

RANCANG BANGUN FILTER PASIF UNTUK MENGURANGI HARMONISA PADA GENERATOR LINIER

Rizka ikhtiarina awwal
1512008
Rizkaawwal@gmail.com

Pembimbing I
Awan Uji Krismanto, ST., MT., PH.D

Pembimbing II
Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT.

Abstrak-- Harmonisa dapat disebabkan oleh beban non-linier. Beban non-linier dihasilkan dari alat-alat elektronik yang memiliki banyak komponen semi konduktor, seperti mesin las, inti magnet pada trafo dan masih banyak lagi. Gelombang harmonisa ini akan menumpang pada gelombang sinus murni (frekuensi fundamental) sehingga akan membentuk cacat gelombang (distorsi) yang merupakan hasil penjumlahan gelombang sinus murni dengan gelombang harmonisa. Presentasi antara total komponen harmonisa dengan komponen fundamental nya disebut *total harmonic distortion* (THD). pada penelitian ini merancang filter pasif untuk mengurangi harmonisa pada generator linier putaran rendah dengan tegangan 10,7 volt dan nilai THD yang didapat adalah 32,92%, dimana dengan pemasangan filter pasif yang dipasang secara parallel dapat mengurangi *total distorsi harmonisa* (THD). Pada penelitian ini melakukan pengujian 3 filter yang dimana nilai kapasitor yang berbeda, yaitu:

- kapasitor dengan nilai 1,2 uf dengan nilai THD sebesar 28,89%.
- kapasitor dengan nilai 1,5 uf dengan nilai THD nya sebesar 24,80%.
- kapasitor dengan nilai 2,5 uf dengan nilai THD nya sebesar 26,13%.

Dapat disimpulkan dengan pemasangan filter pasif dapat mengurangi harmonisa dan filter dengan kapasitor bernilai 1,5 uf dapat mengurangi harmonisa sebesar 8,12% dari THD awal 32,92% menjadi 24,80% setelah di filter.

Kata kunci-- harmonisa, filter pasif, generator linier, THD.

I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Distorsi harmonisa dalam system kelistrikan perlu mendapatkan perhatian khusus karena tanpa disadari dapat menimbulkan kerugian yang relative besar terutama pada penurunan kualitas system tenaga listrik, contoh nya peralatan cepat panas terutama barang elektronika, factor daya menurun, masalah resonansi dan lain-lain, sehingga

harus ditekan seminimal mungkin untuk meningkatkan kualitas system tenaga dengan cara menggunakan filter,

Filter harmonisa dirancang dengan tujuan untuk mengurangi amplitud frekuensi lebih dari sebuah tegangan atau arus. dengan adanya pemasangan filter dapat menekan penyebaran arus harmonisa dan dapat mengkompensasi daya reaktif yang digunakan untuk memperbaiki factor daya system.

B. RUMUSAN MASALAH

rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana cara merancang filter pasif?
2. Bagaimana cara pemasangan filter pasif ke generator?
3. Bagaimana besar THD sebelum dan sesudah dipasang filter pasif?
4. Bagaimana tampilan grafik harmonisa sebelum dan sesudah dipasang filter pasif?

C. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian dilakukan adalah untuk mengetahui pengaruh dan unjuk kerja filter pasif terhadap penurunan harmonisa pada generator linier.

D. BATASAN MASALAH

Agar sesuai dengan konsep awal dan tidak meluas, maka diberikan batasan-batasan sebagai berikut:

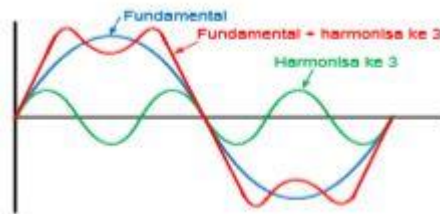
1. Pada penelitian ini fokus menganalisa penggunaan filter pasif generator linier.
2. Pada penelitian ini menggunakan generator linier magnet permanent putaran rendah.
3. Pada penelitian ini hasil yang ditampilkan berupa alat filter pasif dan grafik perbandingan sebelum dan sesudah pemasangan filter pasif.
4. Pada penelitian ini tidak membahas rancangan pada generator linier.

5. Pada penelitian ini filter pasif yang di ujikan adalah filter pasif tipe LC.
6. Pada penelitian ini menggunakan *Simulink library* matlab 7.0.4.

II. DASAR TEORI

A. PENGERTIAN HARMONISA

Ada nya harmonisa dalam system tenaga dapat menimbulkan berbagai masalah termasuk overheating pada peralatan, berkurangnya factor daya, penurunan kinerja peralatan listrik, pengoperasian relay yang tidak benar, gangguan dengan peralatan komunikasi^[4]. Sumber tegangan ideal adalah sumber tegangan yang mengeluarkan gelombang sinusoidal tanpa harmonik. Menurut Standart IEEE 519-1992 batas distorsi tegangan yang dinyatakan dalam THD (Total Harmonic Distortion)^[3].



Gbr 1. Gelombang fundamental dengan gelombang harmonisa nya

1. Tegangan harmonik^[3]

Jika harmonik dalam keadaan mantap (steadystate) dipertimbangkan, maka tegangan dan arus sesaat dapat direpresentasikan oleh deret Fourier sebagai:

$$v(t) = \sum_{h=1}^{\infty} v_h(t) = \sum_{h=1}^{\infty} \sqrt{2} V_h \sin(h\omega_0 t + \theta_h)$$

2. Arus Harmonik^[3]

Gelombang arus pada saat ada harmonik dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut:

$$i(t) = I_0 + \sum_{h=1}^{\infty} (I_n \sin n\omega t + \phi_n))$$

Dengan: $n = 1, 2, 3$

I_n = koefisien komponen harmonik ke-n

$\omega = 2\pi f$: kecepatan sudut

f = frekuensi

θ_n = sudut fase komponen harmonik ke-n

B. PENGARUH HARMONISA^[1]

Adapun dampak negatif yang diakibatkan oleh harmonisa adalah:

1. Timbulnya getaran mekanis pada panel listrik.
2. Harmonik dapat menimbulkan tambahan torsi pada kWhmeter jenis elektromekanis yang menggunakan piringan induksi berputar.

3. Interferensi frekuensi pada sistem telekomunikasi.
4. Pemutusan beban. Pemutus beban dapat bekerja dibawah arus pengenalnya atau mungkin tidak bekerja pada arus pengenal.
5. Mengurangi efisiensi sistem ketenagalistrikan serta utilitasnya.
6. Mengurangi umur isolasi dari peralatan penyaluran ketenagalistrikan.
7. Meningkatkan resonsnsi sistem ketenagalistrikan.

C. Total Harmonisa Distorsi (THD)

THD (Total Harmonisa Distorsi) didefinisikan sebagai perbandingan nilai rms komponen harmonisa terhadap komponen dasar dan biasa nya dalam persen (%). Indeks ini digunakan untuk mengukur penyimpangan (*deviation*) dari bentuk gelombang satu periode yang mengandung harmonisa pada satu gelombang sinus sempurna. Untuk satu gelombang sinus sempurna pada frekuensi dasar THD adalah nol^[3]. Semakin besar presentase THD maka akan menyebabkan besar nya resiko kerusakan peralatan akibat gelombang harmonisa yang terjadi pada arus maupun tegangan.

$$\text{Rumus tegangan THDv} = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} V_h^2}}{V_1} \times 100\%$$

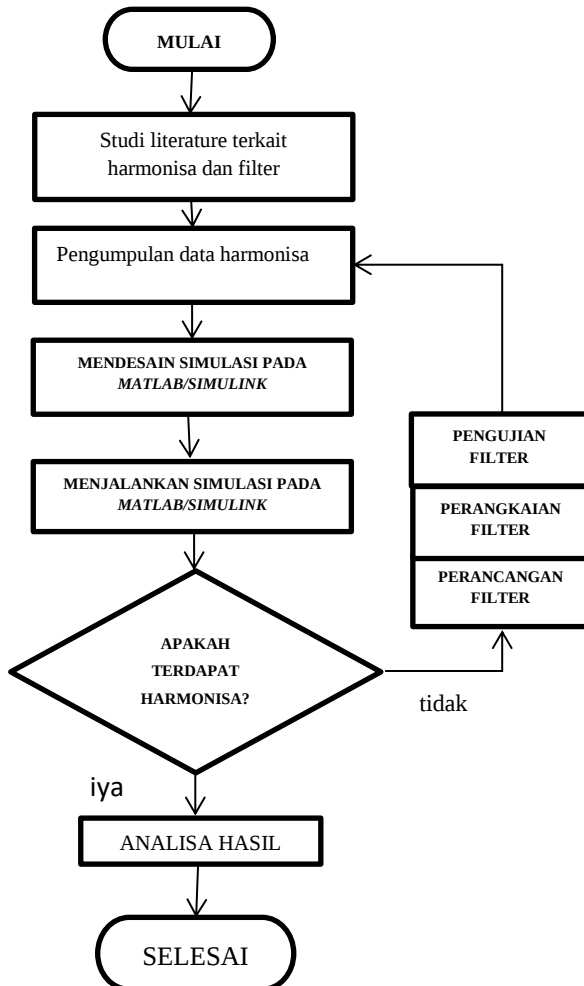
$$\text{Rumus arus THDi} = \frac{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}{I_1} \times 100\%$$

D. Filter

Filter adalah sebuah rangkaian yang dirancang agar mengalirkan suatu pita frekuensi tertentu dan menghilangkan frekuensi yang berbeda dengan pita ini. Istilah lain dari filter adalah rangkaian yang dapat memilih frekuensi agar dapat mengalirkan frekuensi yang diinginkan dan menahan, atau membuang frekuensi yang lain. Jaringan filter bisa bersifat aktif maupun pasif. Perbedaan dari komponen aktif dan pasif adalah pada komponen aktif dibutuhkan sumber agar dapat bekerja, sedangkan komponen pasif tidak membutuhkan sumber lagi untuk digunakan atau bekerja.

III. DESAIN DAN IMPLEMENTASI FILTER PASIF

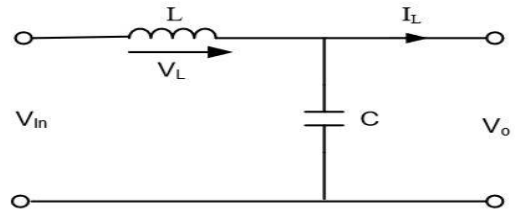
Dalam penelitian ini menggunakan *low pass filter* rangkaian LC dan menggunakan Simulink library matlab 7.0.4. untuk mendesain filter, sedangkan untuk pengujian, filter langsung di pasang ke generator linier.



Gbr 2. Flowchart desain dan pengujian filter pasif

A. MERANCANG PASSIVE LC FILTER^[2]

Pada penelitian ini filter pasif yang digunakan untuk meredam harmonisa merupakan filter pasif penalaan tunggal dengan menggunakan komponen induktans dan kapasitans yaitu tipe LC.



Gbr 3. Rangkaian filter pasif tipe LC

B. MENGHITUNG NILAI KOMPONEN FILTER PASIF

Filter pasif tipe LC terdiri dari hubungan parallel komponen-komponen pasif yaitu inductor dan kapasitor. Dalam mendesai filter ini terlebih dahulu menentukan besar kapasitor sesuai kebutuhan. Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam merancang passive LC filter adalah sebagai berikut:

1. menghitung nilai kapasitor (C)

a) Tentukan nilai reaktansi kapasitor (X_c)

$$Q_c = \frac{V^2 \cdot n^2}{X_c \cdot (n^2 - 1)}$$

$$12 = \frac{10,7^2 \cdot 3^2}{X_c \cdot (3^2 - 1)}$$

$$12 = \frac{1030,41}{X_c \cdot 8}$$

$$8X_c = \frac{1030,41}{12}$$

$$8X_c = 85,86$$

$$X_c = \frac{85,86}{8}$$

$$X_c = 10,73\Omega$$

b) tentukan nilai kapasitor (C)

$$C = \frac{1}{2\pi f \cdot X_c} = \frac{1}{2,3,14 \cdot 150 \cdot 10,73} = 0,00000989 \text{ F}$$

$$= 9.89 \text{ uF}$$

2. menghitung nilai inductor (L)

a) tentukan nilai reaktansi induktif (X_L)

$$n^2 = \frac{X_c}{X_L}$$

$$9 = \frac{10,73}{X_L}$$

$$X_L = 1,192$$

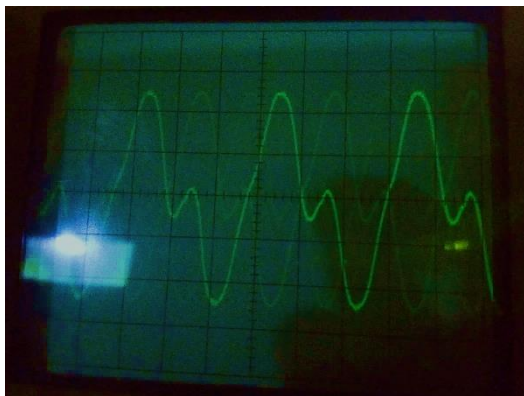
b) tentukan nilai inductor (L)

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{1,192}{2,3,14,150} = 0,00126 \text{ H}$$

C. NILAI THD PADA GENERATOR

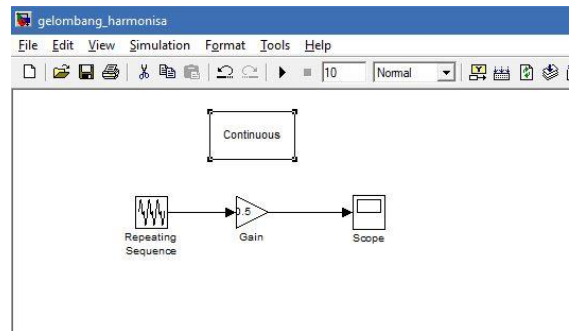
SEBELUM DI FILTER

Untuk mengetahui THD pada generator dan data yang saya ambil berupa tampilan grafik pada osiloskop maka saya mengubah grafik menjadi data menggunakan software PlotDigitizer dari software itu akan mendapatkan berupa nilai atau data yang akan di input ke matlab/Simulink.



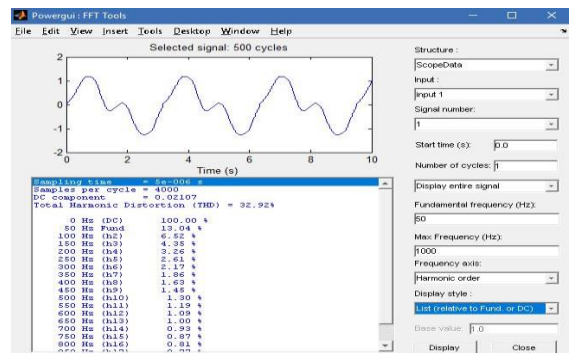
Gbr 4. Tampilan grafik osiloskop pada generator sebelum di filter

Dari grafik diatas dengan mengubah nya menjadi data menggunakan plotditzier, data tersebut di inputkan ke matlab.



Gbr 5. Rangkaian Simulink

Data yang telah di input maka dapat dilihat nilai THD nya, dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

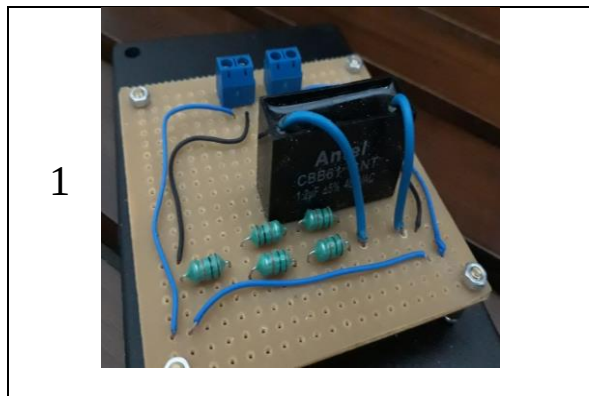


Gbr 6. Tampilan Powergui:FFT tools

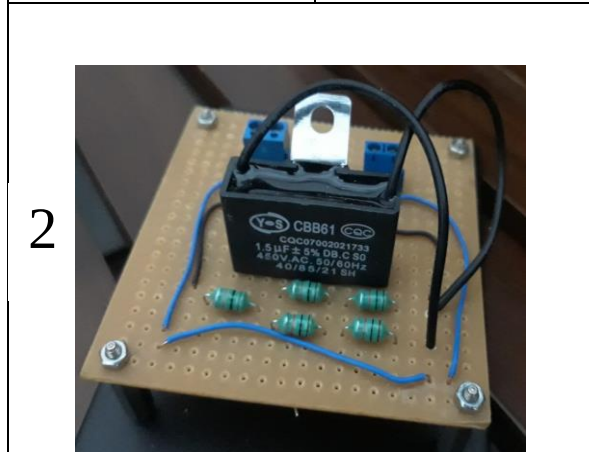
Bisa dilihat pada gambar 8. Nilai pada THD nya 32,92% , nilai THD yang tinggi ada pada orde ke 3 yaitu 4,35%.

D. MEMBUAT FILTER PASIF

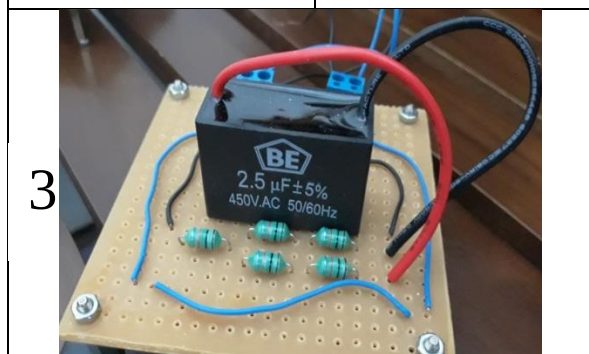
Setelah mengetahui THD pada generator linier dan orde harmonisa mana yang memiliki nilai THD yang tinggi dan telah melakukan perhitungan untuk mengetahui nilai komponen-komponen untuk membuat filter dan mencari komponen tersebut sesuai yang ada di pasaran setelah itu semua komponen di rangkai, pada pengujian ini menguji 3 komponen kapasitor dengan kapasitas yang berbeda, bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Kapasitor (C)	Induktor (L)
Menggunakan kapasitor 1,2 uf	Menggunakan inductor 10 mH yang di seri



Kapasitor (C)	Induktor (L)
Menggunakan kapasitor 1,5 uf	Menggunakan inductor 10 Mh yang di seri



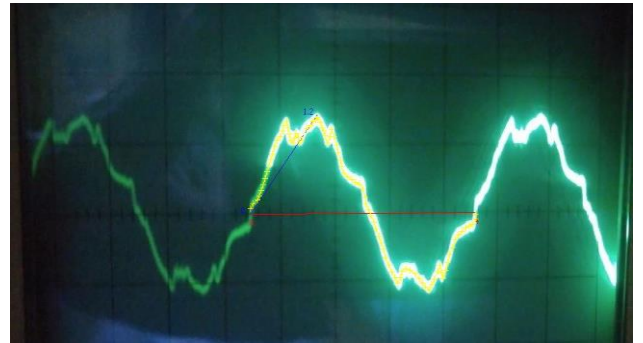
Kapasitor (C)	Induktor (L)
Menggunakan kapasitor 2,5 uf	Menggunakan inductor 10 mH yang di seri

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

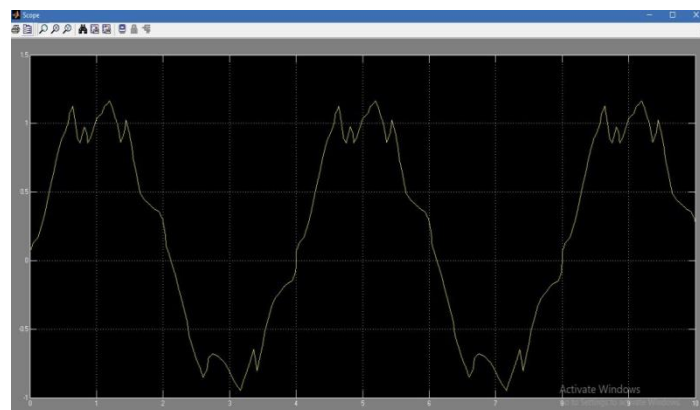
A. DATA TOTAL HARMONIC DISTORTION (THD) SETELAH DI FILTER

1. Filter pasif dengan kapasitor 1,2 uf

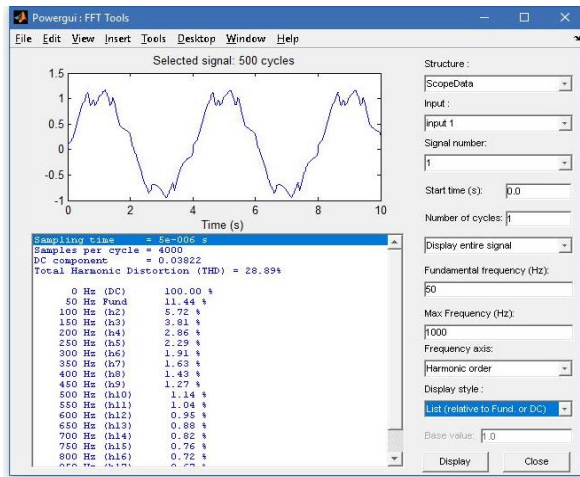
Setelah dipasang filter pasif dengan kapasitor 1,2 uf bisa di liat pada tampilan osiloskop pada gambar di bawah ini.



Gbr 7. Tampilan grafik osiloskop setelah di filter menggunakan kapasitor 1,2 uf.



Gbr 8. Tampilan pada scope



Gbr 9. Tampilan nilai THD

Dapat dilihat pada gambar bahwa nilai THD pada filter ini sebesar 28,89%, sehingga terjadi pengurangan harmonisa sebesar 4,03% dari 32,92%.

Sampling time = 5e-006 s	
Samples per cycle = 4000	
DC component = 0.02107	
Total Harmonic Distortion (THD) = 32.92%	
0 Hz (DC)	100.00 %
50 Hz Fund	13.04 %
100 Hz (h2)	6.52 %
150 Hz (h3)	4.35 %
200 Hz (h4)	3.26 %
250 Hz (h5)	2.61 %
300 Hz (h6)	2.17 %
350 Hz (h7)	1.86 %
400 Hz (h8)	1.63 %
450 Hz (h9)	1.45 %
500 Hz (h10)	1.30 %
550 Hz (h11)	1.19 %
600 Hz (h12)	1.09 %
650 Hz (h13)	1.00 %
700 Hz (h14)	0.93 %
750 Hz (h15)	0.87 %
800 Hz (h16)	0.81 %

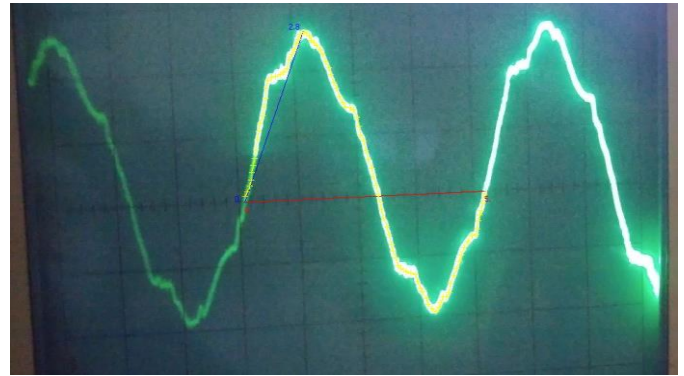
(sebelum difilter)

Sampling time = 5e-006 s	
Samples per cycle = 4000	
DC component = 0.03822	
Total Harmonic Distortion (THD) = 28.89%	
0 Hz (DC)	100.00 %
50 Hz Fund	11.44 %
100 Hz (h2)	5.72 %
150 Hz (h3)	3.81 %
200 Hz (h4)	2.86 %
250 Hz (h5)	2.29 %
300 Hz (h6)	1.91 %
350 Hz (h7)	1.63 %
400 Hz (h8)	1.43 %
450 Hz (h9)	1.27 %
500 Hz (h10)	1.14 %
550 Hz (h11)	1.04 %
600 Hz (h12)	0.95 %
650 Hz (h13)	0.88 %
700 Hz (h14)	0.82 %
750 Hz (h15)	0.76 %
800 Hz (h16)	0.72 %

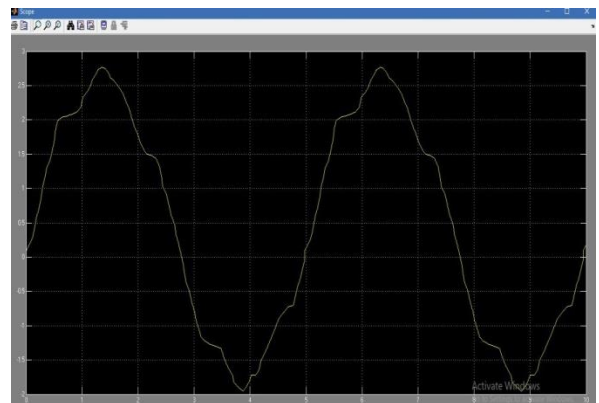
(sesudah di filter)

Gbr 10. perbandingan nilai THD sebelum dan sesudah di filter

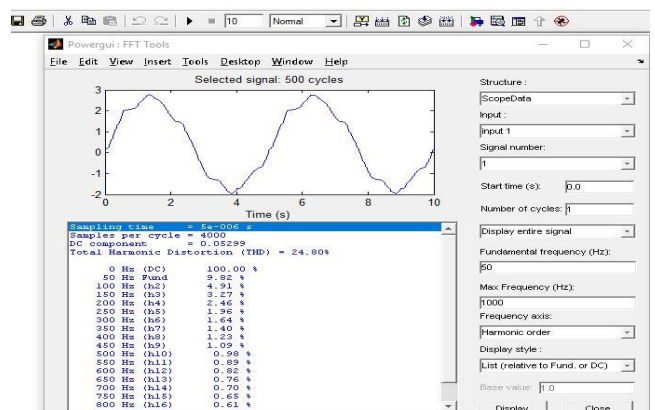
2. Filter pasif dengan kapasitor 1,5 uf



Gbr 11. Tampilan grafik osiloskop setelah di filter menggunakan kapasitor 1,5 uf.



Gbr 12. Tampilan pada scope



Gbr 13. Tampilan nilai THD

Dapat dilihat pada gambar. Nilai THD setelah di filter menjadi 24,80%, sehingga terjadi pengurangan sebesar 8,12% dari 32,92%.

Sampling time = 5e-006 s	
Samples per cycle = 4000	
DC component = 0.02107	
Total Harmonic Distortion (THD) = 32.92%	
0 Hz (DC)	100.00 %
50 Hz Fund	13.04 %
100 Hz (h2)	6.52 %
150 Hz (h3)	4.35 %
200 Hz (h4)	3.26 %
250 Hz (h5)	2.61 %
300 Hz (h6)	2.17 %
350 Hz (h7)	1.86 %
400 Hz (h8)	1.63 %
450 Hz (h9)	1.45 %
500 Hz (h10)	1.30 %
550 Hz (h11)	1.19 %
600 Hz (h12)	1.09 %
650 Hz (h13)	1.00 %
700 Hz (h14)	0.93 %
750 Hz (h15)	0.87 %
800 Hz (h16)	0.81 %
850 Hz (h17)	0.75 %

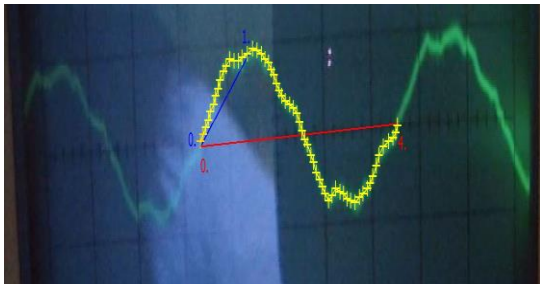
(sebelum difilter)

Sampling time = 5e-006 s	
Samples per cycle = 4000	
DC component = 0.05299	
Total Harmonic Distortion (THD) = 24.80%	
0 Hz (DC)	100.00 %
50 Hz Fund	9.82 %
100 Hz (h2)	4.91 %
150 Hz (h3)	3.27 %
200 Hz (h4)	2.46 %
250 Hz (h5)	1.96 %
300 Hz (h6)	1.64 %
350 Hz (h7)	1.40 %
400 Hz (h8)	1.23 %
450 Hz (h9)	1.09 %
500 Hz (h10)	0.98 %
550 Hz (h11)	0.89 %
600 Hz (h12)	0.82 %
650 Hz (h13)	0.76 %
700 Hz (h14)	0.70 %
750 Hz (h15)	0.65 %
800 Hz (h16)	0.61 %
850 Hz (h17)	0.57 %

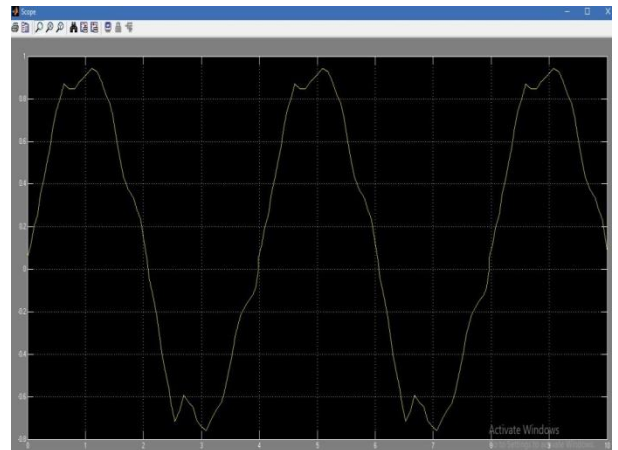
(sesudah di filter)

Gbr 14. perbandingan nilai THD sebelum dan sesudah di filter

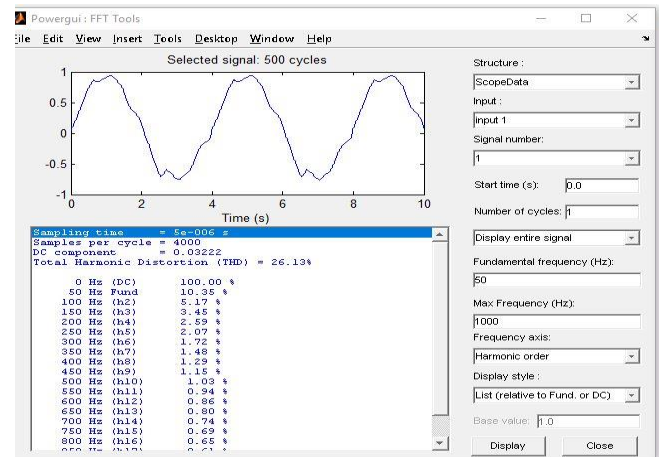
3. Filter pasif dengan kapasitor 2,5 uf



Gbr 15. Tampilan grafik osiloskop setelah di filter menggunakan kapasitor 2,5 uf.



Gbr 16. Tampilan pada scope



Gbr 17. Tampilan nilai THD

Dapat dilihat pada gambar. Nilai THD setelah di filter menjadi 26,13%, sehingga terjadi pengurangan sebesar 6,79% dari 32,92%.

Sampling time = 5e-006 s	
Samples per cycle = 4000	
DC component = 0.02107	
Total Harmonic Distortion (THD) = 32.92%	
0 Hz (DC)	100.00 %
50 Hz Fund	13.04 %
100 Hz (h2)	6.52 %
150 Hz (h3)	4.35 %
200 Hz (h4)	3.26 %
250 Hz (h5)	2.61 %
300 Hz (h6)	2.17 %
350 Hz (h7)	1.86 %
400 Hz (h8)	1.63 %
450 Hz (h9)	1.45 %
500 Hz (h10)	1.30 %
550 Hz (h11)	1.19 %
600 Hz (h12)	1.09 %
650 Hz (h13)	1.00 %
700 Hz (h14)	0.93 %
750 Hz (h15)	0.87 %
800 Hz (h16)	0.81 %
850 Hz (h17)	0.75 %

(sebelum difilter)

Sampling time = 5e-006 s	
Samples per cycle = 4000	
DC component = 0.03222	
Total Harmonic Distortion (THD) = 26.13%	
0 Hz (DC)	100.00 %
50 Hz Fund	10.35 %
100 Hz (h2)	5.17 %
150 Hz (h3)	3.45 %
200 Hz (h4)	2.59 %
250 Hz (h5)	2.07 %
300 Hz (h6)	1.72 %
350 Hz (h7)	1.48 %
400 Hz (h8)	1.29 %
450 Hz (h9)	1.15 %
500 Hz (h10)	1.03 %
550 Hz (h11)	0.94 %
600 Hz (h12)	0.86 %
650 Hz (h13)	0.80 %
700 Hz (h14)	0.74 %
750 Hz (h15)	0.69 %
800 Hz (h16)	0.65 %
850 Hz (h17)	0.61 %

(sesudah di filter)

Gbr 18. perbandingan nilai THD sebelum dan sesudah di filter

V. KESIMPULAN

Dari Penelitian yang telah dilakukan ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai THD pada generator linier sebelum dipasang filter pasif yaitu 32,93% .
2. Pada pengujian ini menggunakan 3 filter dengan nilai kapasitor yang ber variasi yaitu 1,2 uf; 1,5 uf dan 2,5 uf.
3. Selama pengujian 3 alat filter diama nilai kapasitor nya berbeda terdapat penurunan harmonisa, yaitu:
 - Pada filter dengan kapasitor 1,2 uf nilai THD nya sebesar 28,89%.
 - Pada filter dengan kapasitor 1,5 uf nilai THD nya sebesar 24,80%.
 - Pada filter dengan kapasitor 2,5 uf nilai THD nya sebesar 26,13%.
4. Dari hasil pengujian filter ini, hanya filter dengan kapasitor 1,5 uf yang dapat mengurangi harmonisa sebesar 8,12%, sedangkan kapasitor 1,2 uf mengalami pengurangan sebesar 4,03% dan kapasitor 2,5 uf sebesar 6,79%.
5. Pada penelitian ini tidak hanya nilai kapasitor yang berpengaruh, tapi nilai pada inductor juga berpengaruh pada kinerja filter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Nugroho,cahyo,febrianto.2017.”PENGUNAA N FILTER PASIF UNTUK MEREDUKSI HARMONISA AKIBAT PEMAKAIAN MESIN LAS.” Program studi teknik elektro,falkutas teknik,universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [2] Rushikant, Birajdar.,Sajeed, Mulia, and Jagdish, Shete. 2017.”Design of Low Pass and Notch Filter Using Microstrip Lines.” International Conference on Communication and Signal Processing, April 6-8, 2017, India.
- [3] Subari, Arkan., saiful, Manan. “Perencanaan Filter Pasif Untuk Meningkatkan Kualitas Daya Listrik Diploma III Fakultas Teknik UNDIP.” Program Studi Diploma III Teknik Elektro Falkutas Teknik Universitas Diponegoro.
- [4]Gadekar,Snehal.,Namrata,Kulkarni.,Mhetre,Miss .Sheetal.,P.E.S.,Kukarni.,Prof.H.H.2015. “Design and Development of Passive Filter and Comparative Study of Simulation Results of Passive and Active Filter.” 2015 International Conference on Energy Systems and Applications.,Dr.D.Y. Patil Institute of Engineering and Technology, Pune, India 30 Oct - 01 Nov, 2015.