

## REDUKSI HARMONIK DENGAN *COMMON MODE* PADA INVERTER 500 WATT

Muhirno<sup>1</sup>, Agus Setiawan<sup>2</sup>, Nurkahfi Irwansyah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang  
<sup>1,2,3</sup>Jalan Raya Puspiptek, Buaran, Serpong, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

<sup>1</sup>*muhir2001@gmail.com*

<sup>2</sup>*dosen00935@unpam.ac.id*

<sup>3</sup>*dosen001318@unpam.ac.id*

### INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 24-05-2024  
revisi : 31-05-2024  
diterima : 04-06-2024  
dipublish : 30-06-2024

### ABSTRAK

Agar tidak terputus dengan sumber energi listrik maka diperlukan sistem *backup*. Salah satunya adalah dengan sistem *charging* disaat PLN menyala dan menyimpannya diakumulator untuk digunakan pada saat pemadaman oleh PLN. Namun pada saat *charging* dilakukan listrik yang disimpan ke akumulator berupa arus DC sehingga perlu diubah kembali ke arus AC yaitu dengan inverter AC to DC. Sistem inverter menggunakan *switching* yang menimbulkan harmonisa. Gangguan harmonisa bisa menyebabkan kerusakan gelombang sinusidal menjadi tidak sinusidal karena frekuensi tinggi yang merupakan kelipatan dari frekuensi fundamental. Solusi untuk mereduksi harmonik adalah dengan pemasangan filter EMI pada output inverter. Penelitian ini mengukur berapa nilai efektifitas pemasangan filter menggunakan *software* LabView 2014 pada inverter *custom low* inverter 500 W dengan beban induktif, resistif, kapasitif menggunakan *software* LabView dan instrument NI myDAQ. Hasil dari penelitian adalah diperlukan daya *stanby*/tanpa beban pada filter EMI common mode sebesar 0,03 A pada tegangan 220VAC. Pada kondisi tanpa beban terjadi kenaikan pada THDv sebesar 0,03 dari sebelum filter 1,7% menjadi 1,739%, dan penurunan THDi 0,12 dari 1,311% menjadi 1,119%. Pada kondisi dengan beban induktif terjadi penurunan pada THDv sebesar 0,104 dari sebelum filter 1,202% menjadi 1,098%, dan THDi sebesar 0,099% dari sebelum filter 1,325% menjadi 1,226%. Pada kondisi dengan beban resistif terjadi penurunan pada THDv sebesar 0,12 dari sebelum filter sebesar 1,218% menjadi 1,09%, dan THDi sebesar 0,003 dari sebelum filter 1,144% menjadi 1,114%. Pada kondisi dengan beban kapasitif terjadi kenaikan pada THDv sebesar 0,185 dari sebelum filter sebesar 1,219% menjadi 1,404% dan mengalami penurunan pada THDi sebesar 0,035 dari sebelum filter sebesar 1,44% menjadi 1,109%.

*Kata Kunci: Filter EMI; harmonisa; inverter; LabView; reduksi*

### ABSTRACT

*In order not to be disconnected from the electrical energy source, a backup system is needed. One way is to use a charging system when PLN is on and storing it in an accumulator for use during a PLN blackout. However, when charging, the electricity stored in the accumulator is in the form of DC current, so it needs to be converted back to AC current, namely with an AC to DC inverter. The inverter system uses switching which creates harmonics. Disturbances in the electric power system caused by wave and current distortion are called harmonics. Harmonics can cause sinusoidal waves to become less sinusoidal, caused by high frequency waves which are multiples of the fundamental frequency. To reduce harmonics, install an EMI filter at the inverter output. This research measures the effectiveness of installing a filter using Labview 2014 software on a 500 W custom low inverter with inductive, resistive and capacitive loads using Labview software and the NI myDAQ instrument. The results of the research are that the standby/no-load power required for the common mode EMI filter is 0.03 A's at a voltage of 220VAC. In no-load conditions there was an increase in THDv of 0.03 from before the filter 1.7% to 1.739%, and a decrease in THDi of 0.12 from 1.311% to 1.119%. In conditions with inductive loads, there was a decrease in THDv by 0.104 from before the filter 1.202% to 1.098%, and THDi by 0.099% from before the filter 1.325% to 1.226%. In conditions with resistive loads, there was a decrease in THDv of 0.12 from before the filter of 1.218% to 1.09%, and THDi of 0.003 from before the filter of 1.144% to 1.114%. In conditions with capacitive load, there was an increase in THDv of 0.185 from before the filter of 1.219% to 1.404% and a decrease in THDi of 0.035 from before the filter of 1.44% to 1.109%.*

*Keywords: EMI filter; harmonics; inverter; LabView; reduction*

### PENDAHULUAN

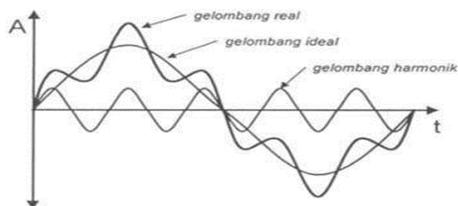
Pada proses konversi dari DC ke AC pada inverter menggunakan sistem *switching* pada mosfet maka akan menyebabkan timbulnya harmonisa yang dapat menyebabkan panas berlebih di trafo *step up* (Suartika, 2016). Timbulnya harmonisa yang akan berimbas ke alat elektronik yang peka terhadap perubahan gelombang, misalnya televisi, komputer, alat kontroller. Timbulnya gejala gelombang yang berfrekuensi tinggi atau biasa disebut harmonisa. Untuk meredam agar tidak keluar ke instalasi atau dari instalasi agar tidak masuk ke sistem inverter maka perlu diberi rangkaian filter EMI (*Elektromagnetic Interference*) (Blooming, & Carnovale, 2006; Burlaka,

Gulakov, Podnebennaya, & Kudinova, 2020). Salah satu akibat gangguan permasalahan *electromagnetic compability* (EMC) adalah terjadinya gangguan secara internal maupun eksternal yang dapat merusak komponen elektromagnetik lain, bahkan ledakan pada peralatan (Ahmad et al., 2019).

### TEORI

Gangguan pada sistem tenaga listrik yang diakibatkan oleh distorsi gelombang dan arus disebut harmonisa. Harmonisa bisa menyebabkan kerusakan gelombang sinusidal menjadi tidak sinusidal lagi yang disebabkan oleh gelombang frekuensi tinggi yang merupakan kelipatan dari frekuensi fundamental (Aini & Mar'i, 2021) Gelombang ideal ditambah gelombang

Harmonik menjadi gelombang Real. Idealnya bentuk gelombang tegangan dan arus yang tidak mengandung harmonisa adalah gelombang yang hanya mempunyai satu frekuensi dasar saja. (frekuensi 0 Hz untuk tegangan dan arus DC, dan frekuensi 50/60 Hz untuk tegangan dan arus AC)



Gambar 1. Gelombang fundamental dengan gelombang harmoniknya

### Jenis-jenis harmonisa

Harmonisa berdasarkan urutan atau orde dibedakan menjadi harmonisa ganjil yaitu harmonisa ke 1, 3, 5, 7 dan seterusnya, dan harmonisa genap yaitu harmonisa 2, 4, 6, 8 dan seterusnya.

### Sumber-sumber harmonisa

Harmonisa dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu:

a. Beban linier

Beban yang memberikan keluaran linier, yaitu arus yang mengalir sebanding dengan impedansi dan perubahan tegangan.

b. Beban non linier

Beban yang bentuk keluarannya tidak sebanding dengan tegangan dalam setengah siklus sehingga bentuk keluarannya tidak sama dengan gelombang masukannya,

Dampak dari adanya harmonisa yang berlebih dapat menimbulkan diantaranya, panas berlebih yang dapat merusak isolasi, menurunkan faktor daya, menurunkan daya mampu (kapasitas) pada trafo step up pada inverter.

### Parameter harmonisa

Total Harmonic Distortion (THD)

adalah perbandingan antara nilai RMS dari seluruh komponen harmonisa terhadap nilai RMS dari fundamental. THD biasanya dinyatakan dalam bentuk presentase (%THD). Nilai THD ini akan digunakan untuk mengukur besarnya penyimpangan dari bentuk gelombang periodik yang mengandung harmonisa dari gelombang sinusoidal murninya. Untuk gelombang sinusoidal sempurna nilai THD-nya adalah 0%, sedangkan untuk menghitung THD dari arus dan tegangan yang mengalami distorsi adalah dengan menggunakan persamaan (Ahmad et al., 2019) THD untuk gelombang arus,

$$THDi = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan THDi adalah Total Harmonic Distortion arus (%),  $I_n$  adalah nilai arus harmonisa (A),  $I_1$  adalah nilai arus fundamental (A) dan  $n$  adalah komponen harmonisa maksimum yang diamati. THD untuk gelombang tegangan,

$$THDv = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}}{V_1} \times 100\% \quad (2)$$

Di mana THDv merupakan Total Harmonic Distortion tegangan (%),  $V_n$  adalah nilai tegangan harmonisa (V),  $V_1$  adalah nilai tegangan fundamental (V) dan  $n$  adalah komponen harmonisa maksimum yang diamati. Sedangkan untuk pengujian dilakukan 10 kali sehingga diambil nilai rata-ratanya dengan persamaan

$$\bar{X} = \frac{n_1 + n_2 + \dots + n_{10}}{n} \quad (3)$$

Dengan  $\bar{X}$  adalah rata – rata hitung dari banyak data  $n$ .

### Standar Harmonisa Arus dan Tegangan

Pada Tabel 1 diberikan batasan distorsi yang diperbolehkan oleh standar IEEE.

**Tabel 1.** Total Harmonic Distortion IEEE Standard 19-1992

Batasan Distorsi Harmonisa Arus $V_n \leq 66 \text{ Kv}$						
Distorsi Harmonisa Arus Maksimum dalam persen $I_L$						
$I_{a0}/I_L$	Orde Harmonisa Individu "h" Harmonisa Ganjil					Total Harmonic Distortion (THD)
	$H < 11$	$11 \leq h \leq 17$	$11 \leq h \leq 23$	$11 \leq h \leq 25$	$3 \leq h$	
< 20	4,0 %	2,0 %	1,5 %	0,6 %	0,3 %	5,0 %
20 – 50	7,0 %	3,5 %	2,5 %	1,0 %	0,5 %	8,0 %
50 – 100	10,0 %	4,5 %	4,0 %	1,5 %	0,7 %	12,0 %
100 - 1000	12,0 %	5,5 %	5,0 %	2,0 %	1,0 %	15,0 %
>1000	1,0 %	7,0 %	6,0 %	2,5 %	1,4 %	20,0 %
66 Kv < $V_n$ < 150 Kv						
$I_{a0}/I_L$	Orde Harmonisa Individu "h" Harmonisa Ganjil					THD
	$H < 11$	$11 \leq h \leq 17$	$11 \leq h \leq 23$	$11 \leq h \leq 25$	$3 \leq h$	
< 20	2,0 %	1,0 %	0,7 %	0,3 %	0,1 %	2,5 %

## METODOLOGI

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah perancangan obyek penelitian berupa sebuah sistem inverter DC to AC dengan bagian keluaran inverter dipasang filter EMI *common mode* (Haghdar, 2020; Kim et al., 2020; Kim et al., 2018). Metode ini meliputi perancangan *hardware* sistem konversi energi DC to AC. Pendalaman materi untuk menjelaskan keluaran inverter terhadap total harmonik distorsi (THD) terhadap beban induktif, beban resistif, beban kapasitif sebelum dan sesudah dipasang filter EMI (Dermawan & Rahman, 2018; Juhana & Rozak, 2022).

Penelitian dimulai dengan tahap perencanaan meliputi perumusan masalah dan perencanaan judul, kemudian tahap persiapan meliputi studi literatur dan persiapan alat dan bahan, lalu ke tahap perancangan sistem yaitu perancangan skema inverter, perancangan filter EMI dan pembuatan skema alat ukur menggunakan *software* LabView 2014 (Nur Rifah, 2022). Kemudian dilanjutkan ke tahap pengujian untuk mendapatkan hasil dan menganalisisnya lalu ke tahap terakhir membuat laporan.

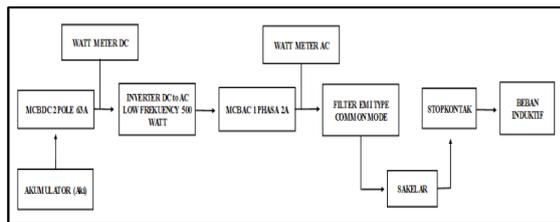
Dalam perancangan sistem yang digunakan antara lain:

1. Akumulator (aki) sebagai sumber listrik DC.
2. Inverter low frekuensi 500 W untuk mengkonversi arus DC menjadi arus AC.
3. Filter EMI jenis pasif common mode, dimana filter ini hanya akan mereduksi nilai harmonisa pada satu orde atau frekuensi kerjanya (Nur Rifah, 2021). Filter pasif yang bertujuan memperbaiki bentuk tegangan sehingga total distorsi harmonisa dapat direduksi sebaik mungkin (Irza, Susanto & Kurniawan, 2015).
4. Motor listrik sebagai beban induktif.
5. Solder 30 W dan lampu pijar 50 W sebagai beban resistif.
6. Kapasitor sebagai beban kapasitif.
7. Sensor arus sebagai sensor arus pada output inverter.
8. Sensor tegangan trafo step-down sebagai sensor tegangan di output inverter.
9. Laptop sebagai alat untuk membuka aplikasi Labview dan mengoperasikan NI myDAQ.
10. NI myDAQ yang berbasis aplikasi LabView yang untuk mengakses perangkat lunak untuk membaca dan menjalankan eksperimen dan simulasi.
11. LabView untuk melihat langsung hasil rekayasa secara terintegrasi dari pemrosesan sinyal sensor-sensor yang dipasang.

## Perancangan sistem

Pada Gambar 2 diberikan diagram blok perancangan sistem. Perancangan terdiri atas akumulator (AKI) sebagai sumber energi listrik. AKI terhubung dengan MCB DC 2 *pole* sebagai proteksi dan pembatas arus DC yang melewatinya. Selanjutnya diteruskan ke inverter DC to

AC sebagai pengkonversi tegangan DC menjadi tegangan AC yang terukur oleh Watt meter DC untuk mengetahui besaran arus dan tegangan DC yang masuk ke inverter. Selanjutnya keluaran inverter yang sudah berupa arus AC akan menuju MCB 1 fasa yang berfungsi sebagai proteksi dan pembatas arus AC yang melewatinya.



Gambar 2. Perancangan sistem

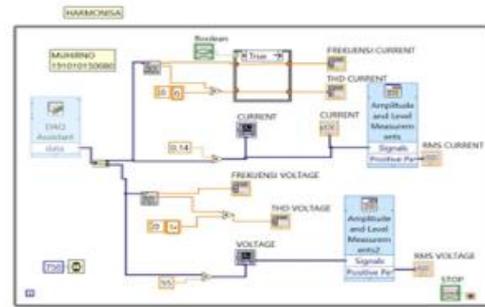
Untuk melihat besaran arus, tegangan, daya dipasang Watt meter setelahnya. Berikutnya filter EMI yang berfungsi sebagai filter keluaran agar sinyal menjadi bersih dan bebas distorsi. Dilanjutkan menuju sakelar yang berfungsi untuk mematikan dan menghidupkan aliran listrik menuju stop kontak yang fungsinya untuk menghubungkan sumber listrik ke beban induktif. Rancangan sistem diilustrasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil rancangan sistem

### Perancangan alat ukur menggunakan software LabView

Diagram blok adalah gambaran dari sistem yang dirancang, diberikan pada Gambar 4.

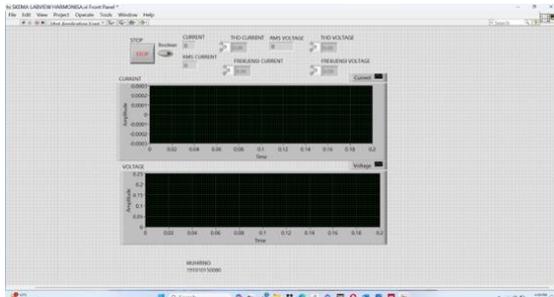


Gambar 4. Diagram blok LabView

Cara kerja blok diagram pada Gambar 4 adalah:

1. Inverter DC to AC dihidupkan dengan memasang sumber listrik dari baterai, lalu MCB DC di-ON-kan, lalu sakelar inverter di-ON-kan, kemudian MCB AC di-ON-kan.
2. Power listrik dari keluaran inverter sebesar 220 VAC dihubungkan ke beban.
3. Pemasangan sensor arus:
  - a. Fasa pada output inverter sebelum filter dipasang CT sensor arus dengan memasukkan kabel konduktor ke dalam cincin CT sensor.
  - b. Output kabel pada CT sensor dihubungkan ke NI-USB 6008 ke Analog Input (AI) pada pin 0+ dan 0
4. Pemasangan sensor tegangan:
  - a. Fasa output inverter sebelum filter EMI dihubungkan secara paralel ke input trafo pin 3 V.
  - b. Netral keluaran inverter sebelum filter EMI dihubungkan secara paralel ke input trafo pin 0.
  - c. Output trafo sensor pin 3 V dihubungkan ke 1+, pin 0 dihubungkan ke 1- pada NI-USB 6008 pada analog input (AI).
5. USB pada NI-USB 6008 dihubungkan ke USB laptop.
6. Setelah selesai penyambungan, inverter dihidupkan lalu program di-run dan kemudian akan keluar hasil

harmonisa, RMS *voltage*, RMS *current* pada masing – masing beban yang terpasang sensor pada front panel LabView seperti pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Front panel LabView

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pertama dilakukan tanpa beban listrik yang bertujuan untuk mengetahui apakah rancangan sistem sudah sesuai dengan rencana yaitu inverter sudah berfungsi dengan baik sebagai pengkonversi masukan sumber energi listrik DC menjadi keluaran sumber energi AC. Karakteristik dari listrik AC memiliki bentuk sinyal sinusoidal, frekuensi sudah 50Hz, tegangan 220 V – 240 V. Tegangan dari akumulator (AKI) berada pada level aman sebesar 12,50 VDC, dengan *Deep Off Discharging (DOD)* 50% yaitu sebesar 12,2 V sesuai dari data sheet jenis baterai VRLA. Ilustrasi pengujian ini diberikan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Pengujian tanpa beban

### Pengujian menggunakan beban induktif

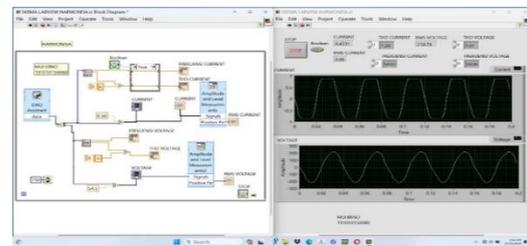
Pengujian sesudah filter EMI dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai THD keluaran inverter setelah dipasang

filter EMI dengan beban induktif berupa pompa merk panasonic 125 W. Ilustrasi pengujian ini diberikan pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Pengujian dengan beban induktif

Adapun pengujian menggunakan LabView dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Hasil pengujian menggunakan LabView

Pada Gambar 8 gelombang sinus terlihat halus dengan tegangan 218,78VAC dan THDv sebesar 1,07% dan THDi sebesar 1,20% dan masih di bawah batas maksimal THD yaitu 5%. Pengujian dan pengambilan data dilakukan sebanyak 10 (sepuluh) kali dengan interval 1 menit, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Beban Induktif

MENIT KE-	THDv (%)	THDi (%)	RMS VOLTAGE (V)	RMS CURRENT (A)
1	1,03	1,17	219,29	0,86
2	1,02	1,21	220,54	0,86
3	1,07	1,20	218,78	0,86
4	1,05	1,24	218,19	0,86
5	1,04	1,26	218,16	0,86
6	1,50	1,19	220,96	0,86
7	1,07	1,28	219,42	0,86
8	1,02	1,28	220,16	0,86
9	1,15	1,19	218,97	0,86
10	1,03	1,24	218,62	0,86
n = 10	$\bar{X} = 1,09$	$\bar{X} = 1,23$	$\bar{X} = 219,31$	$\bar{X} = 0,86$

Pada Grafik 2 terlihat THD tegangan naik signifikan pada menit ke- 6 dengan nilai 1,5% namun masih dibatas aman tidak melebihi standar yaitu 5%, dan THD arus cenderung naik turun antara 0,01 –

0,09 dan nilai tertingginya masih pada batas aman yaitu 1,28% pada menit ke 7 dan 8. Adapun nilai rata-rata dari pengambilan data dengan beban induktif setelah filter EMI adalah:

$$\begin{aligned} \text{THDv: } \bar{X} &= \frac{n1+n2+\dots+n10}{n} \\ &= \frac{10,98}{10} \\ &= 1,098\% \end{aligned}$$

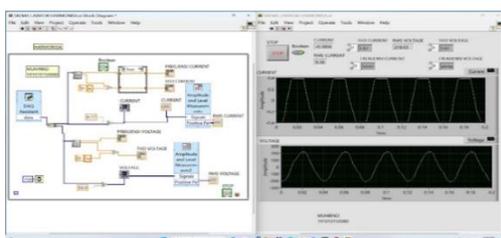
$$\begin{aligned} \text{THDi: } \bar{X} &= \frac{n1+n2+\dots+n10}{n} \\ &= \frac{12,26}{10} \\ &= 1,226\% \end{aligned}$$

### Pengujian dengan beban resistif



Gambar 9. Pengujian dengan beban resistif

Pengujian dengan beban resistif pada Gambar 9, dilakukan dengan pemasangan sensor dipasang sesudah filter EMI, sensor arus dipasang pada kabel fasa (L) dan sensor arus dipasang paralel pada kabel L dan Neutral (N) dan output kedua sensor masuk ke Analog Input (AI) pada NI myDAQ.



Gambar 10. Pengujian pada LabView

Pada Gambar 10 gelombang sinus terlihat halus, tegangan 218,63VAC dan Arus

0,38 A. Pengujian dilakukan sebanyak 10 (sepuluh) kali dengan interval 1 menit.

Tabel 3 Pengujian dengan beban resistif

MENIT KE-	THDv (%)	THDi (%)	RMS VOLTAGE (V)	RMS CURRENT (A)
1	1,07	1,07	218,63	0,38
2	1,16	1,08	219,74	0,38
3	1,19	1,19	220,57	0,38
4	1,09	1,11	219,09	0,38
5	1,03	1,12	219,83	0,38
6	1,07	1,09	219,20	0,38
7	1,09	1,13	219,23	0,38
8	1,07	1,16	220,02	0,38
9	1,05	1,10	220,83	0,38
10	1,08	1,09	219,36	0,38
n = 10	$\bar{X} = 1,09$	$\bar{X} = 1,11$	$\bar{X} = 219,65$	$\bar{X} = 0,38$

Pada Tabel 3 THD tegangan tertinggi pada menit ketiga dengan nilai 1,19% dan terendah pada menit kelima dengan nilai 1,03%, sedangkan THD arus tertinggi pada menit ketiga dengan nilai 1,9% dan terendah pada menit kelima dengan nilai 1,03% dan keduanya masih direntang aman yaitu kurang dari 5%. Adapun nilai rata-ratanya adalah:

$$\begin{aligned} \text{THDv: } \bar{X} &= \frac{n1+n2+\dots+n10}{n} \\ &= \frac{10,98}{10} \\ &= 1,09\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{THDi: } \bar{X} &= \frac{n1+n2+\dots+n10}{n} \\ &= \frac{11,14}{10} \\ &= 1,114\% \end{aligned}$$

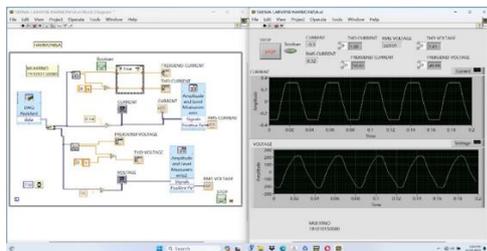
### Pengujian dengan beban kapasitif

Pengujian selanjutnya adalah dengan beban kapasitif sesudah filter EMI berupa kapasitor merk Michicon 400/450VAC, 5 $\mu$ F,  $\pm$ 10%, 50/60Hz. Proses pengujian dan pemasangan seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengujian dengan beban kapasitif

Pengujian dengan beban kapasitif sesudah filter EMI pada Gambar 11 di atas dapat dilihat pada Watt meter tegangan 220VAC dan Arus 0,32 A, pemasangan sensor arus dipasang pada kabel L dan sensor tegangan pada L dan N disambung secara paralel, output sensor dihubungkan ke NI myDAQ 6008.



Gambar 12. Pengujian pada LabView

Pada Gambar 12 gelombang sinus terlihat halus, tegangan 220,01VAC, arus 0,32 A. Pengujian dilakukan sebanyak 10 (sepuluh) kali dengan interval 1 menit,

Tabel 4. Pengujian dengan Beban Kapasitif

MENIT KE-	THDv (%)	THDi (%)	RMS VOLTAGE (V)	RMS CURRENT (A)
1	1,41	1,09	220,01	0,32
2	1,48	1,11	220,69	0,32
3	1,36	1,09	221,63	0,32
4	1,35	1,12	220,12	0,32
5	1,53	1,07	219,98	0,32
6	1,49	1,05	220,05	0,32
7	1,25	1,13	220,98	0,32
8	1,32	1,09	219,51	0,32
9	1,38	1,18	219,46	0,32
10	1,47	1,16	219,12	0,32
n = 10	X = 1,4	X = 1,11	X = 220,16	X = 0,32

Pada Tabel 4 didapatkan nilai THD tegangan tertinggi pada menit kelima dengan nilai 1,53% dan terendah pada menit ketujuh dengan nilai 1,25%, sedangkan THD arus tertinggi pada menit kesembilan dengan nilai 1,18% dan terendah pada menit keenam dengan nilai 1,05% dan keduanya masih direntang

aman yaitu kurang dari 5%.

Adapun nilai rata-ratanya adalah:

$$\begin{aligned} \text{THDv: } \bar{X} &= \frac{n_1+n_2+\dots+n_{10}}{n} \\ &= \frac{14,04}{10} \\ &= 1,404 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{THDi: } \bar{X} &= \frac{n_1+n_2+\dots+n_{10}}{n} \\ &= \frac{11,09}{10} \\ &= 1,109 \% \end{aligned}$$

## KESIMPULAN

Dari penelitian pemasangan filter EMI pada output 220VAC pada inverter 500 W ini ada beberapa kesimpulan, bahwa filter EMI membutuhkan daya walau tanpa beban sebesar 0,03 A pada tegangan 220VAC, pada kondisi dengan beban induktif terjadi penurunan pada THDv sebesar 0,104 dari sebelum filter 1,202% menjadi 1,098%, dan THDi sebesar 0,099% dari sebelum filter 1,325% menjadi 1,226%, pada kondisi dengan beban resistif terjadi penurunan pada THDv sebesar 0,12 dari sebelum filter sebesar 1,218% menjadi 1,09%, dan THDi sebesar 0,003 dari sebelum filter 1,144% menjadi 1,114%, pada kondisi dengan beban kapasitif terjadi kenaikan pada THDv sebesar 0,185 dari sebelum filter sebesar 1,219% menjadi 1,404% dan mengalami penurunan pada THDi sebesar 0,035 dari sebelum filter sebesar 1,44% menjadi 1,109%.

## DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, F., Yanuar Hariyawan, M., & Novita Posma, S. (2019). Perancangan Dan Implementasi Passive EMI Filter Pada Switching

- Mode Power Supply (SMPS). *Jurnal Elektro Dan Mesin Terapan*, 5(1), 29–37.  
<https://doi.org/10.35143/elementer.v5i1.2519>
- Aini, Z., & Mar'i, A. (2021). Desain Singel Tuned Filter Terhadap Harmonisa Pada Transformator Distribusi (Issue 4).
- Blooming, T. M., & Carnovale, D. J. (2006). Application of IEEE std 519-1992. *Ieee*, 1–9.
- Burlaka, V., Gulakov, S., Podnebennaya, S., & Kudinova, E. (2020). Low-Cost Online Uninterruptible Power Supply with Input Power Factor Correction and Wide Input Voltage Range. <https://doi.org/10.1109/ESS50319.2020.9160034>
- Dermawan, E., & Rahman, R. L. (2018). Analisis Pengaruh Distorsi Harmonisa terhadap Deviasi Pengukuran Energi Listrik pada kWh Meter. *Jurnal Elektrum*, 15(2), 7–16.
- Haghdar, K. (2020). Optimal DC Source Influence on Selective Harmonic Elimination in Multilevel Inverters Using Teaching–Learning-Based Optimization. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 67, 942–949.
- Irza, M. F., Susanto, E., & Kurniawan, E. (2015). Implementasi EMI filter untuk meningkatkan efisiensi dan mereduksi harmonisa pada penyearah terkendali satu fasa penuh. *eProceedings of Engineering*, 2(2).
- Juhana, & Rozak, O. A. (2022). Reduksi Harmonik pada Inverter Fasa Tiga dengan Filter Pasif. *EPIC Journal of Electrical Power Instrumentation and Control*, 5(1), 89.
- Kim, M., Lanclos, R., & Balog, R. S. (2020). A PWM Method for Single-Phase Current-Sourced High Frequency AC Link Inverter. 2020 IEEE Texas Power and Energy Conference (TPEC), 1–6. <https://doi.org/10.1109/TPEC48276.2020.9042559>
- Kim, S., Kwon, M., & Choi, S. (2018). Operation and Control Strategy of a New Hybrid ESS-UPS System. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 33(6), 4746–4755. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2017.2733019>
- Nur Rifdah, D. (2022). Rancang Bangun Alat Ukur Harmonisa Pada Sistem Tegangan 220VAC Menggunakan Perangkat Lunak LabView (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang).
- Suartika, I. M. (2016). Analisa Penanggulangan Thd ( Total Harmonic Distortion ) Dengan Filter Pasif Pada Sistem Tenaga Listrik. 1–35.