

Implementasi Filter Harmonisa Pada Gedung Elektro

Amin Labib Khalili¹, Jefri Lianda²,
Politeknik Negeri Bengkalis, Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau.
Aminlabib96@gmail.com¹, jefri@polbeng.ac.id²

Abstract

The emergence of harmonics in the 3 phase system of the electro building is done reduction of spectrum harmonics and power losses by means of harmonic filter installation. The design of harmonic filters is very important so that in reducing harmonics can be maximized. In this final project the filter used is Single Tuned Filter. The design and installation of a single tuned harmonic filter is carried out in each phase. The design concept of this filter is, after knowing the source of harmonics and large THD (Total Harmonic Distortion) by using the power quality harmonic, then made is an LC filter with a series of inductors and capacitors by using a delta relationship installed on the source 3 phase electro building. From the results of testing the tools made, the results are close to the expected results, which can reduce harmonics but cannot match the standards set due to the quality of the components used. THD in the current has changed from (IL1 44.0%), (IL2 13.2%), (IL2 27.9%) to (IL1 27.3%), (IL2 15.1%), (IL2 20.7%), and for THD at the voltage experiencing difference only VL1 and VL3 and for VL2 did not experience changes (VL1 2.2%), (VL2 2.4%), (VL2 2.2%) Be (VL1 2.4%), (VL2 2.4%), (VL2 2.4%). By reducing harmonics can improve the current waveform, so as to reduce harmonics

Keywords: Harmonics, capasitor, inductors, filter fasif.

1. PENDAHULUAN

Sistem kelistrikan industri pada umumnya menggunakan kapasitor daya untuk meningkatkan kualitas daya dan kompensasi daya reaktif. Apabila pada system kelistrikan tersebut terdapat sumber arus harmonisa seperti variable frequency drives (vfd) maka kapasitor dapat digunakan sebagai komponen filter harmonisa untuk mengurangi gangguan harmonisa merupakan permasalahan serius dalam system tenaga listrik. Akibat dari distorsi harmonisa adalah meningkatnya panas dan rugi-rugi energy pada setiap bagian peralatan dalam sistem distribusi tenaga listrik seperti taransformator, kabel serta komponen lainnya.

Penggunaan filter harmonisa bertujuan untuk mengurangi amplitude satu atau lebih frekuensi tertentu dari sebuah arus mau pun tegangan. Salah satu jenis filter harmonisa adalah filter pasif. Perencanaan filter pasif merupakan penalaan filter pada orde harmonisa tertentu untuk menekan distorsi harmonisa yang terjadi hingga berada pada nilai standar yang telah ditentukan. Berdasarkan kondisi atas, maka dalam penelitian ini dilakukan pengembangan yaitu pengambilan dan pemanfaatan harmonisanya dilakukan pada harmonisa ke-5 dan ke-7 untuk penggunaan beban inverter tiga fasa, dengan memakai metode sedikit pergeseran frekuensi dan mencoba pemasangan kapasitor secara delta *connection*. Penggunaan filter pasif untuk mereduksi harmonisa akibat pemakaian beban *non linier*. Penggunaan alat ini juga diharapkan dapat memiliki manfaat berupa kemudahan dalam mengharmonisa pemakaian daya listrik gedung elektro, untuk mengurangi *amplitude* satu atau lebih frekuensi tertentu dari sebuah arus mau pun tegangan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Simulasi pemasangan single tuned filter yang terdiri dari resistor, induktor, dan kapasitor untuk mengurangi harmonisa didapat THD arus pada masing-masing kapasitas daya mengalami penurunan yaitu sebesar 0.27 A, 1.7 A, 0.28 A, 3.05 A. Sedangkan untuk

THD tegangan juga tereduksi pada tiap variasi dayanya yakni 23,67% diperbaiki menjadi 15,87 %, 23,33% menjadi 13,93%, 22,89% menjadi 14,73% dan 22,27% menjadi 14,41% (Totok H, dkk :2018)

Perancangan dan pemasangan filter harmonisa single tuned dilakukan pada setiap fasanya. Konsep perancangan filter ini ialah, setelah mengetahui besar THD (Total Harmonic Distortion) pada bus yang terdekat dengan sumber harmonisa dan THD terbesar, maka akan dilakukan perancangan filter harmonisa pasif dengan menggunakan Metode PSO (Particle Swarm Optimization). Dengan mengkombinasi nilai kapasitor yang disesuaikan dengan daya reaktif pada sistem, maka akan didapatkan komponen filter lainnya (R dan L). Komponen tersebut akan disusun menjadi impedansi filter, impedansi ini digunakan untuk mengurangi arus injeksi harmonisa dengan cara perbandingan arus dari impedansi sistem dan impedansi filter. Hasil simulasi ini menunjukkan bahwa perancangan filter yang dipasang pada setiap fasanya dapat mengurangi harmonisa (Erlan Fajar, dkk:2013)

Perencanaan Filter Harmonisa Pada Sisi Tegangan Filter Pasif untuk Mereduksi dan Memanfaatkan Harmonisa Ke-5 dan 7 pada Beban Konverter 6 Pulsa Sebagai Sumber Energi Dengan Menggunakan Full Bridge DC-DC Converter dan Inverter (Suryono dkk: 2010) Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, bahwa penggunaan filter pasif dapat mengurangi THD pada harmonisa akibat beban non-linier yaitu rectifier 6 pulsa. THDi mengalami perubahan dari 25.24 % menjadi 4.95 %. Prosentase daya yang bisa dimanfaatkan untuk kebutuhan energi alternatif 450 VA 220 V adalah sebesar 1.985 % dari daya beban.

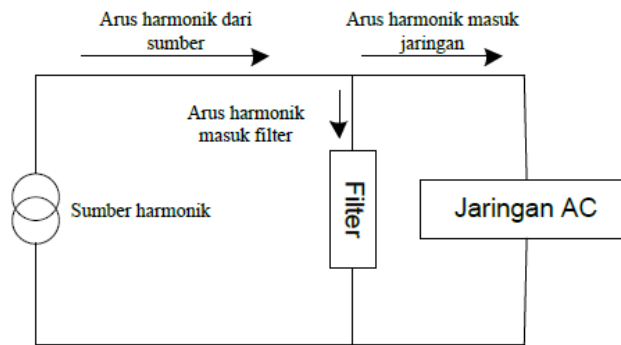
Analisis aliran daya maupun level distorsi harmonisa yang terjadi di dalam sistem kelistrikan yang mengandung sumber harmonisa, dalam perbaikan faktor daya maupun perbaikan voltage bus magnitude tidak bisa dengan menambahkan capacitor bank. Penambahan capacitor bank pada sistem kelistrikan yang mengandung harmonisa akan menyebabkan penguatan nilai dari distorsi harmonisa. Maka akan didesain filter harmonisa untuk memperbaiki permasalahan faktor daya dan voltage bus magnitude yang terjadi pada sistem kelistrikan Pabrik Semen Tuban(Willi dkk: 2012)

3. METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai sistem perancangan alat dengan konsep harmonisa kelistrikan 3 phasa pada gedung elektro. Perancangan ini terdiri dari 2 konsep utama yaitu disebut dengan perancangan *hardware*. Pada perancangan *hardware* ini meliputi sistem minimum dari filter harmonisa yang disertai, rangkaian kapasitor dan rangkaian induktor.

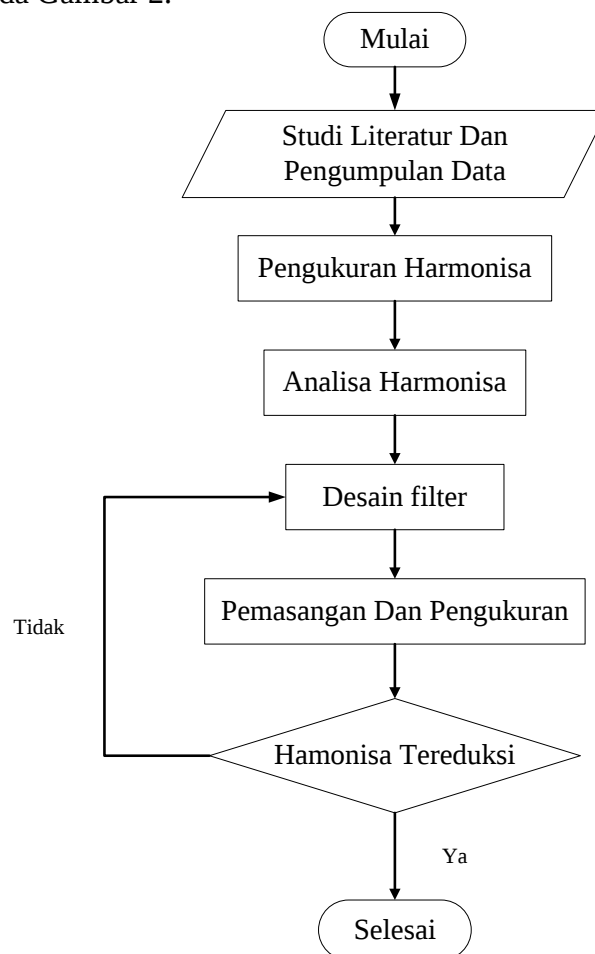
Fiter pasif sebagai filter harmonisa juga berfungsi untuk mengurangi *amplitudo* satu atau lebih frekuensi tertentu dari sebuah tegangan atau arus. Dengan penambahan filter harmonisa pada suatu sitem tenaga listrik yang mengandung sumber-sumber harmonisa, maka penyebaran arus harmonisa keseluruh jaringan dapat ditekan sekecil mungkin. selain itu filter harmonisa pada frekuensi *fundamental* dapat mengompensasi daya reaktif dan dipergunakan untuk memperbaiki sistem khususnya meredam harmonisa yang ditimbulkan oleh beban *non linier*

Perancangan sistem secara keseluruhan dapat dijelaskan seperti blok diagram pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok

Dalam merancang alat filter harmonisa pada sisi tegangan rendah untuk mengurangi harmonisa pada sistem kelistrikan gedung elektro ini akan dijelaskan menggunakan diagram alir (*flowchart*) pada Gambar 2.



Gambar 2. *Flowchart* penelitian

1. Studi literatur untuk mengumpulkan dan mencari referensi dari buku-buku, artikel, data *sheet* komponen, dan sumber internet lainnya seputar alat yang akan dirancang.
2. Pengukuran harmonisa adalah mengukur frekuensi *Total Harmonic Distortion* (THD).
3. Analisa harmonisa analisa THD dimasing-masing frekuensi.
4. Desain filter menghitung nilai L dan nilai C.
5. Pemasangan dan pengukuran filter ketika seluruh data yang dibutuhkan terkumpulkan dilanjut dengan pembuatan dan pemasangan alat menjadi satu kesatuan yang meliputi pembuatan alat dan komponen lainnya. pada tahap ini setiap komponen yang terpisah tadi

meliputi kapasitor, induktor hingga kepada *output* berupa alat ukur untuk dilihat apakah ada *error* atau tidak.

6. Harmonisa tereduksi pada tahapan ini alat diuji satu persatu untuk mengetahui *error* pada setiap komponennya. Pengujian meliputi sistem minimum kapasitor, induktor.

3.1 Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* untuk implementasi dan analisa filter harmonisa pada gedung elektro terdiri dari beberapa komponen yang dirangkai menjadi sebuah alat untuk mengurangi harmonisa, perancangan dapat dilakukan dengan beberapa langkah sebagai berikut:

1. Perancangan Kapasitor

Kapasitor adalah sebuah benda yang dapat menyimpan muatan listrik, arus harmonisa akan mengalir reaktansi yang lebih rendah. Dengan pemasangan kapasitor, arus yang frekuensi tinggi akan mengalir melalui kapasitor, karena kapasitor memiliki impedansi yang rendah pada frekuensi tinggi. Agar tegangan beban bebas harmonisa dipasang filter yang paralel dengan beban, dengan menggunakan kapasitor ini maka semua riak arus dengan frekuensi tinggi akan mengalir melewati kapasitor dan bukan ke beban.

2. Perancangan Induktor

Induktor atau dikenal juga dengan *coil* adalah komponen elektronika pasif yang terdiri dari susunan lilitan kawat yang membentuk sebuah kumparan. pada dasarnya, induktor dapat menimbulkan medan magnet jika dialiri oleh arus listrik. medan magnet yang ditimbulkan tersebut dapat menyimpan energi dalam waktu yang relatif singkat, induktor biasanya dipasang secara seri terhadap beban. dengan menggunakan induktor, arus yang mengalir melalui induktor akan sulit berubah berbanding lurus dengan besarnya L atau induktor.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan yang didapat setelah melakukan langkah-langkah perencanaan seperti : perancangan desain, perancangan alat, dan pemasangan alat pada bagian kotak yang telah di desain, pada gambar 3 adalah hasil perancangan filter harmonisa.



Gambar 3. Gambar Hasil Perancangan

Sebuah rangkaian filter harmonisa atau disebut juga dengan filter LC yang digunakan untuk mereduksi harmonisa yang dominan, filter harmonisa ini menggunakan tiga buah kapasitor dan tiga buah induktor yang dipasang dengan hubungan delta untuk melewatkan arus harmonisa yang diinginkan. Hasil pengujian dari rangkaian filter fasif ini merupakan hasil akhir dari perancangan yang telah direalisasikan. Perancangan awal akan menentukan hasil akhir dari alat yang dirancang dan dibuat. Filter pasif dipasang pada sisi sumber yang dipakai untuk melewatkan arus harmonisa agar tidak menuju ke sumber.

4.1 Pengukuran Arus Input Sebelum Pemasangan Filter Pada IL1, IL2, Dan, IL3

Pada tabel 1 dapat dilihat hasil pengukuran harmonisa arus dan THDi sebelum pemasangan filter. THDi yang paling tinggi berada di Fasa R sebesar 44,0% sedangkan yang terendah pada fasa S sebesar 13,2%.

Tabel 1. Nilai Arus Dan THDi Sebelum Pemasangan Filter

	Arus	THDi
IL1	34.14A	44.0%
IL2	120.0A	13.2%
IL3	63.4A	27.9%

4.2 Pengukuran Tegangan Input Sebelum Pemasangan Filter pada VL1, VL2, dan VL3

Pada tabel 2 dapat dilihat hasil pengukuran harmonisa tegangan dan THDv sebelum pemasangan filter.

Tabel 1. Nilai Tegangan Dan THDv Sebelum Pemasangan Filter

	Voltage	THDv
VL1	223.8V	2.2%
VL2	228.5V	2.4%
VL3	236.5V	2.6%

4.3 Daya Input Sebelum Pemasangan Filter

Besar daya *input* sebelum difilter adalah P1 6.840W, P2 26.520W, P3 13.980W untuk parameter-parameter yang lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Daya *input* sebelum difilter

DAYA INPUT					
VI2	402.2 V	VI1	233.3 V	I1	32.88 A
V23	401.8 V	V2	229.1 V	I2	119.5 A
V31	403.9 V	V3	235.1 V	I3	76.14 A
P1	6.84 KW	S1	7.62 KVA	Q1	3.30 KVAR
P2	26.52 KW	S2	27.36 KVA	Q2	6.72 KVAR
P3	17.34 KW	S3	17.88 KVA	Q3	4.32 KVAR

4.4 Arus Input Setelah Pemasangan Filter pada IL1, IL2, Dan IL3

Pada Tabel 4 dapat dilihat hasil pengukuran harmonisa arus dan THDi setelah pemasangan filter

Tabel 4. Nilai Arus Dan THDi Setelah Pemasangan Filter

	Current	THDi
IL1	68.04A	27.3%
IL2	140.0A	15,1%
IL3	93,06A	20.7%

4.5 Tegangan *Input* Setelah Pemasangan Filter pada VL1, VL2, dan VL3

Pada Tabel 5 dapat dilihat hasil pengukuran harmonisa tegangan dan THDv setelah pemasangan filter

Tabel 3. Nilai tegangan dan THDv setelah pemasangan filter

	Voltage	THDv
VL1	23.8V	2.4%
VL2	229.5V	2.4%
VL3	235.0V	2.5%

4.6 Daya *Input* Setelah Pemasangan Filter

Besar daya *input* setelah difilter adalah P1.7.020W, P2.26.460W, P3 13.98W. untuk prameter-prameter yang lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 4. Daya *input* setelah difilter

DAYA INPUT					
VI2	402.9 V	V1	233.5 V	I1	67.86 A
V23	403.5 V	V2	229.9 V	I2	140.7 A
V31	405.4 V	V3	236.6 V	I3	82.98 A
P1	7.02 KW	S1	15.84 KVA	Q1	14.16 KVAR
P2	26.46 KW	S2	32.34 KVA	Q2	18.84 KVAR
P3	13.98 KW	S3	19.62 KVA	Q3	13.74 KVAR

4.7 Peredaman Harmonisa Arus

Dari data pengujian rangkaian setelah dipasang filter fasif menggunakan power harmonic analyzer terjadi peredaman harmonisa arus pada IL1, IL2, IL3 Dan (THDi) sebesar:

Tabel 7. Perbandingan Nilai THDi Sebelum Dan Setelah Pemasangan Filter

Orde	IL1	IL2	IL3
Sebelum Difilter	44.0%	13.2%	27.9%
Sesudah Difilter	27.3%	15.1%	20.7%

1. Peredaman Pada IL1

$$\%peredaman = \frac{THDi(sebelum) - THDi(setelah)}{THDi(sebelum)} \times 100$$

$$\%peredaman = \frac{44.0 - 27.3}{44.0} \times 100$$

$$\%peredaman = 93.79\%$$

2. Peredaman Pada IL2

$$\%peredaman = \frac{THDi(sebelum) - THDi(setelah)}{THDi(sebelum)} \times 100$$

$$\%peredaman = \frac{13.2 - 15.1}{13.2} \times 100$$

$$\%peredaman = 6.622\%$$

3. Peredaman Pada IL3

$$\%peredaman = \frac{THDi(sebelum) - THDi(setelah)}{THDi(sebelum)} \times 100$$

$$\%peredaman = \frac{27.09 - 20.7}{27.09} \times 100$$

$$\%peredaman = 23.58\%$$

4.8 Peredaman Harmonisa Tegangan

Dari data pengujian rangkaian setelah dipasang filter fasif menggunakan *power harmonic analyzer* terjadi peredaman harmonisa tegangan pada VL1, VL2, VL3 Dan (THDv) sebesar:

Tabel 8. Perbandingan nilai THDv sebelum dan setelah pemasangan filter

Orde	VL1	VL2	VL3
Sebelum Difilter	2.2%	2.4%	2.2%
Sesudah Difilter	2.4%	2.4%	2.4%

1. Peredaman Pada tegangan VL1

$$\%peredaman = \frac{THDv(sebelum) - THDv(setelah)}{THDv(sebelum)} \times 100$$

$$\%peredaman = \frac{2.2 - 2.4}{2.2} \times 100$$

$$\%peredaman = -9.09\%$$

2. Peredaman Pada tegangan VL2

$$\%peredaman = \frac{THDv(sebelum) - THDv(setelah)}{THDv(sebelum)} \times 100$$

$$\%peredaman = \frac{2.4 - 2.4}{2.4} \times 100$$

$$\%peredaman = 0\%$$

3. Peredaman Pada tegangan VL3

$$\%peredaman = \frac{THDv(sebelum) - THDv(setelah)}{THDv(sebelum)} \times 100$$

$$\%peredaman = \frac{2.2 - 2.4}{2.2} \times 100$$

$$\%peredaman = -9.09\%$$

1. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil simulasi dan analisis pemasangan filter pasif sebagai upaya untuk mengurangi harmonisa pada sistem kelistrikan gedung Elektro didapat sebagai berikut:

1. Untuk pemakaian beban non linear, sebelum difilter THD arus input sebesar (IL1 44.0%), (IL 213.2%), (IL 27.9%) dan THD tegangan sebesar 16.93%. Sedangkan setelah difilter, Dan THD tegangan sebesar (VL1 2.2%), (VL2 2.4%), (VL2 2.2%). Sedangkan setelah difilter, THD arus input sebesar (IL1 27.3%), (IL2 15.1%), (IL2 20.7%) dan THD tegangan sebesar Menjadi (VL1 2.4%), (VL2 2.4%), (VL2 2.4%). Dengan mereduksi harmonisa dapat memperbaiki bentuk gelombang arus, sehingga dapat memperkecil harmonisa.
2. Dengan pemasangan filter harmonisa juga dapat mengetahui kualitas daya gedung elektro

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat dipertimbangkan dalam penelitian ini untuk pengembangan lebih lanjut dalam implementasi dan perancangan filter harmonisa pada gedung elektro sebagai berikut :

1. Untuk pengembangan selanjutnya, apabila untuk membuat rancang bangun filter harmonisa, dalam pemilihan komponen-komponen yang dibutuhkan harus sesuai dan lebih teliti.
2. Sebagai pengembangan selanjutnya diharapkan ada penyempurnaan dan modifikasi dalam pembuatan filter harmonisa.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Totok. H, Yanu. S, dan Diah. A, 2018, Filter Pasif Single Tuned LC sebagai Kompensator Harmonisa Pada Rumah Tangga Menggunakan Matlab Simulink, SETRUM Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi Komputer 7(1): 127-135
- Fajar, P, Ontoseno. P, dan Ardyono. P, 2013, Perancangan Filter Harmonisa Pasif Untuk Sistem Distribusi Radial Tidak Seimbang, Jurnal Teknik ITS
- Heri. S, 2013, Perancangan Filter Single Pasif Untuk Mereduksi Harmonisa Pada Beban Non Linier, Jurnal ELTEK 11(1)
- Suprihardi dan Yaman, 2013, Peredaman Harmonisa dan Perbaikan Faktor Daya Aplikasi Beban Rumah Tangga, Jurnal Litek 10(1): 35-42
- Willy. P, Rony. S.W dan Ontoseno. P, 2012, Evaluasi Harmonisa dan Perencanaan Filter Pasif pada Sisi Tegangan 20 kV Akibat Penambahan Beban pada Sistem Kelistrikan Pabrik Semen Tuban Jurnal Teknik ITS:B97-B102
- Suyono, Sutejo, Zaenal A., Andras A., dan Sigit P., 2010, Filter Pasif Untuk Mereduksi dan Memanfaatkan Harmonisa ke-5 dan ke-7 Pada Baban Konverter 6 Pulsa Sebagai Sumber Energi Dengan Menggunakan Full Bridge DC-DC Converter dan Inverter, Electronics Engineering Polytechnic Institute of Surabaya (EEPIS), pp. 57-63