

# Simulasi Penyearah 1 Fasa Dengan Faktor Daya Mendekati 1 Dan Minimum *Total Harmonic Distortion* Dengan Kontrol Arus *Hysteresis* Pada Sistem Tenaga Listrik

**Hazlif Nazif**

Program Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Ekasakti Padang  
Jl.Veteran Dalam No.26B Padang, 25114

\*Corresponding Author

E-mail Address: [hazlif\\_n@yahoo.co.id](mailto:hazlif_n@yahoo.co.id)

## ABSTRAK

Peralatan-peralatan elektronik skala rumah tangga, perkantoran dan industri yang membutuhkan energi listrik DC yang dihasilkan penyearah dioda. Namun didalam peralatan-peralatan elektronik, terdapat penyearah dioda. Penyearah ini termasuk jenis beban *non linier* dapat menimbulkan THD yang tinggi dan *power factor* rendah dan berbentuk tidak sinusoidal pada arus input. Oleh karena itu, konverter boost menggunakan kontrol arus *hysteresis* untuk dapat menurunkan arus harmonik yang tinggi dan dapat memperbaiki *power factor* dan membentuk sinusoidal pada arus masukan. Dalam penelitian ini, peneliti mencoba konverter boost dengan kontrol arus *hysteresis* untuk meminimalkan nilai arus harmonik yang tinggi dan menaikkan *power factor* rendah pada arus input. Dalam penelitian ini, pemodelan, disimulasikan, pengujian simulasi dan dianalisa dengan menggunakan software PSIM. Dari hasil pengujian dan analisa dapat diperlihatkan bahwa penyearah tanpa konverter boost menghasilkan nilai THD arus 268% dan nilai *power factor* 0.2215 dan berbentuk tidak sinusoidal, sedangkan konverter boost menggunakan kontrol arus *hysteresis* menghasilkan nilai THD arus sebesar 7%, nilai faktor daya 0.956 dan membentuk gelombang sinusoidal hampir mendekati sinusoidal murni. Nilai THD arus sebesar 7% yang dihasilkan belum memenuhi standar IEEE Std 519-2014.

**Kata Kunci : THD, Faktor Daya, Konverter Boost, Kontrol Arus Hysteresis, PSIM**

## ABSTRACT

Household, office, and industrial electronic equipment require DC electrical energy produced by diode rectifiers. However, in electronic equipment, there is a diode rectifier. This rectifier is a type of non-linear load that can cause high THD and low power factor and is not sinusoidal in the input current. Therefore, the boost converter uses hysteresis current control to reduce high harmonic currents improve the power factor, and form a sinusoidal in the input current. In this study, researchers tried a boost converter with hysteresis current control to minimize high harmonic current values and increase low power factors in the input current. In this study, modeling, simulation, simulation testing, and analysis were conducted using PSIM software. From the results of testing and analysis, it can be shown that the rectifier without a boost converter produces a current THD value of 268% and a power factor value of 0.2215 and is not sinusoidal, while the boost converter uses hysteresis current control produces a current THD value of 7%, a power factor value of 0.956 and forms a sinusoidal waveform almost approaching pure sinusoidal. The current THD value of 7% produced does not meet the IEEE Std 519-2014 standard.

**Keywords: THD, Power Factor, Boost Converter, Hysteresis Current Control, PSIM**

## PENDAHULUAN

Peralatan-peralatan elektronik skala rumah tangga, perkantoran dan industri yang memerlukan daya listrik DC yang dihasilkan penyearah dioda. Namun didalam peralatan-peralatan elektronik, terdapat penyearah dioda. Penyearah ini termasuk jenis beban

*non linier* sehingga dapat menimbulkan arus harmonik yang tinggi dan menimbulkan *power factor* rendah dan berbentuk tidak sinusoidal pada arus masukan. Hal ini dapat mengganggu gelombang sinusoidal murni (fundamental) dan juga dapat merusak peralatan-peralatan elektronik skala rumah

tangga, perkantoran dan industri. Untuk mengatasi permasalahannya maka diperlukan konverter boost menggunakan kontrol arus *hysteresis* agar dapat menurunkan nilai THD yang tinggi dan dapat memperbaiki *power factor* rendah dan dapat membentuk sinusoidal pada arus masukan. Teknik switching yang digunakan untuk mengontrol konverter boost adalah kontrol arus *hysteresis*.

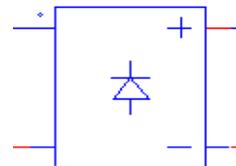
Dalam penelitian ini, kontrol arus *hysteresis* digunakan untuk konverter boost pada penyearah satu fasa. Nantinya akan diaplikasikan ke dalam peralatan-peralatan elektronik agar dapat mengurangi arus harmonik yang tinggi dan menaikkan nilai *power factor* rendah pada arus masukan. Kontrol arus *hysteresis* Sinyal kontrol histeresis yang digunakan untuk memicu gate MOSFET. Nilai error  $e(k)$  dibandingkan dengan batas *hysteresis* yang telah ditentukan untuk mendapatkan sinyal kontrol hysteresis. Nilai arus aktual yang diukur oleh sensor arus ( $i_{act}$ ) dikurangi dengan nilai referensi arus ( $i_{ref}$ ) yang diberikan untuk mendapatkan Nilai error. Setelah nilai  $e(k)$  didapatkan, dibandingkan dengan batas *hysteresis* atas dan batas *hysteresis* bawah untuk membuat sinyal kontrol. (Ferry Adity Sandjojo,2018). Penyearah adalah energi listrik AC dari sumber AC yang diubah oleh suatu rangkaian menjadi energi listrik DC dengan cara menyearahkan arus listrik bergelombang. Konverter Boost adalah rangkaian yang menaikkan tegangan DC yang rendah menjadi tegangan DC yang tinggi(Masramdhani Saputra dkk, 2023). *Power factor* merupakan beda sudut fasa antara tegangan dan arus, faktor daya disimbolkan dengan  $\cos \phi$  dengan rentang antara 0 sampai 1, semakin mendekati angka 1 berarti faktor daya pada sistem semakin baik, dan juga sebaliknya(Basuki Rudianta,2022). Bentuk gelombang yang terdistorsi dapat diurai menjadi sejumlah frekuensi dasar dan frekuensi harmonik yang berasal dari beban non linier pada sistem tenaga listrik (Mustamam dkk,2019). *Total harmonic distortion(THD)* adalah istilah yang dipakai untuk menghitung nilai efektif dari komponen harmonik. Persamaan (1) digunakan untuk menghitung nilai THD tegangan keluaran inverter dan untuk menghitung nilai THD arus keluaran inverter dapat digunakan(Asnil dkk,2018)

Dalam penelitian ini, dirancang kemudian dimodelkan, disimulasikan, pengujian dan analisa dengan menggunakan software PSIM sehingga diperoleh performa konverter boost kontrol arus *hysteresis* yang bagus, yang dapat mengurangi nilai THD yang tinggi, nilai *power factor* yang tinggi dan dapat berbentuk sinusoidal pada arus masukan, Akan diaplikasikan kedalam peralatan-peralatan elektronik skala rumah tangga, perkantoran dan industri, dan diharapkan dapat mereduksi arus harmonik yang tinggi, *power factor* yang tinggi dan dapat membentuk gelombang sinusoidal pada arus masukan.

### METODE PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian ini, digunakan metode penelitian dengan langkah-langkah perancangan dan simulasi konverter boost menggunakan kontrol arus *hysteresis* pada penyearah satu fasa. Rancangan model, Model dibangun, disimulasikan, pengujian simulasi, dan analisis hasil pengujian dengan menggunakan program PSIM. Simulasi konverter boost menggunakan kontrol arus *hysteresis* pada arus masukan secara keseluruhan, dapat dilihat pada gambar 4.

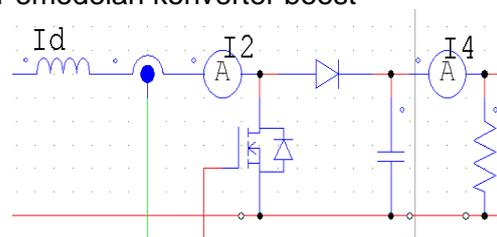
#### a. Pemodelan Penyearah Satu Fasa



Gambar 1. Penyearah Satu Fasa

Gambar 1 menunjukkan model simulasi penyearah satu fasa. Penyearah adalah tegangan bolak balik (AC) dari sumber AC disearahkan menjadi tegangan DC dengan menggunakan komponen dioda. Model *rectifier* yang telah tersedia pada software PSIM.

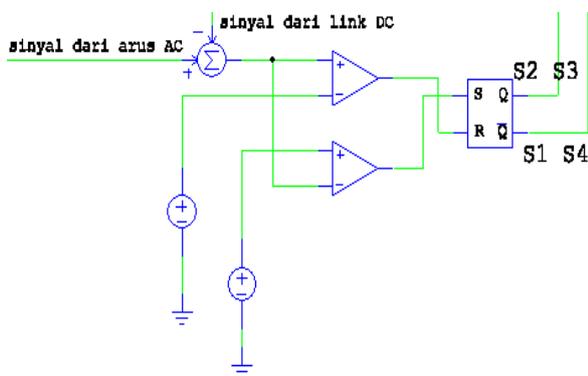
#### b. Pemodelan konverter boost



Gambar 2. Pemodelan Konverter Boost

Gambar 2 menunjukkan model simulasi konverter boost. Konverter Boost adalah rangkaian yang menaikkan tegangan DC yang rendah menjadi tegangan DC yang tinggi. Rangkaian ini terdiri dari sumber tegangan input ( $V_s$ ), induktor ( $L$ ), saklar ( $S$ ), dioda ( $D$ ), kapasitor filter ( $C$ ), dan resistensi beban ( $R$ ). Model konverter boost dibuat dengan software PSIM sesuai dengan teori. Dimulai ketika saklar kondisi ON pada  $t=0$ . Arus yang mengalir melalui induktor  $L$ , sehingga menyimpan energi dalam induktor dan beban disuplai oleh arus kapasitor. Setelah saklar kondisi OFF pada  $t=kT$ . Arus yang sebelumnya akan mengalir melalui induktor  $L$ , dioda  $D$ , kapasitor  $C$ , dan  $R$  beban. Arus induktor turun sampai saklar kondisi ON lagi dalam siklus berikutnya. Selama waktu ini, energi yang tersimpan dalam induktor ditransfer ke beban bersama-sama dengan tegangan masukan (Hazlif Nazif,2022).

c. Pemodelan Kontrol Arus *Hysteresis*



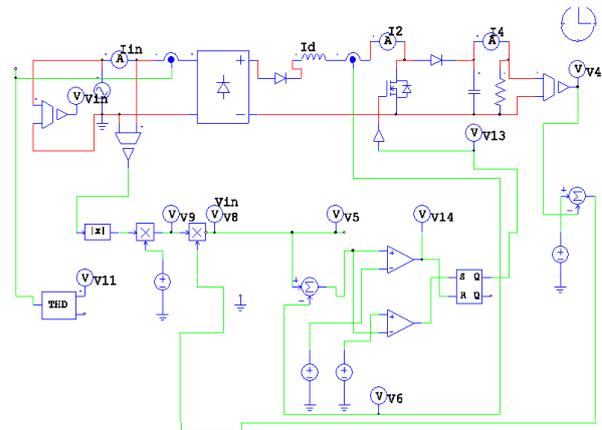
Gambar 3. Pemodelan Kontrol Arus *Hysteresis*

Gambar 3 menunjukkan model simulasi kontrol arus *hysteresis*. Kontrol arus *hysteresis* adalah sinyal *error* yang digunakan untuk memicu gate dari MOSFET pada converter boost, didapatkan dengan cara mengkomparasikan sinyal *error* ( $k$ ) dan batas *hysteresis* yang telah ditentukan. Sinyal *error* didapatkan dari hasil pengurangan sinyal arus *actual* yang diukur oleh sensor arus ( $i_{act}$ ) dan sinyal arus *reference* ( $i_{ref}$ ) yang diberikan. Setelah nilai *error*( $k$ ) didapatkan, batas *hysteresis* atas dan batas *hysteresis* bawah akan

dikomparasikan untuk menciptakan sinyal control (Ferry Adity Sandjojo,2018). Model kontrol arus *hysteresis* dibuat dengan software PSIM sesuai dengan teori.

d. Pemodelan konverter boost menggunakan Kontrol Arus *Hysteresis*

Gambar 4 menunjukkan model simulasi lengkap rangkaian simulasi konverter boost menggunakan kontrol arus *hysteresis* pada penyearah, yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 4. Pemodelan konverter boost Kontrol Arus *Hysteresis*

Nilai Parameter dari rangkaian simulasi konverter boost dengan kontrol arus *hysteresis*, dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Parameter Rangkaian Simulasi

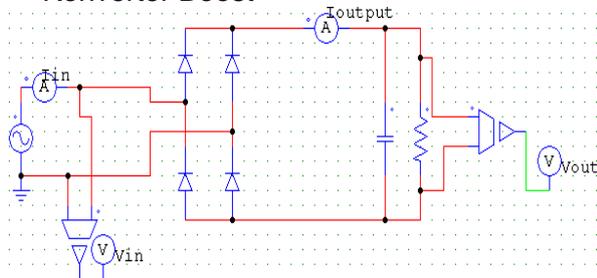
Parameter	Value
Frekuensi Jala-jala	60Hz
Tegangan Input AC	200V
Arus Input AC	11A
Output Voltage DC	400V
Induktor Input	0.01H
Kapasitor link DC	0.002f
Saklar Daya	Mosfet
Load	144Ω

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

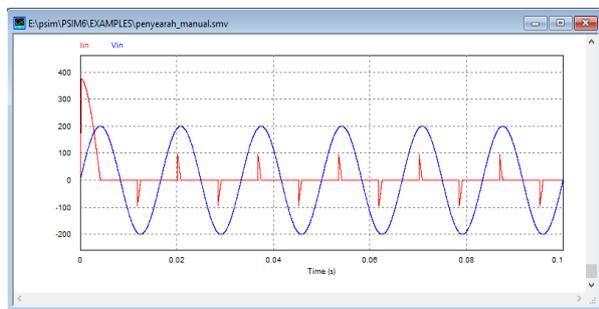
Tahapan ini menampilkan hasil pengujian dari konverter boost menggunakan kontrol arus *hysteresis* pada penyearah satu fasa. Data yang ditampilkan meliputi grafik sinyal (bentuk gelombang) arus, tegangan dan THD arus dan THD tegangan dan *power factor* dari konverter boost kontrol arus *hysteresis*,

hasil simulasi dianalisis. Dari hasil pengujiannya diharapkan dapat mengurangi nilai THD yang tinggi, dapat menaikkan *power factor* rendah dan dapat berbentuk sinusoidal.

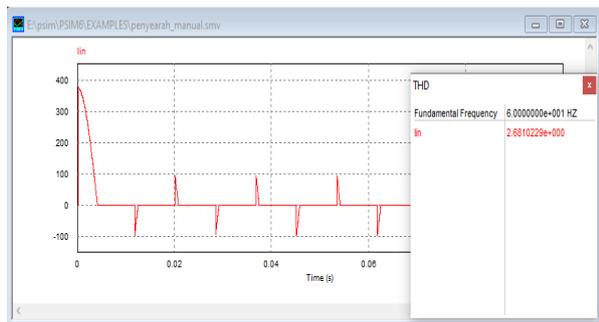
a. Pengujian Terhadap Penyearah Tanpa Konverter Boost



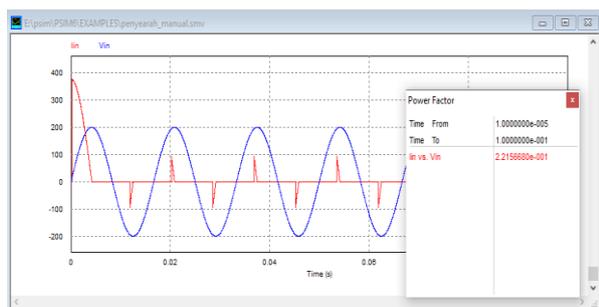
Gambar 5. Rangkaian Simulasi Penyearah Tanpa Konverter Boost



Gambar 6. Berbentuk tidak sinusoidal pada arus input



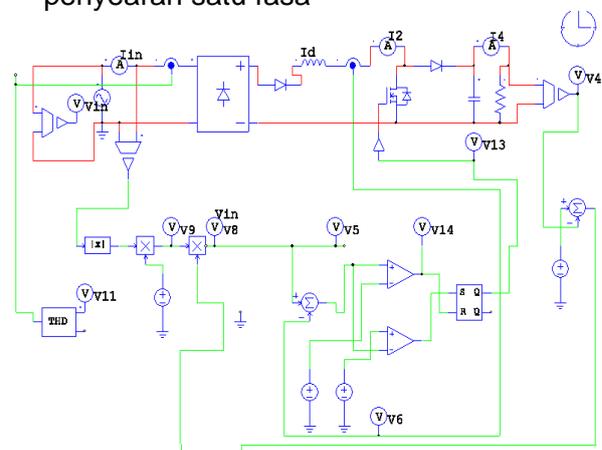
Gambar 7. Hasil THD arus diperoleh adalah 268%



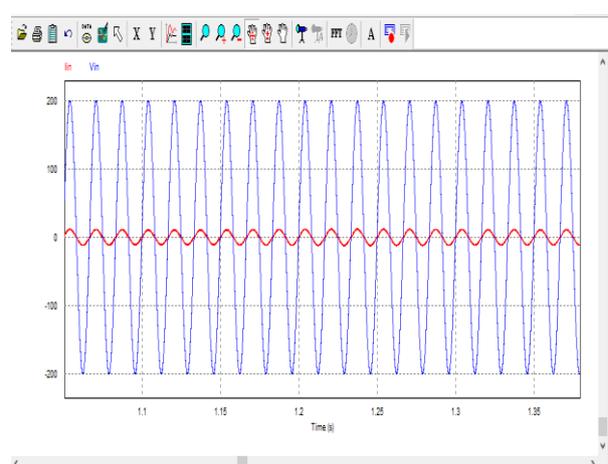
Gambar 8. Hasil power factor diperoleh adalah 0.2215

Pengamatan bentuk gelombang keluaran dari penyearah tanpa konverter boost pada arus masukan untuk memperoleh nilai THD, nilai *power factor* dan apakah dapat membentuk gelombang sinusoidal atau tidak, maka akan dilakukan dengan menggunakan software PSIM. Hasil pengujian simulasi ini yang telah dilakukan bahwa rangkaian ini menghasilkan berbentuk gelombang tidak sinusoidal, dapat diperlihatkan pada gambar 6, sedangkan rangkain ini telah menghasilkan nilai arus harmonik (THD) 628% dan nilai *power factor* 0,2215 pada arus input, dilihat pada gambar 7 dan 8.

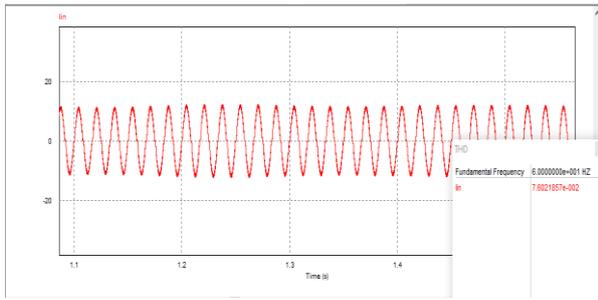
b. Pengujian Terhadap konverter boost menggunakan kontrol arus hysteresis pada penyearah satu fasa



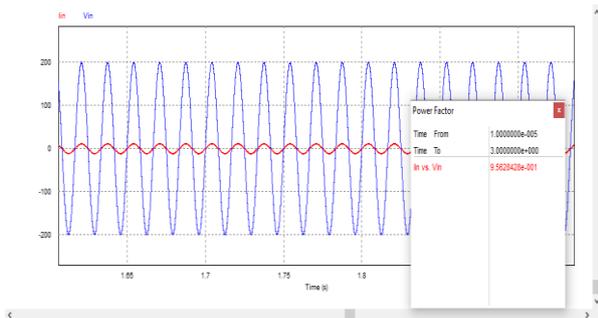
Gambar 9. Simulasi konverter Boost menggunakan kontrol arus hysteresis



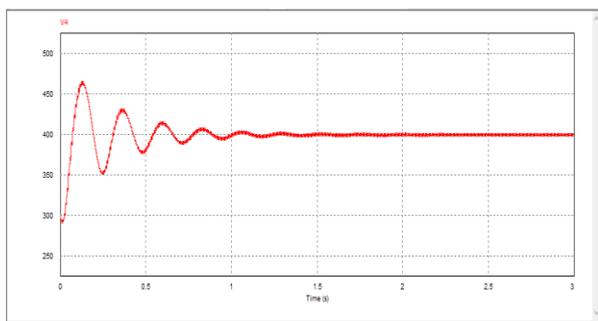
Gambar 10. Grafik sinusidal dua gelombang tegangan dan arus yang sefasa



Gambar 11. Hasil THD arus diperoleh adalah 7%



Gambar 12. Hasil Power Factor diperoleh adalah 0.956



Gambar 13. Hasil Tegangan Keluaran diperoleh adalah 400 Vdc

Pengamatan bentuk gelombang keluaran dari konverter boost menggunakan kontrol arus *hysteresis* pada penyearah satu fasa untuk memperoleh nilai THD, nilai *power factor* yang rendah dan apakah dapat membentuk gelombang sinusoidal atau tidak, maka akan dilakukan dengan menggunakan software PSIM. Hasil pengujian simulasi ini yang telah dilakukan, diperoleh bahwa dapat berbentuk gelombang sinusoidal hampir mendekati sinusoidal murni, dapat diperlihatkan pada gambar 10, sedangkan rangkaian ini telah menghasilkan nilai arus harmonik (THD) 7% dan nilai *power factor* 0.965 pada arus input, dapat dilihat pada gambar 11 dan 12. Rangkaian ini menghasilkan tegangan

keluaran DC sebesar 400 Vdc, dapat diperlihatkan pada gambar 13.

Berdasar hasil pengujian simulasi, dapat dilihat pada gambar 11 dan 12, terlihat bahwa performa konverter boost menggunakan kontrol arus *hysteresis* yang cukup baik karena memiliki gelombang sinusoidal, mempunyai nilai THD arus 7% dan *power factor* 0.956. Nilai THD arus 7% yang dihasilkan belum memenuhi standar IEEE Std 519-2014.

## PENUTUP

Dari hasil penelitian diatas, dapat disimpulkan bahwa performa konverter boost kontrol arus *hysteresis* yang cukup baik karena memiliki THD arus 7%, faktor daya 0.956 dan dapat membentuk gelombang sinusoidal. Nilai THD arus 7% yang dihasilkan belum memenuhi standar IEEE Std 519-2014.

## REFERENSI

- Masramdhani Saputra, Saddani Djulihenanto, Sigit Setya Wiwaha, Imron Ridzki(2023). Implementation of Power Factor Correction using Asynchronous Boost Converter on Single Phase Full-Bridge Diode.Jurnal EECIS Vol. 17, No. 2.
- Ferry Adity Sandjojo, Iwan Setiawan, Trias Andromeda(2018). Implementasi Kontrol Arus Pada Inverter Satu Fasa Menggunakan DSPIC30F4011 Dengan Metode Kontrol Hysteresis. Transient,Vol.7, No.1
- Basuki Rudianta, Muhammad Hafizhuddin, Abdul Syakur.(2022). Perbaikan Faktor Daya Beban Induktif di Industri dengan Menggunakan Kapasitor Shunt.JTET(Jurnal Teknik Elektro Terapan) Vol. 11 No. 3
- Hazlif Nazif(2022). Penyearah 1 Fasa Dengan Faktor Daya Mendekati 1 Dan THD Minimum Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control. JEE, Vol 6, No.1
- Mustamam, Marwan Affandi, Azmi Rizki Lubis(2019). Analisis dan Reduksi Harmonisa Arus Pada Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan Menggunakan Singletuned Passive Filter. Semnastek UISU

- Sri Kurniati, Sudirman Syam(2023). Active Filter Performance Improvement On Singlephase Rectifier Controlled By Using Pulse Width Modulation (PWM). Jurnal Media Elektro Vol. XII, No. 1
- Tomy Nugroho,Istoni Reza(2022).Analisis Pengukuran Dan Perhitungan Total Harmonic Distortion (THD) Pada Beban Non Linier. Volume XII. No. 1. Maret 2022,ISSN 2088-060X