

FULL WAVE RECTIFIER 3 PHASA DENGAN THD MINIMUM DAN FAKTOR DAYA MENDEKATI 1 MENGGUNAKAN KONTROL SWITCHING PID

Ainur Rofiq Nansur , ST, MT. ¹, Drs.Irianto . MT ², Hendra Marinta .A³

¹ Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri

² Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri

³ Mahasiswa D4 Jurusan Teknik Elektro Industri

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – ITS

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

hendradt@gmail.com

ABSTRAK

Fullwave rectifier 3 phasa merupakan teknik pengubahan tegangan AC 3 phasa menjadi tegangan DC. Simulasi dalam proses penyearahan oleh diode, akan menimbulkan harmonisa pada arus input sehingga arus input sumber terdistorsi dan terjadi pergeseran fasa. Dengan menggunakan boost konverter, selain menaikkan tegangan output hasil penyearahan juga dapat meredam harmonisa frekuensi rendah tersebut dan menaikkan power faktor input. Tetapi, muncul harmonisa baru dengan frekuensi tinggi akibat adanya proses switching pada boost konverter. Oleh karena itu, rangkaian dilengkapi dengan EMI filter sehingga THD arus input menjadi sebesar 2% dan power faktor keseluruhan dari rangkaian penyearah dapat mendekati 1.

Kata Kunci : Fullwave rectifier 3 phasa, Harmonisa, Boost Konverter, Filter pasif, Power Faktor

1. Pendahuluan

Teknik penyearahan adalah teknik konversi energi listrik arus bolak balik ke arus searah. Teknik ini sebenarnya sudah lama dikenal, dan hal ini terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi di bidang *power electronics* yang mencakup kemajuan pada segi-segi efisiensi, kepraktisan, kapasitas daya, maupun pengendalian dan penerapannya.

Sementara itu perkembangan teknik penyearahan memberikan hasil keluaran tegangan DC yang berbeda. Perbedaan ini dikarenakan tiap-tiap teknik penyearahan memiliki parameter yang berbeda. Parameter tersebut mencakup : harga rata-rata dan nilai ripple tegangan DC output, arus masuk

Dari segi aplikasinya, bidang kerja sistem penyearahan ini dapat dijumpai pada sistem pengisi baterai, catu daya arus searah pada pusat pembangkit, sistem kereta rel listrik, peralatan elektrolisa/galvanisasi, sistem transmisi daya arus searah, pengendalian motor arus searah dan masih banyak bidang kerja lain yang menggunakan sistem penyearah

ataupun faktor kerjanya. Dan pada paper kali ini akan dibahas secara tuntas apa dan bagaimana full konverter 3 phasa yang dapat memiliki THD minimum dan faktor daya yang mendekati 1. Oleh karena itu, rangkaian penyusun konverter ini akan dibahas secara tuntas bagaimana karakteristik kerjanya, dan

setelah disimulasikan maka akan kesimpulan yang relevan. dianalisa untuk dapat diambil suatu

2. Blok Diagram Sistem

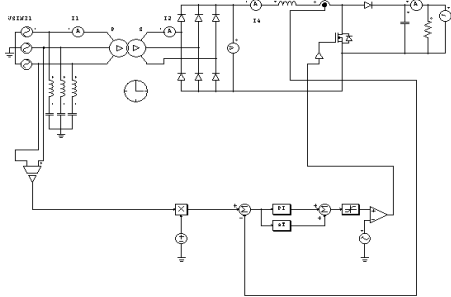
Penyusunan blok diagram sistem simulasi adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Blok Diagram Simulasi

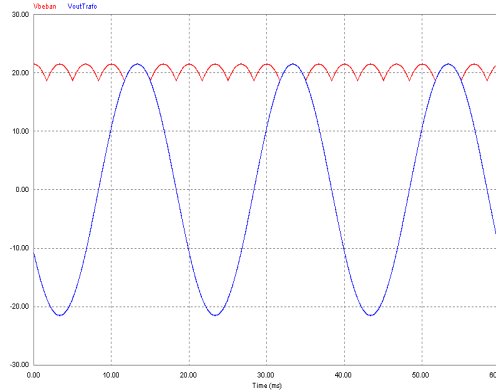
3. Fullwave Rectifier 3 Phase

Pada kasus penyearah 1 fasa, terdapat beberapa keterbatasan atau kelemahan, yaitu diantaranya adalah Tegangan ripple output yang besar dan adanya ripple frekuensi rendah. Oleh karena itu, keterbatasan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan input tiga fasa. Pada gambar berikut ini, merupakan gambar rangkaian dari fullwave rectifier 3 fasa tersebut ,yaitu:

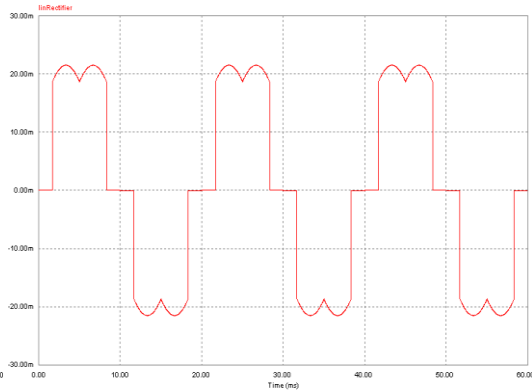


Gambar 2. Rangkaian Simulasi Lengkap

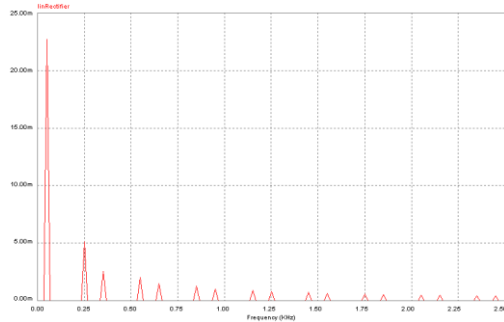
Hasil Simulasi Full Konverter 3 Fasa Murni Dengan Beban R :



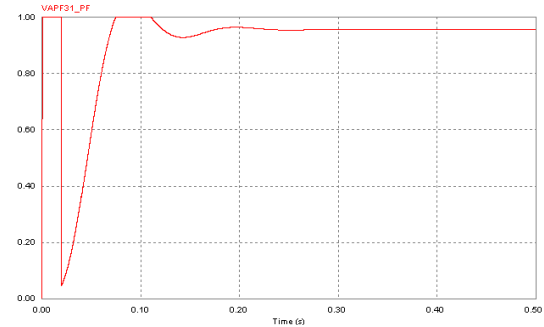
Gambar 3. Gel. Vin&Vout Rectifier



Gambar 4. Arus Input Rectifier



Gambar 5. Harmonisa Arus Input Rectifier



Gambar 6. PF Input

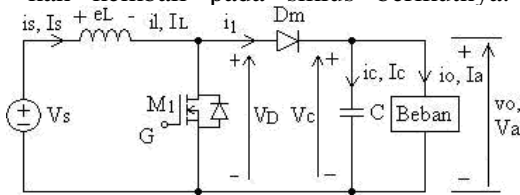
Dari Gambar Gelombang arus input di atas, maka besar total harmonic distortionnya (THD) dan Power Faktor Input adalah :

$$\text{THD} = \sqrt{\frac{I_{s1}}{I_{s1}^2} - 1} = \sqrt{\frac{0.01676}{0.02268} - 1} = 0.26 = 26\%$$

$$\text{PF} = 0.82$$

4. Prinsip Kerja Boost Converter

Boost Converter ini digunakan untuk menaikkan tegangan 15 Volt dari full konverter menjadi 24 Volt. Boost Converter menggunakan MOSFET yang dapat dilihat pada Gambar di bawah. Cara kerja rangkaian dapat dibagi menjadi dua mode. Mode 1 dimulai pada transistor M_1 di-on-kan pada $t = 0$ sampai transistor M_1 di-on-kan kembali pada siklus berikutnya.



Gambar7. Rangkaian Boost Konverter

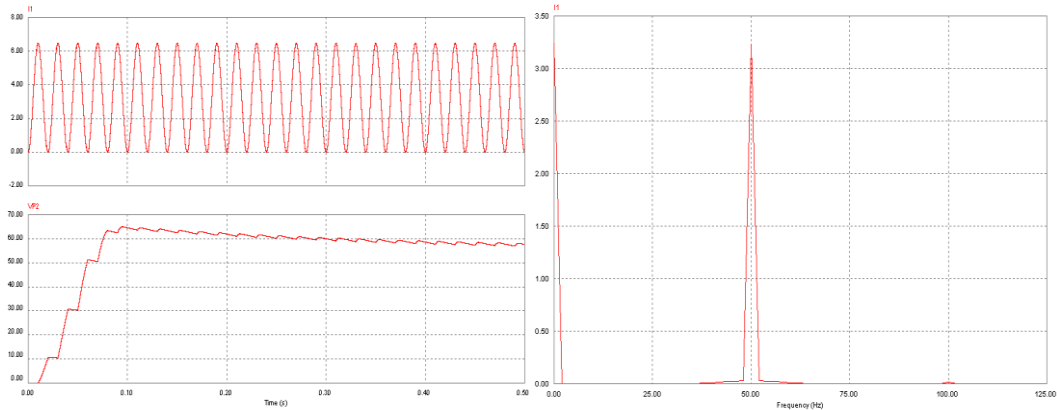
Boost Converter dapat menaikkan tegangan keluaran tanpa memerlukan trafo. Karena memiliki 1 buah transistor. Arus masukan kontinu namun arus puncak yang tinggi mengalir melalui

Arus masukan, yang meningkat, mengalir melalui induktor L dan transistor Q_1 . Mode 2 dimulai saat transistor M_1 di-off-kan pada $t = t_1$. Arus yang mengalir melalui transistor akan mengalir melalui L , C , beban, dan diode D_m . Arus induktor turun

Energi yang tersimpan pada induktor L dipindahkan ke beban.

transistor. Tegangan keluaran sangat sensitif terhadap perubahan duty cycle k dan sangat sulit untuk menstabilkan regulator.

Hasil Simulasi Rangkaian Lengkap :



Gambar8. Gel. Iin & Vout Boost Gambar9. Spektrum Input Setelah Difilter

Dari bentuk gelombang dia tas, maka untuk PF dan THD didapatkan data sebagai berikut :

$$\text{THD} = 0.02 = 2\%$$

$$\text{PF} = 0.97$$

Kesimpulan

Dari simulasi rangkaian fullwave rectifier 3 phasa dengan kontrol switching PID dia atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Desain EMI filter harus sesuai dengan kondisi harmonisa frekuensi tinggi arus input yang ingin direduksi
2. Pengaturan tegangan output pada boost konverter harus akan secara

langsung diset pada penentuan K_i , K_p , dan K_d yang ada pada kontrol switching PID controller.

3. Dengan menggunakan boost konverter harmonisa frekuensi rendah akibat penyearahan dapat dihilangkan sedangkan harmonisa frekuensi tinggi dari proses switching dapat dihilangkan dengan EMI filter

Saran

Sebaiknya nilai parameter k_i , k_p , dan k_d dari perhitungan teori digeser nilainya karena akan mempengaruhi respon output hasil dai boost konverter

karena pada hasil simulasi yang dilakukan dengan perhitungan secara teori yang ada, hasil simulasi kurang dari yang diharapkan

Daftar Pustaka

1. Rashid, Muhammad H, 2001. "*Power Electronics Handbook*". Canada. ACADEMIC PRESS
2. Lander, W. Cyril, '*Power Electronic Third Edition*', McGraw-Hill International (UK) Ltd, Leicester, 1993.
3. Rashid, H. Muhammad, '*Elektronika Daya*', PT. Prehallindo, Jakarta, 1993
4. Prabowo, Gigih, '*Rectifiers (AC to DC Converters).pdf*', Surabaya, 2004
5. Salam, Dr. Zainal, '*Chapter 2 AC to DC Conversion (Rectifier).pdf*', UTMJB Malaysia, 2003
6. Rochim, Saiful, 2006. "*Rancang bangun AC to DC semikonferter 3 fasa dengan frekwensi rendah dengan control switching PID fuzzy*". Surabaya. PENS-ITS
7. Ayub Windarko, Novie, 2005. "*Aplikasi Boost Converter untuk Alat Bantu Sistem Penyimpan Energi pada Sistem Pembangkit Listrik Hibrid*". Surabaya. PENS-ITS