

SISTEM PENYEARAH SETENGAH GELOMBANG SATU FASA TANPA KONTROL MEMAKAI SUMBER AC TIGA FASA.

Dwi Sasmita Aji Pembudi¹⁾, Anggara Trisna Nugraha²⁾, Rama Arya Shobita³⁾, dan Shelomitha Valery Lesmana⁴⁾

^{1,2,3,4}Teknik Kelistrikan Kapal
E-mail: dwi.sasmita@ppns.ac.id

Abstract

This study discusses a single-phase half-wave uncontrolled rectifier using a three-phase AC generator. The rectification process is simulated using Proteus software, which displays a sinusoidal waveform to identify the behavior of the single-phase half-wave rectifier. The system uses a three-phase AC generator as the load, which is connected to the half-wave rectifier circuit. A half-wave rectifier is a system that uses a single diode block—either one diode or multiple diodes in parallel—to convert alternating current (AC) voltage into direct current (DC) voltage. Its operation is based on the unidirectional characteristic of diodes, allowing current to flow in only one direction. This type of rectifier is called “half-wave” because it only passes the positive half cycle of the AC signal. A generator is a device that converts mechanical energy into electrical energy, which can be driven by wind turbines, water turbines, or steam turbines. These turbines rotate the generator shaft to produce electricity through the coil inside the generator. An alternator is a type of generator that produces AC output voltage. As most current power systems use AC, alternators play a central role in power generation. Their size varies depending on the load capacity, especially in large-scale power plants.

Keywords: *generator, uncontrolled rectifier, half-wave, simulation, alternator*

PENDAHULUAN

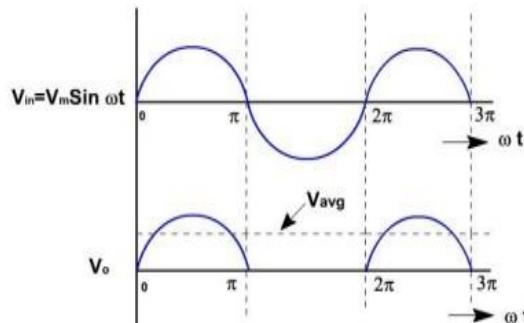
Penyearah setengah gelombang merupakan salah satu jenis sistem penyearah yang memanfaatkan satu blok dioda—baik berupa satu dioda tunggal maupun beberapa dioda yang disusun paralel—untuk mengubah tegangan arus bolak-balik (AC) menjadi tegangan arus searah (DC). Prinsip dasar dari sistem ini memanfaatkan karakteristik dioda yang hanya mengalirkan arus listrik dalam satu arah saja. Disebut sebagai penyearah setengah gelombang karena hanya siklus positif dari sinyal AC yang dapat dilewatkan. Rangkaian jenis ini banyak digunakan dalam sistem catu daya. Namun demikian, penggunaannya kurang optimal pada frekuensi rendah seperti jaringan listrik rumah tangga (50 Hz) karena hanya memanfaatkan separuh siklus AC dan menghasilkan ripple yang cukup besar pada keluaran tegangan DC, sehingga dibutuhkan kapasitor berukuran besar untuk meredamnya.

Dioda menjadi komponen utama dalam rangkaian ini, yang bekerja dengan prinsip bias maju saat siklus positif terjadi—sehingga arus dapat mengalir ke beban—and bias mundur saat siklus negatif, sehingga arus terblokir. Rangkaian penyearah ini biasanya memperoleh input berupa sinyal AC dari lilitan sekunder transformator. Untuk membangun sistem ini,

diperlukan beberapa komponen seperti resistor, kapasitor, transformator, dan dioda. Resistor merupakan komponen dua kutub yang berfungsi menahan arus listrik dan menghasilkan beda potensial antar kutubnya, serta mendistribusikan arus sesuai kebutuhan. Umumnya resistor terbuat dari bahan resistif seperti karbon. Kapasitor, di sisi lain, berperan sebagai penyaring (filter) dalam meredam tegangan ripple—yaitu tegangan AC sisa yang masih terbawa dalam keluaran DC—sehingga tegangan DC yang dihasilkan lebih stabil. Kapasitor terdiri atas dua pelat logam yang dipisahkan oleh bahan dielektrik.

Dioda merupakan komponen semikonduktor dua terminal (P dan N) yang berfungsi sebagai penyearah arus. Sambungan P-N ini hanya mengalirkan arus jika diberi bias maju, dan memblokir arus saat diberi bias mundur. Terminal P disebut anoda dan terminal N disebut katoda.

1



Gambar 1 penyearah setengah gelombang

Tegangan keluaran rata-rata dari penyearah setengah gelombang dapat dihitung menggunakan rumus:

$$V_{ag} = \frac{X_m}{\pi_r}$$

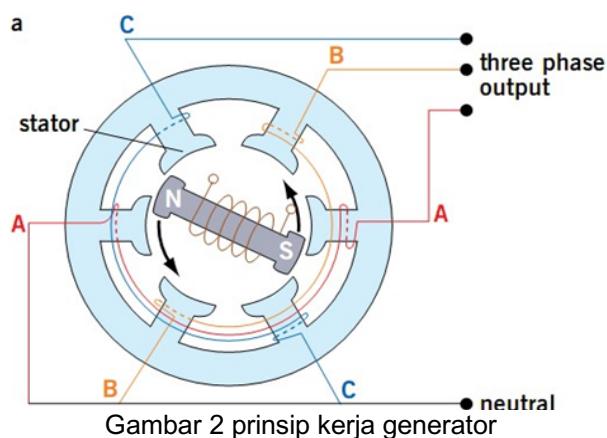
dengan keterangan:

- V_{ag} adalah tegangan rata-rata,
- X_m adalah tegangan puncak,
- π_r adalah hambatan.

Tegangan DC yang dihasilkan bergantung pada kondisi siklus input. Pada siklus positif, dioda menghantar sehingga keluaran sama dengan tegangan puncak sinyal input. Sebaliknya, pada siklus negatif, dioda tidak menghantar sehingga tegangan keluaran bernilai nol.

Generator merupakan alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Sumber energi mekanik tersebut dapat berasal dari turbin angin, air, maupun uap. Energi mekanik ini digunakan untuk memutar poros generator, sehingga menghasilkan arus listrik melalui proses induksi elektromagnetik di dalam kumparan. Alternator adalah jenis generator yang menghasilkan tegangan keluaran berbentuk arus bolak-balik (AC). Mengingat sebagian besar sistem tenaga saat ini menggunakan AC, alternator menjadi komponen utama dalam pembangkitan energi. Ukuran alternator sangat bervariasi, disesuaikan dengan kebutuhan beban, seperti pada pembangkit listrik tenaga air yang menggunakan alternator berukuran besar dan mampu menghasilkan daya hingga ribuan kilowatt dengan tegangan tinggi.

2



Gambar 2 prinsip kerja generator

Sistem kumparan dalam alternator terdiri atas tiga kumparan yang masing-masing berfungsi sebagai belitan fasa, yaitu U-X, V-Y, dan W-Z. Sistem tiga fasa ini menghasilkan tiga buah tegangan yang memiliki perbedaan fasa satu sama lain. Perbedaan fasa ini dinyatakan dalam bentuk sudut sebagai variasi waktu. Selain sistem tiga fasa, dikenal pula sistem satu fasa, yaitu sumber tegangan yang langsung dihubungkan dengan beban.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yang bertujuan untuk memperoleh data numerik dari hasil simulasi guna dianalisis secara sistematis. Penelitian difokuskan pada rancangan dan analisis rangkaian penyearah setengah gelombang satu fasa berbasis simulasi dengan memanfaatkan software Proteus. Populasi dalam penelitian ini adalah karakteristik keluaran tegangan dari penyearah setengah gelombang, sementara sampelnya berupa hasil simulasi tegangan masukan dan tegangan keluaran dengan variasi beban.

Model rangkaian dibangun secara virtual menggunakan perangkat lunak Proteus, di mana dilakukan pengujian untuk melihat bentuk gelombang dan besaran tegangan pada titik-titik tertentu dalam rangkaian. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan hasil simulasi, baik pada sisi input maupun output dengan menggunakan alat bantu pengukuran berupa AVO meter dan osiloskop. Pengukuran tegangan input dilakukan dengan menghubungkan anoda dioda ke probe positif AVO meter dan osiloskop, sedangkan katoda dihubungkan ke probe negatif, serta ke kaki kapasitor dan resistor. Untuk pengukuran tegangan output, katoda dioda dihubungkan ke probe positif AVO meter dan osiloskop, serta ke komponen kapasitor dan resistor. Probe negatif dari kedua alat ukur tersebut kemudian dihubungkan ke sumber tegangan DC sebesar 12 volt.

Dalam rangkaian ini, kapasitor berperan sebagai filter atau penyaring gelombang ripple serta sebagai isolator terhadap loncatan arus listrik yang dapat menyebabkan gangguan. Resistor berfungsi sebagai penghambat dan pengatur arus yang mengalir dalam rangkaian. Dioda digunakan sebagai komponen utama penyearah, yang hanya mengalirkan arus dalam satu arah sehingga menghasilkan gelombang DC setengah siklus. AVO meter berfungsi untuk mengukur nilai tegangan input maupun output, sementara osiloskop digunakan untuk menampilkan bentuk gelombang yang dihasilkan oleh rangkaian penyearah.

Metode analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif, dengan membandingkan hasil tegangan input dan output dari simulasi yang telah dilakukan terhadap beban berbeda, serta menganalisis bentuk gelombang hasil penyearahan untuk menilai kinerja dan efektivitas dari rangkaian yang diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja penyearah tak terkontrol satu fasa setengah gelombang yang menggunakan sumber tegangan dari generator AC tiga fasa. Simulasi rangkaian dilakukan menggunakan perangkat lunak Proteus untuk mengamati bentuk gelombang keluaran serta perilaku komponen dalam sistem.

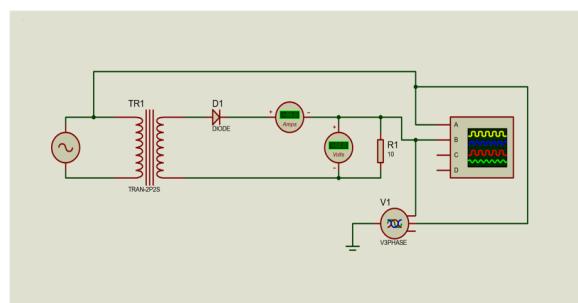
HASIL

Simulasi dalam penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Proteus. Gambar berikut menunjukkan konfigurasi rangkaian yang telah berhasil disimulasikan. Rangkaian tersebut merupakan penyearah setengah gelombang (half-wave rectifier) yang dirancang

menggunakan satu blok dioda tunggal—baik berupa satu dioda maupun beberapa dioda yang disusun secara paralel. Tujuannya adalah untuk mengubah tegangan arus bolak-balik (AC) menjadi tegangan arus searah (DC).

Prinsip kerja penyearah setengah gelombang didasarkan pada karakteristik dioda yang hanya memungkinkan arus mengalir dalam satu arah. Oleh karena itu, pada saat sinyal input berada dalam siklus positif, dioda akan menghantar dan mengalirkan arus menuju beban. Sebaliknya, saat siklus negatif, dioda tidak menghantar sehingga tidak ada arus yang diteruskan. Karakteristik ini menyebabkan hanya setengah siklus dari sinyal AC yang dilewatkan, sehingga tegangan output berbentuk denyut positif secara periodik.

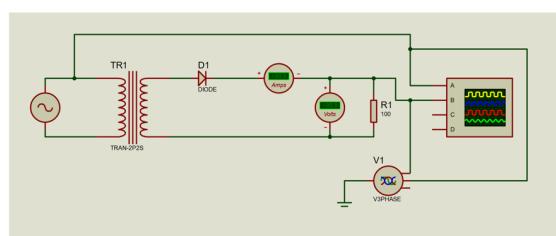
3.



Gambar 3 Rangkaian dengan Hambatan 10 ohm

Gambar 3 menunjukkan rangkaian penyearah setengah gelombang yang diuji menggunakan beban berupa resistor sebesar 10 ohm. Pengujian ini dilakukan melalui simulasi menggunakan perangkat lunak Proteus untuk mengamati respons tegangan keluaran terhadap beban tersebut.

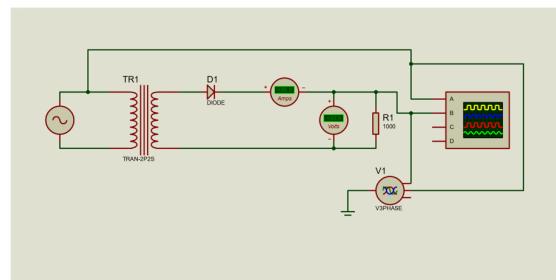
4.



Gambar 4 Rangkaian dengan Hambatan 100 ohm

Gambar 4 merupakan rangkaian yang di uji coba menggunakan resistor dengan beban 100 ohm yang di simulasi melalui proteus

5.



Gambar 5 Rangkaian dengan Hambatan 1000 ohm

Gambar 5 memperlihatkan rangkaian penyearah setengah gelombang yang diuji dengan beban resistor sebesar 1000 ohm. Simulasi rangkaian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Proteus untuk mengevaluasi pengaruh variasi nilai beban terhadap bentuk gelombang dan tegangan keluaran yang dihasilkan.

Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai tegangan dan arus yang ditampilkan pada voltmeter dan ammeter untuk berbagai nilai hambatan beban. Selain itu, diamati pula bentuk gelombang keluaran melalui osiloskop guna mengevaluasi karakteristik sinyal hasil penyearahan pada masing-masing variasi beban.

Tabel 1
Hasil Pengukuran Arus dan Tegangan pada Berbagai Nilai Hambatan Beban

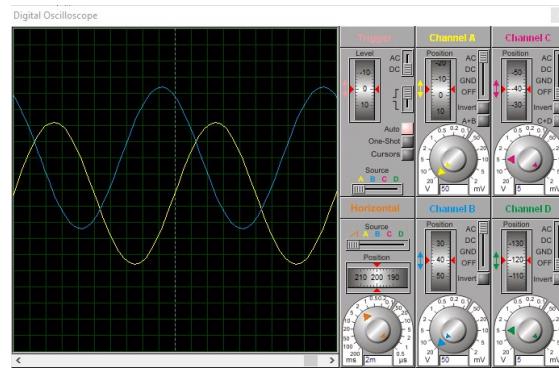
Hambatan	Amperemeter	Voltmeter
10	5	57
100	8	58
1000	10	60

PEMBAHASAN

Simulasi yang dilakukan menggunakan perangkat lunak Proteus menunjukkan bahwa bentuk gelombang keluaran bervariasi sesuai dengan nilai hambatan beban yang digunakan. Setiap perubahan nilai hambatan menghasilkan respon gelombang yang berbeda, baik dari segi amplitudo maupun karakteristik bentuk sinyal. Berikut ditampilkan gambar gelombang

hasil simulasi untuk masing-masing nilai hambatan yang diuji pada rangkaian penyearah setengah gelombang.

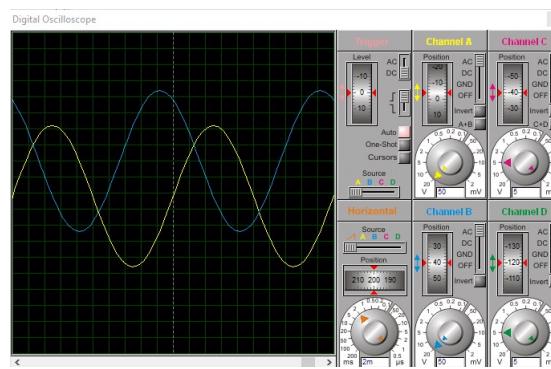
6



Gambar 6 Gelombang Sinus Dengan Nilai Hambatan 10 ohm

Gambar 6 menampilkan hasil simulasi dari rangkaian pada Gambar 3 yang dilakukan menggunakan osiloskop pada perangkat lunak Proteus. Hasil pengujian menunjukkan bentuk gelombang sinus dengan dua puncak (gunung) dan dua lembah, yang menggambarkan respons keluaran dari rangkaian penyearah terhadap beban resistor sebesar 10 ohm.

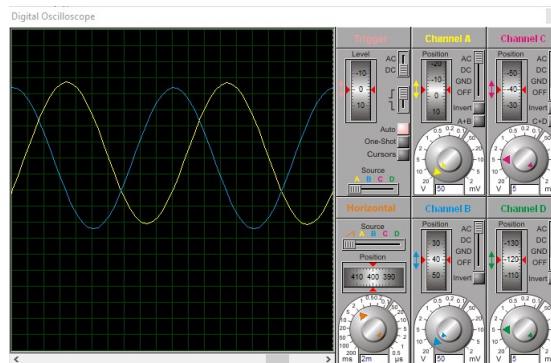
7



Gambar 7 Gelombang Sinus Dengan Nilai Hambatan 100 ohm

Gambar 7 merupakan hasil simulasi dari rangkaian pada Gambar 4 yang divisualisasikan menggunakan osiloskop pada perangkat lunak Proteus. Gelombang yang ditampilkan menunjukkan bentuk gelombang sinus dengan dua puncak (gunung) dan dua lembah, yang merepresentasikan respon sinyal keluaran dari rangkaian terhadap beban resistor sebesar 100 ohm.

8



Gambar 8 Gelombang Sinus Dengan Nilai Hambatan 1000 ohm

Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian simulasi dari rangkaian pada Gambar 5, yang divisualisasikan melalui osiloskop pada perangkat lunak Proteus. Hasil simulasi tersebut menampilkan bentuk gelombang sinus dengan dua puncak (gunung) dan dua lembah, sebagai representasi dari respons rangkaian terhadap sinyal input AC pada beban resistor sebesar 1000 ohm.

DAFTAR PUSTAKA

- A., K., & Supriyo. (n.d.). *Analisa generator 3 phasa tipe magnet permanen dengan penggerak mula turbin angin propeller 3 blade untuk PLTB.*
- Abdillah, M., Wahyono, E., & Eko, H. (n.d.). *Rancang bangun rangkaian AC to DC full converter tiga fasa dengan harmonisa rendah.*
- Armansyah. (n.d.). *Pengaruh penguatan medan generator sinkron terhadap tegangan terminal.*
- Arpin, R. M. (2020). *Skematik rangkaian penyearah setengah gelombang pada rangkaian elektronika analog.*
- Dixon, J. (n.d.). *Three-phase controlled rectifiers.*
- Doloksaribu, I. (n.d.). *Pembangkitan tegangan pada generator 3 fasa.*
- Effendi, & Fitriady. (n.d.). *Disain dan aplikasi rangkaian triger SCR untuk penyearah terkendali satu fasa.*
- Gunawan, D. C. (n.d.). *Transformator listrik.*
- Hendrawan, N. D. (n.d.). *Pengendali tegangan generator AC 3 fasa dari perubahan arus beban.*
- Murtono, A. (n.d.). *Optimasi filter sisi beban dan pengurangan gejala ekstrim sisi masukan pada penyearah setengah gelombang pada kondisi steady state.*

- Pramudita, R., & Suryana, A. (n.d.). *Rancang bangun trainer terintegrasi rangkaian penyearah gelombang dan penguat op-amp berbasis mikrokontroler ATmega 32.*
- Putra, A. D. (n.d.). *Analisis perancangan service special tools shock absorber dengan generator AC menggunakan finite element methods.*
- Wibowo, A. (n.d.). *Perancangan penyearah jembatan terkontrol penuh tiga fasa dengan motor DC.*
- Yanto, D. T., Astrid, E., Hidayat, R., & Islami, S. (n.d.). *Analisis uji kelayakan trainer kit elektronika daya: 3 phase half-wave and full-wave uncontrolled rectifier.*
- Yanto, D. T., Hidayat, R., & Hamdani. (2018). *Rancang bangun trainer elektronika daya: Controlled and uncontrolled rectifiers.*