

Aplikasi Filter Pasif Sebagai Pereduksi Gelombang Cacat Akibat Pemakaian Beban Non Linier

Fajri Yurliandri^{1*}

¹Teknik Elektro Industri, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik. Universitas Negeri Padang
Jl.Prof. Dr Hamka, Kampus UNP Air Tawar Padang 25131.Telp/Fax.(0751)7055644,445998,

*e-mail: fajriyurliandri18@gmail.com

(Diajukan: 11 Januari 2022, direvisi: 20 Januari 2022, disetujui: 25 Januari 2022)

Abstrak

Cacat gelombang tegangan dan arus membawa dampak negatif terhadap sistem seperti peningkatan terjadinya rugi-rugi, *life time* dari peralatan dan berbagai bentuk dampak negatif lainnya. Penelitian ini mengkaji tentang bagaimana cara mengurangi cacat gelombang terutama gelombang arus pada sistem yang diakibatkan dari pemakaian beban non-linear. Pada penelitian ini digunakan filter pasif LC dan RC untuk mengurangi cacat gelombang yang terjadi akibat pemakaian beban non-linear berupa penyearah satu fasa tidak terkendali. Hasil penelitian didapatkan perbandingan *Total Harmonic Distortion* (THD) sebelum dan sesudah menggunakan filter LC dan RC. Dari hasil pengujian, didapatkan penggunaan filter RC lebih signifikan dalam mengurangi cacat gelombang dari pada filter LC.

Kata Kunci: harmonik, arus, tegangan, non linier, rugi daya

Abstract

The distortion of voltage and current waves has a negative impact on the system such as an increase in losses, equipment life time and various other forms of negative impact. This study examines how to reduce wave distortion, especially current waves in the system resulting from the use of non-linear loads. In this research, passive LC and RC filters are used to reduce wave distortion that occur due to the use of non-linear loads in the form of an uncontrolled single-phase rectifier. The results of the study obtained a comparison of Total Harmonic Distortion (THD) before and after using LC and RC filters. According to the results of the tests, RC filters are more effective than LC filters in reducing wave distortion

Keywords: Harmonics, current, voltage, non-linear, power loss.

PENDAHULUAN

Perkembangan kemajuan teknologi telah memberikan dampak pada beberapa bidang teknologi, diantaranya dalam bidang ilmu kelistrikan. Bentuk pada suatu gelombang tegangan dan gelombang arus pada intinya memiliki bentuk yang sinusoidal. Alat-alat listrik umumnya dirancang bekerja pada tegangan dan arus dalam bentuk gelombang sinusoidal [1][2]. Peningkatan beban-beban yang dapat menghasilkan gelombang harmonik, wujud dari gelombang arus dan gelombang tegangan yang biasanya sinusoidal semakin sulit untuk diwujudkan. Beban penghasil gelombang harmonik ini menghasilkan arus dan tegangan dengan bentuk gelombang yang terdistorsi. terbias gelombang listrik ini dikenal dengan istilah distorsi harmonik [3][4].

Harmonisa merupakan kerugian yang ada pada sistem distribusi tenaga listrik, akibat yang ditimbulkannya terjadinya penyimpangan bentuk gelombang arus dan tegangan. Penyimpangan harmonik arus yang terlalu besar akan mempengaruhi kualitas dari daya listrik, yang dapat mempengaruhi kinerja dari semua peralatan listrik seperti transformator, peralatan elektronik lainnya [5][6]. Hal seperti ini tentunya akan menjadi permasalahan yang harus diatasi dengan menghilangkan atau menurunkan tingkat harmoniknya. Penyimpangan harmonisa pada sistem kelistrikan perlu mendapatkan pengamatan yang lebih karena tanpa kita sadari bahwasanya akan menimbulkan kerugian yang relative besar terutama pada penurunan kualitas sistem tenaga listrik [7].

Pemakaian beban non – linear dapat memberikan rugi daya pada jaringan listrik, dapat merusak bentuk gelombang sinusoidal pada gelombang tegangan dan gelombang arus AC sehingga gelombang menjadi tidak sinus dan terjadinya riak pada gelombang arus dan tegangan. [8][9]. Seiring tingkat kandungan arus harmonisa menimbulkan berbagai macam persoalan pada sistem, antara lain yaitu, faktor daya sistem menjadi rendah, arus netral sistem meningkat dan dapat menimbulkan kegagalan instalasi meskipun dalam kondisi beban setimbang, interferensi pada sistem telekomunikasi dan lain sebagainya[10][11].

Salah satu akibat dari adanya beban non linier ini dapat menimbulkan peningkatan panas yang berlebih, diperlukan filter pasif LC dan filter pasif RC merupakan salah satu solusi yang dapat mengurangi kadar harmonisa yang timbul akibat dari pemakaian beban non liner berupa penyearah satu fasa. Filter pasif ini merupakan metode penyelesaian yang efektif dan ekonomis dalam menyelesaikan masalah harmonisa karena selain untuk meredam harmonik pengaplikasian filter pasif juga digunakan untuk kompensasi kerugian daya reaktif akibat adanya harmonik pada sistem instalasi[12][13]. Penelitian ini dilakukan untuk memudahkan dan membandingkan harmonisa arus pada pemakaian beban listrik, serta perancangan filter pasif LC *Low Pass Filter* dan filter pasif RC *Low Pass Filter* untuk meredam distorsi harmonisa tersebut. Dengan kesimpulan awal bahwa pemasangan filter pasif dapat menurunkan *Total Harmonic Distorsi* (THD) [14]-[17] .

METODE

Kapasitor AC/ Non Polar

Kapasitor adalah alat yang dapat menyimpan arus dalam jangnan waktu yang sementara. Ketika kapasitor diberi tegangan maka terjadi pengisian (*charging*) muatan

didalamnya. Pada penggunaan tertentu terjadi pelepasan muatan listrik (*discharging*) yang tersimpan didalam kapasitor. Pada pembuatan tugas akhir ini saya menggunakan kapasitor AC dengan ukuran 50 uf 400 volt. Pada kapasitor non polar tidak masalah apabila pemasangannya terbalik, berbeda dengan kapasitor polar, pemasangannya tidak boleh terbalik karena memiliki kutup (+) (-). Apabila terbalik pada pemasangan kapasitor polar ini akan terjadi ledakan pada kapasitor polar tersebut.

Induktor

Komponen induktor merupakan suatu filter pasif yang banyak digunakan pada era sekarang ini, induktor memiliki fungsi sebagai alat yang dapat menyimpan energi magnet dalam waktu yang relatif lebih singkat.

Resistor Gulungan Kawat

Resistor gulungan kawat ialah alat ataupun komponen elektronika pasif guna meredam tegangan listrik di dalam suatu rangkaian elektronika. Resistor atau biasa disebut sebagai komponen yang bisa meredam arus listrik ini juga memiliki satuan yang disebut dengan *Ohm* (Ω). Pada resistor gulungan kawat ini di buat dengan menggunakan kawat nikelin gepeng dengan intinya keramik. Penggunaan resistor gulungan kawat banyak digunakan pada rangkaian power karna lebih tahan pada panas yang berlebihan.

Power Quality Analyzer

Alat ini digunakan untuk pengambilan information dari Filter yang sudah kita buat, tujuan digunakan Power Quality Analyzer ini untuk mengetahui bentuk gelombang arus dan tegangan dan kita bisa melihat grafik THD terhadap alat yang kita buat, dengan adanya alat ini dapat mempermudah kita dalam pengambilan information.

Perancangan Perangkat Keras

Sebelum membuat alat, maka terlebih dahulu dilakukan perancangan dengan membuat blok diagram. Perancangan blok diagram ini bertujuan untuk memudahkan dalam proses perancangan alat serta memudahkan dalam proses analisa dengan mengacu pada blok diagram tersebut. Dalam gambar 1 dibawah ini dijelaskan blok diagram tanpa menggunakan filter.



Gambar 1. Blok Diagram Tanpa Filter dengan Beban Penyearah Satu Fasa

Dapat kita lihat ada 2 macam bentuk blok diagram, yang pertama tanpa filter dan yang kedua menggunakan filter pasif LC dan RC Low Pass Filter.



Gambar 2. Rancangan Blok Diagram Menggunakan Filter dengan Beban Penyearah Satu Fasa

Perhitungan nilai untuk Induktor (Henry)

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

f_c = frekuensi cut off

L = Induktor

C = Kapasitor

Pergitungan untuk mendapatkan nilai Resistor (Ohm)

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

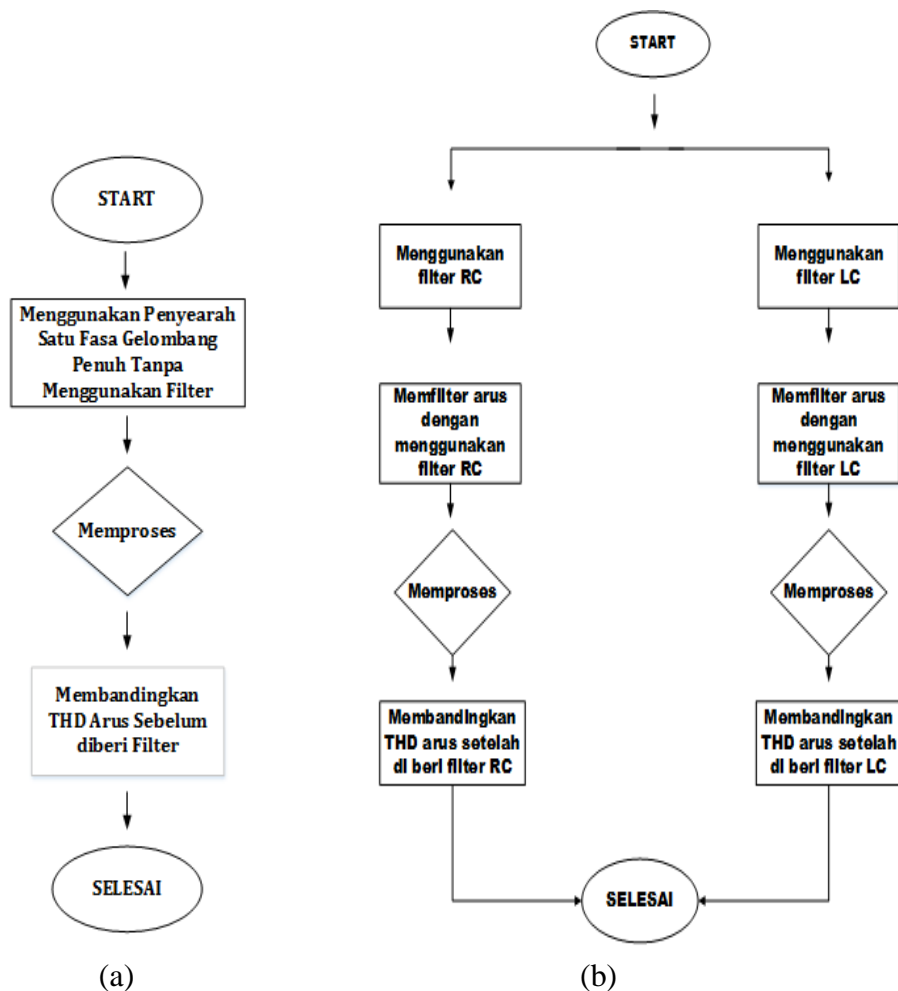
f_c = frekuensi cut off

R = Resistor

C = Kapasitor

Perancang Perangkat Lunak

Flowchart yaitu urutan logika atau urutan instruksi program dalam suatu diagram. Flowchart berfungsi menunjukkan dengan jelas pengendalian algoritma, yaitu bagaimana rangkaian kerja dari sistem yang dibuat. Flowchart dari sistem yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3

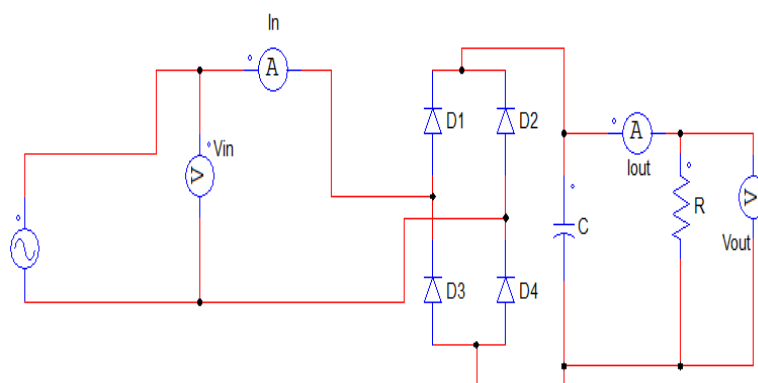


Gambar 3. Flowchart (a) Tanpa Menggunakan Filter, (b) Menggunakan Filter

HASIL DAN PEMBAHASAN

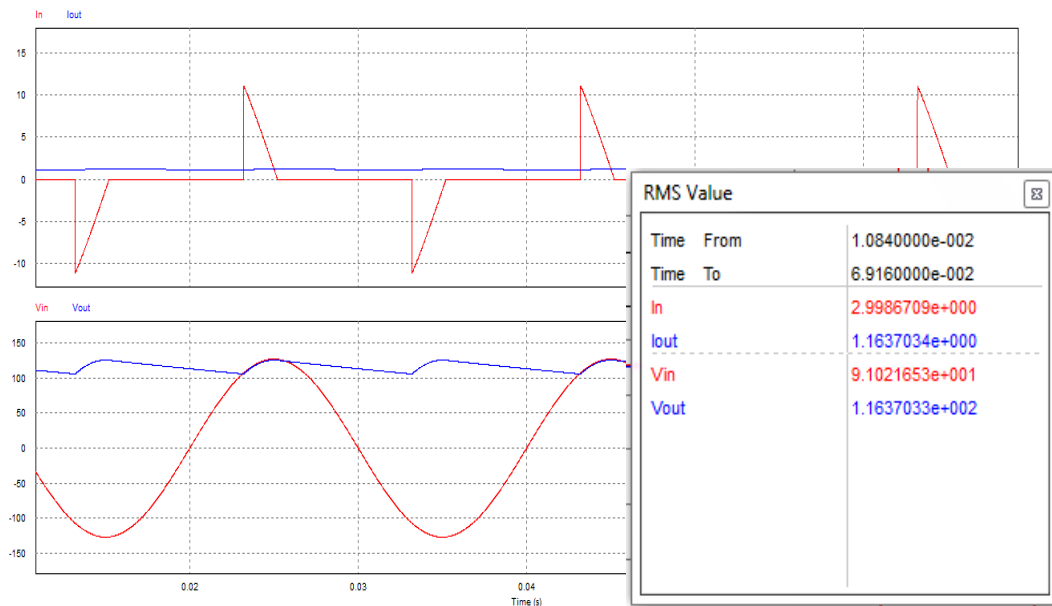
Pengujian Simulasi Rangkaian

Pada pengujian alat dilakukan sebuah simulasi menggunakan simulasi PSIM untuk membandingkan hasil dari simulasi dengan hasil dengan alat yang dibuat. Simulasi dilakukan tanpa menggunakan filter dan menggunakan filter RC dan LC.



Gambar 4. Simulasi Tanpa Filter

Setelah dilakukan simulasi, bentuk gelombang tegangan dan arus dapat dilihat gambar gelombangnya seperti gambar 5 yang terlihat bentuk gelombang arus dan tegangan yang tidak sinus.



Gambar 5. Gelombang Tanpa Filter

Perhitungan data LC Low Pass Filter

$$FC = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots(1)$$

$$(50) = \frac{1}{6,28\sqrt{L} \cdot 50 \times 10^{-6}}$$

$$50 \times 6,28 = \frac{1}{\sqrt{L} \cdot 50 \times 10^{-6}}$$

$$314 = \frac{1}{\sqrt{L} \cdot 50 \times 10^{-6}}$$

$$(\sqrt{L} \cdot 50 \cdot 10^{-6})^2 = \left(\frac{1}{314}\right)^2$$

$$L \cdot 50 \cdot 10^{-6} = \frac{1}{314^2}$$

$$L = \frac{1}{98.596 \times 50 \times 10^{-6}}$$

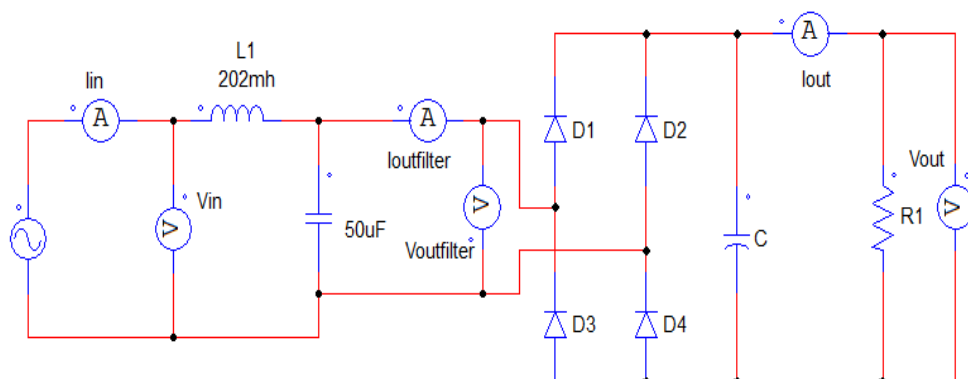
$$= \frac{1}{4.929.800 \times 10^{-6}}$$

$$L = \frac{1}{4,929}$$

$$L = 0,202 \text{ H}$$

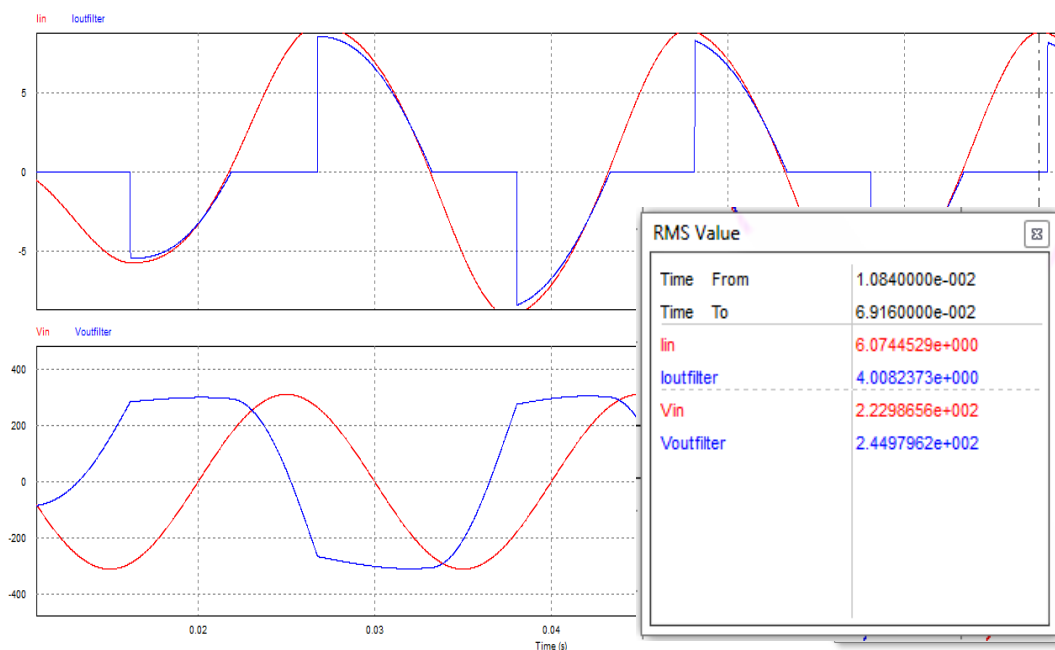
$$= 202 \text{ mH (Induktor)}$$

Pada simulasi berikutnya menggunakan filter pasif LC *Low Pass* yang menggunakan lilitan induktor dengan inti toroid, untuk nilai induktornya 202 mH dan untuk nilai kapasitor 50 μ F.



Gambar 6. Simulasi PSIM LC *LowPass Filter*

Gambar 8 merupakan bentuk gelombang hasil simulasi menggunakan filter LC.



Gambar 7. Gelombang dari PSIM

Perhitungan data RC *Low Pass Filter*

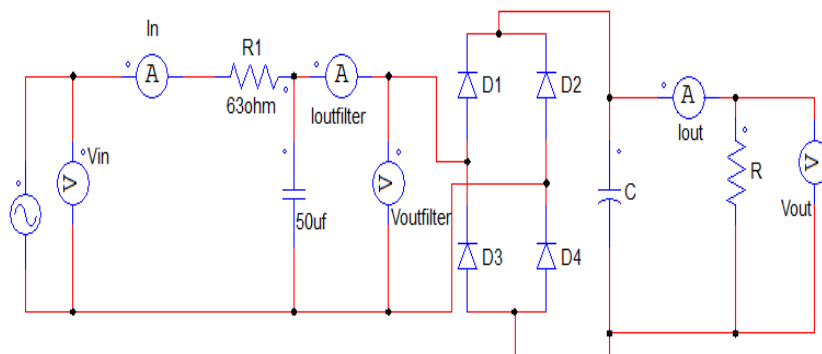
$$FC = \frac{1}{2\pi \cdot RC(50\mu f)}$$

$$50 = \frac{1}{2.3,14 \cdot R \cdot 50}$$

$$50 = \frac{1}{6,28 \cdot R \cdot 50}$$

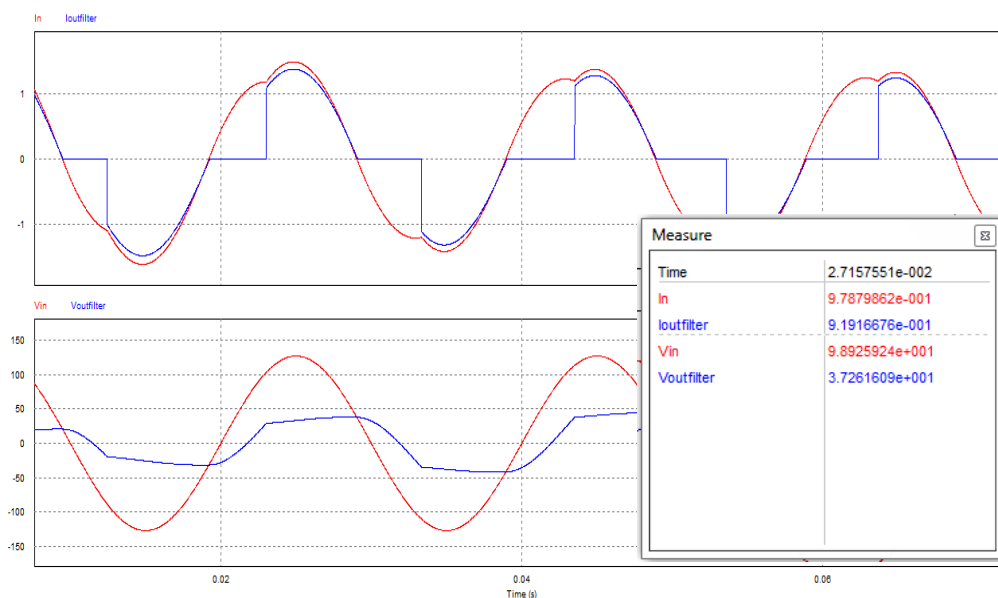
$$\begin{aligned}
 50 &= \frac{1}{314R} \\
 314R &= \frac{1}{50} \\
 314R &= 0,02 \\
 R &= \frac{0,02}{314} \\
 &= 6,3 \times 10^{-5} \mu\Omega \\
 &= 63 \times 10^{-6} \mu\Omega \\
 &= 63\Omega \text{ (Resistor)}
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk simulasi menggunakan filter pasif RC dapat dilihat pada gambar 8. Setelah dihitung maka nilai R dan C yang digunakan adalah 63 Ohm dan 50 uF. Jenis resistor yang digunakan adalah tahanan murni atau yang dikenal dengan *wire resistance*.



Gambar 8. Rangkaian Simulasi PSIM RC *LowPass Filter*

Setelah alat dijalankan PSIM akan menampilkan bentuk gelombang dari hasil simulasi rangkain filter pasif RC



Gambar 9. Gelombang dari PSIM

Pengujian Perangkat Keras

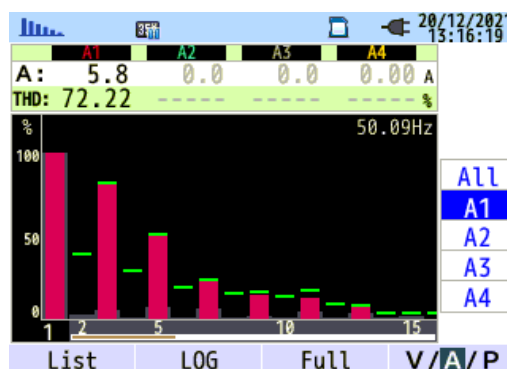
Pengujian tahap pertama adalah pengujian untuk melihat cacat gelombang pada sistem dengan menggunakan beban non-linear berupa penyearah satu fasa gelombang penuh tidak terkendali. Pengujian ini tidak menggunakan filter LC dan RC. Gambar 10 adalah rangkaian pada saat pengujian dan gambar 11 adalah nilai THD arus hasil pengujian dalam bentuk grafik batang. Sedangkan pada gambar 12 adalah bentuk gelombang yang dihasilkan dari penggunaan beban non-linear



Gambar 10. Bentuk Rangkaian Tanpa Filter



Gambar 11. Bentuk Gelombang Arus Tanpa Filter



Gambar 12. Bentuk Gelombang Arus Tanpa Filter

Pada gambar 11 adalah bentuk gelombang arus yang tidak sinusoidal akibat dari pemakaian beban non-linear. Sedangkan pada gambar 12 terlihat nilai THD arus sebesar 72.22% dengan besar arus 5.8 A.

Pada tahapan berikutnya adalah pengujian sistem dengan penambahan filter LC pada sisi masukan penyearah satu fasa gelombang penuh tidak terkendali. Gambar 13 adalah rangkaian proses pengujian dan gambar 14 adalah bentuk gelombang hasil pengujian menggunakan filter LC

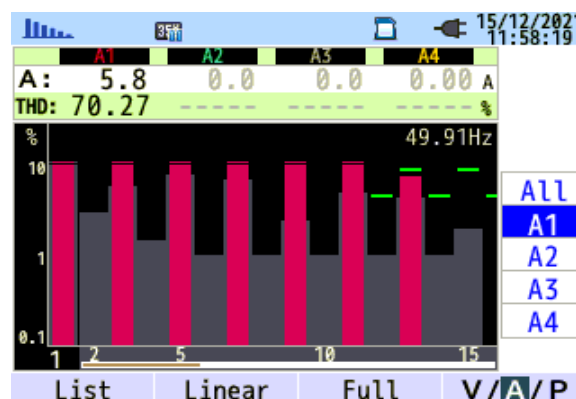


Gambar 13. Rangkaian Filter LC



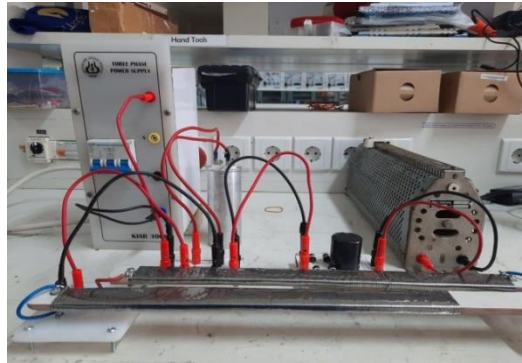
Gambar 14. Gelombang Arus Filter LC

Gambar 16 merupakan bentuk grafik batang dari nilai THD arus setelah pengujian menggunakan filter LC. Dari gambar 15 terlihat bahwa filter LC yang di buat tidak dapat secara signifikan mengurangi nilai harmonik yang ada akibat pemakaian beban non-linear. Perbandingan sebelum dan sesudah menggunakan filter LC hanya terjadi penurunan sebesar 1,95% nilai THD arus. Hal ini bisa diakibatkan pada saat pembuatan filter LC nilainya tidak sama persis dengan hasil perhitungan.



Gambar 15. Grafik THD Dengan Filter Pasif LC

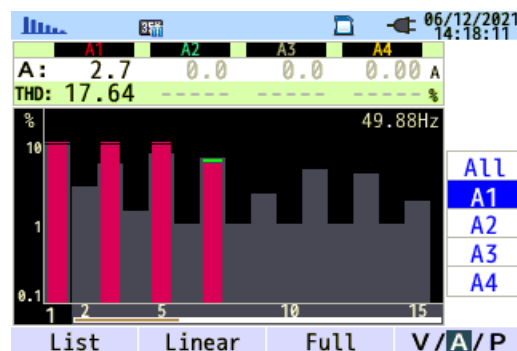
Tahap selanjutnya adalah pengujian menggunakan filter RC. Komponen resistansi dari filter ini menggunakan kawat nikelin yang dililit dengan menggunakan inti keramik. Gambar 16 adalah bentuk rangkaian pada saat pengujian. Pada gambar 17 dapat dilihat bahwa gelombang arus sudah lebih baik dari pada sebelumnya, menggunakan filter RC terlihat nilai arus adalah 2,7 Amperer.



Gambar 16. Rangkaian Filter RC



Gambar 17. Gelombang Arus Filter RC



Gambar 18. Grafik THD dengan Filter Pasif RC

Gambar 18 merupakan bentuk grafik batang dari nilai THD arus setelah pengujian menggunakan filter RC. Terlihat nilai THD jauh turun sampai 17,64% dari yang sebelumnya 72.22%. Dengan demikian, dari hasil pengujian didapatkan bahwa filter RC lebih efektif dalam mengurangi nilai harmonisa pada sistem akibat pemakaian beban non-linear yang pada penelitian ini menggunakan penyearah satu fasa tidak terkendali. Secara rinci perbandingan nilai distorsi gelombang sebelum dan sesudah menggunakan filter pasif LC dan RC dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai THD Tanpa menggunakan Filter dan menggunakan Filter Pasif

No	Jenis	THD i %
1	Sebelum menggunakan filter pasif LC dan RC	72.22%
2	Penyearah satu fasa menggunakan filter LC	70.27%
3	Penyearah satu fasa menggunakan filter RC	17.64%

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa penggunaan filter pasif RC lebih efektif mengurangi nilai distorsi gelombang dari pada filter LC. Penggunaan filter RC dapat mengurangi nilai distorsi sampai 54,58%, sedangkan filter LC hanya 1,95%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa berdasarkan hasil pengujian, penggunaan filter RC lebih efektif dari filter LC dalam mengurangi distorsi gelombang akibat pemakain beban non-linear.

REFERENSI

- [1] H. Sugiarto, “Kajian Harmonisa Arus Dan Tegangan Listrik di Gedung Administrasi Politeknik Negeri Pontianak,” *Tek. Elektro Politek. Negeri Pontianak*, vol. 8, pp. 80–89, 2012.
- [2] E. Widiarto and A. Jamaah, “Perancangan Low Pass RC Filter untuk Mereduksi Harmonik pada Lampu Hemat Energi (LHE) 20W,” *Tek. Elektro Politek. Negeri Semarang*, pp. 129–135, 2013.
- [3] T. Harianto, Y. Shalahuddin, and D. A. Widining K., “Filter Pasif Single Tuned LC sebagai Kompensator Harmonisa Pada Beban Listrik Rumah Tangga Menggunakan Matlab Simulink,” *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 7, pp. 127–135, 2018, doi: 10.36055/setrum.v7i1.3416.
- [4] H. Sugiarto, “Mereduksi Harmonisa Arus Dan Rugi Daya Akibat Beban Non Linier Dengan Memanage Penggunaan Beban Listrik Rumah Tangga,” *Elkha*, vol. 7, pp. 34–41, 2015.
- [5] F. J. Siahaan, E. M. Silalahi, B. Widodo, and R. Purba, “Pengukuran Total Harmonic Distortion (THD) Terhadap Lampu Hemat Energi (LHE) DAN Light- Emitting Diode (LED),” *LetrokomJurnal Ilm. Progr. Stud. Tek. Elektro*, vol. 3, pp. 1–7, 2020.
- [6] R. ikhtiarina Awwa, A. U. Krismanto, and Y. I. Nakhoda, “Rancang Bangun Filter Pasif,” pp. 1–8.
- [7] E. Setyaningsih, H. Suharto, and C. Christian, “Pengaruh Distorsi Harmonik pada Compact Fluorescent Lamps,” *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 2, pp. 113–125, 2016.

- [8] R. B. Prabowo, “Rancang Bangun Inverter Full Bridge Satu Fasa,” Jember, 2018.
- [9] I. P. Adi Wirajaya, I. W. Rinas, and I. W. Sukerayasa, “Studi Analisa Pengaruh Total Harmonic Distortion (THD) terhadap Rugi-Rugi, Efisiensi, dan Kapasitas Kerja Transformator pada Penyulang Kerobokan,” *J. SPEKTRUM*, vol. 6, no. 2, pp. 121–129, 2019, doi: 10.24843/spektrum.2019.v06.i02.p17.
- [10] J. Ismiyadinata, H. Yuliansyah, M. R. K. Aziz, and A. S. Rohman, “Desain dan Implementasi Inverter Satu Fasa 400 Watt dengan Metode Switching High Frequency,” *J. Sci. Appl. Technol.*, vol. 3, pp. 9–16, 2019, doi: 10.35472/jsat.v3i1.121.
- [11] Asnil, “Unjuk Kerja Filter Pasif dalam Mereduksi Distorsi Gelombang pada AC/DC Konverter,” *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, pp. 122–132, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i2.108695.
- [12] Asnil, Krismadinata, and I. Husnaini, “Desain dan Analisis Inverter Tiga Fasa Menggunakan Metode SPWM,” in *Seminar Nasional Teknik Elektro*, 2018, pp. 16–20, doi: 10.31227/osf.io/u8se2.
- [13] P. Sasmoko, Subali, and Y. Teguh, “Aplikasi tapis pelewat rendah lc,” *Gema Teknol.*, vol. 16, pp. 177–182, 2012.
- [14] A. R. Lubis, “Efektivitas Penggunaan Filter Pasif LC dalam Mengurangi Harmonik Arus,” *J. Electr. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 1–8, 2017.
- [15] R. Syafrudin and A. H. A. Rachman, “Analisis Total Harmonik Distorsi Pada Panel ACPDB Akibat Beban Non Linear,” *J. Online Sekol. Tinggi Teknol. Mandala*, vol. 13, no. 2, pp. 33–44, 2018.
- [16] Aviyudi, “Perancangan Filter LCL untuk Aplikasi pada Inverter Satu Fasa Keluaran Photovoltaic,” 2014.
- [17] Asnil, “Aplikasi Filter Pasif Rc Untuk Mereduksi Harmonik Pada Ac / Dc / Ac Konverter,” *J. Momentum*, vol. 12, no. 1, pp. 1–8, 2012.

Halaman ini sengaja dikosongkan