

Analisa Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran Terhadap Daya Output Dihasilkan Pada Miniatur PLTMH 1 kW

Teuku Zulfadli*¹, Zulfikar², Nazaruddin³, Muhammad Renaldi⁴

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Aceh, Indonesia

e-mail: *teukuzulfadli@pnl.ac.id,² zul_elka@pnl.ac.id,³ nazaruddin@pnl.co.id

Abstrak

Saat ini penggunaan turbin pelton sebagai pembangkit listrik skala mikro terus galakkan terutama didalam pembuatan blade turbin dari bermacam bahan dilakukan agar memperoleh daya yang di bangkitkan lebih maksimal. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kinerja atau kecepatan putaran turbin pelton dengan sudu 12 terhadap beban nol (0) dan saat berbeban. Permasalahan pada penelitian sebelumnya untuk miniatur PLTMH ini tegangan masih sangat kecil karena menggunakan 2 nozzle oleh karena itu perlu dilakukan analisa terhadap kinerja turbin pelton tersebut dengan menggunakan 4 nozzle, sehingga dapat meningkatkan kecepatan putaran dan tegangan yang di dihasilkan maksimal. Dari hasil penelitian ini diperoleh data Putaran saat tidak berbeban atau beban nol (0) dengan putaran maksimum 4 nozzle terbuka Kecepatan yang dihasilkan 451 Rpm, serta Tegangan yang diperoleh 58,57 Volt (V). Sedangkan putaran kecepatan maksimum pada saat berbeban dengan jumlah 1 buah lampu LED 5 Watt menghasilkan putaran kecepatan 426 Rpm, Tegangan 50,57 Volt (V), Arus 0,082 Ampere (A) dan daya listrik yang dihasilkan sebesar 4,146 Watt. Untuk pengujian dengan jumlah 5 buah Lampu LED 25 Watt menghasilkan putaran kecepatan 142 Rpm, Tegangan 35,50 Volt (V), Arus 0,247 Ampere (A), dan daya output listrik yang diperoleh sebesar 8,768 Watt.

Kata kunci—PLTMH, Turbin, Sudu, Kecepatan Putaran, Tegangan

Abstract

Currently the use of Pelton turbines as micro-scale power plants continues to be encouraged, especially in the manufacture of turbine blades from various materials to obtain maximum generated power. The purpose of this study was to determine the performance or rotational speed of the Pelton turbine with 12 blades against zero (0) load and when loaded. The problem in previous research for this miniature PLTMH is that the voltage is still very low because it uses 2 nozzles. Therefore, it is necessary to analyze the performance of the Pelton turbine using 4 nozzles, so that it can increase the rotational speed and maximum generated voltage. From the results of this study, it was obtained that the rotation data when not loaded or Zero load (0) with a maximum rotation of 4 open nozzles. The resulting speed is 451 Rpm, and the voltage obtained is 58.57 Volts (V). While the maximum rotation speed when loaded with 1 piece of 5 Watt LED lamp produces a rotating speed of 426 Rpm, Voltage of 50.57 Volts (V), Current of 0.082 Ampere (A) and the electrical power generated is 4.146 Watt. For testing with a total of 5 pieces of 25 Watt LED lights produced a rotating speed of 142 Rpm, a Voltage of 35.50 Volts (V), a Current of 0.247 Ampere (A), and the electrical output power obtained was 8.768 Watt.

Keywords— PLTMH, Turbine, Blade, Spin Speed, Voltage

1. PENDAHULUAN

Saat ini penggunaan pembangkit listrik tenaga mikrohidro yaitu air sebagai sumber penggerak mula dengan memanfaatkan tenaga energi terbarukan seperti saluran irigasi, bendungan atau air terjun dengan cara penggunaan tinggi terjunan (head) dan kecepatan debit aliran. Upaya untuk mendapatkan energi listrik terbarukan ini dapat dibangun sebuah pembangkit energi terbarukan yaitu pembangkit listrik tenaga mikro hidro. Pembangkit listrik berskala kecil yang dapat memanfaatkan energi terbarukan seperti air saluran irigasi, sungai dan air terjun alam, dengan cara memanfaatkan ketinggian (head) dan jumlah debit airnya m^3 /detik [1]. Sumber energi terbarukan perlu digalakkan di era modern untuk mensuplai energi listrik agar tidak ketergantungan pada listrik PLN, maka dibuatlah pembangkit energy yang murah dan ramah lingkungan dengan sumber energi yang tersedia disekitaran lingkungan. Energi yang dihasilkan sangat terbatas dan berpengaruh terhadap tinggi jatuh air dan putaran kecepatan turbin. Sehingga dampak permasalahan yang timbul adalah daya output yang dihasilkan masih sangat kecil. Berdasarkan permasalahan di atas peneliti perlu suatu ide alternatif untuk memecahkan masalah pada miniatur PLTMH 1 kW dengan cara menambah 4 nozzle agar daya yang dikeluarkan oleh generator makin besar dan kecepatan putaran pun akan semakin kencang. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui daya output terhadap variasi kecepatan putaran turbin pada saat beban nol (0) dan saat berbeban 5 watt sampai 25 watt.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kinerja turbin salah satunya dengan memodifikasi turbin dengan pemakaian generator DC. Tujuannya dapat dipergunakan lagi sebagai penunjang mahasiswa praktek pada standar laboratorium yang sebelumnya peralatan tersebut sudah lama tidak layak pakai dan kondisinya perlu perbaikan [2].

Begitu juga dengan perancangan alat uji prestasi turbin pelton. Kemajuan teknologi saat ini yang makin meningkat, telah banyak menjadi produk hakcipta peneliti terutama peralatan listrik skala mikro yang kreatif dan tepat guna. Terutama pada bidang keteknikan terutama keahlian konversi energi sangat dibutuhkan wawasan tentang bagaimana menciptakan suatu sumber energi yang nantinya akan bermanfaat untuk masyarakat luas, khususnya dalam proses transfer ilmu bagi pelajar dan mahasiswa [3].

Pada rancang bangun pembangkit skala mikro seperti komponen nozzle dan rancang perpipaan pada turbin pelton skala laboratorium. Upaya untuk meningkatkan putaran dan daya yang maksimal terus dilakukan pada rancang nozzle dan perpipaan. Dengan penggunaan potensi ketinggian terjunan yang berasal dari mesin pompa maka diperoleh hasil diameter jet dari kecepatan nozzle sebesar 14,4 mm [4].

Sama hal juga dengan rancang dan simulasi turbin pelton pada daya output yang dihasilkan generator 20 kW. Tujuan penelitian ini untuk merancang komponen-komponen turbin pelton yang telah dianalisa manual sebelumnya, sehingga dapat memperoleh daya output keluaran dari generator sebesar 20 kW dengan head jatuh air 12 meter, Simulasi pada turbin ini dibutuhkan untuk memberikan kemudahan dan keleluasaan dalam meningkatkan kecepatan air dari nosel untuk memutar runner menggunakan software CFD [5]. Selanjutnya pada penelitian respon kinerja turbin pelton dengan variasi diameter nozzle aliran tekanan air dengan memakai metode *Taguchi*, sehingga respon putaran maksimal pada diameter 22 mm dapat meningkatkan kecepatan putaran turbin sebesar 414,8 Rpm [6].

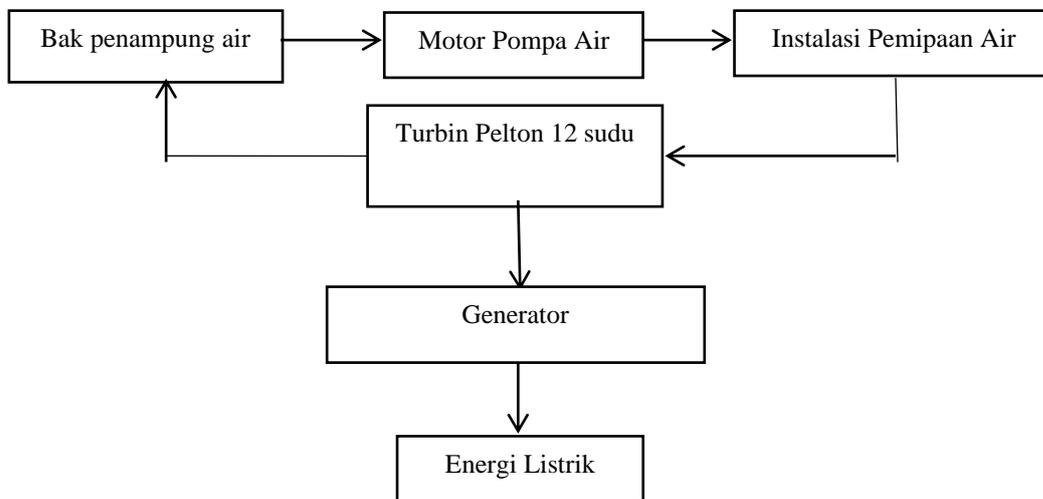
Pada penelitian optimasi desain prototipe turbin yang berbeda variasi sudu dan nozzle, dapat di pengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya bentuk blade, debit air, banyaknya blade dan jumlah nozzle [7]. Untuk penelitian generator permanen sebagai pembangkit listrik skala mikro pada kecepatan putaran rendah dengan memodifikasi generator sinkron yang mampu menghasilkan tegangan dan frekuensi yang diperlukan pada putaran yang relatif kecil. Hasil pengujian rancangan generator tersebut memperoleh pada generator 3 fasa

terhubung belitan Y, tegangan 12,1 Volt, daya aktual 6 Watt, frekuensi 50 Hz pada kecepatan putaran sebesar 500 Rpm [8]. Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, tujuan penelitian ini untuk meningkatkan kinerja dan daya output yang dihasilkan turbin pelton 12 sudu dengan variasi kecepatan putaran turbin.

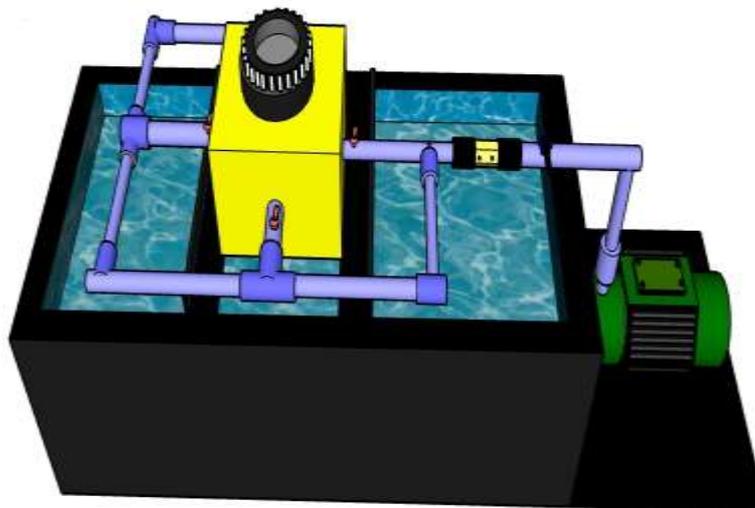
2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Upaya menyelesaikan permasalahan pada PLTM 1 kW dengan menganalisa pengaruh variasi kecepatan putaran turbin pelton terhadap daya output. Untuk proses fabrikasi peralatan penelitian dilakukan pada Laboratorium Pembangkit Energi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe. Sehingga perlu dipersiapkan beberapa peralatan dan bahan penunjang penelitian yaitu:



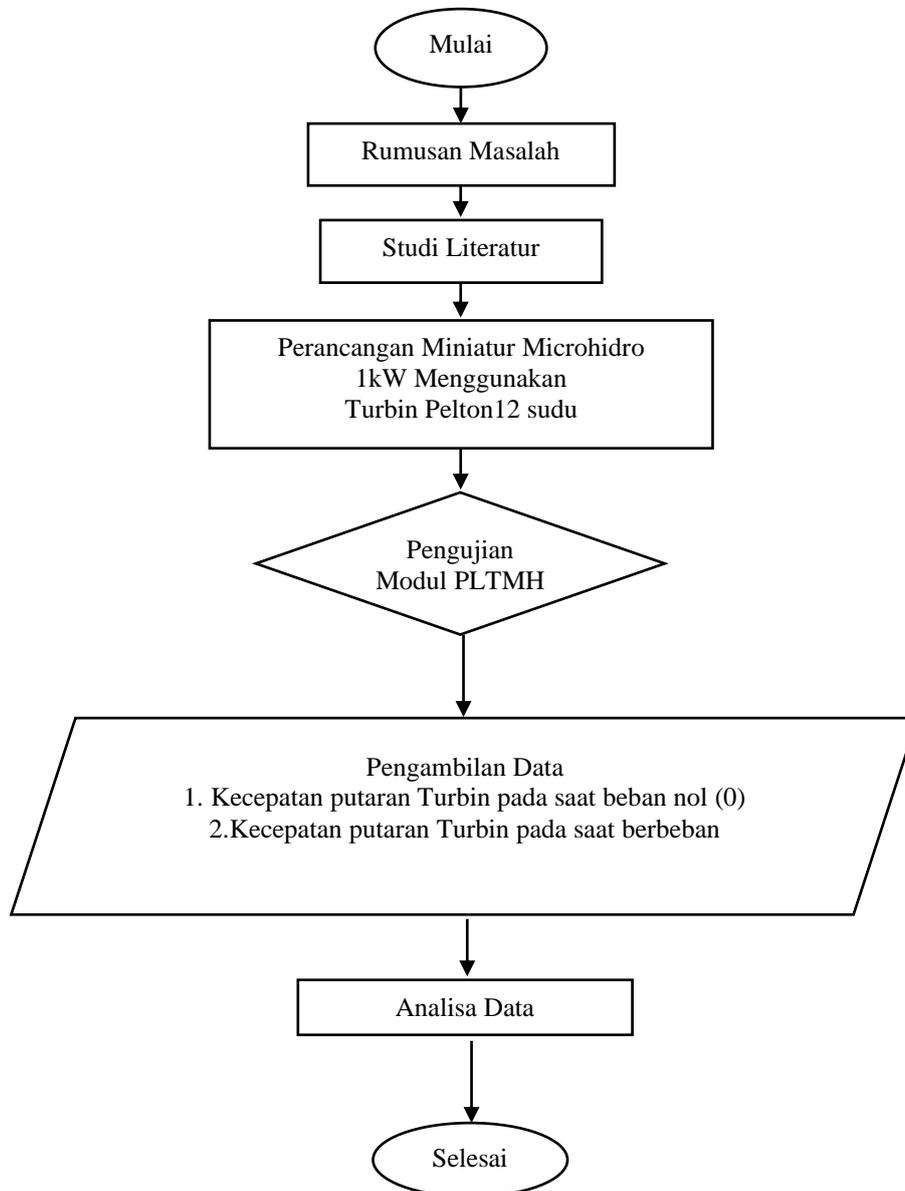
Gambar 1. Peralatan dan bahan



Gambar 2. Fabrikasi peralatan penelitian

2.2 Metode Analisa

Metodologi analisa yang dilakukan pada turbin pelton 12 sudu untuk PLTMH 1 kW dapat digambarkan dalam bentuk flowchart berikut ini:



Gambar 3. Flowchat metode analisa

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Data Penelitian

Hasil pengumpulan data dilakukan dengan tujuan agar analisa dapat menghasilkan informasi yang sesuai dengan pengujian lapangan. Tabel 1. di bawah ini hasil pengukuran pengaruh variasi kecepatan putaran dan tegangan pada turbin pelton tanpa beban atau beban nol.

Tabel 1. Hasil pengukuran kecepatan putaran terhadap beban nol

Katup	Kecepatan (Rpm)	Tegangan (Volt)
Nozzle 1 dan 2	390	50,20
Nozzle 2 dan 3	447	57,22
Nozzle 1 dan 3	298	40,30
Nozzle 3 dan 4	426	56,20
Nozzle 1 dan 4	319	42,90
Nozzle 2 dan 4	571	71,50
Nozzle 1,2,3 dan 4	451	58,57

Tabel 2. di bawah ini hasil pengukuran kecepatan putaran dan tegangan pada turbin pelton pada saat berbeban

Tabel 2. Hasil pengukuran kecepatan putaran terhadap berbeban

No	Beban (Watt)	Kecepatan (Rpm)	Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Daya (Watt)
1	5 Watt	426	0,082	50,57	4,146
2	10 Watt	343	0,135	46,58	6,288
3	15 Watt	265	0,183	44,20	8,088
4	20 Watt	164	0,203	38,57	7,829
5	25 Watt	142	0,247	35,50	8,768

3.2 Analisa Data Penelitian

Pada gambar 4. dibawah ini pengambilan data yang dihasilkan kecepatan putaran terhadap beban nol, dilakukan 7 kali percobaan dengan menggunakan 4 nozzel terbuka dan tertutup secara bervariasi. Hasil grafik dibawah ini menunjukkan kecepatan putaran pada saat 4 nozzel terbuka sebesar 451 rpm dan tegangannya yang di hasilkan sebesar 58,57 Volt.



Gambar 4. Grafik hubungan kecepatan putaran terhadap beban nol (0)

Pada gambar 5. dibawah ini pengambilan data yang dihasilkan kecepatan putaran terhadap berbeban dilakukan 5 kali percobaan. Pada setiap 1 kali percobaan akan di pasang 1 buah lampu led 5 watt untuk percobaan selanjutnya akan ditambahkan lagi 1 buah lampu 5 Watt hingga total semua beban maksimum 25 Watt, dari hasil gambar grafik diatas menunjukkan bahwa hasil pengujian miniatur PLTMH akan terjadi penurunan kecepatan putaran pada saat beban lampu 25 Watt dari kecepatan putaran 426 Rpm turun menjadi 142 Rpm.

Setelah mengukur arus dan tegangan maka bisa menghitung daya listrik menggunakan persamaan berikut ini:

$$P = V \times I$$

$$P = 50,57 \times 0,082$$

$$P = 4,146 \text{ Watt}$$



Gambar 5. Grafik hubungan kecepatan putaran terhadap berbeban

3.3 Pembahasan

Setelah dilakukan fabrikasi miniatur pembangkit listrik tenaga mikrohydro kemudian dilanjutkan pengujian untuk memperoleh tegangan dan kecepatan putaran saat beban 0 yang dihasilkan oleh modul pembangkit listrik tenaga mikrohydro, dan pengujian tegangan, arus, putaran kecepatan dan daya pada saat berbeban.

Hasil pengujian menunjukkan titik puncak kecepatan putaran maksimum dan tegangan berdasarkan pengujian pada table 1. tanpa beban dengan kecepatan putaran yang diperoleh sebesar 451 Rpm dan tegangan 58,57 Volt, sedangkan pada pengujian dengan menggunakan beban yaitu pada tabel 2 daya output listrik yang di hasilkan sebesar 8,768 Watt dengan beban lampu 25 Watt dikarenakan arus yang dihasilkan meningkat dan tegangan menurun.

4. KESIMPULAN

Adapun hasil kesimpulan dari analisa pada turbin pelton 12 sudu untuk PLTMH 1 kW sebagai berikut:

1. Data kecepatan maksimum tanpa beban atau beban 0 yang dihasilkan pada modul PLTMH disaat semua nozzle terbuka adalah 451 Rpm sedangkan tegangan yang dihasilkan 58,57 Volt.
2. Data yang dihasilkan pada modul PLTMH disaat kecepatan maksimum saat berbeban adalah 426 Rpm tegangan 50,57 Volt dan arusnya 0,082 Ampere disaat menggunakan beban lampu 5 Watt setelah mendapatkan hasil arus dan tegangan maka dapat dihitung daya adalah 4,146 Volt. Sedangkan pada saat berbeban lampu yaitu 25 watt maka data yang dihasilkan untuk putaran kecepatan akan menurun yaitu 142 Rpm, tegangan akan menurun 35,50 Volt dan arus akan naik 0,247 Ampere dan daya output yang dihasilkan pun akan meningkat sebesar 8,768 Watt.

5. SARAN

Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menggantikan pompa dengan daya lebih besar agar dapat menghasilkan kecepatan putaran lebih kencang dan tegangan lebih besar, sebagai referensi untuk pengembangan penelitian khususnya untuk mahasiswa Politeknik Negeri Lhokseumawe.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Riadi., 2016, *Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)*.
- [2] Abdullah Faris Faizin., 2020, *Perbaikan Dan Modifikasi Turbin Air Pelton Dengan Menggunakan Generator Dc Untuk Alat Praktikum Di Laboratorium*. Jurnal Baut dan Manufaktur Vol. 02, No. 01, hal 33-36.
- [3] Muhammad Saleh Simamora., 2017, *Perancangan Alat Uji Prestasi Turbin Pelton*.
- [4] Yafid Effendi., 2020, *Perancangan Nozzle Dan Sistem Perpipaan Pada Turbin Pelton Skala Laboratorium*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 4, No. 2, Hal 1-6.
- [5] Ardy Hafid Ahrori., dkk, 2019, *Perancangan Dan Simulasi Turbin Pelton Daya Output Generator 20.000*.
- [6] Muhammad Rizky Barus., dkk 2022, *Respon Kinerja Turbin Pelton Dengan Diameter Nozle Aliran Tekanan Air*. Jurnal Buletin Utama Teknik Vol. 17, No. 2, hal 148-152.

- [7] Juhni.,dkk 2019, *Optimasi Design Prototype Turbin Pelton dengan Variasi Sudu dan Nosel*.
Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin Vol. 1, No. 1.
 - [8] Hari Prasetijo.,dkk., 2012, *Generator Magnet Permanen Sebagai Pembangkit Listrik Putaran Rendah*.
Dinamika Rekayasa Vol. 8 No. 2, hal 70-77.
-