dihasilkan oleh turbin dapat dihitung dengan yang sama seperti pengujian 1 nozel, sebagai berikut.

$$\text{Tinggi tekan (H)} = P \cdot \phi / Q \cdot \rho \cdot g$$

Dimana.

$$P = 200 \text{ watt}$$

$$Q = 8,7 \text{ Liter/menit} = 0,0087 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = \text{Gravitasi}, 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$$\phi = \text{Efisiensi Pompa diambil}, 0,86$$

sehingga tinggi Head,

$$H = 200 \cdot 0,86 / (0,0087 \cdot 1000 \cdot 9,81) = 2,015 \text{ m}$$

Nilai H disubsitusikan ke persamaan 2, maka akan dihasilkan,

$$C_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

$$C_1 = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2,015}$$

$$C_1 = 6,29 \text{ m/detik}$$

Massa air yang mengalir,

$$m = Q \cdot \rho \text{ kg/menit}$$

$$= 0,0087 \text{ m}^3/\text{menit} \times 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$= 8,7 \text{ kg / menit} = 0,145 \text{ kg/detik}$$

Daya turbin pelton dihitung dengan menggunakan persamaan,

$$P = m \cdot C_{1u} \cdot u_1 \quad \text{Watt}$$

Dimana,

$$C_{1u} = C1 = 6,29 \text{ m/detik.}$$

$$\begin{aligned} u_1 &= 568 \text{ rpm} = 568 \times (2 \cdot \pi \cdot r / 60) \quad \text{dengan } r = 0,21 \text{ m} \\ &= 568 \times ((2 \cdot 3,14 \cdot 0,21) / 60) \\ &= 12,48 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Dan daya turbin,

$$\begin{aligned} P &= 0,145 \times 6,29 \times 12,48 \\ &= 11,38 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

IV.6. Pembahasan

Bentuk lengkungan blade dari turbin pelton yang memungkinkan arah datang semprotan air sepenuhnya dimanfaatkan untuk kerja mekanik. Lengkungan blade memungkinkan arah semprotan berbalik arah 180 derajat berlawanan arah datangnya, sehingga gaya momentum air yang menumbuk permukaan sudu, sepenuhnya digunakan untuk memutar roda turbin.

Daya pompa yang digunakan untuk menghasilkan semprotan nozel, lebih besar yakni 100 watt untuk 1 nozle, menghasilkan daya pada poros turbin hanya 2,65 Watt. Hal ini dikarenakan adanya beberapa factor penyebab terjadi kehilangan energy. Antara lain,

- Jumlah sudu turbin berpengaruh pada putaran yang dihasilkan.
- Kehilangan energy melalui system pipa, sambungan maupun penyempitan saluran seperti di Nozel.
- Kehilangan energy pada system berputar, yakni seperti terjadi di bantalan.
- Kehilangan energy pada system transmisi daya.

Daya turbin yang dihasilkan meningkat menjadi 11,38 watt, dengan putaran turbin 568 rpm ketika daya pompa ditingkatkan menjadi 200 watt.

5. PENUTUP

Dari hasil penelitian dapat ditarik beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut:

1. Kesimpulan
 - a. Turbin Pelton dapat berputar ketika menggunakan 1 nozzle dengan laju semprotan 6,29 m/detik, debit air 4,34 liter/menit menghasilkan putaran turbin 265 rpm daya turbin 2,65 Watt.
 - b. Putaran turbin pelton meningkat ketika menggunakan 2 nozzle dengan laju semprotan 6,29 m/detik, debit air 8,75 liter/menit menghasilkan putaran 568 rpm dan daya turbin sebesar 11,38 watt.
2. Saran
Perlu adanya penelitian lanjutan terhadap prototype turbin pelton ini, dalam hal menambah nozzle yang diatur pemasangannya pada posisi tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmad Yani, Budi Susanto dan Rosmiati, 2018, analisis jumlah sudu mangkuk terhadap kinerja turbin pelton pada alat praktikum turbin air, turbo Vol. 7 No. 2. p-ISSN: 2301-6663, e-ISSN: 2477-250X Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro
2. Fritz Diesel dan Dakso Sriyono, 1980, Turbin Pompa dan Kompresor, Erlangga, Jakarta
3. Hadimi, Supandi dan Agus Rohermanto, 2006, rancang bangun model turbin pelton mini sebagai media simulasi/praktikum mata kuliah konversi energy dan mekanika fluida, Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Pontianak
4. Kusnadi, Agus Mulyono, Gunawan Pakki dan Gunarko, 2018, rancang bangun dan uji performansi turbin air jenis Kaplan skala mikrohidro, turbo Vol. 7 No. 2. p-ISSN: 2301-6663, e-ISSN: 2477-250X, Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah