

# PENGARUH JUMLAH NOZZLE PADA TURBIN PELTON

\*Ir. Rahmad Samosir, MT

\*Dosen Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia

## Abstrak

Masyarakat Indonesia belum sepenuhnya mendapat layanan penerangan tenaga listrik, terutama yang berada di daerah terpencil dengan kelompok kecil yang berada di lereng-lereng bukit, sementara dilokasi seperti dimaksud terdapat potensi energy yang cukup untuk membangun pembangkit listrik tenaga air skala kecil (pikohidro), akhir-akhir ini sering dibahas pemasangan turbin air skala kecil untuk daerah-daerah dimaksud. Atas dasar tersebut, penulis ingin mengetahui efektifitas penggunaan jumlah nozle yang efisien pada turbin air, sehingga penulis melakukan pengujian terhadap turbin pelton skala laboratorium dengan menggunakan 1 nozle dan 2 nozle. Pengujian dilakukan dengan 3 variasi tekanan (head) yaitu :  $2 \text{ kg/cm}^2$  (20 m H<sub>2</sub>O),  $2^{1/2} \text{ kg/cm}^2$  (25m H<sub>2</sub>O) dan  $3 \text{ kg/cm}^2$  (30 m H<sub>2</sub>O). Dari hasil pengujian didapat hasil bahwa dengan menggunakan 1 nozle efisiensinya lebih tinggi, dimana pada head 30 m jika menggunakan 1 nozle dihasilkan daya output Watt, sementara jika menggunakan 2 nozle didapat daya output Watt.

**Kata kunci :** Nozzle, pembangkit listrik.

## Latar Belakang.

Di indonesia potensi tenaga air mikro-hidro belum dimanfaatkan secara maksimal, sementara unuk daerah-daerah terpencil pembangkit listrik dengan PLTM (pembangkit listrik tenaga mikro-hidro) masih lebih menguntungkan dibandingkan dengan menghubungkan daerah ini dengan jaringan PLN yang jaraknya jauh. Dengan keadaan geografis Indonesia yang memiliki potensi air dengan head yang memadai untuk pembangkit listrik skala kecil, maka sangat potensial dikembangkan teknologi pembangkit – listrik berskala kecil yang biasa dikenal sebagai Pembangkit Lisrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dan **pikohidro**. Teknologi PLTMH ini terus dikembangkan baik dari segi peralatannya maupun dari segi efisiensinya. PLTMH dirancang tergantung dari besar kecilnya head dan kapasitas air yang ada untuk menghasilkan berapa besar energi listrik yang dihasilkan. Untuk PLTMH kapasitas daya energi listrik yang dihasilkan biasanya di bawah 100kW. Berbagai teknologi pembangkit telah banyak diterapkan dalam PLTMH baik dari sisi turbin dan instrumen. Alat ini menyerap energi potensial yang di miliki oleh air, dan merubahnya menjadi energi mekanis. Selanjutnya energi mekanis berupa putaran poros digunakan unutup menggerakkan generator listrik, bila diinginkan sebagai pusat pembangkit tenaga.

Teknologi saat ini mampu memanfaatkan sumber energi air dengan ketinggian yang tak terlalu besar,  $H = 1 - 1,5$  meter dengan cukup layak. Salah satu penyebab pembangunan PLTMH berkapasitas kecil ini adalah harga minyak bumi yang terus menerus meningkat, disamping bertambahnya kebutuhan akan energi listrik, sehingga perlu mencari sumber energi alternatif diluar minyak bumi.

Di Indonesia salah satu program pemerintah adalah listrik masuk desa. Untuk desa terpencil di daerah pegunungan, pembangunan PLTA Mikro-Hidro merupakan salah satu jawaban atas program pemerintah tersebut. Pembangkit listrik dengan cara ini sangat sesuai untuk negara kita, mengingat keadaan alamnya yang terdiri banyak pegunungan-pegunungan yang mempunyai aliran-aliran air sungai. Di dalam turbin kita mengenal berbagai jenis turbin yang dipergunakan, kita dapat menggunakan turbin francis, kaplan dan pelton. Penggunaan turbin tersebut tergantung dari potensi head yang dimiliki, turbin Pelton yang menggunakan prinsip impuls memerlukan head yang relatif tinggi.

## Permasalahan

Pada kenyataannya di negara kita ada sebagian desa atau daerah belum terjangkau oleh jaringan listrik PLN. Biasanya daerah tersebut merupakan tempat terpencil yang sulit dijangkau karena jarak yang terlalu jauh, infrastruktur seperti jalan raya belum ada, keadaan geografi suatu daerah tersebut terdiri dari bukit-bukit, sungai-sungai dan lembah-lembah, sementara potensi energi air mencukupi.

### **Batasan Masalah**

Dalam tulisan ini, penulis menekan pembahasan dibidang **efisiensi**, tanpa memasuki ruang lingkup pembahasan bagian Teknik Sipil seperti perencanaan suatau aliran air yang menggunakan bendungan dan Teknik Elektro / Listrik seperti jenis generator listrik yang digunakan, distribusi jaringan listrik kesetiap konsumen.

Jadi dengan menganalisa Debit dan efisiensi Turbin Pelton yang tersedia akan menghasilkan nilai-nilai yang berhubungan dalam menentukan komponen-komponen utama turbin seperti : daya turbin, torsi, gaya-gaya yang membebani turbin, dimensi utama turbin dan lain-lain.

### **Tujuan Penelitian**

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dan daya guna (performance) dari turbin air sebagai alat pengubah tenaga (energi conversion).

### **Dasar teori**

Lester Allan Pelton seorang tukang kayu, menemukan kincir Pelton pada tahun 1879 ketika bekerja di California dan memperoleh paten pertama pada tahun 1880. Awal mulanya penemuan Pelton, ketika dia melihat bagaimana air keluar dari lubang hidung sapi yang sedang minum di pingiran kali. Pelton juga mengamati adanya peningkatan di dalam kecepatan. Turbin Pelton termasuk turbin air jenis implus, dimana seluruh energi air dirubah menjadi energi kecepatan untuk dimanfaatkan mendorong sudu gerak (bucket). Perubahan energi ini dilakukan oleh nozzel dimana air yang semula mempunyai energi potensial yang tinggi diubah menjadi energi kinetis

Penggunaan turbin air lebih banyak karena mempunyai keuntungan antara lain :

- a) Ruang yang diperlukan lebih kecil.
- b) Dapat beroperasi dengan kecepatan yang tinggi.
- c) Mampu membangkitkan daya yang lebih besar dengan ukuran yang relatif kecil.
- d) Daerah putaran yang lebih luas sehingga memungkinkan dihubungkan langsung dengan generator.
- e) Mampu memanfaatkan head yang rendah sampai yang sangat tinggi.
- f) Dapat bekerja terendam dalam air.
- g) Mempunyai efisiensi yang relatif baik.
- h) Dapat di konstruksi dengan poros mendatar maupun tegak.

Penggunaan turbin air banyak dipakai untuk membangkitkan tenaga listrik (PLTA), karena mempunyai karakteristik yang baik dan memenuhi persyaratan sebagai pembangkit tenaga modern.

### **Jenis-jenis Turbin Air**

Secara umum turbin dibagi menjadi 2 jenis yaitu :

1. Turbin implus
2. Turbin reaksi

Kedua jenis turbin ini mempunyai perbedaan pada prinsip konversi energi sehingga dapat dijelaskan sebagai berikut :

#### **Turbin implus**

Pada dasarnya aliran energi pada turbin implus sepenuhnya dikonversikan ke energi kinetic sebelum dirubah di dalam runner. Hal ini mengartikan bahwa aliran yang melewati bucket pada runner dengan tiada perbedaan tekanan antara sisi masuk (inlet) dan sisi keluar (outlet). Oleh karena itu hanya gaya implus yang telah ditransfer dengan perubahan arah dari vektor kecepatan aliran ketika melalui bucket dan menghasilkan energi yang dikonversikan menjadi energi mekanis pada poros turbin

### Turbin reaksi

Di dalam turbin reaksi terdapat 2 efek yang menyebabkan perpindahan energi dari aliran menjadi energi mekanis pada poros turbin. Yang pertama adalah mengikuti penurunan tekanan dari sisi masuk (inlet) ke sisi keluar (outlet) pada runner. Ini menandakan bagian reaksi dari konversi energi. Yang kedua adanya perubahan arah vektor kecepatan dari aliran yang melalui saluran antara sudu-sudu turbin (baling-baling) yang memindahkan gaya impuls

Turbin yang sering digunakan saat ini adalah :

1. Jenis impuls : Turbin Francis, Turbin Kaplan
2. Jenis reaksi : Turbin Pelton

Klasifikasi turbin yang berdasarkan kecepatan spesifiknya adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.1. Spesifikasi kecepatan Turbin**

$n_q$	JENIS TURBIN
4 – 35	Turbin Pelton dengan 1 nozzel
17 – 50	Turbin Pelton dengan 2 nozzel
24 – 70	Turbin Pelton dengan 4 nozzel
80 – 120	Turbin Francis putaran rendah
120 - 220	Turbin Francis putaran normal / sedang
220 – 350	Turbin Francis putaran tinggi
350 - 430	Turbin Francis putaran sangat tinggi
300 – 1000	Turbin Propeller atau kaplan

### Turbin Pelton

Sistem kerja Turbin Pelton adalah air mengalir dalam “penstock”(pipa pesat), sampai ujung bawah masuk nosel (energy kinetic naik), keluar mengenai sudu-sudu (yang terpasang pada runner). Pengaturan jumlah air dapat dengan regulator / governor (untuk instalasi yang besar) atau dengan tangan / manual (instalasi yang kecil) atau skala laboratorium. Energi tekanan dari air pada reservoir sewaktu melewati penstock sebagian dirubah menjadi energi kinetik dan energi kinetik ini meningkat saat keluar dari nozzle. Ketika air menabrak buckets maka dihasilkan energi mekanik. Turbin ini termasuk turbin impuls karena alirannya yang keluar dari Nozzle tekanannya sama dengan atmosfer, maka disebut juga turbin tekanan sama. Bentuk sudu turbin terdiri dari dua bagian simetris supaya dapat membalikan pancaran air dengan baik dan membebaskannya dengan gaya samping. Tidak semua sudu menerima pancaran air dan hanya sebagian saja dan segera berganti tergantung dari sisi pada posisi sudu. Jumlah Nozzle tergantung pada kapasitas air, tiap turbin biasa dilengkapi 1-6 nozzle, Namun turbin kali ini menggunakan 2 nozzle seperti pada gambar 2.6 dibawah ini.



**Gambar 1. Turbin Pelton Skala Lab**

Keterangan desain alat turbin pelton :

- **Batang Poros**, Sebagai penghubung Runner & Sudu dan berfungsi untuk memindahkan putaran atau mendukung sesuatu beban yang diterima dari semprotan air diberikan oleh nozzle
- **Casing**, Berfungsi sebagai pelindung dari percikan air, serta sebagai mengarahkan air ke saluran pembuangan.
- **Nozzle**, Fungsi utama nozzle adalah untuk mengubah kecepatan aliran air sehingga meningkatkan energi kinetik, dan elanjutnya berguna untuk menggerakkan runner.
- **Runner & Buckets**, Pancaran dari air yang datang mengenai buckets, sehingga bucket terdorong dan seterusnya memutar runner yang diteruskan ke poros.
- **Preassure gauge**, Berfungsi untuk mengukur tekanan fluida dalam pipa.
- **Flow meter**, adalah alat yang digunakan untuk mengukur aliran air ( liquid, gas, powder ) dalam suatu saluran
- **Lampu LED**, Berfungsi sebagai beban yang menggunakan aliran listrik dari generator yang diputar oleh turbin.
- **Kran air**, Berfungsi sebagai penghubung dan pemutus laju aliran pada pipa air.
- **Pompa**, Pada pengujian turbin ini prinsip kerja pompa di balik, yaitu mensuplai air dari lokasi tertentu untuk memutar impeler pompa. Putaran impeler ini akan diteruskan untuk memutar generator sehingga dihasilkan tenaga listrik.

1. Kecepatan pancaran pada nozzle adalah :

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \text{ m/det}$$

2. Daya input turbin adalah :

$$P_w = \rho \cdot g \cdot h \cdot Q$$

Dimana :

$P_w$  = daya air (watt)

$E_p$  = energi potensial

- $\rho$  = massa jenis air =  $1000 \text{ kg/m}^3$
- $g$  = percepatan gravitasi =  $9,81 \text{ m/s}^2$
- $H$  = Head masuk/sisi masuk (m)
- $Q$  = Laju aliran ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $t$  = Waktu ( s )

3. Efisiensi turbin :

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_w} \times 100\%$$

Dimana :

$\eta_t$  = efesiensi turbin (%)

$P_t$  = daya turbin (watt)

$P_w$  = daya air (watt)

Untuk mendapatkan efisiensi yang optimum, jenis turbin yang dipakai harus sesuai dengan potensi energi air yang tersedia yaitu dengan menentukan Kecepatan spesifik :

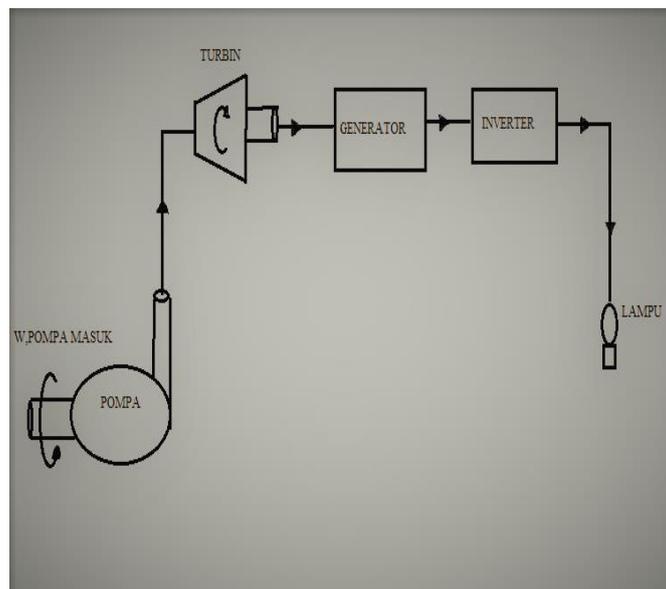
$$n_q = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Dimana :

$n$  = kecepatan putaran turbin (rpm)

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

$H$  = head masuk / sisi masuk (m)



**Gambar 2. Skematik rangkaian turbin**

#### 4. Hubungan tekanan dengan head.

Tekanan fluida adalah besarnya gaya yang diberikan fluida ke sekelilingnya dalam satuan gaya per luas penampang, dalam tulisan ini menggunakan  $\text{kg/cm}^2$ . Untuk head 10m kolom air akan menimbulkan tekanan sbb :

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

**Dimana**  $\rho$  = density fluida  
 $g$  = gaya grafitasi  
 $h$  = head

$p$  = tekanan yang dihasilkan pompa  $\text{N/m}^2 \rightarrow 1 \text{ kg/cm}^2 = 98.100 \text{ N/m}^2$

sehingga jika tekanan pompa  $1 \text{ kg/cm}^2$  maka :  $h = \frac{p}{\rho \cdot g} = \frac{98100 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{det}^2}} = 10 \text{ m}$

#### 5. Daya yang dihasilkan Generator

Generator untuk pembangkit listrik tenaga air skala piko menggunakan generator sinkron 1 phasa. Generator ini memiliki kecepatan rata-rata antara 70 – 1500 rpm. Daya yang dihasilkan oleh generator 1 phasa dihitung dengan persamaan :

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Dimana :

$P$  : Daya yang di hasilkan Generator

$V$  : Tegangan Generator

$I$  : Arus Ampere

$\cos \varphi$  : Faktor daya

#### Pengujian

##### Peralatan Percobaan

Alat – alat yang digunakan dalam pengujian turbin pelton :

1. Turbin Pelton sebagai alat uji.
2. Air sebagai media.
3. Kran untuk mengontrol laju air.
4. Pressure gauge untuk mengukur tekanan air dari pompa.
5. Tachometer sebagai alat pengukur rpm.
6. Bak penampung air
7. Bola lampu
8. Alat ukur Voltage dan Ampere
9. Flow meter

##### Prosedur Percobaan

Prosedur percobaan meliputi :

1. Sebelum start ON pastikan air dalam tabung penampungan terisi ( minimal tiga perempat bagian dari bak penampungan ).
2. Siapkan 3 bola lampu sebagai beban daya turbin, dalam percobaan dilakukan tanpa lampu sampai 3 lampu menyala
3. Buka Kran air untuk mengontrol laju aliran pada tekanan yang ingin di tentukan.
4. Setelah turbin di operasikan, tentukan tekanan dengan mensetting kran air.
5. Ukur putaran turbin menggunakan Tachometer.
6. Catat debit air yang terjadi.

7. Catat Ampere dan Voltage
8. Lakukan percobaan 1-3 untuk variasi head yang berbeda dengan 1 nozzle dan ulang kembali dengan 2 nozzle.

### Hasil Pengujian Turbin Pelton

Dengan melakukan pengujian turbin pelton dengan 1 nozzle dan 2 nozzle, yang menyalurkan air dari posisi atas dan bawah untuk turbin 2 nozzle, hasilnya disajikan dalam tabel dan grafik dibawah.

#### Data Pengujian Turbin Pelton dengan 1 Nozzle

**Tabel 1. Percobaan pertama P = 2 Kg/cm<sup>2</sup>**

Jumlah Lampu	Rpm	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (Watt)	Q = l/menit	
					Qin	Qout
1	368.8	0.36	14.5	5,22	58	32
2	346	0.52	12.4	6,45	58	31
3	327	0.64	11	7,04	58	30

**Tabel 2. Percobaan pertama P = 2.5 Kg/cm<sup>2</sup>**

Jumlah Lampu	Rpm	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (Watt)	Q = l/menit	
					Qin	Qout
1	402.2	0.45	14.5	6,53	50	24
2	344.9	0.5	13,5	6,75	50	21
3	323.6	0.6	12	7,2	50	18

**Tabel 3. Percobaan pertama P = 3 Kg/cm<sup>2</sup>**

Jumlah Lampu	Rpm	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (Watt)	Q = l/menit	
					Qin	Qout
2	416	0.66	13.4	8,84	38	12
3	369	0.73	12.6	9,05	39	14
4	343	0.82	11.6	9,21	39	14

#### Data Pengujian Turbin Pelton dengan 2 Nozzle

**Tabel 4. Percobaan pertama P = 2 Kg/cm<sup>2</sup>**

Jumlah Lampu	Rpm	Arus (A)	Tegangan (V)	Beban (Watt)	Q = l/menit	
					Qin	Qout
1	384	0.41	13	5,14	65	31
2	336	0.53	11.8	6,25	68	31
3	298	0.61	10.9	6,65	71	31

**Tabel 5. Percobaan pertama  $P = 2.5 \text{ Kg/cm}^2$**

Jumlah Lampu	Rpm	Arus (A)	Tegangan (V)	Beban (Watt)	Q = l/menit	
					Qin	Qout
1	357	0.41	12,9	5,29	48	24
2	322	0,56	12	6,72	49	24
3	304	0.62	11,1	6,99	49	24

**Tabel 6. Percobaan pertama  $P = 3 \text{ Kg/cm}^2$**

Jumlah Lampu	Rpm	Arus (A)	Tegangan (V)	Beban (Watt)	Q = l/menit	
					Qin	Qout
2	357	0.66	13	8,58	42	18
2	332	0.74	12,1	8,95	41	17
3	308	0.84	11,2	9,41	42	18

## PEMBAHASAN

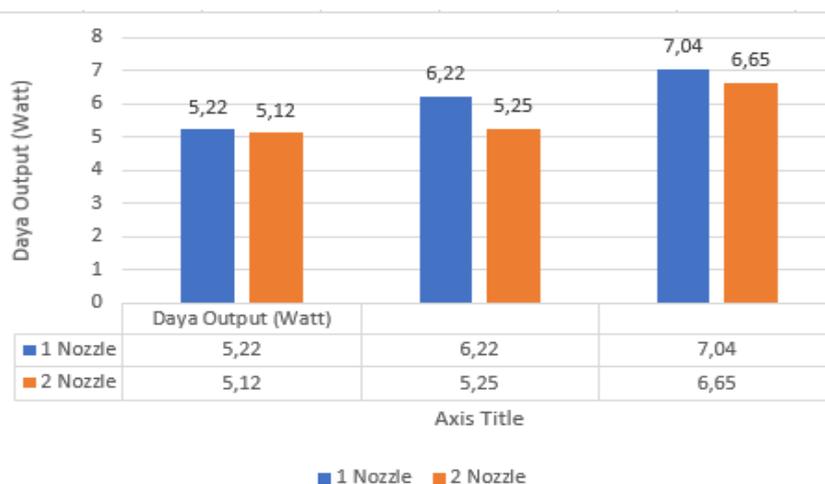
Pada bab ini akan di bahas perbandingan dan analisa dari data pengujian turbin pelton menggunakan 1 nozzle dengan 2 nozzle.

### Perbandingan Antara 1 Nozzle dan 2 Nozzle

**Tabel 7. Perbandingan daya output pada  $h=20 \text{ m}$  (  $P = 2 \text{ kg/cm}^2$  )**

Lampu	1 Nozzle				2 Nozzle			
	RPM	A	V	Daya output (W)	RPM	A	V	Day output (W)
1	358	0.36	14,5	5,22	344	0.40	13.	5,12
2	346	0.52	12,4	6,22	286	0.53	11.8	5,25
3	327	0.64	11	7,04	273	0.61	10.9	6,65

**Grafik 1. Perbandingan daya output pada  $h = 20 \text{ m}$**

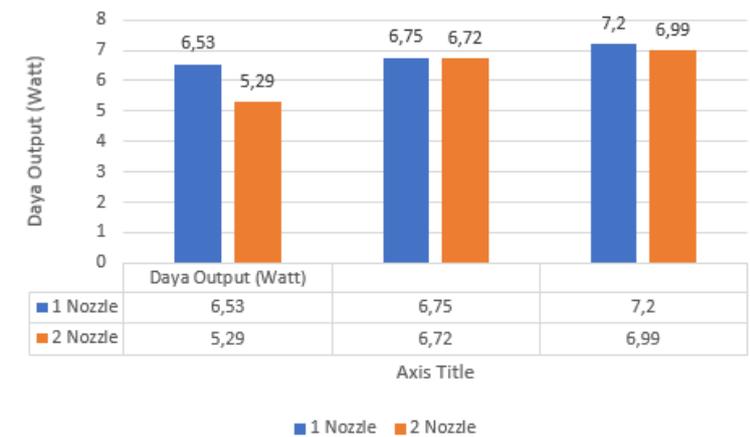


Dari grafik 1, dapat dilihat bahwa daya yang dihasilkan turbin pada 1 nozle lebih besar dibanding 2 nozle, dimana daya maksimum yang dihasilkan pada 1 nozle adalah 7,04 W, sementara yang dihasilkan dengan 2 nozle adalah 6,65 W.

**Tabel 8. Perbandingan daya output pada  $h=25\text{ m}$  (  $P = 2,5\text{ kg/cm}^2$  )**

Lampu	1 Nozzle				2 Nozzle			
	RPM	A	V	Daya out put (W)	RPM	A	V	Daya out put (W)
1	403	0.47	14.5	6,53	357	0,41	12,9	5,29
2	347	0.5	13,5	6,75	322	0,56	120	6,72
3	329	0.6	12,0	7,2	304	0,62	11,1	6,99

**Grafik 2. Perbandingan daya output pada  $h = 25\text{ m}$**

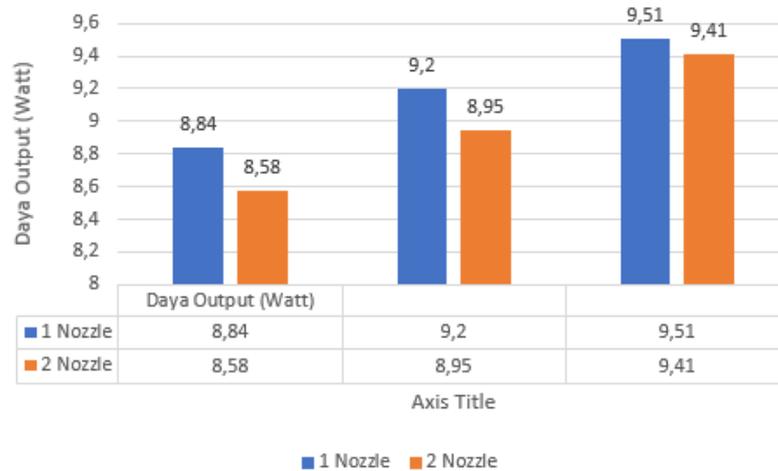


Dari grafik 2, dapat dilihat bahwa daya yang dihasilkan turbin pada 1 nozle lebih besar dibanding 2 nozle, dimana daya maksimum yang dihasilkan pada 1 nozle adalah 7,20 W, sementara yang dihasilkan dengan 2 nozle adalah 6,99 W.

**Tabel 9. Perbandingan daya output pada  $h=30\text{ m}$  (  $P = 3\text{ kg/cm}^2$  )**

Lampu	1 Nozzle				2 Nozzle			
	RPM	A	V	Daya out put (W)	RPM	A	V	Daya out put (W)
2	416	0,66	13,4	8,84	383	0,62	13,0	8,58
3	369	0,73	12,6	9,20	357	0,70	12,1	8,95
4	343	0,82	11,6	9,51	326	0,79	11,2	9,41

**Grafik 3. Perbandingan daya output pada h = 30 m**



Dari grafik 3, dapat dilihat bahwa daya yang dihasilkan turbin pada 1 nozle lebih besar dibanding 2 nozle, dimana daya maksimum yang dihasilkan pada 1 nozle adalah 9,71 W, sementara yang dihasilkan dengan 2 nozle adalah 9,21 W.

Efisiensi Total :

$$\text{Utk 1 nozzle : } \eta_T = \frac{P_{\text{output}}}{P_{\text{air}}} = \frac{9,71 \text{ W}}{\rho \cdot g \cdot h \cdot Q} = \frac{9,71 \text{ W}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{det}^2} \cdot 30 \text{ m} \cdot 0,025 \frac{\text{m}^3}{\text{det}}} \times 100\% = 3,96\%$$

$$\text{Utk 2 nozzle : } \eta_T = \frac{P_{\text{output}}}{P_{\text{air}}} = \frac{9,41 \text{ W}}{\rho \cdot g \cdot h \cdot Q} = \frac{9,41 \text{ W}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{det}^2} \cdot 30 \text{ m} \cdot 0,024 \frac{\text{m}^3}{\text{det}}} \times 100\% = 3,90\%$$

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan.

1. Daya turbin yang dihasilkan adalah daya keluar berguna, karena yang diukur adalah pemakaian langsung (tidak memperhitungkan faktor daya generator)
2. Efisiensi turbin skala laboratorium yang menggunakan 2 nozle lebih rendah dibanding 1 nozle (3,90 % < 3,96%), hal ini terjadi karena gesekan yang terjadi pada nozle ukuran kecil akan lebih besar dibanding nozle ukuran besar.

Saran.

1. Perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui pada kapasitas berapa akan terjadi pada multi nozle yang efisien.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Sumber : [http://id.wikipedia.org/wiki/Turbin\\_air](http://id.wikipedia.org/wiki/Turbin_air)
2. Makalah Turbin Pelton : <http://www.academia.edu/7246445/Makalah-Turbin-Pelton>

3. <http://luk.staff.ugm.ac.id/bta/TurbinAir.pdf>
4. Wibowo paryatmo, Turbin Air, Graha ilmu, Jakarta. 2007
5. M. M. Dandekar, K. N. Sharma, "Pembangkit listrik Tenaga Air", Penerbit Erlangga, Jakarta 1998
6. [https://id.wikipedia.org/wiki/Power\\_inverter](https://id.wikipedia.org/wiki/Power_inverter)
7. Fritz Dietzel, Dakso Sriyono (penerjemah), "Turbin pompa dan kompresor", penerbit Erlangga, Jakarta, 1990

# SEMINAR NASIONAL TEKNIK MESIN

Universitas Kristen Indonesia



# SERTIFIKAT

Diberikan kepada :

**Ir. Rahmat Samosir., MT**

Sebagai:

## PEMAKALAH

“Penerapan dan inovasi energi alternatif dan material dalam dunia kewirausahaan”  
Jakarta, 17 Oktober 2018

Ketua Prodi Teknik Mesin UKI



Dicky Antonius, ST, M.Sc

Dekan Fakultas Teknik UKI

Ir. Galuh Widati, M.Sc

Di Dukung Oleh:

