STUDI PERBAIKAN KUALITAS ARUS DAN TEGANGAN PADA PENYEARAH SATU FASA MENGGUNAKAN FILTER PASIF

Asnil¹

ABSTRACT

Use of single phase rectifier includes a diversity of subject areas, either for residential, commercial, and industrial applications. The output voltage of the rectifier is a unidirectional with a large ripple whereas what is needed is a DC voltage with a small ripple. Capacitors are commonly applied to improve the output ripple of the rectifier to generate DC voltage better. Usage capacitor causes distortion of the current and voltage waveform at the input position of the rectifier which can contribute to deprivation of energy and other effects on the electrical systems. To reduce the distortion that occurs, it requires filtering. In this paper, we will present several models of passive filter to reduce the waveform distortion that occurs at the input side of the uncontrolled single phase rectifier

Keywords: *Single phase rectifier, waveform distortion, passive filter*

INTISARI

Pemakaian penyearah terutama penyearah satu fasa mencakup berbagai bidang, baik untuk perumahan, komersil, dan aplikasi industri. Keluaran dari penyearah merupakan tegangan searah (DC) dengan riak yang besar sedangkan yang dibutuhkan adalah tegangan DC dengan riak yang kecil. Biasanya digunakan kapasitor untuk memperbaiki riak keluaran dari penyearah untuk mendapatkan tegangan DC yang lebih baik. Pemakaian kapasitor ini menyebabkan terjadinya distorsi terhadap gelombang arus dan tegangan pada sisi masukan penyearah sehingga bisa mengakibatkan terjadinya rugi-rugi energi serta berbagai efek lain pada sistem kelistrikan. Untuk mengurangi distorsi yang terjadi maka diperlukanlah filter. Pada tulisan ini akan dibahas beberapa model filter pasif untuk mengurangi distorsi gelombang yang terjadi pada sisi masukan dari penyearah satu fasa tak terkendali.

Kata kunci: Penyearah satu fasa, distorsi gelombang, filter pasif.

¹ Dosen Jurusan Elektro Fakultas Teknik UNP

PENDAHULUAN

Penyearah satu fasa banyak digunakan pada aplikasi industri, perumahan ataupun bidang komersil lainnya. Diantaranya sebagai catu daya untuk penggerak motor yang berdaya kecil ataupun untuk catu daya pada instrumen dan perangkat pengolahan data serta untuk catu daya beban elektronik lainnya seperti televisi, komputer, *fax* dan sebagainya. Pada masa sekarang, semua peralatan elektronik menggunakan penyearah sebagai catu daya dengan berbagai ukuran dan kemampuannya. Biasanya pada bagian keluaran dari penyearah tersebut dipasang kapasitor dengan nilai yang cukup besar untuk mendapatkan nilai tegangan keluaran dengan riak yang kecil, sehingga penyearah bisa menghasilkan tegangan keluaran sesuai dengan yang diinginkan, selain dari itu juga untuk meminimalkan biaya. Pemakaian kapasitor ini mengakibatkan terdistorsinya gelombang tegangan dan arus pada sisi masukan penyearah yang dapat mengakibatkan semakin besarnya rugi-rugi yang terjadi pada penyearah tersebut, biasanya distorsi yang terjadi lebih dominan pada gelombang arus dari pada gelombang tegangan. Distorsi yang terjadi bisa mengakibatkan terjadinya rugi-rugi energi, *noise*, interferensi pada saluran komunikasi, menyebabkan kesalahan pada alat pengukuran dan lain sebagainya.

Banyak cara yang dilakukan untuk mereduksi distorsi terhadap gelombang ini sehingga bisa meningkatkan kualitas arus dan tegangan yang dilewatkan ke beban. Secara garis besar dapat dibagi atas dua bagian yakni metode aktif dan pasif. Secara umum metode aktif memiliki kelemahan sulit untuk mengimplementasikannya dan membutuhkan biaya yang tinggi. Dilihat dari segi kelemahan tadi maka untuk mereduksi distorsi terhadap gelombang tegangan dan arus pada

tulisan ini digunakan metode pasif, yakni menggunakan komponen pasif induktif (L) dan kapasitif (C).

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Untuk mereduksi distorsi gelombang tegangan dan arus yang terjadi pada sisi masukan penyearah akibat dari pemasangan kapasitor pada sisi keluaran dilakukan dengan menggunakan filter pasif dengan komponen L dan C. Adapun beberapa topologi yang dilakukan adalah sebagai berikut;

1. Penyearah satu fasa gelombang penuh menggunakan beban resistif.
2. Penyearah satu fasa gelombang penuh menggunakan filter kapasitor pada sisi keluaran.
3. Penyearah satu fasa gelombang penuh menggunakan filter LC pada sisi keluaran.
4. Penyearah satu fasa gelombang penuh menggunakan filter LC di sisi masukan yang dipasang diparalel
5. Penyearah satu fasa gelombang penuh menggunakan filter LC di sisi masukan yang dipasang seri
6. Penyearah satu fasa gelombang penuh menggunakan filter LC dengan metode *low pass* frekuensi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada simulasi yang dilakukan, penyearah satu fasa gelombang penuh tak terkendali dengan tegangan sumber $V_p = 220$ volt dengan frekuensi 50 Hz dan beban resistif sebesar 100 Ohm.

Gambar 1. Penyearah gelombang penuh: a) Gambar rangkaian, b) gelombang keluaran dan keluaran

Pada gambar 1, bentuk gelombang tegangan dan arus keluaran sefasa begitu juga dengan gelombang tegangan dan arus masukan juga sefasa. Namun pada keluaran terdapat riak yang besar sedangkan gelombang yang diinginkan adalah dengan nilai riak yang kecil atau seminimal mungkin.

Gambar 2. Penyearah gelombang penuh a) Gambar rangkaian, b) gelombang masukan dan keluaran, c) gelombang FFT arus input

Pada gambar 2, terlihat gelombang tegangan dan arus keluaran lebih baik dari pada gambar 1, hal ini karena di sisi keluaran dipasang filter kapasitor. Pemasangan filter kapasitor ini menyebabkan arus pada sisi masukan terdistorsi. Filter yang

dipasang mampu mengurangi distorsi pada gelombang tegangan dan arus keluaran namun mengakibatkan terjadinya distorsi pada gelombang arus di sisi masukan penyearah. Pada gambar 2.(c) juga dapat dilihat besar nilai distorsi yang terjadi pada arus masukan penyearah.

c. Penyearah satu fasa gelombang penuh menggunakan filter LC pada sisi keluaran

(c)

Pada gambar 3, terlihat bentuk gelombang tegangan keluaran semakin baik begitu juga dengan gelombang arus keluaran. Baik dalam artian gelombang tegangan dan arus searah yang dihasilkan memiliki riak yang lebih kecil. Namun berbeda dengan gelombang arus masukan yang masih mengalami distorsi meskipun sudah mengarah ke bentuk sinusoida. Dibandingkan dengan gambar 2 (c), pada gambar 3(c) sudah terlihat pengurangan distorsi terhadap gelombang arus masukan penyearah.

d. Penyearah satu fasa gelombang penuh menggunakan filter LC di sisi masukan yang dipasang diparalel

Gambar 3. Penyearah gelombang penuh: a) Gambar rangkaian, b) gelombang masukan dan keluaran, c) gelombang FFT arus input

Gambar 4. Penyearah gelombang penuh: a) Gambar rangkaian, b) gelombang keluaran dan keluaran, c) gelombang FFT arus input

Pada gambar 4 digunakan filter L 100 mH dan C 0.1 μ F yang dipasang secara paralel pada sisi masukan penyearah. Filter yang dipasang ini mampu memperbaiki bentuk gelombang arus masukan lebih baik dari pada cara sebelumnya seperti pada gambar 2 dan 3 serta nilai arus masukan juga semakin kecil. Begitu juga dengan bentuk gelombang arus dan tegangan keluaran sudah semakin baik dengan riak yang semakin kecil.

e. Penyearah satu fasa gelombang penuh menggunakan filter LC dipasang seri di sisi masukan penyearah

Gambar 5. Penyearah gelombang penuh: a) Gambar rangkaian, b) gelombang keluaran dan keluaran, c) gelombang FFT arus input

Pada gambar 5 juga terjadi perbaikan, baik pada gelombang tegangan dan arus masukan maupun keluaran. Namun tidak jauh berbeda dengan yang terjadi pada gambar 4.

f. Penyearah satu fasa gelombang penuh menggunakan filter LC dengan metode *low pass* frekuensi

(b)

(c)

Gambar 6. Penyearah gelombang penuh: a) Gambar rangkaian, b) gelombang keluaran dan keluaran, c) gelombang FFT arus input

Penggunaan filter LC dengan metode *Low Pass* frekuensi seperti pada gambar 6 menunjukkan hasil yang lebih baik dari pada cara yang dilakukan sebelumnya. Dilihat dari hasil yang didapatkan, gelombang arus masukan penyearah sudah menyerupai bentuk gelombang tegangan yakni sinusoidal. Namun demikian masih terjadi pergeseran fasa pada gelombang arus masukan. Dilihat dari arus masukan dalam bentuk grafik FFT seperti gambar 6 (c), terjadi pengurangan riak yang besar sehingga yang keluar adalah pada frekuensi 50 Hz sama dengan frekuensi sumber.

Dengan demikian diantara metodologi yang dilakukan untuk mereduksi distorsi gelombang arus

dan tegangan akibat pemakaian kapasitor pada sisi keluaran penyearah untuk mendapatkan tegangan dan arus searah yang lebih baik adalah dengan cara yang terakhir seperti pada gambar 6.

KESIMPULAN

Penggunaan kapasitor pada sisi keluaran penyearah menimbulkan distorsi gelombang pada sisi masukan terutama gelombang arus sehingga mengakibatkan semakin besarnya rugi-rugi energi. Dari beberapa topologi yang dilakukan, penggunaan filter LC dapat memperbaiki bentuk gelombang yang terdistorsi. Namun dari beberapa topologi tersebut, metode *Low Pass* frekuensi menunjukkan hasil yang lebih baik tetapi terjadi pergeseran fasa antara gelombang tegangan dan arus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmed Al Mansur, Abdullah Albshit, A.S.M, Mahfuzur Rahman, Md, Shahinur Alam, Hasina Begun., 2013. *Improvement of Input-Side Current of a Single Phase Rectifier with Variable Output Voltage Range using Boost Converter and Investigation of Harmonic Minimization*. International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 4, Issue3, March-2013 ISSN 2229-5518.
- [2] Azizi. H.Z., E.E. El-Kholy, S.A. Mahmoud, S.S. Shokralla,. 2010. *Review of Passive and Active Circuits for Power Factor Correction in Single Phase, Low Power AC-DC Converters*. Proceedings of the 14th International Middle East Power Systems Conference (MEPCON'10), Cairo University, Egypt, December 19-21, 2010, Paper ID 154.

- [3] Rohit Gubpa, Ruchika,. 2012. *A Study of AC/DC Converter with Improved Power Factor and Low Harmonic Distortion*. International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE) Vol. 4 No. 06 June 2012 ISSN : 0975-3397.
- [4] Avneet Kaur, Prof. S.K. Tripathi, Prof. P. Tiwari., 2013. *Study of Power Factor Correction in Single Phase AC-DC Converter*. International Journal of Emerging Trends in Electrical and Electronics (IJETEE – ISSN: 2320-9569) Vol. 5, Issue. 1, July-2013.
- [5] Supratim Basu, M.H.J. Bollen., 2005. *A Novel Common Power Factor Correction Scheme for Homes and Offices*. IEEE Transactions On Power Delivery, VOL. 20, NO. 3, July 2005.
- [6] Supratim Basu, Tore M. Undeland, 2004, *Desain Consideration for Optimizing Performance and Cost of Continuous Mode Boost PFC Converter*. Presented at IEEE Nordic Workshop on Power and Industrial Electronics (NORPIE 2004), Trondheim, Norway, 14-16 June 2004.