

Penyearah Setengah Gelombang 3 Fasa Tak Terkendali dari Generator AC 3 Fasa

Salsabila Ika Yuniza^{1*}, Ivan Nanda Septiandi², Anggara Trisna Nugraha³

Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia,
Keputih, Kec. Sukolilo, Kota Surabaya, 60111, Indonesia
Email: salsabilaika@student.ppns.ac.id¹, ivanseptiandi@student.ppns.ac.id², anggaranugraha@ppns.ac.id³

Abstrak

Perkembangan zaman ini juga banyak mengalami perubahan dalam berbagai aspek, misalnya aspek dalam bidang teknologi juga berkembang sangat pesat. Saat ini untuk mengakses sesuatu dapat dilakukan dengan mudah, sehingga untuk mendapatkan ilmu yang lebih berkembang tentunya juga mudah juga. Misalnya pengetahuan di bidang kelistrikan yang mudah diperoleh dan dikembangkan sehingga mudah dimanfaatkan untuk masa depan. Dengan riset dan pengujian, sangat membantu untuk kedepannya berinovasi mengembangkannya. Listrik di dunia ini sangat besar dan berkembang dengan baik, oleh karena itu membutuhkan sumber daya yang besar dan inovasi yang lebih maju. Salah satu caranya adalah dengan menerapkan ilmu dan mempelajari ilmu seperti di tiga fase Rangkaian penyearah tak terkendali setengah gelombang yang berasal dari tiga fase generator AC.

Kata kunci: penyearah gelombang, penyearah tiga fasa setengah gelombang, generator AC.

Abstract

The development of this era has also changed a lot in various aspects, for example, aspects in the field of technology are also developing very rapidly. At this time accessing something can be done easily, so to get more developed knowledge, of course, it is also easy too. For example, knowledge in the field of electricity that is easy to obtain and develop so that it can be used easily for the future. With research and testing, it is very helpful for the future to innovate to develop it. Electricity in this world is very large and developed as well, therefore it requires a large source of power and more advanced innovation. One way is to apply science and study science such as in the three-phase half-wave uncontrolled rectifier circuit that comes from a three-phase ac generator.

Keywords: rectifier, 3 Phase Half Wave Generator, AC Generator

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan zaman, banyak perubahan yang terjadi di berbagai bidang. Misalnya dalam bidang teknologi, banyak sekali perubahan yang terjadi hingga saat ini dan akan terus berkembang. Teknologi saat ini sangat erat kaitannya dengan kehidupan kita, seperti teknologi kelistrikan yang berkembang pesat [13]. Teknologi kelistrikan yang berkembang ini tentunya juga memiliki komponen yang berkembang pula. Dengan bekal ilmu pemahaman dan keahlian di bidang kelistrikan, maka perkembangan kelistrikan di dunia ini. Dengan banyaknya komponen dalam kelistrikan yang memiliki kegunaan yang berbeda-beda, membuat aplikasi dan pembelajaran menjadi sangat beragam, oleh karena itu ini kajian membahas tentang komponen kelistrikan pada rangkaian penyearah tiga fasa [14]. Dengan adanya penelitian ini serta pemanfaatan dan pengerjaan yang tepat diharapkan mampu menciptakan sirkuit yang efektif dan efisien dibandingkan dengan sirkuit yang sudah ada.

Bidang kelistrikan memang sangat dibutuhkan saat ini, sehingga diperlukan juga ilmu pengetahuan terkini untuk mengembangkan bidang kelistrikan [15]. Di bidang industri besar membutuhkan listrik yang besar pula, banyak sekali peralatan Industri Yang membutuhkan listrik besar. Berbagai Mesin industri membutuhkan daya yang berbeda dan juga spesifikasi yang berbeda. Dalam penelitian ini membahas tentang tiga fase genset yang biasa digunakan dalam industri ini, diharapkan dapat menjadi hal baru dalam perkembangan di bidang kelistrikan. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat diperoleh hasil seperti ide-ide baru dan juga aplikasi baru dari rangkaian penyearah tak terkendali tiga setengah gelombang dan juga bersumber dari generator AC. ¹

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Generator

Generator adalah alat yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik[16]. Energi mekanik ini biasanya berasal dari air, panas, uap, dan sebagainya. Dalam prosesnya, energi mekanik berasal dari energi potensial dan juga kinetika, kemudian dapat menggerakkan rotor dengan melewati poros penghubung pada generator. Cara kerjanya adalah energi potensial terlebih dahulu mendorong impeler atau sudu pada turbin yang menghasilkan energi kinetik[17]. Hasil generator berupa energi listrik dengan melewati magnet rotor dan lilitan kumparan stator[2]. Biasanya energi listrik yang berasal dari hasil generator dapat berupa listrik bolak-balik/listrik AC dan juga listrik searah/listrik DC[1]. Penggunaan listrik AC dan listrik DC tergantung pada konstruksi masing-masing generator yang digunakan pada pembangkit listrik. Generator terdiri dari dua kelompok, yaitu:

1. Generator asinkron
2. pembangkit sinkron

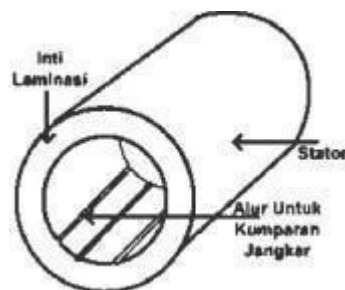
Generator dengan arus bolak-balik biasa disebut sebagai generator sinkron dan alternator. Generator sinkron ini terjadi karena konstruksi pada generator yang menyebabkan arah arus bolak-balik setiap setengah putaran[18]. Generator sinkron ini dapat bekerja pada saat frekuensi maupun kecepatannya konstan. Hal ini memberikan peran penting pada proses transformasi energi menuju bentuk yang dapat bermanfaat[3]. Generator dengan arus bolak-balik memiliki dua jenis, yaitu:

1. Generator arus AC 3 Fasa
2. dan Generator arus AC 1 Fasa

Penggunaan genset ini berdasarkan fungsinya digunakan pada saat mensuplai daya ke peralatan lain, khususnya pada bidang industri saat ini yang membutuhkan listrik untuk pengoperasian mesin dan tentunya sebagai sumber tenaga utama penggerak mesin dan juga sebagai sumber tenaga cadangan.[12]. Secara umum generator dibagi menjadi dua bagian yaitu rotor dan stator. Cara membedakannya adalah rotor merupakan bagian yang dapat bergerak, sedangkan bagian Stator adalah bagian yang tidak dapat bergerak[19]. Konstruksi Generator Sinkron disini terdapat berbagai macam komponen stator seperti :

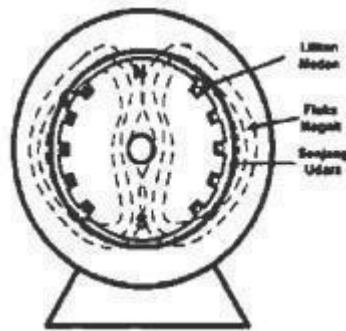
1. Slot
2. bingkai
3. Inti
4. Gigi
5. gulungan. Komponen rotor terdiri dari: a. gulungan
6. lurus
7. Sumbu

Komponen terakhir adalah penggerak utama. Pada generator terdapat stator yang berfungsi menerima induksi magnet melalui rotor, cara kerjanya arus AC dialirkan melalui armature ke beban[4]. Bentuk stator sendiri memiliki bentuk seperti rangka silinder dengan jumlah lilitan kawat penghantar dengan jumlah yang banyak. Stator ini dibuat dengan bahan feromagnetik kemudian dilaminasi untuk mengurangi kehilangan arus di pusar. Jika Anda ingin memiliki resistivitas dan permeabilitas material yang tinggi, maka harus memiliki kualitas inti feromagnetik yang baik juga[11].



Gambar 1. Stator [4]

Dalam Tiga fase generator sinkron terdapat stator yang terdiri dari berbagai lapisan belitan. Belitan adalah belitan ganda dan belitan satu lapis[5]. Rotor memiliki fungsi menghasilkan tegangan dan regangan ini dihasilkan oleh medan magnet yang sama dan kemudian diinduksi menuju stator. Rotor memiliki berbagai jenis bentuk seperti bentuk silindris dan juga bentuk tiang sepatu. Berikut bentuk rotornya[11].



Gambar 2. Rotor [4]

Prinsip kerja generator sinkron ini adalah ketika medan magnet bersifat bolak-balik kemudian timbul pada kumparan rotor ketika diputar melalui penggerak utama. [20]. setiap kali kumparan stator dipotong oleh medan magnet sehingga akan menimbulkan gaya gerak listrik pada daerah ujung kumparan stator yang disertai dengan gerak bolak-balik secara bersama-sama dan juga disertai dengan kecepatan putar rotor serta frekuensi listrik harus sama. Untuk mengetahui frekuensi listrik pada stator adalah dengan rumus di bawah ini

$$f = \frac{Nr p}{120} \quad (1)$$

Dimana:

f = frekuensi listrik (Hz)

Nr = kecepatan putar rotor

P = jumlah kutub magnet

Generator sinkron ini dapat kita uji dengan dua cara yaitu pengujian dengan menggunakan beban dan pengujian tanpa menggunakan beban dan dengan pengujian menggunakan beban [21]. Pada generator tanpa menggunakan beban, cara pengujianya adalah dengan memutar generator secara bersamaan dan rotor sudah diberi arus, kemudian hasilnya adalah tegangan yang pada pengujian ini tidak memperoleh pengaruh yang berasal dari jangkar. Kita dapat mengetahui besarnya tegangan yaitu :

$$E_0 = C \cdot N \cdot \phi \quad (2)$$

Dimana :

C = konstanta mesin

N = rotasi sinkron

ϕ = fluks yang dibangkitkan If

Generator sinkron yang memiliki beban yaitu Ia, arus Ra hambatan E0, hambatan ZL dimana jika diberi beban variabel maka tegangan terminal $V\Phi$ akan berubah. Hal ini disebabkan adanya penurunan tegangan akibat tahanan jangkar (Ra), reaktansi kebocoran jangkar (XL) dan reaksi Jangkar [2].

Untuk membangkitkan listrik pada suatu generator perlu memanfaatkan hukum faraday dan juga hukum lenz berikut pengertiannya

a. Hukum Faraday

Menurut percobaan yang dilakukan oleh Faraday, GGL induksi yang timbul di antara ujung-ujung sebuah kumparan berbanding lurus dengan laju perubahan fluks magnet yang dikelilingi oleh kumparan. Hukum Faraday menyatakan bahwa tegangan listrik yang dipengaruhi dalam suatu rangkaian adalah sama (kecuali tanda negatifnya) dengan kecepatan fluks yang melalui rangkaian [6].

$$\varepsilon = - \frac{d\phi B}{dt} \quad (3)$$

Dimana:

ϕB = Fluks Magnetik (weber)

Jika penerapannya digunakan pada solenoida yang terdiri dari beberapa lilitan N, maka dapat diperoleh rumusnya, yaitu:

$$\varepsilon = - \frac{d\phi B}{dt} = \frac{d(N\phi B)}{dt} \quad (4)$$

Dimana:

ϕB = Fluks Magnetik (weber)

N = jumlah putaran

b. Hukum Lenz

Hukum Lenz ditemukan oleh seorang fisikawan bernama Friedrich Lenz pada tahun 1834. Hukum Lenz adalah hukum fisika yang memberikan pernyataan tentang induksi GGL (Gaya Elektromotif). Hukum ini menjelaskan arah arus induksi akibat adanya GGL induksi (Hukum Lenz, 2014)[6].

2.2. Dioda

Dioda adalah komponen semikonduktor untuk elektronika daya yang memiliki 2 sisi terminal yang terletak di sisi kiri dan kanan terminal bernama terminal anoda (A) dan terminal katoda (K)[8].



Gambar 3. Dioda [8]

Prinsip kerja komponen dioda adalah dapat digambarkan sebagai blokade jalan raya satu jalur, dimana jalan hanya diperbolehkan satu arah jika ada arah yang berbeda yang akan dihambat keberadaannya, seperti halnya dengan dioda, dioda akan memungkinkan arus satu arah, dan arus pada arah yang berbeda akan dihambat, hal ini nantinya akan mengubah arus yang semula AC (bolak-balik) berubah menjadi DC (searah). Cara kerja dioda adalah pada saat dioda dalam keadaan ideal saat dioda konduksi atau ON menyebabkan drop tegangan atau drop tegangan anoda-katoda maka bernilai nol sedangkan besarnya arus listrik yang mengalir pada komponen dioda juga memiliki nilai yang sama. jumlah yang relatif besar yaitu relatif sama dengan arus listrik yang mengalir pada beban.[7]. Jika dioda mati, maka besar jatuh tegangan yang terjadi pada anoda katoda besarnya sama dengan tegangan yang diberikan dan dihubungkan ke dioda, jika besar arus listrik yang mengalir pada anoda-katoda besarnya nol [9].

2.3. Rangkaian Penyearah

Rangkaian penyearah adalah suatu cara untuk merubah rangkaian yang semula bergerak bolak-balik atau rangkaian AC yang kemudian berubah menjadi rangkaian satu arah atau rangkaian DC dengan cara hambatan yang dapat menghalangi arus atau tegangan hanya dalam satu arah. Pada rangkaian penyearah ini masih terbagi menjadi beberapa bagian[10]. Berikut pembagiannya:

1. Rangkaian penyearah tidak terkontrol
2. Rangkaian penyearah setengah terkontrol
3. Rangkaian penyearah terkontrol

Pada laporan ini membahas tentang rangkaian penyearah tak terkontrol setengah gelombang, untuk membuat rangkaian penyearah ini membutuhkan banyak komponen seperti resistor, kapasitor, trafo, dioda.

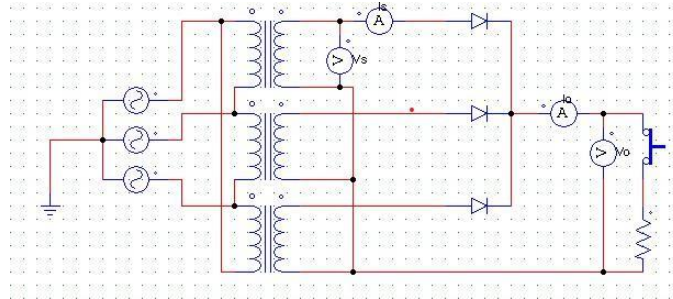
3. Metode Penelitian

Metode penelitian dalam makalah ini menggunakan observasi partisipatif atau observasi partisipatif. Metode ini merupakan jenis metode pengumpulan data yang biasanya dilakukan dengan menghubungkan atau memposisikan peneliti untuk bertindak secara langsung sebagai pengamat dan juga sebagai pelaksana dari sesuatu yang akan diamati. Peneliti dalam makalah ini akan mendapatkan data dari hasil percobaan besarnya arus, besarnya tegangan, dan juga besar daya yang telah didapatkan dari rangkaian penyearah dan rangkaian penyearah ini berasal dari generator 3 fasa. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mengetahui seberapa efektif rangkaian penyearah mengalir ke beban.

Teknik analisis data dalam percobaan ini adalah dengan memanipulasi besaran, membuat urutan yang teratur, dan menyingkat data, sehingga diharapkan ketika memperoleh hasil akan mudah dipahami dan juga dapat dievaluasi. Media penelitian dalam penelitian ini merupakan salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam melakukan percobaan, dengan media penelitian yang baik dan mudah digunakan akan memudahkan penulis dalam mengumpulkan data dan memudahkan pembaca untuk mencernanya. hasil eksperimen. Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah software PSIM atau singkatan dari PowerSim merupakan software yang tujuannya untuk simulasi virtual dan software ini dirancang untuk elektronika daya, penggerak listrik

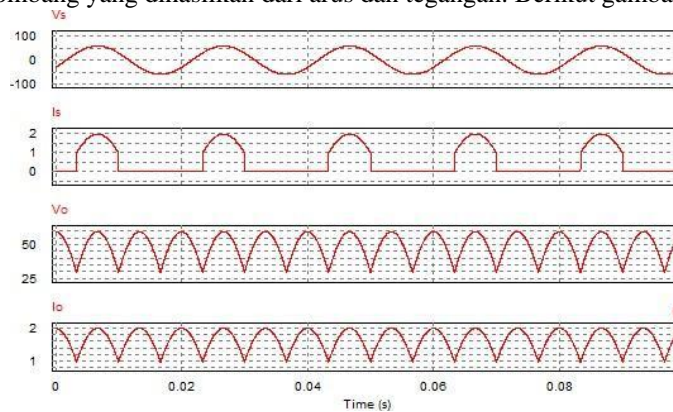
4. Hasil dan Diskusi

Dalam pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan baik dan juga hati-hati agar mendapatkan hasil yang sempurna, oleh karena itu langkah awal pada hasil kali ini adalah dengan rangkaian percobaan gambar. Rangkaian percobaan disini menggunakan rangkaian simulasi pada software PSIM. berikut adalah gambar rangkaiannya :



Gambar 4. Simulasi Rangkaian

Dalam rangkaian percobaan tersebut juga terdapat gelombang yang memiliki berbagai macam bentuk. Pada rangkaian ini terdapat gelombang yang dihasilkan dari arus dan tegangan. Berikut gambar ombaknya :



Gambar 5. Hasil Gelombang Sinusoidal

Rangkaian tersebut tentunya memiliki berbagai macam komponen. Berikut adalah komponen-komponen yang dipasang pada percobaan ini seperti: Alternator, Resistor, Diode, Voltmeter, Ammeter. Komponen-komponen tersebut dipasang sedemikian rupa sehingga membentuk rangkaian penyearah 3 fasa tak terkendali yang disuplai oleh generator sinkron 3 fasa.

4.1 Data

Untuk mendapatkan hasil dari beberapa percobaan dilakukan melalui suatu aplikasi atau software simulasi yang disebut PSIM. Hasil percobaan ini berupa data yang telah diuji dan melewati beberapa perubahan yang terjadi pada beberapa tegangan masukan dari generator. Di sini rangkaian menggunakan resistor 10k ohm.

Tabel 1. Hasil perhitungan simulasi

| No | Vs (V) | Is (rms) | Is (A) | Vo (rms) | Vo (V) | Io (rms) | Io (A) |
|----|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| 1 | 50 | 0,0024 | 0,0013 | 41,5 | 40,8 | 0,004 | 0,004 |
| 2 | 70 | 0,0038 | 0,0019 | 58,3 | 57,3 | 0,005 | 0,005 |
| 3 | 100 | 0,0048 | 0,0027 | 83,5 | 82,2 | 0,008 | 0,008 |
| 4 | 120 | 0,0058 | 0,0031 | 100 | 98,7 | 0,010 | 0,009 |

| | | | | | | | |
|---|-----|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 5 | 150 | 0,0072 | 0,0041 | 125,7 | 123,6 | 0,012 | 0,012 |
|---|-----|--------|--------|-------|-------|-------|-------|

Berdasarkan tabel di atas, kita dapat mengetahui hasil percobaan yang dilakukan dengan menggunakan software PSIM. Dari hasil percobaan terlihat adanya perubahan pada setiap nilai arus atau tegangan, oleh karena itu hasil percobaan berupa tabel ini akan dibahas pada bagian pembahasan agar lebih detail.

a. Perhitungan Manual

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil simulasi menggunakan PSIM, disini juga akan dilakukan perhitungan secara manual dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

Untuk mendapatkan tegangan output DC maka:

$$V_o(dc) = \frac{3V_m L - L}{\pi} = 0,8274 V_m L - N \quad (5)$$

Untuk mendapatkan tegangan dari output RMS maka:

$$V_o(rms) = V_m L - N \sqrt{\frac{3}{2} + \frac{9\sqrt{3}}{2\pi}} = 0,841 V_m L - N \quad (6)$$

Berdasarkan rumus diatas kita dapat menentukan perhitungan manual berdasarkan rumus yang kita dapatkan dan juga dapat dibandingkan dengan perhitungan menggunakan simulasi.

1. $V_m = 50V$

$$V_o(rms) = 0,841 \times V_m L - N = 0,841 \times 50 = 42,05$$

$$V_o(dc) = 0,8274 \times V_m L - N = 0,8274 \times 50 = 41,37$$

$$I_o(rms) = \frac{V_o}{R} = \frac{42,05}{1000} = 0,004 A$$

2. $V_m = 70V$

$$V_o(rms) = 0,841 \times V_m L - N = 0,841 \times 70 = 58,87$$

$$V_o(dc) = 0,8274 \times V_m L - N = 0,8274 \times 70 = 57,91$$

$$I_o(rms) = \frac{V_o}{R} = \frac{58,87}{1000} = 0,005 A$$

3. $V_m = 100V$

$$V_o(rms) = 0,841 \times V_m L - N = 0,841 \times 100 = 84,10$$

$$V_o(dc) = 0,8274 \times V_m L - N = 0,8274 \times 100 = 82,74$$

$$I_o(rms) = \frac{V_o}{R} = \frac{84,10}{1000} = 0,008 A$$

4. $V_m = 120V$

$$V_o(rms) = 0,841 \times V_m L - N = 0,841 \times 120 = 100,92$$

$$V_o(dc) = 0,8274 \times V_m L - N = 0,8274 \times 120 = 99,28$$

$$I_o(rms) = \frac{V_o}{R} = \frac{100,92}{1000} = 0,0010 A$$

5. $V_m = 150V$

$$V_o(rms) = 0,841 \times V_m L - N = 0,841 \times 150 = 126,15$$

$$V_o(dc) = 0,8274 \times V_m L - N = 0,8274 \times 150 = 124,11$$

$$I_o(rms) = \frac{V_o}{R} = \frac{126,15}{1000} = 0,0015 A$$

Tabel 2. Hasil perhitungan manual dan simulasi

| V_s | $V_o(dc)$ (P) (Volt) | $V_o(dc)$ (T) (Volt) | $V_o(rms)$ (P) (Volt) | $V_o(rms)$ (T) (Volt) | I_o (rms) (A) | I_o (T) (A) |
|-------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------|
| 50 | 40,8 | 41,37 | 41,5 | 42,05 | 0,004 | 0,004 |

| | | | | | | |
|-----|-------|--------|-------|--------|-------|-------|
| 70 | 57,3 | 57,91 | 58,3 | 58,87 | 0,005 | 0,005 |
| 100 | 82,2 | 82,74 | 83,5 | 84,1 | 0,008 | 0,008 |
| 120 | 98,7 | 99,28 | 100 | 100,92 | 0,010 | 0,010 |
| 150 | 123,6 | 124,11 | 125,7 | 126,15 | 0,012 | 0,012 |

Dari tabel diatas terlihat bahwa hasil perhitungan manual (T) dengan perhitungan menggunakan simulasi (P) hampir sama walaupun terdapat perbedaan error yang tidak terlalu besar, dari hasil tersebut kemudian dapat diambil kesimpulan. tergambar pada bagian pembahasan.

4.2 Diskusi

Maka pada bagian pembahasan kali ini berdasarkan data yang telah diperoleh peneliti. Pada perhitungan manual dan perhitungan dengan simulasi perbedaan tegangan rata-rata atau $V_o(dc)$ secara teori dan praktek hasilnya sedikit berbeda walaupun mendekati persentase error yang dihitung masih relatif kecil. Untuk perhitungan dan simulasi manual tegangan keluaran rms juga sama dengan sebelumnya masih ada perbedaan namun tidak terlalu signifikan, sedangkan pada perhitungan dan simulasi manual pada arus rms terlihat hasilnya sama yaitu tidak ada perbedaan antara perhitungan, dapat dikatakan bahwa perhitungan tidak memiliki kesalahan. Pada gambar gelombang pertama, hasil percobaan menunjukkan bahwa gelombang tersebut semula merupakan gelombang AC menjadi gelombang DC, namun ombaknya masih belum sempurna atau dengan kata lain tanpa riak. Berdasarkan teori gelombang pada arus listrik DC hanya setengah gelombang dan dapat dikatakan gelombang hanya mencapai puncak karena pada gelombang listrik DC hanya gelombang positif saja yang lewat

5. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan maka dapat diperoleh hasil yang kemudian dapat disimpulkan dan juga diberikan saran yaitu :

1. Pada rangkaian penyearah berfungsi untuk mengubah arus listrik AC menjadi arus listrik DC
2. Untuk mengalirkan arus listrik secara langsung, diperlukan komponen dioda yang fungsinya untuk menghalangi arus listrik satu arah
3. Dalam penelitian ini masih perlu diuji lagi secara mendetail agar lebih tepat dalam memperoleh hasil dan juga peneliti harus memahami materi yang ada.

6. Daftar Pustaka

- Sunarlik, W. (2017). Prinsip Kerja Generator Sinkron. Prinsip Kerja Generator Sinkron, 6.
- Indriani, A. (2015). Analisis pengaruh variasi jumlah kutub dan jarak celah magnet rotor terhadap performan generator sinkron fluks radial. *Electrician*, 9(2), 63-72.
- Armansyah, A., & Sudaryanto, S. (2016). Pengaruh Penguatan Medan Generator Sinkron Terhadap Tegangan Terminal. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 1(2), 48-55. Sudirham, Sudaryatno, 2012, *Electrical Circuit Analysis*, Bandung: kanayakan D30.
- Zuhal. 1998. *Basic Electrical Engineering and Power Electronics*, Jakarta:PT. Rineka Cipta
- Apriadi, R. (2019). RANCANG BANGUN PROTOTYPE GENERATOR LINIER 1 FASA SINGLE SIDED HALBACH ARRAY TIPE DATAR (Doctoral dissertation, Universitas Siliwangi).
- Giancoli, Douglas, C., 2001, *Physics 2*, Jakarta: Erlangga.
- M.Y.S.T.E.R.Y.ASWARDI, *POWER ELECTRONIC ENGINEERING*, IRDHBookPublisher, 2020.
- Merdeka, V. G., Zahratul, N., Sutia, D. D., Darussalam, M. G. B., Anggraini, R. P., & Halilatushalihah, N. (2022). ANALISIS DIODA PADA RANGKAIAN RECTIFIER DENGAN SOFTWARE ELECTRONICS WORKBENCH. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 12(1).

- Hafid, A., & Zakaria, S. P. (2020). ANALISIS UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLIES DENGAN OUTPUT GELOMBANG SINUS. VERTEX ELEKTRO, 12(2), 44-49
- [Demeianto, B., Ramadani, R. P., Musa, I., & Priharanto, Y. E. (2020). Analisa Pembebanan Pada Generator Listrik Kapal Penangkap Ikan Studi Kasus Pada Km. Maradona. Aurelia Journal, 2(1), 63-72.
- R.Y.O.B.I. Maulititus Eko Pramono, "Report of Diode Characteristics Practicum," ACADEMIA, Surabaya.
- R.M. Arpin, "Schematic of Half-Wave Rectifier Circuit in Analog Electronic Circuit," Dewantara Journal of Technology Volume 1 No 1, vol. 01 No 1, pp. 22-14, 2020. N. Z. D. D. S. M. G. B. D. R. F.
- Edminister J.A., 1992, Electrical Circuits, Erlangga Jakarta, translated by Sahat Pakpahan.
- A. Hartono, M. Djamal, S. Satira, and H. Bahar, 'Design and Manufacture of 30 KV DC Amplifier Rectifier for Polling Optimization in PVDF Thin Film', J. BASIC SCIENCES, vol. 15, no.1, pp. 23–28, 2014.
- Zuhal. 1998. Basic Electrical Engineering and Power Electronics, Jakarta: PT.Rineka Cipta
- S.A.U.MJ Mustofa, "Design of a Controlled Rectifier for DC Motor Speed Regulation," University of Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2021.
- Nugraha, Anggara Trisna, Reza Fardiyana, and Vugar Hacimahmud Abdullayev. "Design And Fabrication of Temperature and Humidity Stabilizer on Low Voltage Distribution Panel with PLC-Based Fuzzy Method to Prevent Excessive Temperature and Humidity on The Panel." Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics 4.3 (2022): 170-177.
- Asri, Purwadi, et al. "Desain Hybrid Panel Surya dan Generator Set pada Kapal Ikan Pesisir Selatan Jawa." Jurnal Innotek Polbeng 12.1 (2022): 46-53.
- Nugraha, Anggara Trisna, et al. "Brake Current Control System Modeling Using Linear Quadratic Regulator (LQR) and Proportional integral derivative (PID)." Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics 4.2 (2022): 85-93.
- Ivannuri, Fahmi, and Anggara Trisna Nugraha. "Implementation Of Fuzzy Logic On Turbine Ventilators As Renewable Energy." Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics 4.3 (2022): 178-182.
- Achmad, Irgi, and Anggara Trisna Nugraha. "Implementation of Voltage Stabilizers on Solar Cell