

Verification of the 1N4002 Diode Rectification Function via Oscilloscope Waveform Analysis under Forward and Reverse Bias Conditions

Muhammad Miftah¹, Kelvin Marthin Saruning², Nova Khoirum Lestari³, Raihana Astagisa⁴, Adam Malik⁵

Program Studi Pendidikan Fisika, UIN Sunan Gunung Djati Bandung

47miftah@gmail.com

Article History:

Received date: November 6 2025

Received in revised from: September 22 2025

Accepted date: Desember 15 2025

Available online: Januari 1 2025

Citation:

Tanjung, R., & Panggabean, R. D. B. (2026).

Development of a Scientific-Based E-Module Using Sigil Software for the Static Fluids Topic at SMA Negeri 1 Selesai. Jurnal Ikatan Alumni Fisika Unimed, 12(1), 1-7.

Abstract. This experimental research focuses on verifying the rectification function of the 1N4002 Diode through the analysis of waveforms captured by an Oscilloscope. The study utilized an applied experimental design, where the subject was tested using an AC signal to visually demonstrate the diode's response under both forward and reverse bias conditions. Data collection involved the observation and recording of the AC signal output waveform for both bias conditions. The results showed that the diode consistently blocked one half cycle of the input signal while passing the other, firmly verifying the diode's one-way conduction property. A limitation of this research is the lack of discrete numerical V and I data, which prevents the quantitative determination of the Knee Voltage. The implication of these findings is the visual affirmation of the diode's working principle. It is recommended that future research incorporate DC measurements to plot the I-V curve in detail.

Keywords: PN Junction Diode, I-V Characteristics, Unilateral Conduction, Waveform, Oscilloscope.

© 2026 The Authors. This open access article is distributed under a (CC-BY License)



PENDAHULUAN

Perkembangan pesat dalam teknologi semikonduktor merupakan tulang punggung sistem elektronik modern, mulai dari sirkuit digital hingga sistem konversi daya (Kurniasari & Jannah, 2023; Telaumbanua & Telaumbanua, 2025). Komponen semikonduktor yang paling fundamental dan esensial adalah dioda PN *junction* (Noer & Dayana, 2021). Berbeda dengan resistor yang merupakan komponen linear dan mematuhi Hukum Ohm, dioda menunjukkan perilaku non-linear yang unik, yaitu kemampuannya untuk mengalirkan arus listrik hanya pada satu arah. Perilaku ini menjadikan dioda sebagai komponen kritis dalam fungsi penyearahan (*rectification*), proteksi sirkuit, dan modulasi sinyal.

Dioda terbentuk dari penggabungan material semikonduktor tipe-P (Anoda) dan tipe-N (Katoda), menciptakan lapisan deplesi (*depletion region*) di antara keduanya (Rinaldi, 2025). Analisis terhadap dioda berfokus pada Kurva Karakteristik Arus-Tegangan (*I-V*) yang membagi operasinya menjadi dua mode utama: *bias* maju (*forward bias*) dan *bias* mundur (*reverse bias*). Pemahaman mendalam tentang kurva ini sangat penting untuk menentukan tegangan lutut (*knee voltage* atau *cut-in voltage*), yaitu batas tegangan minimum dioda mulai menghantar, serta batas tegangan *breakdown* yang dapat merusak komponen.

Studi eksperimental ini bertujuan untuk menganalisis Kurva Karakteristik I-V Dioda PN Junction (tipe 1N4002) melalui interpretasi bentuk

gelombang Osiloskop. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk: (1) Memverifikasi fungsi utama dioda sebagai penyearah (*rectifier*) dengan mengamati bagaimana dioda memproses sinyal AC pada kondisi bias maju; (2) Menganalisis perilaku Dioda saat polaritasnya dibalik (*reverse bias*) untuk memastikan sifat konduksi unilateral (satu arah); dan (3) Mengidentifikasi secara kualitatif titik di mana dioda mulai menghantar dan memblokir arus.

METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Desain

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen laboratoris terapan dengan pendekatan kuantitatif dan didukung analisis visual/kualitatif bentuk gelombang. Desain ini bertujuan untuk menyelidiki hubungan non-linear Dioda PN Junction dan secara visual memverifikasi fungsinya sebagai penyearah (*rectifier*). Verifikasi dilakukan melalui interpretasi bentuk gelombang yang dihasilkan oleh dioda saat diberi tegangan bias.

B. Subjek dan Populasi

Subjek/Sampel utama dalam penelitian ini adalah satu buah Dioda 1N4002. Pengujian dilakukan dalam dua konfigurasi rangkaian utama: bias maju dan bias mundur, dengan asumsi sumber tegangan berupa sinyal AC untuk menguji kemampuan penyearahan (*half-wave rectification*). Rangkaian dilengkapi dengan resistor pembatas arus 47 Ω .

C. Instrumen

Instrumen dan material yang digunakan untuk membangun dan mengoperasikan rangkaian pengujian meliputi: Catu Daya DC/Baterai (2 buah), sebagai sumber tegangan bias; Potensiometer 10k Ω , sebagai pembagi tegangan variabel untuk mengontrol dan memvariasikan tegangan bias maju dan mundur secara bertahap; Hambatan Tetap 47 Ω , sebagai resistor pembatas arus (*current limiting resistor*) untuk melindungi dioda dari kerusakan akibat arus berlebih saat *forward bias*; Dioda 1N4002, sebagai komponen yang diuji; Meter Dasar (2 buah), digunakan sebagai Voltmeter (paralel) untuk mengukur V_{dioda} dan Amperemeter (seri) untuk mengukur I_{dioda} ; Papan Rangkaian, Saklar 1 Kutub, dan Kabel Penghubung, untuk koneksi rangkaian.

D. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui teknik pengamatan langsung terstruktur pada dua kondisi bias dioda. Kondisi pertama, yaitu pada prosedur bias maju. Dimulai dengan menyusun penyearah setengah gelombang (*half-wave rectifier*), di mana Anoda dioda terhubung ke sumber sinyal AC melalui resistor pembatas. Kemudian probe osiloskop dipasang di terminal output (setelah dioda) untuk mengamati bentuk gelombang. Terakhir, bentuk gelombang output dapat diamati dan dicatat untuk mengamati bagian mana dari sinyal input AC yang diteruskan oleh dioda. Kondisi kedua, dengan prosedur bias mundur, adalah hanya membalikkan polaritas dari dioda.

E. Analisis Data

Analisis data didasarkan pada interpretasi visual bentuk gelombang yang diperoleh dari Osiloskop. Fokus analisis berupa verifikasi penyearahan, yaitu menganalisis bentuk gelombang pada bias maju untuk mengonfirmasi bahwa hanya satu half cycle dari sinyal AC yang dilewatkan, membuktikan sifat unilateral dioda. Di sisi lain, fokus analisis berikutnya yaitu perilaku pembalikan arus, yaitu menganalisis bentuk gelombang pada bias mundur untuk melihat bagaimana dioda memblokir atau membalikkan half cycle sinyal, yang secara eksplisit menjawab pertanyaan penelitian tentang apa yang terjadi ketika arah arus dibalik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

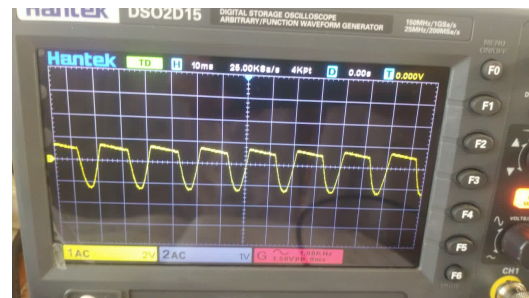
Hasil Penelitian

F. Data Pengamatan Visual

Pengamatan perilaku dioda PN junction dilakukan menggunakan Osiloskop untuk memvisualisasikan respons dioda terhadap sinyal AC. Hasil pengamatan yang terekam dalam bentuk tangkapan layar osiloskop dibagi menjadi dua kondisi utama.

1) *Kondisi Dioda Biasa*: Setelah rangkaian *half-wave rectifier* disusun dengan dioda dalam polaritas

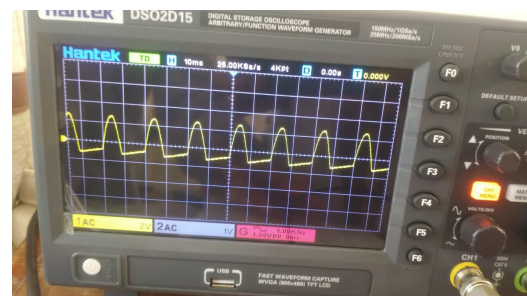
maju (Anoda terhubung ke positif sumber sinyal), Osiloskop menampilkan bentuk gelombang output seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1 CD Dioda Biasa

Amati bahwa hanya setengah siklus positif (*half cycle*) dari sinyal input AC yang berhasil diteruskan (berupa pulse yang naik dari nol), sementara setengah siklus negatifnya terblokir atau terpotong rata di sumbu nol. Ini mengindikasikan bahwa dioda hanya menghantar saat *forward bias*.

2) *Kondisi Dioda Terbalik*: Ketika dioda dibalik (Katoda terhubung ke positif sumber sinyal), bentuk gelombang output yang diamati pada Osiloskop adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Dioda Terbalik

Bentuk gelombang yang dihasilkan adalah kebalikan dari kondisi biasa. Yaitu, dioda memblokir siklus positif dan meneruskan (jika output diukur dari terminal tertentu) atau memotong rata siklus negatif (jika dioda dihubungkan ke beban output). Perubahan ini menegaskan sifat konduksi dioda yang unilateral (satu arah).

Pembahasan

Berdasarkan hasil eksperimen (*Kondisi Dioda Terbalik*), ketika arah arus/tegangan dibalik (yaitu kondisi reverse bias pada PN junction), yang terjadi adalah diode tidak menghantar arus secara signifikan. Dioda menciptakan lapisan deplesi yang lebar, bertindak sebagai isolator. Arus yang mengalir hanyalah arus bocor (*leakage current*) yang sangat kecil (I_{s}) dan umumnya diabaikan dalam sirkuit praktis.

Konsekuensinya, dalam konteks tegangan AC, ketika dioda terbalik, dioda hanya akan meneruskan *half cycle*, sesuai dengan arah *forward bias* barunya.



Jika dioda diuji dengan sumber AC, pembalikan arah dioda akan membalik half cycle output yang dihasilkan. Jika sebelumnya menghasilkan output positif, setelah dibalik akan menghasilkan output negatif (jika dioda ideal) atau nol (jika output diukur setelah rangkaian penyearah *half-wave*). Dengan demikian, pembalikan dioda adalah cara untuk memverifikasi perilaku penyearahan karena menunjukkan secara jelas bahwa sifat konduktivitas dioda adalah unilateral (satu arah) dan sangat bergantung pada polaritas tegangan bias.

Dalam Pengembangan Teknologi Semikonduktor. Jurnal Ilmu Ekonomi, Pendidikan Dan Teknik, 2(3), 1–7.

KESIMPULAN

Penelitian eksperimental ini berhasil menganalisis perilaku Dioda PN Junction melalui interpretasi bentuk gelombang, yang merupakan jawaban atas tujuan utama penelitian. Dioda secara tegas menunjukkan perilaku konduksi non-linear yang kontras dengan komponen linear seperti resistor, memverifikasi bahwa konduktivitasnya diatur oleh polaritas tegangan bias. Fungsi utama dioda sebagai penyearah (*rectifier*) telah terkonfirmasi: hanya satu siklus sinyal input AC yang dilewatkan, sementara siklus berlawanan diblokir. Pembalikan polaritas dioda dalam rangkaian menegaskan sifat unilateral dioda, di mana arah konduksi mutlak bergantung pada orientasi dioda terhadap sumber tegangan.

Kontribusi penelitian ini terletak pada verifikasi visual yang jelas dan langsung mengenai prinsip kerja penyearahan dioda melalui tangkapan Osiloskop. Temuan ini menjadi landasan penting dalam studi konversi daya dan aplikasi sirkuit penyearah. Meskipun prinsip penyearahan berhasil diverifikasi, penelitian ini memiliki keterbatasan karena ketiadaan data numerik yang akurat. Hal ini menyebabkan tidak dapat dilakukannya penentuan kuantitatif nilai Tegangan Kutup (V_k) dan nilai arus bocor (I_s). Sebagai rekomendasi untuk penelitian lanjutan, disarankan agar metodologi dilengkapi dengan pengukuran tegangan DC bertahap dan penggunaan multimeter presisi untuk mendapatkan data diskrit, sehingga memungkinkan pemplotan Kurva I–V secara rinci dan validasi parameter dioda secara kuantitatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Kurniasari, F. B., & Jannah, M. H. (2023). ANALISIS PERKEMBANGAN KOMPONEN ELEKTRONIKA DARI ERA VAKUM HINGGA ERA NANOELEKTRONIKA: SEBUAH TINJAUAN LITERATUR. Tatal, 2(01).
- Noer, Z., & Dayana, I. (2021). Buku Fisika Dan Teknologi Semikonduktor. Guepedia.
- Rinaldi, R. S. (2025). ELEKTRONIKA: Dioda dan Transistor Bipolar. Deepublish.
- Telaumbanua, S. A. A., & Telaumbanua, J. (2025). Analisis Literatur Tentang Fisika Zat Padat