



The Effect Of Turbine Level Of Model L And Turbine Model S In Gravitation Of Water Vortex Plant Power (GWVPP) Based On Cylinder Basin

Pengaruh Ketinggian Turbin Model L Dan Turbin Model S Pada Gravitation Water Vortex Power Pland (GWVPP) Berbasis Basin Silinder

*Fredi Kusuma Putra*¹⁾, *Muhammad Hasan Basri*²⁾, *Tijaniyah Tijaniyah*³⁾, *Bachtera Indarto*⁴⁾

^{1,2,3)} Electrical Engineering Study Program, Faculty Engineering, Nurul Jadid University, Probolinggo, Indonesia

⁴⁾ Department of Physics Study Program Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sepuluh November Technology Institute, Surabaya, Indonesia

¹⁾ fredifanani@gmail.com

²⁾ hasanmohammadbasri83@gmail.com

³⁾ tijaniyahsttnj@gmail.com

⁴⁾ bachtera61@gmail.com

Abstract. The effect of the height of the L model turbine and the S model turbine on the Vortex Power Pland Gravitation Water Using a Cylinder Basin Based Gearbox using a DC generator. This study aims to determine how much torque is produced, rotations per minute, voltage, current, and power generated by the power plant of gravity vortex airs and compare the influence of the height of the turbine position on the results of the data obtained. The study was conducted using a cylindrical basin that has an input diameter of 50 cm while the output diameter is 5 cm, using a 4 blade turbine shaped L and S models and using variations in the height of the turbine placement at depths of 10 cm, 12 cm, 14 cm, 16 cm, and 18 cm is calculated from the surface of the water, the fluid flow varies. The largest electric power using a L model turbine at a torque load of 0,0005886 Nm with a water discharge of 0.66 l / s obtained electrical power of 1.368 watts, and low electrical power is present at a torque load of 0,0002943 Nm with a water discharge of 0.73 electrical power obtained 0.872 watts. Whereas in the S model turbine, the largest electric power with a torque load of 0.0011772Nm with a water discharge of 0.85 l / s obtained an electric power of 2.097 watts, and low electrical power was found when the torque load was 0.0005886 Nm with a water discharge of 0.75 obtained electric power 1,856 watts. The height of the position of the turbine that produces the largest data at an altitude of 28 cm.

Keywords: Gravitation Water Vortex Power Pland (GWVPP); Turbine; Torque; Generator; Gearbox.

Abstrak. Pengaruh ketinggian turbin model L dan turbin model S Pada Gravitation Water Vortex Power Pland Dengan Menggunakan Gearbox Berbasis Basin Silinder dengan menggunakan generator DC. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa torsi yang dihasilkan, rotasi per menit, tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga pusanan gravitasi airs serta membandingkan pengaruh ketinggian posisi turbin pada hasil data yang didapatkan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan basin silinder yang memiliki diameter input 50 cm sedangkan diameter outputnya 5 cm, menggunakan turbin 4 sudu berbentuk model L dan model S dan menggunakan variasi ketinggian penempatan turbin pada kedalaman 10 cm, 12 cm, 14 cm, 16 cm, dan 18 cm dihitung dari permukaan air, debit air yang berubah ubah. Daya listrik terbesar dengan menggunakan turbin model L pada beban torsi 0,0005886 Nm dengan debit air 0,66 l/s diperoleh daya listrik sebesar 1,368 watt, dan daya listrik rendah terdapat pada saat beban torsi 0,0002943 Nm dengan debit air 0,73 diperoleh daya listrik 0,872 watt. Sedangkan pada turbin model S daya listrik terbesar dengan beban torsi 0,0011772Nm dengan debit air 0,85 l/s diperoleh daya listrik sebesar 2,097 watt, dan daya listrik rendah terdapat pada saat beban torsi 0,0005886 Nm dengan debit air 0,75 diperoleh daya listrik 1,856 watt. Ketinggian posisi turbin yang terbesar menghasilkan data yang maksimal pada ketinggian 28 cm.

Kata Kunci: Vortex Power Pland (GWVPP) Gravitasi Air; Turbin; Torsi; Generator; Gearbox.

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di dunia khususnya di Indonesia terus meningkat karena pertambahan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan pola pemakaian energi itu sendiri yang senantiasa meningkat. Hal ini berbanding terbalik dengan ketersediaan energi yang harus berkurang. Energi fosil merupakan energi yang umumnya menjadi bahan bakar utama untuk pembangkit listrik. Sedangkan menurut *Blueprint* Pengolah Energi Nasional yang dikeluarkan oleh Departemen Energi Dan Sumber Daya Mineral (DESDM) pada tahun 2005, cadangan minyak bumi di Indonesia pada tahun 2004 di perkirakan akan habis pada kurun waktu 18 tahun dengan rasio cadangan/produksi pada tahun tersebut Sedangkan gas diperkirakan akan habis pada kurun waktu 61 tahun dan batubara 147 tahun. Dan apabila tidak dilakukan antisipasi lebih lanjut Indonesia akan mengalami krisis energi yang berkepanjangan [1].

Kenyataan yang ada saat ini masyarakat pedesaan lebih memilih penggunaan genset (*generator set*) untuk memenuhi kebutuhan mereka akan listrik. Padahal sebenarnya disekitar mereka ada sumber daya alam yang potensial untuk dijadikan sebagai sumber pembangkit listrik yaitu air. Pembangkit listrik tenaga air saat ini menjadi salah satu pilihan dalam memanfaatkan sumber energi terbarukan. Namun pemanfaatan yang ada masih menggunakan teknologi yang sederhana. Pembangkit listrik jenis ini dalam proses pembuatan sangat ekonomis namun dalam skala kecil. Artinya pembangkit-pembangkit ini hanya mampu mencukupi pemakaian energi listrik untuk sejumlah rumah saja. Jenis Listrik Tenaga Air ini sering di sebut *Microhydro* atau sering juga di sebut daya listrik yang *Picohydro* yang di buatkan dengan *Head* jatuh air sungai dengan *Head* termamfaatkan dengan referensi untuk mengubahnya *Picohydro* tergantung keluaran dihasilkan. *Microhydro* ataupun biasanya memanfaatkan air yang besar. Sedangkan untuk jatuh yang kecil belum optimal. Hal ini menjadi memanfaatkan aliran sungai menjadi aliran *vortex* [2].

Dari latar belakang di atas penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ketinggian turbin model L dan turbin model S terhadap *gravitation water vortex power plant* (gwvpp) berbasis basin silinder.

Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas maka dapat dirumuskan bagaimana menguji ketinggian Turbin Model L dan S pada alat *Gravitation Water Vortex Power Plant* (GWVPP) berbasis *basin silinder* untuk menghasilkan torsi maksimal dengan menggunakan *gearbox*, daya listrik dan debit air yang dihasilkan.

Tujuan Penelitian

Adapun penelitian yang dilakukan bertujuan untuk, mengetahui cara kerja turbin model L dan S pada alat

Gravitation Water Vortex Power Plant (GWVPP) berbasis *basin silinder* yang dapat menghasilkan torsi maksimal, daya listrik, dan debit air.

Batasan Masalah

1. Bentuk *basin* yang digunakan silinder dengan diameter inlet 50 cm sedangkan outlet 3 cm dan tinggi basin 60 cm.
2. Bentuk blade turbin yang digunakan pada penelitian ini hanya bentuk L dan S dengan 4 sudu.

LANDASAN TEORI

Teori yang digunakan untuk penunjang dalam menyelesaikan penelitian ini, diantaranya :

PLTMH Vortex

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 Zotloterer 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]. Skema dari PLTMH *Vortex* dapat dilihat pada Figure 1.

[Figure 1 about here.]

Gravitation Water Vortex Power Plant

GWVPP adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan peristiwa terbentuknya pusaran air, seperti pada Figure 2:

[Figure 2 about here.]

Figure 2 memperlihatkan ketika air memasuki sebuah wadah (*basin*) yang melingkar dengan *inlet* secara *tangensial* dan *outlet* pada pusat basin yang alirannya ke arah bawah sehingga mendapat pengaruh dari gravitasi bumi akibat adanya perbedaan tinggi permukaan air dan outlet (*head*). Pusaran yang terjadi disebut *vortex*. Torsi yang dihasilkan dari pusaran air dimanfaatkan untuk memutar turbin yang diletakkan di bagian tengah pusaran yang kecepatan rotasinya yang paling besar. Putaran turbin menghasilkan energi mekanik yang kemudian bisa dirubah menjadi energi listrik dengan menggunakan generator [4].

Basin

Basin adalah wadah tempat menampung air yang nantinya akan terjadi pembentukan pusaran (*Vortex*) yang dibatasi oleh

dua lingkaran yang sejajar dan kongruen dan juga dibatasi oleh himpunan atau tempat kedudukan garis-garis sejajar yang tegak lurus dan memotong dua lingkaran tersebut. Basin silinder adalah sebuah tempat yang berbentuk tabung yang memiliki alas lingkaran, alas lingkaran tersebut diberi lubang lingkaran yang lebih kecil dari alas lingkaran sebagai outlet. Basin Silinder Pada GWVPP dapat dilihat pada Figure 3.

[Figure 3 about here.]

Turbin

Turbin adalah bagian terpenting dari pembangkit listrik. Pada turbin aliran air diubah menjadi energi kinetik yang akan memutar rotor. Dengan belt, puli ataupun gearbox pada rotor dihubungkan dengan generator yang akan mengubah putaran yang dihasilkan menjadi energi listrik [5].

Bagian turbin yang bergerak dinamakan rotor atau sudu turbin, sedangkan bagian yang tidak berputar dinamakan stator atau rumah turbin. Secara umum, turbin adalah alat mekanika yang terdiri dari poros dan sudu-sudu. Sudu tetap ataupun stationary blade, tidak ikut berputar bersama poros, dan berfungsi mengarahkan aliran fluida. Sedangkan sudu putar atau rotary blade, mengubah arah dan kecepatan aliran fluida sehingga timbul gaya yang memutar poros. Air biasanya dianggap sebagai fluida yang tidak kompresibel, yaitu fluida yang secara virtual massa jenisnya tidak berubah dengan tekanan [6]. Turbin L dan S dapat dilihat pada gambar Figure 4, Figure 5.

[Figure 4 about here.]

[Figure 5 about here.]

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 *Poundsfeet* atau *pounds-inch*, dalam satuan British adalah ft.lb [7]. Torsi dapat dihitung dengan persamaan (1) :

$$\text{Dimana : } T = F.r \quad (1)$$

T = Momen Torsi (Nm)

F = Gaya pada

poros r = Jari-jari

Poros (m)

Debit Air

Debit merupakan pengertian volume air yang mengalir dalam satuan waktu tertentu. Pengertian lain debit adalah laju

aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu [8]. Debit dapat dihitung dengan Persamaan (2) :

$$\text{dimana: } Q = V/t \quad (2)$$

= Debit (m³/s)

= Volume wadah (m³)

= waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi wadah (s) Beberapa parameter yang diukur adalah tampang lintang sungai, elevasi muka air, dan kecepatan aliran [8]. Selanjutnya, debit aliran dihitung dengan mengalikan luas penampang dan kecepatan aliran.

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 Wattnya 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 [9], melalui Persamaan (3) berikut.

$$\text{Dimana : } P = V.I \quad (3)$$

P = Daya Listrik (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus Listrik (*Ampere*)

METODELOGI PENELITIAN

Tahap Penelitian

Diagram alur penelitian dapat dilihat pada Figure 6.

[Figure 6 about here.]

Perancangan Alat dan Basin

[Figure 7 about here.]

Figure 7 Rancangan alat dari GWVPP ini dengan bahan dasar dari alat ini adalah besi berbentuk L sebagai penyangga *basin* GWVPP dan segala komponen lainnya. Komponen utama dari rancang bangun GWVPP ini adalah *basin* GWVPP dan *Gear box* yang terdapat pada kerangka alat.

Sedangkan *basin* yang digunakan pada penelitian ini memakai

basin yang berbentuk silinder. Basin yang digunakan dalam penelitian ini memiliki ukuran tinggi 50 cm dan memiliki diameter 50 cm, untuk diameter *outlet* nya 5 cm. Untuk turbin yang digunakan pada penelitian ini menggunakan turbin model L dan turbin model S dengan 4 sudut.

Proses Pengambilan Data

1. Pengukuran Torsi

Pengukuran Torsi dilakukan dengan cara percobaan seperti pada Figure 8 dengan menggunakan pegas yang sama pada tahap pengambilan data konstanta pegas yang selanjutnya akan dicari dengan menggunakan Persamaan (1).

[Figure 8 about here.]

Skema pengambilan data torsi yang terlihat pada Figure 8 dengan menggunakan pegas yang digunakan sebagai rem pada poros turbin, maka akan didapatkan perubahan panjang pegas yang digunakan untuk mendapatkan nilai torsi yang dihasilkan oleh turbin melalui Persamaan (1). Dapat dilihat bahwa ketika turbin telah berputar kemudian dihubungkan dengan sebuah pegas melalui tali, maka perputaran turbin akan melemah dan berhenti setelah beberapa saat karena efek pengereman dari penambahan panjang pegas.

2. Pengukuran rpm

Pengukuran rpm dilakukan dengan menggunakan alat tachometer pada setiap menitnya putaran turbin. Rpm diukur dengan cara menghitung jumlah putaran pada turbin selama waktu 1 menit menggunakan Tachometer pada Figure 9.

[Figure 9 about here.]

3. Pengukuran Tegangan dan Arus

Pengambilan data untuk tegangan dan arus yang dihasilkan oleh generator adalah dengan menggunakan multimeter digital pada Figure 10. Nilai yang terbaca pada multimeter adalah nilai tegangan dan arus yang diproduksi oleh GWVPP.

[Figure 10 about here.]

4. Pengukuran Debit

Pengukuran debit dilakukan dengan cara pertama yaitu menghitung jumlah volume pada balok dengan ukuran 20 cm x 10 cm x 40 cm, kemudian mengalirkan air dari pompa ke balok dengan menghitung waktu sampai balok tersebut penuh sehingga akan didapat nilai debit air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Turbin Model L

[Table 1 about here.]

Hasil Pengujian Putaran Maksimum

Data pengujian dengan menggunakan turbin model L maka nilai rata-rata yang di ambil dai sampel 5 kali pengujian dengan waktu 60 detik. Data di dapat dengan pembacaan alat *hand tachometer* pada poros turbin *vortex* dapat dihasilkan rata-rata 244.8 S. Dapat dilihat pada Table I.

Pengujian Torsi Putaran Berbeban

Data pengujian dengan menggunakan turbin model L didapat dari pengukuran yang dilakukan dalam waktu yang bersamaan (sekaligus). Dalam kasus ini, pengujian membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menentukan pembebanan yang tepat sebelum poros berhenti berputar. Pembebanan ini dilakukan menggunakan gesekan tali yang dikaitkan pada 2 neraca pegas. Waktu pengujian sampel sepanjang sepanjang 20 detik, dibutuhkan lebih dari 5x pengujian (sampel) untuk setiap perubahan variasi.

Pengukuran putaran dilakukan dalam kondisi poros terbeban pada turbin sampai berhenti. Hasil yang didapatkan pada torsi putaran berbeban rata-rata 0,0002943 Nm.

Analisa Perhitungan Daya Listrik

Dari konsep daya hidrolik air, maka akan didapat potensi energi yang dapat dipanen dari sejumlah air dengan kondisi ketinggian tertentu, dengan menggunakan rumus persamaan (3) data hasil pengujian dapat dilihat pada Table I Rata-rata daya listrik yang dihasilkan 1,168 watt.

Analisa Perhitungan Debit Air

Pada pengambilan data untuk Debit air dapat di cari dengan menggunakan rumus persamaan (2) dengan cara menghitung debit air yang dihasilkan pada tabung basin silinder pada saat ketinggian air berjalan dengan konstan dan membutuhkan waktu berapa untuk menghasilkan *vortex* supaya dapat menggerakkan turbin. Hasil dari pengujian debit air dapat dilihat pada Table I dengan rata-rata 0,652 l/s.

Pengujian Turbin Model S

[Table 2 about here.]

Hasil Pengujian Putaran Maksimum

Data pengujian dengan menggunakan turbin model L maka nilai rata-rata yang di ambil dari sampel 5 kali pengujian, dengan waktu 60 detik. Data didapat dengan pembacaan alat *hand tachometer* pada poros turbin *vortex* dapat dihasilkan rata-rata

292,8 S. Dapat dilihat pada Table II.

Pengujian Torsi-Putaran Berbeban

Data pengujian dengan menggunakan turbin model L didapat dari pengukuran yang dilakukan dalam waktu yang bersamaan (sekaligus). Dalam kasus ini, pengujian membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menentukan pembebanan yang tepat sebelum poros berhenti berputar. Pembebanan ini dilakukan menggunakan gesekan tali yang dikaitkan pada 2 neraca pegas. Waktu pengujian sampel sepanjang 20 detik, dibutuhkan lebih dari 5 x pengujian (sampel) untuk setiap perubahan variasi. Pengukuran putaran dilakukan dalam kondisi poros terbeban pada turbin sampai berhenti. Hasil yang didapatkan pada torsi putaran berbeban rata-rata 0,0005886 Nm.

Analisa Perhitungan Daya Listrik

Dari konsep daya hidrolik air, maka akan didapat potensi energi yang dapat dipanen dari sejumlah air dengan kondisi ketinggian tertentu, dengan menggunakan rumus persamaan (3) data hasil pengujian dapat dilihat pada Table I. Rata-rata daya listrik yang dihasilkan 1,9968 watt.

Analisa Perhitungan Debit Air

Pada pengambilan data untuk Debit air dapat di cari dengan menggunakan rumus persamaan (2) dengan cara menghitung debit air yang dihasilkan pada tabung basin silinder pada saat ketinggian air berjalan dengan konstan dan membutuhkan waktu berapa untuk menghasilkan *vortex* supaya dapat menggerakkan turbin. Hasil dari pengujian debit air dapat dilihat pada Table I dengan rata-rata 0,614 l/s.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan dari analisa, perancangan dan pengujian alat ini dapat disimpulkan bahwa antara lain sebagai berikut:

1. Daya listrik terbesar dengan menggunakan turbin model L pada beban torsi 0,0005886 Nm dengan debit air 0,66 l/s diperoleh daya listrik sebesar 1,368 watt, dan daya listrik rendah terdapat pada saat beban torsi 0,0002943 Nm dengan debit air 0,73 diperoleh daya listrik 0,872 watt.
2. Sedangkan pada turbin model S daya listrik terbesar dengan beban torsi 0,0011772Nm dengan debit air 0,85 l/s diperoleh daya listrik sebesar 2,097 watt, dan daya listrik rendah terdapat pada saat beban torsi 0,0005886 Nm dengan debit air 0,75 diperoleh daya listrik 1,856 watt.
3. Maka dari hasil pengujian kedua turbin model L dan model S pada ketinggian 10 cm, 12 cm, 14 cm, 16 cm, dan 18 cm dapat diketahui bahwa daya listrik yang dihasilkan lebih besar dengan menggunakan turbin model S.

Saran

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan terdapat beberapa saran, sebagai berikut :

1. Penelitian ini masih banyak yang harus di optimalkan kembali dengan cara bermacam-macam variasi bentuk sudu turbin.
2. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut tentang konsep bentuk turbin ini yaitu dimensi saluran, basin dan ukuran turbin perlu diteliti, dengan ukuran atau desain yang lain supaya dapat meningkatkan daya dan efisiensi turbin.
3. Penelitian selanjutnya dalam menentukan kapasitas disarankan menggunakan alat ukur flowmeter dan untuk mengukur torsi dengan torsimeter agar data lebih akurat.

REFERENSI

- [1] N. a and, "Capabilities Basic Skills Teaching Analysis Of Teachers Elementary Prospective Students On Conducting Practice Teaching In Stkip Subang." Pp. 1089–1096, 2018. [Online]. Available: [10.21474/ijar01/6325](https://dx.doi.org/10.21474/ijar01/6325);
- [2] F. Akbar & P. H. Adiwibowo, "Uji Eksperimental pengaruh variasi Pengarah Berbentuk Spiral Basin Cone Terhadap Turbin Rekasi Aliran Vortex," pp. 159–168, 2017.
- [3] S. Dhakal & A. B. Timilsina, "Mathematical modeling, design optimization and experimental verification of conical basin : Gravitational water vortex power plant," dalam *World Largest Hydro Conference*, 2015.
- [4] C. Power, "A Parametric Experimental Investigation of the Operating Conditions of Gravitational Vortex Hydro power (GVHP)," *Journal of Clean Energy Technologies*, vol. 4, no. 2, 2016.
- [5] Y. S. H. Hunggul, & M Nugroho, & S. Kudeng, *Pembangkit listrik tenaga mikro hidro*, Yogyakarta, 2015.
- [6] Gibran, *Rancang bangun turbin vortex dengan casing berpenampang lingkaran yang menggunakan sudu diameter 46 cm pada 3 variasi jarak antara sudu dan saluran keluar*, USU, 2014.

- [7] Djuhana, "Pusat Pengembangan Bahan Ajar-UMB," 2008.
- [8] V. Dwiyanto, *Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)*, Lampung, 2016.
- [9] C. K. Alexander, *Fundamentals of Electric Circuits, Fourth Edition*. New York: McGraw-Hill, 2009.
- [10] N. H. Khan, *Blade Optimization of Gravitational Water Vortex Turbine*, Tesis MT, Teknik Mesin, 2016.
- [11] S. Muligan & P. Hull, "Optimisation of a Water Vortex Hydro power plant," 2011.

Conflict of Interest Statement: The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2020 Author [s]. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Received: 2020-03-17

Accepted: 2020-03-28

Published: 2020-04-25

DAFTAR TABEL

I	Hasil Pengujian Turbin Model L.....	25
II	Hasil Pengujian Turbin Model S.....	25

TABLE I. HASIL PENGUJIAN TURBIN MODEL L

No	Torsi (Nm)	Rpm	Arus (ampere)	Tegangan (watt)	Daya Listrik (watt)	Debit (l/s)
1	0,0011772	230	0,6	2,35	1,41	0,63
2	0,0005886	227	0,6	2,28	1,368	0,66
3	0,0002943	256	0,5	2,25	1,125	0,58
4	0,0002943	255	0,4	2,18	0,872	0,73
5	0,0002943	256	0,5	2,13	1,065	0,66

TABLE II. HASIL PENGUJIAN TURBIN MODEL S

No	Torsi (Nm)	Rpm	Arus (ampere)	Tegangan (watt)	Daya Listrik (watt)	Debit (l/s)
1	0,00011772	261	0,9	2,31	2,079	0,58
2	0,0011772	299	0,9	2,33	2,097	0,85
3	0,0005886	294	0,8	2,32	1,856	0,75
4	0,0008829	291	0,8	2,34	1,872	0,01
5	0,0035316	319	0,8	2,60	2,08	0,88

DAFTAR GAMBAR

1	Skema dari PLTMH <i>Vortex</i> [10]	27
2	<i>GWVPP</i> pada upsteam dan downsteam sungai. [11]	27
3	Basin Silinder Pada <i>GWVPP</i>	27
4	Turbin Model L	28
5	Turbin Model S	28
6	Diagram alur penelitian	29
7	Alat <i>GWVPP</i> dan Basin Silinder	30
8	Pengukuran torsi turbin	30
9	Tachometer	30
10	<i>Avometer</i>	31



Figure 1. Skema dari PLTMH Vortex [10]

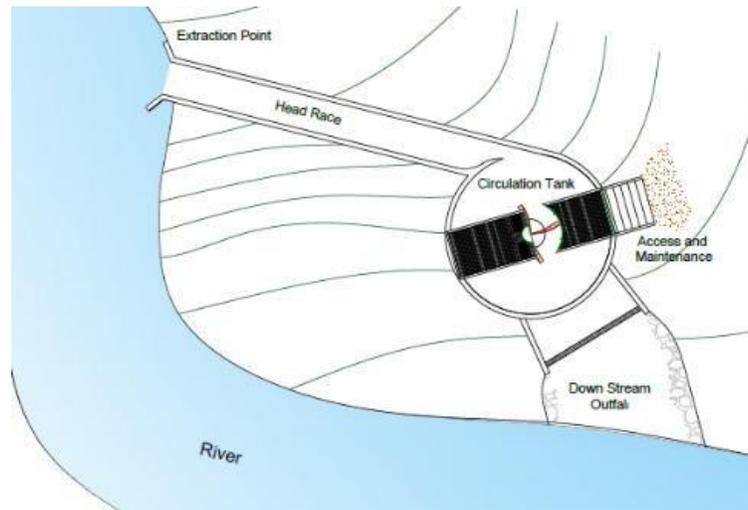


Figure 2. GWVPP pada upstream dan downstream sungai. [11]

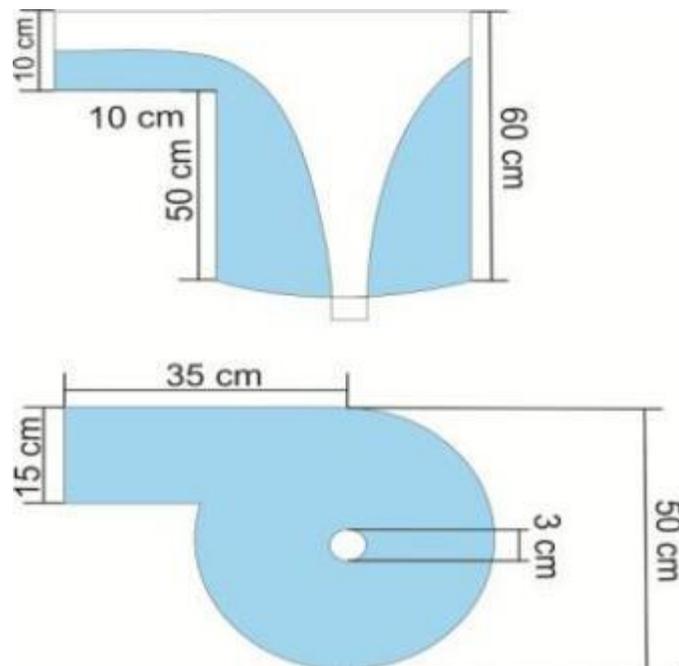


Figure 3. Basin Silinder Pada GWVPP

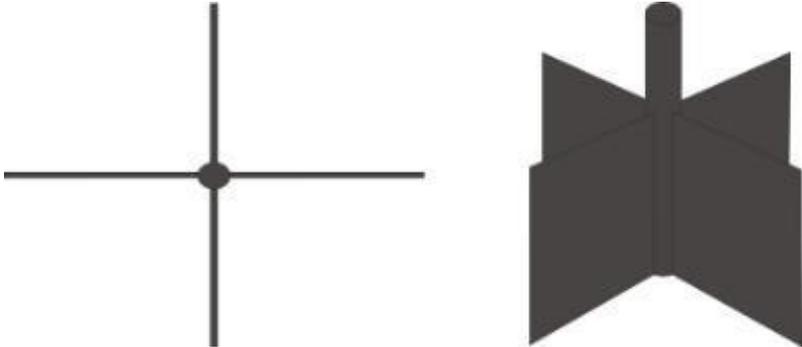


Figure 4. Turbin Model L

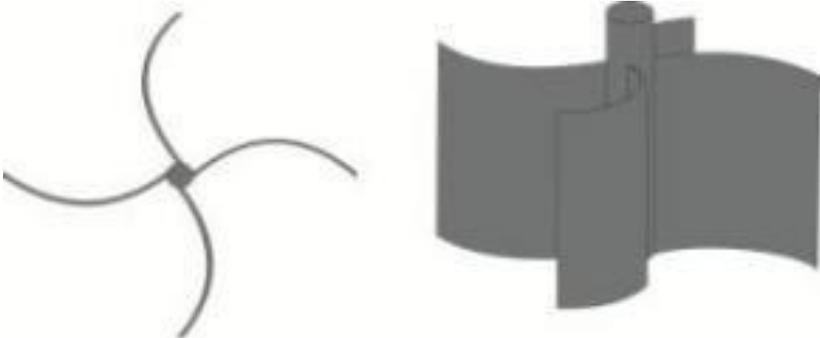


Figure 5. Turbin Model S

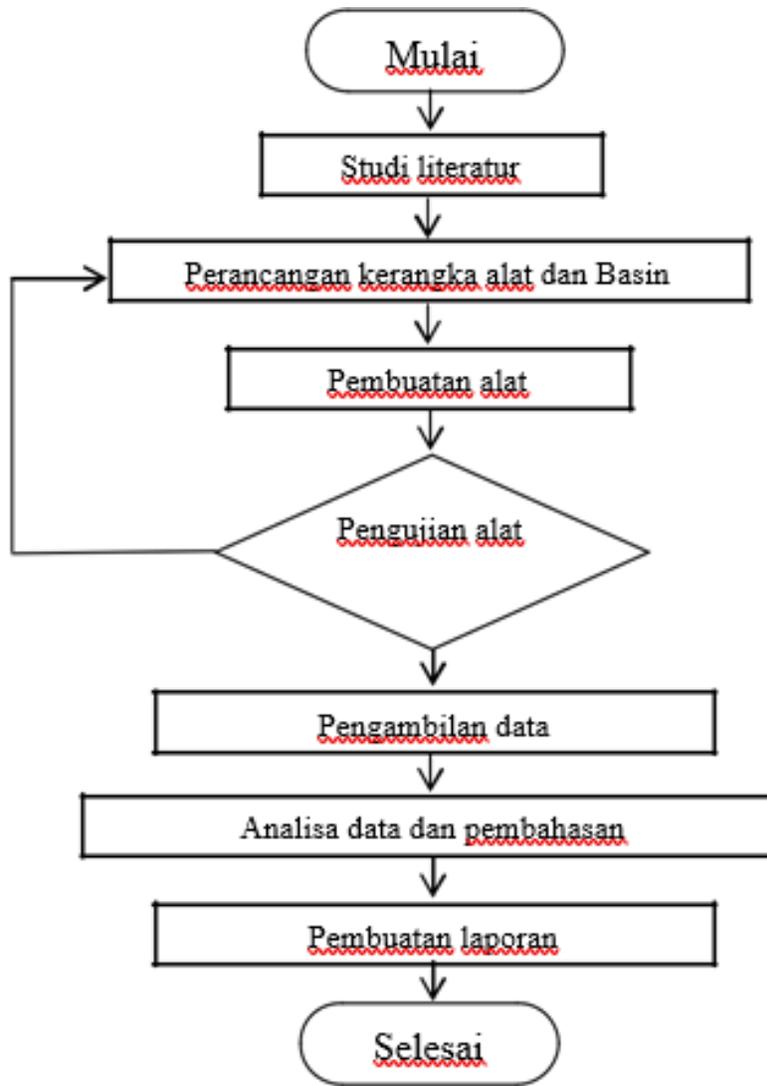


Figure 6. Diagram alur penelitian

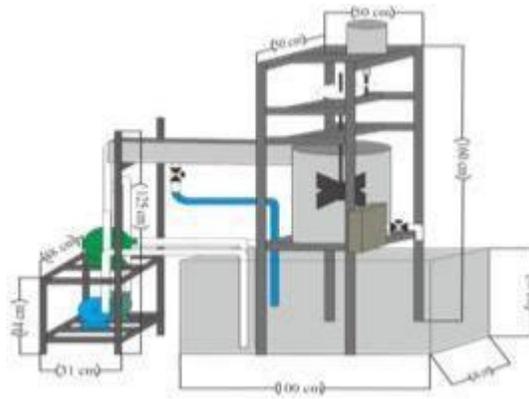


Figure 7. Alat GWVPP dan Basin Silinder

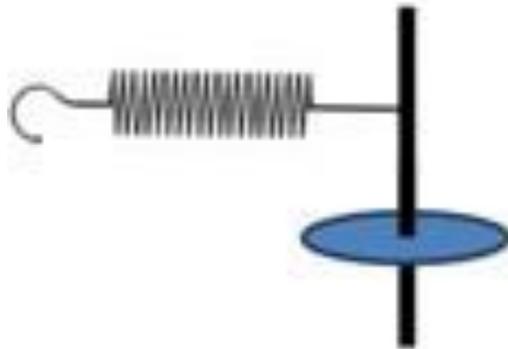


Figure 8. Pengukuran torsi turbin



Figure 9. Tachometer

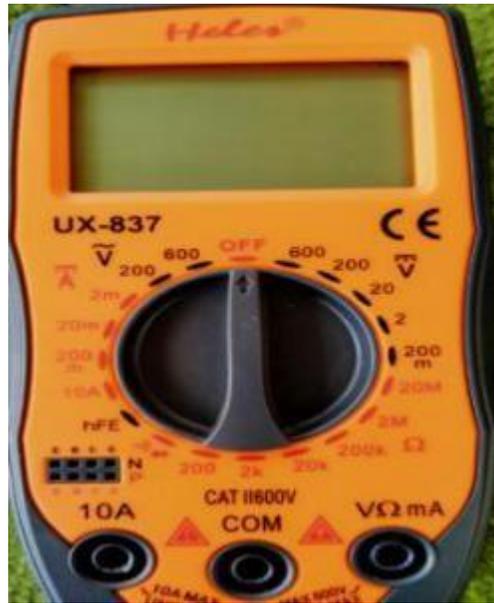


Figure 10. Avometer