

# Analisis Perbandingan Metode Kontrol Arus Hysteresis Dan Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control Pada Penyearah Terkendali Satu Phase

**Hazlif Nazif**

Program Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Perencanaan., 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 elektronik skala rumah tangga dan industri/pabrik yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan. Namun peralatan elektronik masih menggunakan penyearah(konvensional) ini termasuk jenis beban non linier, sehingga menimbulkan arus harmonik pada sistem tenaga listrik, karena di dalamnya bahan-bahan semikonduktor dan elemen elektronika daya. Oleh karena itu, penggunaan penyearah terkendali 1 fasa menggunakan teknik switching kontrol arus sistem untuk dapat mereduksi arus harmonik yang tinggi pada sistem tenaga listrik. Dalam penelitian ini, penulis memfokuskan kepada penggunaan teknik switching kontrol arus *hysteresis* dan kontrol arus *ramp comparison current control* untuk rangkaian penyearah terkendali 1 phase dalam upaya meminimalkan nilai arus harmonik yang tinggi pada sistem tenaga listrik dan gelombang sinusoidal dapat diciptakan. Model dibuat, disimulasikan dan dianalisa dengan menggunakan software PSIM kemudian membandingkan hasil simulasi. Dari hasil simulasi dan analisa dapat diperlihatkan bahwa penyearah terkendali 1 fasa menggunakan kontrol arus *hysteresis* menghasilkan tingkat THD arus sebesar 4.78%, sedangkan penyearah terkendali 1 fasa menggunakan metode kontrol arus *ramp comparison current control* menghasilkan tingkat THD arus sebesar 5.90%.

**Kata Kunci : THD, Penyearah Terkendali, Kontrol Arus Hysteresis, Ramp Comparison Current Control**

## ABSTRACT

*Household and industrial/factory scale electronic equipment used to meet needs. However, electronic equipment that still uses (conventional) rectifiers is a type of non-linear load, causing harmonic currents in the electric power system, because it contains semiconductor materials and power electronic elements. Therefore, the use of a single-phase controlled rectifier uses system current control switching techniques to reduce high harmonic currents in the electric power system. In this research, the author focuses on the use of hysteresis current control switching techniques and ramp comparison current control for single-phase controlled rectifier circuits to minimize high harmonic current values in electric power systems and create sinusoidal waves. The model is created, simulated, and analyzed using PSIM software, and then comparing the simulation results. From the simulation and analysis results it can be shown that a single-phase controlled rectifier using hysteresis current control produces a current THD level of 4.78%, while a single-phase controlled rectifier using the ramp comparison current control method produces a current THD level of 5.90%.*

**Keywords: THD, Controlled Rectifier, Hysteresis Current Control, Ramp Comparison Current Control**

## PENDAHULUAN

Peralatan elektronik skala rumah tangga dan industri/pabrik, yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Namun Peralatan elektronik masih menggunakan penyearah dioda(konvensional) dapat menghasilkan gangguan arus harmonik pada sistem tenaga listrik, dapat mengganggu gelombang sinusoidal murni (fundamental)

dan dapat mengurai sejumlah frekuensi dasar menjadi frekuensi harmonik pada sistem tenaga listrik karena didalam peralatan elektronik ini termasuk jenis beban non linier yaitu lampu led, motor pompa air, televisi led, komputer dan lain lainnya,. Oleh karena itu, penyearah terkendali 1 fasa menggunakan teknik switching kontrol arus agar dapat mereduksi nilai THD yang tinggi

pada sistem tenaga listrik dan dapat membentuk sinusoidal. Teknik switching yang digunakan pada penyearah terkendali adalah kontrol arus sistem. Kontrol arus sistem meliputi yaitu; kontrol arus *hysteresis* dan *ramp comparison current control*.

Penyearah adalah energi listrik AC dari sumber AC yang diubah oleh suatu rangkaian menjadi energi listrik DC dengan cara menyearahkan arus listrik bergelombang. Penyearah terkendali adalah sumber listrik AC diubah menjadi sumber listrik DC yang dapat diatur/dikontrolkan. Dalam penelitian ini, penulis mencoba menggunakan keduanya metode kontrol arus adalah kontrol arus *hysteresis* dan kontrol arus *ramp comparison current control*. Prinsip kerja kontrol arus *hysteresis* adalah sinyal error diperoleh dengan nilai error ( $k$ ) dibandingkan dan batas *hysteresis* yang tertentu. Sensor arus ( $I_{act}$ ) yang mengukur nilai arus *actual*, dikurangi dengan nilai *reference* arus yang diberikan ( $I_{ref}$ ) untuk dapat mendapatkan nilai error. Setelah sinyal nilai ( $k$ ) diperoleh, akan dibandingkan dengan batas *hysteresis* atas dan batas *hysteresis* bawah untuk menciptakan sinyal control (Ferry Adity Sandjojo, 2018). Sedangkan, kontrol arus *ramp comparison current control* adalah sinyal sinusoidal output dari jaringan listrik (arus besar harus diperkecil dengan trafo arus, menjadi arus kecil) ditambahkan dengan sinyal sinusoidal-segitiga output untuk membuat sinyal sinusoidal-reference ( $I_{ref}$ ), kemudian diumpamakan dengan arus *actual* ( $I_{act}$ ) untuk membuat sinyal error, diinputkan ke dalam pembuat pulsa untuk menciptakan pulsa bagi drive yang mengontrol penyearah terkendali (Hazlif Nazif, 2015)

Beban-beban *non linear* dapat menyebabkan terjadinya distorsi pada sistem tenaga listrik. Penyearah dioda adalah beban *non linear* yang sering digunakan untuk peralatan elektronik dan ikut memunculkan terjadinya distorsi gelombang arus, tegangan dan daya. *Total harmonic distortion (THD)* adalah istilah yang digunakan untuk menghitung nilai efektif dari komponen harmonik (Asnil dkk, 2018).

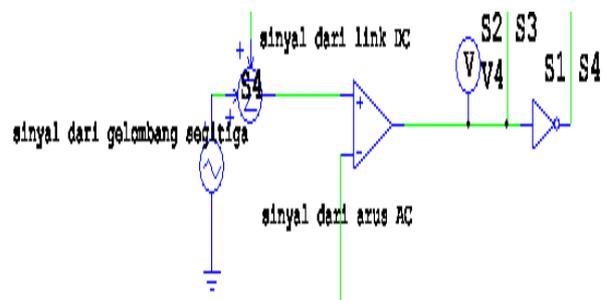
Dalam penelitian ini, dirancang kemudian dimodelkan, disimulasikan, pengujian dan analisa dengan menggunakan software PSIM

kemudian akan membandingkan hasil pengujiannya sehingga diperoleh performa teknik switching kontrol arus yang lebih baik yang dapat menghasilkan nilai THD yang rendah dan dapat berbentuk sinusoidal untuk penyearah terkendali 1 fasa, yang akan diaplikasikan dalam peralatan elektronik skala rumah tangga dan industri/pabrik pada sistem tenaga listrik, dan diharapkan dapat mereduksi nilai THD yang tinggi dan gelombang sinusoidal dapat dibentuk pada sistem tenaga listrik sesuai dengan diinginkan

### METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, metode penelitian yang digunakan dengan langkah-langkah perancangan dan simulasi penyearah terkendali 1 fasa menggunakan kedua metode teknik switching, pembuatan model, simulasi, pengujian simulasi, dan analisis hasil kemudian hasil simulasi dibandingkan. Simulasi penyearah terkendali 1 fasa menggunakan kedua metode kontrol arus secara keseluruhan dengan menggunakan program PSIM, dapat dilihat pada gambar 3 dan 4.

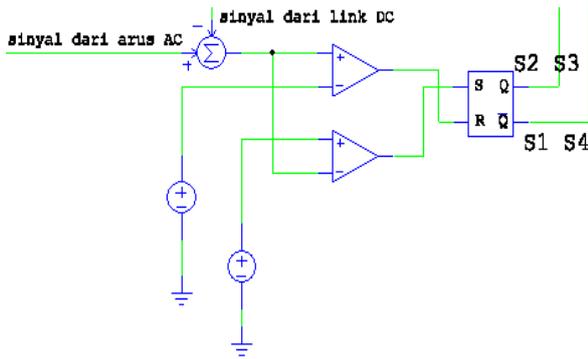
a. Pemodelan Kontrol Arus *Ramp Comparison Current Control*



Gambar 1. Pemodelan Kontrol Arus *Ramp*

Sinyal sinus dari blok sinusoidal digabungkan dengan sinyal segitiga (*wave triangle*) dari rangkain blok *wave triangle* untuk membentuk sinyal gelombang sinusoidal-segitiga referensi ( $I_{ref}$ ) yang mengikuti pola sinusoidal, kemudian sinyal outputnya dibandingkan dengan sinyal arus *actual* ( $I_{act}$ ) sehingga membentuk sinyal *error* ( $I_{error}$ ), kemudian sinyal *error* dimasukkan ke dalam alat pembentuk pulsa untuk membentuk pola penyulutan bagi komponen switch penyearah terkendali.

b. Pemodelan Kontrol Arus Hysteresis

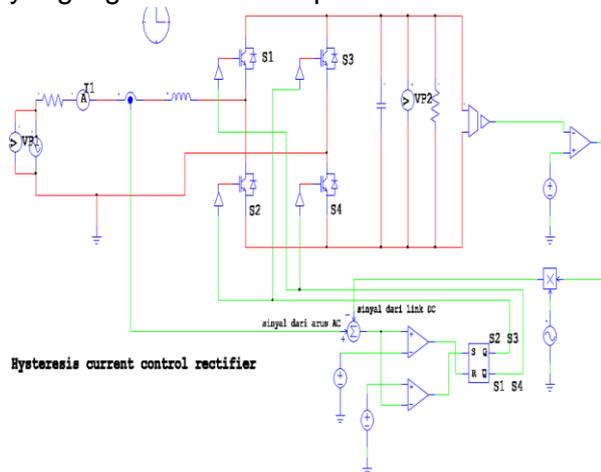


Gambar 2. Pemodelan Kontrol Arus Hysteresis

Sinyal *error* dari kontrol arus *hysteresis* yang digunakan untuk memicu gate dari MOSFET pada penyearah terkendali, 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).

c. Pemodelan Penyearah Terkendali 1 fasa Menggunakan Kontrol Arus Hysteresis

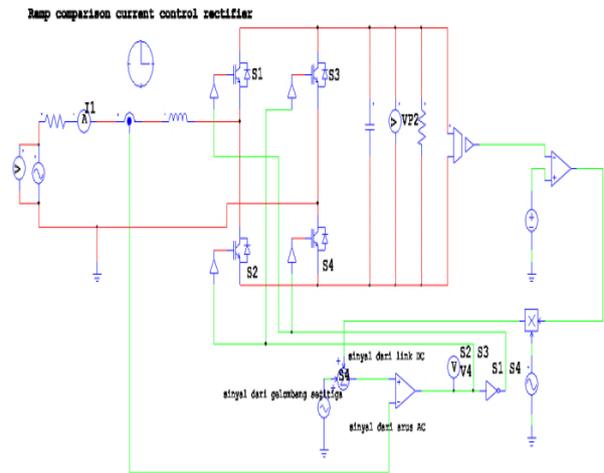
Gambar 3 menunjukkan model lengkap rangkaian simulasi penyearah terkendali 1 fasa menggunakan kontrol arus *hysteresis* yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3. Pemodelan Kontrol Arus Hysteresis

d. Pemodelan Penyearah Terkendali 1 Fasa Menggunakan Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control

Gambar 4 menunjukkan model secara lengkap rangkaian simulasi penyearah terkendali 1 fasa menggunakan kontrol arus *ramp comparison current control* yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 4. Model Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control

Parameter rangkaian simulasi penyearah terkendali 1 fasa menggunakan kedua metode kontrol arus sistem, dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Parameter rangkaian simulasi penyearah terkendali 1 fasa

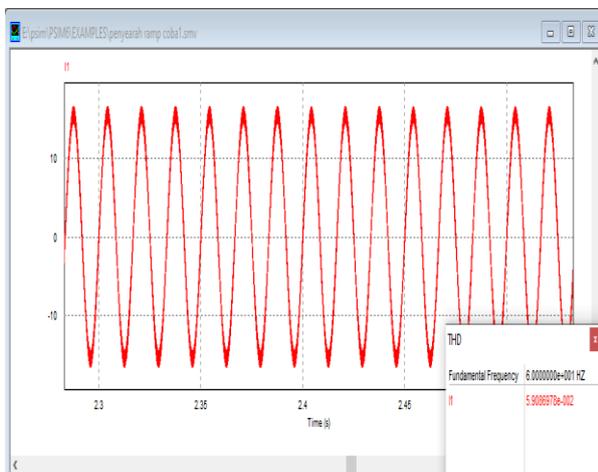
Parameter	Kontrol Arus Ramp	Hysteresis
Frekuensi	60Hz	60Hz
Jala-jala		
Tegangan Input AC	100V	100V
Output Voltage DC	46V	100V
Frekuensi Switching/peny aklaran	10000Hz	15000Hz
Induktor Input	1mH	1mH
Kapasitor link DC	0.01f	0.01f
Saklar Daya	IGBT	IGBT
Load	50Ω	50Ω

## HASIL DAN PEMBAHASAN

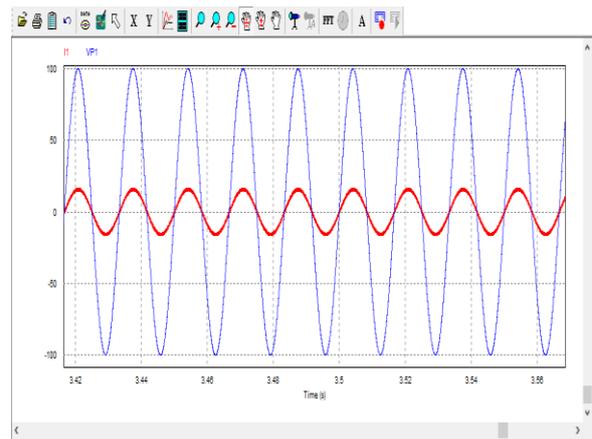
Tahapan ini menampilkan hasil simulasi dari penyearah terkendali 1 fasa dengan menggunakan teknik switching kontrol arus *hysteresis* dan teknik switching kontrol arus *ramp comparison current control*. Data yang ditampilkan meliputi grafik sinyal (bentuk gelombang) arus, tegangan dan THD arus dan THD tegangan dari kedua metode kontrol arus, perbandingan hasil simulasi yang dilakukan. Dari hasil pengujiannya diharapkan dapat mengurangi nilai THD yang tinggi dan sinusoidal dapat dibentuk sesuai dengan gelombang sinusoidal murni yang diinginkan.

### a. Pengujian Terhadap Penyearah Terkendali 1 Fasa Dengan Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control.

Pengamatan bentuk gelombang keluaran dari penyearah terkendali 1 fasa menggunakan kontrol arus *ramp comparison current control* 1 fasa pada sistem tenaga listrik untuk memperoleh nilai THD, dan dapat membentuk gelombang sinusoidal, maka akan dilakukan dengan menggunakan software PSIM. Hasil pengujian simulasi ini yang telah dilakukan, diperoleh bahwa pada penyearah terkendali, dapat berbentuk gelombang sinusoidal hampir mendekati sinusoidal murni, sedangkan rangkaian ini telah menghasilkan nilai arus harmonik (THD) 5.90% pada arus input, dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil Pengujian diperoleh adalah THD 5.90%



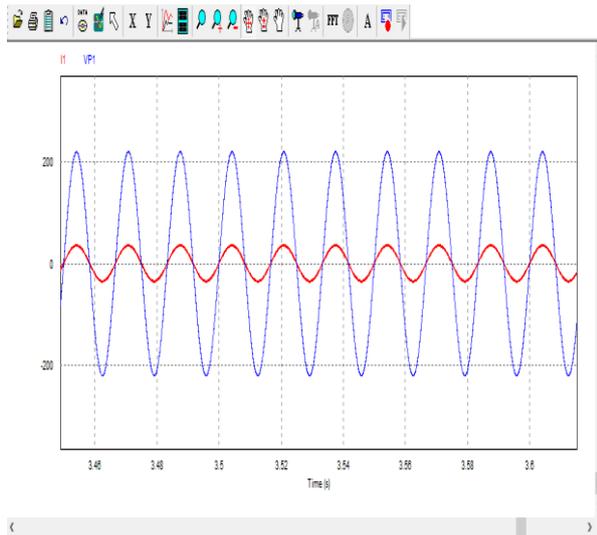
Gambar 6. Hasil diperoleh bahwa dapat berbentuk gelombang sinusoidal dari penyearah terkendali 1 fasa pada sistem tenaga listrik

### b. Pengujian Terhadap Penyearah Terkendali 1 fasa Dengan Kontrol Arus Hysteresis.

Pengamatan bentuk gelombang keluaran dari penyearah terkendali 1 fasa menggunakan kontrol arus *hysteresis* 1 fasa pada sistem tenaga listrik untuk memperoleh nilai THD, dan dapat membentuk gelombang sinus, maka akan dilakukan dengan menggunakan software PSIM. Hasil pengujian simulasi ini yang telah dilakukan bahwa rangkain ini dapat berbentuk gelombang sinusoidal hampir mendekati sinusoidal murni, sedangkan rangkain ini telah menghasilkan nilai arus harmonik (THD) 4.78% pada arus input, dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil Pengujian diperoleh adalah THD 4.78%



*Gambar 8. Hasil diperoleh bahwa dapat berbentuk gelombang sinusoidal dari penyearah terkendali 1 fasa pada sistem tenaga listrik*

Berdasar hasil pengujian simulasi, dapat dilihat pada gambar 5 dan 7, terlihat bahwa performa kontrol arus *hysteresis* penyearah terkendali 1 fasa yang lebih baik karena mampu menciptakan gelombang sinusoidal dan nilai THD yang tinggi mampu diturunkan, dibandingkan dengan metode teknik switching kontrol arus lainnya.

## **PENUTUP**

Dari hasil penelitian diatas, dapat disimpulkan bahwa performa kontrol arus *hysteresis* penyearah terkendali 1 fasa yang lebih baik karena mampu membentuk sinusoidal dan tingkat arus harmonik (THD) yang tinggi mampu diturunkan, dibandingkan dengan metode teknik switching kontrol arus lainnya.

## **REFERENSI**

- Mustamam, Marwan Affandi, Azmi Rizki Lubis(2019). Analisis dan Reduksi Harmonisa Arus Pada Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan Menggunakan Single tuned Passive Filter. Semnastek UISU
- Asnil, Krismadinata, Irma Husnaini(2018). Desain dan Analisis Inverter Tiga Fasa Menggunakan Metode SPWM. Seminar Nasional Teknik Elektro 2018. Batu Malang
- Hazlif Nazif, Muh. Imran Hamid(2015). Pemodelan dan Simulasi PV-Inverter Terintegrasi Ke Grid dengan Kontrol Arus *Ramp Comparison Current Control*. Jurnal Nasional Teknik Elektro, Vol.4, 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
- Ahmad Yusuf, Toto Tohir, Yosep Santosa(2022). Simulasi Pengendali Sudut Fasa Pada Rangkaian Penyearah Terkendali Dengan Arduino Berbasis Proteus. Vol.13, No.01, Prosiding 13<sup>th</sup> Industrial Research Workshop and National Seminar
- Sri Kurniati, Sudirman Syam(2023). Active Filter Performance Improvement On Single phase Rectifier Controlled By Using Pulse Width Modulation (PWM). Jurnal Media Elektro Vol. XII, No.1