

# Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Turbin Pelton Kapasitas 300 Watt Kajian Debit Dan Arah Aliran Pada Alat

Aida, S<sup>1)</sup>, Sahrul<sup>2)</sup>, Lety T<sup>3)</sup>, Tahdid<sup>4)</sup>

<sup>1),2),3),4)</sup> Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang  
Jl. Srijaya Negara Palembang  
Email : aida\_syarif@yahoo.co.id

**Abstrak.** Pemanfaatan energi air sebagai pembangkit listrik menjadi salah satu solusi yang berpotensi untuk diaplikasikan dalam upaya mengatasi keterbatasan suplai listrik pada masyarakat di pedesaan. Pemanfaatan energi air telah banyak dilakukan menggunakan kincir atau turbin air dengan memanfaatkan energi potensial jatuh air (air terjun) atau kecepatan aliran air (aliran sungai). Perancangan alat Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) skala laboratorium dianalisa dengan kajian beberapa faktor antara lain bukaan katup, debit dan jumlah sudu. Pada pengaruh laju aliran air dan pengaruh besar bukaan katup nosel secara aktual didapatkan kinerja pembangkit yang paling baik ialah pada aliran Overshoot Horizontal sebesar 7,35% dengan bukaan katup penuh 100% dan laju aliran air yang digunakan yaitu 4,5 GPM. Selain itu, penggunaan jumlah sudu paling baik ialah 16 buah yang mempengaruhi putaran turbin dan daya listrik yang dihasilkan yaitu masing-masing 573,9 rpm dan 14,7 Watt.

**Kata Kunci :** PLTMH, Turbin Pelton, Bukaan Katup, Debit, Jumlah Sudu

## 1. Pendahuluan

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik berskala kecil (< 100 kW) yang memanfaatkan tenaga (aliran) air sebagai sumber penghasil energi. PLTMH termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut *clean energy* karena ramah lingkungan. Tenaga air berasal dari aliran sungai kecil atau danau yang dibendung dan kemudian dari ketinggian tertentu dan memiliki debit yang sesuai akan menggerakkan turbin yang dihubungkan dengan generator listrik. Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Klasifikasi umum pembangkit listrik tenaga air dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air

Tipe	Kapasitas (kW)
Mikro Hidro	< 100
Mini Hidro	101-2.000
Small Hidro	2.001-25.000
Large Hidro	>25.000

(Teacher Manual Diploma Hydro Power, 2008)

Potensi sumber daya air yang melimpah di Indonesia karena banyak terdapatnya hutan hujan tropis, membuat kita harus bisa mengembangkan potensi ini, karena air adalah sebagai sumber energi yang dapat terbarukan dan alami. Bila hal ini dapat terus dieksplorasi, konversi air menjadi energi listrik sangat menguntungkan bagi negeri ini. Di Indonesia telah terdapat banyak sekali PLTMH dan waduk untuk menampung air, tinggal bagaimana kita dapat mengembangkan PLTMH menjadi lebih baik lagi dan lebih efisien [1]

Pada umumnya PLTMH prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik. Sebuah skema mikrohidro memerlukan dua hal yaitu, debit air dan ketinggian jatuh (*head*) untuk menghasilkan tenaga yang dapat dimanfaatkan. Hal ini adalah sebuah sistem konversi energi dari bentuk ketinggian dan aliran (energi potensial) kedalam bentuk energi mekanik dan energi listrik.

Potensi daya mikrohidro dapat dihitung menggunakan persamaan 1.

$$P = \rho gQH\eta \quad \dots\dots 1$$

(Teacher Manual Diploma Hydro Power, 2008)

Dimana:

P = Daya yang dibangkitkan PLTMH (Watt)

$\rho$  = massa jenis air ( $\text{kg/m}^3$ )

g = gravitasi ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )

Q = Debit aliran Air ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

H = beda ketinggian (m)

$\eta$  = efisiensi sistem PLTMH, efisiensi sistem PLTMH umumnya  
0,85

### Turbin Air

Turbin air adalah turbin yang menggunakan air sebagai fluida kerja. Air mengalir dari tempat yang lebih tinggi menuju tempat yang lebih rendah. Dalam proses aliran didalam pipa, energi potensial berangsur-angsur berubah menjadi energi kinetik. Didalam turbin, energi kinetik air diubah menjadi energi mekanis dimana air akan memutar roda turbin yang ditransmisikan pada generator untuk menghasilkan energi listrik. Untuk menghitung energi listrik yang dihasilkan dapat digunakan persamaan sebagai berikut [3]

$$P_{\text{listrik}} = V \cdot I \quad (2)$$

Dimana:

$P_{\text{Listrik}}$  = Energi Listrik (W)

V = Tegangan (V)

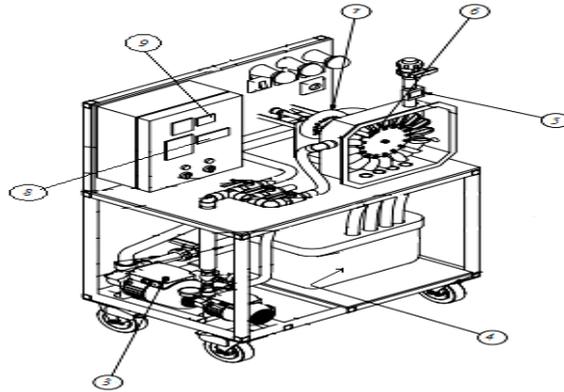
I = Arus (A)

### Turbin Pelton

Turbin Pelton merupakan pengembangan dari turbin Impuls yang ditemukan oleh S.N. Knight pada tahun 1872 dan N.J. Colena pada tahun 1873 dengan memasang mangkok-mangkok pada roda turbin. Bentuk sudu turbin terdiri dari dua bagian yang simetris. Sudu dibentuk sedemikian sehingga pancaran air akan mengenai tengah – tengah sudu dan pancara air tersebut akan berbelok ke kedua arah sehingga bisa membalikkan pancaran air dengan baik dan membebaskan sudu dari gaya – gaya samping. Turbin Pelton untuk pembangkit skala besar membutuhkan head lebih kurang 150 meter tetapi untuk skala mikro, head 20 meter sudah mencukupi. Turbin Pelton memiliki komponen utama yaitu sudu turbin, nozel dan rumah turbin. Berikut penjelasan mengenai komponen tersebut [2]

### Metodologi

Dalam penelitian dilakukan dengan tahapan perancangan alat prototype, uji kinerja alat. Pada tahapan perancangan alat dilakukan analisa perhitungan untuk mendesain alat prototype PLTMH kapasitas 300 watt, dengan variabel yang diambil yaitu variabel tetap dan variabel tak tetap. Variabel tetap yang diambil berupa waktu operasi, sedangkan variabel tak tetap yang diambil berupa debit, jumlah sudu dan arah aliran (*Overshot Horizontal, Overshot Vertikal dan Undershot*).



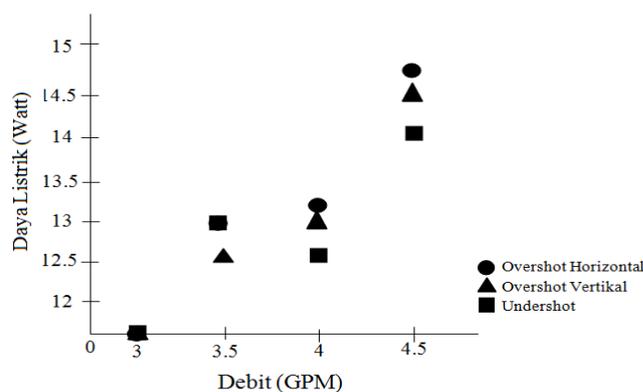
Gambar 1. Prototipe PLTMH Turbin Pelton

### Prosedur Percobaan

- a. Percobaan pada simulasi PLTMH Turbin Pelton dengan Variasi Buka-an Katup
  1. Menyalakan pompa untuk mulai mengalirkan fluida.
  2. Membuka dan mengatur valve debit.
  3. Membuka dan mengatur valve arah aliran nosel overshoot horizontal bukaan 100%..
  4. Mengamati tegangan dan arus yang dihasilkan setelah 60 menit pengecasan.
  5. Menghidupkan lampu untuk melihat kemampuan alat menyuplai daya.
  6. Mengulangi percobaan ini untuk besar bukaan valve aliran untuk 80%, 60%, 40% dan 20% serta arah aliran *Overshoot Vertical* dan *Undersho*
  7. Ulangi langkah 2-7 dengan variasi sudut turbin

## 2. Pembahasan

Hubungan antara debit terhadap daya listrik yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 3 dibawah ini.



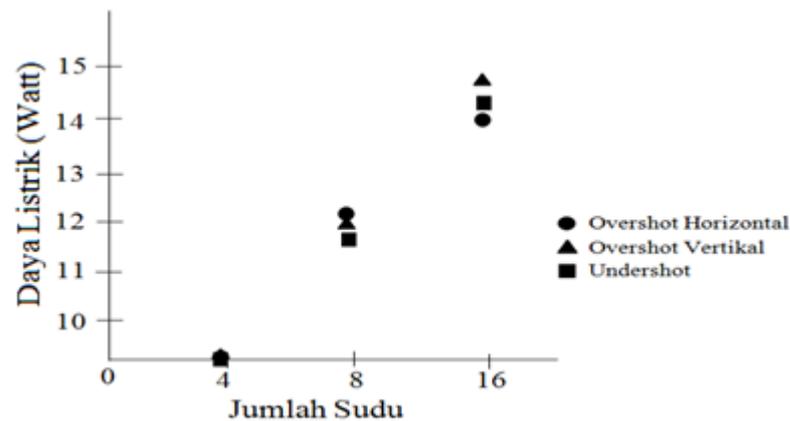
Gambar 2. Grafik Pengaruh Variasi Debit Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan

Pada Gambar 2 dapat dilihat pengaruh variasi debit terhadap daya yang dihasilkan untuk setiap arah aliran nosel yaitu *Overshot Horizontal*, *Overshot Vertical*, dan *Undershot*. Pada setiap variasi debit aliran memberikan perbedaan terhadap daya yang dihasilkan. Pada debit optimum 4,5 GPM untuk *Overshot Horizontal*, *Overshot Vertical* maupun *Undershot* menghasilkan daya yang diuji dengan beban yaitu 14,7 Watt, 14,56 Watt serta 14 Watt. Untuk debit 4 GPM dihasilkan daya *Overshot Horizontal* 13,16 Watt, *Overshot Vertical* 12,95 Watt dan *Undershot* 12,6 Watt. Dan untuk debit 3,5 GPM dihasilkan daya *Overshot Horizontal* 12,95 Watt, *Overshot Vertical* 12,6 Watt dan *Undershot* 12,95 Watt.

Menurut teori yang dikemukakan oleh Richard Pietersz tahun 2013[3], bahwa semakin bertambahnya debit air, semakin besar putaran kincir maka semakin besar energi listrik yang

dihasilkan. Sebaliknya, semakin berkurangnya debit air, semakin kecil putaran kincir maka semakin kecil energi listrik yang dihasilkan.

**Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan**



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Jumlah Sudu Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa jumlah sudu juga mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah sudu, maka semakin besar energi listrik yang dihasilkan. Hal ini ditunjukkan dengan energi listrik tertinggi yang dihasilkan terdapat pada penggunaan jumlah sudu 16 buah pada aliran *Overshot* Horizontal yaitu sebesar 14,7 Watt, sedangkan energi listrik terendah yang dihasilkan yaitu terdapat pada penggunaan jumlah sudu 4 buah baik pada arah aliran *Overshot* Vertikal, *Overshot* Horizontal dan *Undershot* yaitu 0 Watt. Menurut Luther Sule (2012), energi listrik yang dihasilkan oleh kincir dipengaruhi oleh putaran kincir, dimana semakin bertambahnya jumlah sudu maka putaran kincir semakin besar sehingga energi listrik yang dikonversi akan semakin besar. [4]

### 3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukandapat dibuat kesimpulan bahwa kinerja dari desain alat simulasi prototipe PLTMH turbin Pelton berdasarkan berbagai pengaruh yang diterapkan yaitu:

1. Debit mempengaruhi daya listrik, semakin besar debit maka daya listrik yang dihasilkan semakin besar. Debit 4,5 GPM menghasilkan daya listrik yang lebih besar dibandingkan debit 3, 3,5 dan 4 GPM, yaitu daya listrik tertinggi debit 4,5 GPM yaitu sebesar 14,7 Watt, sedangkan debit 4 GPM menghasilkan daya listrik sebesar 13,6 Watt, debit 3,5 GPM menghasilkan daya listrik sebesar 12,95 Watt dan debit 3 GPM belum menghasilkan daya listrik.
2. Jumlah sudu mempengaruhi daya listrik, semakin banyak jumlah sudu yang digunakan maka semakin besar daya listrik yang dihasilkan. Hal ini dapat dinalisa pada jumlah sudu 16 buah pada aliran *Overshot* Horizontal yaitu sebesar 14,7 Watt, sedangkan energi listrik terendah yang dihasilkan yaitu terdapat pada penggunaan jumlah sudu 4 buah baik pada arah aliran *Overshot* Vertikal, *Overshot* Horizontal dan *Undershot* yaitu 0 Watt.

### Ucapan Terima Kasih

Penyusunan hasil penelitian ini tidak mungkin terlaksana tanpa adanya dukungan dari banyak pihak yaitu atas bantuan team penelitian yaitu Ibu Lety Trisnaliani, S.T., M.T. Bapak Ir. Sahrul Effendy, M.T Bapak Tahdid, S.T,M.T, Bapak Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya, Bapak Ketua Jurusan Teknik Kimia, BapakKetua program Studi Energi. Oleh karenanya ungkapan terima kasih tertuju kepada mereka, meski tanpa mengurangi rasa terima kasih kepada pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

**Daftar Pustaka**

- [1]. Nathanael, Stevi Wenes. 2016. *Study Kelayakan Saluran Irigasi Persawahan Di Desa Talawaan Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik*. Manado : Politeknik Negeri Manado.
- [2]. Prapti, Cokorda, Sunyoto dan Rahmat. *Analisa Turbin Pelton Berskala Mikro Pada Pembuatan Instalasi Uji Laboratorium*. Depok : Universitas Gunadarma.
- [3]. Pietersz, Richard., Rudy Soenoko. dan Slamet Wahyudi. 2013. *Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Optimalisasi Kinerja Turbin Kinetik Roda Tunggal*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.4. No.3. 220-226.
- [4]. Sari, Poernama dan Ryan Fasha. 2012. *Pengaruh Ukuran Diameter Nozzle 7 dan 9 mm Terhadap Putaran Sudu dan Daya Listrik pada Turbin Pelton*. Depok : Universitas Gunadarma.
- [5]. Sule, Luther dan Erwin, T.S. 2015. *Kinerja yang Dihasilkan Oleh Kincir Air Arus Bawah dengan Sudu Berbentuk Mangkok*. Makasar : Universitas Hasanuddin.
- [6]. Susatyo, Anjar dan Lukman Hakin. 2003. *Perancangan Turbin Pelton*. Bandung : LIPI.