

# Analisa Perbandingan Daya Turbin *Crossflow* dan Sentrifugal Pada PLTMH

Nurpaizi Hidayatulloh<sup>1</sup>, Budi Santoso<sup>1</sup>, Arifia Ekayuliana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok. 16425

## Abstrak

*Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan pembangkit listrik skala mikro yang menghasilkan listrik sebesar <100 KW. Pada penelitian ini menggunakan turbin yang sesuai untuk PLTMH yaitu Turbin crossflow dan sentrifugal. Tujuan alat ini dirancang untuk simulasi PLTMH skala lab dalam pengoperasian dan pengolahan data. Laporan ini membahas tentang perbandingan daya dan efisiensi pada turbin crossflow dan sentrifugal Agar dapat membandingkan daya yang dihasilkan kedua turbin tersebut. untuk dapat membandingkan kedua turbin tersebut dengan menggunakan debit (m<sup>3</sup>/s) dan Head yang sama disetiap turbin. Data yang diambil berupa tegangan (Volt), arus (I), kecepatan putaran (Rpm), Torsi (Nm), daya listrik (Watt), daya hidrolik (Watt), daya turbin (Watt), efisiensi total (%), dan efisiensi turbin (%). Dari hasil pengujian dan pengolahan data yang didapat bahwa perbandingan daya listrik turbin sentrifugal lebih besar dibanding turbin crossflow yaitu 82,56 Watt dan 80,36 Watt. Untuk Daya turbin merupakan hasil dari kecepatan putaran (Rpm) dan torsi (Nm) tiap turbin dimana turbin sentrifugal memiliki daya turbin yang lebih besar yaitu 481,928 Watt dan 114,306 Watt. Efisiensi total hasil dari daya listrik dan daya hidrolik dimana efisiensi turbin sentrifugal hanya selisih sedikit dan tidak terlalu jauh perbandingannya dengan turbin crossflow yaitu dengan nilai 22,844 % dan 22,235 %. Efisiensi turbin sentrifugal berbanding cukup jauh dengan turbin crossflow dengan nilai 133,350 % dan 31,628 %. Dari kedua turbin tersebut memiliki grafik yang cukup berbeda dan nilai yang tidak konstan. Dapat disimpulkan bahwa turbin sentrifugal memiliki hasil daya dan efisiensi yang lebih besar dibanding turbin crossflow.*

*Kata-kata kunci: listrik, daya, efisiensi, turbin, perbandingan*

## Abstract

*Micro-hydro Power Plant (MHP) is a micro-scale power plant that produces electricity of <100 KW. In this study, the appropriate turbines for MHP are crossflow and centrifugal turbines. The purpose of this tool is to simulate lab scale MHP in operation and data processing. This report discusses the comparison of power and efficiency in crossflow and centrifugal turbines in order to compare the power produced by the two turbines. to be able to compare the two turbines using the same discharge (m<sup>3</sup>/s) and Head in each turbine. The data taken in the form of voltage (Volts), current (I), rotational speed (Rpm), torque (Nm), electric power (Watts), hydraulic power (Watts), turbine power (Watts), total efficiency (%), and turbine efficiency (%). From the results of testing and data processing, it is found that the ratio of the electric power of the centrifugal turbine is greater than that of the crossflow turbine, namely 82.56 Watt and 80.36 Watt. Turbine power is the result of rotational speed (Rpm) and torque (Nm) of each turbine where the centrifugal turbine has a larger turbine power, namely 481,928 Watt and 114.306 Watt. The total efficiency of the results of electric power and hydraulic power where the efficiency of the centrifugal turbine is only slightly different and not too far compared to the crossflow turbine with values of 22.844% and 22.235%. The efficiency of the centrifugal turbine is quite far compared to the crossflow turbine with values of 133.350% and 31.628%. The two turbines have quite different graphs and the values are not constant. It can be concluded that the centrifugal turbine has greater power and efficiency than the crossflow turbine.*

*Keywords: electricity, power, efficiency, turbine, comparison*

<sup>1</sup> Corresponding author E-mail address: nurpaizi.hidayatulloh.tm19@mesin.pnj.ac.id

## 1. PENDAHULUAN

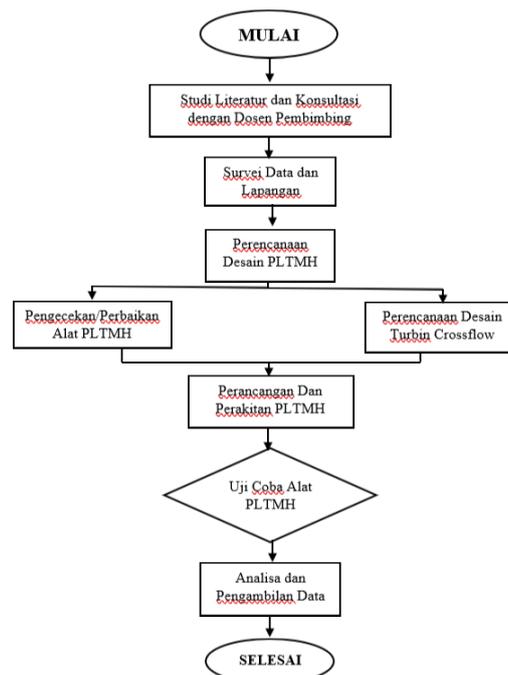
Energi listrik kini menjadi kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat baik itu untuk kebutuhan rumah tangga maupun untuk kebutuhan industri. Untuk mendukung program 35GW pemerintah maka penggunaan energi alternatif seperti air, angin dan matahari harus dikembangkan dan digunakan dengan efektif (ESDM No. 79 Th. 2014). Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan pengembangan dan pembaruan Energi listrik, salah satunya yaitu pembangkit listrik tenaga mikro hidro (Pranoto et al 2018).

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan pembangkit listrik skala mikro yang menggunakan tenaga air sebagai penggerak sehingga dapat memutar generator yang dihubungkan dengan turbin dan menghasilkan listrik sebesar (<100 KW) (M.C. Kinney, 1983). Pada penelitian ini akan menyesuaikan kemampuan kerja pembangkit skala mikro dengan menggunakan turbin yang sesuai. Turbin *crossflow* merupakan turbin air dengan aliran menyilang atau aliran fluida bergerak searah permukaan secara tegak lurus, turbin ini memanfaatkan kecepatan aliran air untuk memutar blade runner dengan *head* yang rendah agar putaran dan daya yang dihasilkan semakin besar. Sedangkan turbin sentrifugal merupakan pompa sentrifugal yang difungsikan sebagai turbin air pada PLTMH dengan cara membalik putarannya yaitu memasukan air dari saluran keluar dan mengeluarkan air dari saluran masuk pompa tersebut. Menggunakan proses *Hydraulic Power Recovery Turbine* atau HPRT, dimana aliran air diubah oleh pompa sentrifugal menjadi energi mekanik apabila arah rotasi dan alirannya dibalik. Kedua turbin ini memiliki daya yang cukup besar sehingga cocok untuk PLTMH skala lab ini.

Sebelumnya alat ini sudah dilakukan perancangan namun masih ada beberapa kekurangan pada alat ini dan daya yang dihasilkan turbin kurang maksimal. Berdasarkan hal tersebut kami melakukan pengembangan dan perancangan ulang untuk membuat prototipe model PLTMH menggunakan turbin *crossflow* dalam skala laboratorium dan menambahkan *water tank* untuk meredam tekanan air yang berasal dari pompa sentrifugal. Dengan menggunakan pompa sentrifugal sebagai sumber daya hidrolik yang didistribusikan melalui *water tank* lalu ke pipa setelah itu ke turbin dan nantinya akan ditampung ke *resevoir* dalam sistem tertutup. Daya yang dihasilkan kedua turbin tersebut berupa data tegangan (V), arus (I), kecepatan putaran (Rpm), Torsi (Nm), Daya listrik, Daya turbin, dan Daya hidrolik. Alat ini dibuat dengan tujuan sebagai simulasi prototipe PLTMH. Dalam penulisan ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan daya dan efisiensi yang dihasilkan turbin *crossflow* dan sentrifugal. Dengan adanya penelitian ini diharapkan sebagai acuan atau simulasi prototipe PLTMH pada skala laboratorium. Dan juga sebagai ilmu pengetahuan serta wawasan mengenai PLTMH.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Diagram Alir

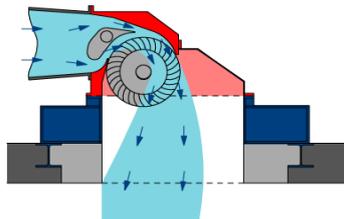


Gambar 1. Diagram Alir

Pada metode penelitian alat PLTMH Studi literatur merupakan tahap awal untuk mengetahui informasi penelitian pada laporan ini. Studi literatur dilakukan dengan mempelajari PLTMH dengan Turbin *Crossflow*. Proses studi literatur didapat bahwa dilakukan pengembangan dan perancangan ulang pada alat sebelumnya dari berbagai sumber informasi. Mulai dari jurnal, skripsi, internet dan konsultasi dengan dosen pembimbing. Langkah selanjutnya adalah perancangan atau desain PLTMH *Double Turbin* dengan *software*. *Water tank* dibuat untuk meminimalisir tekanan air yang besar yang berasal dari pompa sentrifugal.

Proses kinerja pertama berawal dari pompa sentrifugal sebagai sumber daya hidrolik yang didistribusikan melalui pipa lalu setelah itu ke turbin dan nantinya akan ditampung ke *resevoir* dalam sistem tertutup. Selanjutnya yaitu pengambilan data dan menganalisa. Penulis mengambil data PLTMH dengan turbin *crossflow* dan turbin sentrifugal. Untuk mengetahui data tersebut digunakan beberapa alat ukur dan data yang diambil berupa debit air, rpm, daya listrik, daya hidrolik, torsi, arus listrik (*ampere*), tegangan, efisiensi turbin dan efisiensi total. Yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan daya dan efisiensi yang dihasilkan turbin *crossflow* dan sentrifugal.

	Diameter turbin	17,5
	Diameter	3 inch
	Jumlah sudu	18
	Material	Besi cor

Gambar 2. Turbin *Crossflow*Gambar 3. Turbin *Crossflow Horizontal*

Turbin *Crossflow* ini menggunakan *nozzle* dengan permukaan yang berbentuk persegi panjang yang lebarnya disesuaikan dengan lebar runner agar air yang keluar dari *nozzle* dan masuk ke turbin serta mengenai sudu turbin dapat mengkonversi energi kinetik menjadi energi mekanis. Keluaran air dari sudu pada sisi bawah runner masih memberikan sisa energi saat air tersebut keluar dari turbin. Hal ini menyebabkan pancaran air yang masuk pada turbin mengenai sudu mengubah energi kinetik menjadi energi mekanik. Air mengalir keluar melawan sudu-sudu dan memberikan tekanan yang lebih rendah daripada yang masuk, dan kemudian meninggalkan turbin. Turbin aliran silang termasuk dalam turbin reaksi aliran ke dalam, artinya turbin bekerja karena kombinasi tekanan dan pergerakan air (fluida dinamis). Oleh karena itu, prinsip kerja turbin *Crossflow* adalah prinsip *Bernoulli*. Hukum *Bernoulli* adalah hukum kekekalan energi fluida dari fluida ideal yang mengalir, yang meliputi jumlah tekanan, energi kinetik per satuan massa dan energi potensial per satuan massa.

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2 \quad (1)$$

Keterangan:

$p_1$  = Tekanan pada ujung pipa 1 (*Pascal*)

$p_2$  = Tekanan pada ujung pipa 2 (*Pascal*)

$\rho_1$  = Massa jenis fluida 1 ( $\frac{kg}{m^3}$ )  $\rho_2$  = Massa jenis fluida 2 ( $\frac{kg}{m^3}$ )

$v_1$  = Kecepatan aliran fluida pada pipa 1 (m/s)

$v_2$  = Kecepatan aliran fluida pada pipa 2 (m/s)

$g$  = Percepatan gravitasi ( $\frac{m}{s^2}$ )

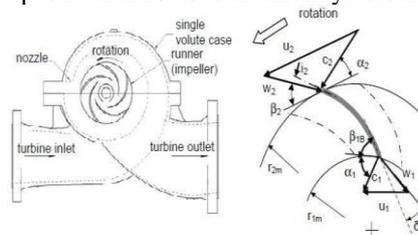
$h_1$  = Ketinggian penampang pipa 1 (meter)

$h_2$  = Ketinggian penampang pipa 2 (meter)



Gambar 4. Pompa sentrifugal sebagai Turbin

Pompa sentrifugal yang difungsikan sebagai turbin air pada PLTMH adalah dengan dengan cara membalik putarannya yaitu memasukan air dari saluran keluar dan mengeluarkan air dari saluran masuk pompa tersebut. Menggunakan proses *Hydraulic Power Recovery Turbine* atau HPRT, dimana aliran air diubah oleh pompa sentrifugal menjadi energi mekanik apabila arah rotasi dan alirannya dibalik.



Gambar 5. Arah aliran pompa sebagai turbin

Aliran turbin suntrifugal memiliki arah yang sama seperti pompa sentrifugal yaitu fluida air masuk melalui turbine inlet untuk memutar impeller lalu keluar memiliki daya tekan melalui turbine outlet.

## 2.2 Pengamatan dan Prosedur Tahap Pengujian

Pada Tahap Pengujian yang digunakan pada PLTMH ini berawal dari pompa sentrifugal yang menghisap air dan mengalirkan menuju *water tank* lalu ke pipa untuk memutar turbin sebagai daya turbin untuk menggerakkan generator yang dihubungkan langsung ke beban, sehingga dapat melihat tegangan yang diuji dengan menggunakan lampu 100 Watt serta alat ukur yang dipasang adalah voltmeter dan amperemeter.

Pengolahan data dilakukan dengan untuk memasukkan data-data pengujian kedalam rumus-rumus empiris. Kemudian hasil dari perhitungan data tersebut ditampilkan dalam tabel dan grafik. Setelah itu kedua data tersebut dibandingkan mana turbin yang lebih efektif daya dan efisiensi nya.

## 2.3 Rumus Perhitungan Daya dan Efisiensi Turbin

Rumus – rumus yang digunakan untuk menghitung daya listrik, *head*, daya hidrolis, dan efisiensi turbin dalam penulisan ini sebagai berikut :

1. Daya Listrik adalah satuan tegangan (*Volt*) dan arus (*Ampere*) yang menghasilkan daya listrik. Daya listrik dapat dihitung dengan rumus :

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

## 2. Perhitungan Kecepatan Sudut

$$\omega = \frac{2 \pi n}{60} \quad (3)$$

3. Perhitungan Daya Hidrolik diperoleh dari rumus daya pompa sentrifugal yang menghisap volume air pada *reservoir* lalu memindahkan sejumlah volume dengan ketinggian tertentu. Daya hidrolik dapat dilihat dari satuan debit dan head pompa untuk menghitung daya air dan mengetahui daya hidrolik pompatersebut.

$$PH = \rho \times g \times Q \times H \quad (4)$$

4. Perhitungan Efisiensi Total adalah nilai efektifan yang didapat dengan membandingkan besar daya listrik dengan besar daya hidrolik.

$$\eta_{total} = \frac{P_{listrik}}{P_{hidrolik}} \times 100 \% \quad (5)$$

5. Efisiensi Turbin perbandingan daya listrik dibagi dengan daya hidrolik dikali 100%. Efisiensi turbin dapat diperoleh dengan menghitung daya hidrolik dan daya listrik pada turbin/generator. Untuk mendapatkan efisiensi yang dimiliki oleh setiap turbin ini dapat menggunakan persamaan:

$$\eta_{turbin} = \frac{P_{turbin}}{P_{hidrolik}} \times 100\% \quad (6)$$

$\eta$  turbin = Efisiensi Turbin

$P_{turbin}$  = Daya turbin (Watt)

$P_{hidrolik}$  = Daya Hidrolik (Watt)

6. Perhitungan Torsi (Nm) merupakan nilai yang didapat dari poros turbin atau *pulley*, yang dapat dihitung dengan menggunakan *prony break* atau torsi meter dan didapat satuan torsi (Nm).

$$r = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \quad (7)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Data Pengujian Daya Turbin *Crossflow*

Untuk mengetahui Perbandingan daya kedua turbin maka diperlukan pengujian dan Pengambilan data berikut ini di ambil dengan alat ukur yang sesuai dan menggunakan beban lampu sebesar 100 Watt, dan didapatkan data berupa RPM, Arus, Tegangan, debit air, torsi, daya listrik, daya hidrolik, dan daya turbin.

Tabel 1. Hasil Data Pengujian turbin *Crossflow* dengan beban lampu 100 Watt

No.	Debit air (m <sup>3</sup> /s)	rpm	Torsi (N.m)	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Daya Listrik (Watt)	Daya Hidrolik (Watt)	Daya Turbin (Watt)
1	0,012	308	3,467	90	0,62	55,8	361,4004	111,7668347

2	0,012	310	3,467	90	0,64	57,6	361,4004	112,4925933
3	0,012	314	3,467	92	0,68	62,56	361,4004	113,9441107
4	0,012	309	3,467	91	0,59	53,69	361,4004	112,129714
5	0,012	312	3,467	95	0,76	72,2	361,4004	113,218352
6	0,012	308	3,467	94	0,76	71,44	361,4004	111,7668347
7	0,012	311	3,467	93	0,69	64,78	361,4004	112,8554727
8	0,012	314	3,467	97	0,79	76,63	361,4004	113,9441107
9	0,012	313	3,467	96	0,79	76,22	361,4004	113,5812313
10	0,012	315	3,467	98	0,82	80,36	361,4004	114,30699

Pada Tabel diatas diketahui nilai Daya listrik turbin *crossflow* merupakan hasil dari tegangan (V) dan Arus (I). Daya hidrolik merupakan hasil dari debit air, gravitasi dan *head*. Sedangkan daya turbin merupakan hasil dari rumus kecepatan putaran (Rpm) dan Torsi (Nm). Nilai tertinggi daya listrik didapat dengan 80,36 *Watt*, dan nilai terendah 53,69 *Watt*. Dan daya turbin tertinggi didapat dengan nilai 114,306 *Watt* dan terendah dengan nilai 111,766 *Watt*.

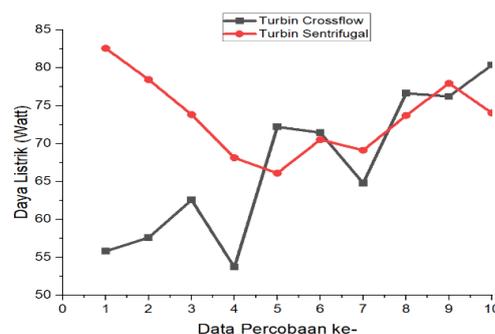
### 3.2 Data Pengujian Daya Turbin Sentrifugal

Tabel 2. Hasil data pengujian turbin Sentrifugal dengan beban lampu 100 *Watt*

No.	Debit air (m <sup>3</sup> /s)	rpm	Torsi (N.m)	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Daya Listrik (Watt)	Daya Hidrolik (Watt)	Daya Turbin (Watt)
1	0,012	782	5,888	120	0,688	82,56	361,4004	481,928
2	0,012	776	5,888	115	0,682	78,43	361,4004	478,231
3	0,012	770	5,888	111	0,665	73,815	361,4004	474,533
4	0,012	761	5,888	104	0,655	68,12	361,4004	468,987
5	0,012	758	5,888	102	0,648	66,096	361,4004	467,138
6	0,012	764	5,888	108	0,653	70,524	361,4004	470,835
7	0,012	768	5,888	106	0,652	69,112	361,4004	473,3
8	0,012	774	5,888	112	0,658	73,696	361,4004	476,998
9	0,012	778	5,888	116	0,672	77,952	361,4004	479,463
10	0,012	772	5,888	112	0,661	74,032	361,4004	475,766

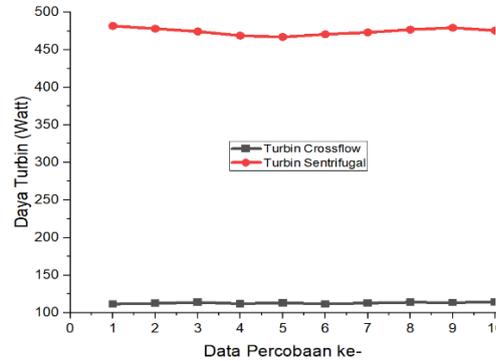
Pada Tabel diatas diketahui nilai Daya listrik turbin Sentrifugal merupakan hasil dari tegangan (V) dan Arus (I). Daya hidrolik merupakan hasil dari debit air, gravitasi dan *head*. Sedangkan daya turbin merupakan hasil dari rumus kecepatan putaran (Rpm) dan Torsi (Nm). Nilai tertinggi daya listrik didapat dengan 82,56 *Watt*, dan daya terendah 66,096 *Watt*. Nilai daya turbin tertinggi dengan nilai 481,928 *Watt* dan nilai terendah 467,138 *Watt*.

### 3.3 Hasil analisa Perbandingan Daya Turbin *Crossflow* dan Sentrifugal



Gambar 6. Grafik Perbandingan Daya Listrik Turbin *Crossflow* dan Sentrifugal

Pada gambar diatas diketahui bahwa dari data percobaan pengujian dapat dilihat grafik antara turbin *crossflow* dan sentrifugal cenderung turun naik. Dimana turbin *crossflow* memiliki grafik nilai daya listrik yang naik dari beberapa percobaan, sedangkan turbin sentrifugal memiliki grafik nilai daya listrik yang sedikit menurun. Penyebab grafik diatas naik turun karena nilai tegangan dan arus yang tidak cukup konstan sehingga mempengaruhi nilai daya listrik pada turbin.

Gambar 7. Grafik Perbandingan Daya Turbin *Crossflow* dan Sentrifugal

Pada gambar 3.2 diatas diketahui bahwa nilai grafik daya turbin (*Watt*) dari kedua turbin cukup berbanding jauh. Karena perbedaan kecepatan putaran (*Rpm*) dan Torsi (*Nm*) pada setiap turbin mempengaruhi nilai daya turbin. Dimana nilai daya turbin *crossflow* memiliki nilai yang rendah disbanding nilai daya turbin sentrifugal.

### 3.4 Efisiensi Total Turbin *Crossflow*

Tabel 3. Hasil Analisa data turbin *Crossflow* beban lampu 100 *Watt*

No.	Debit air (m <sup>3</sup> /s)	rpm	Torsi (N.m)	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Daya Listrik (Watt)	Daya Hidrolik (Watt)	Efisiensi Total
1	0,012	308	3,467	96	0,62	59,52	361,4004	15,43993864
2	0,012	308	3,467	95	0,64	60,8	361,4004	15,93800118
3	0,012	307	3,467	96	0,68	65,28	361,4004	17,31044017
4	0,012	306	3,467	92	0,59	54,28	361,4004	14,85609867
5	0,012	309	3,467	96	0,76	72,96	361,4004	19,97784175
6	0,012	308	3,467	97	0,76	73,72	361,4004	19,76754868
7	0,012	306	3,467	93	0,69	64,17	361,4004	17,92471729
8	0,012	310	3,467	97	0,79	76,63	361,4004	21,20362899
9	0,012	309	3,467	96	0,79	75,84	361,4004	21,09018142
10	0,012	310	3,467	98	0,82	80,36	361,4004	22,23572525

Pada tabel diatas diketahui bahwa data tersebut dihasilkan dari turbin *Crossflow* dengan tegangan 97 *Volt* dan Arus 0,79 *Ampere* untuk mendapatkan daya listrik. Daya hidrolik merupakan rumus dari debit, gravitasi, ro air. Dan efisiensi Total merupakan hasil dari daya listrik dan daya hidrolik. Nilai tertinggi efisiensi total yaitu 22,235 % dan nilai terendah 15,439 %.

### 3.5 Efisiensi Total Turbin Sentrifugal

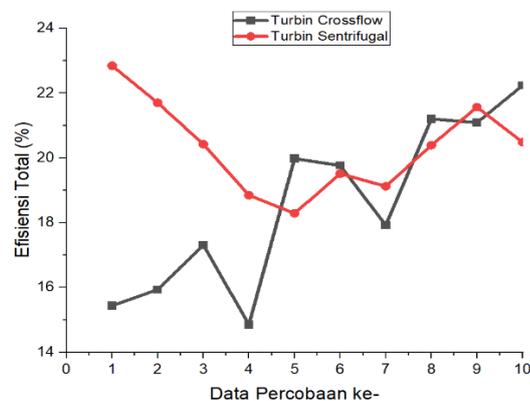
Tabel 4. Hasil Analisa data turbin Sentrifugal beban lampu 100 *Watt*

No.	Debit air (m <sup>3</sup> /s)	rpm	Torsi (N.m)	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Daya Listrik (Watt)	Daya Hidrolik (Watt)	Efisiensi Total
-----	-------------------------------	-----	-------------	-----------------	----------	---------------------	----------------------	-----------------

1	0,012	782	5,888	120	0,688	82,56	361,4004	22,84446835
2	0,012	776	5,888	115	0,682	78,43	361,4004	21,70169153
3	0,012	770	5,888	111	0,665	73,815	361,4004	20,42471453
4	0,012	761	5,888	104	0,655	68,12	361,4004	18,8489
5	0,012	758	5,888	102	0,648	66,096	361,4004	18,28885635
6	0,012	764	5,888	108	0,653	70,524	361,4004	19,51409019
7	0,012	768	5,888	106	0,652	69,112	361,4004	19,1233878
8	0,012	774	5,888	112	0,658	73,696	361,4004	20,39178706
9	0,012	778	5,888	116	0,672	77,952	361,4004	21,56942826
10	0,012	772	5,888	112	0,661	74,032	361,4004	20,48475873

Pada tabel diatas diketahui bahwa data tersebut dihasilkan dari turbin *crossflow* dan sentrifugal. Dan efisiensi Total turbin *crossflow* merupakan hasil dari daya listrik dan daya hidrolik. Nilai tertinggi efisiensi total yaitu 22,235 % dan nilai terendah 15,439 %. Sentrifugal dengan nilai tertinggi 22,844 % dan nilai terendah 18,288 %.

### 3.6 Hasil Analisa dan Perbandingan Efisiensi Total Turbin *Crossflow* dan Sentrifugal



Gambar 8. Grafik Perbandingan Efisiensi Total Turbin *Crossflow* dan Sentrifugal

Pada data grafik gambar diatas diketahui bahwa efisiensi total turbin sentrifugal memiliki daya yang tinggi dibanding turbin *crossflow*. Dimana grafik tersebut didapat dari hasil daya listrik dan daya hidrolik dari masing masing turbin. Nilai efisiensi total turbin *crossflow* diatas meningkat, sedangkan nilai efisiensi total turbin sentrifugal lebih rendah namun cukup konstan dan lebih tinggi dibanding turbin *crossflow*

### 3.7 Efisiensi Turbin *Crossflow*

Tabel 5. Hasil Data Efisiensi Turbin *Crossflow*

Daya Hidrolik (Watt)	Daya Turbin (Watt)	Efisiensi Turbin
361,4004	111,7668347	30,92604067
361,4004	112,4925933	31,1268591
361,4004	113,9441107	31,52849601
361,4004	112,129714	31,02644989
361,4004	113,218352	31,32767756
361,4004	111,7668347	30,92604067
361,4004	112,8554727	31,22726834
361,4004	113,9441107	31,52849601
361,4004	113,5812313	31,42808677
361,4004	114,30699	31,62890523

Pada tabel diatas sebelumnya sudah diketahui nilai daya hidrolik dan daya turbin *crossflow* dimana nilai tersebut merupakan hasil untuk menentukan nilai efisiensi turbin. Nilai efisiensi tertinggi dengan nilai 31,628%. Dan terendah dengan nilai 30,227 %.

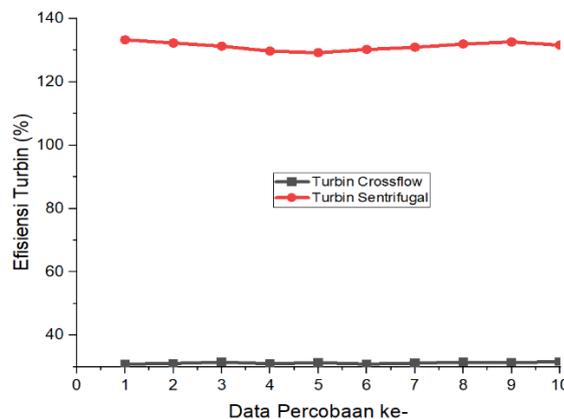
### 3.8 Efisiensi Turbin Sentrifugal

Tabel 6. Hasil Data Efisiensi Turbin Sentrifugal

Daya Hidrolik (Watt)	Daya Turbin (Watt)	Efisiensi Turbin
361,4004	481,928	133,3501568
361,4004	478,231	132,3271917
361,4004	474,533	131,3039499
361,4004	468,987	129,7693638
361,4004	467,138	129,2577429
361,4004	470,835	130,280708
361,4004	473,3	130,962777
361,4004	476,998	131,9860188
361,4004	479,463	132,6680878
361,4004	475,766	131,6451227

Pada tabel diatas sebelumnya sudah diketahui nilai daya hidrolik dan daya turbin sentrifugal dimana nilai tersebut merupakan hasil untuk menentukan nilai efisiensi turbin. Nilai efisiensi tertinggi dengan nilai 133,350 %. Dan terendah dengan nilai 129,257 %.

### 3.9 Hasil Analisa dan Perbandingan Efisiensi Turbin *Crossflow* dan Sentrifugal



Gambar 9. Grafik Perbandingan Efisiensi Turbin *Crossflow* dan Sentrifugal

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai efisiensi turbin sentrifugal lebih tinggi dibanding turbin *crossflow*. data grafik diatas menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan, Karena perbedaan daya turbin dan daya hidrolik.

## KESIMPULAN

Dari hasil Pengujian dan penelitian data Analisa Perbandingan Daya Turbin *Crossflow* dan Sentrifugal didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Diketahui bahwa perbandingan daya antara turbin *crossflow* dan Sentrifugal memiliki perbedaan. Daya listrik turbin *crossflow* memiliki nilai yang lebih rendah yaitu 80,36 Watt dan sentrifugal 82,56 Watt. Daya hidrolik kedua turbin merupakan nilai konstan (daya input). Sedangkan daya turbin *crossflow* memiliki nilai yang lebih rendah yaitu 114,306 Watt dan daya turbin sentrifugal 481,928 Watt. Dapat disimpulkan perbandingan daya listrik dan daya turbin memiliki nilai yang cukup signifikan karena perbedaan tegangan (V) dan arus (I) yang dihasilkan. Dari gambar grafik turbin *crossflow* grafik meningkat sedangkan turbin

sentrifugal grafik yang menurun namun lebih tinggi dari beberapa data percobaan. dan nilai turbin *crossflow* berbanding jauh dengan turbin sentrifugal karena perbedaan kecepatan putaran (Rpm) dan *Torsi* (Nm). Dapat disimpulkan bahwa nilai daya listrik dan daya turbin sentrifugal lebih tinggi dibanding turbin *crossflow*.

2. Diketahui bahwa perbandingan Efisiensi total dan Efisiensi turbin *crossflow* dan sentrifugal memiliki hasil nilai yang berbeda dikarenakan daya listrik, daya turbin, dan daya hidrolik setiap turbin memiliki hasil yang berbeda. Dengan debit yang sama 0,012 m<sup>3</sup>/s dan *Head* yang sama yaitu 3,07 m. Efisiensi total turbin *crossflow* berkisar antara 15-22 % sedangkan turbin sentrifugal 18-22%. Efisiensi turbin *crossflow* berkisar 30-31 % sedangkan turbin sentrifugal 129-133 %. Pada tabel diatas dapat dilihat grafik menunjukkan perbedaan yang cukup berbeda dimana nilai efisiensi total dan turbin *crossflow* lebih rendah dibandingkan turbin sentrifugal. Dapat disimpulkan bahwa nilai efisiensi turbin sentrifugal lebih tinggi dibanding turbin *crossflow*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua yang selalu mendukung lahir dan batin, kepada Politeknik Negeri Jakarta atas dukungan finansial serta regulasinya sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik, peneliti juga berterimakasih kepada dosen pembimbing yang senantiasa mendampingi dalam pelaksanaan penelitian ini, kepada tim dan rekan-rekan yang senantiasa membantu dengan ikhlas.

## REFERENSI

1. Suwignyo, Masudin, I., Mokhtar, A., & Nissa, K. (2018). Desain dan Pembuatan Turbin Propeller. Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA).
2. Mochammad Fazri Ramadhan. (2020). Rancang Ulang Bangun *Penstock* dan Turbin *Crossflow* untuk Meningkatkan Daya PLTMH. Hal.16-28.
3. Bayu Suryo Wiranto. (2018). Perancangan pembangkit listrik tenaga mikro hidro. *Jurnal teknik elektro Universitas Negeri Jakarta*.
4. Heri Suropto, Saipul Anwar, Aprizal. (Januari 2020) Optimasi Perancangan Turbin *Crossflow* Terhadap Sudut Masuk *Blade Runner* untuk *Micro Hydro Power Plant* dengan Analisis *CFD*. Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian Vol. 22 No.1 Hal. 48-54
5. Billy Ibrahim Shalzubilla. (2019). Analisis Jumlah Sudu dan Debit Air Terhadap Daya Turbin *Crossflow* Tipe Naca 63(3)-618. Program Studi DIV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan. Politeknik Negeri Malang.
6. Susaty, A. Pengembangan Turbin Air Type Cross-Flow Diameter Runner 400mm. Hal 1-20
7. Wibowo, N, A., Dermawan, V., Hrisuseno., D. Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro(PLTMH) Wamena Dikan
8. Mustakim. (2015). Pengaruh Kecepatan Sudut Terhadap Efisiensi Pompa Sentrifugal Jenis Tunggal. *Jurnal Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Metro*.
9. Harvi, & Ikrar H. Potensi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro) di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur. *Jurnal Reka Buana*.
10. J. McKinney and P. C. C. Warnick. *Microhydropower Handbook Volume Satu*
11. Mahalla, Suharyanto, & S., M. B. Evaluasi Kinerja IMAG Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Cokro Tulung Kabupaten Klaten. *Jurnal Media ELEktrik*.
12. Harvi, & Ikrar H. (2017) Potensi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro) di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur. *Jurnal Reka Buana*.