

Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Menggunakan *Prototype* Turbin Vortex

Haris Budi Prasetyo

D4 Teknik Listrik, Program Vokasi, Universitas Negeri Surabaya
haris.19020@mhs.unesa.ac.id

Reza Rahmadian, Aditya Chandra Hermawan, dan Mahendra Widyartono

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

Abstrak

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro menggunakan *prototype* turbin *vortex* dapat bekerja pada ketinggian aliran air yang rendah. Dalam penelitian ini terdapat tiga *variable* dengan ukuran 20 cm sama semua tetapi berbeda jumlah sudu. *Variable* Jumlah dari sudunya adalah 8, 10, dan 12. Dengan ketinggian 0,5 m dan diameter basin 35 cm. menggunakan generator dc dengan menggunakan model ZYT3424. Pemilihan jumlah sudu sangat mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh generator. Pada sistem *prototype* ini menggunakan aliran air 4,5 L/s. Pada penelitian ini sudu yang sangat baik adalah dengan menggunakan 12 sudu. Hasil dari parameter pengujian terdapat 210,5 *rpm* sebelum dikopel oleh generator, dan setelah dikopel menghasilkan 143,0 *rpm*, putaran dari generator 70,4 *rpm* berbeban 5 watt, Tegangan mencapai 8,28 volt, arus sebesar 0,35 Ampere, daya generator 2,89 watt, torsi sebesar 0,39 Nm, dan efisiensi hingga 99,89%.

Kata kunci : Turbin *vortex*, *rpm*, torsi, tegangan, arus, daya, efisiensi

Abstract

Microhydro power plants using prototype vortex turbines can work at low water flow levels. In this study there were three variables with a size of 20 cm all the same but different number of spoons. The number of spoons is 8, 10, and 12. With a height of 0.5 m and a basin diameter of 35 cm. using a dc generator by using the ZYT3424 model. The selection of the number of Blades greatly affects the power produced by the generator. This prototype system uses a water flow of 4.5 L/s. In this study, a very good spoon is to use 12 Blades. The results of the test parameters are 210,5 rpm before being coupling by the generator, and after coupling produces 143,0 rpm, rotation from a 70,4 rpm generator loaded with 5 watts, voltage reaches 8,28 volts, current of 0,35 Amperes, generator power of 2,89 watts, torque of 0,39 Nm, and efficiency of up to 99,89%.

Keywords: Microhydro turbine vortex, generator, efficiency

PENDAHULUAN

Penggunaan bahan bakar fosil dalam pembangkitan listrik saat ini semakin berkurang, mendorong kemajuan penelitian reformasi di sektor pembangkitan listrik. Salah satu sumber energi saat ini yang banyak dipelajari dalam bidang energi adalah pembangkit listrik tenaga air.

Indonesia adalah negara maritim dan merupakan daerah katulistiwa yang sering menghasilkan air secara terus menerus dari curah hujan. Banyak berbagai macam aliran air yang terletak di seluruh daerah contohnya selat, laut, danau, dan sungai. Banyak aliran air yang dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit listrik energi terbarukan, namun masih dalam skala kecil dan masih menggunakan teknologi sederhana.

Pembangkit listrik tenaga air sering disebut mikrohidro atau sering disebut juga pikohidro tergantung *output* yang dihasilkan dari pembangkit. Mikrohidro memanfaatkan ketinggian jatuh air, sedangkan air yang

jatuh rendah belum maksimal dimanfaatkan. Hal ini menjadi referensi pemanfaatan aliran air rendah.

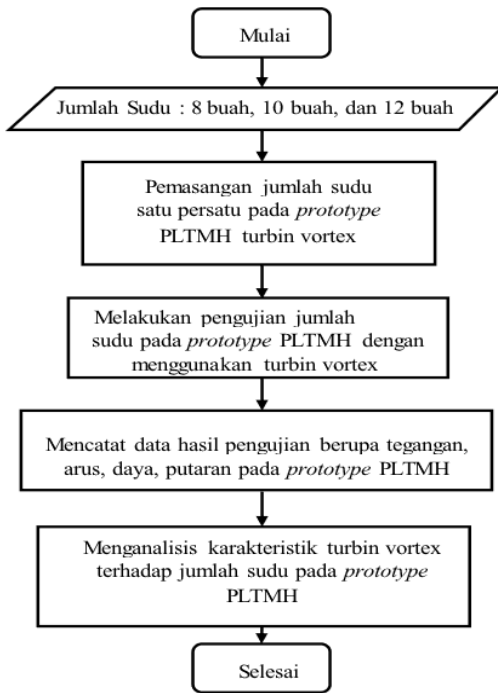
Jenis-jenis turbin yang dapat digunakan dalam pembangkit listrik tenaga mikrohidro sangat banyak macamnya menyesuaikan dengan karakteristik contohnya turbin *crossflow* dan pelton yang termasuk dalam turbin impuls, turbin *vortex*, kaplan, dan propeller yang termasuk turbin reaksi.

Turbin *vortex* berbentuk melingkar pada basin untuk membuat pusaran air yang akan mendorong turbin. Turbin *vortex* bekerja dengan cara memanfaatkan jatuh air (*head*) dengan tinggi yang ditentukan. Turbin *vortex* juga memiliki kelebihan yaitu dapat bekerja dalam debit air yang kecil. Turbin *vortex* dapat digunakan pada rentang head yang bervariasi. Turbin jenis ini beroperasi dalam head range antara 0.7 – 10 meter. Turbin ini termasuk dalam konsep aliran radial dengan turbin reaksi. Jumlah sudu (*Blade*) mempengaruhi cara kerja turbin *vortex*. Karena jumlah sudu turbin yang dipilih menentukan daya yang maksimum.

(Rekha Agustha et al., 2022)

METODE

Penelitian dilakukan dengan pengujian setiap variasi jumlah *Blade* yang dibandingkan dengan karakteristik keluaran. Analisis Data dapat dilihat pada Gambar Perancangan Sistem



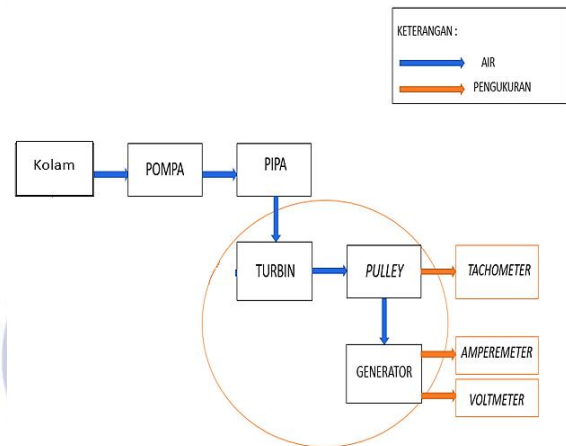
Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Pada Gambar 1 langkah pengujian diawali dengan persiapan semua jumlah *Blade* yang akan diuji dalam penelitian. Air disimpan dalam kolam yang dipompa melalui pipa berukuran 1,5 dim ke dalam *inlet* basin tabung berbentuk kerucut yang dirancang untuk menciptakan gerakan memutar di dalam air untuk menggerakkan turbin. Kecepatan turbin diukur dengan *tachometer* pada poros turbin. Selain itu, turbin dihubungkan ke generator dengan *pulley*. Turbin dan *pulley* generator dengan perbandingannya 1:7. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan cara melakukan pengukuran pengujian sebanyak tiga kali pada setiap *Blade*. Menggunakan debit air 4,5 liter perdetik menuju basin 24 liter menggunakan pompa.

Sebuah generator yang berputar menghasilkan parameter berupa tegangan yang diukur dengan *voltmeter*, yang kemudian dibebankan ke lampu untuk mendapatkan parameter arus yang dihasilkan oleh generator dengan menghubungkan lampu secara seri. Pengujian dilakukan secara terpisah yaitu 8, 10 dan 12 *Blade*. Hasil pengujian yang diperoleh adalah nilai putaran turbin, nilai putaran generator, tegangan, arus, daya keluaran generator, torsi dan efisiensi sistem PLTMH.

Nilai-nilai yang diperoleh dari hasil pengujian kemudian dianalisis dalam bentuk grafis dalam sistem PLTMH untuk variasi jumlah baling-baling. Analisis juga dilakukan terhadap kinerja prototipe PLTMH menggunakan turbin *vortex* dan ditentukan efisiensi tertinggi dari perubahan jumlah sudu yang digunakan dengan membandingkan daya hidrolisis hasil perhitungan dengan jumlah listrik hasil perhitungan dari generator.

Menganalisa data dari setiap variasi jumlah sudu yang sudah dilakukan pengujian bertujuan untuk melihat *output* yang dihasilkan dari prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro menggunakan turbin *vortex* yang nantinya dilakukan perbandingan pada setiap variasi yang diuji.



Gambar 2. Diagram alur cara kerja *Prototype* PLTMH

Diagram sistem kerja dari prototipe PLTMH turbin *vortex* ini diawali dengan air yang ditampung pada box yang nantinya di alirkan melalui pompa centrifugal berkapasitas 0,75 kW dengan ketinggian maksimal 15 meter dan daya hisap 7 meter. Air yang di alirkan akan menuju pipa dengan diameter 2 *inch* yang disambung pipa 1,5 dim. Air akan masuk pada inlet basin yang bertujuan untuk memutar turbin dengan diameter 20 cm yang dikopel *pulley*. *Pulley* yang berputar akan memutar generator yang nantinya akan menghasilkan listrik. *Amperemeter* dan *voltmeter* akan mengukur *output* arus dan tegangan yang dihasilkan oleh generator. Generator yang digunakan pada pengujian ini model ZYT3424 dengan spesifikasi dapat menghasilkan tegangan dan daya hingga 30 W.

Tabel 1. Data Perancangan Prototipe PLTMH

No.	Parameter	Ukuran
1.	Head	0.5 m
2.	Diameter Pipa	0.048 m
3.	Tinggi Rangka	0.6 m
4.	Lebar Rangka	0.5 m
5.	Debit Air	0.0045 m ³ /s

1. Analisis kecepatan spesifik turbin berdasarkan persamaan (1) debit aliran air (nq) dari perhitungan rpm yang direncanakan 300 dikalikan dengan debit air 4,5 L/s dibagi dengan ketinggian memperoleh nilai (nq) 3,38 m/s (Mayapada, dkk 2022)

$$nq = n \times \frac{\sqrt{Q}}{H^{0,75}} \quad (1)$$

2. Analisis kecepatan tangensial masuk sudu pada sisi luar sudu (u_1) pada persamaan (2) gravitasi menggunakan nilai 9,8 sedangkan ketinggian sistem prototipe 0,5 sehingga didapatkan nilai 3,15 m/s.(Agustina, dkk 2022)

$$u_1 = u * 1 \times \sqrt{2 \times g \times H} \quad (2)$$

3. Ukuran diameter luar *runner* (D_1) pada persamaan (3) hasil dari 60 dikalikan dengan u_1 dibagi dengan rpm yang direncanakan dikalikan dengan π 3,14 memperoleh hasil D_1 dengan nilai 20 cm.(Kusumayana B., dkk 2021)

$$D_1 = \frac{60 \times u_1}{\pi \times n} \quad (3)$$

4. Diameter leher poros (D_N)
 $D_N = 7 \text{ cm}$ (direncanakan)
5. Lebar *runner* (B_x) menggunakan persamaan (4) memperoleh hasil 6,5 cm. (Kusumayana B., dkk 2021)

$$B_x = \frac{D_1}{2} - \frac{D_N}{2} \quad (4)$$

6. Jarak antar sudu (K) memperoleh nilai menggunakan persamaan (5) dengan N adalah jumlah sudu yang direncanakan dalam penelitian.(Suripto dan Hidayat)

$$K = \frac{\pi D_N}{N} \quad (5)$$

7. Luas sudu turbin (A) jumlah sudu yang direncanakan dikalikan dengan konstanta menggunakan persamaan (6).(Agustha, dkk 2022)

$$A = N \times 38,96 \quad (6)$$

8. Debit air yang direncanakan sebesar 4,5 L/s (Q) menggunakan persamaan (7).(Farid dan Humam,

2018)

$$Q = \frac{v}{t} \quad (7)$$

Keterangan :

V = Volume bejana (liter)

t = Waktu memenuhi bejana (s)

9. Perencanaan daya hidrolisis menggunakan persamaan (8) dengan debit air dan ketinggian direncanakan memperoleh hasil 22,05 watt.(Insani, dkk 2021)

$$P_H = \rho \times g \times Q \times H \quad (8)$$

Keterangan :

P_H = Potensi Daya Air (Watt)

ρ = Massa Jenis Air (kg/m^3)

g = Percepatan Gravitasi ($9,8\text{m/s}^2$)

Q = Debit Air (m^3/s)

H = Tinggi Jatuh Air (m)

10. Perhitungan Kecepatan putaran turbin yang dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (9) menghasilkan nilai 40,9 rpm.(Diharja, dkk 2022)

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{d_1}{d_2} \quad (9)$$

Keterangan :

N_1 = Kecepatan Pulley 1 (rpm)

N_2 = Kecepatan Pulley 2 (rpm)

d_1 = Diameter Pulley 1 (cm)

d_2 = Diameter Pulley 2 (cm)

11. Perhitungan perencanaan *output* daya yang direncanakan memperoleh nilai 3 watt dengan menggunakan persamaan (10).(Yanto, dkk 2021)

$$P = V \times I \quad (10)$$

12. Perhitungan torsi menggunakan persamaan (11) dengan nilai π 3,14.(Winarta, dkk 2020)

$$T = \frac{P}{2\pi \frac{N}{60}} \quad (11)$$

Keterangan :

T = Torsi (Nm)

N = Kecepatan Turbin (rpm)

P = Daya turbin

Efisiensi sistem PLTMH dapat dihitung menggunakan persamaan (12).(Zariatin dan

Susilo)

$$\eta_{PLTMH} = PG / PH \times 100\% \quad (12)$$

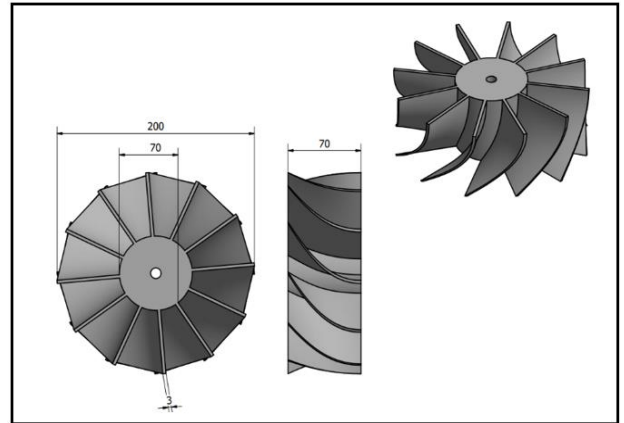
Keterangan :

PG = Daya Generator

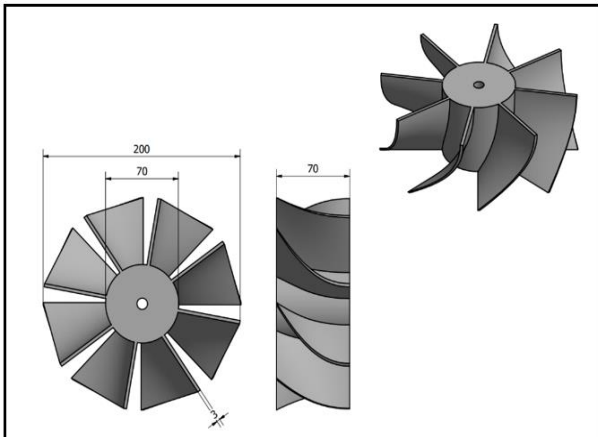
PH = Daya Hidrolisis

η_{PLTMH} = Efisiensi Sistem PLTMH (%)

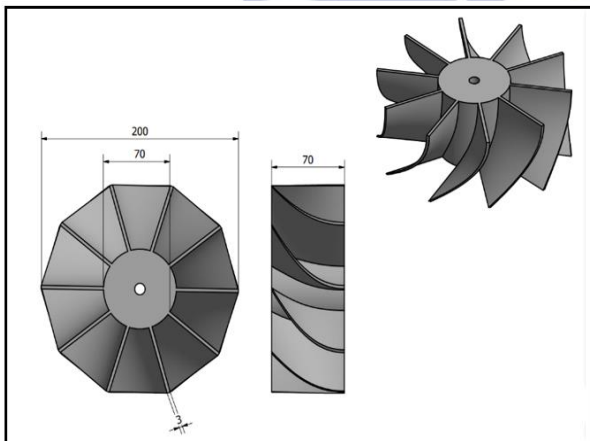
Desain prototipe sebelum diaplikasikan menggunakan *Autodesk Inventor* yang nantinya akan dicetak menggunakan 3D printing berbahan *PLA* filamen dengan diameter luar 20 cm dan leher runner 7 cm.



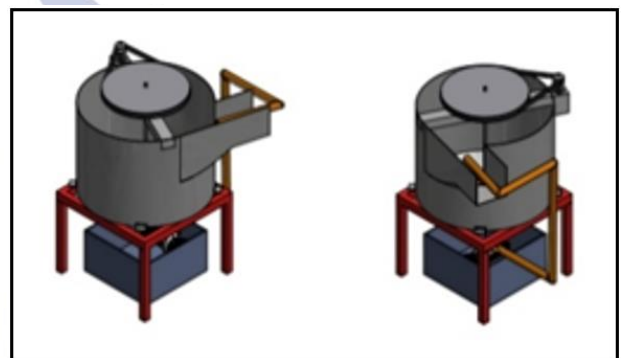
Gambar 5. Desain Turbin *Vortex Blade* Berjumlah 12 Buah



Gambar 3. Desain Turbin *Vortex Blade* Berjumlah 8 Buah



Gambar 4. Desain Turbin *Vortex Blade* Berjumlah 10 Buah



Gambar 6. Perencanaan Alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan tiga variasi jumlah *Blade* yang masing – masing berjumlah 8 buah, 10 buah, dan 12 buah. Bahan dari *Blade* ini adalah filamen *PLA*. Sedangkan pada rangka menggunakan *galvanis hollow* berukuran 2x2 tebal 0.8mm dengan realisasi tinggi *prototype* 60cm. Untuk ukuran diameter basin 40cm berbahan plat besi tebal 1,2mm, tinggi 30cm. Pada bagian elektrik lampu menggunakan fitting tempel yang dihubungkan pada *output* generator.



Gambar 7. Realisasi Sudu 8



Gambar 8. Realisasi sudu 10



Gambar 9. Realisasi sudu 12



Gambar 10. Realisasi sistem prototipe turbin vortex

A. Pengujian Pada Variasi Blade Prototype Turbin Vortex

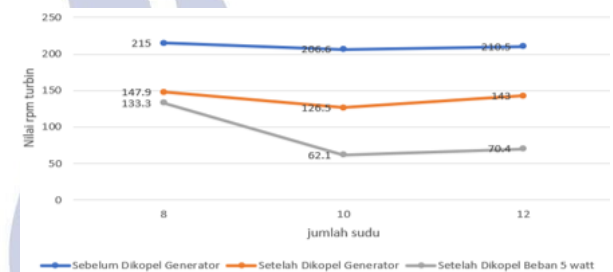
Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil dari masing – masing jumlah Blade pada setiap variable yang sudah ditentukan. Pengukuran meliputi kecepatan putaran, arus, tegangan, torsi, dan daya yang dihasilkan. Sehingga efisiensi dari prototype PLTMH turbin vortex dapat diperoleh dari berbagai macam pengukuran tersebut.

1. Pengukuran Jumlah Putaran Prototype Turbin Vortex

Pengujian ini untuk mengetahui seberapa banyak putaran yang dihasilkan oleh turbin vortex menggunakan alat tachometer terarah pada poros turbin tersebut. Ditunjukkan hasil pengukuran putaran turbin pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Pengukuran Putaran Turbin Vortex

Jumlah Blade	Jumlah rpm turbin		
	Sebelum disambung generator	Setelah disambung generator	Setelah dibebani lampu 5 watt
8	215,0	147,9	133,3
10	206,6	126,5	62,1
12	210,5	143,0	70,4



Gambar 11. Grafik rpm turbin

Berdasarkan Gambar 11 jumlah putaran pada turbin terjadi penurunan seiringnya peningkatan jumlah sudu dikarenakan bidang yang ditabrak oleh air semakin kecil sehingga putaran rpm pada turbin sedikit berkurang.

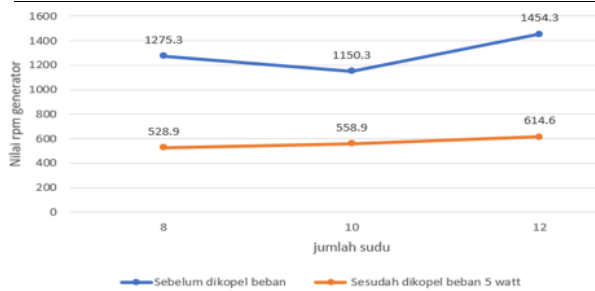
2. Pengukuran Jumlah Putaran Generator Prototype Turbin

Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan alat tachometer kontak yang diarahkan pada ash atau poros generator. Pengujian ini menggunakan perbandingan rasio pulley. Saat ketika pulley turbin berputar satu kali maka pulley pada generator berputar sebanyak tujuh kali. Tujuan dari pengujian putaran generator mengetahui banyaknya rpm generator sebelum disambung dan setelah disambung dengan berbeban watt.

Berdasarkan Gambar 12 dilihat pada grafik terjadi penurunan pada setiap sudu setelah dilakukan pembebanan lampu 5 watt karena arus yang mengalir terjadi fluksi lawan sehingga menyebabkan putaran pada generator berkurang. Pada pengukuran sudu 10 saat sebelum dikopel oleh beban rpm turun dikarenakan terjadi slip pada van belt saat dilakukan pergantian turbin.

Tabel 3. Pengukuran rpm Generator

Jumlah Blade	Jumlah rpm generator	
	Sebelum generator dibebani	Setelah generator dibebani lampu 5 watt
8	1275,3	528,9
10	1150,3	558,9
12	1454,3	614,6



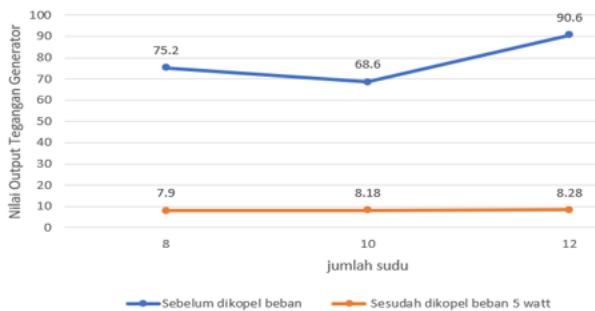
Gambar 12. Grafik Rpm Generator

3. Pengukuran Output Tegangan Generator Turbin Vortex

Generator yang berputar akan menghasilkan tegangan. Pada pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui nilai dari generator yang belum berbeban dan yang sudah diberi beban 5 watt yang nantinya dilakukan pengujian secara terpisah pada setiap variasi Blade prototype turbin vortex.

Tabel 4. Pengukuran Output Tegangan Generator

Jumlah Blade	Tegangan Generator (V)	
	Sebelum generator dibebani	Setelah generator dibebani lampu 5 watt
8	75,2	7,90
10	68,6	8,18
12	90,6	8,28



Gambar 12. Grafik Rata-rata Tegangan

Berdasarkan Gambar 12 terjadi penurunan

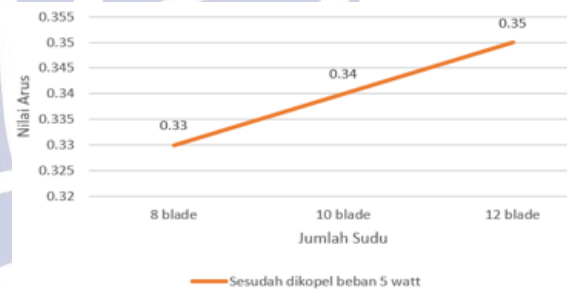
voltase pada setiap variable saat dibebani lampu 5 watt dikarenakan terjadi losses pada generator. Beban yang berat dapat mempengaruhi kabel menjadi lebih panas maka ada kemungkinan voltase turun menyebabkan kebutuhan ampere meningkat.

4. Pengukuran Arus Generator Pada Turbin Vortex

Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali dengan variasi sudu yang berbeda – beda. Pengukuran pengambilan data yang pertama dilakukan tanpa adanya beban. Pengambilan data yang kedua dilakukan pembebanan dengan lampu 5 watt. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui perubahan nilai arus pada setiap variasi sudu yang diuji.

Tabel 5. Pengukuran Arus Generator

Jumlah Blade	Arus Generator (V)	
	Sebelum generator dibebani	Setelah generator dibebani lampu 5 watt
8	-	0,33
10	-	0,34
12	-	0,35



Gambar 13. Grafik arus

Berdasarkan Gambar 13. arus yang keluar saat pengujian paling tinggi adalah sudu 12, semakin tinggi putaran generator semakin tinggi arus yang keluar.

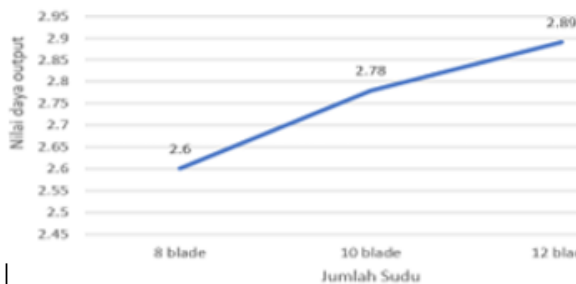
5. Perhitungan Daya Output Generator dengan Arus

Data dari output generator yang diberi beban 5 watt dikalikan dengan data arus generator yang sama halnya di beri beban 5 watt. Sehingga diperoleh nilai yang tertera dalam tabel di bawah ini.

Tabel 6 Daya Output Generator

Jumlah Blade	Tegangan Generator (V)	Arus Generator (V)	P_{Output} Generator (W)
8	7,90	0,33	2,60
10	8,18	0,34	2,78
12	8,28	0,35	2,89

Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Menggunakan Prototype Turbin Vortex



Gambar 14. Grafik daya rata-rata generator

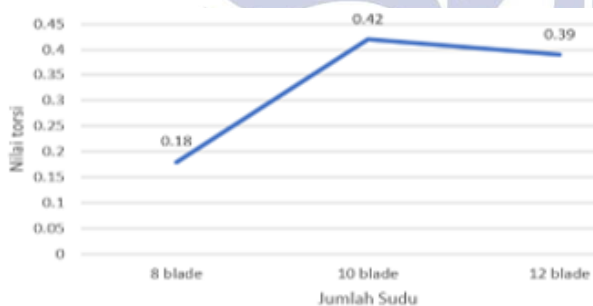
Berdasarkan Gambar 14. daya *output* yang dihasilkan dari percobaan ketiga variable yang paling tinggi adalah 12 sudu dengan menghasilkan 2.89 W. Pada percobaan daya *output* yang menunjukkan hasil terbesar adalah pada 12 sudu dikarenakan volt dan ampere menunjukkan nilai yang tinggi saat pengujian.

6. Perhitungan Torsi Pada Turbin Vortex

Besarnya torsi timbul karena adanya putaran turbin dan masa aliran air yang menumbuk sudu. Untuk perhitungan torsi menggunakan persamaan (11).

Tabel 7 Torsi Turbin

Jumlah Blade	Torsi Turbin
8	0,18
10	0,42
12	0,39



Gambar 15. Grafik torsi

Berdasarkan dari Gambar 15. torsi berbeban yang paling berat adalah sudu 10 setelah dilakukan perhitungan setelah percobaan.

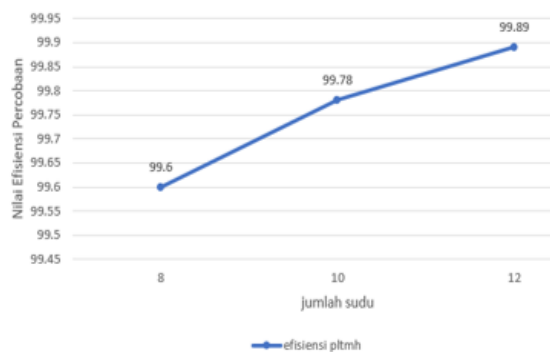
B. Efisiensi Prototype PLTMH Turbin Vortex

Dalam *prototype* PLTMH ini, ketinggian air sistem ini sebesar 0,5 m, debit air di dalam pipa sebesar 0,0045 m³/s, masa jenis air sebesar 1000 kg/m³ dan

percepatan gravitasi bumi sebesar 9,8 m/s²

Tabel 8. Efisiensi PLTMH Prototype Turbin Vortex

Jumlah Blade	Daya Teori (W)	Daya Output (W)	Efisiensi Sistem PLTMH (%)
8	3	2,60	99,6%
10	3	2,78	99,78%
12	3	2,89	99,89%



Gambar 16. Grafik efisiensi sistem PLTMH

Berdasarkan Gambar 16. pengujian sudu 12 menunjukkan efisiensi yang paling tinggi mencapai 99,89%.

Tabel 9. Perbandingan Efisiensi

Blade	P _H	P _G	η %	P _G Praktik	η Praktik %
8	22,05	3	13,6	2,60	11,7
10	22,05	3	13,6	2,78	12,6
12	22,05	3	13,6	2,89	13,1

Pada Tabel 9 pada percobaan ini efisiensi yang paling besar adalah 12 sudu memperoleh nilai 13,1% dikarenakan seiring bertambahnya jumlah sudu debit air yang terbuang saat percobaan semakin kecil setelah membentur dinding basin.

Tabel 10. Pengukuran Sistem *Prototype*

Sudu	Jumlah putaran pada turbin (rpm)			Putaran G (rpm)		Tegangan G (V)		Arus G (A)	Daya <i>output</i> generator	Nilai torsi	Efisiensi sistem PLTMH (%)
	Sebelum dikopel G	Setelah dikopel G	5 W	belum dikopel beban	5 W	belum dikopel beban	5 W	5 W			
8	215,0	147,9	133,3	1275,3	528,9	75,2	7,90	0,33	2,60	0,18	99,6
10	206,6	126,5	62,1	1150,3	558,9	68,6	8,18	0,34	2,78	0,42	99,78
12	210,5	143,0	70,4	1454,3	614,6	90,6	8,28	0,35	2,89	0,39	99,89

Keterangan :

G = Generator, A = Arus, W = Watt, V = Volt

Jumlah putaran pada turbin terjadi penurunan seiringnya peningkatan jumlah sudu dikarenakan bidang yang ditabrak oleh air semakin kecil sehingga putaran *rpm* pada turbin sedikit berkurang. Penurunan pada setiap sudu setelah dilakukan pembebanan lampu 5 watt karena arus yang mengalir terjadi fluksi lawan sehingga menyebabkan putaran pada generator berkurang. Pada pengukuran sudu 10 saat sebelum dikopel oleh beban *rpm* turun dikarenakan terjadi slip pada *van belt* saat dilakukan pergantian turbin. Terjadi penurunan tegangan pada setiap *variable* saat dibebani lampu 5 watt dikarenakan terjadi *losses* pada generator. Beban yang berat dapat mempengaruhi kabel menjadi lebih panas maka ada kemungkinan tegangan turun menyebabkan kebutuhan ampere meningkat. Arus yang keluar saat pengujian paling tinggi adalah sudu 12, semakin tinggi putaran generator semakin tinggi arus yang keluar. Daya *output* yang dihasilkan dari percobaan ketiga *variable* yang paling tinggi adalah 12 sudu dengan menghasilkan 2.89 W. Pada percobaan daya *output* yang menunjukkan hasil terbesar adalah pada 12 sudu dikarenakan volt dan ampere menunjukkan nilai yang tinggi saat pengujian. Torsi berbeban yang paling berat adalah sudu 10 setelah dilakukan perhitungan setelah percobaan. Pengujian sudu 12 menunjukkan efisiensi yang paling tinggi mencapai 99,89%.

PENUTUP

Simpulan

Prototipe turbin *vortex* menggunakan dengan diameter 35 cm dengan ketinggian basin 40 cm dengan *inlet* 10 cm dan *outlet* 12 cm. Basin bervolume 24 liter. Dengan menggunakan generator DC ZYT3424 daya hingga 30 watt. Bahan dari turbin adalah filamen *PLA*, sedangkan basin berbahan plat dengan tebal 1,2 mm, untuk rangka menggunakan bahan *hollow galvanis*.

Cara kerja dari turbin *vortex* adalah air yang dipompa menuju inlet yang menggunakan pipa 1,5 dim jatuh

memutar dan menabrak turbin. Turbin yang berputar akan memutar *pulley* berdiameter 22 cm yang dikopel dengan generator, dari generator menghasilkan arus, volt, dan daya yang nantinya data tersebut yang diambil sebagai *instrument* data.

Pemilihan sudu yang tepat akan sangat mempengaruhi daya *output* yang dihasilkan oleh generator. Keadaan saat pengujian sistem dipengaruhi oleh perubahan debit karena kondisi alam yang tidak menentu. Data yang diukur mengalami kenaikan dan penurunan, hal ini disebabkan oleh pengaruh jumlah sudu. Jika dengan diameter tetap akan tetapi jumlah sudu semakin banyak maka akan mempengaruhi efisiensi dari sudu tersebut. Oleh sebab itu dengan diameter yang tetap ada batas jumlah sudu agar mencapai hasil yang maksimal. Pada hasil pengujian mendapatkan nilai yang paling baik pada *variable* 12 sudu dengan instrumen data sebelum dikopel generator 210,5 *rpm*. Setelah dikopel generator memperoleh data 143,0 *rpm*. Saat dibebani lampu 5 watt setiap *variable* menghasilkan 70,4 *rpm*. Untuk pengukuran jumlah putaran pada generator sebelum berbeban 1454,3 *rpm*. Sesudah dibebani lampu 5 watt menghasilkan data 614,6 *rpm*. Hasil pengukuran data tegangan generator sebelum dikopel 90,6 V. Setelah dibebani lampu 5 watt 8,28 V. Rata – rata arus yang keluar saat pengambilan data dibebani lampu 5 watt 0,35 A. Daya yang dihasilkan 2,89 W. Torsi pada turbin 0,39 Nm. Efisiensi yang 99.89%. Pada percobaan sistem prototipe ini semakin banyak sudu akan menghasilkan jumlah *rpm* besar pada generator yang menyebabkan daya *output* meningkat.

Saran

Diharapkan dalam pengembangannya bahan yang dipilih sebagai *variable* harus benar - benar kuat. Ukuran diameter sudu sangat menentukan *output* yang dihasilkan oleh generator. Debit air yang kurang konstan dari pompa sangat mempengaruhi *rpm* pada turbin. Pipa berpengaruh pada input saat masuk basin. Tinggi jatuh air menentukan saat pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Diharja, Febri. Panji., Irfa'i, Mochammad. Arif., dan Rosadi, Munib. Mohammad. 2022. *Analisis Pengaruh Variasi Diameter Driven Pulley terhadap Output Kecepatan Putar dan Torsi Akhir pada Trainer Transmisi Toyota Kijang Innova E2.0 M/T*. 32-34. Jurnal Teknik Unjani Vol. 21, No. 1.
- Farid, Akhmad., dan Humam, Asroful. 2018. *Uji Kerja Turbin Mikro Hidro Dengan Variasi Jumlah Sudu Berbentuk Setengah Lingkaran*. 7-11. Jurnal Proton, Vol. 10 No.2.
- Insani, Chairil., Maulana, Andi., dan Irawan, Ochtafian. Wahyu. 2021. *Rancang Bangun Turbin Reaksi pada Sungai Taman Kota 2 dengan Model Aliran Vortex*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 5 No. 2
- Kusumayana B., Made. Andi., Wijaya, I. Wayan., dan Janardana, I. Gusti. 2021. *Rancang Bangun Prototype Turbin Kaplan Skala PLTMH*. 160 - 168. Jurnal Spektrum Vol 8, No. 2 Juni 2021.
- Mayapada, G. P., Jasa, Lie., dan Suartika, I. M. 2022. *Rancang Bangun Prototype Turbin Vortex Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)* Jurnal Spektrum. 44 - 52.
- Pudja Dianda Mayapada, Gede., Jasa, Lie., Made Suartika, I., Raya Kampus Unud Jimbaran, J., Kuta Sel, K., dan Badung, K. 2022. *Rancang Bangun Prototype Turbin Vortex Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)* Jurnal Spektrum (Vol. 9, Issue 3).
- Rekha Agustha, Kadek., Jasa, Lie., Made Suartika, I., Bukit, K., Raya Kampus Unud Jimbaran, J., Kuta Selatan, K., dan Badung, K. 2022. *Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Terhadap Efisiensi Pada Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Dengan Menggunakan Turbin Vortex* Jurnal Spektrum. (Vol. 9, Issue 3).
- Rosmiati , dan Yani, Ahmad. 2017. *Pengaruh Variasi Diameter Nosel Terhadap Torsi dan Daya Turbin Air* . Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro Vol 6 No.1 hal 14 - 21.
- Suripto, Heri., dan Hidayat , Arifal. *Analisis Kecepatan Masuk Sudu Runner Turbin Cross flow dengan simulasi CFD*. Jurnal Universitas Pasir Pengaraian. 39 - 44.
- Wiranata, I. P., Janardana, I. G., dan Wijaya, I. W. 2020. *Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Menggunakan Turbin Cross-Flow* . Jurnal Spektrum Vol. 7. 151 - 160.
- Yanto, I. April., Giriantari, I., dan Ariastina, W. 2021. *Perencanaan Sistem Kelistrikan PLTMH Banjar Dinas Mekar Sari*. 37 - 45. Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 20 No.1
- Zariatn, Dede. Lia., dan Susilo, Topo. *Analisis Water Turbin Vortex Terhadap Output Putaran Serta Daya*
- Yang Dihasilkan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro*. Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin 85 - 93. Vol 11 no. 2