

# ***Rancang Bangun AC - DC Half Wave Rectifier 3 Fasa dengan THD minimum dan Faktor Daya Mendekati Satu menggunakan Kontrol Switching PI Fuzzy***

***Ainur Rofiq N<sup>1</sup>, Irianto<sup>2</sup>, Cahyo Fahma S<sup>3</sup>***

<sup>1</sup> Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri

<sup>3</sup> Mahasiswa D4 Jurusan Teknik Elektro Industri

**Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – ITS**

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Email : [cahyoo@student.eepis-its.edu](mailto:cahyoo@student.eepis-its.edu)

## ***Abstraksi***

*Half Wave Rectifier 3 fasa merupakan salah satu teknik pengubahan tegangan AC 3 fasa menjadi tegangan DC. Dalam proses penyearahan yang dilakukan oleh diode akan timbul harmonisa pada arus input, sehingga arus input sumber terdistorsi, dan terjadi pergeseran fasa sehingga power faktornya rendah. Dengan menggunakan boost konverter, selain menaikkan tegangan output, hasil penyearahan juga dapat meredam harmonisa frekuensi rendah tersebut, serta bisa meningkatkan power faktor. Tetapi, muncul harmonisa baru dengan frekuensi tinggi akibat adanya proses switching pada boost konverter. Oleh karena itu, rangkaian dilengkapi dengan EMI filter yang akan mereduksi harmonisa tersebut sehingga arus input tidak terdistorsi dan power faktor keseluruhan dari rangkaian penyearah dapat mendekati 1.*

***Kata Kunci : Half Wave Rectifier 3 fasa, Harmonisa, Boost Konverter, EMI Filter, Power Faktor***

## **I. PENDAHULUAN**

Pertimbangan harmonisa dan distorsi gelombang yang terjadi akibat pemasangan Half Wave Rectifier memegang peranan yang penting. Terutama yang berhubungan pergeseran arus input dan tegangan input Ac to Dc Half Wave Rectifier yang mengakibatkan faktor daya rendah. Perbaikan kualitas sumber Ac to Dc Half Wave Rectifier satu fasa dan tiga fasa dengan power faktor mendekati satu telah menjadi objek yang mendapat perhatian secara khusus, terutama Ac to Dc Half Wave Rectifier tiga fasa.

Untuk perbaikan harmonisa frekuensi rendah akibat penggunaan Ac to Dc Half Wave Rectifier tiga fasa dan

pergeseran fasa, dimungkinkan menggunakan elemen pasif dengan frekuensi rendah dan penggunaan penyaklaran tunggal tanpa kontrol aktif arus.

Dengan menggunakan boost konverter sebagai penyaklaran tunggal, power faktor menjadi lebih baik. Selain digunakan untuk menaikkan tegangan DC, boost konverter juga digunakan untuk memperbaiki power faktor. Serta filter input digunakan untuk mengurangi harmonisa frekuensi tinggi yang diakibatkan oleh penggunaan boost konverter menjadi sekitar dibawah 3%.

Akibat dari Boost Konverter ini maka timbul harmonisa frekuensi tinggi yang disebabkan proses swiching pada MOSFET sesuai dengan frekuensi yang

di switch yaitu 25 kHz, oleh sebab itu, cukup dipasang sebuah EMI filter disisi input yang berfungsi sebagai peredam harmonisa frekuensi tinggi. Dengan dipasang EMI Filter ini, maka Harmonisa Frekuensi tinggi dapat diredam.

Pengontrolan switching MOSFET tersebut dilakukan oleh PWM dengan metode PI Fuzzy yang menggunakan mikrokontroler AVR untuk pemrogramannya dengan memanfaatkan PWM internal pada mikrokontroler tersebut, sehingga outputnya bisa konstan.

Kontroler PI juga merupakan salah satu metode pengontrolan yang digunakan untuk menghasilkan output yang konstan. Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing – masing kontroler P dan I dapat saling menutupi dengan menggabungkan keduanya secara paralel menjadi kontroler proporsional plus integral ( kontroler PI ). Elemen-elemen kontroler P dan I masing-masing secara keseluruhan bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan offset dan menghasilkan perubahan awal yang besar. Keluaran kontroler PI merupakan jumlahan dari keluaran kontroler proporsional dan, integral. Penyetelan konstanta  $K_p$  dan  $K_i$  akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing-masing elemen. Salah satu dari konstanta tersebut dapat disetel lebih menonjol dibanding yang lain. Konstanta yang menonjol itulah yang akan memberi konstribusi pengaruh pada respon sistem secara keseluruhan.

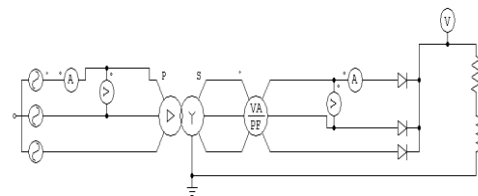
## II. AC to Dc Half Wave Rectifier 3 Fasa

Rangkaian Half Wave Rectifier 3 Fasa merupakan rangkaian dasar pada sebagian besar rangkaian rectifier fasa banyak (*Polyphase rectifier*), meskipun pemakainanya terbatas. Pemberian supply tegangan pada rangkaian ini membutuhkan Supply Transformer (Trafo) yang dihubungkan secara bintang-bintang ( $\Delta$ -Y) untuk mensupply

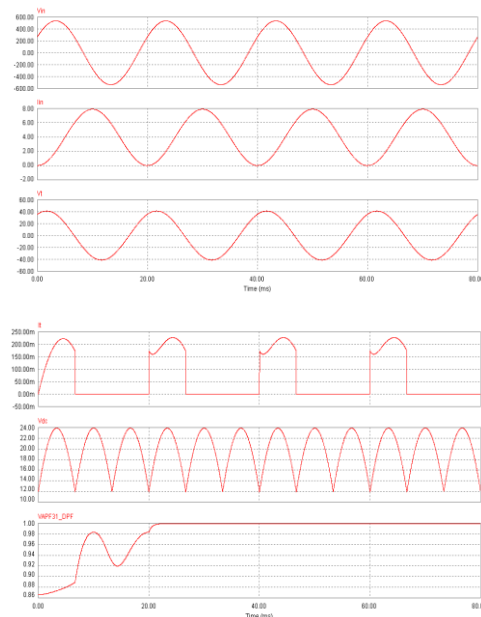
beban DC yang berupa beban resistif dan induktif, misalnya motor DC.

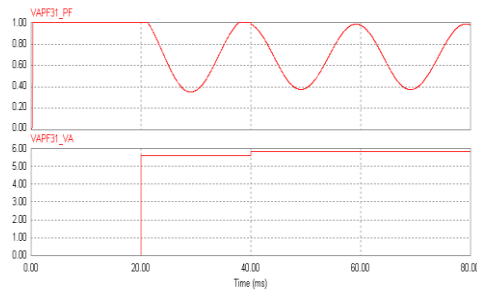
Pada rangkaian fasa banyak, interfal waktu (periode) pada gelombang beban DC lebih pendek daripada gelombang beban DC pada rangkaian satu fasa, dan juga pada praktiknya rangkaian rectifier fasa banyak bisa mensupply beban-beban induktif yang lebih besar. Hasilnya adalah untuk ripple pada arus beban menjadi berkurang. Oleh karena itu, pada pembentukan gelombang arus untuk rangkaian fasa banyak ini memiliki ripple yang sangat kecil.

Hubungan dari rangkaian Half Wave Rectifier 3 fasa dapat dilihat dari gambar 1.1 dibawah ini. Tiap-tiap fasa dihubungkan pada beban melalui dioda dan pada semua hubungan Half Wave Rectifier arah arus beban dihubungkan pada titik netral pada supply.



Gambar 1.1 Rangkaian Half Wave Rectifier 3 fasa





Gambar 1.2 Bentuk Gelombang tegangan, arus input dan output serta harmonisa arus input dan DPF, PF & VA

Nilai tegangan rata-rata dari beban ( $V_L$  Average) dapat dihitung dengan rumus :

$$V_{ave} = 0,827 V_m$$

Nilai tegangan RMS dari beban ( $V_L$  rms) dapat dihitung dengan rumus :

$$V_{rms} = 0,84 V_m$$

Dengan melihat arus beban yang ditunjukkan pada gambar 1.2 kita dapat menghitung nilai rata-rata dari arus beban ( $I_{ave}$ ) dengan rumus :

$$I_{ave} = \frac{I_m \sqrt{3}}{2\pi} = 0,2756 I_m$$

Nilai arus RMS dari beban ( $I_L$  rms) dapat dihitung dengan rumus :

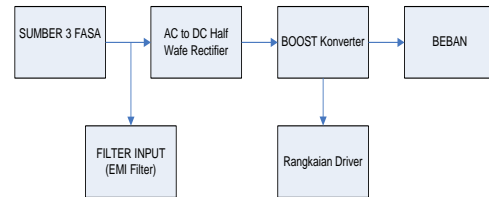
$$I_{rms} = I_m \sqrt{\frac{1}{6} + \frac{\sqrt{3}}{8\pi}} = 0,485 I_m$$

Perhitungan THD

$$THD = \sqrt{\frac{I_{rms}^2}{I_{rms1}^2} - 1} = \sqrt{\frac{(24.38 * 10^{-3})^2}{(23.75 * 10^{-3})^2} - 1} = 23 \%$$

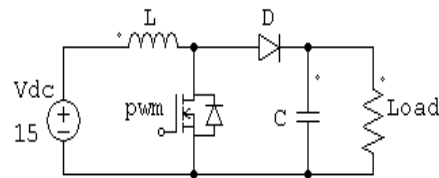
Pf = 0.7

### III. Blok Diagram Sistem



### IV. Prinsip Kerja Boost Converter

Gambar dibawah ini menunjukkan gambar rangkaian dasar Boost Converter.

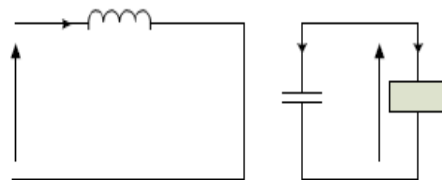


Gambar. Rangkaian dasar Boost Converter

Prinsip kerja dari boost konverter ini terbagi menjadi 2 mode yaitu :

#### □ Mode 1

Mode 1 dimulai ketika  $M_1$  di on-kan pada  $t = 0$ . Arus masukan yang meningkat mengalir melalui induktor L dan Sw. Karena tegangan pada kapasitor masih 0 sehingga beban tidak mendapat suplai tegangan saat  $M_1$  pertama kali di on-kan.

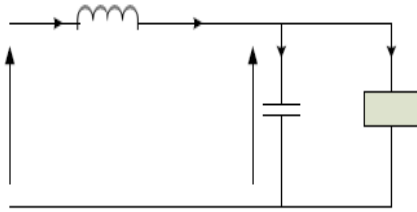


Gambar. Rangkaian Ekuivalen Mode 1

#### □ Mode 2

Mode 2 dimulai pada saat  $M_1$  di off-kan pada  $t = t_1$ . Arus yang mengalir melalui Sw akan mengalir melalui L, C, beban, dan diode  $D_m$ . Arus induktor

akan turun sampai transistor di on-kan kembali pada siklus lebih lanjut. Energi yang tersimpan pada induktor L dipindahkan ke beban.



**Gambar.** Rangkaian Ekuivalen Mode 2

Dan ketika Sw di on-kan kembali maka arus pada induktor L akan meningkat dan energi yang tersimpan pada kapasitor C akan mengalir ke beban, sehingga aliran tegangan yang mengalir ke beban tidak akan pernah terputus / kontinyu. Sehingga tegangan rata-rata dari Boost Konverter dapat dirumuskan seperti dibawah ini:

$$V_o = \frac{V_s}{1-k}$$

$$k = \frac{t_1}{t_1 + t_2}$$

dimana:

$V_o$  = Tegangan Output, V

$V_s$  = Tegangan Input, V

$k$  = Duty Cycle

$t_1$  = waktu untuk mode 1, detik

$t_2$  = waktu untuk mode 2, detik

Boost Converter dapat menaikkan tegangan keluaran tanpa memerlukan trafo. Karena memiliki 1 buah transistor . Arus masukan kontinyu namun arus puncak yang tinggi mengalir melalui transistor. Tegangan keluaran sangat sensitif terhadap perubahan duty cycle  $k$  dan sangat sulit untuk menstabilkan regulator.

## V. Kesimpulan

### 5.1. Kesimpulan

- Akibat penggunaan beban non-linear berupa AC to DC Half Wave Rectifier 3 fasa terjadi

harmonisa frekuensi rendah dan pergeseran fasa yang mengakibatkan power faktor menjadi rendah, oleh karena itu dipasanglah boost konverter untuk memperbaiki faktor daya. Namun, akibat dari pemasangan boost konverter ini harmonisa yang timbul adalah harmonisa frekuensi tinggi, maka disini input cukup dipasang EMI Filter untuk meminimalkan harmonisa frekuensi tinggi tersebut menjadi dibawah 3%.

- Boost konverter selain digunakan untuk menaikkan tegangan juga berfungsi untuk memperbaiki faktor daya dengan cara mengatur arus diskontinyu pada swithing agar faktor daya mendekati satu. Harmonisa frekuensi tinggi yang dihasilkan oleh boost konverter adalah sesuai dengan frekuensi switching yakni sebesar 25 kHz.
- Kondisi beban yang berubah-ubah mengakibatkan faktor daya-nya juga berubah, maka penulis harus mengatur ulang parameter  $K_p$  dan  $K_i$ , oleh karena itu disusunlah logika kontrol PI Fuzzy agar pengaturan nilai  $K_p$  dan  $K_i$  bisa konstan (mengikuti kondisi beban).

## DAFTAR PUSTAKA

1. Lander, Cyril W, 1993. *"Power Electronics" third edition*. London. McGRAW HILL International Edition.
2. Rashid, Muhammad H, 2001. *"Power Electronics Handbook"*. Canada. ACADEMIC PRESS
3. Rochim, Saiful, 2006. *"Rancang bangun AC to DC semikonferter 3 fasa dengan frekwensi rendah dengan control switching PID fuzzy"*. Surabaya. PENS-ITS
4. Ayub Windarko, Novie, 2005. *"Aplikasi Boost Converter untuk Alat Bantu Sistem Penyimpan Energi pada Sistem Pembangkit Listrik Hibrid"*. Surabaya. PENS-ITS.
5. Salam, Dr.Zainal, 2003. *"Capter 2 AC to DC Conversion (Rectifier).pdf"*, UTMJB Malaysia
6. Prabowo, Gigih, 2004. *"Rectifiers (AC to DC Converters).pdf"*, Surabaya. PENS-ITS.