

Pengaruh Bentuk *Blade* Turbin L Dan S pada *Gravitation Water Vortex Power Plant* (GWVPP) Berbasis Basin Silinder

Moh. Komaruddin¹, Muhammad Hasan Basri², dan Amalia Herlina³
^{1,2,3}Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Nurul Jadid
Karanganyar Paiton Probolinggo 67291
email: hasanmohammadbasri83@gmail.com,

Abstrak—Pengaruh ketinggian posisi turbin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Pusaran Air Dengan Menggunakan bentuk blade turbin L dan S Berbasis Basins Silinder dengan menggunakan generator DC. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa torsi yang dihasilkan, daya efektif, daya potensi, tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga pusaran gravitasi air, serta membandingkan pengaruh ketinggian posisi turbin. Pada hasil data yang didapatkan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan basins silinder yang memiliki diameter input 50 cm sedangkan diameter outputnya 5 cm, menggunakan bentuk blade turbin L 4 sudu dan 6 sudu, dan bentuk blade turbin S 4 sudu dan 6 sudu berbentuk trapesium dan menggunakan variasi ketinggian penempatan sudu turbin pada ketinggian 8 cm, 13 cm, 18 cm, 23 cm dan 28 cm dihitung dari permukaan air, debit yang digunakan tetap yaitu sebesar 59 L/m. Torsi maksimum yang dihasilkan sebesar 0,00059 Nm untuk bentuk blade turbin L dan S dengan 4 dan 6 sudu, nilai daya efektif terbesar yang dihasilkan dengan menggunakan basins silinder dan bentuk blade turbin L dan S dengan 4 sudu dan 6 sudu yaitu 0,049 watt. Sedangkan besar tegangan dan arus yang dihasilkan adalah sebesar 2,54 V dan 0,8 mA dengan kedalaman 8 cm. Ketinggian posisi turbin yang terbesar menghasilkan data yang maksimal.

Kata kunci: *Gravitation Water Vortex Power Plant* (GWVPP), Turbin L dan S, Basins Silinder.

Abstract—Influence of the height of the position of the turbine on a whirlpool power plant by using a turbine blade L and S based on a cylindrical basin using a DC generator. This study aims to find out how much torque is produced, effective power, potential power, voltage, current, and power produced by the power plant of gravity gravity vortex, and compare the influence of the height of the turbine position. In the results of the data obtained. The research was carried out using a cylindrical basin which has an input diameter of 50 cm while the output diameter is 5 cm, using a 4 blade and 6 blade turbine blade shape, and a blade blade S 4 blade and 6 blade forms are trapezoidal and using variations the height of the turbine blade placement at a height of 8 cm, 13 cm, 18 cm, 23 cm and 28 cm is calculated from the surface of the water, the debit used remains at 59 L/m. The maximum torque produced is 0,00059 Nm for the L and S turbine blades with 4 and 6 blades, the largest effective power value generated by using a cylindrical basin and the turbine blade L and S shape with 4 blades and 6 blades is 0.049 watt. While the magnitude of the resulting voltage and current is 2.54 V and 0.8 mA with a depth of 8 cm. The highest elevation of the turbine position produces maximum data.

Keywords: *Gravitv Water Vortex Power Plant* (GWVPP). Turbine L and S. Cvlinder Basin.

I. PENDAHULUAN

Seperti yang kita ketahui di era digital seperti sekarang ini, kebutuhan supply listrik yang sangat besar. Menurut riset data dari kementerian komunikasi dan informasi, bahwasanya di Indonesia pada tahun 2019 memiliki kebutuhan energi listrik yang tergolong tinggi yakni 50.000 Mega Watt, kementerian komunikasi dan informasi memperkirakan ditahun 2024 kebutuhan akan energi listrik akan meningkat secara drastis hingga mencapai 75.000 Mega Watt. Namun supply energi listrik tidak terdistribusi secara merata hingga keseluruhan Indonesia. Penduduk Indonesia kebanyakan tinggal atau bermukim ditempat sulit untuk dijangkau, sehingga untuk menekan biaya yang digunakan perlu dibuat sebuah pembangkit listrik mikro agar penduduk didaerah terpencil sekalipun dapat menikmati listrik dengan biaya terjangkau [1].

Vortex adalah peristiwa yang memanfaatkan terbentuknya pusaran air yang mana ketika air memasuki wadah atau (*basin*), Air yang melingkar dengan (*inlet*) secara *tangensial* dan (*outlet*) pada pusat (*basin*) pusaran yang di hasilkan untuk memutar *turbin blade*, sehingga dapat di pengaruhi oleh gaya gravitasi bumi akibat adanya (*outlet*) (*head*) pusaran yang terjadi di sebut *vortex*.

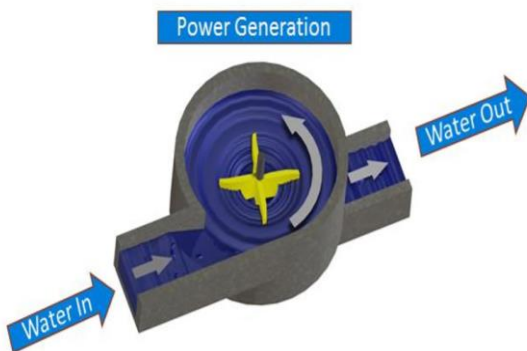
Turbin vortex merupakan salah satu *turbin* yang memenuhi kriteria tersebut dengan memanfaatkan gaya kinetik pusaran air menjadi daya poros. Dengan adanya masalah ini maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan daya terbaik dari *turbin vortex* dengan memvariasikan bentuk sudu dan debit air [2].

Penelitian sebelumnya terdapat pembuatan perancangan GWVPP ini, banyak pengaruhnya dalam pembentukan *vortex* yang menunjang banyaknya, pasokan energi listrik yang terbentuk. Hal ini meliputi torsi, daya efektif, daya

potensi, dan daya listrik, lebar *Basin*, lebar *Outlet*, bentuk *Basin*, bentuk dan jumlah sudu (*Blade*) *turbin*, dan masih banyak yang lainnya.

II. STUDI PUSTAKA

Gravitation Water Vortex Power Plan (GWVPP) adalah suatu pembangkit listrik bertenaga air skala kecil yang menggunakan kaidah *vortex* atau pusaran air. PLTMH *vortex* adalah suatu pembangkit listrik bertenaga air skala kecil yang menggunakan kaidah *vortex* atau pusaran air. PLTMH *vortex* mampu bekerja pada *head* yang rendah dengan turbin konvensional untuk Energi Baru Terbarukan (EBT). PLTMH *vortex* pertama kali dirancang oleh peneliti Austria bernama Franz Zotlterer ketika beliau sedang mencari cara yang paling efisien untuk memanfaatkan air. PLTMH *vortex* ini termasuk penemuan EBT yang ramah lingkungan dan tidak berbahaya untuk makhluk hidup di dalam air karena memiliki kecepatan putar turbin yang rendah [3].



Gambar 1 Skema PLTMH Vortex (Nauman Hanif Khan, 2016)

III. METODE

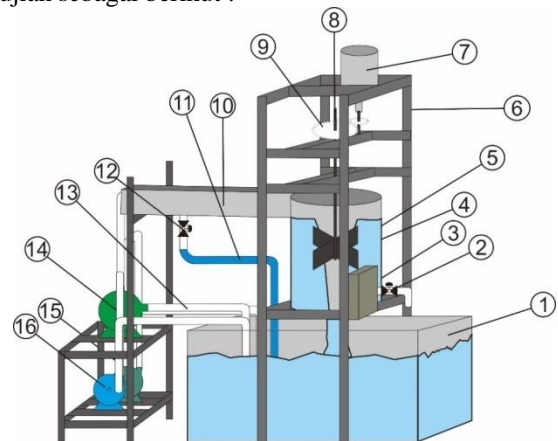
Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian eksperimental. Penelitian eksperimental adalah penelitian yang bertujuan untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta seberapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan tertentu dan menyediakan kontrol untuk perbandingan.

Variable Penelitian

- Variabel Bebas
Variabel bebas dalam penelitian ini adalah:
 - *Blade* turbin L 4 sudu dan 6 sudu
 - *Blade* turbin S 4 sudu dan 6 sudu
 - *Basin silinder*
- Variabel Terikat
 - Torsi pada pembebanan putaran turbin
 - Daya efektif dan daya potensi
 - Daya listrik yang dihasilkan pada alat *Gravitation Water Vortex power Plant*.
- Variabel Kontrol
Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah:
 - Turbin *vortex* dengan jumlah sudu 4 dan 6 buah
 - Diameter turbin 30 cm dan tinggi 10 cm
 - Diameter basin 50 cm dan tinggi 50 cm
 - Diameter outlet basin 5 cm
 - Jarak turbin dengan *outlet* basin minimal 10 cm

Model Pengujian

Penelitian dilakukan untuk mendapatkan daya efektif, daya potensi dan daya listrik, oleh sebab itu dibuat model pengujian sebagai berikut :



Gambar 3. Model pengujian

Keterangan:

1. Bak Penampungan Air
2. Kontrol Valve Air.
3. Panel Kontrol Valve.
4. Basin (Rumah Vortex).
5. Turbine.
6. Kerangka Alat (Besi Siku).
7. Generator.
8. Poros Turbine.
9. Gear (Menggunakan Akrilik).
10. Saluran Air
11. Selang air diameter 1 inci.
12. Valve Manual.
13. Pipa Air.
14. Pompa 1
15. Pompa 2.
16. Pompa 3.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif yaitu metode yang mendeskripsikan data secara sistematis, faktual dan akurat mengenai hasil yang diperoleh selama pengujian.

Tujuan penggunaan metode kualitatif deskriptif untuk memperlihatkan hubungan antara variabel-variabel dan fenomena-fenomena yang terjadi pada objek dan untuk memberikan jawaban terhadap hipotesis yang diajukan dalam penelitian tentang pengaruh variasi bentuk *blade* Turbin *vortex* Model L dan S pada *basin silinder*.

• Torsi

Torsi adalah gaya putar yang dihasilkan oleh poros engkol atau kemampuan motor untuk melakukan kerja, tetapi disini torsi merupakan jumlah gaya putar yang diberikan ke suatu mesin terhadap panjang lengannya. Torsi biasanya diberi simbol. Satuan untuk satuan torsi adalah *Pounds-feet* atau *pounds-inch*, dalam satuan British adalah ft.lb [4]:

$$T = F \cdot r \quad (1)$$

Dimana : T = Momen Torsi (Nm)

F = Gaya pada poros

r = Jari-jari Poros (m)

• **Daya Efektif**

Perhitungan daya efektif yang dapat ditransmisikan oleh poros dapat dihitung dengan persamaan [5].

$$Pa = 2\pi \cdot N \cdot \frac{T}{60} \quad (2)$$

Dimana : P = Daya (Watt)

T = Momen gaya (Nm)

N = Putaran turbin (Rpm)

• **Daya Potensi**

Daya hidrolis yang dapat dihasilkan oleh turbin sesuai dengan kapasitas tinggi jatuh yang diketahui adalah [6].

$$P_{pt} = \rho \cdot g \cdot H \quad (3)$$

Dimana : P_{pt} = Daya Potensi (Watt)

ρ = Massa Jenis Air (kg/m^3)

g = Gravitasi (m/s^2)

H = Tinggi Jatuh Air (m)

• **Daya Listrik**

Daya Listrik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Power* adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Sumber Energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan kata lain, Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Kita mengambil contoh Lampu Pijar dan *Heater* (Pemanas), Lampu pijar menyerap daya listrik yang diterimanya dan mengubahnya menjadi cahaya, sedangkan *Heater* mengubah serapan daya listrik tersebut menjadi panas. Semakin tinggi nilai Watt-nya semakin tinggi pula daya listrik yang dikonsumsi. Daya listrik pada Rangkaian arus DC, daya listrik sesaat dihitung menggunakan Hukum Joule, sesuai nama fisikawan Britania James Joule, yang pertama kali menunjukkan bahwa energi listrik dapat berubah menjadi energi mekanik, dan sebaliknya [7], melalui Persamaan 2.3 berikut :

$$P = V \cdot I \quad (4)$$

Dimana : P = Daya Listrik (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

• **Pengaruh Variasi Ketinggian Turbin Terhadap Daya Efektif Pada Tiap Torsi**

Berdasarkan **tabel 1**, torsi yang diberikan mempengaruhi nilai daya efektif yang dihasilkan. Pada torsi tersebut, variasi yang dilakukan terhadap turbin model L dan S dengan 4 sudu dan 6 sudu cenderung mengalami penurunan nilai daya efektif. Dengan bertambahnya tinggi sudu, maka berat dari turbin juga bertambah, akibatnya air tidak dapat memberikan hantaman secara maksimal kepada turbin. Hal tersebut dapat dilihat saat turbin diberikan pembebanan, kondisi sebagian besar variasi turbin tidak terendam, akibatnya turbin tidak tahan terhadap pembebanan tinggi yang berakibat turunnyalah nilai efisiensi yang dihasilkan.

Dari **tabel 1** tersebut, turbin model L 4 sudu, daya efektif yang dihasilkan meningkat hingga dengan ketinggian turbin 13 cm daya efektif yang dihasilkan sebesar 0,032 watt dan mengalami penurunan nilai daya efektif pada ketinggian turbin 18 cm sebesar 0,014 watt dan terus menurun sampai ketinggian turbin 28 cm daya efektif yang dihasilkan 0,004 watt. Pengaruh variasi tinggi turbin terhadap daya efektif yang dihasilkan menunjukkan bahwa turbin model L 4 sudu dengan tinggi turbin 13 cm memiliki nilai daya efektif tertinggi yaitu sebesar 0,032 watt pada torsi 0,0012 Nm. Hal ini dikarenakan luasan sudu yang terkena hantaman aliran menjadi lebih banyak walaupun kondisi turbin tersebut terendam sempurna. Namun, tinggi sudu 18 cm dan 23 cm tidak tahan dan 28 cm, hal itu disebabkan oleh berat dari turbin yang lebih besar. Kondisi turbin dengan luasan permukaan sudu yang terkena hantaman lebih banyak lebih memiliki pengaruh yang signifikan terhadap daya turbin yang dihasilkan walaupun kondisi turbin tidak terendam sempurna dari pada turbin yang tahan terhadap torsi yang dihasilkan walaupun turbin tersebut terendam sempurna.

Dari **tabel 1** tersebut, turbin model L 6 sudu, daya efektif yang dihasilkan meningkat hingga dengan ketinggian turbin 13 cm daya efektif yang dihasilkan sebesar 0,044 watt dan mengalami penurunan nilai daya efektif pada ketinggian turbin 18 cm sebesar 0,014 watt dan terus menurun sampai ketinggian turbin 28 cm daya efektif yang dihasilkan 0,012 watt. Pengaruh variasi tinggi turbin terhadap daya efektif yang dihasilkan menunjukkan bahwa turbin model L 6 sudu dengan tinggi turbin 13 cm memiliki nilai daya efektif tertinggi yaitu sebesar 0,044 watt pada torsi 0,0015 Nm. Peristiwa ini sama dengan turbin model L 4 sudu yang mana Kondisi turbin dengan luasan permukaan sudu yang terkena hantaman lebih banyak lebih memiliki pengaruh yang signifikan terhadap daya turbin yang dihasilkan walaupun kondisi turbin tidak terendam sempurna dari pada turbin yang tahan terhadap torsi yang dihasilkan walaupun turbin tersebut terendam sempurna.

Tabel 1. Pengaruh Ketinggian Turbin Terhadap Daya Efektif Pada Tiap Torsi

| No | Model Turbin | Ketinggian Turbin (cm) | Torsi (Nm) | Daya Efektif (Watt) |
|----|-----------------|------------------------|------------|---------------------|
| 1 | Turbin L 4 Sudu | 8 | 0,00059 | 0,017 |
| | | 13 | 0,0012 | 0,032 |
| | | 18 | 0,00053 | 0,014 |
| | | 23 | 0,00047 | 0,012 |
| | | 28 | 0,00018 | 0,004 |
| | Turbin S 6 Sudu | 8 | 0,0012 | 0,036 |
| | | 13 | 0,0015 | 0,044 |
| | | 18 | 0,0014 | 0,039 |
| | | 23 | 0,0009 | 0,017 |
| | | 28 | 0,0005 | 0,012 |
| 2 | Turbin S 4 Sudu | 8 | 0,00088 | 0,049 |
| | | 13 | 0,00035 | 0,018 |
| | | 18 | 0,00024 | 0,009 |
| | | 23 | 0,00018 | 0,005 |
| | | 28 | 0,00059 | 0,002 |
| | | 8 | 0,0008 | 0,027 |

| | | | |
|----------------------------|----|---------|-------|
| Turbin S 6 Sudu | 13 | 0,0009 | 0,028 |
| | 18 | 0,001 | 0,031 |
| | 23 | 0,00059 | 0,018 |
| | 28 | 0,0005 | 0,015 |

Dari **tabel 1** tersebut, turbin model S 4 sudu, daya efektif yang dihasilkan dari ketinggian turbin 8 cm daya efektif yang dihasilkan sebesar 0,049 watt dan mengalami penurunan nilai daya efektif pada ketinggian turbin 13 cm sebesar 0,018 watt dan terus menurun sampai ketinggian turbin 28 cm daya efektif yang dihasilkan 0,002 watt. Pengaruh variasi tinggi turbin terhadap daya efektif yang dihasilkan menunjukkan bahwa turbin model S 4 sudu dengan tinggi turbin 8 cm memiliki nilai daya efektif tertinggi yaitu sebesar 0,049 watt pada torsi 0,00088 Nm. Hal ini berbanding terbalik dengan yang terjadi pada turbin model L dikarenakan Kondisi turbin dengan luasan permukaan sudu yang terkena hantaman tidak banyak lebih memiliki pengaruh yang signifikan terhadap daya efektif yang dihasilkan walaupun kondisi torsi yang dihasilkan meningkat.

Pada pengujian turbin model S 6 sudu, daya efektif yang dihasilkan tidak terlalu ada perubahan yang signifikan terhadap hasil percobaan yang terjadi pada turbin model S 4 sudu, dikarenakan daya efektif yang dihasilkan pada ketinggian turbin 8 cm 0,27 watt mengalami penurunan sampai ketinggian turbin 28 cm daya efektif yang dihasilkan 0,015 cm. Pada turbin model S 6 sudu daya efektif tertinggi yaitu 0,28 watt dengan torsi 0,0009 Nm.

• Pengaruh Variasi Tinggi Turbin Terhadap Daya Potensi Pada Tiap Ketinggian Air

Berdasarkan **tabel 2**, terlihat turbin model L 4 sudu dengan tinggi 8 cm dengan nilai daya potensi terendah 3,63 watt dengan ketinggian air yang dihasilkan sebesar 37 cm, hal itu terjadi karena kapasitas aliran yang diberikan belum mampu mendorong turbin L 4 sudu secara maksimal, sehingga luasan sudu yang terkena hantaman aliran sangat sedikit dan menyebabkan daya yang dihasilkan sangat kecil. Pada ketinggian air 43 cm, daya potensi yang dihasilkan mengalami kenaikan yang signifikan dengan nilai daya potensi sebesar 4,22 watt pada tinggi turbin 23 cm. Selanjutnya Pada ketinggian air 46 cm, daya potensi yang dihasilkan mengalami kenaikan yang signifikan dengan nilai daya potensi sebesar 4,51 watt pada tinggi turbin 28 cm, hal itu terjadi karena dengan bertambahnya ketinggian turbin maka luasan sudu yang terkena hantaman aliran semakin banyak walaupun kondisi turbin tersebut tidak terendam sempurna, sehingga turbin lebih tahan terhadap pembebanan tinggi dan menghasilkan daya potensi yang lebih besar.

Sedangkan hasil pengujian turbin model L 6 sudu, berbanding terbalik dengan hasil pengujian turbin L 4 sudu yang mana pada tingi turbin 8 cm menghasilkan daya potensi 4,434 watt pada ketinggian air 35 cm, akan tetapi terjadi penurunan daya potensi pada waktu tinggi turbin 13 cm daya potensi yang dihasilkan 3,924 watt dengan ketinggian air 40 cm. akan tetapi pada percobaan ketiga dengan tinggi turbin 18 cm mengalami peningkatan daya potensi sebesar 4,12 watt dengan ketinggian air 42 cm, selanjutnya pada tinggi turbin 23 cm dan 28 cm mengalami peningkatan daya yang sangat signifikan sebesar 4,611 watt yang termasuk daya potensi paling tinggi dalam pengujian turbin model L 6 sudu.

Tabel 2. Variasi Tinggi Turbin Terhadap Daya Potensi Pada Tiap Ketinggian Air

| No | Model Turbin | Tinggi Turbin (cm) | Ketinggian Air (cm) | Daya Potensi (Watt) |
|----|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | Turbin L 4 Sudu | 8 | 37 | 3,63 |
| | | 13 | 37 | 3,63 |
| | | 18 | 39 | 3,83 |
| | | 23 | 43 | 4,22 |
| | | 28 | 46 | 4,51 |
| | Turbin L 6 Sudu | 8 | 35 | 4,434 |
| | | 13 | 40 | 3,924 |
| | | 18 | 42 | 4,12 |
| | | 23 | 45 | 4,415 |
| | | 28 | 47 | 4,611 |
| 2 | Turbin S 4 Sudu | 8 | 40 | 3,92 |
| | | 13 | 43 | 4,22 |
| | | 18 | 47 | 4,61 |
| | | 23 | 43 | 4,22 |
| | | 28 | 46 | 4,51 |
| | Turbin S 6 Sudu | 8 | 37 | 3,63 |
| | | 13 | 38 | 3,73 |
| | | 18 | 43 | 4,218 |
| | | 23 | 45 | 4,145 |
| | | 28 | 48 | 4,611 |

Berdasarkan **tabel 2**, pengujian data turbin model S 4 sudu dengan tinggi 8 cm dengan nilai daya potensi terendah 3,92 watt dengan ketinggian air yang dihasilkan sebesar 40 cm, hal itu terjadi karena kapasitas aliran yang diberikan belum mampu mendorong turbin S 4 sudu secara maksimal, sehingga luasan sudu yang terkena hantaman aliran sangat sedikit dan menyebabkan daya yang dihasilkan sangat kecil. Pada ketinggian air 43 cm, daya potensi yang dihasilkan mengalami kenaikan yang signifikan dengan nilai daya potensi sebesar 4,22 watt pada tinggi turbin 13 cm dan mengalami kenaikan daya potensi sampai pada percobaan terakhir pada tinggi turbin 28 cm menghasilkan daya potensi 4,51 watt dengan ketinggian air 46 cm. Ini terjadi karena dengan bertambahnya ketinggian turbin maka debit air yang dihasilkan semakin tinggi serta dapat menghantam turbin secara keras sehingga turbin model S dapat menghasilkan daya potensi yang lebih besar.

Untuk pengujian turbin model S 6 sudu tidak terlalu terjadi perubahan yang signifikan terhadap data yang dihasilkan pada turbin S 4 sudu, yang mana apabila tinggi turbin semakin tinggi akan menghasilkan daya potensi yang besar dengan ketinggian air yang juga meningkat.

• Pengaruh Variasi Ketinggian Turbin Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan

Data dari tegangan dan arus dapat dilihat pada **Tabel 3**. Tegangan yang dihasilkan variasi ketinggian turbin model L 4 sudu untuk tegangan terbesar yaitu pada penempatan ketinggian turbin 8 cm dari permukaan *outlet* basin dengan nilai 1,66 V. Kemudian nilai tegangan terbesar kedua dihasilkan untuk ketinggian turbin 13 cm dari permukaan *outlet* basin dengan nilai 1,56 V. Nilai tegangan pada ketinggian 18 cm dari permukaan *outlet* basin adalah senilai 1,55 V. Sedangkan pada ketinggian turbin 23 cm dari permukaan *outlet* basin memiliki nilai sebesar 1,50 V. Dan nilai tegangan terkecil dihasilkan oleh

turbin dengan penempatan 28 cm dari permukaan *outlet* basin atau yang paling atas dengan nilai 1,46 V. Kemudian didapatkan nilai daya listrik yang dihasilkan oleh generator yang didapatkan dengan menggunakan Persamaan 2.4 dari data arus yang dihasilkan terdapat pada tabel 3.

Nilai daya listrik terkecil dihasilkan oleh ketinggian turbin 28 cm dari permukaan *outlet* basin, yaitu senilai 0,292 Watt. didapatkan kesimpulan semakin tinggi posisi turbin maka nilai daya yang dihasilkan juga akan semakin rendah. Akan tetapi semakin kedalam posisi turbin akan semakin tinggi daya yang dihasilkan. Pada tabel 3 menunjukan perbandingan daya yang dihasilkan pada setiap variasi ketinggian. sangat berpengaruh terhadap nilai daya yang dihasilkan.

Data dari tegangan dan arus dapat dilihat pada Tabel 3. Tegangan yang dihasilkan variasi ketinggian turbin model L 6 sudu untuk tegangan terbesar yaitu pada penempatan ketinggian turbin 8 cm dari permukaan *outlet* basin dengan nilai 2,35 V. Kemudian nilai tegangan terbesar kedua dihasilkan untuk ketinggian turbin 13 cm dari permukaan *outlet* basin dengan nilai 2,30 V. Nilai tegangan pada ketinggian 18 cm dari permukaan *outlet* basin adalah senilai 2,22 V. Sedangkan pada ketinggian turbin 23 cm dari permukaan *outlet* basin memiliki nilai sebesar 2,17 V. Dan nilai tegangan terkecil dihasilkan oleh turbin dengan penempatan 28 cm dari permukaan *outlet* basin atau yang paling atas dengan nilai 1,95V. Kemudian didapatkan nilai daya listrik yang dihasilkan oleh generator yang didapatkan dengan menggunakan Persamaan 2.4 dari data arus yang dihasilkan terdapat pada tabel 3.

Nilai daya listrik terkecil dihasilkan oleh ketinggian turbin 28 cm dari permukaan *outlet* basin, yaitu senilai 0,585 Watt. didapatkan kesimpulan semakin tinggi posisi turbin maka nilai daya yang dihasilkan juga akan semakin rendah. Akan tetapi semakin kedalam posisi turbin akan semakin tinggi daya yang dihasilkan. Pada tabel 3 menunjukan perbandingan daya yang dihasilkan pada setiap variasi ketinggian. sangat berpengaruh terhadap nilai daya yang dihasilkan.

Tabel 3. Variasi Ketinggian Turbin Terhadap Daya Listrik

| N o | Model Turbin | Ketinggian Turbin (cm) | Tegangan (V) | Arus (mA) | Daya Listrik (Watt) |
|-----|-----------------|------------------------|--------------|-----------|---------------------|
| 1 | Turbin L 4 Sudu | 8 | 1,66 | 0,6 | 0,996 |
| | | 13 | 1,56 | 0,5 | 0,78 |
| | | 18 | 1,55 | 0,5 | 0,775 |
| | | 23 | 1,50 | 0,3 | 0,45 |
| | | 28 | 1,46 | 0,2 | 0,292 |
| | Turbin S 6 Sudu | 8 | 2,35 | 0,5 | 1,175 |
| | | 13 | 2,30 | 0,5 | 1,15 |
| | | 18 | 2,22 | 0,4 | 0,888 |
| | | 23 | 2,17 | 0,3 | 0,651 |
| | | 28 | 1,95 | 0,3 | 0,585 |
| | | 8 | 1,80 | 0,6 | 1,62 |
| | | 13 | 1,79 | 0,8 | 1,432 |
| | | 18 | 1,77 | 0,8 | 1,416 |
| | | 23 | 1,57 | 0,5 | 0,785 |

| | | | | | |
|---|-----------------|----|------|-----|-------|
| 2 | Turbin S 4 Sudu | 28 | 1,55 | 0,5 | 0,775 |
| | Turbin S 6 Sudu | 8 | 2,70 | 0,8 | 2,16 |
| | | 13 | 2,52 | 0,7 | 1,764 |
| | | 18 | 2,54 | 0,6 | 1,524 |
| | | 23 | 2,35 | 0,5 | 1,175 |
| | | 28 | 2,50 | 0,5 | 1,25 |

Data dari tegangan dan arus dapat dilihat pada Tabel 3. Tegangan yang dihasilkan variasi ketinggian turbin model S 4 sudu untuk tegangan terbesar yaitu pada penempatan ketinggian turbin 8 cm dari permukaan *outlet* basin dengan nilai 1,80 V. Kemudian nilai tegangan terbesar kedua dihasilkan untuk ketinggian turbin 13 cm dari permukaan *outlet* basin dengan nilai 1,79 V. Nilai tegangan pada ketinggian 18 cm dari permukaan *outlet* basin adalah senilai 1,77 V. Sedangkan pada ketinggian turbin 23 cm dari permukaan *outlet* basin memiliki nilai sebesar 1,57 V. Dan nilai tegangan terkecil dihasilkan oleh turbin dengan penempatan 28 cm dari permukaan *outlet* basin atau yang paling atas dengan nilai 1,55 V. Kemudian didapatkan nilai daya listrik yang dihasilkan oleh generator yang didapatkan dengan menggunakan Persamaan 2.4 dari data arus yang dihasilkan terdapat pada tabel 3.

Nilai daya listrik terkecil dihasilkan oleh ketinggian turbin 28 cm dari permukaan *outlet* basin, yaitu senilai 0,775 Watt. didapatkan kesimpulan semakin tinggi posisi turbin maka nilai daya yang dihasilkan juga akan semakin rendah. Akan tetapi semakin kedalam posisi turbin akan semakin tinggi daya yang dihasilkan. Pada tabel 3 menunjukan perbandingan daya yang dihasilkan pada setiap variasi ketinggian. sangat berpengaruh terhadap nilai daya yang dihasilkan.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada perancangan *Gravitation Water Vortex Power Plant* untuk pengaruh bentuk turbin *blade* L dan S dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Besar Torsi maksimal yang dihasilkan adalah sebesar 0,00059 Nm dengan variasi ketinggian posisi sudu turbin 8 cm, untuk daya efektif yang dihasilkan paling besar 0,032 watt pada ketinggian posisi turbin 13 cm dengan menggunakan turbin *blade* L 4 sudu, untuk Torsi maksimal yang dihasilkan adalah sebesar 0,0015 Nm dengan variasi ketinggian posisi sudu turbin 13 cm, untuk daya efektif yang dihasilkan paling besar 0,044 watt pada ketinggian posisi turbin 13 cm dengan menggunakan turbin *blade* L 6 sudu, untuk Torsi maksimal yang dihasilkan adalah sebesar 0,00088 Nm dengan variasi ketinggian posisi sudu turbin 8 cm, untuk daya efektif yang dihasilkan paling besar 0,049 watt pada ketinggian posisi turbin 8 cm dengan menggunakan turbin *blade* S 4 sudu, untuk Torsi maksimal yang dihasilkan adalah sebesar 0,00059 Nm dengan variasi ketinggian posisi sudu turbin 23 cm, untuk daya efektif yang dihasilkan paling besar 0,028 watt pada ketinggian posisi turbin 13 cm dengan menggunakan turbin *blade* L 6 sudu. Maka apabila ketinggian turbin semakin tinggi torsi yang dihasilkan semakin rendah, begitu juga daya

efektif akan semakin rendah juga, meskipun memakai 2 model bentuk turbin.

2. Nilai tertinggi didapatkan pada variasi tinggi turbin terhadap daya potensi pada tiap ketinggian air adalah nilai daya potensi tertinggi pada turbin *blade* L 4 sudu yaitu 4,51 watt dengan ketinggian air 46 cm pada jarak 28 cm dari permukaan *outlet* basin, untuk nilai daya potensi tertinggi pada turbin *blade* L 6 sudu yaitu 4,611 watt dengan ketinggian air 47 cm pada jarak 28 cm dari permukaan *outlet* basin, untuk nilai daya potensi tertinggi pada turbin *blade* S 4 sudu yaitu 4,51 watt dengan ketinggian air 46 cm pada jarak 28 cm dari permukaan *outlet* basin, untuk nilai daya potensi tertinggi pada turbin *blade* S 6 sudu yaitu 4,611 watt dengan ketinggian air 48 cm pada jarak 28 cm dari permukaan *outlet* basin. Jadi apabila tinggi turbin dan ketinggian air bertambah maka daya potensi akan semakin besar, walaupun menggunakan 2 model bentuk turbin.
3. Besar tegangan terbesar pada turbin *blade* L 4 sudu adalah sebesar 1,66 V sedangkan nilai arus yang terbesar adalah 0,6 mA, untuk tegangan terbesar pada turbin *blade* L 6 sudu adalah sebesar 2,35 V sedangkan nilai arus yang terbesar adalah 0,5 mA, untuk tegangan terbesar pada turbin *blade* S 4 sudu adalah sebesar 1,80 V sedangkan nilai arus yang terbesar adalah 2,70mA,

untuk tegangan terbesar pada turbin *blade* S 6 sudu adalah sebesar 2,70 V sedangkan nilai arus yang terbesar adalah 0,8 mA

REFERENSI

- [1] Haswin Dian Fathoni, 2019. “Pengaruh Perbedaan Variasi Jumlah Blade Turbin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Pusaran Gravitasi Air (Gwvpp) Berbasis Basin Kerucut”, Departemen Fisika, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [2] Wahyu Didik Prasetyo, 2018. “Rancang Bangun Turbin Vortex Skala Kecil Dan Pengujian Pengaruh Bentuk Penampang Sudu Terhadap Daya”, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- [3] Dhakal S, dkk. 2015. “Comparison of cylindrical and conical basins with optimum position of runner: Gravitational water vortex power plant”. Renewable and Sustainable Energy Reviews 48 662–669.
- [4] Khurmi, R. S., Gupta, J. K. 2005. A Textbook of Machine Design. New Delhi: Eurasia Publishing House.
- [5] Munson, Bruce, R., Young, Donald, F., Okiishi, Theodore, H. 2006. “Fundamentals Of Fluid Mechanics Fifth Edition”. Jhon Wiley & Sons Inc.
- [6] Fritz Dietzel (1990) “Turbin Pompa Dan Kompresor” Jerman.
- [7] Alexander C K. 2009. *Fundamentals of Electric Circuits*, Fourth Edition. New York: McGraw-Hill.