



Analisis Tegangan Output Dan Tegangan Diode Penyearah Jembatan Gelombang Penuh 1 Phase Menggunakan MATLAB SIMULINK

Irvan Dinata, Meisan Jaya Haro, Meliana Rointan Silaban

Universitas Negeri Medan

irvand213@gmail.com¹, meisanjaya3@gmail.com², melianasilabn@gmail.com³

Abstrak A rectifier is a power electronics circuit that functions to convert alternating current (AC) voltage into direct current (DC) voltage required by various electronic devices. This study aims to analyze the characteristics of the output voltage and the voltage across the diodes in a single-phase full-wave bridge rectifier circuit using MATLAB Simulink software. The research method used is a simulation method by designing a circuit model consisting of an AC voltage source, four diodes arranged as a bridge rectifier, a load, and a filter capacitor. The simulation results show that the input voltage has a sinusoidal waveform with a peak value of approximately 120 V. After the rectification process, the output voltage becomes a pulsating DC voltage with a peak value of about 93 V, which is influenced by the voltage drop across the diodes. The addition of a filter capacitor is able to reduce the voltage ripple, resulting in a more stable load voltage in the range of 84 V to 87 V. The results of this study indicate that the full-wave bridge rectifier circuit is capable of converting AC voltage into DC voltage effectively, and MATLAB Simulink simulation can be used as an effective analysis tool for studying the characteristics of power electronics circuits before implementation in real systems.

Keywords: Full-Wave Bridge Rectifier, Output Voltage, MATLAB Simulink

Abstrak Penyearah merupakan rangkaian elektronika daya yang berfungsi mengubah tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC) yang dibutuhkan oleh berbagai perangkat elektronik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik tegangan output serta tegangan pada dioda pada rangkaian penyearah jembatan gelombang penuh satu fasa menggunakan perangkat lunak MATLAB Simulink. Metode penelitian yang digunakan adalah metode simulasi dengan merancang model rangkaian yang terdiri dari sumber tegangan AC, empat buah dioda sebagai penyearah jembatan, beban, serta kapasitor filter. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan input berbentuk gelombang sinus dengan nilai puncak sekitar 120 V. Setelah melalui proses penyearahan, tegangan output berubah menjadi tegangan DC berdenyut dengan nilai puncak sekitar 93 V yang dipengaruhi oleh penurunan tegangan pada dioda. Penambahan kapasitor filter mampu mereduksi ripple tegangan sehingga tegangan pada beban menjadi lebih stabil pada kisaran 84 V hingga 87 V. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rangkaian penyearah jembatan gelombang penuh mampu mengubah tegangan AC menjadi DC dengan baik dan simulasi MATLAB Simulink dapat digunakan sebagai alat analisis yang efektif dalam mempelajari karakteristik rangkaian elektronika daya sebelum dilakukan implementasi pada sistem nyata.

Kata Kunci : Penyearah Jembatan Gelombang Penuh, Tegangan Output, MATLAB simulink

LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi elektronika daya menuntut adanya sistem konversi energi listrik yang efisien dan stabil. Salah satu proses konversi energi listrik yang paling sering digunakan adalah perubahan tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC). Proses ini sangat penting karena sebagian besar perangkat elektronik dan sistem

kendali membutuhkan sumber tegangan DC agar dapat bekerja dengan baik. Salah satu rangkaian yang umum digunakan untuk melakukan proses tersebut adalah penyearah gelombang penuh satu fasa dengan konfigurasi jembatan diode (bridge rectifier).

Penyearah jembatan gelombang penuh satu fasa memiliki kelebihan dibandingkan penyearah setengah gelombang karena mampu memanfaatkan kedua setengah siklus gelombang AC, sehingga menghasilkan tegangan keluaran yang lebih besar dan lebih stabil. Rangkaian ini biasanya terdiri dari empat buah diode yang disusun dalam bentuk jembatan. Pada saat rangkaian bekerja, setiap pasangan diode akan menghantarkan arus secara bergantian sesuai dengan polaritas sumber AC. Oleh karena itu, analisis terhadap "tegangan output yang dihasilkan serta tegangan yang terjadi pada masing-masing diode" menjadi hal yang penting untuk memahami karakteristik kerja rangkaian tersebut.

Dalam praktiknya, analisis rangkaian penyearah tidak hanya dilakukan secara teoritis, tetapi juga melalui simulasi menggunakan perangkat lunak. Salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan dalam analisis dan simulasi sistem kelistrikan adalah "MATLAB Simulink". Software ini memungkinkan pengguna untuk memodelkan rangkaian listrik, mengamati bentuk gelombang, serta menganalisis parameter penting seperti tegangan, arus, dan karakteristik komponen secara lebih mudah dan akurat tanpa harus langsung melakukan percobaan pada perangkat keras.

Penggunaan MATLAB Simulink dalam analisis penyearah jembatan gelombang penuh memberikan keuntungan dalam memvisualisasikan bentuk gelombang tegangan keluaran serta tegangan yang muncul pada diode selama proses penyearahan berlangsung. Melalui simulasi ini dapat diperoleh pemahaman yang lebih jelas mengenai kinerja rangkaian, distribusi tegangan pada komponen, serta pengaruhnya terhadap kualitas tegangan DC yang dihasilkan.

Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan suatu kajian atau analisis mengenai "tegangan output dan tegangan pada diode pada rangkaian penyearah jembatan gelombang penuh satu fasa menggunakan MATLAB Simulink". Analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai karakteristik kerja rangkaian penyearah serta menjadi referensi dalam perancangan dan pengembangan sistem elektronika daya.

KAJIAN TEORI

Penyearah (rectifier) adalah rangkaian elektronika yang berfungsi untuk mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). Proses penyearahan ini sangat penting dalam sistem elektronika daya karena sebagian besar peralatan elektronik seperti adaptor, charger, televisi, dan rangkaian kontrol membutuhkan tegangan DC agar dapat beroperasi dengan baik. Sumber listrik dari jaringan PLN berbentuk AC, sehingga diperlukan rangkaian penyearah untuk mengonversinya menjadi DC sebelum digunakan oleh perangkat elektronik.

Prinsip kerja penyearah didasarkan pada karakteristik dioda sebagai komponen utama. Dioda hanya menghantarkan arus saat berada dalam kondisi bias maju (forward bias) dan menahan arus saat bias mundur (reverse bias). Ketika sinyal AC diberikan ke rangkaian, dioda akan melewatkan arus pada satu arah tertentu dan memblokir arus pada arah sebaliknya sehingga gelombang AC berubah menjadi gelombang searah yang berdenyut.

Salah satu jenis penyearah yang banyak digunakan adalah penyearah gelombang penuh dengan konfigurasi jembatan (bridge rectifier). Rangkaian ini menggunakan empat dioda yang disusun membentuk jembatan sehingga kedua setengah gelombang AC dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan tegangan DC yang lebih efisien dibandingkan penyearah setengah gelombang.

Namun, tegangan keluaran dari penyearah masih berupa DC berdenyut (pulsating DC) yang memiliki riak tegangan (ripple). Untuk mengurangi ripple tersebut, biasanya digunakan kapasitor filter pada bagian keluaran rangkaian. Kapasitor akan menyimpan muatan ketika tegangan mencapai nilai puncak dan melepaskannya saat tegangan menurun, sehingga tegangan keluaran menjadi lebih stabil

Penyearah Gelombang Penuh

Penyearah gelombang penuh adalah rangkaian yang digunakan untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC dengan memanfaatkan kedua setengah gelombang dari sinyal AC. Pada penyearah jembatan satu fasa digunakan empat buah dioda yang bekerja secara bergantian selama satu periode gelombang.

Ketika setengah gelombang positif terjadi, dua dioda akan menghantarkan arus menuju beban. Sebaliknya, pada setengah gelombang negatif dua dioda lainnya akan menghantarkan arus sehingga arah arus pada beban tetap sama.

Secara matematis tegangan input dapat dituliskan sebagai

$$v_{in} = V_m \sin(\omega t)$$

Karena kedua setengah gelombang dimanfaatkan, maka tegangan output merupakan nilai mutlak dari tegangan input.

$$v_{out} = | V_m \sin(\omega t) |$$

Tegangan DC rata-rata yang dihasilkan oleh penyearah gelombang penuh adalah:

$$V_{DC} = \frac{2V_m}{\pi}$$

Sedangkan tegangan efektif (RMS) dari output adalah:

$$V_{RMS} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

Pada penyearah jembatan juga terdapat penurunan tegangan pada dua dioda yang sedang konduksi sehingga tegangan output aktual sedikit lebih kecil dari nilai teoritis.

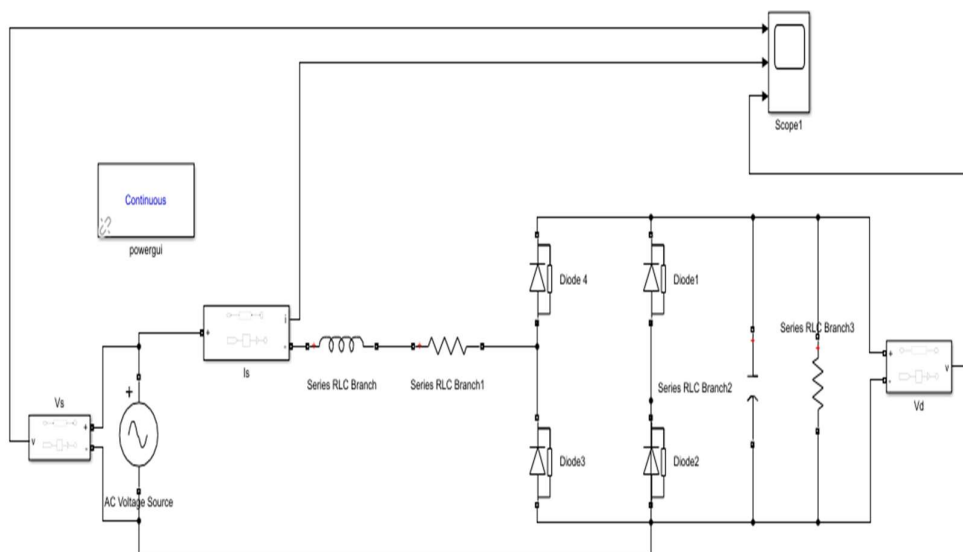
METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode simulasi menggunakan perangkat lunak MATLAB Simulink. Model rangkaian yang dibuat merupakan penyearah jembatan gelombang penuh satu fasa yang terdiri dari sumber tegangan AC, empat buah dioda, serta beban RLC.

Tahapan penelitian dilakukan dengan beberapa langkah yaitu merancang model rangkaian pada MATLAB Simulink, menentukan parameter sumber tegangan dan komponen rangkaian, menjalankan simulasi untuk memperoleh bentuk gelombang tegangan, serta melakukan analisis terhadap tegangan output dan tegangan pada dioda.

Pengukuran dilakukan menggunakan blok pengukuran tegangan yang terhubung pada output rangkaian dan pada salah satu dioda untuk mengamati karakteristik konduksi dioda selama proses penyearahan.

HASIL PEMBAHASAN



Gambar 1. Diagram Blok Rangkaian Jembatan Penyearah Gelombang Penuh

Analisis Tegangan Input (Vs)

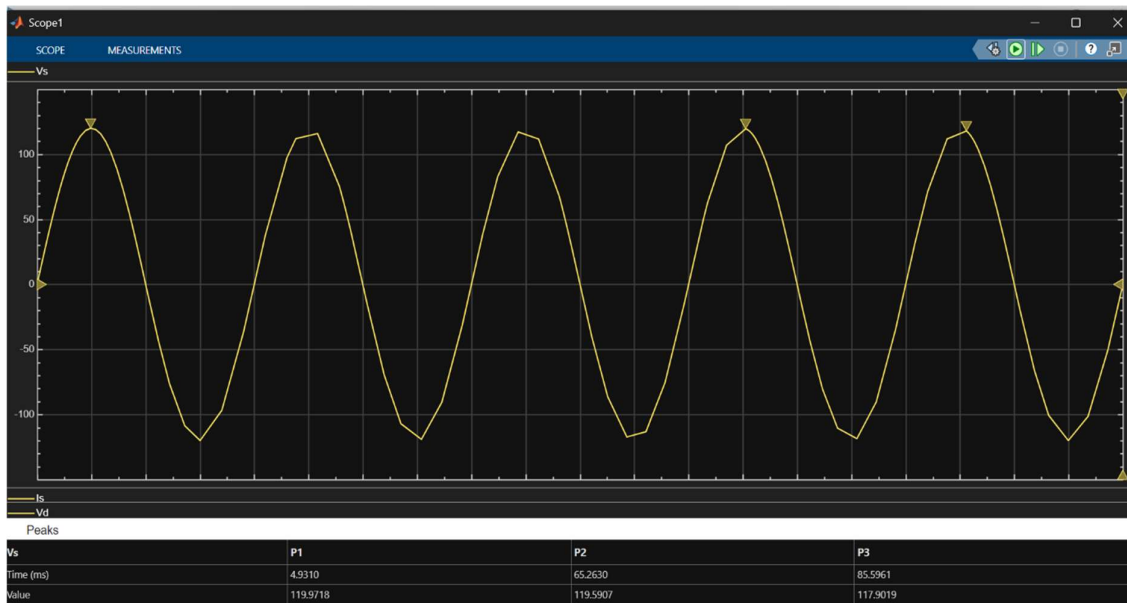
Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan menggunakan MATLAB Simulink, diperoleh data tegangan input (Vs) pada rangkaian penyearah jembatan gelombang penuh. Tegangan input yang diberikan berasal dari sumber tegangan bolak-balik (AC) yang berubah secara periodik terhadap waktu. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa tegangan input memiliki bentuk gelombang sinusoidal dengan nilai tegangan puncak yang relatif konstan. Nilai tegangan puncak yang diperoleh dari hasil pengukuran pada beberapa titik waktu dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tegangan Input

Titik Pengukuran	Waktu (ms)	Tegangan Puncak (V)
P1	4.931	119.97
P2	65.263	119.59
P3	85.596	117.90

Berdasarkan data pada Tabel 1, terlihat bahwa nilai tegangan puncak input berada pada kisaran sekitar 119 V hingga 120 V. Nilai tersebut menunjukkan bahwa amplitudo tegangan input relatif konstan selama proses simulasi berlangsung. Perbedaan nilai yang terjadi pada setiap titik waktu pengamatan sangat kecil sehingga dapat disimpulkan bahwa sumber tegangan yang digunakan memiliki kestabilan yang cukup baik. Nilai tegangan yang hampir sama pada setiap pengukuran juga menunjukkan bahwa sistem simulasi bekerja secara normal tanpa adanya fluktuasi tegangan yang signifikan. Dengan demikian, tegangan input yang digunakan dapat dianggap sebagai sumber tegangan AC yang stabil.

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai bentuk gelombang tegangan input tersebut, hasil simulasi pada MATLAB Simulink Scope ditampilkan dalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2. Bentuk Gelombang dan Statistik Tegangan Input

Secara matematis, tegangan input dapat dinyatakan dengan persamaan gelombang sinus:

$$v_s = V_m \sin(\omega t)$$

di mana:

v_s = tegangan sumber AC

V_m = tegangan puncak (≈ 120 V)

ω = kecepatan sudut gelombang

t = waktu

Jika dihitung nilai tegangan RMS (Root Mean Square) dari tegangan input, maka diperoleh:

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

Sehingga dengan $V_m \approx 120$ V diperoleh:

$$V_{rms} \approx 84.85 \text{ V}$$

Nilai RMS ini merupakan nilai efektif tegangan AC yang digunakan sebagai sumber pada rangkaian penyearah. Tegangan input ini kemudian akan diproses oleh

rangkaian penyearah jembatan gelombang penuh sehingga menghasilkan tegangan keluaran berupa DC berdenyut.

Analisis Tegangan Output (Is)

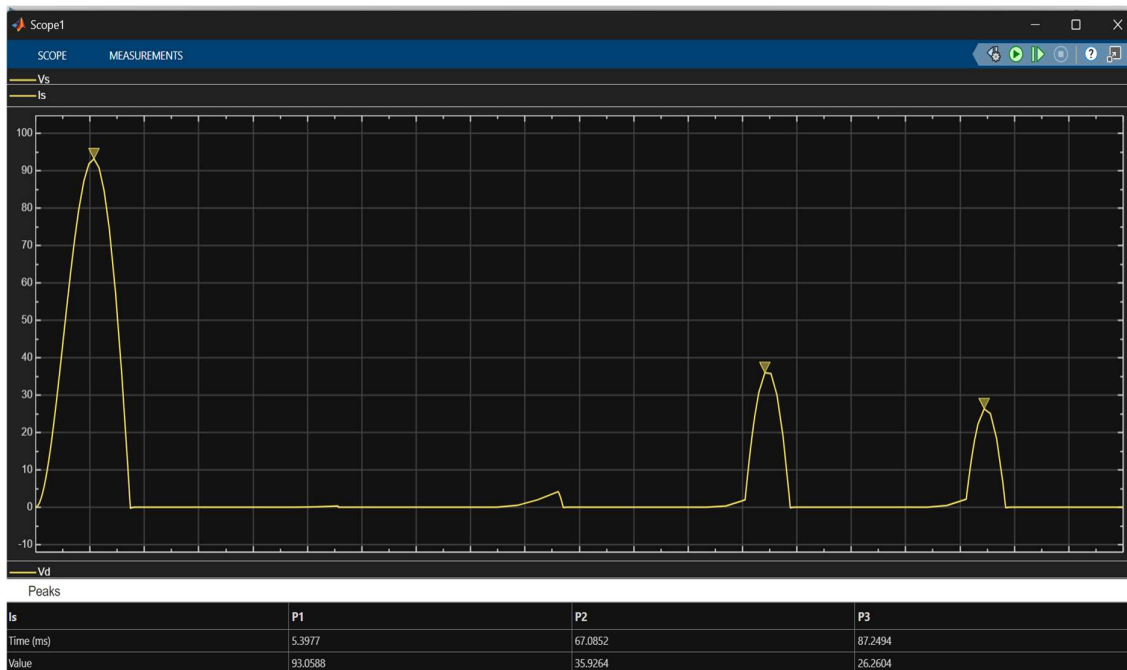
Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB Simulink, diperoleh data tegangan output (Is) pada rangkaian penyearah jembatan gelombang penuh. Tegangan output merupakan tegangan yang dihasilkan setelah proses penyearahan dari sumber tegangan AC oleh rangkaian dioda bridge. Hasil pengukuran dilakukan menggunakan fitur pengukuran pada MATLAB Simulink Scope untuk mengetahui karakteristik tegangan keluaran pada beberapa titik waktu pengamatan. Data hasil pengukuran tegangan output tersebut kemudian disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah proses analisis terhadap perubahan nilai tegangan yang terjadi selama proses simulasi.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Tegangan Output

Waktu (ms)	Waktu (ms)	Tegangan Puncak (V)
P1	5.3977	93.0588
P2	67.0852	35.9264
P3	87.2494	26.2604

Berdasarkan data pada Tabel 2, terlihat bahwa nilai tegangan output mengalami perubahan yang cukup signifikan pada setiap titik waktu pengamatan. Tegangan output maksimum yang terukur berada pada kisaran sekitar 93 V, yang lebih kecil dibandingkan dengan tegangan puncak input yang mencapai sekitar 120 V. Perbedaan nilai tersebut terjadi karena adanya penurunan tegangan pada dioda (forward voltage drop) yang digunakan dalam rangkaian penyearah jembatan. Selain itu, penurunan nilai tegangan yang terlihat dari pengukuran P1 hingga P3 menunjukkan adanya proses pelepasan muatan pada kapasitor filter yang terhubung pada rangkaian. Ketika kapasitor telah terisi pada saat tegangan mencapai nilai puncak, kapasitor akan melepaskan muatannya ke beban ketika dioda tidak menghantarkan arus. Proses ini menyebabkan tegangan output mengalami penurunan secara bertahap hingga siklus pengisian berikutnya terjadi.

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai karakteristik tegangan output tersebut, hasil simulasi pada MATLAB Simulink Scope ditampilkan dalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 3. Bentuk Gelombang dan Statistik Tegangan Output Penyearah Jembatan Gelombang Penuh

Pertama, terdapat penurunan tegangan puncak (voltage drop) pada keluaran penyearah. Tegangan puncak maksimum yang terukur hanya sekitar 93 V, lebih kecil dibandingkan dengan tegangan puncak input yang diperkirakan sekitar 120 V. Penurunan ini disebabkan oleh tegangan jatuh pada dioda (forward voltage drop) pada rangkaian penyearah jembatan. Pada konfigurasi jembatan, arus selalu melewati dua dioda secara seri sehingga total penurunan tegangan menjadi sekitar $2 \times V_d$.

Kedua, nilai puncak yang terus menurun dari P1 ke P2 hingga P3 menunjukkan adanya proses pelepasan muatan pada kapasitor filter. Setelah kapasitor terisi pada tegangan puncak pertama, kapasitor akan melepaskan energi ke beban ketika dioda tidak menghantar.

Ketiga, bentuk gelombang keluaran menunjukkan adanya ripple (riak tegangan) yang cukup besar. Ripple ini terjadi karena kapasitor tidak mampu mempertahankan tegangan secara konstan selama periode antara dua puncak gelombang AC.

Secara teoritis, tegangan keluaran pada saat kapasitor mengalami pengosongan dapat didekati dengan persamaan:

$$V_o = V_p e^{-\frac{t}{RC}}$$

di mana:

- V_o = tegangan output saat kapasitor melepaskan muatan
- V_p = tegangan puncak pengisian kapasitor
- R = resistansi beban
- C = kapasitansi filter
- t = waktu pengosongan

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa tegangan kapasitor akan menurun secara eksponensial selama proses pengosongan.

Berdasarkan hasil pengamatan, tegangan output rata-rata berada pada kisaran antara 26 V hingga 93 V, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem penyearah bekerja dengan baik dalam mengubah tegangan AC menjadi DC, namun tegangan keluaran masih mengandung ripple yang cukup besar. Oleh karena itu, diperlukan kapasitor filter dengan nilai yang lebih besar atau metode penyaringan tambahan agar tegangan DC yang dihasilkan menjadi lebih stabil.

Analisis Tegangan Beban (V_d)

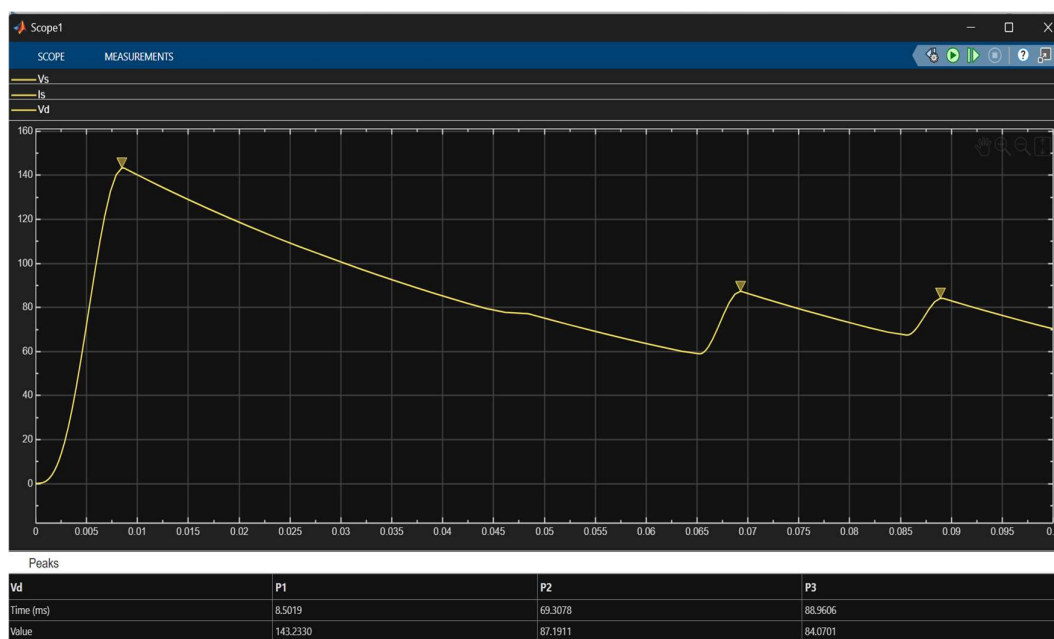
Berdasarkan hasil simulasi pada MATLAB Simulink Scope, tegangan beban (V_d) yang dihasilkan oleh rangkaian penyearah jembatan gelombang penuh dengan filter kapasitor menunjukkan bentuk gelombang DC berdenyut yang telah mengalami proses penyaringan (filtering). Tegangan ini merupakan tegangan yang langsung diterima oleh beban sehingga nilainya dipengaruhi oleh proses penyearahan oleh dioda serta proses penyimpanan dan pelepasan muatan oleh kapasitor filter. Pada saat tegangan hasil penyearahan mencapai nilai puncak, kapasitor akan terisi dan menyimpan energi listrik. Ketika tegangan sumber mulai menurun, kapasitor akan melepaskan muatan untuk mempertahankan tegangan pada beban sehingga tegangan tidak langsung turun ke nol seperti pada rangkaian tanpa filter.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Tegangan Beban (V_d)

Waktu (ms)	Waktu (ms)	Tegangan Puncak (V)
P1	8.502	143.23
P2	69.308	87.19
P3	88.961	84.04

Berdasarkan data pada Tabel 3, terlihat bahwa nilai tegangan pada beban mengalami perubahan pada setiap titik waktu pengamatan. Tegangan tertinggi terjadi pada pengukuran pertama yaitu sekitar 143.23 V pada waktu 8.502 ms. Nilai ini menunjukkan adanya kondisi transien pada awal simulasi ketika kapasitor filter mulai mengisi muatan. Setelah kondisi awal tersebut, tegangan pada beban mulai menurun dan mencapai kondisi yang lebih stabil pada kisaran 84 V hingga 87 V, seperti yang terlihat pada nilai P2 dan P3. Penurunan ini terjadi karena kapasitor melepaskan muatan untuk mensuplai arus ke beban ketika dioda tidak menghantarkan arus.

Untuk melihat bentuk gelombang tegangan pada beban secara lebih jelas, hasil simulasi dari MATLAB Simulink ditampilkan dalam bentuk grafik pada scope berikut:



Gambar 4. Bentuk Gelombang dan Statistik Tegangan Beban Penyearah Jembatan Gelombang Penuh dengan Filter

Berdasarkan grafik tegangan beban yang ditampilkan pada scope, terlihat bahwa tegangan keluaran setelah proses penyearahan dan penyaringan memiliki bentuk gelombang DC berdenyut yang relatif lebih halus dibandingkan dengan tegangan sebelum menggunakan filter kapasitor. Nilai puncak pertama yang cukup tinggi menunjukkan adanya lonjakan tegangan awal (overshoot) ketika kapasitor pertama kali mengisi muatan. Setelah proses pengisian awal tersebut, tegangan pada beban menjadi lebih stabil karena kapasitor secara periodik melakukan proses pengisian dan pengosongan muatan.

Meskipun demikian, bentuk gelombang tegangan pada beban masih menunjukkan adanya ripple (riak tegangan). Ripple ini terjadi karena kapasitor tidak mampu mempertahankan tegangan secara konstan selama periode antara dua puncak gelombang hasil penyearahan. Besarnya ripple dipengaruhi oleh nilai kapasitansi filter dan besar arus yang mengalir pada beban. Secara umum, hasil simulasi menunjukkan bahwa rangkaian penyearah jembatan gelombang penuh dengan filter kapasitor mampu menghasilkan tegangan DC yang lebih stabil pada beban, meskipun masih terdapat ripple dalam jumlah kecil.

Secara matematis, tegangan beban pada penyearah gelombang penuh dengan filter kapasitor dapat dinyatakan secara pendekatan sebagai gelombang DC dengan sedikit ripple. Nilai tegangan pada beban dapat dianalisis menggunakan persamaan tegangan efektif (RMS).

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

di mana:

V_{rms} = tegangan efektif pada beban

V_m = tegangan puncak pada beban

$\sqrt{2}$ = konstanta konversi dari puncak ke RMS

Jika digunakan nilai puncak kondisi tunak sekitar $V_m \approx 87V$ maka diperoleh:

$$V_{rms} = \frac{87}{\sqrt{2}}$$
$$V_{rms} \approx 61.52 V$$

Nilai RMS tegangan beban sekitar 61.5 V ini merupakan nilai tegangan efektif yang diterima oleh beban setelah proses penyearahan dan penyaringan oleh kapasitor filter.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa rangkaian penyearah jembatan gelombang penuh satu fasa mampu mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC berdenyut dengan memanfaatkan kedua setengah gelombang dari sinyal input. Tegangan input yang berbentuk gelombang sinus dengan nilai puncak sekitar 120 V berhasil disearahkan sehingga menghasilkan tegangan output yang selalu bernilai positif, meskipun mengalami penurunan tegangan akibat adanya tegangan jatuh pada dioda yang menghantarkan arus secara seri pada rangkaian. Hasil

simulasi juga menunjukkan bahwa tanpa adanya filter, tegangan output masih mengandung ripple yang cukup besar sehingga belum stabil. Dengan penambahan kapasitor filter, tegangan keluaran pada beban menjadi lebih rata dan stabil pada kisaran 84 V hingga 87 V. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitor filter memiliki peran penting dalam mereduksi ripple tegangan pada sistem penyearah.

Selain itu, penggunaan MATLAB Simulink memberikan kemudahan dalam memodelkan dan menganalisis karakteristik rangkaian, seperti bentuk gelombang tegangan input, tegangan output, serta tegangan pada komponen dioda. Dengan demikian, simulasi dapat menjadi metode yang efektif dalam proses analisis dan perancangan rangkaian elektronika daya sebelum dilakukan implementasi pada perangkat keras.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, M. T. (2025). *RANCANG BANGUN RANGKAIAN DIODA DANTHYRISTOR SEBAGAI PENYEARAH DENGAN SUDUT YANG BERVARIASI* (Doctoral dissertation, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA).
- Aulia, M. F., & Mulyadi, A. (2023). Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan modifikasi IC untuk mengurangi output ripple gelombang DC. *Energy: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 13(2), 131-140.
- Agna, D. I. Y., Sobhita, R. A., & Nugraha, A. T. (2023). Penyearah gelombang penuh 3 fasa tak terkendali dari generator kapal AC 3 fasa. In *Seminar MASTER PPNS* (Vol. 8, No. 1, pp. 214-221).
- JORGHIE, R. A. (2025). *RANCANG BANGUN RANGKAIAN DIODA SEBAGAI JEMBATAN PENYEARAH GELOMBANG PENUH UNTUK MATA KULIAH ELEKTRONIKA DAYA* (Doctoral dissertation, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA).
- Karista, M. I. (2025). *ANALISIS RANGKAIAN PENYEARAH GELOMBANG SEMI TERKENDALI SECARA HORIZONTAL DAN PENYEARAH GELOMBANG PENUH JEMBATAN* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Rosdianto, H., & Toifur, M. (2017). Implementasi Teori Distribusi Probabilitas Gaussian Pada Kualitas Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh. *SPEKTRA: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 2(1), 83-90.
- Rosdianto, H., & Toifur, M. (2011). Analisis Kualitas Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Melalui Kriteria Nilai Simpangan Baku.