



EKSERGI Jurnal Teknik Energi Vol.16 No. 1 Januari 2020; 13-19

RANCANG BANGUN TURBIN PELTON DARI PIPA PVC UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO GUNA PENERANGAN WISATA AIR TERJUN DI DESA GOGIK

Sahid , Denny Surindra , Ani Ramadanti*, Arifin Prabowo, Muhamad Afrizal, Ronaldo Dikky

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Sudarto, S.H., Tembalang, Semarang, 50275
*Email: ramadantiii@gmail.com

Abstrak

Desa Gogik terdapat tempat wisata air terjun yang mengalami kesulitan infrastruktur pembangunan sistem kelistrikan pada penerangan jalan. Tujuan tugas akhir adalah Membuat turbin pelton dari pipa PVC berdasarkan potensi yang ada. Mengkaji secara eksperimental kinerja PLTMH untuk pengisian aki. Pengujian efisiensi dilakukan tiga kali yaitu dengan variasi beban dengan beberapa debit konstan. Hasil dari pengujian yaitu penggunaan PLTMH turbin pelton dari pipa PVC. Nilai efisiensi tertinggi pada debit $0,0020419 \text{ m}^3/\text{s}$ yaitu sebesar 20,73%, pada debit $0,0024892 \text{ m}^3/\text{s}$ yaitu sebesar 69,61% dan pada debit $0,0029339 \text{ m}^3/\text{s}$ yaitu sebesar 91,88% . Hal ini membuktikan bahwa turbin pelton ini paling cocok dioperasikan pada debit $0,0029339 \text{ m}^3/\text{s}$. Energi yang disimpan di dalam aki sebesar 1.236 VAH sedangkan kebutuhan energi di Desa Gogik sebesar 640 VAH, maka energi tersisa sebesar 596 VAH, untuk penambahan lampu jalan pada dua titik sebesar 520 VAH jadi energi yang tersisa adalah 76 VAH.

Kata kunci : Desa Gogik, Turbin Pelton, sudu PVC , Efisiensi.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara terluas di dunia dan merupakan negara dengan jumlah penduduk terbanyak terbesar ke-4 di dunia. Dengan semakin banyak penduduk maka semakin banyak pula listrik yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Menipisnya persediaan sumber daya minyak membuat kita harus mencari sumber daya energi alternatif yang dapat dimanfaatkan.

Energi terbarukan yang melimpah dan dapat dimanfaatkan di Indonesia ini yaitu air. Pembangkit listrik tenaga air saat ini menjadi salah satu pilihan dalam memanfaatkan sumber daya energi terbaru dengan pemanfaatan teknologi yang sederhana dan ekonomis. Artinya pembangkit ini hanya mampu mencukupi kebutuhan listrik dengan skala kecil atau sering disebut juga dengan *microhydro*..

Salah satu tempat yang berpotensi untuk dimanfaatkan energi airnya yaitu pada Desa Gogik. Di Desa Gogik merupakan tempat yang menjadi tujuan wisata masyarakat lokal maupun luar kota yaitu Air Terjun Semirang. Desa yang terletak digunung Ungaran atau sebelah Barat Kota Ungaran, dengan ketinggian berkisar ± 500 s/d 600 meter diatas permukaan laut dengan suhu udara rata-rata 27°C - 29°C , Desa Gogik boleh dikatakan cukup subur, kesuburan ini terutama karena sifat tanahnya yang berhumus, bebatuan serta didukung ketersediaan air yang cukup.

Walaupun letak tempat wisata yang jauh dari pedesaan dan harus menempuh perjalanan lagi untuk sampai ke Air Terjun Semirang ini, tidak mengurangi minat pengunjung untuk datang kembali ke tempat wisata tersebut. Desa Gogik terdapat tempat wisata air terjun yang ramai dikunjungi oleh pengunjung, tetapi tempat ini masih mengalami kesulitan terutama infrastruktur pembangunan sistem kelistrikan pada penerangan jalan. Karena listrik sangat dibutuhkan untuk sarana kegiatan di tempat wisata tersebut, maka dari itu penulis ingin memanfaatkan ketersediaan sumber daya air agar dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik guna penerangan tempat wisata di desa tersebut. Air dapat dimanfaatkan untuk diubah menjadi energy listrik yaitu dengan mengubah energy potensial (potensi air terjun dan kecepatan aliran) yang mana air akan menumbuk sudu turbin (*blade*) yang terhubung dengan poros generator, poros menggerakkan rotor yang selanjutnya bergerak di kumparan stator generator. Air mengalir pada turbin, memberi tenaga pada sudu turbin (*blade*) dan membuatnya berputar. Akibatnya energy mekanik dari poros diubah menjadi energy listrik oleh generator, sehingga listrik tersebut dapat digunakan untuk penerangan lampu-lampu atau peralatan listrik lainnya. (Sahid, 2017). Berdasarkan data studi awal yang telah dilakukan dilokasi, diperoleh potensi head sebesar 4 meter dan debit air sebesar 6 liter per detik.

METODE PENELITIAN

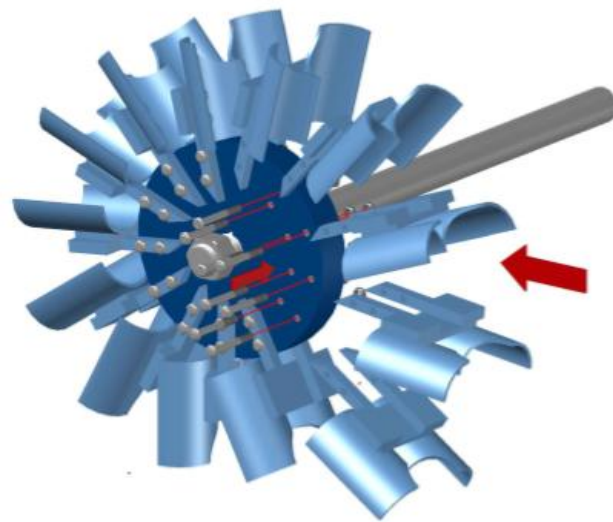
Rancangan model turbin pelton dapat dilihat pada gambar 2 yang terdiri dari sudu runner, cakram , poros turbin, rumah turbin , generator , dudukan generator dan nosel. Sudu pelton dibuat dari bahan pipa PVC tipe AW yang dibelah dua. Alasan menggunakan pipa PVC adalah bahannya mudah didapatkan, mudah dalam pembuatan, tidak mudah korosi dan harganya terjangkau. Untuk tipe pipa PVC yang digunakan untuk membuat sudu ini digunakan jenis/tipe AW karena tipe AW mampu menahan tekanan hingga 10 bar.

Turbin air tersebut diuji untuk mendapatkan kinerja turbin air Uji pertama dengan variasi beban dengan 3 debit yang berbeda yaitu $0,0020419 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,0029339 \text{ m}^3/\text{s}$ dan

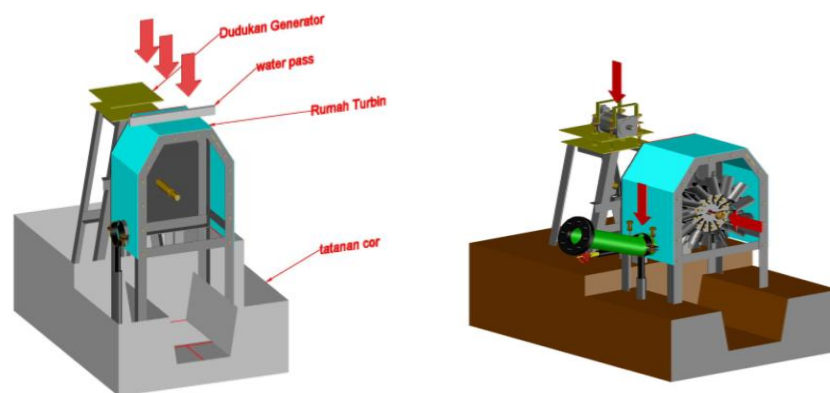
0,0029339m³/s. Uji kedua yaitu untuk mengisi aki. Uji ini dilakukan untuk mengetahui daya energi listrik yang dapat disimpan di dalam aki.

Parameter yang diuji dalam pengujian meliputi debit air masuk nosel, tegangan yang dihasilkan generator dan arus yang mengalir pada beban. Data-data tersebut digunakan untuk menghitung daya hidrolis, daya generator dan efisiensi sistem. Semua data yang diperoleh disajikan dalam bentuk pentabelan dan grafik karakteristik sehingga dapat dijadikan sebagai pembahasan serta analisa.

Hasil perhitungan tabel disajikan dalam bentuk grafik karakteristik daya generator terhadap putaran dan grafik karakteristik efisiensi terhadap putaran turbin.



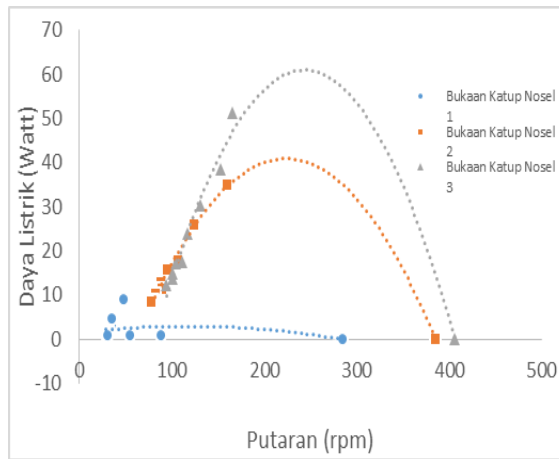
Gambar 1. runner turbin pelton



Gambar 2. Rancangan Turbin Pelton

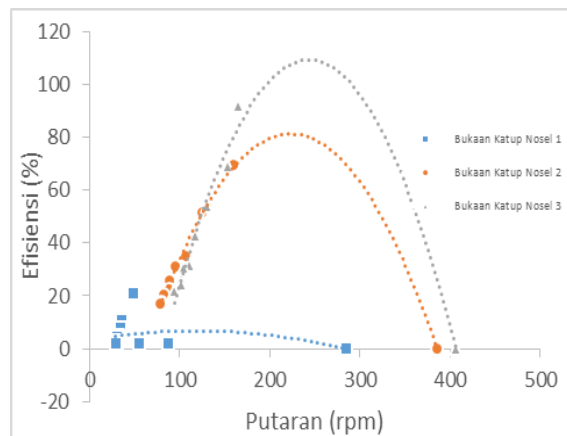
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan tabel disajikan dalam bentuk grafik karakteristik daya listrik terhadap putaran turbin dan grafik karakteristik efisiensi terhadap putaran turbin.



Gambar 3. Grafik Hubungan Daya Listrik Terhadap Putaran Turbin pada Bukaannya Nosel 1, 2 dan 3

Gambar 3 merupakan grafik hubungan daya listrik terhadap putaran turbin. Bukaannya nosel 1, bukaannya nosel 2 dan bukaannya nosel 3 yang tertera pada gambar 3 mempunyai arti debit keluaran nosel masing-masing adalah $0,0020419 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,0024892 \text{ m}^3/\text{s}$ dan $0,0029339 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan nilai daya listrik tertinggi yaitu 8,96 Watt, 35,1 Watt dan 51,3 Watt dengan putaran 47,9 rpm, 159,8 rpm dan 165 rpm.



Gambar 4. Grafik Hubungan Efisiensi Terhadap Putaran Turbin pada Bukaannya Katup Nosel 1, 2 dan 3

Gambar 4 merupakan grafik hubungan efisiensi terhadap putaran turbin. Bukaannya nosel 1, bukaannya nosel 2 dan bukaannya nosel 3 yang tertera pada gambar 4 mempunyai arti debit keluaran nosel masing-masing adalah $0,0020419 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,0024892 \text{ m}^3/\text{s}$ dan $0,0029339 \text{ m}^3/\text{s}$ memiliki nilai efisiensi tertinggi yaitu 20,73%, 69,61% dan 91,88% pada putaran 47,9 rpm, 159,8 rpm dan 165 rpm. Maka Turbin Pelton ini memiliki daya generator tertinggi 51,3 Watt pada putaran 165 rpm dan efisiensi sebesar 91,88%.

Pada beban nol turbin menghasilkan putaran tertinggi yaitu 400 rpm dengan tegangan keluaran generator yaitu 81 V kemudian pembebanan dilakukan pada beban 5 watt karena tegangan yang dihasilkan generator jauh lebih besar dari lampu sehingga lampu putus, kemudian ditingkatkan dengan beban 20 Watt pada kondisi ini tegangan keluaran generator turun menjadi 22,8 V hal ini yang menyebabkan jarak kurva menjadi panjang dari hasil tegangan putaran 400 rpm dengan hasil tegangan saat beban 20 watt.

Pengujian kedua yaitu pengisian aki dengan sumber generator menggunakan aki dengan spesifikasi yaitu tegangan 24V dan kapasitas 50AH. Berikut adalah hasil pengujian pengisian aki.

Tabel 1 Data Hasil Pengujian Pengisian Aki

No	Waktu	Tegangan Aki (V)	Arus Aki (A)	Tegangan Generator (V)	Tegangan Regulator (V)
1	16.00	24	2,06	50	25
2	16.10	25	1,6	50	25
3	16.20	25	1,6	50	25

Pengambilan data 1-2 dilakukan 10 menit. Data selanjutnya didapatkan nilai arus , tegangan yang tetap sehingga pengukuran arus dan tegangan yang masuk ke aki dihentikan. Dengan spesifikasi aki seperti yang dicantumkan di atas maka energi yang dapat disimpan aki yaitu :

$$\begin{aligned}
 E &= 24V \times 50AH \\
 &= 1200 VAH \\
 &= 1,2 kVAH
 \end{aligned}$$

Dengan arus dan tegangan terukur yang masuk ke dalam aki , maka dapat diketahui daya yang masuk ke aki yaitu :

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 &= 25 \times 2,06 \\
 &= 51,5 VA \\
 &= 0,0515 kVA
 \end{aligned}$$

Maka energi yang telah masuk saat pengujian aki dengan waktu 20 menit (0,3 jam) yaitu :

$$\begin{aligned} E &= P \times t \\ &= 51,5 \times 0,3 \\ &= 17,16 \text{ VAH} \end{aligned}$$

Lamanya pengisian aki jika dihitung menggunakan daya yang dihasilkan yaitu

$$t = \frac{1,2}{0,0515} = 23,3 \text{ jam}$$

Untuk kebutuhan penerangan di Desa Gogik terdapat beberapa titik yaitu :

1. Lampu penerangan pos (20 Watt)
2. Lampu penerangan jalan (20 Watt)
3. Lampu penerangan kamar mandi (6 lampu @20 Watt)
4. Lampu penerangan mushola (20 Watt)

Maka jumlah energi yang dibutuhkan yaitu :

• Pagi :

$$\text{Lampu kamar mandi : } 20\text{Watt} \times 4 \text{ jam} = 80 \text{ WH}$$

• Malam :

$$\text{Lampu pos: } 20\text{Watt} \times 13 \text{ jam} = 260\text{WH}$$

$$\text{Lampu jalan : } 20\text{Watt} \times 13 \text{ jam} = 260\text{WH}$$

$$\text{Lampu mushola : } 20\text{Watt} \times 2 \text{ jam} = 40\text{WH}$$

Perhitungan waktu di atas menggunakan asumsi yaitu 1 lampu kamar mandi yang menyala selama 4 jam, lampu pos dan jalan dinyalakan mulai pukul 17.00-06.00 (13jam). Lampu mushola diasumsikan dinyalakan mulai pukul 17.00-19.00 (2jam).

Total Energi yang dihasilkan dalam satu hari yaitu:

$$\begin{aligned} &= \text{Daya yang dihasilkan generator} \times \text{waktu} \\ &= 51,5 \times 24 \\ &= 1.236 \text{ VAH} \end{aligned}$$

Maka Energi yang tersisa yaitu:

$$\begin{aligned} &= \text{Total Energi yang dihasilkan generator} - \text{Total energi yang dibutuhkan} \\ &= 1.236 - 640 \\ &= 596 \text{ VAH} \end{aligned}$$

Dari daya yang tersisa dapat dimanfaatkan lagi dengan menambah lampu jalan 20 watt pada dua titik:

$$= \text{jumlah daya} \times \text{lama pemakaian}$$

$$= 20 \times 13 \times 2$$

$$= 520 \text{ VAH}$$

SIMPULAN

Berdasarkan tabel perhitungan dan tabel hasil analisa data, dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai efisiensi tertinggi pada debit $0,0020419 \text{ m}^3/\text{s}$ yaitu sebesar 20,73%, pada debit $0,0024892 \text{ m}^3/\text{s}$ yaitu sebesar 69,61% dan pada debit $0,0029339 \text{ m}^3/\text{s}$ yaitu sebesar 91,88% . Hal ini membuktikan bahwa turbin pelton ini paling cocok dioperasikan pada debit $0,0029339 \text{ m}^3/\text{s}$.
2. Turbin dapat menghasilkan energi yang disimpan di dalam aki sebesar 1.236 WH sedangkan kebutuhan energi di Desa Gogik sebesar 640 VAH , maka energi yang tersisa sebesar 596 VAH dan dimanfaatkan untuk penambahan lampu jalan pada dua titik sebesar 520 VAH jadi energi yang tersisa 76 VAH..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dietzel, Fritz. *Turbin Pompa dan Kompresor*.1993. Jakarta: Erlangga.
- [2] Himran, Syukri. *Turbin Air- Teori & Dasar Perencanaan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [3] Streeter, Victor L & Wyle E. Benjamin. *Mekanika Fluida*. 1998. Jakarta: Erlangga.
- [4] Sunarto,M. Edy & Markus Eisenring. *Memfaatkan Tenaga Air dalam skala kecil*. 1992. Yogyakarta: Andi Offset.