

IMPLEMENTASI FILTER RC PADA REDUKSI HARMONISA DALAM PENGOBATAN CERAGEM

Faisal Irsan Pasaribu
Staff Pengajar Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Fais.irsan@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan beban non-linier pada ceragem mengakibatkan distorsi harmonik yang berdampak pada buruknya kualitas daya. Pada penelitian ini, dirancang sebuah Filter RC untuk mengatasi distorsi harmonik pada beban ceragem di pengaturan suhu 60° C. Tahapan yang dilakukan yaitu: identifikasi jenis beban suhu 30° C, 40° C, 50° C dan 60° C pada ceragem dengan melakukan pengukuran harmonik, serta melakukan simulasi uji coba filter. Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa filter hasil yang dirancang dapat berfungsi dengan baik, dari pengujian terhadap beban ceragem di suhu 60° C terdapat reduksi harmonik arus yaitu dari 133,8 % menjadi 12,8 %.

Kata Kunci : Filter RC, harmonik ceragem, suhu.

Key words : *filter RC, harmonic ceragem, temperature.*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan listrik dari suatu negara adalah dua kali dari pertumbuhan ekonominya. Dengan adanya pertumbuhan ekonomi, maka daya beli masyarakat juga meningkat. Meningkatnya daya beli ini ditandai dengan semakin banyaknya peralatan-peralatan elektronik yang beredar di masyarakat, seperti di bidang kesehatan salah satunya peralatan elektronik yang digunakan adalah ceragem.

Ceragem merupakan alat terapi keluarga yang dirancang secara modern dengan menggunakan perpaduan ilmu kesehatan timur dan barat seperti urut, kop, sinar infra merah jauh serta *chiropractic*. Ceragem merupakan alat pijat thermal (panas) otomatis yang menggabungkan pijat dan urut dengan radiasi kehangatan sinar infra merah (*efekmoxibustion*), yang dipancarkan melalui batu giok yang dihasilkan oleh cahaya bola lampu dan *panel karbon epoxy* untuk pengembalian fungsi seluruh tubuh.

Ketergantungan masyarakat terhadap alat terapi tidak diragukan lagi walaupun saat ini dilihat dari segi biaya alat terapi ceragem ini masih relatif terjangkau masyarakat menengah keatas. Tetapi dilihat dari segi pemanfaatannya ceragem ini efisien dan hemat dalam pemakaiannya dibanding alat terapi lainnya.

Tetapi di sisi lain, penggunaan ceragem mempunyai pengaruh dalam sistem listrik. Ceragem diperkirakan merupakan salah satu contoh dari beban non linier, karena menggunakan komponen-komponen elektronika sebagai pengendali temperatur yang ditimbulkan akibat cahaya bola lampu yang diserap oleh batu giok. Adanya harmonisa ini

menyebabkan gelombang arus dan tegangan menjadi cacat dan tidak sinusoidal lagi [1].

Berbagai penelitian yang berkaitan dengan alat pemanas kesehatan telah banyak dilakukan, sebatas pada cara kerja alat, seperti yang dilakukan oleh :

Hwan Sung Lee tahun 2002 yang membahas tentang cara kerja alat pemanas kesehatan, kegunaan alat yang dirancang menggunakan roller yang bergerak secara horizontal [3], Sang-bok Lee dan Taejon tahun 2002 yang dibahas tentang perancangan alat terapi panas secara otomatis menggunakan motor [4], Mi-ja Park dan Yeongi-Gun tahun 2004 yang dibahas tentang perancangan alat terapi panas yang memiliki tombol akupresur yang dapat memancarkan super-konduktif dan inframerah-jauh [5]. Penelitian lainnya tentang peralatan medis yaitu Pratolo Rahardjo tahun 2010 yang dibahas tentang perancangan sebuah *prototipe* alat pengendali temperatur untuk proses *pasteurisasi* alat-alat medis [6], Lin dan Kevin, tahun 2011 yang dibahas tentang perancangan unit perangkat kontrol daya fisioterapi yang dapat diatur menggunakan komponen-komponen elektronik sehingga nyaman bagi pengguna [7], Tymchik G.S, Filippova M.V dan Matviienko S.N yang dibahas tentang penggunaan peralatan terapi *microwave resonansi* melalui diagnosa frekuensi getaran molekul tubuh dan elektromagnetik [8].

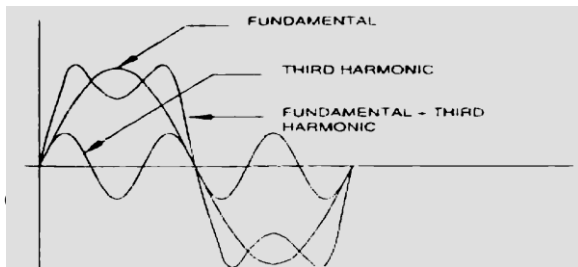
Oleh karena itu, peneliti hendak meneliti peralatan elektronik untuk kesehatan dan menganalisa pengaruh perubahan temperatur (suhu) terutama pada alat pemanas kesehatan ceragem yang diperkirakan menimbulkan harmonisa dengan melakukan terlebih dahulu pengukuran THDv, THDi dan IHDi.

2. HARMONISA

Harmonisa merupakan gangguan yang dalam distribusi tenaga listrik yang disebabkan oleh adanya distorsi gelombang arus dan tegangan yang menyebabkan adanya pembentukan gelombang-gelombang yang tidak sinusoidal atau dengan frekuensi kelipatan bulat dari frekuensi fundamentalnya. Sehingga harmonisa dapat menyebabkan cacat gelombang atau cacat Harmonisa adalah perubahan bentuk gelombang akibat adanya komponen frekuensi tambahan. Banyaknya aplikasi beban non linier pada sistem tenaga listrik telah membuat arus menjadi sangat terdistorsi dengan persentase harmonisa arus, Tingginya persentase kandungan harmonisa arus *Total Harmonic Distortion* atau disingkat dengan THD pada suatu sistem tenaga listrik dapat menyebabkan timbulnya beberapa persoalan harmonisa yang serius pada sistem kelistrikan, menimbulkan berbagai macam kerusakan pada peralatan listrik yang *sensitive* dan menyebabkan penggunaan energi listrik tidak teratur [9], [10], [11].

$$THD \text{ tegangan: } THDv = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} V_h^2}}{V_1} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$THD \text{ arus: } THDi = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$



(Ideal) [1], [2]

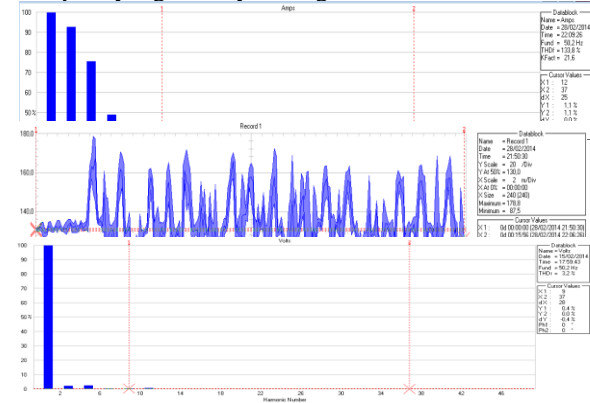
$$R = \frac{X_n}{Q} \dots\dots\dots (12)$$

3. PERENCANAAN SISTEM

3.1 Teknis Pengukuran Yang Dilakukan

Perancangan filter dilakukan setelah melakukan pengukuran pada alat terapi ceragem untuk mengetahui besar nilai harmonisa yang terkandung didalamnya. Pengukuran dan pengambilan data dilakukan di Medan. Pengukuran dan pengambilan data dilakukan pada 4 perubahan suhu alat terapi ceragem. Dari data yang diambil dari pengukuran, peneliti akan merancang filter pada suhu alat terapi ceragem 60 °C. Dengan objek penelitian berupa tingkat individual distorsi harmonisa arus (IHDi) yang melebihi standart *IEC 61000-3-2* kelas C. Pengukuran

menggunakan alat ukur *Fluke 43B power Quality Analyzer*, yang hasilnya sebagai berikut :



Gambar 1. Spektrum THDi, sinyal harmonisa THDi

dan Spektrum THDv hasil pengukuran selama 16 menit pada temperatur ceragem di posisi 60 °C Klasifikasi Arus Harmonisa Ceragem Berdasarkan Standar *IEC61000-3-2 Kelas C*

3.2 Perhitungan Filter

Dalam menentukan besarnya parameter Filter RC yang dibutuhkan terlebih dahulu ialah pengukuran dari orde harmonisa arus yang tidak sesuai standar *IEC61000-3-2 Kelas C* pada Ceragem 60 °C. Dari tabel 2 diperoleh orde harmonisa ke-3 sampai ke-27 dan harmonisa ke-31 tidak sesuai dengan standart *IEC 61000-3-2*, oleh karena itu Filter yang digunakan adalah Filter RC untuk harmonisa ke-3 dikarenakan harmonisa ganjil lainnya yaitu 92,6 %. Data Pengukuran Ceragem dengan suhu 60 °C untuk harmonisa orde ke-3 adalah sebagai berikut:

- Tegangan RMS pengukuran (V) = 214.3 Volt
- Arus RMS pengukuran (I) = 0.30 Ampere
- Daya Aktif (P) = 60 Watt
- Daya Reaktif (Q) = 70 VAR
- Faktor Daya (*pf*) = 0.59
- Frekuensi = 50.2 Hz

Diasumsikan bahwa faktor daya diperbaiki (*pf*₂) menjadi 0,95. Untuk menghitung kapasitas kapasitor yang dibutuhkan dihitung menggunakan Persamaan (2.11) yaitu:

$$Q_C = P \{ \tan(\cos^{-1} pf_1) - \tan(\cos^{-1} pf_2) \}$$

Maka:

$$60 \{ \tan(\cos^{-1}(0,59)) - \tan(\cos^{-1}(0,95)) \} Q_C = P \{ \tan(\cos^{-1}(0,59)) - \tan(\cos^{-1}(0,95)) \}$$

$$=$$

$$= 60\{1,0397\} = 60\{(1,36848) - (0,3286)\} = 60\{\tan(53,843^\circ) - \tan(18,194^\circ)\}$$

$$\approx 63 \text{ VAR} \approx 0.063 \text{ KVAR} = 62,387 \text{ VAR}$$

Dengan menggunakan Persamaan (7) dan (8), besar reaktansi kapasitif dan kapasitansi dari Filter RC orde-3 adalah :

$$X_C = \frac{V^2}{Q_C} = \frac{214,3^2}{63} = 728,96 \ \Omega$$

$$= 4,37 \times 10^{-6} \text{ F} = 4,37 \ \mu\text{FC} = \frac{1}{2 \pi f_0 X_C} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 50 \times 728,96}$$

Mengingat bahan baku yang tersedia dipasar tidak ada nilai $4,37 \ \mu\text{F}$, maka kualitas bahan dinaikan menjadi $47 \ \mu\text{F}$.

Dengan menggunakan Persamaan (9) dan (10), besar reaktansi induktif dan induktansi dari Filter RC orde-3 adalah:

$$X_L = \frac{X_C}{h_n^2} = \frac{728,96}{3^2} = 80,99 \ \Omega$$

$$L = \frac{X_L}{2 \pi f_0} = \frac{80,99}{2 \times 3,14 \times 50} = 0,2579 \text{ H}$$

Dengan mengasumsikan faktor kualitas Filter RC (Q) = 900, maka dengan menggunakan Persamaan (12), besar resistor Filter RC orde-3 adalah:

$$R = \frac{X_n}{Q}$$

$$R = \frac{h \times X_L}{Q} = \frac{3 \times 80,99}{90} = 2,699 \ \Omega$$

Dari perhitungan diatas diperoleh :

C = 47 μF , L = 0,2579 H, dan R = 2,699 Ω .

Dikarenakan sulitnya mendapatkan filter L= 0,2579 H maka filter yang digunakan filter RC dan untuk nilai L diambil sesuai nilai X_L nya yang diserikan dengan R sehingga di dapat:

$$R_{\text{Filter}} = X_L + R$$

$$= 80,99 + 2,69$$

$$= 83,68 \ \Omega$$

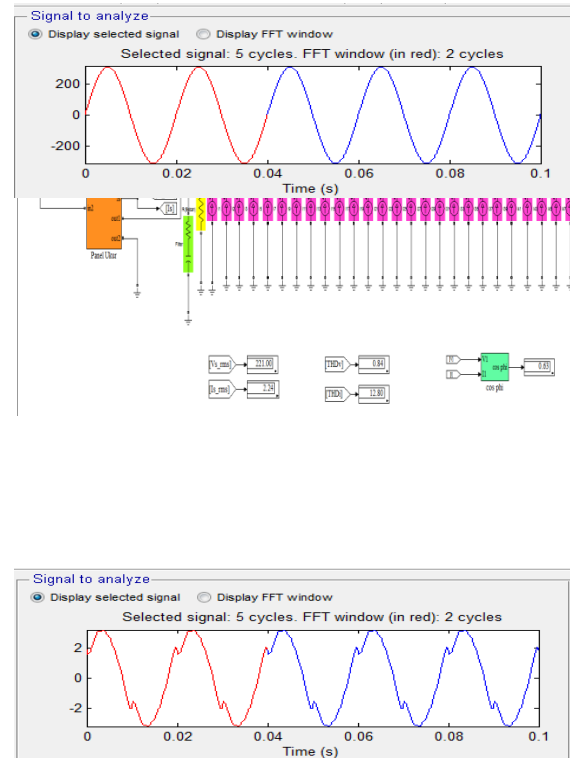
3.3 Rangkaian Simulasi Pemasangan Filter RC

Rangkaian simulasi Filter RC pada Gambar 6 disimulasikan menggunakan program MATLAB/Simulink. Rangkaian simulasi tersebut terdiri dari satu buah Filter RC, sebuah resistor dan individual distorsi harmonisa arus (IHDI) orde ke-1 sampai dengan orde ke-39. Filter RC terdiri dari sebuah kapasitor, induktor, dan resistor yang terhubung secara seri dan nilainya telah diperhitungkan sebelumnya. Filter RC dihubungkan secara paralel terhadap sistem.

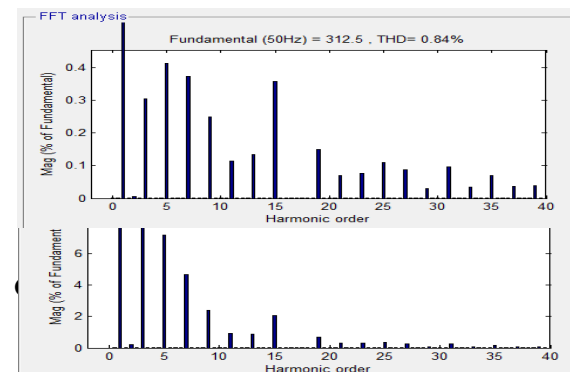
4. HASIL SIMULASI

4.1 Setelah Pemasangan Filter

Hasil simulasi dari rangkaian Gambar 6 diperoleh grafik keluaran arus dan tegangan seperti gambar 7 , berikut :



Gambar 2. Grafik Tegangan dan Arus Setelah Pemasangan Filter

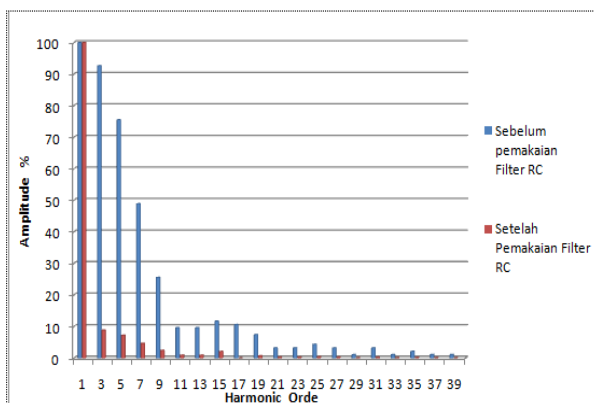


Pada simulasi penggunaan Filter RC untuk beban Ceragem suhu 60°C dengan data simulasi disesuaikan dengan data pengukuran. Diperoleh bahwa dengan menggunakan Filter RC maka IHDi pada harmonisa orde-3 sebelum pemakaian filter 92,6 % dapat diturunkan menjadi 8,83 %. Arus harmonisa Ceragem suhu 60°C pada orde-3 sebelum pemakaian filter diketahui tidak memenuhi standart, setelah pemakaian Filter RC harmonisa orde-3 memenuhi standart IEC 61000-3-2 kelas C. Seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil simulasi IHDi sebelum dan sesudah pemasangan Filter RC

| Orde Harmonisa IEC 61000-3-2 Kelas C | Batasan Arus Harmonisa Standart | Arus Harmonisa Sebelum Pemakaian Filter RC | Arus Harmonisa Setelah Pemakaian Filter RC | Keterangan |
|--------------------------------------|---------------------------------|--|--|------------|
| | (%) | (%) | (%) | |
| Orde-3 | 30 x pf = 17,7 | 92,6 | 8,83 | Sesuai |
| Orde-5 | 10 | 75,5 | 7,19 | Sesuai |
| Orde-7 | 7 | 48,9 | 4,64 | Sesuai |
| Orde-9 | 5 | 25,5 | 2,41 | Sesuai |
| Orde-11 | 3 | 9,6 | 0,90 | Sesuai |
| Orde-13 | 3 | 9,6 | 0,90 | Sesuai |
| Orde-15 | 3 | 11,7 | 2,08 | Sesuai |
| Orde-17 | 3 | 10,6 | 0,00 | Sesuai |
| Orde-19 | 3 | 7,4 | 0,68 | Sesuai |
| Orde-21 | 3 | 3,2 | 0,29 | Sesuai |
| Orde-23 | 3 | 3,2 | 0,29 | Sesuai |
| Orde-25 | 3 | 4,3 | 0,38 | Sesuai |
| Orde-27 | 3 | 3,2 | 0,28 | Sesuai |
| Orde-29 | 3 | 1,1 | 0,09 | Sesuai |
| Orde-31 | 3 | 3,2 | 0,27 | Sesuai |
| Orde-33 | 3 | 1,1 | 0,09 | Sesuai |
| Orde-35 | 3 | 2,1 | 0,18 | Sesuai |
| Orde-37 | 3 | 1,1 | 0,09 | Sesuai |
| Orde-39 | 3 | 1,1 | 0,09 | Sesuai |

Pada Gambar 9 berikut, ditunjukkan bahwa diagram perbandingan arus harmonisa (IHDi) sebelum dan setelah pemakaian Filter RC



5.1 Kesimpulan

Besar parameter Filter RC nilai C = 47 µF, dan R = 83,68 Ω yang dapat mereduksi harmonisa pada Ceragem 60°C. Besar nilai individual distorsi harmonisa arus (IHDi) sesuai dengan standart IEC 61000-3-2 Kelas C.

Nilai arus harmonisa orde ke-3 berkurang dari 92,6 % menjadi 8,83 %, arus harmonisa orde ke-5 berkurang dari 75,5% menjadi 7,19 %, arus harmonisa orde ke-7 berkurang dari 48,9 % menjadi 4,64 %, arus harmonisa orde ke-9 berkurang dari 25,5 % menjadi 2,41 %, arus harmonisa orde ke-11 berkurang dari 9,6 % menjadi 0,9 %, arus harmonisa orde ke-13 berkurang dari 9,6 % menjadi 0,9 %, arus harmonisa orde ke-15 berkurang dari 11,7 % menjadi 2,08 %, arus harmonisa orde ke-17 berkurang dari 10,6 % menjadi 0 %, arus harmonisa orde ke-19 berkurang dari 7,4 % menjadi 0,68 %, arus harmonisa orde ke-21 berkurang dari 3,2 % menjadi 0,29 %, arus harmonisa orde ke-23 berkurang dari 3,2 % menjadi 0,29 %, arus harmonisa orde ke-25 berkurang dari 4,3 % menjadi 0,38 %, arus harmonisa orde ke-27 berkurang dari 3,2 % menjadi 0,28 %, arus harmonisa orde ke-29 berkurang dari 1,1 % menjadi 0,09 %, arus harmonisa orde ke-31 berkurang dari 3,2 % menjadi 0,27 %, arus harmonisa orde ke-33 berkurang dari 1,1 % menjadi 0,09 %, arus harmonisa orde ke-35 berkurang dari 2,1 % menjadi 0,18 %, arus harmonisa orde ke-37 berkurang dari 1,1 % menjadi 0,09 %, arus harmonisa orde ke-39 berkurang dari 1,1 % menjadi 0,09 %.

Untuk nilai THDv ceragem untuk suhu 60 °C sebelum di pasang filter yaitu 3,24 % berkurang menjadi 0,84 % setelah dipasang Filter RC dan nilai THDi ceragem untuk suhu 60 °C sebelum di pasang filter yaitu 133,84 % berkurang menjadi 12,80 % setelah dipasang Filter RC.

5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pereduksian harmonisa Ceragem dengan menggunakan jenis filter yang lainnya. Disarankan pula untuk peneliti selanjutnya melakukan analisa penggunaan filter untuk beban non linier lainnya.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] De La Rosa, Fransisco, *Harmonics And Power Systems Distribution Control* Systems, Inc. Hazelwood, Missouri, U.S.A, 2006

[2] J.L. Hernández, MA. Castro, J. Carpio and A. Colmenar, *Harmonics in Power Systems. International Confrence Renewable Energies and Power Quality*, 15th-17th, April, 2009

[3] Lee Hwan Sung, *Mat for Hot Compress And Acupressure Mounted With New Type Hyperthermo – Radioactive Apparatus*, United States Patent Application Publication, May 16, 2002

- [4] Lee Sang - bok, Taejon, *Apparatus For Raising And Failing Medicator Of Automatic Hot – Heat Treatment Device*, United States Patent Application Publication, September 24, 2002
- [5] Mi-ja Park, Yeongi-Gun, *Thermal Therapy Device And Therapy System Using The Same*, United States Patent Application Publication, April 29, 2004
- [6] Pratolo Rahardjo, *Sistem Pengendali Temperatur Untuk Proses Pasteurisasi Alat – Alat Medis*, Jurnal Teknologi Elektro, Vol 9 No 1 Januari-Juni 2010
- [7] Lin, Kevin, *Portable Physical Therapy Device For Far-Infrared Ray Diathermal Moxibustion*, European Patent Application, 2011
- [8] Tymchik G.S., Filippova M.V., Demchenko M.A., Matviienko S.N, *Diagnostic and treatment equipment for treatment with MRT with the function of synchronization with the biorhythms of the patient's EMR*, XV International PhD Workshop OWD, 19–22 October 2013
- [9] A. Priyadharsani, N. Devarajan, A R. Umasaranya, R.Anitt , *Survey of Harmonics In Non Linear Loads*, International Journal of Recent Tecnology and Engineering, April 2012.