

## Pengaruh Sistem Dan Rasio *Pulley* Terhadap Daya Listrik Pada Generator Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro

Indra Sanun Lubis

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya  
Indra.19001@mhs.unesa.ac.id

Reza Rahmadian, Mahendra Widyartono, dan Aditya Chandra Hermawan

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya  
rezarahmadian@unesa.ac.id , mahendrawidyartono@unesa.ac.id , adityahermawan@unesa.ac.id

### Abstrak

Pembangkit listrik tenaga piko hidro menggunakan aliran air sebagai sumber energi untuk menggerakkan turbin yang selanjutnya mentransmisikan putaran tersebut ke generator. Agar putaran turbin bisa dipindahkan dengan efisien ke generator, digunakanlah sistem *pulley* dan sabuk-V. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sistem dan rasio *pulley* terhadap keluaran daya pada generator. Dalam penelitian ini, digunakan dua sistem *pulley*, yaitu sistem *pulley* sabuk terbuka atau sistem *pulley* 2 tingkat, dan sistem sabuk gabungan atau sistem *pulley* 4 tingkat. Selain itu, digunakan tiga rasio *pulley* yang berbeda, yaitu 1:1, 1:3, dan 1:8. Data yang diambil dalam penelitian ini meliputi kecepatan putaran (rpm), tegangan (*Volt*), arus (*ampere*), daya (*Watt*), torsi (Nm), kecepatan sudut ( $\omega$ ), dan kecepatan putaran sabuk ( $V_p$ ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem *pulley* 4 tingkat dengan rasio 1:8 memberikan nilai tertinggi untuk rpm generator, yaitu 1063,6 rpm, dan tegangan tanpa beban sebesar 57,4 *Volt* DC.

**Kata kunci :** *pulley*, sabuk-v, sistem sabuk terbuka, sistem sabuk gabungan, daya.

### Abstract

Pico hydro power plants use the flow of water as an energy source to drive turbines which then transmit the rotation to the generator. In order for the turbine rotation to be moved efficiently to the generator, a pulley and V-belt system is used. This study aims to determine the effect of the system and the ratio of pulley to power output on generators. In this study, two pulley systems were used, namely the open belt pulley system or 2-level pulley system, and the combined belt system or 4-level pulley system. In addition, three different pulley ratios are used, namely 1:1, 1:3, and 1:8. The data taken in this study include rotation speed (rpm), Voltage (Volts), current (amperes), power (Watts), torque (Newton meters), angular velocity ( $\omega$ ), and belt rotation speed ( $V_p$ ). The results showed that a 4-level pulley system with a ratio of 1:8 provided the highest value for the generator rpm, which was 1063.6 rpm, and a no-load Voltage of 57.4 Volts DC.

**Keywords:** pulley, v-belt, open belt system, combined belt system, power.

### PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik di Indonesia saat ini semakin meningkat dari waktu ke waktu. Namun, sumber energi yang digunakan masih berbahan dasar fosil seperti minyak bumi dan batu bara. Penggunaan sumber energi fosil ini menyebabkan polusi yang berdampak negatif pada lingkungan dan makhluk hidup akibat emisi pembakarannya (KESDM, 2014). Selain itu, sumber energi fosil ini juga bersifat tak terbarukan, yang berarti akan habis jika terus digunakan secara berlebihan. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan dapat menggantikan penggunaan bahan bakar fosil. Salah satu solusinya adalah memanfaatkan energi aliran air melalui pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Namun, masih ada daerah-daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik PLN. Untuk mengatasi hal ini, salah satu pilihan yang cocok adalah Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro (PLTPH), yang

memanfaatkan sumber energi air dengan debit kecil; (Putra, 2020), terutama di daerah pedesaan yang memiliki potensi energi air yang melimpah. Dalam PLTPH, air dengan debit kecil dapat menggerakkan turbin yang selanjutnya akan memutar generator untuk menghasilkan listrik. Untuk menghubungkan turbin dengan generator, digunakan sistem transmisi *pulley* dan rasio *pulley* yang sesuai (Prayuda, 2014). Maka dari itu, sistem *pulley* apa yang dapat menghasilkan daya yang besar dan berapa rasio yang dibutuhkan (Ismayana, 2021). Berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu pengembangan dua jenis rasio dengan satu sistem transmisi *pulley*. Maka didalam penelitian ini dilakukan pembaruan yakni 3 jenis rasio dengan dua sistem transmisi *pulley*.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan menguji pengaruh sistem *pulley* dan rasio *pulley* terhadap daya yang dihasilkan generator pada pembangkit listrik tenaga piko hidro.

Sebelum melakukan pengujian hal yang pertama yang dilakukan adalah menentukan diameter *pulley* yang akan digunakan. Selanjutnya, dilakukan pengujian pada sistem dan rasio *pulley* pada PLTPH dengan cara pengamatan dan pengambilan data pada alat ukur.

**Perhitungan Perencanaan Trasmisi Pulley Dan Belt**

Parameter yang digunakan untuk menentukan ukuran *pulley* dan *belt*: Diameter Turbin ( $D_{runner}$ ) = 0.48155 mm (diameter *runner* turbin), Ketinggian jatuh air ( $H$ ) = 2,5 meter, rpm minimal generator yang akan dicapai ( $n_{generator}$  = 400 rpm), diameter *pulley* generator = 101,6 mm ~ 4 *inch*. sebagai berikut :

1. Menghitung rpm pada turbin berdasarkan diameter turbin dan ketinggian air yang dihitung menggunakan persamaan (1) (Yuniarti, 2012) :

$$n_{turbin} = \frac{41 \times \sqrt{H}}{D_{runner}} \quad (1)$$

Dari persamaan (1) didapat rpm turbin sebesar 134,62 rpm.

2. Menentukan Ukuran *pulley* turbin dari rpm generator yang akan dicapai serta diameter *pulley* generator menggunakan rasio Kecepatan dengan persamaan (2) (Yuniarti, 2012) :

$$r_{nc} = \frac{n_g}{n_t} \quad (2)$$

Dimana,  $r_{nc}$  = Rasio Kecepatan, dan  $n_t$  = Putaran turbin (rpm). didapat hasil yaitu, 2,971327 dan diameter *pulley* Turbin didasarkan pada ukuran diameter *pulley* generator, rasio kecepatan putaran antara turbin dan generator. (Yuniarti, 2012). dapat dilihat dalam persamaan berikut :

$$d_{pt} = d_{pg} \times r_{nc} \quad (3)$$

Dimana,  $r_{nc}$  = Rasio Kecepatan,  $d_{pg}$  = Diameter *pulley* generator (mm), dan  $d_{pt}$  = Diameter *pulley* turbin (mm). didapat hasil 30,18 cm ~ 12 *inch*. Jadi, ukuran *pulley* turbin yang digunakan adalah 12 *inch*.

3. Menghitung perbandingan rasio kecepatan dari ukuran diameter pada setiap sistem transmisi *pulley* dan sabuk. Diameter *pulley* yang digunakan pada sistem 2 tingkat adalah 12 *inch* dengan 4 *inch*

dan 4 *inch* dengan 4 *inch*, untuk *pulley* diameter 12 dan 4 *inch* digunakan sebagai acuan pada *pulley* turbin dan *pulley* generator, perbandingan rasio kecepatannya adalah :

- 1:1, Perbandingan kecepatan pada sistem *pulley* 2 tingkat adalah 1:1.
- 12:3, Perbandingan kecepatan pada sistem *pulley* 2 tingkat adalah 1:3.

Diameter *pulley* yang digunakan pada sistem 4 tingkat adalah 12 dengan 3 *inch* dan 8 *inch* dengan 4 *inch*, ukuran *pulley* 8 + 3 *inch* digunakan sebagai gabungan untuk sistem 4 tingkat, perbandingan rasio kecepatannya adalah :

$$\frac{3}{12} \times \frac{4}{8} = \frac{1}{8} \quad , \text{ Perbandingan kecepatan pada}$$

sistem *pulley* 4 tingkat adalah 1:8.

4. Menentukan ukuran sabuk yang akan digunakan dari ukuran *pulley* pada drive 2 *pulley* dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan (4) (Penche dan Minas, 1998); (Ir. Sularso, 2004) :

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D_{p1} + D_{p2}) + \frac{1}{4C}(D_{p1} + D_{p2})^2 \quad (4)$$

Dimana, L = Panjang belt (mm), C = Jarak sumbu poros (mm), Jarak sumbu poros (C) harus sebesar 1,5 sampai 2 kali diameter puli besar, maka  $C = 2D_2$ , dan mendapat hasil sebagai berikut :

Panjang Sabuk sistem *pulley* 2 tingkat diameter 4 *inch* dan 4 *inch* sebesar 725,424 mm, Panjang Sabuk sistem *pulley* 2 tingkat diameter 12 *inch* dan 4 *inch* sebesar 1874,181 mm, Panjang Sabuk sistem *pulley* 4 tingkat diameter 12 *inch* dan 3 *inch* sebesar 1838,801 mm, Panjang Sabuk sistem *pulley* 4 tingkat diameter 8 *inch* dan 4 *inch* sebesar 1297,686 mm

5. Menentukan jarak kedua poros pada setiap *pulley* sabuk dengan persamaan (5) (Ir. Sularso, 2004) :

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_1 - D_2)^2}}{8} \quad (5)$$

Dengan persamaan (6)

$$b = 2 \times L - \pi(D_1 - D_2) \quad (6)$$

Didapat hasil, Jarak poros sistem *pulley* 2 tingkat diameter 4 *inch* dan 4 *inch* sebesar 362,712 mm ~ 36,271 cm, Jarak poros sistem

# Pengaruh Sistem Dan Rasio Pulley Terhadap Daya Listrik Pada Generator Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro

*pulley* 2 tingkat diameter 12 *inch* dan 4 *inch* sebesar 770,88 mm ~ 77,088 cm, Jarak poros sistem *pulley* 4 tingkat diameter 12 *inch* dan 3 *inch* sebesar 731,01 mm ~ 73,101 cm, Jarak poros sistem *pulley* 2 tingkat diameter 8 *inch* dan 4 *inch* sebesar 566,81 mm ~ 56,681 cm.

## Pengujian Generator

Pengujian ini untuk mengetahui keluaran tegangan dan arus keluaran generator pada rpm yang telah ditentukan sebagai tolak ukur pada saat pengujian. Pengujian arus dapat dilihat pada Tabel 1, dan pengujian tegangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Pengujian Rpm dan Arus Generator

No	Rpm	Arus (A)
1.	50	0,23
2.	100	0,88
3.	150	1,385
4.	200	2
5.	250	2,54
6.	300	3,13
7.	350	3,62
8.	400	4

Tabel 2. Pengujian Rpm dan Tegangan Generator

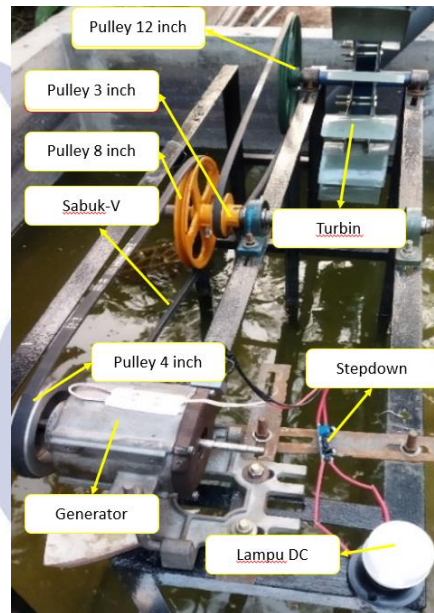
No	Rpm	Arus (A)
1.	250	13,3
2.	400	19,4
3.	600	30,81
4.	800	40,79
5.	1000	49,5
6.	1200	58,4
7.	1400	69,6
8.	1600	82,6
9.	1800	91,2
10.	2000	100

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini berupa rangkaian alat praktik pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan variasi rasio dan sistem *pulley* dengan diameter *pulley* 12*inch*, 8*inch*, 4*inch*, 3*inch*. Diameter *pulley* digunakan untuk mengetahui rasio yang akan digunakan (Amin, dkk, 2019). *Pulley* tersebut digunakan sebagai alat transmisi dari turbin ke generator dengan sabuk-v sebagai penghubung masing-masing *pulley*. Dalam penelitian ini menggunakan rasio dan sistem *pulley* 4 tingkat dengan rasio 1:8, sistem *pulley* 2 tingkat dengan rasio 1:1 dan 1:3. Sistem *pulley* 2 tingkat memiliki nama lain yaitu, sistem sabuk terbuka (*Open Belt System*), sedangkan sistem 4 tingkat dengan nama lain sistem sabuk gabungan (*Compoud Belt System*)

(Guwowitzo, 2013).

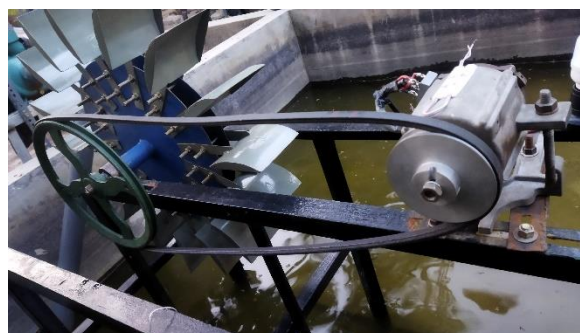
Penelitian ini menggunakan generator DC dan lampu DC 5 Watt 12 Volt sebagai beban, serta menggunakan modul *step down dc converter XL7015* sebagai penurun tegangan yang dikeluarkan generator, dengan spesifikasi modul yaitu, *input* sebesar 5Volt hingga 80Volt, sedangkan *output* memiliki rentang tegangan sebesar 5Volt hingga 20Volt Pemasangan *stepdown* dapat dilihat pada Gambar 1. Pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 adalah realisasi alat berupa sistem *pulley* pada pembangkit listrik tenaga pikohidro.



Gambar 1. Realisasi Rangkaian Penurun Tegangan



Gambar 2. Realisasi Rangkaian *Pulley* Rasio 1:1



Gambar 3. Realisasi Rangkaian *Pulley* Rasio 1:3



Gambar 4. Realisasi Rangkaian Pulley Rasio 1:8

**Hasil Penelitian**

Data yang diperoleh dari hasil pengujian dan penelitian tentang pengaruh rasio dan sistem pulley terhadap keluaran daya pada generator dengan debit air sebesar 5 Liter/detik adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Pengukuran Tegangan dan Arus Menggunakan Beban

No	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
Rasio 1:1			
1.	7,43	0,25	1,77
2.	7,39	0,26	
3.	7,40	0,23	
Rata-rata	7,4	0,24	
Rasio 1:3			
1.	12,05	0,245	2,94
2.	12,04	0,243	
3.	12,06	0,246	
Rata-rata	12,05	0,244	
Rasio 1:8			
1.	12,27	0,256	3,15
2.	12,24	0,258	
3.	12,28	0,257	
Rata-rata	12,26	0,257	

**Perhitungan Daya Menggunakan Beban Lampu**

Pada Tabel 3, daya dapat dihitung dengan rata-rata hasil pengambilan data arus dan tegangan dengan persamaan (7) :

$$P = V \times I \tag{7}$$

Dimana, P = Daya (W), V = Tegangan (V), dan I = Ampere (A), dan mendapat hasil daya pada rasio 1:1 sebesar 1,77 Watt, pada Rasio 1:3 daya yang didapat sebesar 2,94 Watt, dan pada Rasio 1:8 daya yang didapat sebesar 3,15 Watt.

Tabel 4. Pengukuran Rpm dan Perhitungan Torsi Tanpa Beban

No	$n_t$	$n_g$	Torsi (Turbin)	Torsi (Generator)
Rasio 1:1				
1.	171,4	165,4	5,49	5,66
2.	170	165,7		
3.	169,8	164,8		
Rata-rata	170,4	165,3		
Rasio 1:3				
1.	171,1	503,9	5,46	1,85
2.	171,2	506,9		
3.	172	503,9		
Rata-rata	171,4	504,9		
Rasio 1:8				
1.	140,6	1062	6,61	0,88
2.	142,2	1063		
3.	142,2	1066		
Rata-rata	141,6	1063,6		

**Perhitungan Torsi Tanpa Beban**

Pada Tabel 4, torsi dapat dihitung dari hasil rata-rata rpm yang diambil dengan menggunakan rumus persamaan (8) (Christiawan, dkk, 2017) :

$$T = \frac{P_a}{2 \times \pi \times \frac{n}{60}} \tag{8}$$

Dimana, T = Torsi (N.m),  $P_a$  = Daya Hidrolis (Watt), n = Jumlah Putaran (rpm), dan  $\pi = 3,14$

Dengan daya hidrolis pada persamaan (9) (Ismayana, 2021) :

$$P_a = Q \times H \times \rho \times g \times \eta_t \tag{9}$$

Dimana, Q = Debit air ( $m^3/s$ ), g = Gravitasi ( $9,81m/s^2$ ),  $\rho$  = Masa jenis air  $1000 kg/m^3$ ,  $P_a$  = Daya hidrolis air (Watt), dan  $\eta_t$  = Efisiensi Turbin 80%, dan didapat sebagai berikut :

Daya hidrolis didapat dari nilai Q =  $0,005 m^3/s$ , nilai H = 2,5 meter, nilai  $\rho = 1000 kg/m^3$ , nilai g =  $9,81 m/s^2$ , dan nilai  $\eta_t = 80 \%$ , hasil sebesar 98 Watt.

Hasil torsi rasio 1:1 sebesar 5,49 Nm pada turbin dan sebesar 5,66 Nm pada pulley generator. Rasio 1:3, torsi turbin sebesar 5,46 Nm dan sebesar

# Pengaruh Sistem Dan Rasio Pulley Terhadap Daya Listrik Pada Generator Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro

1,85 Nm pada *pulley* generator. Rasio 1:8 torsi turbin sebesar 6,61 Nm dan sebesar 0,88 Nm pada *pulley* generator.

Tabel 5. Pengukuran Rpm dan Perhitungan Torsi Berbeban

No	$n_t$	$n_g$	Torsi (Turbin)	Torsi (Generator)
Rasio 1:1				
1.	161	160		
2.	160,3	159,4		
3.	160,8	159,2	5,82	5,87
Rata-rata	160,7	159,5		
Rasio 1:3				
1.	164,9	490,7		
2.	164,9	492,2		
3.	164,6	492,6	5,67	1,90
Rata-rata	164,8	491,8		
Rasio 1:8				
1.	136,6	1026		
2.	135,4	1022		
3.	135,2	1020	6,89	0,91
Rata-rata	135,7	1022,6		

### Perhitungan Torsi Menggunakan Beban

Pada Tabel 5, torsi dapat dihitung dari hasil rata-rata rpm yang diambil dengan menggunakan rumus Persamaan (8) dan daya hidrolis pada Persamaan (9), dan didapat sebagai berikut :

Daya hidrolis didapat dari nilai  $Q = 0,005 \text{ m}^3/\text{s}$ , nilai  $H = 2,5 \text{ meter}$ , nilai  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ , nilai  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , dan nilai  $\eta_t = 80 \%$ , sehingga didapat hasil sebesar 98 *Watt*.

Dan didapat hasil torsi pada rasio 1:1 sebesar 5,82 Nm pada turbin dan sebesar 5,87 Nm pada *pulley* generator. Pada rasio 1:3, torsi turbin sebesar 5,67 Nm dan sebesar 1,90 Nm pada *pulley* generator. Pada rasio 1:8 torsi turbin sebesar 6,81 Nm dan sebesar 0,91 Nm pada *pulley* generator. Besar kecilnya hasil torsi pada turbin dipengaruhi oleh beban daya yang digunakan pada generator. Beban daya yang digunakan itu juga mempengaruhi kecepatan putaran pada generator dan turbin.

Tabel 6. Perhitungan Kecepatan Sudut dan Putaran Sabuk

Kondisi	Rpm G	$\omega$	$V_p$
Rasio 1:1			
Tanpa Beban	165,3	17,30	0,878
Beban	159,5	16,69	0,848
Rasio 1:3			
Tanpa Beban	504,9	52,84	2,684
Beban	491,8	51,47	2,614
Rasio 1:8			
			<i>Belt 1 Belt 2</i>
Tanpa Beban	1063,6	111,3	2,258 5,655
Beban	1022,6	107	2,162 5,437

### Perhitungan Kecepatan Sudut dan Sabuk

Dari Tabel 6, kecepatan sudut dengan persamaan (10) (Novitasari, 2018) :

$$\omega = \frac{2 \times \pi \times n_p}{60} \quad (10)$$

Dimana,  $\omega$  = Kecepatan Sudut (m/s), dan  $n_p$  = jumlah putaran *pulley* (rpm), dan kecepatan keliling dengan persamaan (11) (Novitasari, 2018):

$$v_p = \frac{\pi \times D_p \times n_p}{60 \times 1000} \quad (11)$$

Dimana,  $V_p$  = Kecepatan Putaran (m/s),  $D_p$  = Diameter *pulley* (mm), dan  $n_p$  = jumlah putaran *pulley* (rpm), dan di dapat hasil,

Kecepatan sudut pada rasio 1:1 memiliki hasil sebesar 17,30 m/s pada kondisi tanpa beban dan sebesar 16,69 m/s pada kondisi berbeban. Pada rasio 1:3 memiliki hasil kecepatan sudut sebesar 52,84 m/s pada kondisi tanpa beban dan sebesar 51,47 m/s pada kondisi berbeban. Pada rasio 1:8 memiliki hasil kecepatan sudut sebesar 111,32 m/s pada kondisi tanpa beban dan sebesar 107,03 m/s pada kondisi berbeban.

Kecepatan Putaran Sabuk Rasio 1:1 memiliki hasil sebesar 0,878 m/s pada kondisi tanpa beban dan sebesar 0,848 m/s pada kondisi berbeban. Pada rasio 1:3 memiliki kecepatan putaran sabuk sebesar 2,684 m/s dan sebesar 2,614 m/s pada kondisi berbeban.

Pada rasio 1:8 memiliki kecepatan putaran sabuk sebesar 2,258 m/s pada sabuk 1 dan 5,655 m/s pada sabuk 2, pada kondisi berbeban memiliki hasil sebesar 2,162 m/s pada sabuk 1 dan sebesar 5,437 m/s pada sabuk 2.

Tabel 7. Perhitungan Potensi Daya

No	Torsi (Nm)	Kecepatan Sudut (C)	Daya (W)
Rasio 1:1			
1.	5,49	17,30	94,97
Rasio 1:3			
1.	5,46	52,84	288,5
Rasio 1:8			
1.	6,61	111,32	735,8

**Perhitungan Potensi Daya**

Pada Tabel 7, dapat menghitung potensi daya berdasarkan torsi dan kecepatan sudut dengan persamaan (12) (Novitasari, 2018) :

$$P_g = T \times \omega \tag{12}$$

Dimana,  $P_g$  = Daya pada *pulley* generator (Watt), dan didapat hasil sebagai berikut :

Pada rasio 1:1 memiliki potensi daya sebesar 94,97 Watt. Pada rasio 1:3 memiliki potensi daya sebesar 288,5 Watt. Pada rasio 1:8 memiliki potensi daya sebesar 735,8 Watt.

Tabel 8. Pengukuran tegangan tanpa beban

No	Tegangan		
	Rasio 1:1	Rasio 1:3	Rasio 1:8
1.	7,83	26,03	57,63
2.	7,80	26,19	57,18
3.	7,81	25,95	57,64
Rata-rata	7,80	26	57,4

**Pengukuran Tegangan Generator**

Pada Tabel 8, didapat hasil dari pengukuran tegangan yang dihasilkan generator yang diuji pada kondisi tanpa menggunakan beban daya, dan mendapat hasil, rasio 1:1 sebesar 7,80 VDC, rasio 1:3 sebesar 26VDC,

rasio 1:8 sebesar 57,4VDC.

Tabel 9. Perhitungan Efisiensi Daya

Rasio <i>Pulley</i>	Efisiensi Daya
1:1	1,80
1:3	3
1:8	3,2

**Perhitungan Efisiensi**

Pada Tabel 9 didapat dari perhitungan efisiensi, dengan persamaan (13) (IMIDAP, 2008), (IMIDAP, 2009), (Penche & Minas, 1998) :

$$\eta = \frac{P_g}{P_a} \times 100\% \tag{13}$$

Dimana,  $\eta$  = Efisiensi (%), dan di dapat hasil, dari perbandingan daya generator kondisi berbeban dengan daya hidrolis, sehingga didapat hasil,

pada rasio 1:1 memiliki efisiensi daya sebesar 1,80 %. Pada rasio 1:3 memiliki efisiensi daya sebesar 3 %. Pada rasio 1:8 memiliki efisiensi daya sebesar 3,2 %.

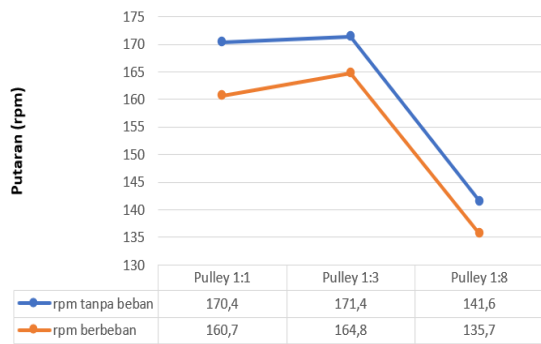
**Pembahasan**

Dari data tabel perhitungan, dapat digambarkan dalam bentuk grafik pada setiap data yang diambil. Berikut adalah gambar grafik dari hasil perhitungan dan pengujian pada rasio dan sistem *pulley*.

**Rpm Turbin**

Hasil rpm Gambar 5, didapat dari debit air sebesar 5 liter/detik. Pada rasio 1:1 dan 1:3 memiliki hasil rpm yang hampir sama, namun pada saat pengujian rasio 1:1 air yang jatuh tidak stabil. Pada rasio 1:8 memiliki hasil rpm yang rendah yaitu 141,6 pada kondisi tanpa beban dan 135,7 pada kondisi berbeban lampu 5 Watt 12 Volt. Hal itu dikarenakan rasio tersebut menggunakan 2 sabuk sebagai penghubung dan tarikan sabuk mempengaruhi putaran turbin.

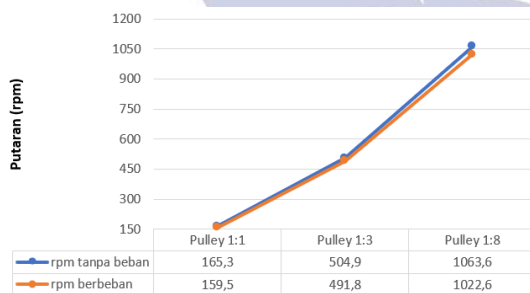
# Pengaruh Sistem Dan Rasio Pulley Terhadap Daya Listrik Pada Generator Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro



Gambar 5. Grafik Rpm Turbin

## Rpm Generator

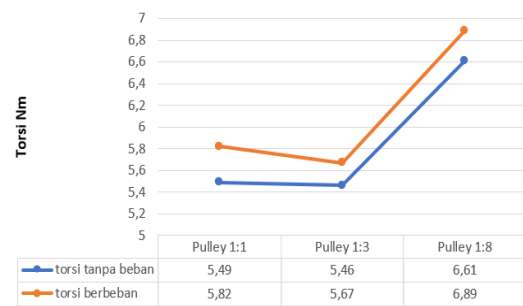
Pada Gambar 6, hasil dari ketiga sistem ataupun rasio *pulley* tersebut didapat kecepatan putaran generator yang paling terbesar adalah pada sistem *pulley* 4 tingkat dengan rasio 1:8 yaitu sebesar 1063,6 rpm pada kondisi tanpa beban dan 1022,6 pada kondisi berbeban lampu 5Watt 12Volt. Penurunan rpm saat diberi beban dipengaruhi oleh penambahan beban daya (lampu) yang dihubungkan dengan generator, hal itu dikarenakan saat generator diberi beban, arus beban akan menghasilkan fluksi lawan terhadap fluksi medan, sehingga fluksi medan berkurang. Terjadinya pengurangan fluksi medan ini, mengakibatkan putaran rotor akan menjadi berat maka, kecepatan putaran generator akan berkurang (Al Amin, 2016). Jadi, jika semakin besar arus, gaya lawannya juga akan semakin besar sehingga kecepatan putaran pada generator akan semakin berkurang (Perawati, 2017).



Gambar 6. Grafik Rpm Pulley Generator

## Torsi Turbin

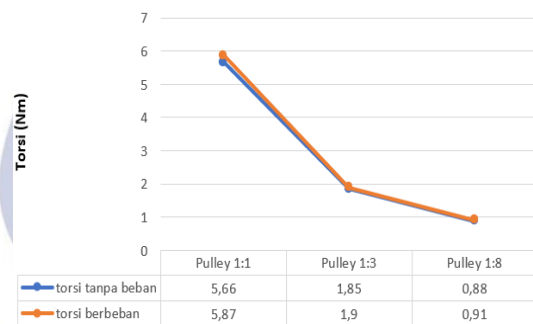
Pada Gambar 7, menunjukkan torsi turbin Pada sistem *pulley* 2 tingkat rasio 1:3 memiliki torsi ringan Dengan torsi sebesar 5,46 Nm pada kondisi tanpa beban, dan 5,67 Nm pada kondisi berbeban. Besar kecilnya hasil torsi dipengaruhi oleh kecepatan putaran (rpm).



Gambar 7. Grafik Torsi Turbin

## Torsi Pulley Generator

Pada Gambar 8, menunjukkan torsi *pulley* generator Pada sistem *pulley* 4 tingkat rasio 1:8 memiliki torsi ringan namun memiliki kecepatan putaran (rpm) pada generator yang tinggi dengan torsi sebesar 0,88 Nm pada kondisi tanpa beban, dan 0,91 Nm pada kondisi berbeban. Besar kecilnya hasil torsi dipengaruhi oleh kecepatan putaran (rpm).



Gambar 8. Grafik Torsi Pulley Generator

## Tegangan Generator

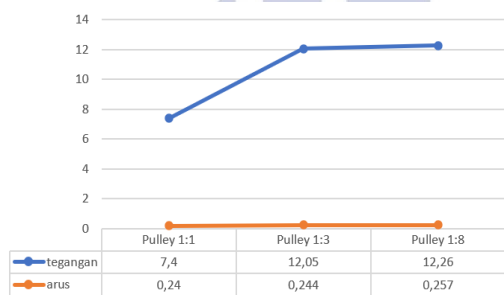
Pada Gambar 9, menunjukkan tegangan yang dikeluarkan generator Dari ketiga sistem ataupun rasio *pulley* tersebut. Pada sistem *pulley* 4 tingkat dengan rasio 1:8 memiliki keluaran tegangan yang paling besar yaitu 57,4 Volt. Hal tersebut di karenakan pada rasio 1:8 memiliki kecepatan putaran yang relatif lebih tinggi. Jadi hasil keluaran tegangan generator di pengaruhi oleh kecepatan putaran generator itu sendiri.



Gambar 9. Grafik Pengukuran Tegangan Generator

**Tegangan dan Arus Generator Berbeban**

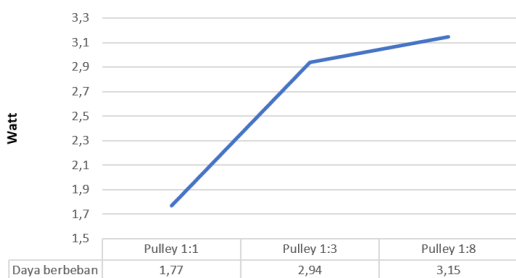
Pada Gambar 10, menunjukkan tegangan dan arus yang dikeluarkan generator Pada rasio 1:3 dan 1:8, tegangan diturunkan terlebih dahulu menggunakan *step down DC converter* menyesuaikan *Voltase* pada lampu yang digunakan yaitu 12 Volt. Akhirnya pada hasil keluaran tegangan pada rasio 1:8 terbuang sangat banyak, 57VDC menjadi 12,26VDC dengan arus 0,257 A. Hasil Pengukuran tegangan dan arus menggunakan beban tersebut didapat hasil kurang maksimal dikarenakan aliran jatuh air memiliki debit yang kurang dari perencanaan awal yaitu dari 8 liter/detik menjadi 5 liter/detik. Sehingga pada rasio 1:1 nyala lampu sangat redup dan hanya berkedip, hal tersebut juga di karenakan tegangan yang masuk hanya sebesar 7,4VDC dengan arus 0,24 A, sedangkan tegangan yang dibutuhkan lampu sebesar 12Volt, dan mempengaruhi keluaran arus.



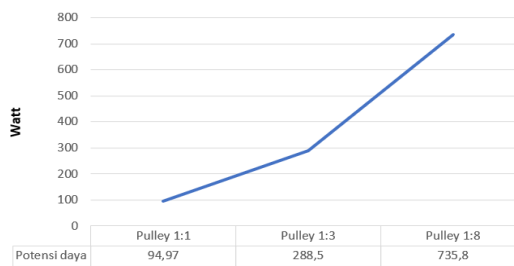
Gambar 10. Grafik Pengukuran Tegangan dan Arus

**Potensi Daya**

Pada Gambar 11 dan Gambar 12 menunjukkan potensi daya generator pada kondisi tanpa beban diperoleh berdasarkan torsi dan kecepatan sudut, sedangkan daya pada kondisi berbeban diperoleh berdasarkan tegangan dan arus. Dari ketiga sistem ataupun rasio *pulley* tersebut. Pada sistem *pulley* 4 tingkat dengan rasio 1:8 memiliki potensi daya sebesar 735,5 Watt dan memiliki hasil daya 3,15 Watt pada kondisi berbeban.



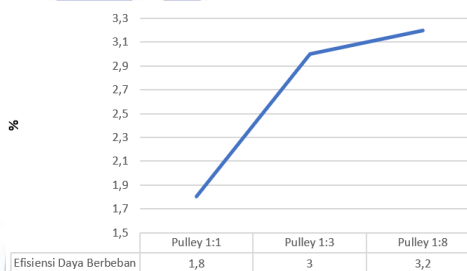
Gambar 11. Grafik Daya



Gambar 12. Grafik Potensi Daya

**Efisiensi Daya**

Pada Gambar 13 menunjukkan hasil yang rendah dikarenakan daya yang digunakan beban yang kecil yaitu sebesar 5 Watt 12 Volt, sehingga persentasi efisiensi menjadi rendah. Dengan hasil yang paling besar yaitu pada rasio 1:8 sebesar 3,2%.



Gambar 13. Grafik Efisiensi Daya

**Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Pulley**

Penggunaan transmisi *pulley* dan sabuk v memiliki keuntungan yaitu, Pemindahan tenaga berlangsung secara elastis, Tidak berisik, Mudah dalam perakitan, mudah dalam perawatan. Penggunaan transmisi *pulley* dan sabuk v memiliki kerugian yaitu: Slip yang terjadi mengakibatkan rasio angka putaran tidak konstan, Menggunakan tempat pemasangan yang lebih besar.

**PENUTUP**

**Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian, kesimpulan yang didapat yaitu rasio *pulley* mempengaruhi keluaran daya yang di hasilkan oleh generator. Semakin besar rasio yang digunakan maka putaran generator akan semakin cepat dan daya yang dikeluarkan akan semakin besar. Dengan hasil, potensi daya yang didapat yaitu pada rasio 1:1 adalah 94,97 Watt, sedangkan pada kondisi berbeban adalah 1,77 Watt. Pada rasio 1:3 memiliki potensi daya sebesar 288,5 Watt, sedangkan pada kondisi berbeban adalah 2,94 Watt. Pada rasio 1:8 memiliki potensi daya sebesar 735,8 Watt, sedangkan pada kondisi berbeban adalah 3,15 Watt. Pengaruh dari perbedaan penggunaan antara sistem transmisi *pulley* 2 tingkat dan transmisi *pulley* 4 tingkat adalah pada sistem *pulley* 2 tingkat



menghasilkan rpm dan daya yang relatif rendah dan memerlukan sedikit tempat, sedangkan pada sistem pulley 4 tingkat memiliki hasil rpm dan daya yang relatif tinggi namun akan memakan tempat yang banyak.

### Saran

Penelitian ini ada beberapa saran dari peneliti adalah, diharapkan untuk membuat penutup untuk generator agar tidak terkena air. Pada saat menggunakan alat pengujian yang rentan air, hindarkan dari air atau dibuatkan pelindung agar tidak terjadi eror saat pengujian. Rangka pada turbin disarankan menggunakan bahan yang tahan terhadap air untuk menghindari korosi, Menentukan beban yang sesuai dengan tegangan keluaran generator, jika tidak menggunakan *stepdown*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Al Amin. M. Saleh. 2016. *Fluktuasi Beban Pada Generator Set*. Jurnal Ampere, Volume 1, Nomor 2, 50-59.
- Amin. Amirul, Hartono. Priyagung, dan Lesmana. Unung. 2019. *Pengaruh Variasi Diameter Pulley Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan Pada Prototype Turbin Pelton*. Jurnal Teknik Mesin, Volume 12, Nomor 1.
- Christiawan. Donny., Jasa, Lee., dan Sudarmojo, Yamu. Prpto. 2017. *Studi Analisis Pengaruh Model Sudu Turbin Terhadap Putaran Pada Pembangkit Listrik Tenaga Miko Hidro (PLTMH)*. Teknologi Elektro, Volume 16, Nomor. 02, 104-111.
- Guwowitzo. Fransiscus Xaverius. 2013. *Elemen Mesin Transmisi Sabuk-V*. Jakarta: Universitas Pancasila.
- IMIDAP. 2008. *Pedoman Studi Kelayakan PLTMH*. Direktorat Jendral Listrik dan Pemanfaatan Energi. Jakarta: Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- IMIDAP. 2009. *Studi Kelayakan Mekanikal Elektrikal*. Direktorat Jendral Listrik dan Pemanfaatan Energi. Jakarta: Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Ir. Sularso. M. 2004. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Ismayana, Teguh Malik. 2021. *Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Rasio Pulley Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan Generator Pada Turbin Pelton*. Sumatra Utara : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- KESDM. 2014. *Kebijakan Pengembangan Tenaga Air*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia
- Novitasari. Yulita. Dea. 2018. *Perhitungan Ulang Transmisi Sabuk Dan Puli Serta Pemilihan Alternator Pada Kinetic Flywheel Conversion I (KFC I) Untuk Memaksimalkan Kerja Alat Di Terminal BBM Surabaya Group- Pertamina Perak*. Surabaya: Departemen Teknik Mesin Industri.
- Penche. & Minas. 1998. *Layman's Handbook on How to Develop A Small Hydro Site*. Directorate General for Energy, Commission of the European Communities by European Small Hydropower Association (ESHA).
- Perawati. 2017. *Karakteristik Generator Sinkron Yang Berbeban Berat Dan Tidak Konstan*. Jurnal Ampere, Volume 2, Nomor 2, 115-120.
- Prayuda. Danang. Angga. 2014. *Perencanaan Transmisi Sabuk V dan Pulley pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikohidro*. Jember : Universitas Jember.
- Putra. Dwi. Yansah. 2020. *Rancang Bangun Turbin PLTMH Dengan Sumber Air Kecil*. Jambi: Universitas Batanghari.
- Yuniarti. Erliza. 2012. *Rancangan Parameter Turbin Crossflow*. Berkala Teknik, Volume 2, Nomor 4