

Perancangan Generator Axial Fluks 3 Phasa Pada Pembangkit Listrik Tenaga Ombak (PLTO)

¹Muhammad Hasan Basri, ²Sulistiyanto, ³Ach. Najihuddin

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Nurul Jadid, Probolinggo

¹hasanmohhammadbasri83@gmail.com, ²sulistiyanto@ymail.com, ³achnajihuddin6@gmail.com

Abstract - Technological developments in the current era of globalization have resulted in a very large increase in the need for electrical energy. In this study, electrical energy is one of the most basic elements of life on earth. The technology currently being developed is a wave power plant (PLTO). PLTO uses a generator to convert mechanical energy into electrical energy. In designing a 3-phase axial flux generator, several ways are carried out including 1) Designing the Generator, 2) Preparing materials and tools, 3) Designing and testing, 4) Testing and analyzing. From the results of the design, manufacture, testing, and analysis of the research, it can be concluded that the design of the 3 Phase Axial Flux generator which is designed to produce low-power wave power generators, can be proven through data collection for 2 days which was carried out at 08:30 – 10:45 a.m. At the time of data collection on the first day, it can be seen that the voltage is 16.06 volts, the current is 0.66 Amperes, the pulse rpm is 10.59, the motor rpm is 39.8, and the electric power is 10.60 watts. These are all data from the first day which are the highest. And on day 2, the results obtained were a voltage of 16.2 volts, a current of 0.65 Amperes, a pulley rpm of 141.5, a motor rpm of 192.2, and an electric power of 10.53. With a rotor made of 12 coils of 5000 turns which are capable of producing an average DC current of 11.8 A, using a mass of floats.

Keywords — Wave Power Plant (PLTO), Generator, Electrical power, Voltage and Current

Abstrak— Perkembangan teknologi di era globalisasi saat ini berimbas pada peningkatan kebutuhan energi listrik yang sangat besar. Pada penelitian ini energi listrik adalah salah satu elemen paling mendasar dari kehidupan di dunia. Teknologi yang sedang marak dikembangkan adalah pembangkit listrik tenaga ombak (PLTO), PLTO menggunakan generator sebagai pengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Pada perancangan generator axial fluks 3 phase ini dilakukan beberapa cara diantaranya 1) Mendesain Generator, 2) Mempersiapkan bahan dan alat, 3) Merancang dan mencoba, 4) Menguji dan menganalisa. Dari hasil perancangan, pembuatan, pengujian, dan analisis penelitian dapat diperoleh kesimpulan, Perancangan generator Axial Fluks 3 Phasa yang dirancang bisa menghasilkan daya listrik pada pembangkit listrik tenaga ombak yang rendah, dapat dibuktikan melalui pengambilan data selama 2 hari yang dilakukan pada jam 08:30 – 10:45 wib. Pada saat pengambilan data hari pertama dapat diketahui tegangan 16,06 volt, arus 0,66 Amper, rpm pulley 10,59, rpm motor 39,8, dan daya listrik 10,60 watt, ini semua data dari hari pertama yang paling tinggi. Dan di hari ke 2 didapatkan hasil tegangan 16,2 volt, arus 0,65 Amper, rpm pulley 141,5, rpm motor 192,2, dan daya listrik 10,53. Dengan rotor yang dibuat 12 buah kumparan 5000 lilitan yang mampu menghasilkan arus DC rata-rata 11,8 A, dengan menggunakan massa pelampung.

Kata Kunci— Pembangkit Listrik Tenaga Ombak (PLTO); Generator; Daya listrik; Tegangan dan Arus;

I. Pendahuluan

Perkembangan teknologi di era globalisasi saat ini merimbas pada peningkatan kebutuhan energi listrik yang sangat besar, baik dinegara maju maupun berkembang seperti Indonesia. Generator elektromekanis adalah perangkat yang mampu menghasilkan listrik dari energi mekanik [1]. Energi listrik adalah salah satu elemen paling mendasar dari kehidupan di dunia. Energi listrik dibutuhkan untuk bertahan hidup dan sangat diperlukan untuk berbagai kegiatan diberbagai bidang yaitu: pendidikan, kesehatan, transportasi dan infrastruktur, dan juga merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan pengembangan bidang ekonomi dari suatu wilayah atau daerah tertentu [2]. Gelombang laut merupakan pergerakan air naik dan turun tegak lurus terhadap permukaan laut. Secara umum penyebab pembentukan gelombang permukaan laut adalah angin [3].

Linear Permanent Magnet Generator merupakan generator yang bergerak secara linier yang menggunakan prinsip induksi medan magnetik yang dapat menghasilkan tegangan dengan bantuan gelombang air. Ada dua komponen utama dalam linear generator yaitu kumparan dan magnet. Kumparan merupakan bagian yang diam dan magnet merupakan bagian yang bergerak secara linier [4]. Generator yang tersedia banyak dipasarkan biasanya *high speed induction* generator dimana pada generator jenis ini membutuhkan putaran tinggi dan juga membutuhkan energi listrik awal untuk membuat medan magnetik. Generator yang dibutuhkan haruslah murah, mudah dibuat, mudah perawatan, *low speed, high torque* serta bisa dikembangkan (*scaled up*) generator mini dengan menggunakan permanent magnet berjenis *rare magnet* (NdFeB), *axial flux* [5]. Generator adalah pengkonversi energi dari bentuk energi mekanik menjadi energi listrik yang berlangsung di daerah medan magnet [6].

Motor industry merupakan mesin listrik yang dapat merubah energi listrik menjadi energi mekanik dengan memanfaatkan listrik arus bolak-balik (AC) sebagai sumbernya. Motor industri tiga fasa memiliki dua komponen dasar yaitu stator dan rotor. Bagian rotor dipisahkan dengan bagian stator oleh celah udara (air gap). Tipe dari motor industri berdasarkan pada jenis rotor dibagi menjadi dua macam yaitu wound rotor (tipe motor yang memiliki rotor terbuat dari lilitan) dan squirrel-cage rotor yaitu konduksi rotor disusun oleh beberapa batangan logam yang dimasukkan melewati slot-slot yang ada pada rotor motor industri, kemudian pada setiap bagian disatukan oleh cincin yang membuat batangan logam dihubungkan dengan batangan logam yang lain. Motor ini bekerja berdasarkan industri elektromagnetik dari stator ke

rotor, dimana arus pada rotor yaitu merupakan arus yang terindustri akibat adanya perbedaan leratif antara putaran rotor dengan medan putaran (*Rotating Magnetizing Field*) yang dihasilkan oleh stator [7]. Magnet bergerak dikarenakan adanya pelampung yang mendorong magnet untuk bergerak naik turun. Perubahan posisi pada magnet akan menimbulkan perubahan fluks magnet dan gari-garis medan magnet akan melewati keputaran dan terjadi gaya gerak lipstick inducts, ada beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan pembangkit listrik tenaga gelombang laut [8]. Generator linier atau yang biasa dikenal dengan nama *linear permanent magnetic generator* (LPMG) dapat menghasilkan energi listrik dengan cara mengampungnya diatas permukaan air laut menggunakan sebuah pelampung/*bouy*. Saat gelombang datang pelampung akan menggerakkan stator yang berisikan sebuah magnet bergerak naik turun darhadap rotor yang didalamnya terdapat beberapa kumparan, mengakibatkan terjadinya perubahan gaya magnet yang tegak lurus sehingga menyebabkan beda potensial pada ujung-ujung kumparan. Beda potensial inilah yang akan membangkitkan energi listrik generator linier [9].

Pada penelitian energi listrik adalah salah satu elemen paling mendasar dari kehidupan di dunian. Teknologi yang sedang marak dikembangkan adalah pembangkit listrik tenaga ombak (PLTO), PLTO menggunakan generator sebagai pengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk membuat generator permanen dan analisis parameter listrik dari keluaran generator. Metode penelitian yang digunakan terdiri dari, perancangan alat, pembuatan, pengujian, analisis dan output dari generator. Hasil penelitian ini berupa generator fluks aksial magnetic permanen 3 fasa. Stator dibentuk dengan jumlah kumparan sebanyak 9 kumparan terdiri dari 1000 lilitan perkumparan sedangkan rotor menggunakan magnet sebanyak 24 buah setiap rotornya. Tegangan induksi DC tiga fasa tanpa beban yang dihasilkan dari 10 kali variasi pengujian menggunakan turbin model L dan S. data yang didapatkan tegangan tertinggi 1,5 volt pada pengujian turbin model L dan turbin model S dihasilkan tegangan tertinggi 2,4 volt kata [10].

Pada penelitian terakhir yaitu. Energi listrik memiliki peranan penting dalam pencapaian tujuan sosial ekonomi dan lingkungan, saat ini di Indonesia masih menitik beratkan pada energi berbasis fosil (minyak bumi, gas alam dan batubara) padahal masih banyak energi yang dapat dimanfaatkan seperti energi gelombang laut. Energi ini dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik dikarenakan keberadaan Indonesia sebagai wilayah maritim. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi diameter disk pada mekanisme PLTGL terhadap karakteristik gelombang air dan daya output yang dihasilkan dari linear permanent magnet generator. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan memvariasikan diameter disk engkol 10 cm, 12 cm, dan 14 cm pada mekanisme PLTGL skala LAB. Selanjutnya pengujian alat dilakukan untuk pengambilan data karakteristik gelombang laut dan performa generator linier menggunakan alat ukur multimeter digital. Hasil penelitian menunjukkan variasi diameter disk engkol pada mekanisme PLTGL paling optimal adalah variasi diameter disk 14 cm dengan nilai tinggi

gelombang = 7,66 cm, periode gelombang = 2.02 cm, nilai daya bangkitan gelombang 1,726 watt, nilai daya output 0,117 watt dan efisinesi 6,77%.. Hal ini disebabkan karena semakin besar variasi diameter disk maka tinggi gelombang semakin naik yang mempengaruhi panjang langkah magnet pada rotor yang bergerak translasi, sehingga semakin besar nilai fluks magnetik pada kumparan yang dihasilkan [11].

Penelitian yang dilakukan oleh A Khairul, dkk (2019) dengan judul "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Linear Magnetic dengan Sistem Pneumatik". Menyatakan bahwa semakin tinggi gelombang maka semakin besar tegangan yang dihasilkan. Pada ketinggian gelombang terendah yaitu 2 cm dihasilkan rata-rata tegangan sebesar 0.068 Volt. Sedangkan pada ketinggian gelombang tertinggi yaitu 6 cm dihasilkan rata-rata tegangan sebesar 0.21 Volt [12].

Penelitian ini dilakukan untuk bisa memanfaatkan sumberdaya ombak sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan dengan maksud tujuan mengoptimalkan hasil energi listrik kepada energi ombak, sebagai tenaga penggerak generator 3 fasa untuk mencukupi kebutuhan energi listrik.

II. Metode Penelitian

A. Intrumen Penelitian

Pada penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu generator linier yang diletakkan dalam perancangan pembangkit listrik tenaga ombak (PLTO), diantaranya :

Generator DC yang digunakan sebagai pembangkit energi listrik, Massa pelampung digunakan sebagai penggerak generator, Lampu pijar sebagai alat uji, Avometer digunakan untuk mengukur arus dan tegangan, Tachometer digunakan sebagai pengukur RPM turbin pada massa pelampung. Stopwatch sebagai alat mengukur waktu.

B. Perancangan Generator Axian Fluks 3Fasa

Komponen generator axian fluks 3 fasa adalah stator dan rotor, stator yang digunakan adalah stator motor seperti terlihat gambar dibawah ini dimana rotor dan rstator disatukan melalui poros dan rangka seperti gambar dibawah ini.



Gambar 1. stator

Pembuatan generator terdiri dari 2 bagian yaitu pembuatan rotor dan stator, stator terdiri dari beberapa coil atau gulungan dari kawat tembaga yang dilapisi oleh bahan isolator. Jumlah gulungan menentukan tegangan yang bisa dikeluarkan oleh generator tersebut. Stator yang dirancang terdiri dari 6

gulungan yang masing-masing gulungan terdiri atas 1000 lilitan dan setiap 6 gulungan digabung secara seri sehingga dapat 3 fasa tegangan. kemudian gulungan tersebut dicetak.



Gambar 2. Lilitan 6 Kumparan

C. Teknik Pengujian Keluaran Generator Axian Fluks 3 Fasa

Prinsip kerja pada sistem generator axian fluks 3 fasa yang dirancang yaitu memanfaatkan energi gerak pada putaran turbin yang nantinya akan dirupah oleh generator axian fluks 3 fasa menjadi energi listrik. Keluaran yang dihasilkan oleh generator axian fluks 3 fasa pada penelitian ini dipengaruhi oleh kuat medan magnet yang digunakan jumlah lilitan pada kumparan, dan kecepatan putaran yang dihasilkan. Untuk melakukan pengujian, generator axian fluks 3 fasa akan diuji menggunakan lat pembangkit listrik tenaga ombak (PLTO). Data pengujian generator axian fluks 3 fasa dapat dilihat pada table 1 dan 2. Rumus yang dipakai dalam perhitungan ini meliputi :

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 [13]. Debit dapat dihitung dengan Persamaan 2 :

$$Q = \frac{V}{T} \tag{1}$$

Dimana:

O = Debit (m³/s)

V = Volume wadah (m³)

T = waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi wadah (s)

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

Daya Listrik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Power* adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. 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 [14], melalui Persamaan 4. berikut :

$$P = V \cdot I \tag{3}$$

Dimana :

P = Daya Listrik (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus Listrik (ampere)

III. Hasil Dan Pembahasan

A. Hasil

Hasil dari pengujian data karakteristik gelombang adalah data primer yang terdiri dari sebagian variable pengukuran pada generator Axial Fluks 3 Fasa dan hasil pengamatan visual. Data berupa arus, tegangan, dan daya listrik diperbolehkan dari pengamatan visual serta menggunakan alat ukur *multitester avometer* sementara untuk mendapatkan data periode putaran menggunakan alat ukur *thaco meter* terdapat ditampilkan terhadap waktu.

Dapat dilihat pada gambar 3 motor induksi merupakan mesin listrik yang dapat merubah energi listrik menjadi energi mekanik dengan memanfaatkan listrik arus bolak balik (AC) sebagai sumbernya. Untuk rotor bermanfaat sebagai tempat magnet yang bisa bergerak secara vertikal untuk menghasilkan induksi terhadap kumparan pada stator yang kemudian menimbulkan beda potensial yang memicu pembangkit energi listrik. Komponen rotor ini terdapat dua bagian yakni translator (poros) dan magnet dengan tipe *neodymium* grede N50 yang berjumlah 12 buah. Untuk stator bagian yang statis (tidak bergerak) pada sistem generator linier. Stator berfungsi sebagai wadah untuk kumparan yang terdiri dari beberapa gulungan kawat berukuran 0,75 mm yang di lilitkan pada stator agar dapat menerima induksi dari magnet ketika rotor bergerak secara vertikal. Komponen stator ini menggunakan bahan PVC diameter 2 in. kemudian menggunakan kumparan sebanyak 5000 lilitan. Untuk massa pelampung merupakan bagian penting dari sistem generator linier yang dapat membuat rotor bergerak secara vertical akibat adanya daya yang diterima ketika gelombang menghampas pelampung pada ombak. Pelampung ini terbuat dari bahan plastic ABS berdiameter sekitar 6 in.



Gambar 3. Hasil Perancangan Generator Axial Fluks 3 Fasa Pada PLTO

Tabel 1. Pengaruh Variasi 1 Terhadap Tegangan Dan Arus Listrik Generator

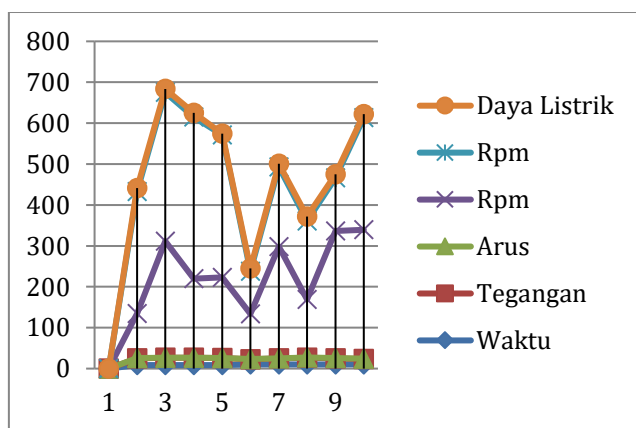
Waktu	Tegangan	Arus	Rpm Puly	Prm Motor	Daya listrik
08.30	11,23	0,20	2,25	57,2	2,25
08.35	07,06	0,21	1,49	65,3	1,49
08.40	09,04	0,18	1,63	31,9	1,63
08.45	10,02	0,02	0,21	57,3	0,21
10.25	16,06	0,66	10,59	39,8	10,60
10.30	13,03	0,59	7,69	34,4	7,70
10.35	09,07	0,17	1,55	126,2	1,60
10.40	13,01	0,33	4,29	71,5	4,30
10.45	12,03	0,19	2,2	40,7	2,29

Hasil dari pengujian data karakteristik gelombang adalah data primer yang terdiri dari sebagian variable pengukuran pada generator Axial Fluks 3 Fasa dan hasil pengamatan visual. Data berupa arus, tegangan, dan daya listrik diperboleh dari pengamatan visual serta menggunakan alat ukur *multitester avometer* sementara untuk mendapatkan data periode putaran menggunakan alat ukur *thaco meter* terdapat ditampilkan terhadap waktu.

Waktu	Tegangan	Arus	Rpm Puly	Rpm Motor	Daya Listrik
08.30	16,8	0,52	109,0	298,0	8,80
08.35	18,2	0,46	284,1	364	8,38
08.40	18,0	0,60	193,2	395	10,08
08.45	17,2	0,20	197,0	348	3,44
10.25	12,7	0,54	110,3	104	6,86
10.30	14,6	0,51	272,8	195	7,45
10.35	16,2	0,65	141,5	192,2	10,53
10.40	14,8	0,61	311	129,2	9,28
10.45	13,0	0,66	315,2	274	8,58

B. Pembahasan

Sesuai grafik dibawah ini variasi tegangan, arus dan daya listrik pada mekanisme PLTO dapat menghasilkan nilai tinggi pada daya listrik. Pada hari pertama didapatkan nilai tertinggi daya listrik ialah 10,60 watt, pada putaran puly 10,59 dan puran motor 39,8. Kejadian ini terjadi karena pengaruh ombak yang besar, dan hal ini dapat dilihat pada grafik dibawah ini.

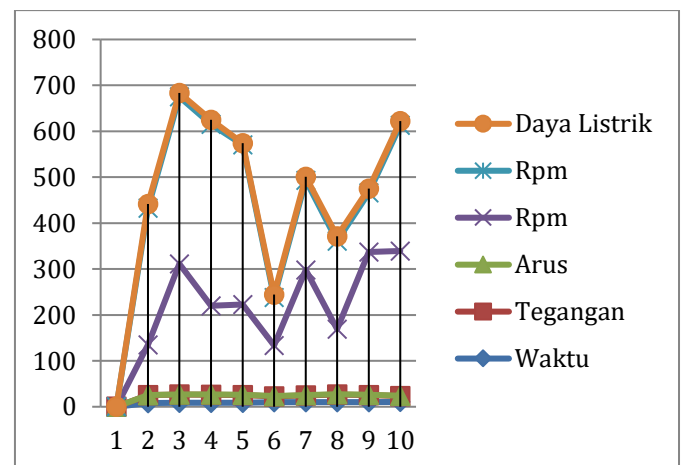


Gambar 3. Grafik 1 Tegangan Dan Arus Generator

Dari gambar 3 dapat dilihat nilai grafik yang terjadi pada generator axil fluks 3 fasa. Sesuia data yang dihasilkan bahwa

semakin besar ombak yang dihasilkan pada mekanisme PLTO maka semakin besar nilai gelombang atau ombak yang dihasilkan. Sedangkan pada pengamatan periode gelombang menggunakan rekaman video untuk mendapat waktu yang dibutuhkan dalam 1 gelombang adalah menunjukkan hasil yang lebih meningkat, artinya semakin besar disk maka semakin lama waktu yang dibutuhkan. Sedangkan untuk hari pertama didapatkan keluaran generator yang paling tinggi sebesar 10,60 watt dan putaran puly 10,60 dan puran motor 39,8, dan tepat pada waktu 10.25 wib yaitu bera tepat di siang hari dimana gelombang atau ombak semakin tinggi. Sedangkan untuk keluaran generator yang paling rendah 0,21 watt dan putaran puly 0,21 dan putaran motor 57,3 yang berada tepat pada waktu 08.45 wib.

Untuk grafik 4 variasi tegangan, arus dan daya listrik pada mekanisme PLTO dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Pada hari kedua didapatkan nilai tertinggi daya listrik ialah 10,53 watt, pada putaran puly 1041,5 dan puran motor 192,2. Kejadian ini terjadi karena pengaruh ombak yang besar, dan hal ini dapat dilihat pada grafik dibawah ini



Gambar 4. Grafik 2 Tegangan Dan Arus Listrik Generator

Dari gambar 4 dapat dilihat nilai grafik yang terjadi pada generator axil fluks 3 fasa. Sesuia data yang dihasilkan bahwa semakin besar ombak yang dihasilkan pada mekanisme PLTO maka semakin besar nilai gelombang atau ombak yang dihasilkan. Sedangkan pada pengamatan periode gelombang menggunakan rekaman video untuk mendapat waktu yang dibutuhkan dalam 1 gelombang adalah menunjukkan hasil yang lebih meningkat, artinya semakin besar disk maka semakin lama waktu yang dibutuhkan. Sedangkan untuk hari pertama didapatkan keluaran generator yang paling tinggi sebesar 10,53 watt dan putaran puly 1041,5 dan puran motor 192,2, dan tepat pada waktu 10.40 wib yaitu bera tepat di siang hari dimana gelombang atau ombak semakin tinggi. Sedangkan untuk keluaran generator yang paling rendah 3,44 watt dan putaran puly 311 dan putaran motor 129,2 yang berada tepat pada waktu 08.45 wib.

IV. Kesimpulan

Hasil perancangan, pembuatan, pengujian, dan analisis penelitian dapat diperoleh kesimpulan, Perancangan generator

Axial Fluks 3 Phasa yang dirancang bisa menghasilkan daya listrik pada pembangkit listrik tenaga ombak yang rendah, dapat dibuktikan melalui pengambilan data selama 2 hari yang dilakukan pada jam 08:30 – 10:45 wib. Pada saat pengambilan data hari pertama dapat diketahui tegangan 16,06 volt, arus 0,66 Amper, rpm puly 10,59, rpm motor 39,8, dan daya listrik 10,60 watt, ini semua data dari hari pertama yang paling tinggi. Dan di hari ke 2 didapatkan hasil tegangan 16,2 volt, arus 0,65 Amper, rpm puly 141,5, rpm motor 192,2, dan daya listrik 10,53. Dengan rotor yang dibuat 12 buah kumparan 5000 lilitan yang mampu menghasilkan arus DC rata-rata 11,8 A, dengan menggunakan massa pelampung.

V. Daftar Pustaka

- [1] Jefry Nainggolan, Zulkifli Bahri. 2017. “*Designing Tachogenerator From Dynamo Tape Recorder*”, Journal of Electrical and System Control Engineering. JESCE, Vol. 1(1) Agustus (2017), p-ISSN : 2549-628X e-ISSN : 2549-6298.
- [2] Bilal Abdullah Nasir 2013, “*Design Of Micro Hydro electric Power Station*”, International Journal Of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) ISSN : 2249-8958 Volume-2 Issue-5 June 2013.
- [3] Tirozzi, B., S. Puca, S. Pittalis, A. Bruschi, S. Morucci, E. Ferraro, and S. Corsini. 2007. Neural networks and sea time series: reconstruction and extreme event analysis. Springer Science & Business Media. Boaton. 6p.
- [4] Danielsson, Oskar, et al. "Permanent magnet fixation concepts for linear generator." *Proceedings of the 5th European Wave Energy Conference*. 2003.
- [5] Muhammad Suprpto, Firda Herlina, 2018, “*Perancangan Prototipe Generator Axial Magnet Permanen 3 Phase*”, Jurnal Teknik Mesin Uniska, Vol. 03 No. 02 Mei 2018. P-ISSN 2502-4922, e-ISSN 2615-0867
- [6] Abdan Sakura, 2017, “*Rancang Bangun Generator Sebagai Sumber Energi Listrik Nanohidro*”, Skripsi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung Bandar Lampung 2017.
- [7] Y.R. Fauzi, “*Perancangan Soft Starting Pada Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Mikrokontroler ATmega328*,” Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia, 2017.
- [8] A Khairul, dkk “*Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Linear Magnetic dengan Sistem Pneumatik*” JTM. Volume 10 Nomor 02 Tahun 2022, Hal 19-26.
- [9] Utami, Siti Rahma. 2010. Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Dengan Menggunakan Sistem Oscilating Water Column (OWC) Di Tiga Puluh Wilayah Kelutan Indonesia. Depok : Universitas Indonesia.
- [10] Muhammad Bahrullah, Muhammad Hasan Basri, Amelia Herlina, Bachtera Indarto, Perancangan Generator 3 Phase Pada Gravitation Water Vortex Power Plant (Gwvpp), Jurnal Teknik Mesin Vol.7 No.1 Juni 2020 ; pp. 46 – 53, ISSN 2442-4471 (cetak) ISSN 2581-2661.
- [11] Isyana Miftakhul Esa Liidzilfitri, Pengaruh Variasi Diameter Disk Pada Engkol Terhadap Karakteristik Gelombang Air Dan Energi Listrik Yang Dihasilkan Dalam Generator Linier, JTM. Volume 10 Nomor 02 Tahun 2022, Hal 19-26.
- [12] Mukminin, Amirul, and Muhammad Tadjuddin. 2019. “*Rancang Bangun Generator Linier Magnet Permanen*” 4 (2): 15–22.
- [13] Fredi Kusuma Putra , Muhammad Hasan Basri , Tijaniyah Tijaniyah , Bachtera Indarto. 2020. Pengaruh Ketinggian Turbin Model L Dan Turbin Model S Pada Gravitation Water Vortex Power Pland (GWVPP) Berbasis Basin Silinder. Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA ISSN 2460-9250 (print), ISSN 2540-8658 (online) Vol. 4, No. 1, April 2020.
- [14] Muhlas Budi Utomo, Muhammad Hasan Basri, dan Fuad Hasan, 2020, “*Eksperimen Variasi Tabung Basin Silinder Pada Gravitation Water Vortex Power Plant (GWVPP) Berbasis Basin Silinder*”, CYCLOTRON P-ISSN2614-5499 VOLUME 3 NOMOR 2, JULI 2020 E-ISSN2614-5164.