

PEREDAMAN HARMONISA MENGGUNAKAN FILTER PASIF DI PT. WIKSA DAYA PRATAMA SURABAYA

Sulaiman Faqih¹, Aris Heri Andriawan²

Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaro 45 Surabaya 60118

Telp. +62 31 5931 800 Fax. +62 31 5992 7817

Email : sulaimanfaqih95@gmail.com

ABSTRAK

PT. Wiksa Daya Pratama Surabaya adalah perusahaan bergerak dibidang perancangan/pembuatan kendaraan listrik. Akan sangat disayangkan apabila energi listrik pada instalasi di PT. Wiksa Daya Pratama Surabaya mengandung harmonisa yang melebihi standart yang akan berakibat pada berkurangnya usia bahkan rusaknya peralatan listrik. Batas standart harmonisa internasional telah tertuang dalam IEEE 519-1992 yang menyatakan bahwa batas maksimal THD tegangan sebesar 5% dan THD arus sebesar 7%. Pada jaringan listrik di PT. Wiksa Daya Pratama Surabaya terdapat panel yang memiliki kandungan harmonisa melebihi standart yaitu pada SDP 2 Fasa R dan S, maka diperlukan tindakan peredaman dengan pemasangan filter agar mereduksi harmonisa yang muncul agar kualitas dayanya pada sistem tenaga listrik di PT. Wiksa Daya Pratama Surabaya tetap dapat digunakan tanpa ada menimbulkan efek yang merugikan. Kandungan harmonisa yang muncul pada SDP 2 Fasa R sebesar 21.383% dan Fasa S sebesar 17.82%. Desain filter yang akan digunakan untuk mereduksi harmonisa ini menggunakan filter pasif (single tuned). Spesifikasi filter yang akan di gunakan untuk meredam SDP 2 Fasa R ($C = 4.98 \mu F$, $L = 27.9 mH$, $R = 0.18 \Omega$) dan Fasa S ($C = 6.38 \mu F$, $L = 21.7 mH$, $R = 0.14 \Omega$). Setelah pemasangan filter didapatkan hasil pada SDP 2 Fasa R terjadi penurunan sebesar 52.3% dari 21.383% menjadi 10.20% dan Fasa S terjadi penurunan sebesar 44.9% dari 17.82% menjadi 9.81%.

Kata Kunci: filter pasif, harmonisa, PT. Wiksa Daya Pratama Surabaya

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peran harmonisa pada sistim tenaga listrik sendiri cukup besar, seperti pada beban yang terdapat di PT. Wiksa Daya Pratama Surabaya yang menggunakan alat elektronika. Semakin banyak penggunaan beban peralatan elektronika (beban non-linier) seperti laptop/komputer, lampu, TV, AC dan sebagainya maka akan menyebabkan arus listrik semakin mengandung harmonisa.

Efek harmonisa untuk sisi peralatan (beban) adalah peralatan listrik menjadi cepat panas bahkan rusak. Efek dari harmonisa tidak dapat dihilangkan semuanya, namun bisa dikurangi. Beberapa cara yang dapat digunakan dalam mereduksi harmonisa adalah dengan pemasangan filter pasif seperti pemasangan induktor, kapasitor, dan resistor.

Dari permasalahan tersebut dan dengan referensi terdahulu melatarbelakangi penulis untuk mengangkat judul "Peredaman Harmonisa Menggunakan Filter Pasif di PT. Wiksa Daya Pratama". Penulis akan merancang sebuah alat filter pasif yang akan dipasang pada sistem kelistrikan di PT. Wiksa Daya Pratama Surabaya untuk meredam harmonisa hingga berada pada nilai yang diperbolehkan.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Harmonisa

Harmonisa adalah gangguan yang terjadi pada distribusi listrik atau distorsi pada sebuah instalasi listrik. Pada fenomena ini terjadi perubahan bentuk gelombang dari gelombang fundamentalnya. Berdasarkan Standart dari International Electrotechnical Commission (IEC) 1000.4-11, harmonisa termasuk ke dalam Distorsi Bentuk Gelombang (Dugan, 1996).

Harmonisa dapat pula diartikan gelombang sinusoidal tegangan atau arus yang memiliki frekuensi kelipatan dari frekuensi fundamentalnya seperti (100Hz, 150Hz, 200Hz, dan seterusnya) yang dapat mengganggu suplai daya listrik pada frekuensi fundamentalnya (50Hz) sehingga arus maupun tegangan yang berbentuk sinusoidal murni akan menjadi cacat akibatkan distorsi harmonisa yang terjadi.

2.2 Filter Pasif

Filter pasif sering digunakan untuk mengompensasi kerugian daya reaktif akibat adanya harmonisa pada sistem instalasi listrik. Filter pasif dapat dipakai untuk mengatasi dan meminimalisir arus harmonisa dan untuk memperbaiki faktor daya. Rangkaian filter pasif biasanya terdiri dari komponen C, L, dan R. Komponen yang utama pada filter pasif adalah Kapasitor yang digunakan untuk memperoleh sebuah rating total tegangan serta kVar yang diinginkan. Kemudian, Induktor yang

dirancang agar mampu menahan selubung frekuensi tinggi seperti efek kulit (skin effect) dan Resistor yang digunakan sebagai resistansi (hambatan).

2.3 Spesifikasi Filter

Spesifikasi desain filter yang baik adalah filter yang mampu mereduksi pengaruh buruk yang disebabkan oleh distorsi gelombang. Untuk menghitung spesifikasi filter dapat menggunakan rumus berikut :

Menentukan nilai Kapasitor

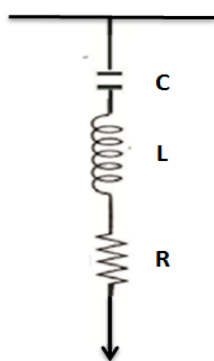
$$C = \frac{1}{2 \pi f X_c} \quad (1)$$

Menentukan nilai induktor

$$L = \frac{X_L}{2 \pi f} \quad (2)$$

Menentukan nilai resistor

$$R = \frac{X_L}{Q} \quad (3)$$



Gambar 1. Rangkaian Filter

3. DESAIN FILTER

Dalam tahapan awal yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan terjun langsung kelapangan, melakukan studi literatur dengan mengumpulkan data teori baik melalui buku atau jurnal yang dapat digunakan sebagai bahan referensi tentang materi harmonisa, pengambilan data berupa pengukuran harmonisa secara langsung yang nantinya hasil pengukuran akan dilakukan analisa serta dibandingkan dengan standar harmonisa SPLN. Dalam penelitian ini, pengambilan data dilakukan pada panel MDP dan SDP di PT. Wiksa Daya Pratama Surabaya, yang nantinya akan dilakukan analisa untuk mengetahui kandungan harmonisa dan mereduksi kandungan harmonisa yang timbul tersebut dengan cara perancangan filter pasif serta membandingkan kandungan harmonisa sebelum dan sesudah pemasangan filter pasif dengan standar harmonisa yang berlaku.

4. PENGUKURAN DAN ANALISA

Sistem kelistrikan di PT. Wiksa Daya Pratama Surabaya menggunakan transformator untuk menyuplai kebutuhan energi listrik yang ada pada perusahaan tersebut agar kegiatan pelayanan di perusahaan berjalan dengan lancar. Adapun spesifikasi transformator yang digunakan adalah sebagai berikut :

Data Spesifikasi Transformator

Buatan Pabrik	: B & D
Tipe	: Outdoor
Daya	: 100 KVA
Tegangan Kerja	: 20 KV / 400 V
Hubungan	: Yzn5
Impedansi	: 4 %
Trafo	: 1 x 3 fasa

Perhitungan Arus Hubung Singkat

Z = 4%
S = 100 kVA = 100000 VA
V = 400 V = 0.4 kV fasa – fasa

4.1 Data Pengukuran dan Analisa

Penelitian diawali dengan melakukan pengumpulan data melalui pengukuran pada panel MDP dan SDP. Data yang didapatkan selanjutnya dilakukan analisa untuk mengetahui kandungan harmonisa yang ada melebihi standart atau tidak. Dari data pengukuran dan analisa didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 1 Analisa Harmonisa Arus

MDP/ SDP	Fasa	Pengukuran THDi (%)	Standart THDi (%)	Melebihi standart atau tidak
MDP	R	5.93	15	Tidak Melebihi
	S	6.56	15	Tidak Melebihi
	T	6.48	15	Tidak Melebihi
SDP 1	R	6.72	15	Tidak Melebihi
	S	6.53	15	Tidak Melebihi
	T	6.20	15	Tidak Melebihi
SDP 2	R	21.383	20	Melebihi standart
	S	17.82	15	Melebihi standart
	T	8.8	15	Tidak Melebihi

Dari tabel analisa diatas dapat dilihat ternyata terdapat kandungan harmonisa yang melebihi standart yang terdapat pada panel SDP 2 Fasa R dan S. Sehingga diperlukan adanya peredaman pada panel tersebut agar kandungan harmonisa nya memenuhi standart yang berlaku.

4.2 Perhitungan Spesifikasi Filter

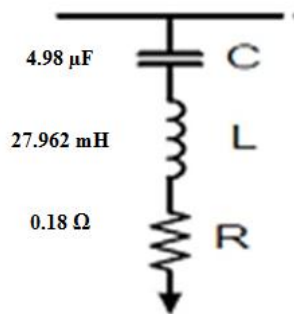
Filter yang digunakan untuk meredam/mereduksi distorsi harmonisa adalah *filter single tuned*. Untuk menghitung spesifikasi filter sebagai peredaman harmonisa ada komponen yang harus ditentukan nilainya yaitu R, L dan C.

1. Spesifikasi Filter SDP 2 Fasa R

$$C = \frac{1}{2 \pi f X_c} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 63.99} = 4.98 \mu\text{F}$$

$$L = \frac{XL}{2 \pi f} = \frac{8.78}{2 \times 3.14 \times 50} = 27.962 \text{ mH}$$

$$R = \frac{XL}{Q} = \frac{8.78}{50} = 0.18 \Omega$$



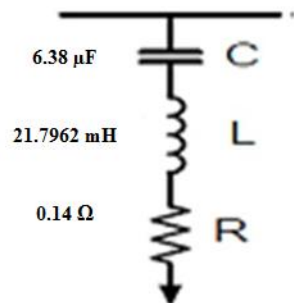
Gambar 2. Rangkaian Desain Filter Pada SDP 2 Fasa R Orde 3

2. Spesifikasi Filter SDP 2 Fasa S

$$C = \frac{1}{2 \pi f X_c} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 49.893} = 6.38 \mu\text{F}$$

$$L = \frac{XL}{2 \pi f} = \frac{6.844}{2 \times 3.14 \times 50} = 21.7962 \text{ mH}$$

$$R = \frac{XL}{Q} = \frac{6.844}{50} = 0.14 \Omega$$



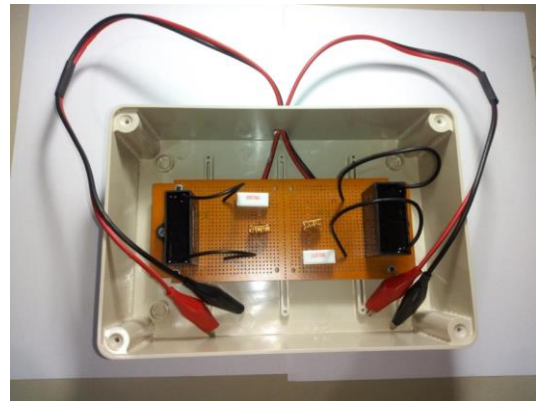
Gambar 3. Rangkaian Desain Filter Pada SDP 2 Fasa S Orde 3

4.3 Perancangan Filter

Untuk perancangan filter dibutuhkan beberapa komponen, adapun komponen yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

1. Box PCB
2. PCB Lubang
3. Kapasitor
4. Induktor
5. Resistor
6. Kabel
7. Jepitan Buaya

Setelah semua komponen terkumpul selanjutnya merangkai seri komponen tersebut seperti pada gambar dibawah.



Gambar 4. Perancangan Filter

Setelah filter selesai dirancang selanjutnya melakukan pemasangan filter tersebut pada panel yang mengandung harmonisa yaitu pada SDP 2 Fasa R dan S.

4.4 Perbandingan Harmonisa

Setelah filter terpasang selanjutnya melakukan pengukuran dan analisa kembali untuk mengetahui kandungan harmonisa setelah pemasangan filter. Dari pengukuran dan analisa setelah pemasangan filter didapatkan hasil perbandingan kandungan harmonisa sebelum dan setelah dipasang filter sebagai berikut :

Tabel 2 Perbandingan Harmonisa

Tempat	Kandungan THDi	Standart IEEE	Keterangan		
				Sebelum Pasang Filter	Sesudah Pasang Filter
SDP 2	R	21.38	10.20	15	Memenuhi
	S	17.82	9.81	15	Memenuhi

Dari tabel diatas ternyata terjadi penurunan yang signifikan pada kandungan harmonisa sebelum dan setelah pemasangan filter. Persentase peredaman dapat dihitung dengan cara berikut :

Persentase Peredaman SDP 2 Fasa R

$$\% \text{ Peredaman} = \frac{21.38 - 10.20}{21.38} \times 100 = 52.3 \%$$

Persentase Peredaman SDP 2 Fasa S

$$\% \text{ Peredaman} = \frac{17.82 - 9.81}{17.82} \times 100 = 44.9 \%$$

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dalam upaya peredaman harmonisa di PT. Wiksa Daya Pratama Surabaya, maka ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil antara lain :

1. Setelah melakukan pengukuran dan analisa data hasil pengukuran, terdapat kandungan harmonisa yang melebihi standart yaitu terdapat pada SDP 2 Fasa R sebesar 21.383% dan S sebesar 17.82%.
2. Setelah ditemukan kandungan harmonisa yang melebihi standart selanjutnya dilakukan perhitungan spesifikasi filter. Dari perhitungan didapatkan nilai filter pada SDP 2 Fasa R ($C = 4.98 \mu\text{F}$, $L = 27.962 \text{ mH}$, $R = 0.18 \Omega$) dan Fasa S ($C = 6.38 \mu\text{F}$, $L = 21.7962 \text{ mH}$, $R = 0.14 \Omega$).
3. Setelah diketahui spesifikasi filter selanjutnya melakukan perancangan filter. Komponen yang digunakan dalam perancangan filter menggunakan komponen yang ada dipasaran dengan nilai mendekati dari nilai perhitungan spesifikasi filter. Pada SDP 2 Fasa R menggunakan komponen ($C = 5 \mu\text{F}$, $L = 28 \text{ mH}$, $R = 0.22 \Omega$) dan Fasa S ($C = 6 \mu\text{F}$, $L = 22 \text{ mH}$, $R = 0.22 \Omega$).
4. Setelah filter dirancang selanjutnya filter dipasang pada panel SDP 2 Fasa R dan S. Kemudian melakukan pengukuran dan analisa kembali kandungan harmonisa setelah filter terpasang.
5. Hasil dari pengukuran selanjutnya dilakukan analisa kembali didapatkan hasil kandungan harmonisa yang tidak melebihi standart. Pada SDP 2 Fasa R terjadi penurunan sebesar 52.3% dari 21.383% menjadi 10.20% dan Fasa S terjadi penurunan sebesar 44.9% dari 17.82% menjadi 9.81%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dalam upaya peredaman harmonisa di PT. Wiksa Daya Pratama

Surabaya, maka ada beberapa saran yang dapat diberikan antara lain :

1. Permbagian peralatan elektronika (beban non-linear) harus seimbang antar fasa satu dengan fasa yang lainnya.
2. Bagi mahasiswa yang meneliti tentang peredaman harmonisa, buku ini bisa dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

PUSTAKA

- Mustamam, "Peredaman Harmonik Arus Pada Personal Computer All In One Menggunakan Passive Single Tuned Filter", Universitas Negeri Medan, Medan, 2018.
- A. Kunaifi, "Peredaman Harmonisa Menggunakan Filter Pasif Pada Gedung Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya", Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya, 2019.
 - H. N. Kumala N. dan A. Setiari, "Kajian Harmonisa Arus Pada Gedung M. Nuh Lantai 3 Politeknik Negeri Madiun", Madiun : JEECAE, 2016.
 - S. S. Wasimudin dan D. L. Hakim, "Analisis Harmonisa Tegangan Dan Arus Listrik Di Gedung Direktorat TIK", Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 2012.
 - P. Astanti, "Analisa Harmonisa Di Gedung Pasca Sarjana Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya", Surabaya, 2020.
 - H. Sugiarto, "Kajian Harmonisa Arus Dan Tegangan Listrik di Gedung Administrasi Politeknik Negeri Pontianak", Pontianak : Vokasi ISSN 16933 - 9085 , Vol. 8, No. 2, 2012.
 - S. B. Mulia, "Simulasi Gangguan Harmonisa Pada Sistem Kelistrikan Pabrik Peleburan Baja", Politeknik Engineering Indorama, Purwakarta : ELEKTRA, Vol. 2, No. 2, 2017.
 - I. M. Suartika, "Analisa Penanggulangan THD (Total Harmonic Distortion) Dengan Filter Pasif Pada Sistem Tenaga Listrik", Universitas Udayana, Bali, 2016.
 - A. H. Andriawan, "Analisis dan Simulasi Eliminasi Harmonisa dengan Shunt Active Power Filter (APF) Berbasis Neutral Point Clamped (NPC) PWM Inverter ", Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya : Jurnal Sain dan Teknologi, Vol. 7, No. 1, 2009