



## Analisis Penyearah Dioda Tiga Fasa Tak Terkendali Menggunakan Simulink-Matlab

Vicky Salamena<sup>1</sup>, Pelpinus Sinay<sup>2</sup>, Soleman Sesa<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Negeri Ambon, Indonesia

E-mail: [vickysalamena@gmail.com](mailto:vickysalamena@gmail.com)

Article Info	Abstract
<b>Article History</b> Received: 2025-06-10 Revised: 2025-07-20 Published: 2025-08-13  <b>Keywords:</b> <i>Three-Phase Rectifier;</i> <i>Uncontrolled Rectifier;</i> <i>Diode;</i> <i>RL Load;</i> <i>Simulink;</i> <i>Power Electronics.</i>	This This study discusses the analysis and simulation of an uncontrolled three-phase full-wave rectifier using Simulink-MATLAB software. This rectifier consists of six diodes arranged in a three-phase bridge configuration, which converts alternating current (AC) voltage to direct current (DC) voltage. Simulations were conducted under two load conditions: pure resistive (R) and resistive-inductive (RL) combinations. Parameters such as average output voltage (DC), effective voltage (rms), output current, input current, and current through the diodes were calculated theoretically and compared with simulation results. The results show that the simulated voltage and current values have a high degree of agreement with theoretical calculations. The RL load affects the current waveform, making it more continuous and smoother compared to the pure resistive load. This simulation demonstrates that the Simulink-MATLAB approach is effective for analyzing the dynamic characteristics of a three-phase rectifier and provides a visual understanding of the system's output voltage and current behavior.
Artikel Info	Abstrak
<b>Sejarah Artikel</b> Diterima: 2025-06-10 Direvisi: 2025-07-20 Dipublikasi: 2025-08-13  <b>Kata kunci:</b> <i>Penyearah Tiga Fasa;</i> <i>Penyearah Tak-</i> <i>Terkendali;</i> <i>Diode;</i> <i>Beban RL;</i> <i>Simulink;</i> <i>Elektronika Daya.</i>	Penelitian ini membahas analisis dan simulasi penyearah gelombang penuh tak-terkendali tiga fasa menggunakan perangkat lunak Simulink-MATLAB. Penyearah ini terdiri dari enam buah dioda yang tersusun dalam konfigurasi jembatan tiga fasa, berfungsi mengubah tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC). Simulasi dilakukan pada dua kondisi beban: resistif murni (R) dan kombinasi resistif-induktif (RL). Parameter seperti tegangan keluaran rata-rata (DC), tegangan efektif (rms), arus output, arus input, serta arus yang melalui dioda dihitung secara teoritis dan dibandingkan dengan hasil simulasi. Hasil menunjukkan bahwa nilai tegangan dan arus hasil simulasi memiliki tingkat kesesuaian yang tinggi dengan perhitungan teoritis. Beban RL memberikan pengaruh terhadap bentuk gelombang arus yang lebih kontinyu dan halus dibandingkan beban resistif murni. Simulasi ini membuktikan bahwa pendekatan menggunakan Simulink-MATLAB efektif untuk menganalisis karakteristik dinamis penyearah tiga fasa, serta memberikan pemahaman visual terhadap perilaku tegangan dan arus keluaran sistem.

### I. PENDAHULUAN

Penyearah (rectifier) merupakan salah satu komponen penting dalam sistem elektronika daya yang berfungsi mengubah tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC). Dalam berbagai aplikasi industri, seperti sistem penggerak motor DC, sistem pengisian daya, dan peralatan elektroplating, penyearah tiga fasa lebih sering digunakan karena kemampuannya menghasilkan tegangan DC yang lebih stabil dan riak (ripple) yang lebih kecil dibandingkan dengan penyearah satu fasa.

Penyearah (rectifier) merupakan salah satu komponen vital dalam sistem elektronika daya yang berfungsi mengubah tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC) untuk keperluan berbagai aplikasi teknis. Teknologi penyearah menjadi landasan penting dalam

pengoperasian berbagai perangkat elektronik dan sistem tenaga, terutama pada sistem yang membutuhkan sumber daya DC yang stabil (Rashid, 2017). Dalam konfigurasi paling sederhana, penyearah menggunakan dioda sebagai komponen utama yang memungkinkan arus mengalir hanya dalam satu arah, sehingga menghilangkan komponen negatif dari sinyal AC (Mohan et al., 2003). Penggunaan penyearah telah meluas dari perangkat rumah tangga hingga aplikasi industri besar, mencerminkan pentingnya konversi daya AC ke DC dalam sistem kelistrikan modern (Erickson & Maksimovic, 2007).

Dalam industri, penyearah tiga fasa sering menjadi pilihan utama karena karakteristik outputnya yang lebih unggul dibanding penyearah satu fasa. Penyearah tiga fasa menghasilkan

tegangan DC dengan tingkat riak (ripple) yang lebih kecil sehingga meningkatkan efisiensi dan kinerja beban seperti motor DC (Bose, 2002). Hal ini penting terutama pada sistem penggerak motor industri, di mana kestabilan tegangan output sangat berpengaruh terhadap performa dan umur peralatan (Sen, 1997). Selain itu, konfigurasi tiga fasa memungkinkan distribusi daya yang lebih merata dan mengurangi tekanan pada masing-masing komponen penyearah, menjadikannya lebih andal dalam operasi jangka panjang (Hart, 2011).

Aplikasi penyearah tiga fasa juga ditemukan dalam sistem pengisian daya kendaraan listrik, sistem catu daya besar, serta proses elektroplating dan elektrolisis. Dalam sistem pengisian daya, kualitas tegangan DC yang konstan sangat penting untuk efisiensi pengisian dan perlindungan baterai (Krein, 1998). Sementara itu, pada industri elektroplating, kestabilan arus DC menentukan kualitas lapisan logam yang dihasilkan (Kazimierczuk, 2015). Oleh karena itu, pemilihan jenis penyearah yang tepat menjadi faktor penentu dalam keberhasilan proses industri yang bergantung pada daya searah yang konsisten dan efisien (Rashid, 2017).

Penyearah tiga fasa gelombang penuh tak-terkendali dibangun dari enam buah dioda yang tersusun dalam konfigurasi jembatan (bridge). Dioda-dioda tersebut secara bergantian menghantarkan arus berdasarkan polaritas dan besar tegangan saluran sesaat dari sistem tiga fasa. Karakteristik dari penyearah ini sangat bergantung pada jenis beban yang digunakan, seperti beban resistif murni maupun kombinasi resistif-induktif (RL). Oleh karena itu, analisis menyeluruh terhadap bentuk gelombang, tegangan rata-rata (DC), tegangan efektif (rms), serta arus input dan arus dioda menjadi penting untuk memahami kinerja penyearah secara utuh.

Simulasi berbasis perangkat lunak seperti Simulink-MATLAB menawarkan pendekatan yang efektif dan efisien untuk mempelajari perilaku dinamis dari sistem elektronika daya tanpa perlu membangun rangkaian secara fisik. Dengan memanfaatkan blok-blok fungsional yang tersedia, pengguna dapat memodelkan sumber tegangan tiga fasa, elemen dioda, serta jenis beban tertentu, dan memperoleh hasil berupa grafik tegangan dan arus sebagai fungsi waktu.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik keluaran penyearah gelombang penuh tak-terkendali tiga fasa, baik dari sisi teoritis maupun melalui simulasi Simulink-MATLAB. Penelitian mencakup perhitungan tegangan dan arus output (DC dan rms), analisis

arus input serta arus yang mengalir melalui masing-masing dioda, baik pada kondisi beban resistif murni maupun beban RL. Hasil simulasi kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritis untuk melihat tingkat kesesuaian dan memahami pengaruh elemen induktif terhadap karakteristik keluaran penyearah.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan merakit rangkaian penyearah gelombang-penuh tak-terkendali 3 fasa menggunakan komponen-komponen yang terdapat di dalam fasilitas Simulink-matlab. Tegangan maksimum  $V_m$ , tegangan dan arus dc dan rms dihitung secara teoritis. Hasil simulasi dengan program Simulink-matlab akan menghasilkan grafik bentuk gelombang tegangan dan arus. Langkah-langkah penelitian ditunjukkan oleh diagram alir seperti di bawah ini.



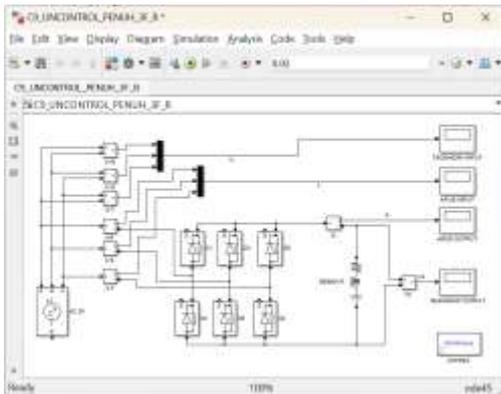
Gambar 1. Bagan alir penelitian

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi pada program simulink-matlab menggunakan blok sumber 3 fasa yang mensuplai penyearah yang dibangun oleh enam buah dioda. Keluaran dari penyearah tersebut dibebani dengan blok impedansi yang terdiri dari resistor, induktor dan kapasitor. Untuk menentukan jenis beban diatur dengan memasukan nilai-nilai dari komponen impedansi tersebut, misalnya hanya menggunakan beban resistor maka komponen resistor saja yang ada nilainya. Komponen yang lain bernilai nol. Jika menggunakan semua komponen berarti masing-masing komponen tersebut mempunyai nilai lebih besar dari nol (sesuai dengan nilai yang diinginkan). Sumber tegangan 3 fasa nilai

tegangan antar fasa adalah 380-V dan frekuensi 50-Hz. Nilai resistensinya 100-ohm.

Rangkaian simulasi di program simulink-matlab penyearah gelombang-penuh tak terkendali 3 fasa Untuk beban resistif nilai resistansi yang digunakan 100 ohm, sedangkan nilai reaktansi induktif dan kapasitif bernilai nol. Untuk mendapatkan tegangan input maksimum dihitung dari masukan tegangan fasa-fasa rms 380-V, sehingga dapat diperoleh sebagai berikut,



**Gambar 2.** Rangkaian simulasi penyearah dioda gelombang-penuh 3 fasa

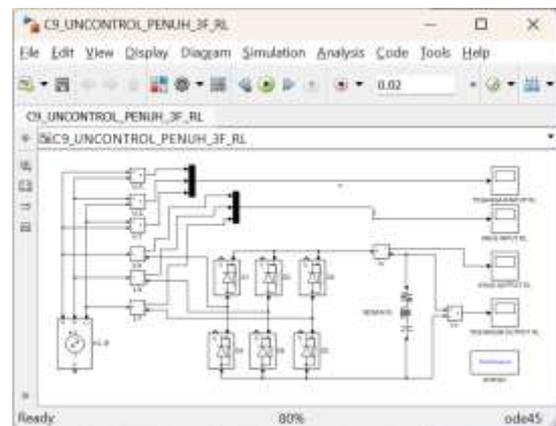
Blok beban yang digunakan dalam simulasi terdiri dari komponen impedansi, yaitu resistor (R), induktor (L), dan kapasitor (C). Nilai-nilai komponen impedansi dapat diatur untuk merepresentasikan jenis beban yang berbeda. Jika hanya beban resistif yang ingin dianalisis, maka hanya nilai resistor yang diisi, sedangkan nilai induktor dan kapasitor diset nol. Sebaliknya, untuk simulasi beban campuran RLC, ketiga komponen tersebut diatur memiliki nilai lebih besar dari nol sesuai kebutuhan analisis. Pendekatan ini memberikan fleksibilitas dalam mengevaluasi berbagai karakteristik sistem tenaga berdasarkan variasi beban.

Dalam salah satu skenario simulasi, digunakan nilai resistansi sebesar 100 ohm sebagai beban utama. Nilai ini dipilih untuk mengamati tanggapan tegangan dan arus pada konfigurasi beban resistif murni. Hasil dari simulasi ini dapat digunakan untuk menganalisis performa penyearah serta pengaruh karakteristik beban terhadap bentuk gelombang output. Dengan menggunakan platform Simulink-MATLAB, visualisasi arus dan tegangan menjadi lebih mudah dipahami dan memungkinkan untuk dilakukan analisis mendalam terhadap dinamika sistem kelistrikan yang disimulasikan

Penyearah gelombang penuh tak terkendali 3 fasa yang disimulasikan dengan program simulink-matlab dapat menampilkan bentuk gelombang tegangan dan arus sesaat (fungsi

waktu) untuk input maupun output penyearah tersebut. Untuk input penyearah bentuk gelombang tegangan dan arus pada masing-masing fasa dapat ditampilkan, selanjutnya dengan menghitung tegangan maksimum, arus per fasa dan arus disetiap dioda maka dapat diplot kurvanya pada tampilan hasil simulasi. Demikian juga output dari penyearah yaitu tegangan DC (rata-rata) dan tegangan rms hasil perhitungannya dapat diplot pada grafik (bentuk gelombang) hasil simulasi tegangan dan arus keluaran penyearah.

Rangkaian penyearah yang mensuplai beban RL, simulasinya dilakukan dengan mengatur nilai resistansi dan nilai induktansi pada blok impedansi. Besar nilai resistansi 100-ohm dan nilai induktansi 0,12-H. rangkaian simulasi ditunjukkan oleh gambar berikut ini.



**Gambar 3.** Rangkaian simulasi untuk beban RL

Blok komponen dioda dapat diatur parameternya seperti resistansi dalam dioda yang mempengaruhi karakteristik dari dioda tersebut terhadap rangkaian penyearah. Demikian juga untuk sumber tegangan 3 fasa dapat diatur amplitud dan frekuensi dari keluaran sumber tersebut sesuai dengan keperluan beban penyearah. Pada blok beban dapat diatur nilai resistansi dan reaktansi (induktansi dan kapasitansi) sesuai dengan beban yang dibutuhkan.

Dalam simulasi rangkaian penyearah, blok komponen dioda memiliki parameter yang dapat disesuaikan untuk dapat merepresentasikan karakteristik dioda secara lebih realistis. Salah satu parameter penting yang dapat diatur adalah resistansi internal dioda, yang memengaruhi besar tegangan jatuh saat dioda dalam kondisi konduksi. Pengaturan ini memungkinkan pengguna untuk menganalisis efek rugi-rugi daya dalam dioda serta performa keseluruhan sistem penyearah, terutama dalam aplikasi beban tinggi

atau sistem dengan efisiensi yang dikontrol secara ketat.

Selain itu, pada blok sumber tegangan tiga fasa, pengguna dapat mengatur besarnya amplitudo dan frekuensi keluaran sesuai dengan kebutuhan simulasi. Hal ini sangat penting untuk menyesuaikan kondisi sumber dengan karakteristik beban yang digunakan, serta untuk mensimulasikan pengaruh variasi suplai daya terhadap performa penyearah. Kemampuan untuk mengatur parameter ini juga berguna dalam studi kasus gangguan pada sistem tenaga listrik, di mana fluktuasi tegangan dan frekuensi bisa berdampak langsung terhadap kestabilan sistem konversi daya.

Blok beban dalam simulasi penyearah juga dirancang agar fleksibel, sehingga pengguna dapat mengatur nilai resistansi dan reaktansi, baik induktif maupun kapasitif, sesuai jenis beban yang ingin dianalisis. Beban resistif murni biasanya digunakan untuk studi dasar bentuk gelombang tegangan dan arus, sedangkan kombinasi resistif-induktif atau resistif-kapasitif lebih mewakili kondisi beban nyata seperti motor listrik, pemanas induksi, atau perangkat elektronik. Dengan pengaturan ini, simulasi dapat memberikan hasil yang lebih akurat dalam menggambarkan respons dinamis sistem penyearah terhadap variasi jenis dan nilai beban.

Sinyal input dan output penyearah ditampilkan dalam bentuk grafik amplitudo (tegangan atau arus) fungsi dari waktu. Grafik tersebut memperlihatkan karakteristik dari sinyal tegangan dan arus selama periode waktu tertentu. Banyaknya tampilan periode waktu dapat diatur sesuai dengan kebutuhan.

#### IV. SIMPULAN DAN SARAN

##### A. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis teoritis dan simulasi menggunakan Simulink-MATLAB, dapat disimpulkan bahwa:

Penyearah gelombang penuh tak-terkendali tiga fasa menunjukkan kinerja yang konsisten antara hasil perhitungan dan hasil simulasi. Tegangan keluaran rata-rata (DC) dan tegangan efektif (rms) yang dihasilkan oleh penyearah sangat bergantung pada nilai tegangan masukan dan karakteristik beban.

Pada beban resistif murni, tegangan dan arus output memiliki bentuk gelombang yang sesuai dengan karakteristik penyearah tiga fasa, dengan nilai tegangan rata-rata sebesar 0,955 kali nilai tegangan maksimum saluran. Arus input yang mengalir ke penyearah memiliki bentuk gelombang periodik dengan

nilai rms sebesar 1,1031 kali tegangan input rms per saluran dibagi resistansi beban.

Pada beban RL, bentuk gelombang arus menjadi lebih halus akibat efek penyimpanan energi dari induktansi, dan arus output menunjukkan sifat kontinyu. Hal ini menunjukkan bahwa induktansi beban berperan dalam meredam fluktuasi arus serta memperkecil ripple arus output.

Simulasi juga menunjukkan bahwa arus yang mengalir melalui setiap dioda memiliki waktu konduksi  $1/6$  periode dari satu siklus penuh, dan besar arus dioda sesuai dengan hasil perhitungan teoritis.

Secara keseluruhan, pemodelan penyearah tak-terkendali tiga fasa dalam Simulink-MATLAB merupakan metode yang efektif untuk memvisualisasikan dan menganalisis karakteristik kelistrikan sistem penyearah, serta dapat dijadikan dasar pengembangan lebih lanjut pada sistem konversi daya berbasis pengendalian elektronik.

##### B. Saran

Pembahasan terkait penelitian ini masih sangat terbatas dan membutuhkan banyak masukan, saran untuk penulis selanjutnya adalah mengkaji lebih dalam dan secara komprehensif tentang Menakar Partisipasi Politik Lokal: Studi Pemilih Kabupaten Mappi Pada Pilkada Tahun 2024.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Bose, B. K. (2002). *Modern Power Electronics and AC Drives*. Prentice Hall.
- Effendi Effendi dan M. Agil Haikal, "Disain & Simulasi Rangkaian Pentriger SCR untuk Penyearah Terkendali Setengah Gelombang Tiga Fasa", *JEETech*, vol. 4, no. 2, pp. 149–157, Nov. 2023.
- Erickson, R. W., & Maksimovic, D. (2007). *Fundamentals of Power Electronics*. Springer.
- Hart, D. W. (2011). *Power Electronics*. McGraw-Hill Education.
- [https://aliah.ac.in/upload/media/12-05-20\\_1589290449.pdf](https://aliah.ac.in/upload/media/12-05-20_1589290449.pdf) (26-04-2024)
- <https://www.electrical4u.com/three-phase-full-wave-diode-bridge-rectifier/> (26-04-2024)
- <https://www.monolithicpower.com/jp/power-electronics/ac-dc->

- converters/uncontrolled-rectifiers (26-04-2024)
- Kazmierczuk, M. K. (2015). *Pulse-Width Modulated DC-DC Power Converters*. Wiley.
- Krein, P. T. (1998). *Elements of Power Electronics*. Oxford University Press.
- MathWorks, *Simulink User's Guide*, The MathWorks Inc., Natick, MA, USA, 2024. [Online]. Available: <https://www.mathworks.com/help/simulink>.
- Mohan, N., Undeland, T. M., & Robbins, W. P. (2003). *Power Electronics: Converters, Applications, and Design*. Wiley.
- Rashid, M. H. (2017). *Power Electronics: Circuits, Devices, and Applications*. Pearson.
- S. Ayasun and G. Karbeyaz, "DC motor speed control methods using MATLAB/Simulink and their integration into undergraduate electric machinery courses," *Comp. Applic. Eng. Educ.*, vol. 15, pp. 347–354, 2007
- Sen, P. C. (1997). *Principles of Electric Machines and Power Electronics*. Wiley.