

Penyearah Tak Terkontrol Satu Fasa Setengah Gelombang Terhadap Generator AC Tiga Fasa

Author:

Anggara Trisna
Nugraha¹,
Perdina Setia Budi²,
Salsabila Ika Yuniza¹,
Fahmi Ivannuri¹

Affiliation:

D4-Teknik Kelistrikan
Kapal, Politeknik
Perkapalan Negeri
Surabaya.¹

D4-Teknik Otomasi,
Politeknik Pekapalan
Negeri Surabaya.²

Corresponding email

[anggaranugraha@ppns.
ac.id](mailto:anggaranugraha@ppns.ac.id)



*This is an Creative Commons
License This work is licensed
under a Creative Commons
Attribution-NonCommercial 4.0
International License*

Abstrak:

Penyearah dari sistem sumber satu fasa menghasilkan nilai arus searah yang tinggi. Tegangan output pada sebuah penyearah tergantung pada tipe rangkaian penyearah, perbandingan transmisi dari trafo, jenis dan besaran tahanan dalam dan dari jenis beban. Energi listrik adalah salah satu elemen paling mendasar dari kehidupan di dunia. Teknologi yang sedang marak dikembangkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Vortex 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 generator. Hasil penelitian ini berupa 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 2 buah setiap rotornya. Tegangan induksi tanpa beban DC tiga fasa dihasilkan dari 10 variasi pengujian menggunakan turbin tipe L dan S. Didapatkan tegangan puncak selama pengujian adalah 1,5 volt. Turbin uji Model L dan Model S turbin untuk tegangan tertinggi 2, volt.

Kata kunci: Generator, Kumparan, Trafo

Pendahuluan

Elektronika daya merupakan cabang ilmu yang mempelajari penerapan elektronika yang berkaitan dengan peralatan listrik berdaya tinggi [1]. Banyak jenis aplikasi di dunia industri yang menggunakan energi listrik dalam jumlah besar, seperti pemanas, motor, pendingin, AC, konveyor, dan alat-alat listrik yang lainnya. Tata letak alat dalam dunia industri tidak efisien dengan tenaga kerja biasa (manusia) dan menimbulkan kerugian bagi pelaku usaha, sehingga diperlukan mekanisme yang lebih baik dan efisien. Salah satunya menggunakan perangkat elektronik. Untuk dapat mengendalikan berbagai jenis perangkat, diperlukan pengontrol yang dapat beroperasi pada arus dan tegangan yang besar. Penggunaan elektronika daya dalam dunia industri dapat memberikan solusi untuk efisiensi kerja, yaitu pengaturan perangkat elektronik yang beroperasi pada arus dan tegangan tinggi.

Elektronika daya terus berkembang hingga saat ini dalam hal rangkaian dan aplikasi, banyak bidang kelistrikan industri telah menerapkan penggunaan elektronika daya [2]. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi juga telah memberikan kontribusi terhadap perkembangan elektronika daya. Dengan berkembangnya pengetahuan dari elektronika daya, elektronika daya telah menjadi mata kuliah wajib khususnya bagi semua mahasiswa di bidang kelistrikan dan otomasi, tujuannya adalah untuk memahami Pengetahuan dasar elektronika daya. Pada mata kuliah elektronika daya, mahasiswa harus memahami konsep teoritis, praktis, dan terapan dari elektronika daya.

Dalam bidang elektronika daya, ada bahan dasar yang harus dipelajari, yaitu penyearah satu fasa gelombang penuh dan setengah gelombang tak terkendali. Penyearah tak terkendali satu fasa atau

penyearah tak terkendali satu fasa adalah rangkaian yang digunakan untuk mengubah arus bolak-balik satu fasa (bolak-balik) menjadi arus searah tak terkendali [2]. Sedangkan setengah gelombang didefinisikan sebagai sinyal yang dihasilkan oleh rangkaian berupa setengah gelombang setelah melewati penyearah. Rangkaian penyearah satu fasa setengah gelombang yang dapat dikontrol menggunakan satu dioda sebagai sakelar daya [3].

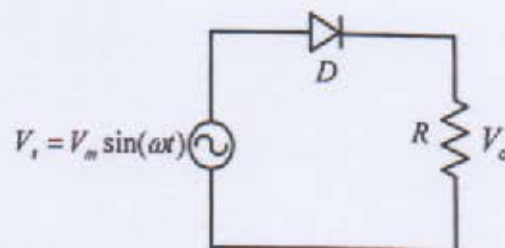
Penyearah setengah gelombang satu fasa yang tidak terkendali telah diterapkan yang akan menambahkan generator ac tiga fasa sebagai (output). Generator AC tiga fasa adalah mesin listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik menggunakan mekanisme kerja berdasarkan induksi medan magnet dari rotor ke stator, dimana arus rotor diperoleh dari arus induksi yang dihasilkan oleh stator. Jumlah relative antara medan putar yang dihasilkan oleh arus rotor dan putaran stator [4]. Generator AC banyak digunakan di industri dan rumah tangga. Generator yang umum digunakan adalah generator AC satu fasa dan tiga fasa. Generator AC tiga fasa banyak digunakan dalam dunia industri karena dapat beroperasi dengan kapasitas yang besar. Dengan dipasangnya generator ac tiga fasa sebagai keluaran dari rangkaian penyearah satu fasa setengah gelombang yang tidak terkendali maka akan terlihat pengaruh rangkaian penyearah dalam memberikan masukan berupa arus dan tegangan ke generator tiga fasa. alternating saat ini.

Berdasarkan teori dan dasar utama yang dijelaskan, masalahnya adalah menghubungkan rangkaian penyearah satu fasa setengah gelombang yang tidak terkendali ke generator ac tiga fasa. Dari permasalahan tersebut dapat digeneralisasikan bahwa untuk menyelesaikan permasalahan tersebut perlu dibuat rangkaian penyearah setengah gelombang satu fasa tak terkendali dengan generator ac tiga fasa sebagai keluaran berdasarkan prinsip masing-masing [5]. Oleh karena itu, rangkaian terpadu dapat disimulasikan untuk mengetahui pengaruh rangkaian penyearah satu fasa setengah gelombang yang tidak terkendali terhadap keluaran yaitu generator ac tiga fasa yang menerima arus masukan dari rangkaian penyearah untuk diubah menjadi energi listrik.

Studi Literatur

Penyearah tak terkontrol satu fasa setengah gelombang

Penyearah diartikan sebagai alat yang lengkap untuk mengubah arus bolak - balik menjadi arus searah. Komponen yang sangat penting pada penyearah adalah rangkaian yang terjadi dari elemen semikonduktor (dioda) dan jika diperlukan sebuah trafo. Simbol grafik untuk sebuah semikonduktor adalah segitig yang terbuka.



Gambar 1. Penyearah gelombang satu fasa setengah gelombang

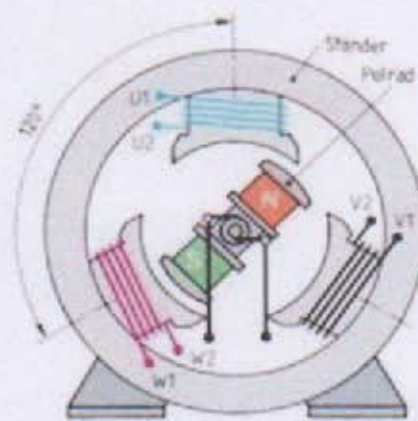
Penyearah dari sistem sumber 1 fasa menghasilkan nilai arus searah yang tinggi. Tegangan output pada sebuah penyearah tergantung pada tipe rangkaian penyearah, perbandingan transmisi dari trafo, jenis dan besaran tahanan dalam dan dari jenis beban.

Dalam prinsip, penyearah bekerja seperti saklar yang tahanan tergantung pada arah aliran arus. Dalam arah maju tahanan rendah, sedang dalam arah mundur tahanan tinggi. Aliran arus dalam arah maju pada dioda adalah dari Anoda menuju ke Katoda. Pada sambungan tegangan bolak balik dioda dapat

mengalirkan. Arus, kalau polaritas dari tegangan bolak balik adalah sepertipada dioda yang disambung dalam arah maju. Kalau dioda disambung dalam arah mundur, maka hanya arus mundur yang lemah yang mengalir dan pada rangkaian penyearah,

Generator AC tiga phasa

Generator adalah suatu alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik yang terjadi dalam medan magnet. Karena energi mekanik yang ditransfer ke generator, akan menginduksi arus dalam konduktor karena perubahan medan magnet di sekitar konduktor. Menurut hukum Faraday, diasumsikan bahwa ketika sepotong kawat ditempatkan. Dalam medan magnet yang berubah, gaya gerak listrik (ggl) terbentuk di kawat. GGL induksi yang dihasilkan oleh dapat ditingkatkan dengan meningkatkan jumlah lilitan kumparan, menggunakan magnet permanen yang lebih kuat, meningkatkan kecepatan putaran kumparan, dan memasukkan inti besi lunak ke dalam kumparan. arus yang terjadi disebut arus "induktif" atau "induksi".



Gambar 2. Generator AC Tiga Fasa

Generator adalah suatu alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik yang terjadi dalam medan magnet. Karena energi mekanik yang ditransfer ke generator, akan menginduksi arus dalam konduktor karena perubahan medan magnet di sekitar konduktor. Menurut hukum Faraday, diasumsikan bahwa ketika sepotong kawat ditempatkan. Dalam medan magnet yang berubah, gaya gerak listrik (ggl) terbentuk di kawat. GGL induksi yang dihasilkan oleh dapat ditingkatkan dengan meningkatkan jumlah lilitan kumparan, menggunakan magnet permanen yang lebih kuat, meningkatkan kecepatan putaran kumparan, dan memasukkan inti besi lunak ke dalam kumparan. Arus yang terjadi disebut arus "induktif" atau "induksi"[6].

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

terinduksi akibat adanya perbedaan relative antara putaran rotor dengan medan putar (Rotating Magnetizing Field) yang dihasilkan oleh arus stator. [7]

Dioda

Dioda semikonduktor banyak digunakan dalam pembuatan sistem elektronik seperti penyearah atau konverter energi listrik. Rangkaian dioda yang dipasang pada sistem elektronik biasanya merupakan penyearah setengah gelombang satu fasa dan tiga fasa bila dihubungkan dengan sumbernya. Umumnya dioda digunakan untuk mengubah sinyal AC menjadi DC [8].



Gambar 3. Diode

Pada umumnya penyearah beroperasi menggunakan jembatan dioda (bridge) atau biasa disebut rangkaian switching atau linier. Yang membedakan konverter ini dari yang lain adalah penempatan transformator step-down setelah daya AC untuk mengurangi tegangan yang meningkat dengan massa konverter. Sedangkan pada konverter daya ACDC, tegangan AC 220V disinkronkan oleh jembatan dioda secara bersamaan, meskipun tanpa trafo step-down, volume sistem akan lebih kecil. Selain itu, pada tahap filter, konverter linier lebih unggul karena tegangan operasinya yang rendah, sehingga memerlukan impedansi yang lebih rendah. Keluaran dari tahap ini berupa tegangan DC, tetapi masih terdapat riak. Pada tahap terakhir yaitu regulasi, pada tahap ini perbedaan antara konverter pensaklaran dan konverter linier tampak cukup besar. Pada konverter linier, cara penyetelannya cukup sederhana, hanya diperlukan beberapa komponen saja, yaitu kapasitor input, IC regulator, dan kapasitor output [9]. Dengan menggunakan ketiga komponen tersebut dapat dibuat konverter daya AC/DC yang baik, dengan riak yang relatif rendah dan efisiensi maksimum 50%.

Metode Penelitian

Analisis rangkaian ini dilakukan secara berurutan dalam tiga langkah, yaitu analisis fungsional komponen, simulasi operasi rangkaian, dan analisis hasil eksperimen. Ketiga langkah ini dilakukan secara bertahap dan dilakukan sesuai dengan prinsip rangkaian yang ada.

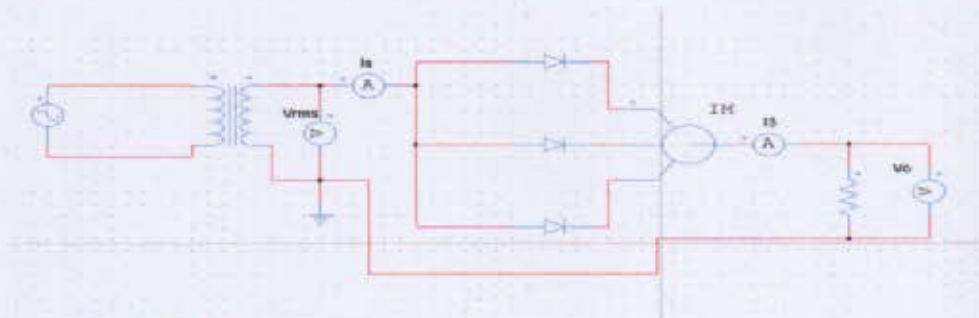
Analisis fungsional komponen

Analisis fungsional komponen ini dilakukan dengan mengamati fungsi masing-masing komponen secara keseluruhan dari rangkaian penyearah setengah gelombang satu fasa tak terkontrol dengan generator ac tiga fasa. Rangkaian ini membutuhkan empat komponen utama yaitu sumber AC satu fasa, transformator satu fasa, dioda, dan generator AC tiga fasa. Daftar komponen dan fungsinya dalam rangkaian adalah sebagai berikut:

Komponen	Unit	Fungsi
Transformator	1	Menurunkan tegangan dari sumber AC yang meningkat sebelum mengalir ke diode.
Variac satu Fasa	1	Sumber arus dan tegangan AC.
Dioda	1	Penyearah arus yang masuk melalui sumber dan memblokir arus dari arah sebaliknya.
Generator tiga Fasa	3	Sebagai keluaran arus dan tegangan dari rangkaian penyearah tiga fasa setengah gelombang, berfungsi juga untuk mengonversi energi listrik menjadi energi mekanik.
Voltmeter	2	Mengukur tegangan pada rangkaian.
Ammeter	2	Mengukur arus pada rangkaian.
Osiloskop	1	Menampilkan bentuk sinyal gelombang dari rangkaian, gelombang g input dan gelombang output.

Simulasi operasi rangkaian

Simulasi ini merupakan percobaan pada rangkaian yang sudah ada dengan membuat rangkaian penyearah setengah gelombang tiga fasa yang tidak terkontrol yang terpasang pada motor AC tiga fasa sebagai output menggunakan software PSIM pada komputer. Rangkaian ini dipilih karena sederhana dan dapat mewakili rangkaian penyearah satu fasa umum yang tidak dapat dikendalikan. Hasil percobaan ini akan dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritis untuk perbandingan dan acuan dalam pengambilan keputusan kelayakan rangkaian setengah gelombang satu fasa tanpa kendali dengan generator AC tiga fasa pada bagian atas. Rangkaian percobaan untuk mensimulasikan operasi rangkaian penyearah satu fasa setengah gelombang yang tidak terkendali dengan generator AC tiga



fasa sebagai keluaran seperti yang ditunjukkan pada

Gambar 4. Rangkaian Penyearah Tak Terkontrol Satu Fasa Setengah Gelombang terhadap Generator AC Tiga Fasa

Analisis hasil eksperimen

Analisis hasil pengujian merupakan langkah terakhir dari analisis rangkaian penyearah setengah gelombang satu fasa tidak terkendali dengan generator AC tiga fasa ini, analisis hasil percobaan adalah kegiatan menganalisis hasil percobaan sebelumnya langkah selanjutnya diperoleh hasil yang akan dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritis. Keputusan tentang kelayakan sirkuit dibuat berdasarkan hasil analisis. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis perbandingan hasil. Nilai eksperimen harus sama dengan nilai teoritis yang dihitung dengan kesalahan $\pm 5\%$. Jika hasil pengukuran sama dengan hasil perhitungan teoritis (dengan error $\pm 5\%$), maka rangkaian penyearah setengah gelombang satu fasa tak terkendali dengan generator ac tiga fasa standar merupakan rangkaian yang dapat digunakan sebagai mendukung, kursus elektronika daya dan motor listrik. Perhitungan teoritis yang digunakan untuk membandingkan hasil eksperimen adalah sebagai berikut. Tegangan output dc adalah nilai rata-rata dari tegangan sinus setengah gelombang:

$$V_o = V_o(\text{ave}) = V_{DC} = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi V_m \sin(\omega t) d\omega t$$

$$V_o = \frac{V_m}{\pi} = 0,318 V_m$$

Dan tegangan output rms adalah:

$$V_o(\text{rms}) = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^\pi V_m^2 \sin^2(\omega t) d\omega t}$$

$$V_o(\text{rms}) = \sqrt{\frac{V_m^2}{2\pi} \int_0^\pi \frac{1}{2} V_m (1 - \cos 2\omega) d\omega t}$$

$$V_o(\text{rms}) = \sqrt{\frac{V_m^2}{4\pi} [\omega t - \frac{1}{2} \sin 2\omega t]_0^\pi}$$

$$V_o(\text{rms}) = \sqrt{\frac{V_m^2}{4\pi} [\pi - \frac{1}{2} \sin 2\pi - (0 - \frac{1}{2} \sin 0)]}$$

$$V_o(\text{rms}) = \sqrt{\frac{V_m^2}{4}}$$

$$V_o(\text{rms}) = \frac{V_m}{2}$$

Penyearah ideal: satu – fase, beban – R, setengah-gelombang

$$I_o = \frac{V_o}{R} = \left(\frac{V_m}{\pi}\right) \left(\frac{1}{R}\right) = \frac{V_m}{\pi R}$$

Pada gambar 2 terlihat tegangan output penyearah satu fasa setengah gelombang dengan beban resistor tidak berbentuk dc murni atau mengandung ripple yang besar. Untuk mendapatkan tegangan dc murni dipasang sebuah kapasitor sebagai filter yang dirangkai secara paralel dengan beban resistor. Ripple tegangan output:

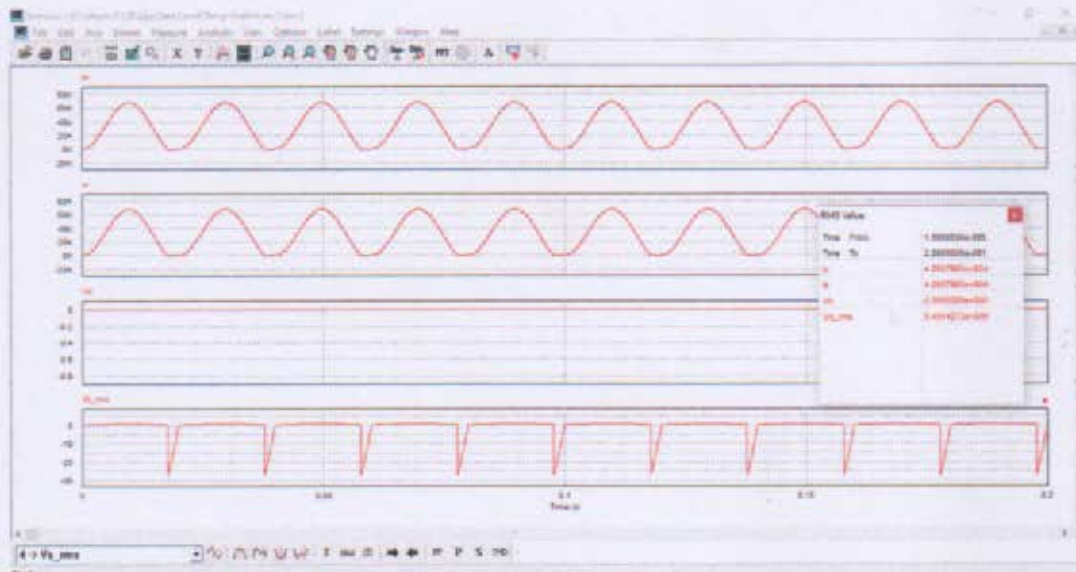
$$\Delta V_o = \left(\frac{2\pi}{\omega RC}\right) = \frac{V_m}{fRC}$$

Dan tegangan output dc adalah:

$$V_o(\text{dc}) = V_m - \left(\frac{\Delta V_o}{2}\right)$$

Hasil

Sesudah melakukan praktikum dan melakukan perhitungan secara teori, pada rangkaian penyearah tak terkontrol setengah gelombang diketahui bagaimana cara kerja tentang rangkaiannya. Cara kerja rangkaian penyearah tak terkontrol setengah gelombang satu fasa yaitu tegangan AC yang masuk pada rangkaian akan disearahkan oleh diode dimana keluaran dari penyearahan rangkaian berupa tegangan DC setengah gelombang yaitu dengan DC yang berbentuk gunung tanpa lembah. Setelah



disearahkan baru arus listrik dialirkan ke beban.

Gambar 5. Hasil Simulasi Penyearah Tak Terkontrol Satu Fasa Setengah Gelombang terhadap Generator AC Tiga Fasa

Pembahasan

Rangkaian penyearah tak terkontrol setengah gelombang memiliki karakteristik output dimana outpunya berupa tegangan DC yang berbentuk gelombang yang terpotong yaitu gelombang tanpa lembah. Selain itu, bentuk gelombang tegangan keluaran juga dipengaruhi dengan jenis beban. Pada percobaan kali ini terdapat dua jenis beban yang digunakan yaitu beban resistif dan kombinasi antara resistif dan kapasitif. Pada beban resistif bentuk tegangan yang mengalir pada beban memiliki bentuk yang sama seperti tegangan keluaran dari diode. Berbeda jika terdapat beban kapasitif yang dirangkai paralel dengan beban kapasitif dimana sinyal tegangan berbentuk datar dengan beberapa riak atau ripple dipuncak nilai sinyal.

Tabel 1. Perhitungan Rangkaian Penyearah Tak Terkontrol

Vo(rms)	Is(rms)	Vo(dc)prak	Vo(dc)teori	Io(dc)prak	Vo(rms)teori	Vo(rms)prak	Io(rms)prak
30	4.093e+4	0	0	4.093e+4	0	0	4.093e+4
45	2.758e+4	0	0	2.758e+4	0	0	2.758e+4
60	2.0763e+4	0	0	2.0763e+4	0	0	2.0763e+4

Kesimpulan

Pada rangkaian ini, dioda berfungsi sebagai penyearah arus, sehingga tidak ada arus reverse. Rangkaian penyearah tak terkontrol setengah gelombang memiliki karakteristik output dimana

outputnya berupa tegangan DC yang berbentuk gelombang yang terpotong yaitu gelombang tanpa lembah. Selain itu, bentuk gelombang tegangan keluaran juga dipengaruhi dengan jenis beban. Pada rangkaian ini kapasitor berfungsi sebagai filter tegangan, sehingga ripple pada gelombang yang dihasilkan tidak terlalu besar. Semakin besar nilai kapasitor, maka gelombang yang dihasilkan akan semakin halus, begitu juga jika nilai kapasitor tidak memenuhi syarat maka akan banyak ripple atau riak pada gelombang yang dihasilkan.

Referensi

- [1] Bilal Abdullah Nasir. "Design of Micro Hydro electric Power Station", International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) ISSN: 2249-8958 Volume-2 Issue-5 June, 2013.
- [2] Jefry Nainggolan, Zulkifli Bahri. "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, 2017.
- [3] Muhammad Suprpto, Firda Herlina. "Perancangan Prototipe Generator Axial Magnet Permanen 3Phase", Jurnal Teknik Mesin Uniska, Vol. 03 No. 02 Mei 2018. P-ISSN 2502-4922, e-ISSN 2615-0867,
- [4] Power C, dkk. "A Parametric Experimental Investigation of the Operating Conditions of Gravitational Vortex Hydro power (GVHP)". Journal of Clean Energy Technologies, Vol. 4, No. 2, 2016.
- [5] Power C, dkk. "A Parametric Experimental Investigation of the Operating Conditions of Gravitational Vortex Hydro power (GVHP)". Journal of Clean Energy Technologies, Vol. 4, No. 2, 2016.
- [6] Abdan Sakura. "Rancang Bangun Generator Sebagai Sumber Energi Listrik Nanohidro", Skripsi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung Bandar Lampung, 2017.
- [7] Asy'ari, Mockmore C.A., Merryfield Fred. "The Banki Water Turbine". Journal Electrical Engineers of Japan, Vol. 121, No.2, pp 119-112, 2012.
- [8] Y.R. Fauzi. "Perancangan Soft Starting Pada Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Mikrokontroler ATmega328," Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia, 2017.
- [9] Agus Saputra, dkk. "Perancangan Rangkaian Pengasutan Soft Starting Pada Motor Induksi 3 Fasa Berbasis Arduino Nano". KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro, Vol.2 No.4 2017: 45-51. E-ISSN: 2252-7036, 2017.
- [10] Andika, Amir Hamzah. "Perancangan Dan Pembuatan Generator Fluks Radial Tiga Fasa Magnet Permanen Kecepatan Rendah". Jom FTEKNIK Volume 5 No. 1 April, 2018.
- [11] Dwiyanto, Very. Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Lampung: Universitas Lampung, 2016.
- [12] Djuhana. "Pusat Pengembangan Bahan Ajar-UMB". Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercubuana, 2014
- [13] Alexander C K. Fundamentals of Electric Circuits, Fourth Edition. New York: McGraw-Hill, 2009

-
- [14] Abdul Arif, Lahir di Sikabu Lubuk Alung, 11 Maret 1998. Menyelesaikan pendidikan SMA tahun 2016 di SMA N 1 Batang Anai, Padang Pariaman. Mahasiswa Teknik Elektro di Universitas Negeri Padang tahun 2016
- [15] Abdul Hanif, Lahir di Suayan, 25 Juni 1996. Menyelesaikan Pendidikan SMA Tahun 2015 di SMK N2 Payakumbuh. Mahasiswa Teknik Elektro di Universitas Negeri Padang tahun 2016
- [16] Zulfikar Lubis, Lahir di Medan, 21 Oktober 1997. Menyelesaikan pendidikan SMA tahun 2016 di SMA N 1 Panti, Pasaman Timur. Mahasiswa Teknik Elektro di Universitas Negeri Padang tahun 2016
- [17] Nugraha, Anggara Trisna, Moch Fadhil Ramadhan, and Muhammad Jafar Shiddiq. "DISTRIBUTED PANEL-BASED FIRE ALARM DESIGN." *JEEMECs (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science)* 5.1 (2022).
- [18] Zakariz, Naufal Praska, Anggara Trisna Nugraha, and Khongdet Phasinam. "The Effect of Inlet Notch Variations in Pico-hydro Power Plants with Experimental Methods to Obtain Optimal Turbine Speed." *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics* 4.1 (2022): 35-41.