



Analisis Simulasi Rangkaian Penyearah Setengah Gelombang Menggunakan VoltSim dengan Variasi Beban dan Kapasitor

Leonardo Manalu¹, Parulian Pardede², Rapael Jon Rado Pangihutan purba³

Universitas Negeri Medan

Alamat: JL. Willièm Iskandar, Pasar V, Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia

Korespondensi Penulis; leonardomanalu091@gmail.com¹,

parulianpardede874@gmail.com², rapael.5241131010@mhs.unimed.ac.id³

Abstract: *This study aims to analyze the performance of a half-wave rectifier circuit through simulations using Voltsim with variations in load values and filter capacitor capacitance. The parameters observed include the average and RMS output voltage (V_{out}), output current (I_{out}), and ripple voltage (V_{ripple}). Simulations were performed at a 10 V input voltage with no capacitor and with varying capacitance values. The results show that the use of a capacitor significantly increases the average voltage and reduces ripple. The larger the capacitance value, the smaller the ripple voltage and the more stable the output voltage. Load variations affect the output current, where the larger the load, the smaller the current.*

Keywords: Half-wave rectifier, Circuit simulation, VoltSim

Abstrak: Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja rangkaian penyearah setengah gelombang melalui simulasi menggunakan VoltSim dengan variasi nilai beban dan kapasitansi kapasitor filter. Parameter yang diamati meliputi tegangan keluaran (V_{out}) rata-rata dan RMS, arus keluaran (I_{out}), serta ripple tegangan (V_{ripple}). Simulasi dilakukan pada tegangan input 10 V dengan kondisi tanpa kapasitor dan dengan variasi nilai kapasitansi. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan kapasitor meningkatkan tegangan rata-rata dan mengurangi ripple secara signifikan. Semakin besar nilai kapasitansi, ripple tegangan semakin kecil dan tegangan keluaran semakin stabil. Variasi beban mempengaruhi arus keluaran, di mana semakin besar beban maka arus semakin kecil.

Kata kunci: Penyearah setengah gelombang, Simulasi rangkaian, VoltSim

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi elektronika menuntut adanya sistem yang mampu mengubah energi listrik sesuai kebutuhan, salah satunya adalah konversi dari arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). Proses ini banyak digunakan pada berbagai perangkat elektronik seperti catu daya (power supply), charger, dan rangkaian kontrol. Salah satu metode paling sederhana untuk melakukan konversi tersebut adalah menggunakan rangkaian penyearah setengah gelombang.

Penyearah setengah gelombang merupakan rangkaian dasar yang memanfaatkan dioda untuk melewatkan hanya satu bagian dari sinyal AC, yaitu setengah gelombang positif, sementara setengah gelombang negatif dipotong. Meskipun rangkaianannya sederhana, output yang dihasilkan masih memiliki kelemahan berupa tegangan DC yang belum stabil dan mengandung ripple (riak).

Untuk memahami karakteristik rangkaian ini secara lebih mendalam, diperlukan analisis terhadap beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja rangkaian, seperti nilai beban, dan penggunaan kapasitor sebagai filter. Namun, melakukan pengujian secara langsung seringkali memerlukan alat dan komponen yang tidak selalu tersedia.

Oleh karena itu, simulasi menggunakan software seperti VoltSim menjadi solusi yang efektif untuk mempelajari perilaku rangkaian secara praktis dan efisien. Melalui simulasi, berbagai parameter dapat divariasikan dengan mudah untuk melihat pengaruhnya terhadap output rangkaian tanpa risiko kerusakan komponen.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi nilai resistor beban, dan nilai kapasitor terhadap tegangan keluaran, arus keluaran, serta ripple tegangan pada rangkaian penyearah setengah gelombang.

KAJIAN TEORI

Penyearah Setengah Gelombang

Penyearah setengah gelombang merupakan rangkaian elektronika yang digunakan untuk mengubah sinyal arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) dengan cara melewatkan hanya satu setengah siklus gelombang. Rangkaian ini umumnya terdiri dari sebuah dioda dan resistor beban.

Menurut Robert L. Boylestad dalam buku *Electronic Devices and Circuit Theory*, dioda berfungsi sebagai komponen semikonduktor yang hanya mengalirkan arus dalam satu arah, sehingga dapat digunakan sebagai penyearah pada rangkaian AC ke DC. Pada penyearah setengah gelombang, dioda akan menghantarkan arus saat kondisi forward bias (setengah gelombang positif) dan memblokir arus saat reverse bias (setengah gelombang negatif).

Tegangan Keluaran (Vout)

Tegangan keluaran pada penyearah setengah gelombang merupakan hasil dari proses pemotongan sinyal AC. Tegangan ini berbentuk pulsa (pulsating DC) dan belum sepenuhnya stabil.

Menurut Adel S. Sedra dan Kenneth C. Smith dalam buku *Microelectronic Circuits*, nilai rata-rata tegangan keluaran (DC) dari penyearah setengah gelombang dapat didekati dengan persamaan:

$$\mathbf{V_{out} \text{ (rata-rata)} \approx V_m / \pi}$$

di mana V_m adalah tegangan puncak dari sinyal input.

Arus Keluaran

Arus keluaran pada rangkaian ditentukan oleh tegangan keluaran dan nilai beban yang digunakan. Berdasarkan hukum Ohm:

$$\mathbf{I_{out} = V_{out} / R}$$

Semakin kecil nilai resistor beban, maka arus yang mengalir akan semakin besar, dan sebaliknya.

Ripple Tegangan

Ripple adalah komponen AC yang masih tersisa pada sinyal DC hasil penyearahan. Ripple menyebabkan tegangan output menjadi tidak stabil.

Menurut Thomas L. Floyd dalam buku *Electronic Devices*, besar kecilnya ripple dipengaruhi oleh frekuensi input, nilai kapasitor, dan beban. Semakin besar nilai kapasitor, maka ripple akan semakin kecil karena kapasitor berfungsi sebagai penyaring (filter).

Pengaruh Kapasitor sebagai Filter

Kapasitor digunakan untuk meratakan tegangan output dengan cara menyimpan energi saat tegangan naik dan melepaskannya saat tegangan turun.

Menurut Paul Horowitz dan Winfield Hill dalam buku *The Art of Electronics*, penggunaan kapasitor filter pada rangkaian penyearah dapat mengurangi fluktuasi tegangan dan menghasilkan output yang lebih mendekati DC murni.

Pengaruh nilai hambatan (Beban)

Nilai beban juga berpengaruh terhadap performa penyearah. beban yang lebih besar, seperti resistor dengan nilai tinggi, akan menghasilkan arus yang lebih kecil sehingga tegangan keluaran menjadi lebih stabil.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode simulasi untuk menganalisis karakteristik rangkaian penyearah setengah gelombang menggunakan software Voltsim. Metode ini dipilih agar pengamatan dapat dilakukan secara cepat, aman, dan dapat divariasikan tanpa harus merakit rangkaian fisik.

Alat dan Bahan

- 1) Simulasi rangkaian elektronika (Voltsim)
- 2) Sumber tegangan AC (Function Generator pada Voltsim)
- 3) Dioda
- 4) Resistor beban (R)
- 5) Kapasitor
- 6) Multimeter virtual dan oscilloscope pada Voltsim

Variabel Penelitian

- 1) Penggunaan Kapasitor (Dengan dan Tanpa Kapasitor)

Penggunaan kapasitor dalam rangkaian penyearah divariasikan menjadi dua kondisi, yaitu rangkaian tanpa kapasitor dan rangkaian dengan kapasitor filter. Variasi ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan kualitas tegangan keluaran, terutama dalam hal besar riak tegangan dan kestabilan V_{out} .

2) Nilai beban (Resistor, Ω)

Nilai beban berupa resistor yang digunakan bervariasi, yaitu 1 kiloohm, 5 kiloohm, dan 10 kiloohm. Variasi ini dilakukan untuk melihat pengaruhnya terhadap arus keluaran, I_{out} , serta tegangan rata-rata pada V_{out} .

3) Nilai kapasitor filter (μF)

Nilai kapasitor filter yang digunakan, yaitu 10 mikrofarad, 100 mikrofarad, dan 1000 mikrofarad. Variasi ini bertujuan untuk melihat pengaruhnya terhadap riak tegangan

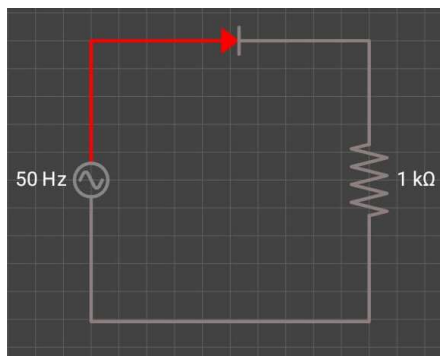
Parameter Output

- 1) Tegangan keluaran (V_{out}) – rata-rata dan RMS
- 2) Arus keluaran (I_{out})
- 3) Ripple tegangan (V_{ripple})

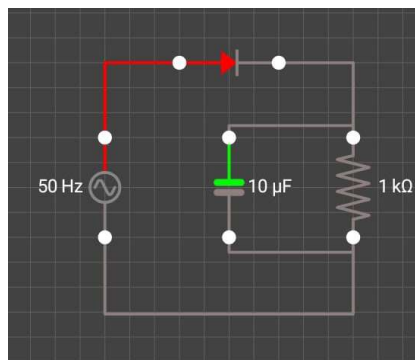
Prosedur Simulasi

- 1) Rancang rangkaian penyearah setengah gelombang di VoltSim sesuai skema dasar
- 2) Ubah nilai resistor beban dan kapasitor filter sesuai variable yang diteliti
- 3) Jalankan simulasi dan catat nilai tegangan, arus, dan ripple pada output
- 4) Lakukan analisis perbandingan hasil simulasi terhadap setiap variasi variable untuk mengetahui pengaruhnya

HASIL SIMULASI

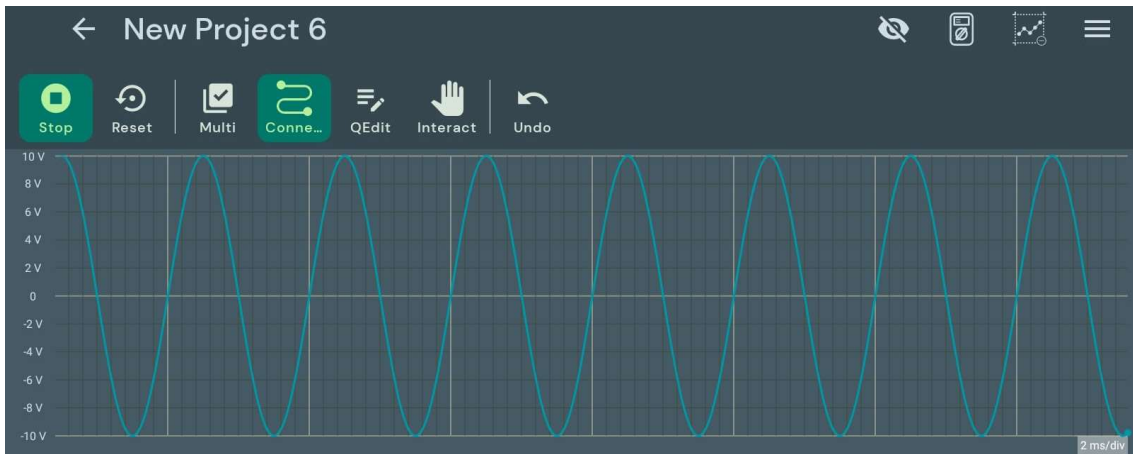


Gambar 1. Rangkaian penyearah setengah gelombang tanpa kapasitor

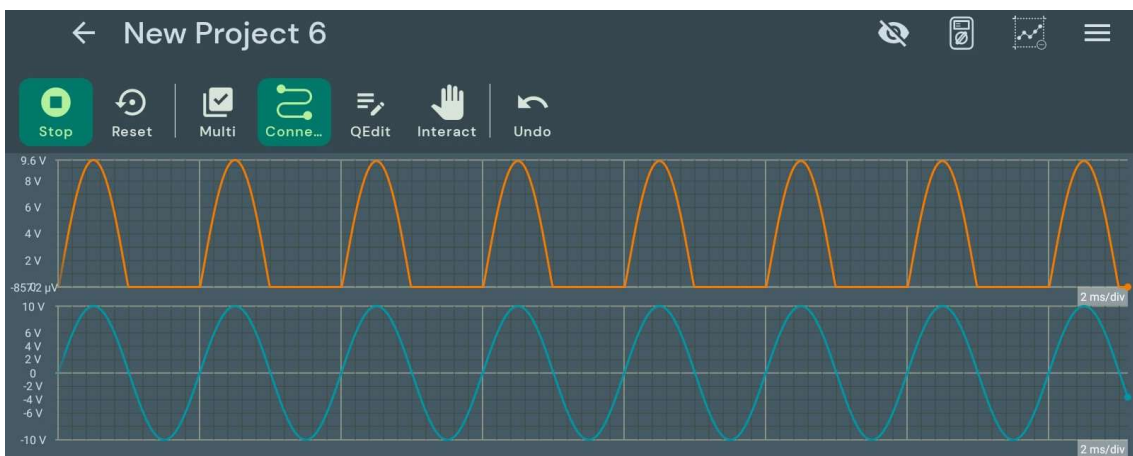


Gambar 2. Rangkaian penyearah setengah gelombang dengan kapasitor

Analisis Simulasi Rangkaian Penyearah Setengah Gelombang Menggunakan VoltSim dengan Variasi Beban dan Kapasitor

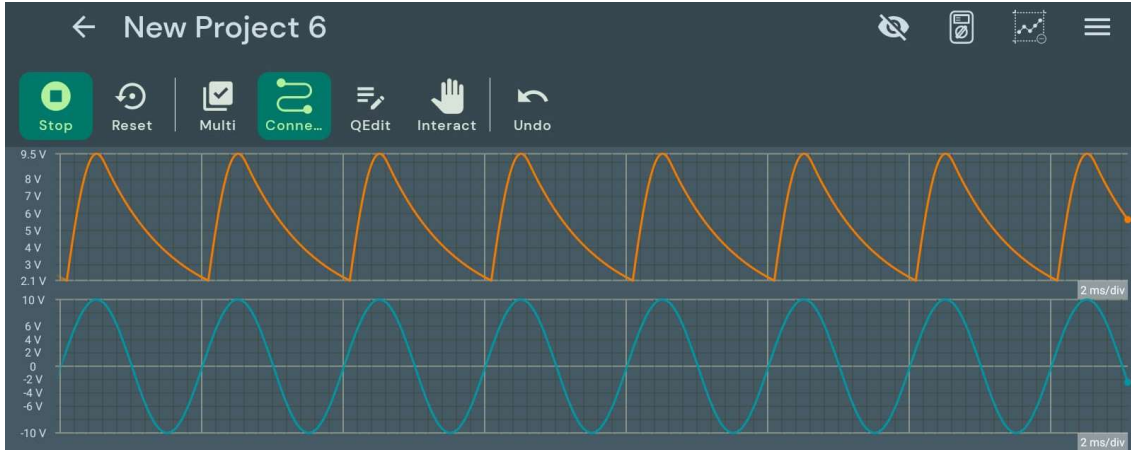


Gambar 3. Gelombang input sinus AC



Gambar 4. Perbandingan bentuk gelombang AC dan penyearah setengah gelombang tanpa kapasitor

Analisis Simulasi Rangkaian Penyearah Setengah Gelombang Menggunakan VoltSim dengan Variasi Beban dan Kapasitor



Gambar 5. Perbandingan bentuk gelombang AC dan penyearah setengah gelombang dengan kapasitor

Tabel 1. Hasil simulasi dengan nilai tegangan input senilai 10V AC

Variabel penelitian			Parameter output			
Penggunaan kapasitor	Nilai Capacitansi	Nilai Hambatan	V avg	V RMS	I out (A)	V Ripple
Menggunakan Kapasitor	10 μ F	1 k Ω	5,8	5,8-6	0,0058	7,4
	10 μ F	5 k Ω	8,2	8,2-8,3	0,00164	2,8
	10 μ F	10 k Ω	8,8	8,8-8,9	0,00088A	1,6
	100 μ F	1 k Ω	8,7	8,7-8,8	0,0087	1,6
	100 μ F	5 k Ω	9,35	9,35	0,00187	0,3
	100 μ F	10 k Ω	9,4	9,4	0,00094	0,2
	1000 μ F	1 k Ω	9,3	9,3	0,0093	0,2
	1000 μ F	5 k Ω	9,4	9,4	0,0094	0
Tanpa Kapasitor		1 k Ω	2,96	4,65	0,00296	1,69
		5 k Ω	2,96	4,65	0,000592	1,69
		10 k Ω	2,96	4,65	0,000296	1,69

PEMBAHASAN HASIL SIMULASI

Pengaruh Nilai Hambatan (R)

Nilai hambatan beban sangat memengaruhi arus keluaran pada rangkaian penyearah setengah gelombang dengan kapasitor. Ketika hambatan diperbesar dari 1 k Ω menjadi 10 k Ω , arus keluaran menurun signifikan sesuai hukum Ohm ($I = V/R$). Pada 1 k Ω arus berkisar sekitar 0,0058 A hingga 0,0093 A, sedangkan pada 10 k Ω turun menjadi sekitar 0,00088 A hingga 0,000945 A.

Peningkatan hambatan juga menyebabkan tegangan rata-rata dan RMS sedikit meningkat. Hal ini karena beban yang lebih ringan membuat arus semakin kecil, sehingga kapasitor tidak cepat mengosongkan muatannya. Akibatnya, tegangan keluaran menjadi lebih stabil dan mendekati tegangan puncak.

Selain itu, semakin besar hambatan maka nilai ripple semakin kecil. Arus yang kecil membuat kapasitor lebih lambat mengalami discharge. Sebagai contoh, pada kapasitor 10 μF dengan hambatan 1 k Ω ripple sekitar 7,4 V, sedangkan pada 10 k Ω turun menjadi sekitar 1,6 V.

Namun pola “semakin besar resistor maka ripple makin kecil” hanya berlaku sampai batas tertentu. Dari hasil simulasi nilai kapasitansi 1000 μF , terlihat bahwa peningkatan nilai resistor dari 1 k Ω ke 5 k Ω menurunkan nilai ripple, sesuai teori. Namun ketika resistor ditingkatkan menjadi 10 k Ω , nilai ripple meningkat sedikit. Hal ini disebabkan oleh arus beban yang terlalu kecil sehingga kapasitor tidak mampu mempertahankan tegangan output stabil. Dengan demikian, pengaruh resistor terhadap ripple tidak selalu linear dan memiliki batas optimal.

Pengaruh Nilai Kapasitansi

Kapasitor berfungsi sebagai filter untuk meratakan tegangan DC pada rangkaian penyearah. Semakin besar nilai kapasitansi (10 μF hingga 1000 μF), maka ripple akan turun drastis. Pada 10 μF ripple masih besar hingga sekitar 7,4 V, sedangkan pada 1000 μF menjadi sangat kecil sekitar 0–0,2 V. Hal ini karena kapasitor yang lebih besar mampu menyimpan muatan lebih lama sehingga tegangan tidak cepat turun.

Peningkatan kapasitansi juga membuat tegangan rata-rata meningkat dan mendekati tegangan puncak. Pada 10 μF , tegangan berada di kisaran 5,8 hingga 8,8 V, sedangkan pada 1000 μF meningkat hingga sekitar 9,3 sampai 9,45 V. Tegangan RMS juga ikut meningkat dan semakin mendekati nilai rata-rata karena ripple yang semakin kecil.

Selain itu, arus keluaran sedikit meningkat saat kapasitansi diperbesar karena tegangan menjadi lebih tinggi dan stabil. Secara keseluruhan, kapasitor yang lebih besar menghasilkan ripple yang kecil, tegangan yang lebih stabil, dan output yang semakin mendekati DC ideal.

Pengaruh Penggunaan kapasitor dan tanpa kapasitor

Penggunaan kapasitor pada penyearah setengah gelombang sangat meningkatkan kualitas tegangan keluaran. Dari tabel terlihat bahwa dengan kapasitor ($10 \mu\text{F}$ hingga $1000 \mu\text{F}$), tegangan rata-rata meningkat hingga mendekati $9,45 \text{ V}$ dan V RMS mendekati nilai tersebut, sehingga output semakin menyerupai DC murni. Selain itu, arus keluaran menjadi lebih stabil, dan tegangan ripple menurun drastis dari sekitar $7,4 \text{ V}$ menjadi hampir nol seiring bertambahnya nilai kapasitansi. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitor berfungsi efektif sebagai filter untuk meratakan tegangan.

Sebaliknya, tanpa kapasitor, keluaran masih berupa DC berdenyut dengan kualitas rendah. Tegangan rata-rata hanya sekitar $2,96 \text{ V}$, V RMS lebih tinggi ($\pm 4,65 \text{ V}$), dan ripple masih cukup besar ($\pm 1,69 \text{ V}$). Arus keluaran juga kecil dan tidak stabil karena mengikuti bentuk gelombang input. Dengan demikian, tanpa kapasitor, tegangan belum halus, sedangkan dengan kapasitor, output menjadi lebih stabil dan mendekati DC ideal.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa nilai hambatan, kapasitansi, serta penggunaan kapasitor sangat memengaruhi karakteristik keluaran pada rangkaian penyearah setengah gelombang. Peningkatan nilai hambatan menyebabkan arus keluaran menurun, namun tegangan rata-rata dan RMS sedikit meningkat serta ripple berkurang karena kapasitor lebih lambat mengalami pengosongan muatan. Di sisi lain, peningkatan nilai kapasitansi memberikan pengaruh yang lebih signifikan, yaitu menurunkan ripple secara drastis, meningkatkan tegangan rata-rata hingga mendekati tegangan puncak, serta membuat keluaran semakin stabil dan mendekati DC murni, sehingga kualitas sinyal keluaran menjadi lebih baik, terutama pada beban yang berbeda-beda. Hal ini menegaskan pentingnya pemilihan nilai resistor dan kapasitor yang tepat dalam perancangan rangkaian penyearah, dan dapat menjadi pedoman dalam merancang sistem catu daya yang lebih efisien.

Selain itu, penggunaan kapasitor terbukti sangat penting dalam meningkatkan kualitas tegangan keluaran. Dengan kapasitor, tegangan menjadi lebih rata, ripple sangat kecil, dan arus lebih stabil. Sebaliknya, tanpa kapasitor, tegangan keluaran masih berupa DC berdenyut dengan ripple besar, tegangan rata-rata rendah, serta arus yang tidak stabil. Oleh karena itu, kombinasi hambatan yang sesuai dan kapasitor yang besar sangat diperlukan untuk menghasilkan tegangan DC yang lebih halus dan mendekati kondisi ideal, serta dapat meningkatkan keandalan rangkaian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryanti, Aulia; Palpa, Candra Aditya; Fahrozy, Dimas Iqbal; Ar-Rassya, Muhammad Naufal; Aprilia, Nabila. (2025). Analisis simulasi penyearah setengah gelombang sebagai media pembelajaran elektronika. *Jurnal Teknologi Elektro dan Pendidikan*, 6(1), 45–52.
- Nugraha, Andi Tri; Indrastata, Muhammad; Yuniza, Suci Indah; Novsyafantri. (2022). Analisis karakteristik penyearah setengah gelombang pada sistem tenaga listrik sederhana. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 18(2), 101–108.
- Budi, Prasetyo Suryo; Nugraha, Andi Tri; Yuniza, Suci Indah; Ivannuri, Fadli. (2022). Studi performa penyearah satu fasa dengan variasi beban dan sumber AC. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(3), 150–156.
- Aryanti, Aulia; Palpa, Candra Aditya; Fahrozy, Dimas Iqbal; Ar-Rassya, Muhammad Naufal; Aprilia, Nabila. (2025). Pemodelan dan analisis gelombang output penyearah setengah gelombang berbasis simulasi. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 7(1), 60–67.
- Pratama, Dimas; Wibowo, Agus; Setiawan, Hendra. (2020). Pengaruh kapasitor filter terhadap ripple tegangan pada rangkaian penyearah dioda. *Jurnal Elektronika dan Instrumentasi*, 9(2), 88–94.
- Saputra, Hendra; Kurniawan, Rizky; Firmansyah, Taufik. (2019). Studi karakteristik penyearah setengah gelombang dengan variasi beban. *Jurnal Teknik dan Inovasi*, 8(1), 33–39.

- Nugroho, Budi; Santoso, Eko; Ramadhan, Fajar. (2022). Analisis tegangan keluaran dan arus pada rangkaian penyearah dioda satu fasa. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, 10(2), 120–126.
- Putra, Andika; Wijaya, Anton; Sari, Lestari. (2021). Simulasi rangkaian penyearah menggunakan perangkat lunak elektronika. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro*, 12(1), 55–61.
- Maulana, Rifki; Utomo, Slamet; Yuliana, Siti. (2018). Analisis ripple tegangan pada penyearah dengan filter kapasitor. *Jurnal Ilmiah Teknologi Elektro*, 7(2), 70–76.
- Fauzi, Muhammad; Nasrullah, Ahmad; Kurnia, Dedi. (2021). Analisis efisiensi penyearah dioda sederhana dengan variasi parameter rangkaian. *Jurnal Teknik Energi*, 9(1), 25–31.