

ANALISIS POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIDRO VORTEX (PLTHV) DI DESA SAWAH KEMBANG

1,2,3,4) Program Studi Teknik
Elektro Universitas Nurul
Jadid Paiton Probolinggo,

**Ilmirrizki Imaduddin¹⁾, Dwi Agus Fahreza²⁾, Lukmanul Hakim³⁾,
Faris Rahman Maulana⁴⁾**

Corresponding email¹⁾ :
ilmi.eeunuja@gmail.com

Received: 19.09.2022
Accepted: 27.11.2022
Published: 28.12.2022

©2022 Politala Press.
All Rights Reserved.

Abstrak. Listrik adalah salah satu elemen paling mendasar dari kehidupan di dunia. Dusun Sawah kembang terletak di daerah pegunungan sebelah selatan Kabupaten Probolinggo merupakan salah satu Dusun pegunungan yang belum mendapatkan pasokan listrik dari PLN. Penelitian ini dilakukan survei terhadap 16 pembangkit listrik tenaga hidro vortex yang berada di Dusun Sawah Kembang yang akan diteliti. Selanjutnya proses pengambilan data yaitu rpm, tegangan, arus, frekuensi, dan daya listrik dengan menggunakan rumus untuk menghasilkan nilai teoritis pada tiap-tiap pembangkit. Dari penelitian ini didapatkan 13 pembangkit yang masih berjalan dan 3 pembangkit yang sudah rusak, dimana potensi besar yang dihasilkan pada pembangkit listrik tenaga hidro vortex yang dihasilkan rata-rata frekuensi 65, 89 Hz dengan daya listrik yang dihasilkan rata-rata 157,714 watt pada tiap-tiap pembangkit. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa Dusun Sawah kembang dapat menerapkan energi terbarukan untuk menuju Desa mandiri Energi sebagai Dusun percontohan. Kata Kunci: Frekuensi, Daya Listrik, Energi Terbarukan, Desa Mandiri Energi, PLTHV.

Abstract. Electricity is one of the most basic elements of life on earth. Sawah Bunga Hamlet is located in a mountainous area to the south of Probolinggo Regency, which is one of the mountainous hamlets that has not yet received electricity supply from PLN. In this study, a survey was conducted of 16 hydro vortex power plants located in Sawah Kembang Hamlet which will be investigated. Furthermore, the data collection process is rpm, voltage, current, frequency, and electric power by using a formula to produce a theoretical value for each generator. From this research, it was found that 13 power plants were still running and 3 plants were damaged, where the large potential generated by the hydro vortex power plant produced an average frequency of 65.89 Hz with an average of 157.714 watts of electrical power generated at each. each generator. The results of this study indicate that Dusun Sawah Bunga can apply renewable energy to get to an Energy Independent Village as a pilot village. Keywords: Frequency, Electricity, Renewable Energy, Energy Independent Village, PLTHV.

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v9i2.207>

1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan satu elemen mendasar kehidupan di dunia. Energi listrik dibutuhkan untuk bertahan hidup serta diperlukan sebagai kegiatan diberbagai bidang yaitu pendidikan, kesehatan, transportasi dan infrastruktur, yang merupakan faktor penting dalam pertumbuhan dan pengembangan bidang ekonomi pada satu wilayah [1]. *Gravitational Water Vortex Power Plant* merupakan tipe *green technology* yang merupakan kategori pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Saat ini dikategorikan sebagai tenaga mikrohidro disebabkan pembangkit listrik maksimum tidak melebihi 100kW [2].

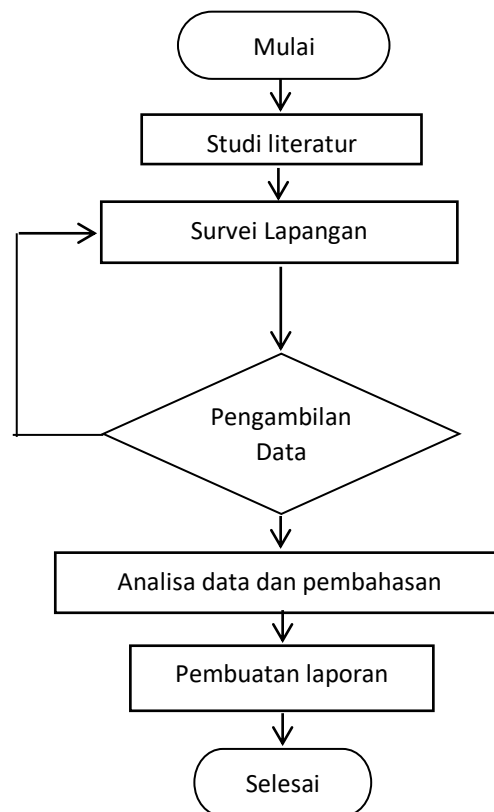
Tenaga air merupakan energi terbarukan yang memanfaatkan air sebagai pengganti pembangkit berbahan bakar fosil. Akan tetapi aliran air belum semuanya memiliki *head* yang besar sehingga belum dimanfaatkan secara optimal. Hal ini menjadi referensi untuk memanfaatkan aliran air yang belum mempunyai *head* besar menjadi sebuah aliran *vortex* (pusaran) untuk menambah energi yang dihasilkan aliran air [3]. Aliran *vortex* juga dikenal sebagai aliran pulsating atau pusaran yang terjadi pada berbagai macam fluida seperti air, minyak, udara. Contohnya suatu fluida mengalir di dalam pipa yang mengalami perubahan mendadak. Aliran *vortex* dianggap suatu kerugian pada suatu aliran fluida meskipun sebenarnya ada yang menguntungkan. Belakangan ini prinsip aliran *vortex* banyak digunakan untuk pembangkit listrik mikro [4].

2. Metodologi

Pada tahapan metode analisis data yang dilakukan pada penelitian meliputi beberapa tahapan yang dilakukan diantaranya :

1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lokasi Dusun Sawah Kembang Kabupaten Probolinggo. penelitian dilaksanakan dengan mengikuti beberapa proses tahapan seperti pada diagram alur (*Flowchart*) pada Gambar 1 berikut ini:



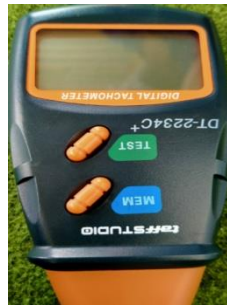
Gambar 1. Diagram alur penelitian

2. Proses Persiapan Alat Ukur

Pada proses pengambilan data dilakukan dengan menggunakan beberapa alat ukur yang digunakan, diantaranya :

a. *Tachometer*

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.



Gambar 2. Tachometer

Langkah dalam pengambilan data rpm menggunakan *tachometer*, yaitu (1) dipasang *Lenghtening bar* dan *pit* sentuh pada alat *tachometer*, (2) mulai peralatan yang akan diukur dan tunggu hingga kecepatan stabil, (3) memulai alat *tachometer*, masukkan modulus pengukuran kecepatan default, bawak meteran secara bertahap lebion dekat ke objek berputar, sehingga sentuhan pit lancar dapat menghubungkan objek yang akan diukur. Tekan tombol pengukuran dan membaca nilai display LCD.

b. *Anemometer*

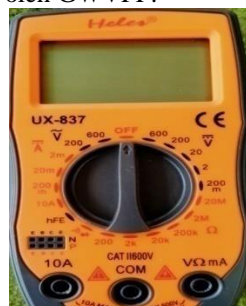
Anemometer adalah sebuah perangkat untuk mengukur kecepatan angin dan untuk mengukur arah angin. *Anemometer* merupakan salah satu instrumen yang sering digunakan oleh Badan Meterologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Kata *anemometer* berasal dari Bahasa Yunani *anemos* yang berarti angin, angin merupakan udara yang bergerak ke segala arah, angin bergerak dari 6 suatu tempat menuju ke tempat yang lain.



Gambar 3. Anemometer

c. *Avometer*

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



Gambar 4. Avometer

Metode menggunakan *Avometer* adalah : (1) atur terlebih dahulu *switch selector* pada posisi *DCA* (*direct current ampere*) yang berfungsi untuk mengukur arus searah atau lihat pada gambar 4, (2) lakukan pengukuran dengan meletakkan kedua *probe* alat ukur pada rangkaian yang akan di ukur (alat ukur harus dipasang seri terhadap rangkaian), dan nilainya dapat langsung terlihat.

d. *Clamp Meter*

Clamp Meter atau tang meter merupakan alat ukur yang berfungsi sebagai pengukur arus listrik pada kabel konduktor yang dialiri arus listrik dengan menggunakan dua rahang penjepitnya (*Clamp*) tanpa harus memiliki kontak langsung dengan terminal listriknya. Dengan

demikian, kita tidak perlu mengganggu rangkaian listrik yang akan diukur, cukup dengan ditempatkan pada sekeliling kabel listrik yang akan diukur. Pada umumnya, Tang Ampere (*Clamp Meter*) yang terdapat di pasaran memiliki fungsi sebagai Multimeter juga. Jadi selain terdapat dua rahang penjepit, *Clamp Meter* juga memiliki dua probe yang dapat digunakan untuk mengukur Resistansi, Tegangan AC, Tegangan DC dan bahkan ada model tertentu yang dapat mengukur Frekuensi, Arus Listrik DC, Kapasitansi dan Suhu.



Gambar 5. *Clamp Meter*

3. Proses Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan 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. Pada tahap menganalisa yang dilakukan pada penelitian meliputi :

a. Pengukuran Rpm

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

b. Pengukuran Tegangan

Tegangan listrik merupakan perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik, dan dinyatakan dalam satuan volt. Tergantung pada perbedaan potensial listriknya, suatu tegangan listrik dapat dikatakan sebagai ekstra rendah, rendah, tinggi atau ekstra tinggi. Secara definisi tegangan listrik menyebabkan obyek bermuatan listrik negatif tertarik dari tempat bertegangan rendah menuju tempat bertegangan lebih tinggi. Sehingga arah arus listrik konvensional di dalam suatu konduktor mengalir dari tegangan tinggi menuju tegangan rendah [6].

c. Pengukuran Arus

Suatu cara yang populer untuk pengukuran tahanan adalah menggunakan metode voltmeter amperemeter. Jika V antara ujung-ujung tahanan dan I melalui tahanan tersebut diukur, tahanan R_x yang tidak diketahui ditentukan berdasarkan hukum ohm [7].

$$R_x = \frac{V}{I} \quad (1)$$

$$V = I \times R_x \quad (2)$$

$$I = \frac{V}{R} \quad (3)$$

d. Pengukuran Daya Listrik

Daya Listrik bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Power* merupakan jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Sumber Energi seperti Tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung 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 dikonsumsinya. 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 [8], dan sebaliknya melalui Persamaan 4 berikut.

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

Dimana,

P = Daya Listrik (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

3. Hasil dan Pembahasan

1. Pengambilan Data

Pada proses pengambilan data sebanyak 13 pembangkit listrik tenaga hidro *vortex* dimana ada 3 pembangkit yang kondisinya sudah rusak dari total 16 pembangkit listrik tenaga hidro *vortex* yang berada di Dusun Sawah Kembang. Adapun data yang didapatkan yaitu :

1. Hasil Pengambilan Data Pembangkit Listrik Tenaga Hidro *Vortex* 1

Tabel 1. Data Pembangkit

No	Rpm	Volt (V)	Amper (A)	Frekuensi (Hz)	Daya Listrik (W)
1	493	189	1,28	44	241,92
2	325	185	1,27	44	234,95
3	484	184	1,26	44	231,84
4	325	186	1,27	44	236,22
5	486	184	1,24	44	228,16

2. Hasil Pengambilan Data Pembangkit Listrik Tenaga Hidro *Vortex* 2

Tabel 2. Data Pembangkit

No	Rpm	Volt (V)	Amper (A)	Frekuensi (Hz)	Daya Listrik (W)
1	343	246	0,37	34	91,02
2	340	224	0,39	32	87,36
3	341	197	0,4	47	78,8
4	339	220	0,4	38	88
5	344	218	0,41	44	89,38

3. Hasil Pengambilan Data Pembangkit Listrik Tenaga Hidro *Vortex* 3

Tabel 3. Data Pembangkit

No	Rpm	Volt (V)	Amper (A)	Frekuensi (Hz)	Daya Listrik (W)
1	350	228	1,51	73	344,28
2	325	226	1,46	68	329,96
3	380	225	1,55	33	348,75
4	350	224	1,5	89	336
5	365	229	1,54	42	352,66

4. Hasil Pengambilan Data Pembangkit Listrik Tenaga Hidro *Vortex* 4

Tabel 4. Data Pembangkit

No	Rpm	Volt (V)	Amper (A)	Frekuensi (Hz)	Daya Listrik (W)
1	378	31	0,12	44	3,72
2	306	20	0,18	22	3,6
3	304	34	0,12	14	4,08
4	308	33	0,13	14	4,29
5	380	36	0,15	21	5,4

5. Hasil Pengambilan Data Pembangkit Listrik Tenaga Hidro *Vortex* 5

Tabel 5. Data Pembangkit

No	Rpm	Volt (V)	Amper (A)	Frekuensi (Hz)	Daya Listrik (W)
----	-----	----------	-----------	----------------	------------------

1	478	209	2,18	56,9	455,62
2	406	193	2,17	76,8	418,81
3	404	218	2,13	158	464,34
4	408	213	2,16	159	460,08
5	370	217	2,14	151	464,38

6. Hasil Pengambilan Data Pembangkit Listrik Tenaga Hidro *Vortex 6*

Tabel 6. Data Pembangkit

No	Rpm	Volt (V)	Amper (A)	Frekuensi (Hz)	Daya Listrik (W)
1	197,6	166	0,65	59	107,9
2	198,2	165	0,66	146	108,9
3	174	164	0,65	148	106,6
4	182	164	0,66	110	108,24
5	181	165	0,65	91,2	107,25

7. Hasil Pengambilan Data Pembangkit Listrik Tenaga Hidro *Vortex 7*

Tabel 7. Data Pembangkit

No	Rpm	Volt (V)	Amper (A)	Frekuensi (Hz)	Daya Listrik (W)
1	802	210	0,9	53	189
2	589	209	0,92	53	192,28
3	757	211	0,92	53	194,12
4	730	210	0,9	53	189
5	448	190	0,78	53	148,2

8. Hasil Pengambilan Data Pembangkit Listrik Tenaga Hidro *Vortex 8*

Tabel 8. Data Pembangkit

No	Rpm	Volt (V)	Amper (A)	Frekuensi (Hz)	Daya Listrik (W)
1	702	237	1,05	45	248,85
2	689	226	1,06	45	239,56
3	857	239	1,08	45	258,12
4	730	224	1,05	46	235,2
5	548	240	1,06	44	254,4

9. Hasil Pengambilan Data Pembangkit Listrik Tenaga Hidro *Vortex 9*

Tabel 9. Data Pembangkit

No	Rpm	Volt (V)	Amper (A)	Frekuensi (Hz)	Daya Listrik (W)
1	434	104	0,74	28,2	76,96
2	504	106	0,73	16,69	77,38
3	581	104	0,75	17,35	78
4	544	105	0,72	22	75,6
5	433	104	0,73	24	75,92

10. Hasil Pengambilan Data Pembangkit Listrik Tenaga Hidro *Vortex 10*

Tabel 10. Data Pembangkit

No	Rpm	Volt (V)	Amper (A)	Frekuensi (Hz)	Daya Listrik (W)
1	234	153	1,04	62	159,12
2	204	154	1,08	60	166,32
3	281	153	1,08	58	165,24
4	244	154	1,09	62	167,86
5	233	154	1,08	60	166,32

11. Hasil Pengambilan Data Pembangkit Listrik Tenaga Hidro Vortex 11

Tabel 11. Data Pembangkit

No	Rpm	Volt (V)	Amper (A)	Frekuensi (Hz)	Daya Listrik (W)
1	134	74	0,99	27	73,26
2	104	73	0,98	26	71,54
3	181	71	0,97	25	68,87
4	144	72	0,98	26	70,56
5	133	75	0,99	27	74,25

12. Hasil Pengambilan Data Pembangkit Listrik Tenaga Hidro Vortex 12

Tabel 12. Data Pembangkit

No	Rpm	Volt (V)	Amper (A)	Frekuensi (Hz)	Daya Listrik (W)
1	230	160	0,42	30	67,2
2	220	155	0,4	26	62
3	280	165	0,47	45	77,55
4	230	160	0,45	40	72
5	237	167	0,49	51	81,83

13. Hasil Pengambilan Data Pembangkit Listrik Tenaga Hidro Vortex 13

Tabel 13. Data Pembangkit

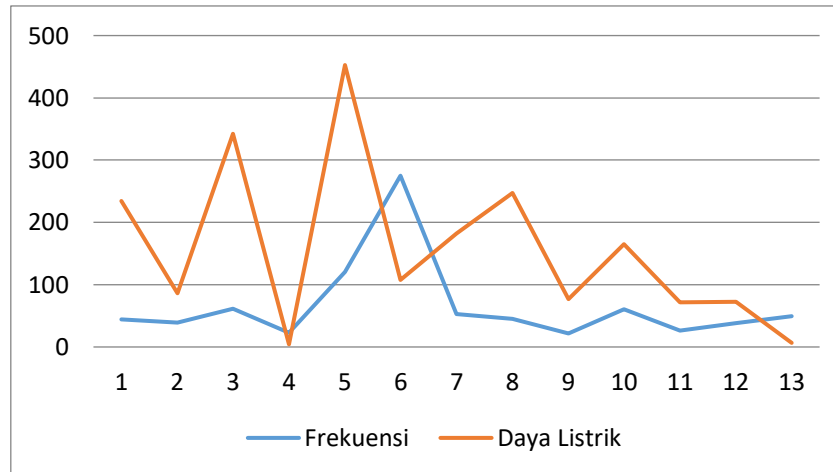
No	Rpm	Volt (V)	Amper (A)	Frekuensi (Hz)	Daya Listrik (W)
1	320	200	1,63	50	326
2	377	195	1,61	49	313,95
3	380	197	1,5	48	295,5
4	305	199	1,7	51	338,3
5	320	200	1,6	50	320

Dari data 13 pembangkit yang ada pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 13, dapat diketahui rata-rata frekuensi yang dihasilkan pada tiap-tiap pembangkit diantaranya pembangkit 1 rata-rata frekuensi yang dihasilkan 44 Hz dengan rata-rata daya listrik yang dihasilkan 234,62 Watt, pembangkit 2 rata-rata frekuensi yang dihasilkan 39 Hz dengan rata-rata daya listrik yang dihasilkan 86,92 Watt, pembangkit 3 rata-rata frekuensi yang dihasilkan 61 Hz dengan rata-rata daya listrik yang dihasilkan 342,33 Watt, pembangkit 4 rata-rata frekuensi yang dihasilkan 23 Hz dengan rata-rata daya listrik yang dihasilkan 42,18 Watt, pembangkit 5 rata-rata frekuensi yang dihasilkan 120,34 Hz dengan rata-rata daya listrik yang dihasilkan 452,65 Watt, pembangkit 6 rata-rata frekuensi yang dihasilkan 275 Hz dengan rata-rata daya listrik yang dihasilkan 107,67 Watt, pembangkit 7 rata-rata frekuensi yang dihasilkan 53 Hz dengan rata-rata daya listrik yang dihasilkan 182,52 Watt, pembangkit 8 rata-rata frekuensi yang dihasilkan 45 Hz dengan rata-rata daya listrik yang dihasilkan 247,23 Watt, pembangkit 9 rata-rata frekuensi yang dihasilkan 21,7 Hz dengan rata-rata daya listrik yang dihasilkan 76,78 Watt, pembangkit 10 rata-rata frekuensi yang dihasilkan 60,4 Hz dengan rata-rata daya listrik yang dihasilkan 164,98 Watt, pembangkit 11 rata-rata frekuensi yang dihasilkan 26,2 Hz dengan rata-rata daya

listrik yang dihasilkan 71,7 Watt, pembangkit 12 rata-rata frekuensi yang dihasilkan 38,4 Hz dengan rata-rata daya listrik yang dihasilkan 72,12 Watt, dan pembangkit 13 rata-rata frekuensi yang dihasilkan 49,6 Hz dengan rata-rata daya listrik yang dihasilkan 65,54 Watt.

2. Pembahasan Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Hidro Vortex

Hasil dari perhitungan daya listrik berdasarkan tegangan dan arus yang dihasilkan pada 13 pembangkit listrik tenaga *hidro vortex* yang berada di Dusun Sawah Kembang, dapat dilihat hasil rata-rata setiap pembangkit pada Gambar 6. Hanya ada 3 pembangkit yang kondisinya rusak, sehingga tidak bisa dilakukan proses pengambilan data.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Rata-rata Frekuensi (Hz) Terhadap Daya Listrik (W)

Pada Gambar 6 menunjukkan hasil rata-rata frekuensi dan daya listrik pada tiap-tiap pembangkit yang berada di Dusun Sawah Kembang, dimana perhitungan daya listrik menggunakan persamaan rumus 4, menghasilkan daya listrik kisaran 157,714 Watt dengan kisaran frekuensi 65,89 Hz pada tiap-tiap pembangkit. Berdasarkan hasil perhitungan serta analisis didapatkan kesimpulan dari 13 pembangkit yang telah dilakukan pengujian di Dusun Sawah Kembang Kabupaten Probolinggo, bahwasanya Dusun Sawah kembang mempunyai potensi besar untuk bisa menjadi Desa Mandiri Energi dengan aliran sungai yang besar.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang diperoleh dari hasil 13 pembangkit listrik tenaga hidro *vortex* di Dusun Sawah Kembang Kabupaten Probolinggo memiliki potensi besar sebagai sumber PLTHV di Kabupaten Probolinggo sebagai desa mandiri energi yang memiliki nilai daya listrik teoritis rata-rata sebesar 157, 714 waat dengan frekuensi 65, 89 Hz.

Ucapan Terima Kasih

Sampaikan ucapan terima kasih kepada editor dan reviewer atas segala saran, masukan dan telah membantu dalam proses penerbitan naskah. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada pihak-pihak yang telah mendukung penelitian dan memberikan bantuan moral dan material.

Daftar Pustaka

- [1] Muhammad Bahrullah, Muhammad Hasan Basri, Amalia Herlina, Bahtera Indarto. "Perancangan Generator 3 Phase Pada *Gravitation Water Vortex Power Plant (GWVPP)*". *ELEMEN Jurnal Teknik Mesin* Vol.7 No.1 Juni 2020 ; pp. 46 – 53.
- [2] Mochammad Ilham Nafi', Muhammad Hasan Basri, Hilman Saraviyanto Iskawanto, Bachtera Indarto, Alfin Tranggono Agus Salim. " Rancang Bangun *Gravitation Water Vortex Power Plant (GWVPP)* Berbasis Basin Silinder". *Journal of Electrical Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE)*. *JEECAE* Vol.5, No.1, Mei 2020.
- [3] Tanjung, I. F. *et al.* "Analisa Performansi Turbin *Vortex* Menggunakan Perangkat Lunak Cfd Dengan Variasi Dimensi Sudu I Dan Sudu Iii, Debit Air Masuk Serta Luas Saluran Buang," *J. Din.*, vol. 3, no. 4.
- [4] Sumantri, F. and M. Fitri. "Perancangan alat uji *vortex* bebas dan *vortex* paksa," vol. 8, no. 2. 2017.
- [5] Muhammad Hasan Basri, Rahmad Rizky, dkk. "Pemanfaatan Saluran Irigasi Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (*Vortex*) Untuk Daerah Tidak Terdampak Pasokan Listrik PLN". *GUYUB: Journal of*

- Community Engagement* Vol. 2, No. 1, Januari-April 2021 p-ISSN: 2723-1232; e-ISSN: 2723 1224 DOI: 10.33650/guyub.v2i1.1907.
- [6] Nur Indrihastuti, Ahmad Thohirin, Dewi Karsina. “Perencanaan Pengisi Daya Sederhana Memanfaatkan Dinamo Sepeda”. *Jurnal Cahaya Bagaskara* Vol. 4 No.1-Februari 2019.
- [7] William D. Cooper. *Instrumentasi Elektronika dan Pengukuran* Edisi ke-2. Erlangga, Jakarta Pusat 1985.
- [8] C. K. Alexander, *Fundamentals of Electric Circuits*, Fourth Edition. New York: McGraw-Hill, 2009.