



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)

Rancang Bangun Turbin L Pada Dinding Basin Silinder Dengan Variasi Jarak Turbin 5 Cm Dan 10 Cm Terhadap Pengaruh Daya Listrik Pada Alat Gravitation Water Vortex Power Plant (GWVPP)

Muhammad Syaifuddin Zuhri ¹⁾, Muhammad Hasan Basri ²⁾, Hilman Saraviyan Iskawanto 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 Institute Technology, Surabaya, Indonesia

¹⁾ zuhri270693@gmail.com

²⁾ hasanmohammadbasri83@gmail.com

³⁾ hilmaniskawanto@gmail.com

⁴⁾ bachtera61@gmail.com

Abstract. The current source of energy that is mostly done in research on renewable energy is water flow. In daily life electrical energy is widely used by everyone, both young and old. But over time this power source will be exhausted due to continuous use. That is because most of the existing electricity sources come from non renewable sources. So it is there fore necessary to feel that renewable sources are being used to generate electricity. So the idea emerged to examine a type of small type power plant that is the Water Vortex Power Plant (GWVPP) Generator. Here a study was carried out on the effect of the distance of the L model turbine on the cylindrical basin. For the effective of power in the L model turbine with a distance of 5 cm to the cylinder basin wall is able to produce the highest effective power of 2.89 Watt at a height of 10 cm, while the highest effective power of the L model turbine with a distance of 10 cm towards the cylinder basin wall is 0.14 Watt at 10 cm height from the outlet water output. For the potential power of L model turbines with a distance of 5 cm can produce the highest potential power at an altitude of 28 cm with a potential power of 4.61 watts. While the potential power of the L model turbine with a distance of 10 cm can produce 4.02 watts with a height of 10 cm towards the outlet of the water outlet.

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

Abstrak. Sumber energi saat ini yang banyak dilakukan dalam penelitian tentang energi terbarukan adalah energi air. Dalam kehidupan sehari-hari energi listrik banyak digunakan oleh semua orang, baik itu kalangan muda maupun tua. Namun lama kelamaan sumber listrik ini akan habis karena pemakaian secara terus menerus. Hal tersebut dikarenakan karena sebagian besar sumber listrik yang ada saat ini berasal dari sumber yang tak terbarukan. Sehingga oleh karena itu perlu dirasa digunakan sumber yang terbarukan untuk menghasilkan pasokan listrik. Sehingga muncul ide untuk meneliti suatu jenis pembangkit listrik bertipe kecil yaitu *Generator Water Vortex Power Plant (GWVPP)*. Disini diadakan penelitian terhadap pengaruh jarak turbin model L terhadap dinding basin silinder. Untuk Daya efektif pada turbin model L dengan jarak 5 cm terhadap dinding basin silinder mampu menghasilkan daya efektif tertinggi 0,065463385 Watt pada ketinggian 24 cm, sedangkan daya efektif tertinggi turbin model L dengan jarak 10 cm terhadap dinding basin silinder adalah 0,0077624568 Watt pada ketinggian 20 cm dari *outlet* keluaran air. Untuk daya potensi turbin model L dengan jarak 5 cm dapat menghasilkan daya potensi tertinggi pada ketinggian 26 cm dan 28 cm dengan daya potensi 4,0221 watt. Sedangkan daya potensi turbin model L dengan jarak 10 cm dapat menghasilkan 4,6107 watt dengan ketinggian 28 cm terhadap *outlet* keluaran air.

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

PENDAHULUAN

Perkembangan penduduk yang semakin pesat di Indonesia secara tidak langsung mempengaruhi permintaan akan kebutuhan energi listrik yang meningkat tiap tahunnya yang mengakibatkan konsumsi energi fosil yang digunakan untuk proses pembangkitan energi listrik juga meningkat. Perlu adanya energi alternatif lain selain energi fosil untuk proses pembangkitan energi listrik. Salah satu energi alternatif yang mempunyai potensi yang baik adalah energi air. Potensi energi air di Indonesia sendiri menurut Kementerian ESDM sebesar 75.000 MW, akan tetapi yang dimanfaatkan hanya sebesar 10,1% dari potensi total yang ada di Indonesia pada tahun 2017. Selain energi air merupakan salah satu jenis energi yang ramah lingkungan energi air juga dapat diperbaharui. Turbin adalah merupakan komponen penting dalam sebuah pembangkit listrik, sehingga hampir semua pembangkit listrik membutuhkan turbin untuk memutar generator termasuk pada alat *Vortex*. Turbin reaksi aliran *vortex* merupakan turbin yang memanfaatkan aliran *vortex* untuk memutar turbin dan generator [1].

Bentuk turbin yang tepat digunakan pada pembangkit listrik Mikrohidro adalah turbin *vortex*. Indonesia memiliki energi air yang cukup banyak yaitu sekitar 76.650 MW tetapi hanya 6% yang telah dikembangkan pada tahun 2011. Terutama di luar Jawa dan Bali pemanfaatan energi air sangat diperlukan untuk distribusi listrik secara merata. Membangun instalasi listrik skala mikrohidro akan membantu dalam memenuhi kebutuhan listrik skala kecil, khususnya di daerah-daerah terpencil yang memiliki sumber air yang cukup kecil dan *head* yang rendah [2].

Dari penjabaran latar belakang penulis meneliti tentang variasi jarak turbin *vortex* pada alat GWVPP untuk mengetahui output daya yang dihasilkan, torsi, dan rpm yang efisien.

LANDASAN TEORI

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

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 [3]. Seperti pada Figure 1.

[Figure 1 about here.]

Turbin Vortex

Turbin *vortex* merupakan turbin yang memanfaatkan pusaran air sebagai media perantara energi terhadap sumbu vertikal

sehingga terjadi perbedaan tekanan antara bagian sumbu dan sekelilingnya. Turbin air ini dioperasikan pada daerah yang memiliki *head* yang rendah dan memanfaatkan pusaran gravitasi air sehingga akan menimbulkan perbedaan tekanan air dengan bagian sumbu. Hal ini ditemukan oleh insinyur Austria Franz Zotloterer ketika mencoba untuk menemukan cara untuk menganginkan air tanpa sumber daya eksternal [4].

Cara Kerja Turbin Vortex

Aliran sungai dengan *head* jatuh yang kecil belum dimanfaatkan dengan optimal. Hal ini menjadi referensi untuk memanfaatkan aliran sungai dengan mengubahnya menjadi aliran *vortex*. Seorang Peneliti dari Jerman Viktor Schaubberger mengembangkan teknologi aliran *vortex* (pusaran) untuk diterapkan pada pemodelan turbin air dengan memanfaatkan aliran irigasi yang kemudian diubah menjadi aliran *vortex* (pusaran), yang kemudian dimanfaatkan untuk menggerakkan sudu turbin [5].

Cara kerja turbin Vortex :

1. Air sungai dari tepi sungai disalurkan dan dibawa ke tangki sirkulasi. Tangki sirkulasi ini memiliki suatu lubang lingkaran pada dasarnya.
2. Tekanan rendah pada lubang dasar tangki
3. Energi potensial seluruhnya diubah menjadi energi kinetik
4. Air kemudian kembali ke sungai melalui saluran keluar.

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 [6]. Seperti contoh turbin pada Figure 2 di bawah ini :

[Figure 2 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].

Daya Efektif

Perhitungan daya efektif yang dapat ditransmisikan oleh poros dapat dihitung dengan persamaan. Atau daya efektif yang

dihasilkan oleh pergerakan sudu turbin adalah daya yang sebanding dengan torsi dikali dengan kecepatan sudut sudu [8].

Daya Potensi

Daya hidrolis yang dapat dihasilkan oleh turbin sesuai dengan kapasitas tinggi jatuh yang dapat diketahui [9].

METODE

Perancangan Sistem

Metode yang digunakan untuk merancang dalam penelitian ini yaitu diagram alir sistem alat, studi literatur, perancangan kerangka alat dan turbin, pengumpulan alat dan bahan dan pembuatan alat dan turbin.

Perancangan Kerangka Alat

Sebelum proses pembuatan sebuah alat maka diperlukan perancangan kerangka alat terlebih dahulu, agar supaya alat yang nantinya akan dibuat sesuai dengan desain yang diharapkan. Alat yang dimaksud tersebut adalah sebuah alat pembangkit listrik berskala kecil yang memanfaatkan pusran air atau GWVPP. Proses perancangan alat ini sangat diperlukan sebelum proses pembuatan turbin.

Perancangan Turbin

Setelah proses perancangan alat, maka langkah selanjutnya adalah perancangan turbin. Pada tahap ini turbin yang dirancang adalah turbin model L dengan diameter 40 cm dan 30 cm, atau dengan jarak 5 cm dan 10 cm terhadap dinding basin silinder. Maka turbin ini dirancang agar mudah di bongkar pasang sebagai variasi untuk menemukan perbedaan pengaruh turbin dengan jarak 5 cm dan 10 cm tersebut.

Pengumpulan Alat dan Bahan

Setelah tahap perancangan selesai maka selanjutnya adalah pengumpulan alat dan bahan sebagai persiapan pada proses pembuatan. Pada tahap ini diperlukan persiapan yang matang dan mempersiapkan alat – alat dan bahan yang diperlukan secara lengkap. Adapun alat dan bahan yang diperlukan diantaranya :

- Plat besi
- Besi ulir
- Alat ukur (meteran)
- Gerinda potong
- Mesin las
- Kawat las
- Mesin bubut
- Bor

Pembuatan Alat

Pada tahap ini adalah proses pembuatan alat GWVPP. Proses ini adalah tahap selanjutnya setelah semua alat dan bahan lengkap dan setelah proses perancangan selesai.

Pembuatan Turbin

Pada tahap ini semua alat dan bahan harus dipersiapkan secara lengkap, dan diperlukan pengukuran secara detail pada blade turbin sesuai kebutuhan penelitian yang sudah ditentukan. Yaitu blade berdiameter 40 cm dan 30 cm, sehingga mendapatkan jarak 5 cm dan 10 cm antara turbin dengan dinding basin silinder. Dan dengan tinggi sudu turbin 10 cm sehingga turbin berbentuk L.

Flowchart system

[Figure 3 about here.]

Penjelasan Flowchart system pada Figure 3;

1. Mulai
Memulai untuk melakukan penelitian
2. Studi literatur
Studi literatur dilakukan untuk mencari dan mempelajari dari berbagai sumber referensi yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.
3. Perancangan turbin
Mendesain turbin L ukuran 40 cm dan ukuran 30 cm sebelum melakukan pengujian penelitian.
4. Pengambilan data
Tahap pengambilan data dari pengujian alat yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui hasil dari pengujian alat.
5. Analisa dan pembahasan
Dari point 4 dapat dianalisa dan dibahas Torsi, RPM dan Output Daya yang dihasilkan pada Turbin L ukuran 40 cm dan 30 cm.
6. Penyusunan laporan
Penyusunan Laporan bertujuan untuk menyusun dan melaporkan hasil, dari sebuah penelitian alat dengan hasil yang memang sudah benar dan fix.
7. Selesai
Dengan selesainya penelitian dan pembuatan laporan maka selesai sudah aktifitas penelitian dan pengujian alat serta laporan.

Instrument Peneitian

Adapun Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah :

[Figure 4 about here.]

Pada Figure 4 terdapat wadah (*basin*) atau tempat penam-

pung air yang nantinya akan terjadi pembentukan *vortex* ini, pada umumnya hanya dibentuk silinder.

[Figure 5 about here.]

Tachometer adalah sebuah alat pengujian yang dirancang untuk mengukur kecepatan rotasi dari sebuah objek, seperti alat pengukur dalam sebuah mobil yang mengukur putaran per menit (RPM) dari poros engkol mesin. Namun dalam hal ini tachometer digunakan untuk mengukur kecepatan poros turbin, untuk mengetahui putaran per menit (RPM) dari turbin tersebut. Alat tersebut dapat kita lihat pada Figure 5.

[Figure 6 about here.]

Figure 6 Menunjukkan alat neraca pegas, yang mana neraca pegas ini adalah timbangan sederhana yang menggunakan pegas sebagai alat untuk menentukan massa benda yang di ukurnya. Neraca pegas disini di gunakan untuk mengetahui se- berapa besar torsi yang dihasilkan oleh turbin *vortex*.

[Figure 7 about here.]

Figure 7 Menunjukkan meteran adalah sebagai alat untuk mengukur jarak dan panjang. Dalam penelitian ini, alat ini sangat diperlukan untuk mengukur tinggi jatuh air pada turbin *vortex* untuk menentukan Daya Potensi yang dihasilkan oleh alat GWVPP ini.

[Figure 8 about here.]

Dalam penelitian ini hanya menggunakan turbin dengan 2 variasi, yaitu Turbin model L ukuran 30 cm dan 40 cm. Dengan jarak 5 cm dan 10 cm terhadap dinding basin, seperti yang terdapat pada Figure 8.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan pengujian rancang bangun turbin model L dengan jarak 5 cm dan 10 cm pada tabung *basin silinder* yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh jarak turbin terhadap tabung basin silinder pada alat *Gravitation Water Vortex Power Plant* terhadap output daya yang dihasilkan. Penelitian ini akan merubah jarak turbin ke *basin silinder* pada jarak 5 cm dan 10 cm dengan merubah ketinggian turbin dari tinggi 20 cm, 22 cm, 24 cm, 26 cm, dan 28 cm. Penelitian ini dilakukan agar dapat mengetahui seberapa besar daya efektif dan daya potensi yang dihasilkan pada setiap jarak turbin terhadap pengaruh ketinggian.

Pengujian variasi jarak turbin 5 cm dan 10 cm terhadap pengaruh daya listrik pada alat *gravitation water vortex power plant* (gwvpp) sebagai berikut :

- Siapkan semua alat dan bahan yang dibutuhkan.

- Pastikan rangkaian pipa PVC pada alat GWVPP telah tersambung dengan kuat.
- Letakkan turbin pada tabung basin silinder berbanding lurus dengan outlet basin.
- Menentukan variasi ketinggian, atau jarak turbin terhadap outlet basin silinder.
- Kemudian nyalakan pompa dan tunggu aliran pusaran menjadi stabil. Posisikan turbin terendam dengan sempurna oleh air dan posisikan turbin bagian dasar basin dengan jarak 10-28 cm dengan range 2 cm terhadap lubang outlet basin silinder.
- Menghitung kecepatan rotasi poros turbin (RPM) menggunakan alat ukur tachometer.
- Mencatat data kecepatan putaran poros turbin tanpa beban.
- Mencatat hasil yang ditunjukkan oleh neraca pegas.
- Ulangi langkah 5-10 dengan variasi jarak turbin 5 cm dan 10 cm.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis data statistika deskripsi, yaitu statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi [10].

Analisis yang digunakan untuk mengetahui bagaimana alat GWVPP bekerja pada keadaan optimal. Hal ini dilakukan untuk memberikan informasi ilmiah tentang berbagai fenomena yang terjadi pada objek eksperimen ketika dilakukan penelitian tentang variasi jarak turbin 5 cm dan 10 cm terhadap pengaruh daya listrik pada alat GWVPP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Proses analisis data diambil rata-rata nilai dari lima kali proses pengujian turbin *vortex* pada variasi jarak turbin 5 cm, dan 10 cm. Dengan variasi ketinggian 20 cm, 22 cm, 24 cm, 26 cm, dan 28 cm.

Sebelum menghitung daya efektif dan daya potensi dari tiap-tiap variasi jarak turbin maka perlu dilakukan perhitungan torsi dan rpm terlebih dahulu, dengan menggunakan persamaan (1) - (3)

- Torsi

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

Dimana :

T = Momen Torsi (Nm)

F = Gaya pada poros r = Jari-jari Poros (m)

- Daya efektif

$$P = 2\pi \cdot N \cdot I(2)_{\phi_0}$$

Dimana:

P = Daya (watt)

T = Momen Gaya (Nm)

N = Putaran Turbin (Rpm)

- Daya potensi $P_{pt} = \rho \cdot g \cdot H(3)$ Dimana :

P_{pt} = Daya Potensi (Watt) ρ = Massa Jenis Air (kg/m^3) g = Gravitasi (m/s^2)

H = Tinggi Jatuh Air (m)

Pembahasan

1. Variasi Jarak Turbin 10 cm Pada Tabung Basin Silinder Terhadap Torsi, Daya Efektif dan Daya Potensi

[Figure 9 about here.]

Data pengujian didapatkan dari pengukuran yang telah dilakukan dalam kurun waktu yang bersamaan. Dalam kasus pengujian ini membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat menentukan poros berhenti berputar. Waktu pengujian sampel sepanjang 30 detik yang dibutuhkan dari pengambilan data pengujian untuk setiap perubahan variasi. Pengukuran putaran dilakukan pada kondisi poros berhenti. Pada Figure 9 diatas dapat diketahui bahwa torsi yang paling tinggi berada pada ketinggian turbin 20 cm (0,0002943 Nm) dengan putaran (rpm) 252 Rad/s dan torsi yang paling rendah berada pada ketinggian turbin 28 cm (0,00011772 Nm) dengan putaran (rpm) 220 Rad/s, sedangkan putaran maksimum adalah 252 Rad/s berada pada ketinggian 20 cm dengan torsi 0,0002943 Nm. Data Torsi tersebut diketahui dengan perhitungan menggunakan persamaan (1).

[Figure 10 about here.]

Turbin reaksi tipe L dengan jarak 10 cm pada tabung basin silinder mampu menghasilkan Daya Efektif tertinggi yakni sebesar 0,0077624568 Watt pada ketinggian 20 cm di atas outlet keluaran air. Dan Daya Efektif yang paling rendah berada pada ketinggian 28 cm (0,0026609616 Watt), dengan putaran (rpm) 220 Rad/s. Hasil data ini adalah melalui perhitungan menggunakan persamaan (2). Bertambahnya ketinggian turbin akan menyebabkan torsi turbin tipe L dengan jarak 10 cm terhadap basin ini menjadi lebih kecil, sehingga berpengaruh pada RPM dan Daya Efektif yang dihasilkan. Maka semakin tinggi Torsi dan RPM yang dihasilkan turbin dengan jarak 10 cm ini, semakin tinggi pula Daya Efektifnya seperti yang tertera pada Figure 10.

[Figure 11 about here.]

Dari Figure 11 dapat diketahui pengaruh tinggi turbin terhadap daya potensi. Daya Potensi yang paling tinggi berada pada

ketinggian 28 cm (4,6107 Watt), karena semakin tinggi turbin semakin tinggi pula tinggi jatuh airnya. Maka Daya Potensi yang paling rendah berada pada ketinggian 20 cm (4,1202 Watt). Berbanding terbalik dengan Daya Efektif yang mana semakin tinggi turbin maka semakin rendah Daya Efektif yang dihasilkan Turbin dengan jarak 5 cm terhadap dinding basin silinder ini. Nilai dari Daya Potensi ini dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (3).

2. Variasi Jarak Turbin 5 cm Pada Tabung Basin Silinder Terhadap Torsi, Daya Efektif dan Daya Potensi

[Figure 12 about here.]

Data pengujian didapatkan dari pengukuran yang telah dilakukan dalam kurun waktu yang bersamaan. Dalam kasus pengujian ini membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat menentukan poros berhenti berputar. Waktu pengujian sampel sepanjang 30 detik yang dibutuhkan dari pengambilan data pengujian untuk setiap perubahan variasi. Pengukuran putaran dilakukan pada kondisi poros berhenti. Pada Figure 12 diatas dapat diketahui bahwa torsi yang paling tinggi berada pada ketinggian turbin 26 cm (0,00282528 Nm) dengan putaran (rpm) 221 Rad/s dan torsi yang paling rendah berada pada ketinggian turbin 22 cm (0,00194238 Nm) dengan putaran (rpm) 163 Rad/s, sedangkan putaran maksimum adalah 231 Rad/s berada pada ketinggian 24 cm dengan torsi 0,00270756 Nm. Data Torsi tersebut diketahui dengan perhitungan menggunakan persamaan (1).

[Figure 13 about here.]

Turbin reaksi tipe L dengan jarak 5 cm pada tabung basin silinder mampu menghasilkan Daya Efektif tertinggi yakni sebesar 0,065463385 Watt pada ketinggian 24 cm di atas outlet keluaran air. Dan Daya Efektif yang paling rendah berada pada ketinggian 28 cm (0,02848698432 Watt), dengan putaran (rpm) 136 Rad/s. Hasil data ini adalah melalui perhitungan menggunakan persamaan (2). Bertambahnya ketinggian turbin akan menyebabkan torsi turbin tipe L dengan jarak 10 cm terhadap basin ini menjadi lebih kecil, sehingga berpengaruh pada RPM dan Daya Efektif yang dihasilkan. Maka semakin tinggi Torsi dan RPM yang dihasilkan turbin dengan jarak 5 cm ini, semakin tinggi pula Daya Efektifnya seperti yang tertera pada Figure 13.

[Figure 14 about here.]

Dari Figure 14 dapat diketahui pengaruh tinggi turbin terhadap daya potensi. Daya Potensi yang paling tinggi berada pada ketinggian 26 dan 28 cm (4,0221 Watt), karena semakin tinggi turbin semakin tinggi pula tinggi jatuh airnya. Maka Daya Potensi yang paling rendah berada pada ketinggian 20 cm dan 22 cm (3,7278 Watt). Berbanding terbalik dengan Daya Efektif yang mana semakin tinggi turbin maka semakin rendah Daya Efektif yang dihasilkan Turbin dengan jarak 10 cm terhadap dinding

basin silinder ini. Nilai dari Daya Potensi ini dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (3).

KESIMPULAN

Berdasarkan dari analisa, perancangan dan pengujian alat ini dapat disimpulkan bahwa, putaran maksimum yang didapatkan turbin model L dengan jarak 5 cm terhadap dinding basin silinder adalah 231 Rad/s dengan torsi 0,00270756 N/m, sedangkan putaran maksimum pada turbin model L dengan jarak 10 cm terhadap *basin silinder* adalah 252 Rad/s dengan torsi 0,0002943 N/m. Daya efektif pada turbin model L dengan jarak 5 cm terhadap dinding *basin silinder* mampu menghasilkan daya efektif tertinggi adalah 0,065463385 Watt pada ketinggian 24 cm, sedangkan daya efektif tertinggi pada turbin model L dengan jarak 10 cm terhadap dinding basin silinder adalah 0,0077624568 Watt pada ketinggian 20 cm dari outlet keluaran air. Pada daya potensi turbin model L dengan jarak 5 cm dapat menghasilkan daya potensi tertinggi pada ketinggian 26 cm dan 28 cm dengan daya potensi 4,0221 watt. Sedangkan turbin model L dengan jarak 10 cm dapat menghasilkan daya potensi tertinggi 4,6107 watt dengan ketinggian 28 cm terhadap *outlet* keluaran air.

REFERENSI

- [1] P. M. A. Ardiansyah & H. Adiwibowo, Uji Eksperimental Kinerja Turbin Reaksi Aliran Vortex Tipe Sudu Berpenampang Lengkung L Dengan Variasi Sudut Pada Ujung Sudu, Jtm, 2017.
- [2] B. Zainudin & Rahmat, Pengujian Alat Uji Vortex Bebas Dan Vortex Paksa, Zona, 2017, vol. 8.
- [3] L. Sinaga, S. Gultom, T. B. Nur, T. B. Sitorus, H. Ambarita, & Mahadi, "Pengaruh Jarak Sudu Terhadap Prestasi Turbin Vortex Berpenampang Lingkaran Dengan Diameter Sudu 46 Cm," 2015.
- [4] R. V. Rinanda & Permatasari, "Optimasi Desain Turbin Air Tipe Vortex Dengan 5 Variasi Jumlah Sudu Terhadap Efisiensi", Seminar Nasional Cendekiawan ke 4 Tahun," *Teknik*, vol. 1, pp. 2460-8696, 2018.
- [5] 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.
- [6] L. Kusumawardhani, Analysis of Hydro Power in Indonesian Recommendation for the Future", Japan, 2011.
- [7] Djuhana, "Pusat Pengembangan Bahan Ajar UMB," 2008.
- [8] B. Munson, R. Young, F. Donald, T. Okiishi, & H, "Fun-

damentals Of Fluid Mechanics Fifth Edition," 2006.

- [9] F. Dietzel, *Turbin Pompa Dan Kompresor*. Erlangga, Jakarta: Jerman, 1988.
- [10] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 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: 2020-03-19

Accepted: 2020-04-16

Published: 2020-04-27

DAFTAR GAMBAR

1	Aliran <i>Vortex</i>	64
2	Turbin Model L	64
3	Flowchart system.....	65
4	Tabung <i>Basin</i>	66
5	<i>Tachometer</i>	66
6	Neraca Pegas	67
7	Meteran	67
8	(a) Turbin Model L ukuran 30 cm, (b) Turbin Model L ukuran 40 cm	68
9	Pengaruh Tinggi Turbin Terhadap Torsi Dan RPM	69
10	Pengaruh Tinggi Turbin Terhadap Torsi Dan Daya Efektif.....	69
11	Pengaruh Tinggi Turbin Terhadap Torsi Dan Daya Potensi	69
12	Pengaruh Tinggi Turbin Terhadap Torsi Dan RPM	70
13	Pengaruh Tinggi Turbin Terhadap Torsi Dan Daya Efektif.....	70
14	Pengaruh Tinggi Turbin Terhadap Torsi Dan Daya Potensi	70

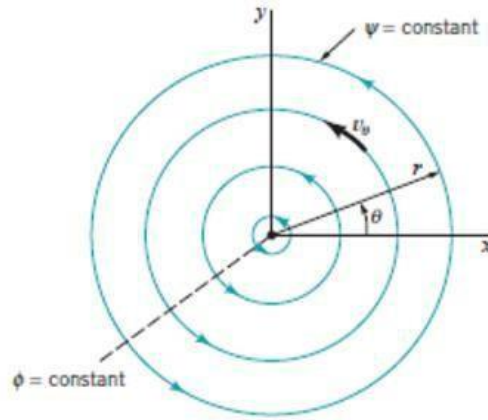


Figure 1. Aliran *Vortex*



Figure 2. Turbin Model L

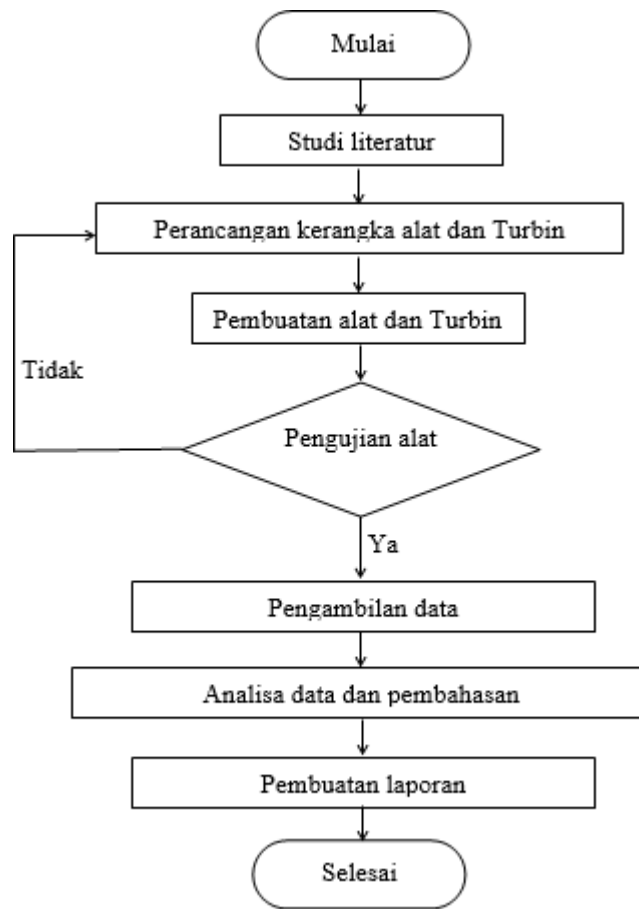


Figure 3. Flowchart system



Figure 4. Tabung *Basin*

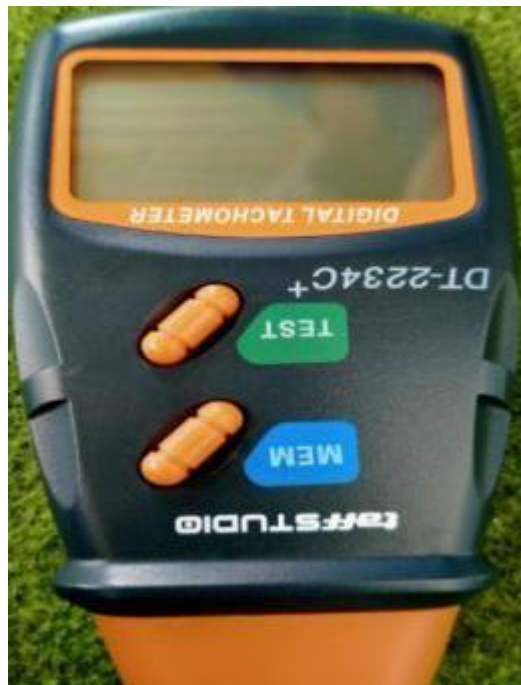


Figure 5. *Tachometer*



Figure 6. Neraca Pegas



Figure 7. Meteran

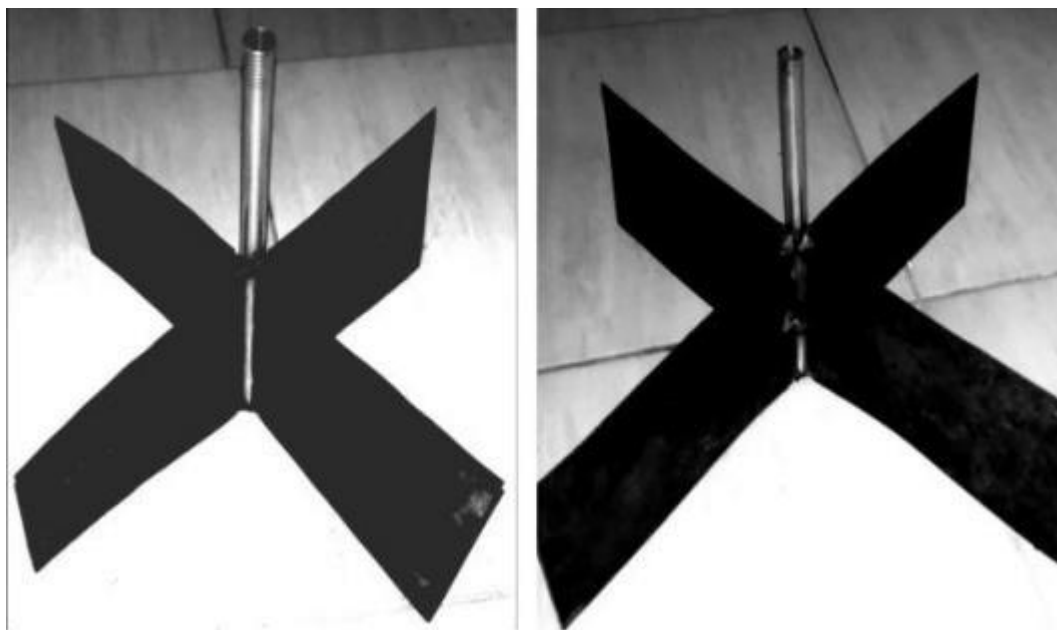


Figure 8. (a) Turbin Model L ukuran 30 cm, (b) Turbin Model L ukuran 40 cm

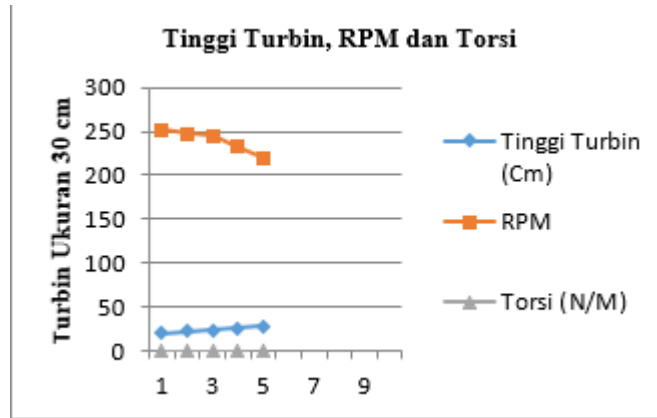


Figure 9. Pengaruh Tinggi Turbin Terhadap Torsi Dan RPM

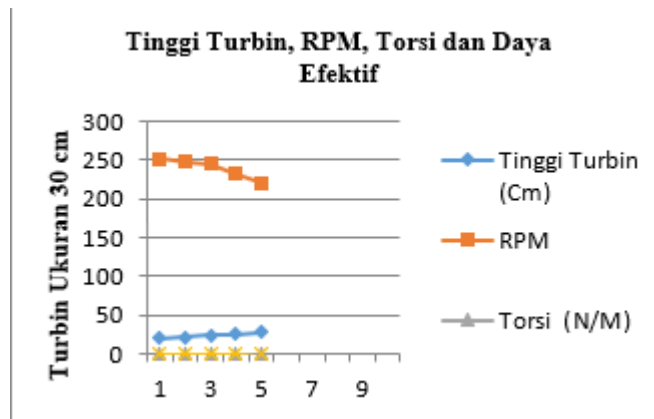


Figure 10. Pengaruh Tinggi Turbin Terhadap Torsi Dan Daya Efektif

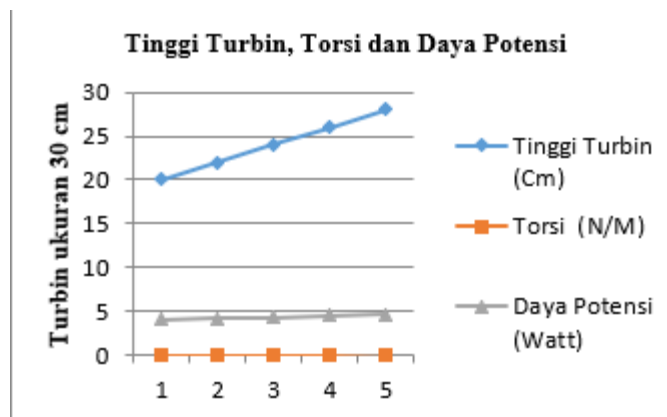


Figure 11. Pengaruh Tinggi Turbin Terhadap Torsi Dan Daya Potensi

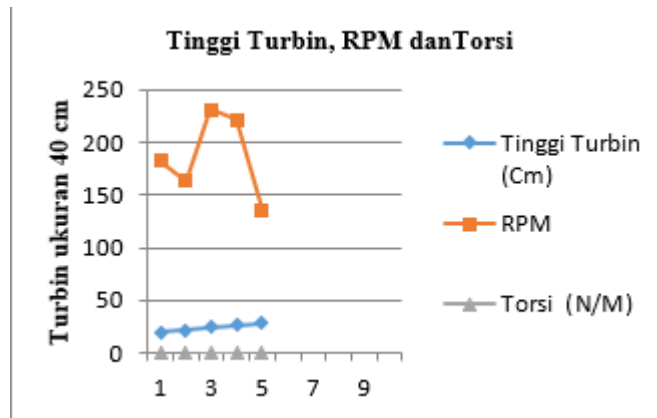


Figure 12. Pengaruh Tinggi Turbin Terhadap Torsi Dan RPM

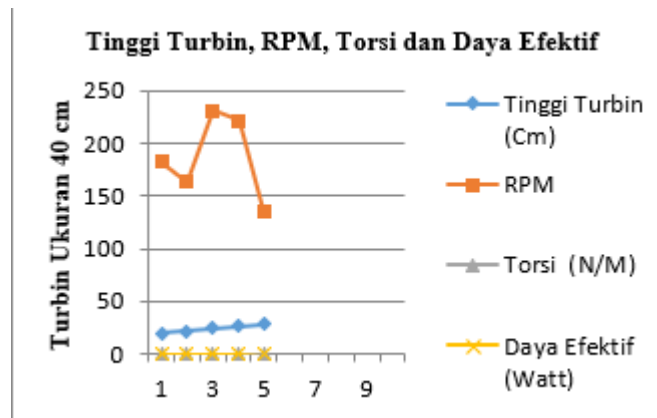


Figure 13. Pengaruh Tinggi Turbin Terhadap Torsi Dan Daya Efektif

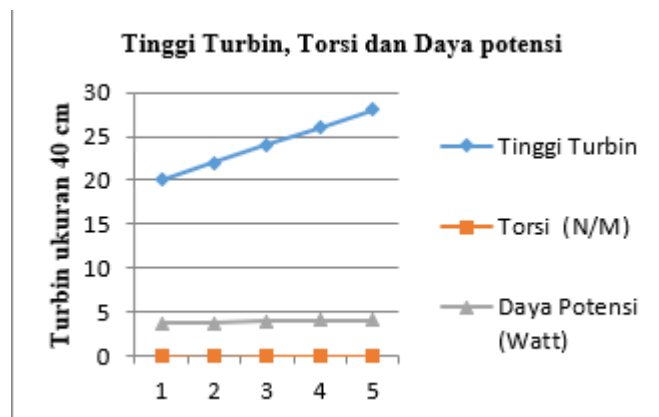


Figure 14. Pengaruh Tinggi Turbin Terhadap Torsi Dan Daya Potensi