



Water Discharge Management Based on Open and Closed Cylinders in the Gravitation Water Vortex Power Plant

Pengaturan Debit Air Berbasis Basin Silinder Terbuka Dan Tertutup Pada Alat Gravitation Water Vortex Power Plant

Ainun Nasuki¹⁾, Muhammad Hasan Basri²⁾

^{1,2)}Departement Electrical Engineering, Faculty Engineering, Nurul Jadid University Probolinggo, Indonesia

¹⁾fredifanani@gmail.com

²⁾hasanmohammadbasri83@gmail.com

Abstract.- A Gravitation Water Vortex Power Plant (GWVPP) tool has been made to determine how much water flow is needed to generate electricity. This research was conducted by changing the flow rate and water pressure to determine the effect on the performance of a vortex power plant, and in previous studies, no one has made changes to the discharge and water pressure. The type of basin position used in this study is an open basin position and a closed basin position. Based on the advantages and disadvantages of each type of blade used, a study was carried out using the type of turbine blade model L by changing the water flow rate and water pressure at a predetermined position to determine the effect of water discharge and pressure on the turbine rotational speed. From the results of testing the water discharge measurement in a closed basin which is carried out on the addition of each flow of water discharge at the angle of the faucet 0o to 90o with a volume (V) 98 L and time (t) 1.11 minutes to 2.5 minutes, it can be seen that the average discharge value (Q) the resulting 81.08 l / s. and from the results of testing the water discharge measurement in the open basin which is carried out to the addition of each flow of water discharge at the angle of the faucet 0o to 90o with a volume (V) 98 L and time (t) 1.28 minutes to 4.1 minutes it can be seen that the average discharge value (Q) resulting in 65.21 l / s.

Keywords: Gravitation Water Vortex Power Pland; Turbine; Debit.

Abstrak.- Telah dibuat alat Gravitation Water Vortex Power Plant (GWVPP) untuk mengetahui berapa debit air yang dibutuhkan untuk menghasilkan listrik. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan perubahan debit dan tekanan air untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja dari sebuah pembangkit listrik tenaga pusaran air (vortex), dan pada penelitian-penelitian sebelumnya masih belum ada yang melakukan perubahan debit dan tekanan air. Jenis posisi basin yang digunakan pada penelitian ini adalah posisi basin terbuka, dan posisi basin tertutup. Berdasarkan kelebihan dan kekurangan masing-masing jenis sudu yang digunakan maka dilakukan penelitian menggunakan jenis sudu turbin model L dengan melakukan perubahan debit air dan tekanan air pada posisi yang telah ditentukan untuk mengetahui pengaruh debit dan tekanan air terhadap kecepatan putar turbin. Dari hasil pengujian pengukuran debit air pada basin tertutup yang dilakukan terhadap penambahan setiap aliran debit air pada sudut kran 0° sampai 90° dengan volume (V) 98 L dan waktu (t) 1.11 menit sampai 2.5 menit dapat diketahui nilai rata-rata debit (Q) yang dihasilkan 81.08 l/s. dan dari hasil pengujian pengukuran debit air pada basin terbuka yang dilakukan terhadap penambahan setiap aliran debit air pada sudut kran 0° sampai 90° dengan volume (V) 98 L dan waktu (t) 1.28 menit sampai 4.1 menit dapat diketahui nilai rata-rata debit (Q) yang dihasilkan 65.21 l/s.

Kata Kunci: Pembangkit Listrik Vortex Air Gravitasi; Turbin; Pembuangan.

I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi sumber daya energi baru terbarukan (EBT) yang yang belum dimanfaatkan sepenuhnya. Pemanfaatan energi baru terbarukan mendapat dukungan pemerintah dengan adanya kebijakan dan peraturan terkait dengan pengembangan dan pemanfaatan energi baru dan terbarukan, diantaranya adalah UU No. 30 tahun 2007 tentang energi yang memprioritaskan penyediaan dan pemanfaatan energi baru dan terbarukan. Pemerintah menerbitkan Peraturan Pemerintah No. 3 tahun 2005 tentang perubahan atas Peraturan Pemerintah No. 10 tahun 1989 tentang penyediaan dan pemanfaatan tenaga listrik yang menyatakan bahwa guna menjamin ketersediaan energi primer untuk kepentingan umum, diprioritaskan sumber energi setempat dengan kewajiban mengutamakan pemanfaatan sumber energi terbarukan [1].

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang tidak terbatas jumlahnya. Air juga memiliki potensi yang sangat besar dan dapat digunakan sebagai sumber energy yang bersih karena tidak menghasilkan polutan. Selain itu air juga tidak mempunyai potensi merusak ozon maupun potensi pemanasan global. Energi air adalah salah satu sumber energi terbarukan yang berasal dari aliran air yang dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik dengan cara menggunakan aliran air yang mengalir untuk memutar turbin, selanjutnya turbin dihubungkan dengan generator. Generator yang berputar akan mengubah energi putar hingga menghasilkan energi listrik [2]. Teknologi energi terbarukan memberikan harapan besar sebagai alternatif yang bebas polusi untuk menggantikan instalasi tenaga berbahan bakar nuklir dan fosil untuk memenuhi kebutuhan energi listrik [3].

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan perubahan debit dan tekanan air untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja dari sebuah pembangkit listrik tenaga pusan air, dan pada penelitian-penelitian sebelumnya masih belum ada yang melakukan perubahan debit dan tekanan air. Jenis-jenis posisi basin yang digunakan pada penelitian ini adalah posisi basin terbuka, dan posisi basin tertutup. Berdasarkan kelebihan dan kekurangan masing-masing jenis sudu yang digunakan maka dilakukan penelitian menggunakan dua jenis sudu turbin yang berbeda dengan melakukan perubahan debit air dan tekanan air pada posisi yang telah ditentukan untuk mengetahui pengaruh debit dan tekanan air terhadap kecepatan putar turbin dan generator serta tegangan dan arus keluaran dari generator.

Dari latar belakang di atas penelitian ini bertujuan untuk pengaturan debit air berbasis *basin silinder* terbuka dan tertutup pada alat *gravitational water vortex power plant* berbasis *basin silinder*.

II. LANDASAN TEORI

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

2.1 Teori Dasar Aliran

Air yang mengalir mempunyai energi yang dapat digunakan untuk memutar roda turbin, karena itu pusat-pusat tenaga air dibangun di sungai- sungai dan di pegunungan-pegunungan. Pusat tenaga air tersebut dapat dibedakan dalam 2 golongan, yaitu pusat tenaga air tekanan tinggi dan pusat tenaga air tekanan rendah. Kaidah energi menyatakan bahwa suatu energi akan dapat diubah menjadi bentuk energi lain. Arus air yang mengandung energi dan energi tersebut dapat diubah bentuknya, misalnya perubahan dari energi potensial (tekanan) ke dalam energi kinetis (kecepatan), atau sebaliknya. Artinya selanjutnya dari kaidah kekekalan energi adalah apabila arus air dalam alirannya dilewatkan melalui turbin air, maka energi yang ada dalam air akan diubah menjadi bentuk energi yang lain [4].

2.2 Aliran Vortex

Vortex adalah massa fluida yang partikel-partikelnya bergerak berputar dengan garis arus (*streamline*) membentuk lingkaran konsentris. Gerakan *vortex* berputar disebabkan oleh adanya perbedaan antara lapisan fluida yang berdekatan. Dapat diartikan juga sebagai gerak fluida yang diakibatkan oleh parameter kecepatan dan tekanan. *Vortex* sebagai pusaran yang merupakan efek dari putaran rotasional dimana *viskositas* berpengaruh didalamnya [5]. Seperti pada gambar 1.

[Figure 1 about here.]

2.3 Gravitation Water Vortex Power Plan (GWVPP)

Gravitational Water Vortex Power Plant adalah jenis *green technology* yang termasuk dalam kategori pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Pada pembangkit ini berbasis basin silinder sebagai lubang masuk (*inlet*) yang besar dan lurus, yang kemudian mengalir secara tangensial ke cekungan bundar. Air kemudian akan membentuk pusaran yang kuat, yang keluar dari saluran keluar (*outlet*) di bagian tengah bawah *basin* [6].

[Figure 2 about here.]

2.4 Turbin Model L

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 [7].

[Figure 3 about here.]

2.5 Basin Silinder

Wadah (*basin*) atau tempat penampung air yang nantinya akan terjadi pembentukan *vortex* ini. Tes eksperimental telah dilakukan untuk membandingkan kinerja sistem basin berbentuk kerucut dengan sistem basin silinder. Karena peningkatan nilai *velocity head* dengan peningkatan kedalaman dan kekuatan *vortex* yang lebih besar, efisiensi turbin lebih besar di basin berbentuk kerucut dibandingkan dengan silinder silinder. Geometri basin tergantung pada debit yang disediakan. Di bawah kondisi aliran yang memadai, diameter minimum *vortex* berada di tingkat bawah dan selalu lebih kecil dari lubang keluar. Adapun model basin ada 2, yaitu *basin kerucut* dan *basin silinder* [8].

[Figure 4 about here.]

2.6 Generator 3 Phase

Generator adalah pengkonversi energi dari bentuk energi mekanik menjadi energi listrik yang berlangsung di daerah medan magnet. generator fluks aksial magnet permanen 3 fasa. Stator dibentuk dengan jumlah kumparan sebanyak 9 kumparan terdiri dari 1000 lilitan per kumparan sedangkan rotor menggunakan magnet sebanyak 24 buah setiap rotornya. Tegangan induksi DC tiga fasa yang digunakan pada alat *gravitation water vortex power plant* [9].

[Figure 5 about here.]

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan mengikuti tahap-tahap seperti pada diagram alur (*Flowchart*) berikut ini:

[Figure 6 about here.]

3.2 Perancangan Alat Gravitation Water Vortex Power Plant

Dari perancangan *basin* dan turbin yang telah dilakukan pada tahap penelitian sebelumnya, pada tahap ini dilakukan pengerjaan terhadap pembuatan alat *Gravitation Water Vortex Power Plant* (GWVPP), seperti yang ditunjukkan pada gambar 7.

[Figure 7 about here.]

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 *Gearbox* yang terdapat pada kerangka alat.

IV. PROSES PENGUJIAN

Pengujian alat dilakukan dengan cara mengalirkan air dengan pompa air yang menghasilkan debit air 95 liter/menit ke dalam penampung air. Dengan menggunakan diameter *outlet basin* 3 cm, dapat terbentuk fenomena *vortex* seperti pada Gambar 8.

[Figure 8 about here.]

4.1 Proses Pengambilan Data

Setelah alat telah selesai dibuat, dimulailah pengambilan data dengan pemberian debit air 96 liter/menit dan variasi kedalaman turbin terhadap *basin* yaitu 50 cm, 25 cm, dan 10 cm. serta variasi jumlah sudu yaitu 4. Data yang diambil berupa:

1). Pengambilan Data Debit Air Basin Tertutup

Pengambilan data pada debit air basin tertutup di lakukan untuk mengetahui seberapa besar air yang dibutuhkan untuk mengisi tabung basin silinder pada alat *vortex* agar bisa terjadinya fenomena pusaran air untuk dijadikan aliran listrik. Fenomena pusaran air dapat dilihat pada gambar di bawah :

[Figure 9 about here.]

2). Pengambilan Data Debit Air Basin Terbuka

Pengambilan data pada debit air basin terbuka di lakukan untuk mengetahui pada ketinggian berapa terjadinya *vortex*. Fenomena pusaran air dapat dilihat pada gambar di bawah :

[Figure 10 about here.]

4.2 Proses Analisa Data

Dari pengukuran yang dilakukan dapat diketahui berapa debit air yang dibutuhkan pada basin silinder pada alat GWVPP untuk mengetahui terjadinya fenomena *vortex*, pada waktu Basin Tertutup dan Basin Terbuka. Dengan menggunakan persamaan :

$$Q = \frac{V}{t}$$

dimana:

Q = Debit (m^3/s)

V = Volume wadah (m^3)

t = waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi wadah (s)

Beberapa parameter yang diukur adalah tampang lintang sungai, elevasi muka air, dan kecepatan aliran [10]. Selanjutnya, debit aliran dihitung dengan mengalikan luas penampang dan kecepatan aliran.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil dan Pembahasan Pengujian Data Debit Air Basin Tertutup

Hasil dari pengujian debit air basin tertutup yang dilakukan terhadap penambahan setiap aliran debit air pada sudut kran 0° sampai 90° dengan melakukan 10 pengujian maka didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 1. Cara menghitung aliran debit air dengan bukaan kran 0° dengan basin ukuran 98 liter dan isi penuh memerlukan waktu 1.11 menit, sebagai berikut :

$$Q = \frac{98}{1.11} = 88.28 \text{ l/s}$$

Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

[Table 1 about here.]

Debit terbesar dengan nilai 89.09 l/s di uji coba dengan bukaan katup gas pompa air 10° . Lebih jelasnya tertera pada grafik 11.

[Figure 11 about here.]

Dari pengujian pengukuran debit air pada basin tertutup yang dilakukan terhadap penambahan setiap aliran debit air pada sudut kran 0° sampai 90° dengan volume (V) 98 L dan waktu (t) 1.11 menit sampai 2.5 menit dapat diketahui nilai rata-rata debit (Q) yang dihasilkan 81.08 l/s, dapat dilihat pada table di bawah ini :

[Table 2 about here.]

Pada Hasil pengujian rata-rata tabel 2 pengukuran debit air basin tertutup dengan wadah basin silinder ukuran 96 liter dan isi penuh memerlukan waktu rata-rata 81.08 l/s, maka dapat dilihat terjadinya nya fenomena pusaran air (*vortex*) pada saat debit air (Q) 64,47 l pada waktu (t) 1,52 menit dengan bukaan kraan 70° saat basin tetrtutup.

Maka dapat disimpulkan bahwa terjadinya fenomena pusaran air dengan wadah basin silinder ukuran diameter 50 cm dan tinggi 60 cm dan wadah ukur 96 liter sebagai rumah turbin, dapat dilihat fenomena *vortex* pada saat waktu (t) 1,52 menit, yang dapat menggerakkan turbin untuk dapat menghasilkan listrik.

5.2 Hasil dan Pembahasan Pengujian Data Debit Air Basin Terbuka

Hasil dari pengujian debit air basin terbuka yang dilakukan terhadap penambahan setiap aliran debit air pada sudut kran 0° sampai 90° dengan melakukan 10 pengujian maka didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 1. Cara menghitung aliran debit air dengan bukaan kran 0° dengan basin ukuran 98 liter dan isi penuh memerlukan waktu 1.28 menit, sebagai berikut :

$$Q = \frac{98}{1.28} = 76.56 \text{ l/s}$$

Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

[Table 3 about here.]

Debit terbesar dengan nilai 76.56 l/s di uji coba dengan bukaan katup gas pompa air 0° . Lebih jelasnya tertera pada gambar 11.

[Figure 12 about here.]

Dari pengujian pengukuran debit air pada basin terbuka yang dilakukan terhadap penambahan setiap aliran debit air pada sudut kran 0° sampai 90° dengan volume (V) 98 L dan waktu (t) 1.28 menit sampai 4.1 menit dapat diketahui nilai rata-rata debit (Q) yang dihasilkan 65.21 l/s, dapat dilihat pada table di bawah ini :

[Table 4 about here.]

Pada Hasil pengujian rata-rata tabel 4 pengukuran debit air basin tertutup dengan wadah basin silinder ukuran 96 liter dan isi penuh memerlukan waktu rata-rata 65.21 l/s, maka dapat dilihat terjadinya nya fenomena pusaran air (*vortex*) pada saat debit air (Q) 73,68 l pada waktu (t) 1,33 menit dengan bukaan kraan 60° saat basin terbuka.

Maka dapat disimpulkan bahwa terjadinya fenomena pusaran air dengan wadah basin silinder ukuran diameter 50 cm dan tinggi 60 cm dan wadah ukur 96 liter sebagai rumah turbin, dapat dilihat fenomena *vortex* pada saat waktu (t) 1,33 menit, yang dapat menggerakkan turbin untuk dapat menghasilkan listrik.

VI. PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan system yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian dan analisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dibuat alat *Gravitation Water Vortex Power Plant* (GWVPP) untuk mengetahui berapa debit air yang dibutuhkan untuk menghasilkan listrik.
2. Dari pengujian pengukuran debit air pada basin tertutup yang dilakukan terhadap penambahan setiap aliran debit air pada sudut kran 0° sampai 90° dengan volume (V) 98 L dan waktu (t) 1.11 menit sampai 2.5 menit dapat diketahui nilai rata-rata debit (Q) yang dihasilkan 81.08 l/s.
3. Dari pengujian pengukuran debit air pada basin terbuka yang dilakukan terhadap penambahan setiap aliran debit air pada sudut kran 0° sampai 90° dengan volume (V) 98 L dan waktu (t) 1.28 menit sampai 4.1 menit dapat diketahui nilai rata-rata debit (Q) yang dihasilkan 65.21 l/s.

6.2 Saran

Setelah melakukan percobaan langsung dilapangan maka ada beberapa pengembangan yang dapat dilakukakan untuk penelitian selanjutnya untuk penyempurnaan alat yang telah dibuat.

1. Penelitian selanjutnya dapat menambah generator agar turbin dapat di uji sampai menghasilkan listrik, agar mengetahui daya listrik yang dapat di hasilkan oleh turbin *vortex* ini.
2. Bentuk rumah turbin dapat dirubah agar putaran pusaran air dapat meningkat dengan merubah dasar tabung basin silinder *vortex*.
3. Alat-alat ukur pengujian ditingkatkan kualitasnya dan metode ujinya ditingkatkan agar mendapatkan hasil pengujian yang valid.

REFERENSI

- [1] Kementerian Energi dan Sumber Daya mineral 2017. *Statistik Ketenaga listrikan 2016*. Edisi nomor 30. Jakarta Jendral Ketenaga listrikan.
- [2] L. Jasa. "Investigasi sudut Nozzle dan Sudut Kelengkungan Sudu Turbin Air Untuk Peningkatan Efisiensi Mikro Hidro" (Disertasi). Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 2015.
- [3] Muliadi, E. W. Rahayu. "Rancang Bangun Turbin Ulir Very Low Head Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro". Media Bina Ilmiah Vol.10 No.4. ISSN:1978-3787.
- [4] Made Angga, Lie Jasa, Antonius Ibi Weking. "Studi Analisis Perubahan Debit dan Tekanan Air Pada Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro", Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 17, No, 2. ISSN: 1693-2951. Universitas Udayana. 2018.
- [5] Zainudin, Basuki Rahmat, 2017, "Pengujian Alat Uji Vortex Bebas Dan Vortex Paksa", Volume 8 No 3, Zona Mesin Issn 2087 - 698x.
- [6] Mochammad Ilman Nafi', Muhammad Hasan Basri, Hilman Saraviyan Iskaanto, Bachtera Indarto, Alfin Tranggono Agus Salim." Rancang Bangun *Gravitation Water Vortex Power Plant (GWVPP) Berbasis Basin Silinder*". JEECAE Vol.5, No.1, Mei 2020.
- [7] Muhammad Syaifuddin Zuhri, Muhammad Hasan Basri, Hilman Saraviyan Iskawanto, Bachtera Indarto." *Design of Turbine L in Cylinder Basin Wall with Turbine Distance of 5 Cm and 10 Cm in the Effects of Electric Power on Gravitation Water Vortex Power Plant (GWVPP)*". Journal of Electrical and Electronic

Engineering-UMSIDA ISSN 2460-9250 (print), ISSN 2540-8658(online)Vol. 4, No. 1, April 2020.

- [8] Muhlas Budi Utomo, Muhammad Hasan Basri, dan Fuad Hasan." Eksperimen Variasi Tabung *Basin Silinder Pada Gravitation Water Vortex Power Plant (GWVPP) Berbasis Basin Silinder*". CYCLOTRON, Volume 3 Nomor 2, Juli 2020. P-ISSN2614-5499, E-ISSN2614-5164.
- [9] Muhammad Bahrullah, Muhammad Hasan Basri, Amalia Herlina, Bachtera Indarto. "Perancangan *Generator 3 Phase Pada Gravitation Water Vortex Power plant*". Jurnal Teknik Mesin Vol.7 No.1 Juni 2020 ; pp. 46 – 53.
- [10] Fredi Kusuma Putra, Muhammad Hasan Basri, Tijaniyah Tijaniyah, Bachtera Indarto." *The Effect Of Turbine Level Of Model L And Turbine Model S In Gravitation Of Water Vortex Plant Power (GWVPP) Based On Cylinder Basin*". Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA ISSN 2460-9250 (print), ISSN 2540-8658 (online) Vol. 4, No. 1, April 2020.

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 © 2021 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: 2020-10-24

Accepted: 2021-02-26

Published: 2021-03-24

DAFTAR TABEL

I	Hasil Pengujian Debit Air Basin Tertutup	28
II	Hasil Rata-rata Pengukuran Debit Air Basin Tertutup	29
III	Hasil Pengukuran Debit Air Basin Terbuka.....	30
IV	Hasil Rata-rata Pengukuran Debit Air Basin Terbuka	31

Table I. Hasil Pengukuran Debit Air Basin Tertutup

No	Volume (V)	Waktu (t)	Sudut Kran (°)	Debit (Q)
1	98 liter	1.11	0 ⁰	88.28
2	98 liter	1.10	10 ⁰	89.09
3	98 liter	1.12	20 ⁰	87.5
4	98 liter	1.14	30 ⁰	85.96
5	98 liter	1.22	40 ⁰	80.32
6	98 liter	1.29	50 ⁰	75.96
7	98 liter	1.40	60 ⁰	70
8	98 liter	1.52	70 ⁰	64.47
9	98 liter	2.00	80 ⁰	49
10	98 liter	2.50	90 ⁰	39.2

Table II. Hasil Rata-rata Pengukuran Debit Air Basin Tertutup

Waktu (t)	Debit (Q)
1.11	88.2
1.1	89.09
1.12	87.5
1.14	85.96
1.22	80.32
1.29	75.96
1.4	70
1.52	64.47
2	49
2.5	39.2
Nilai Rata-rata ΣQ ;	81.08

Table III. Hasil Pengukuran Debit Air Basin Terbuka

No	Volume (V)	Waktu (t)	Sudut Kran (°)	Debit (Q)
1	98 liter	1.28	0°	76.56
2	98 liter	1.29	10°	75.96
3	98 liter	1.30	20°	75.38
4	98 liter	1.31	30°	74.80
5	98 liter	1.32	40°	74.24
6	98 liter	1.33	50°	73.68
7	98 liter	2.32	60°	42.24
8	98 liter	2.40	70°	40.83
9	98 liter	3.35	80°	29.25
10	98 liter	4.10	90°	23.90

Table IV. Hasil Rata-rata Pengukuran Debit Air Basin Terbuka

Waktu (t)	Debit (Q)
1.28	76.56
1.29	75.96
1.3	75.38
1.31	74.8
1.32	74.24
1.33	73.68
2.32	42.24
2.4	40.83
3.35	29.25
4.1	23.9
Nilai Rata-rata ΣQ ;	65.21

DAFTAR GAMBAR

1	Aliran <i>Vortex</i>	33
2	<i>Gravitation Water Vortex Power Plan (GWVPP)</i>	33
3	Turbin Model L.....	33
4	<i>Basin Silinder (a) Outlet 5 cm, (b) Outlet 6 cm</i>	33
5	Generator 3 Phase	34
6	<i>Flowchat</i> diagram alur penelitian	34
7	<i>Gravitation Water Vortex Power Plant (GWVPP)</i>	34
8	Fenomena <i>vortex</i> yang terbentuk	35
9	<i>Basin silinder</i> tertutup tampak bawah dan tampak bawah.....	35
10	<i>Basin silinder</i> terbuka tampak bawah dan tampak bawah.	35
11	Pengukuran Debit Air Basin Tertutup Di Banding Bukaan Kran	35
12	Pengukuran Debit Air Basin Terbuka Di Banding Bukaan Kran.....	36

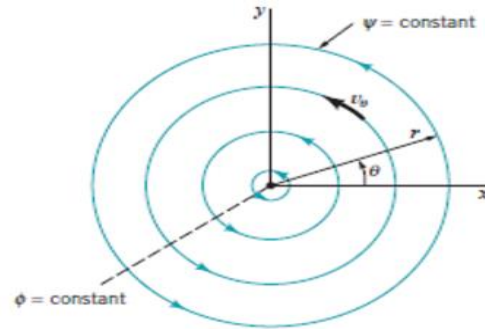


Figure 1. Aliran Vortex

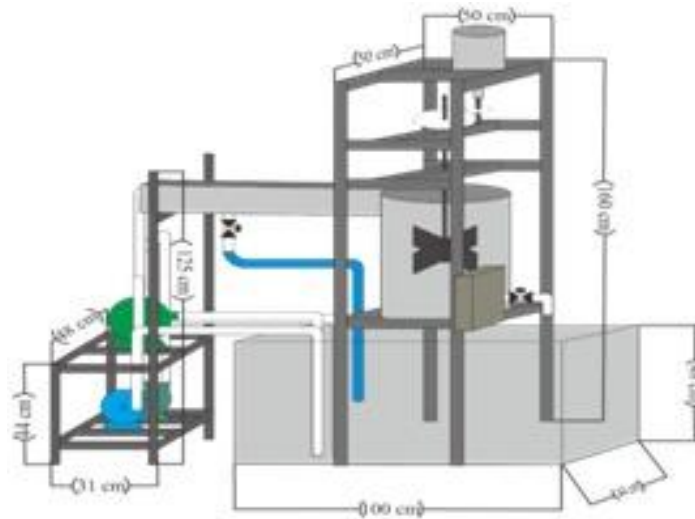


Figure 2. Gravitation Water Vortex Power Plan (GWVPP)



Figure 3. Turbin Model L



Figure 4. Basin Silinder (a) Outlet 5 cm, (b) Outlet 6 cm



Figure 5. Generator 3 Phase

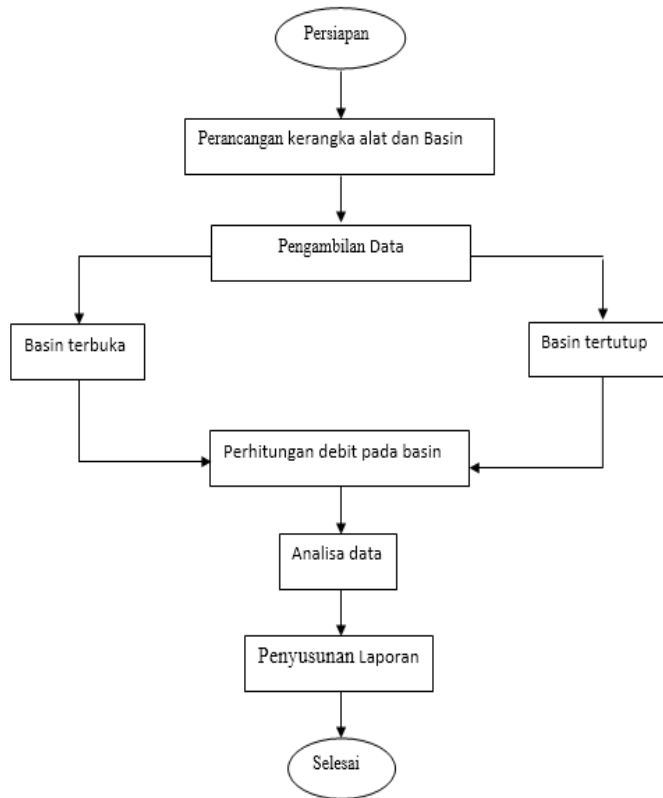


Figure 6. Flowchat diagram alur penelitian



Figure 7. Gravitation Water Vortex Power Plant (GWVPP)



Figure 8. Fenomena *vortex* yang terbentuk



Figure 9. *Basin silinder* tertutup tampak bawah dan tampak bawah



Figure 10. *Basin silinder* terbuka tampak bawah dan tampak bawah

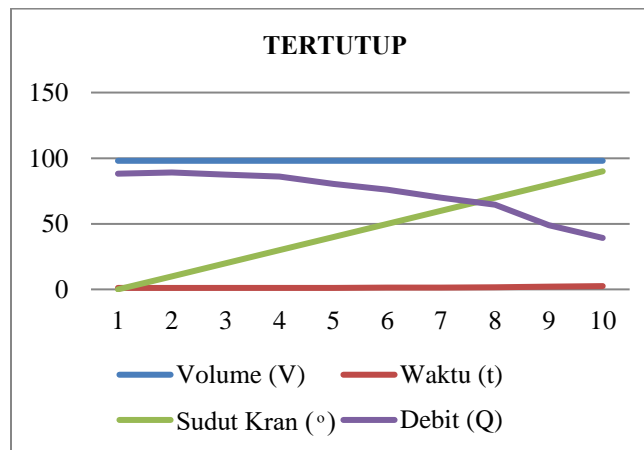


Figure 11. Pengukuran Debit Air Basin Tertutup Di Banding Buka-an Kran

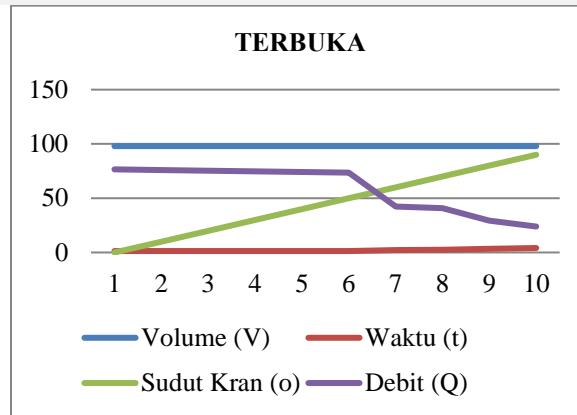


Figure 12. Pengukuran Debit Air Basin Terbuka Di Banding Bukaannya Kran.