

PENGARUH VARIASI KATUP TERHADAP DAYA TURBIN PELTON PADA PEMBANGKIT LISTRIKTENAGA MIKROHIDRO

Muhammad Fadly¹⁾, Muslih Nasution²⁾, Muksin R Harahap³⁾

¹⁾²⁾³⁾Program Studi Teknik Mesin Fak. Teknik UISU

Email :

Abstrak

Energi potensial air sudah banyak dimanfaatkan masyarakat secara luas dan digunakan untuk pembangkit listrik. Potensi air sebagai sumber utama sebagai penyedia energi listrik tenaga air ataupun mikrohidro. Energi listrik merupakan sumber energi yang paling dibutuhkan karena energi listrik berperan penting bagi masyarakat di era moderen dan digital. Metode yang digunakan dalam mengumpulkan data yang diperlukan dalam penulisan penelitian skripsi ini adalah dengan menggunakan metode studi literatur dan studi observasi. Substansi yang banyak dibahas dalam laporan ini adalah mengenai Turbin Pelton pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Didalam penelitian Turbin Pelton ini, bagian utama yang dibahas adalah efisiensi, rancangan, dan performa pada turbin pelton.

Kata Kunci : Turbin Pelton, Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha (kerja) atau melakukan suatu perubahan. Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi dapat dirubah bentuknya. Menurut dari sumber didapatnya, energi terbagi menjadi energi tak terbarukan dan energi terbarukan. Salah satu energi terbarukan adalah pembangkit listrik tenaga mikro hidro, yang di Indonesia dapat dibuat karena banyak sungai dan banyak daerah yang belum terjangkau oleh jaringan listrik negara (PLN).

Energi potensial air sudah banyak dimanfaatkan masyarakat secara luas dan digunakan untuk pembangkit listrik. Potensi air sebagai sumber utama sebagai penyedia energi listrik tenaga air ataupun mikrohidro. Energi listrik merupakan sumber energi yang paling dibutuhkan karena energi listrik berperan penting bagi masyarakat di era moderen dan digital. Energi listrik merupakan kebutuhan penunjang yang dibutuhkan berbagai aspek kehidupan, seperti rumah tangga, pendidikan, industri, dan lain sebagainya. PLTMH adalah Pembangkit Tenaga Air Berskala Kecil atau Mikro, energi listrik sangat penting untuk masyarakat dipedesaan atau pedalaman dan pegunungan, dimana belum terjangkau oleh jaringan PLN, dengan memanfaatkan sungai, aliran irigasi. Dengan adanya energi terbarukan pembangkit listrik tenaga mikro hidro dapat menambah ketersediaan energi listrik didaerah pedesaan atau pegunungan sekalipun.

Upaya untuk mendapatkan energi listrik terbarukan ini dapat dibangun sebuah pembangkit energi terbarukan yaitu pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH). Energi terbarukan sangat dibutuhkan di era modern untuk menambah energi listrik untuk tidak tergantung dengan listrik PLN,

maka dibuatlah pembangkit energi ramah lingkungan dengan energi yang tersedia dilingkungan pedesaan atau pegunungan.

Pada pembuatan energi ramah lingkungan sumber air menjadi hal yang terpenting, pembangkit tenaga listrik ini memanfaatkan aliran sungai atau aliran irigasi dan juga debit air sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan turbin dan memutar generator agar menghasilkan arus listrik. Kecepatan turbin bergantung pada besarnya debit air yang jatuh dan berpengaruh pada besar arus listrik yang dihasilkan. Tidak hanya kecepatan turbin saja yang mempengaruhi besar arus listrik tapi juga dari spesifikasi lainnya seperti : diameter sudu turbin, material yang digunakan, jumlah sudu turbin dan kestabilan putaran pada turbin.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas dapat diidentifikasi permasalahan nya yaitu sebagai berikut :

1. Menganalisa pengaruh debit air pada saat memvariasikan katup.
2. Bagaimana pengaruh performa turbin pelton terhadap variasi katup.
3. Mencari hasil yang paling optimal dari analisa turbin pelton dengan variasi katup 70°, 60°, dan 45°.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini digunakan batasan-batasan masalah agar penelitian yang dilakukan menjadi lebih spesifik.

1. Penelitian turbin pelton pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) lebih terfokus pada variasi katup, dan daya output yg dihasilkan.
2. Aliran air sungai diganti dengan bantuan jet pump untuk memutar kincir sebagai pengganti aliran sungai.

- Jumlah bucket yang digunakan yaitu 16 sudu (bucket).

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan kelulusan starta S1 di Universitas Islam Sumatera Utara, mengetahui bagaimana proses kerja mesin turbin pelton. Serta mengetahui nilai output yang dihasilkan generator pada turbin pelton.

2. Tinjauan Pustaka

1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

Pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik berskala kecil (kurang dari 100 kw), yang memanfaatkan tenaga aliran air, saluran irigasi, dan air terjun dengan cara memanfaatkan tinggi jatuh air dan jumlah debit air sebagai sumber penghasilan energi listrik. PLMTH termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut clean energi karena ramah lingkungan. Dari segi teknologi, PLTMH dipilih karena konstruksinya yang sederhana, mudah dioperasikan, serta mudah dalam perawatan dan penyediaan suku cadang. Klasifikasi umum pembangkit listrik tenaga air dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1 Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air

Tipe	Kapasitas
Mikro Hidro	<100
Mini Hidro	101 – 2000
Small Hidro	2001 – 25000
Large Hidro	> 250000

Mikrohidro merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata mikro yang berarti kecil dan hidro yang berarti air. Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (head). Semakin tingginya jatuh air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Tetapi mikro hidro juga bisa memanfaatkan ketinggian air yang tidak terlalu besar, misalnya dengan ketinggian air 2.5 meter dapat dihasilkan listrik 400 watt.



Gambar 1 PLTMH

Bentuk pembangkit tenaga mikro hidro bervariasi, tetapi prinsip kerjanya sama yaitu perubahan tenaga potensial menjadi tenaga listrik. Perubahan energi tersebut tidak terjadi secara langsung, tetapi berturut – turut melalui perubahan sebagai berikut :

- Tenaga potensial menjadi tenaga mekanik.
- Tenaga kinetik menjadi tenaga mekanik.
- Tenaga mekanik menjadi tenaga listrik.

Prinsip kerja PLTMH adalah memanfaatkan beda tinggi dan jumlah air per detik yang ada pada aliran sungai. Air yang mengalir melalui intake dan diteruskan oleh saluran pembawa hingga menghasilkan energi mekanik. Turbin akan memutar generator dan menghasilkan listrik.

Tenaga potensial adalah tenaga air yang berada pada ketinggian. Energi kinetik adalah tenaga air karena mempunyai kecepatan. Tenaga mekanik adalah tenaga kecepatan air yang terus memutar kincir atau turbin. Tenaga listrik adalah hasil dari generator yang berputar akibat berputarnya kincir atau turbin.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di workshop dan Waktu penelitian diadakan sejak akhir bulan februari 2022 hingga awal bulan juli.

3.2 Metode Penelitian

Dalam menyelesaikan penelitian skripsi ini, beberapa hal metode penulisan ini dibuat diantaranya :

- Study Literatur

Yaitu studi kajian dari berbagai sumber pustaka yang sesuai mendukung dalam penulisan skripsi ini.

- Studi Observasi

Yaitu studi pengamatan langsung terhadap objek penelitian serta menganalisa data yang berhubungan dengan penelitian.

- Pengumpulan Data

Yaitu studi dengan mengumpulkan data – data yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas yaitu menganalisa kecepatan putaran yang dihasilkan pada turbin pelton Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro.

- Analisa Data

Setelah mendapatkan data – data yang dibutuhkan barulah kemudian melakukan analisa dari data yang didapat sesuai dengan studi literatur yang sudah dibuat sebelumnya. Dari data – data yang didapatkan kemudian dianalisa efesien.

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian

Dari hasil penelitian yang dilakukan tentang “Pengaruh Variasi Katup Terhadap Turbin Pelton Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro PLTMH” ini memerlukan beberapa pengujian bukaan katup yaitu 45°, 60°, dan 70°. Sehingga didapat nilai daya output yang dihasilkan turbin pelton, data yang didapat reaktif berbeda tergantung pada dorongan air yang lebih besar pada sudu. Data tersebut didapatkan ketika melakukan proses pengujian dan menggunakan beberapa alat ukur digital.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengujian Bukaan Katup 45°

Pada pengujian bukaan katup 45° ini sudu yang digunakan berjumlah 16 sudu, dengan single nozzle pada diameter 10 mm. Berdasarkan hasil pengujian maka diperoleh daya output turbin sebagai berikut:

Tabel 2 Data Hasil Pengujian Bukaan Katup 45°

Katup	Putaran Generator (Rpm)	Putaran Turbin (Rpm)	Q (m ³ /s)	Head (m)	V (volt)	I (ampere)	P (watt)
45°	948,7	280,5	0,00004442	1,1	56	0,05	2,8

Rumus debit air :

$$Q = \frac{V}{T} = \frac{0,001}{22,51} = 0,00004442m^3/s$$

$$Head = \frac{P.gauge \times Po}{g \times \rho} = \frac{1,1 \times 10^5}{9,81 m^3/s \times 1000 kg/m}$$

$$= 11,21 m$$

$$P = I \times V$$

$$= 0,05 \times 56$$

$$= 2,8 watt$$

Tabel diatas merupakan hasil dari pengujian yang telah dilakukan, maka diperoleh daya output yang dihasilkan oleh generator. Pengujian dengan bukaan 45° ini menghasilkan Head 11,21 m dan Debit Air 0,00004442 m³/s maka putaran generator yang diperoleh ialah 948,7 Rpm, volt yang dihasilkan 65 volt, ampere 0,05 dan daya output yang dihasilkan 2,8 watt.

4.2.2 Pengujin Bukaan Katup 60°

Pada pengujian bukaan katup 60° ini sudu yang digunakan berjumlah 16 sudu, dengan single nozzle pada diameter 10 mm. Berdasarkan hasil pengujian maka diperoleh daya output turbin sebagai berikut:

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Bukaan Katup 60°

Katup	Putaran Generator (Rpm)	Putaran Turbin (Rpm)	Q (m ³ /s)	Head (m)	V (volt)	I (ampere)	P (watt)
60°	1095	328,3	0,00004894	1,1	65	0,08	5,2

Rumus debit air :

$$Q = \frac{V}{T} = \frac{0,001}{20,43} = 0,0004894m^3/s$$

$$Head = \frac{P.gauge \times Po}{g \times \rho} = \frac{1,1 \times 10^5}{9,81 m^3/s \times 1000 kg/m} = 11,21 m$$

$$P = I \times V$$

$$= 0,08 \times 65$$

$$= 5,2 watt$$

Tabel diatas merupakan hasil dari pengujian yang telah dilakukan, maka diperoleh daya output yang dihasilkan oleh generator. Pengujian dengan bukaan 60° ini menghasilkan Head 11,21 m dan Debit Air 0,00004894 m³/s maka putaran generator yang diperoleh ialah 1095 Rpm, volt yang dihasilkan 65 volt, ampere 0,08 dan daya output yang dihasilkan 5,2 watt.

4.2.3 Pengujian Bukaan Katup 70°

Pada pengujian bukaan katup 70° ini sudu yang digunakan berjumlah 16 sudu, dengan single nozzle pada diameter 10 mm. Berdasarkan hasil pengujian maka diperoleh daya output turbin sebagai berikut:

Tabel4. Data Hasil Pengujian Bukaan Katup 70°

Katup	Putaran Generator (Rpm)	Putaran Turbin (Rpm)	Q (m ³ /s)	Head (m)	V (volt)	I (ampere)	P (watt)
70°	1127	348,5	0,00004928	1,1	66	0,08	5,28

Rumus debit air :

$$Q = \frac{V}{T} = \frac{0,001}{20,29} = 0,0004928m^3/s$$

$$Head = \frac{P.gauge \times Po}{g \times \rho} = \frac{1,1 \times 10^5}{9,81 m^3/s \times 1000 kg/m} = 11,21 m$$

$$P = I \times V$$

$$= 0,08 \times 66$$

$$= 5,28 watt$$

Tabel diatas merupakan hasil dari pengujian yang telah dilakukan, maka diperoleh daya output yang dihasilkan oleh generator. Pengujian dengan bukaan 70° ini menghasilkan Head 11,21 m dan Debit Air 0,00004928 m³/s maka kecepatan putaran generator yang diperoleh ialah 1127 Rpm, volt yang dihasilkan 66 volt, ampere 0,08 dan daya output yang dihasilkan 5,28 watt.

4.2.4 Data Hasil Pengujian Variasi Katup 45°, 60°, dan 70°

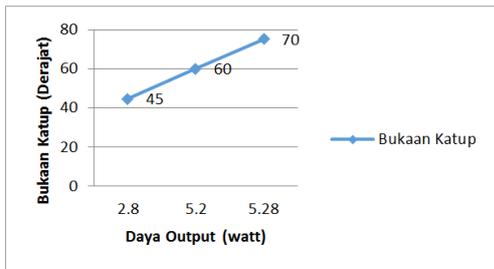
Berikut data hasil pengujian katup 45°, 60°, dan 70° yang diperoleh dari hasil pengujian.

Tabel 5 Data Hasil Pengujian Katup 45°, 60°, dan 70°

Katup	Putaran Generator (Rpm)	Putaran Turbin (Rpm)	Q (m ³ /s)	Head (m)	V (volt)	I (ampere)	P (watt)
45°	948,7	280,5	0,00004442	11,21	56	0,05	2,8
60°	1095	328,3	0,00004894	11,21	65	0,08	5,2
70°	1127	348,5	0,00004928	11,21	66	0,08	5,28

Tabel diatas merupakan hasil yang didapatkan setelah dilakukan proses pengujian langsung. Data yang didapat pada tiap pengujian variasi katup ialah katup 45° daya output 2,8 watt, katup 60° daya output 5,2 watt, dan katup 70° daya output 5,28 watt.

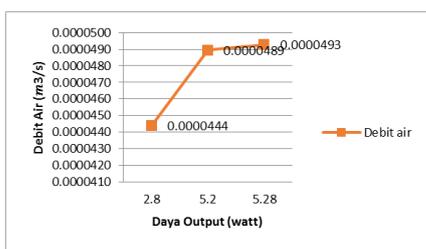
1. Grafik Hubungan Bukaannya Katup (Derajat) Dengan Daya Output (watt)



Gambar 2 Grafik Hubungan Bukaannya Katup (°) Dengan Daya Output (watt)

Pada grafik diatas merupakan grafik hubungan bukaan katup terhadap daya output. Nilai grafik diatas didapat dari data yang telah diambil dari pengujian, pada bukaan katup 45° daya output yang dihasilkan 2,8 watt nilai ini cukup rendah dikarenakan pengaruh tersebut disebabkan tekanan air yang berkurang sehingga kecepatan putaran juga ikut berkurang. Sedangkan pada bukaan katup 60° daya output yang dihasilkan yaitu 5,2 watt dan pada bukaan katup 70° daya output yang dihasilkan yaitu 5,28 watt.

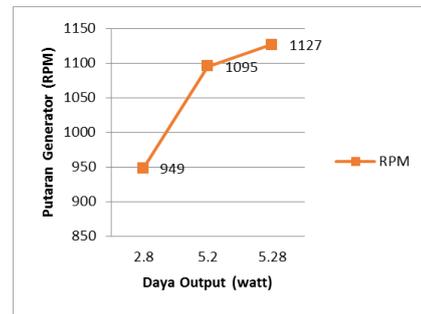
2. Grafik Hubungan Debit Air (m³/s) Dengan Daya Output (watt)



Gambar 3 Grafik Hubungan Debit air (m³/s) Dengan Daya Output (watt)

Pada grafik diatas merupakan grafik hubungan debit air terhadap daya output. Nilai debit air diatas didapat dari data yang telah diambil dari pengujian, pada nilai debit air 0,0000444 daya output yang dihasilkan 2,8 watt nilai ini cukup rendah dikarenakan bukaan katup yang kecil sehingga tekanan air berkurang dan daya output yg dihasilkan rendah. Sedangkan pada nilai debit air 0,0000489 daya output yang dihasilkan yaitu 5,2 watt dan pada nilai debit air 0,0000493 daya output yang dihasilkan yaitu 5,28 watt.

3. Grafik Hubungan Putaran Generator (Rpm) Dengan Daya Output (watt)



Gambar 4 Grafik Putaran Generator (Rpm) Dengan Daya Output (watt)

Pada grafik diatas merupakan grafik hubungan putaran generator (Rpm) terhadap daya output (watt). Nilai putaran generator (Rpm) diatas didapat dari data yang telah diambil dari pengujian, pada nilai putaran generator 949 (Rpm) daya output yang dihasilkan 2,8 (watt) nilai ini cukup rendah dikarenakan kecepatan putaran generator rendah sehingga daya output yg dihasilkan rendah. Sedangkan pada putaran generator 1095 (Rpm) daya output yang dihasilkan yaitu 5,2 (watt) dan pada putaran generator 1127 (Rpm) daya output yang dihasilkan yaitu 5,28 (watt).

5. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan pengujian pada turbin pelton dan setelah melakukan analisa perhitungan maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Kesimpulan pada hasil analisa variasi katup 45°, 60°, dan 70° pada turbin pelton PLTMH tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar tekanan air maka dorongan air terhadap bucket juga semakin besar, maka semakin besar juga putaran pada turbin dan daya yang dihasilkan juga semakin besar.
2. Semakin kecil bukaan katup maka berkurang performa pada turbin itu disebabkan aliran air yang tidak optimal sehingga dorongan terhadap bucket juga ikut berkurang, hal ini bisa dilihat dari bukaan katup 45°.
3. Dari variasi katup 45°, 60°, dan 70° daya paling besar yang dihasilkan terdapat pada katup 70° dengan hasil 5,28 watt pada putaran generator 1127 RPM, dan debit air sebesar 0,00004928 m³/s.

Daftar Pustaka

[1] A. H. Ahrori, M. Kabib, and R. Wibowo, "Perancangan Dan SSimulasi Turbin Pelton Daya Output Generator 20.000 Watt," *J. Crankshaft*, vol. 2, no. 2, pp. 17–26, 2019, doi: 10.24176/crankshaft.v2i2.3834.

- [2] M. S. Simamora, "Perancangan Alat Uji Prestasi Turbin Pelton," *J. Peranc. Alat Uji Prestasi Turbin Pelt.*, vol. 11, no. 74, 2017, [Online]. Available: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sPd6bv8AAAAJ&pagesize=100&citation_for_view=sPd6bv8AAAAJ:u5HHmVD_uO8C
- [3] M. Z. Arifin, "Analisa Unjuk Kerja Dan Tingkat Kavitasi Pada Turbin Francis Di PT PJB Unit Pembangkitan Brantas UNIT PLTA Sutami," *Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, pp. 8–14, 2017.
- [4] V. Dwiyanto, D. I. Kusumastuti, and S. Tugiono, "Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)," *J. Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 4, no. 3, pp. 407–422, 2016.
- [5] A. Noto Bawono and D. Zulhodayat Noor, "Perancangan Turbin Francis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)," *J. Inst. Teknol. Surabaya*, pp. 1–12, 2016.
- [6] Ikrar Hanggara dan Harvi Irvani, "Potensi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) Di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur," *J. Reka Buana*, vol. 2, no. 2, pp. 149–155, 2017.
- [7] "SPESIFIKASI METER AIR."
- [8] C. Poea, G. . Soplanit, and J. Rantung, "Pembangkit Listrik Di Desa Kali Kecamatan Pineleng Dengan Head 12 Meter," *Tek. Mesin*, pp. 1–9, 2013.
- [9] R. Adhikari and D. Wood, "Computational analysis of a double-nozzle crossflow hydroturbine," *Energies*, vol. 11, no. 12, pp. 1–15, 2018, doi: 10.3390/en11123380.
- [10] R. E. Wolf and P. N. Daggupati, "Nozzle type effect on soybean canopy penetration," *Appl. Eng. Agric.*, vol. 25, no. 1, pp. 23–30, 2009, doi: 10.13031/2013.20647.
- [11] P. S. Amrutkar and S. R. Patil, "Automotive Radiator Performance – Review," no. 3, pp. 563–565, 2013.
- [12] B. P. Wilcox, M. K. Wood, J. T. Tromble, and T. J. Ward, "A Hand-Portable Single Nozzle Rainfall Simulator Designed for Use on Steep Slopes," *J. Range Manag.*, vol. 39, no. 4, p. 375, 1986, doi: 10.2307/3899784.
- [13] A. Subandono, "Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (pltmh)," *ADITYA - Pendidik. Bhs. dan Sastra Jawa*, vol. 10, no. 4, pp. 1–13, 2013.
- [14] J. Desember, S. Sukamta, and A. Kusmanto, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur," *J. Tek. Elektro Unnes*, vol. 5, no. 2, pp. 58–63, 2013.