

Analisis Pemasangan Filter Pasif untuk Menanggulangi Distorsi Harmonisa Terhadap Beban non Linier di PT.Wisesa Group

I Wayan Wahyu Adi Merta¹, I Gusti Ngurah Janardana², I Wayan Arta Wijaya³

Abstract— PT.Wisesa Group is located at No. 199 Jalan Hayam Wuruk Denpasar, PT.Wisesa Group possessed two buildings and one warehouse building where terpasan power of 197 KVA. Almost all electrical equipment is currently based micro-electronics. Equipment of this type is a type of non-linear load. Installation of a passive filter which aims to reduce harmonics that exceeds the standard IEEE 519-1992. In this study conducted a simulation using passive filter type c using software etap, The type of non-linear load, calculate the active power (P) and calculate the load current (IL), simulation of the system before and after the use of passive filters. The analysis showed a passive filter installation cause voltage and current THD content complies with the standards specified IEEE 519-1992 is $\leq 5\%$. Power harmonic distortion at each SDP decreased. C-type passive filter placement is best to lower THD and power distortion, namely the SDP 5 because it can reduce current THD of the total of 31.32% to 3.48%.

Intisari— PT.Wisesa Group terletak di jalan Hayam Wuruk No 199 Denpasar, PT.Wisesa Group mempunyai 2 gedung dan 1 bangunan gudang dimana daya yang terpasan sebesar 197 KVA. Hampir semua peralatan listrik yang ada saat ini berbasis mikro elektronik. Peralatan jenis ini merupakan jenis beban non linier yang dapat menghasilkan harmonisa tinggi dan dapat mengganggu sistem kelistrikan. Pemasangan filter pasif yang bertujuan untuk meredam harmonisa yang melebihi standar IEEE 519-1992. Dalam penelitian ini dilakukan simulasi penggunaan filter pasif type c menggunakan software etap, jenis beban non linear, perhitungan daya aktif (P) dan arus beban (IL), simulasi pada sistem sebelum dan sesudah penggunaan filter pasif. Hasil analisis menunjukkan pemasangan filter pasif menyebabkan kandungan THD arus dan tegangan telah sesuai dengan standar IEEE 519-1992 yang ditentukan yaitu $\leq 5\%$. Daya distorsi harmonisa pada setiap SDP mengalami penurunan. Penempatan filter pasif type c yang terbaik untuk menurunkan THD dan distorsi daya yaitu pada SDP 5 karena dapat menurunkan THD arus terbesar yaitu 31,32 % menjadi 3,48 %.

Kata kunci— Harmonisa, Distorsi Harmonisa, Beban Non Linier, Filter Pasif Type C

¹Mahasiswa, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80361 INDONESIA (Hp: 082247559892; e-mail: wahyuadi_merta@yahoo.com)

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jalan Kampus Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (tel: 0361-703315; fax: 0361-4321; e-mail: janardan@unud.ac.id, artawijaya@ee.unud.ac.id)

Peningkatan pengoprasian beban-beban non linier signifikan dengan timbulnya distorsi pada sistem daya. Pada sistem tiga fasa elemen elemen non linier akan menimbulkan harmonisa pada rangkaian dan mengakibatkan beban menjadi tak seimbang yang di sebabkan oleh perbedaan nilai fasa R,S,T[1]. Peralatan elektronik yang digunakan untuk menunjang fasilitas seperti AC (*Air Conditioner*), TV, lampu *daylight* PLC, alat-alat music, pralatan medis dan lain sebagainya yang dikategorikan sebagai beban nonlinier. Hasil pengukuran THD_I didapatkan sebesar 26,8 % yang berarti melebihi nilai standar IEEE 519-1992 yang telah ditentukan yaitu sebesar $\leq 15,0\%$. Pengukuran THD_V sebesar 2,3 %, dimana kondisi tersebut masih memenuhi standar maksimum THD_V sebesar $\leq 15\%$, menurut IEEE Standard 519-1992, untuk mengetahui standar batas maksimum THD_i pada *utility*, maka harus diketahui terlebih dahulu rasio hubung singkat (SC_{ratio}). Filter harmonisa merupakan suatu teknologi elektronika daya untuk menghasilkan komponen arus spesifik yang bertujuan untuk meredam arus harmonisa yang dihasilkan oleh beban non linier. Jenis filter yang digunakan dalam penelitian ini merupakan filter pasif type c, dimana filter pasif type c tidak ada rugi-rugi daya fundamental, di reting VAR dan juga tepat untuk memfilter harmonisa rendah maupun tinggi[1], [2].

II. HARMONISA

Berdasarkan Standart IEC (International Electrotechnical Commission) 1000.4-11, harmonisa bisa digolongkan kedalam distorsi bentuk-bentuk gelombang[3], karena adanya perubahan bentuk gelombang dari gelombang dasarnya. Harmonisa adalah tegangan dan arus sinusoidal yang mempunyai kelipatan frekuensi sistem tenaga listrik sebagaimana yang dirancang untuk beroperasi di frekuensi 50 Hz atau 60 Hz. Ada empat sebab dasar yang menyebabkan terjadinya harmonisa, yaitu[4]:

1. Sumber arus dan tegangan non sinusoidal dan elemen-elemen rangkaian (resistor, induktor, dan kapasitor) adalah linier (*independent*),
2. Sumber arus dan tegangan sinusoidal, sedangkan elemen-elemen rangkaian mengandung elemen nonlinier,
3. Sumber arus dan tegangan non sinusoidal, sedangkan elemen-elemen rangkaian non-linier,
4. Sumber arus dan tegangan yang berupa sumber DC, sedangkan rangkaianannya mengandung elemen yang berubah secara periodik.

Ada dua criteria harmonisa yaitu distorsi harmonisa arus (THD_I) dan harmonisa tegangan (THD_V). Harmonisa juga

memiliki batasan yang akan ditentukan dengan perbandingan arus hubung singkat pada PCC (*Point of Common Coupling*), dan I_L dapat disebut arus beban fundamental. Batas harmonisa tegangan sendiri ditentukan dari besarnya tegangan sistem yang terpasang. Standar harmonisa yang diizinkan untuk arus dan tegangan berdasarkan IEEE 519-1992 sesuai dengan Tabel I dan Tabel II[4],[6].

Menurut IEEE Standard 519-1992, untuk mengetahui standar batas maksimum THD₁ pada *utility*, maka harus diketahui terlebih dahulu rasio hubung singkat (*short-circuit ratio*) agar dapat menghitung batas maksimum THD₁.

TABEL I
STANDAR HARMONISA UNTUK ARUS DAN TEGANGAN
BERDASARKAN IEEE 519-1992 [4]

Maximum Harmonik current Distortion $I_n\%I_L$						
Individual harmonic Order (Odd Harmonics)						
I_{sc}/I_L	<11	11=<h<17	17=<h<23	23=<h<35	35=<h	THD%
<20	4	2	1.5	0.6	0.3	5
20-50	7	3.5	2.5	1	0.5	8
50-100	10	4.5	4	1.5	0.7	12
100-1000	12	5.5	5	2	1	15
>1000	15	7	6	2.5	1.4	20

SC_{ratio} akan dapat dicari dengan rumus berikut :

$$SC_{ratio} = \frac{I_{sc}}{I_L} \quad (1)$$

I_{sc} (Arus hubung singkat) akan dapat dicari dengan rumus berikut :

$$I_{sc} = \frac{kVA \times 100}{\sqrt{3} \times kV \times Z (\%)} \quad (2)$$

I_L (Arus beban maksimum) akan dapat dicari dengan rumus berikut :

$$I_L = \frac{KW}{PF \cdot \sqrt{3} \cdot KV} \quad (3)$$

Keterangan:

I_{sc} : adalah Arus hubung singkat maksimum pada PCC.

I_L : adalah Arus beban maksimum.

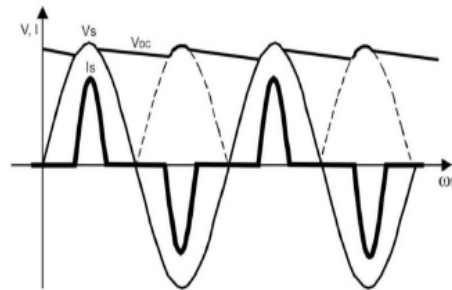
kW : adalah Total daya aktif[4],[7].

TABEL II
DISTORTION LIMITS VOLTAGE [1]

Voltage at PCC	Individual Voltage Distortion (%)	Total Harmonic Distortion THD (%)
69 kV	3,0	5,0
69 kV – 161 kV	1,5	2,5
161 kV	1,0	1,5

A. Beban Non-linier

Harmonisa akan disebabkan dengan adanya arus beban non-linier yang impedansinya tidak konstan dalam setiap periode akan tegangan masukannya dengan arus yang dihasilkan tidak bisa berbanding lurus dengan tegangan yang diperoleh. Sehingga nanti beban-beban non-linier tidak mematuhi dan mengikuti Hukum Ohm yang menetapkan arus berbanding lurus dengan tegangan yang di hasilkan[4]. Gelombang tegangan dan arus dan yang dihasilkan oleh beban non-linier maka tidak sama dan menjadi cacat (distorsi) sesuai dengan Gambar 1.



Gambar 1. Arus gelombang dan beban non-linier [5]

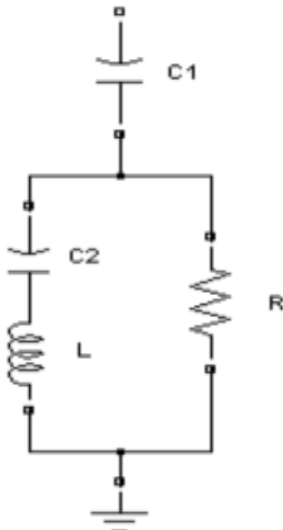
B. Pemanfaatan Filter Harmonisa

Filter harmonisa biasanya dipasang pada transformator distribusi atau panel kontrol utama. Dengan penambahan filter harmonisa pada suatu sistem tenaga listrik yang mengandung sumber-sumber harmonisa, maka penyebaran arus harmonisa ke seluruh jaringan dapat di tekan sekecil mungkin. Secara umum filter harmonisa ada 3 tipe, yaitu filter aktif, filter pasif dan filter hybrid[5].

C. Filter Harmonisa Pasif

Filter pasif terdiri dari induktor, kapasitor, resistor (R,L,C) dan unsur-unsur tahanan untuk meredam marmonisa. Type C filter tepat untuk digunakan karena tidak ada rugi-rugi daya fundamental, derating VAR dan juga tepat untuk memfilter pada harmonisa yang tinggi. Type C filter mempunyai dua kapasitor dengan sebuah kapasitor dihubung secara seri dengan resistor dan induktor seperti Gambar 2[5].

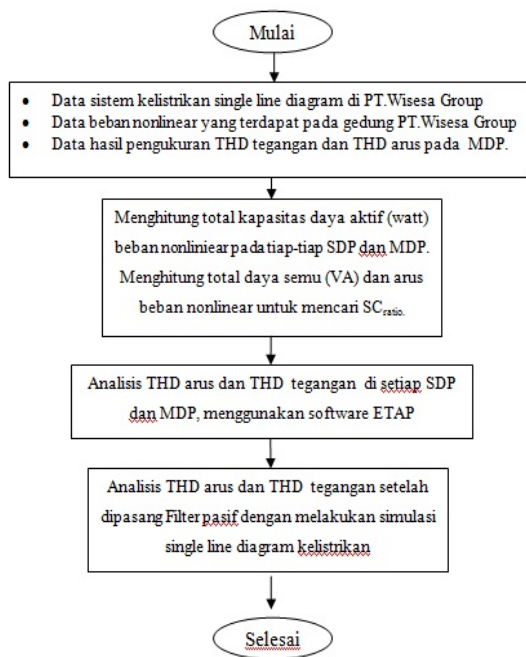




Gambar 2. Rangkaian Type-C Filter

III. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT. Wisesa Group. Alur analisis langkah penelitian sesuai dengan Gambar 3.



Gambar 3. Langkah penelitian

Tahapan dari Gambar 3 proses analisis pemasangan filter pasif untuk menanggulangi distorsi harmonisa terhadap beban non linier dapat dijelaskan sebagai berikut :

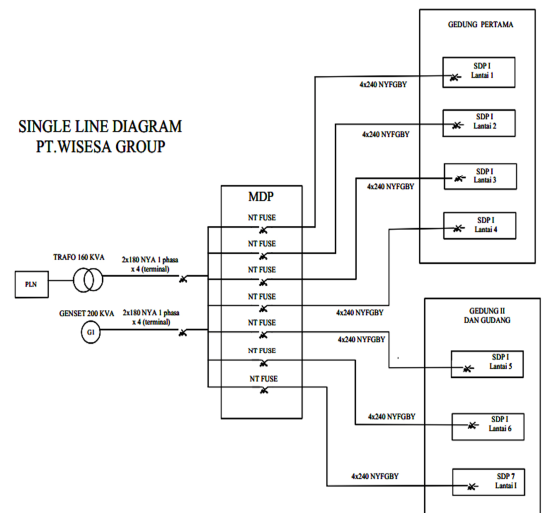
1. Pengumpulan Data sistem kelistrikan *single line diagram* di PT.Wisesa Group.
2. Pengumpulan data jumlah beban nonlinear yang terdapat pada setiap gedung dan data hasil pengukuran THD arus dan THD tegangan pada setiap panel.

3. Menghitung total kapasitas daya aktif (watt) beban non linier pada tiap-tiap panel untuk mengetahui standar batas THD (SC_{ratio}).
4. Menghitung arus hubung singkat (I_{sc}).
5. Analisis THD arus dan THD tegangan dengan melakukan simulasi menggunakan *software* ETAP.
6. Membuat model simulasi menggunakan *software* ETAP.
7. Analisis pemasangan filter pasif untuk meredam distorsi dengan menggunakan *software* ETAP.
8. Analisis hasil simulasi berdasarkan IEEE standard 519-1992.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sistem Kelistrikan

Sistem kelistrikan di PT.Wisesa Group sesuai dengan gambar single line dibawah.



Gambar 4. Single Line PT.Wisesa Group

Sistem distribusi primer di Gedung PT.Wisesa Group terbagi menjadi satu buah MDP (Main Distribution Panel), pada MDP terdapat tujuh buah SDP (Sub Distribution Panel). Pada sistem distribusi di Gedung PT.Wisesa Group terdapat satu buah transformator tenaga yang menyuplai beban-beban menuju MDP. Dari suplai PLN dengan kapasitas 197 KVA dan Genset dengan kapasitas 200 KVA yang kemudian di distribusikan ke MDP. Dari MDP, daya listrik kemudian disalurkan ke SDP yang selanjutnya disalurkan ke beban atau pemakai.

B. Pengelompokan Data Beban Non Linier pada Setiap Gedung

Beban-beban non linier yang terdapat di tiap ruang dikelompokkan terlebih dahulu berdasarkan ruang di setiap gedung. Dari data-data pembebanan listrik pada setiap ruang di Gedung PT.Wisesa Group, diketahui bahwa terdapat 1 buah MDP yang menyuplai daya listrik ke SDP 1, SDP 2, SDP 3, SDP 4, SDP 5, SDP 6, SDP 7.

C. *Data Hasil Pengukuran THD tegangan dan THD arus*

Di bawah dapat dilihat bahwa hampir semua SDP, THD_i

Hasil pengukuran tidak sesuai dengan standar yang diperbolehkan yaitu 15 % seperti pada tabel III di bawah. Sedangkan THD_v masih memenuhi standard yaitu di bawah 5%.

TABEL III
HASIL PENGUKURAN THD_i DAN THD_v DI PT.WISESA GROUP

Tempat	Phasa	Pengukuran THD _i (%) di PT.Wisesa Group	IEEE Standar 519 - 1992 THD _i (%)	KET
SDP 1	R	10,1	5.0	Tidak Standar
	S	9,4	5.0	Tidak Standar
	T	11,5	5.0	Tidak Standar
SDP 2	R	21,4	5.0	Tidak Standar
	S	20,9	5.0	Tidak Standar
	T	18,4	5.0	Tidak Standar
SDP 3	R	17,2	5.0	Tidak Standar
	S	10,7	5.0	Tidak Standar
	T	14,9	5.0	Tidak Standar
SDP 4	R	16,5	5.0	Tidak Standar
	S	14,9	5.0	Tidak Standar
	T	16,6	5.0	Tidak Standar
SDP 5	R	26,8	5.0	Tidak Standar
	S	28,3	5.0	Tidak Standar
	T	25,5	5.0	Tidak Standar
SDP 6	R	22,3	5.0	Tidak Standar
	S	29,9	5.0	Tidak Standar
	T	27,1	5.0	Tidak Standar
SDP 7	R	11,4	5.0	Tidak Standar
	S	14,8	5.0	Tidak Standar
	T	12,4	5.0	Tidak Standar

D. *Menghitung total daya aktif, daya semu dan beban non linier pada tiap-tiap SDP*

Daya aktif yang terpasang pada SDP 1 dimana phasa R: 7985 watt, S: 7523 watt, dan T: 7745 watt. Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada tiap panel, dengan menggunakan alat ukur didapatkan besar faktor daya pada sistem kelistrikan di Gedung PT.Wisesa Group yaitu 0,85.

$$\text{Daya Semu (VA)} = \frac{\text{Daya Aktif (Watt)}}{\text{Cos } \theta}$$

$$= \frac{7.985}{0,85} = 9.394 \text{ VA}$$

$$\text{Arus beban nonlinier (I}_{NL}) = \frac{\text{Daya Aktif (W)}}{\sqrt{3} \cdot V_{\text{sistem}} (V) \cdot \text{pf}}$$

diketahui pf = 0,85

$$= \frac{7.985}{323,5} = 24,64 \text{ A}$$

Kemudian dengan menggunakan metode yang sama akan diperoleh nilai daya semu dan arus beban-beban non linear pada tiap-tiap SDP lainnya dapat di lihat di tabel IV di bawah

TABEL IV
DAYA AKTIF, DAYA SEMU DAN BEBAN NON LINIER PADA TIAP-TIAP SDP

Tempat	Phasa	Daya Aktif (P)	Daya Semu (S)	Arus Beban Non Linier (I _{NL})
		Watt	VA	Ampere
SDP 1	R	7.985	9.394	24,64
	S	7.523	8.850	23,25
	T	7.745	9.111	23,94
SDP 2	R	10.133	11.921	31,32
	S	9.899	11.645	30,59
	T	10.412	12.249	32,18
SDP 3	R	4.442	5.225	13,73
	S	3.779	4.445	11,68
	T	3.887	4.572	12,01
SDP 4	R	8.441	9.930	26,09
	S	9.213	10.838	28,47
	T	8.141	9.577	25,16
SDP 5	R	9.342	10.990	28,87
	S	10.112	11.896	31,25
	T	9.326	10.971	28,82
SDP 6	R	6.667	7.843	20,60
	S	6.768	7.962	20,92
	T	6.845	8.052	21,17
SDP 7	R	2.322	2.731	7,17
	S	2.431	2.860	8,84
	T	2,112	2.490	6,52

E. *Simulasi Analisis THD_i dan THD_v*

Berikut merupakan hasil *running* simulasi THD_i dan THD_v pada sistem jaringan PT.Wisesa group menggunakan simulasi software etap.

1. *Analisis THD_i di PT.Wisesa Group*

Hasil perhitungan mengenai *short-circuit ratio* di PT.Wisesa Group maka sesuai dengan IEEE standar 519-1992. Di tabel V di bawah ini hasil *running simulasi* kandungan THD_i pada masing-masing SDP di PT.Wisesa Group.

TABEL V
PERBANDINGAN THD_i HASIL *RUNNING* MENGGUNAKAN SIMULASI DENGAN STANDAR YANG DI TETAPKAN IEEE 519-1992

Tempat	Hasil running THD _i (%) PT.Wisesa Group	IEEE Standar 519 - 1992 THD _i max (%)	KET
Gedung I			
SDP 1	8,98	5.0	Tidak Standar
SDP 2	8,98	5.0	Tidak Standar
SDP 3	8,97	5.0	Tidak Standar
SDP 4	8,97	5.0	Tidak Standar
Gedung II			
SDP 5	34,80	5.0	Tidak Standar
SDP 6	25,67	5.0	Tidak Standar
Gudang			
SDP 7	12,04	5.0	Tidak Standar



Tabel V di atas terlihat nilai THD_i pada SDP 1 dengan nilai 8,98 %, dan SDP 2 dengan nilai 8,98 %,SDP 3 dengan nilai 8,97 %, SDP 4 dengan nilai 8,97 %,dan nilai persentase THD_i terbesar terdapat di SDP 5 sebesar 34,80 %,SDP 6 sebesar 25,67%, SDP 7 sebesar 12,04 %. Masalah ini dikarenakan beban-beban non linier yang terpasang pada SDP 5, dan beban-beban setiap fasa di SDP 5 yang tidak berimbang.

2. Analisis THD_v di PT. Wisesa Group

Batas maksimum THD_v di PT. Wisesa Group menurut IEEE standar 519-1992 adalah 5,0 % karena tegangan dibawah 69 KV

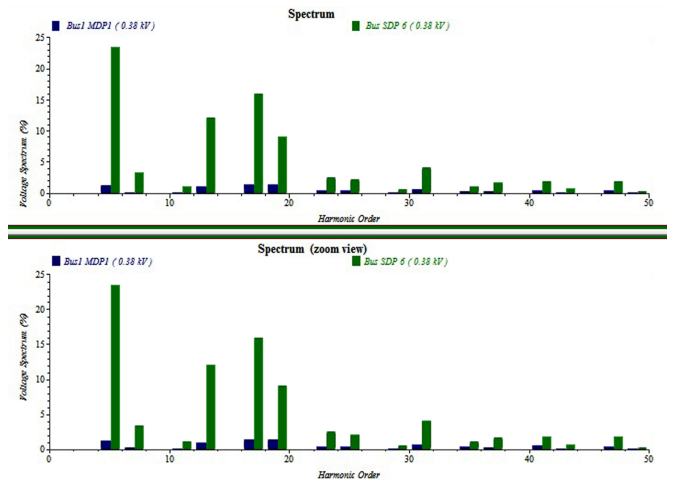
Hasil Simulasi mengeluarkan nilai SDP 1 dengan nilai 2,46 %,SDP 2 dengan nilai 2,46 %,SDP 3 dengan nilai 2,46 %, SDP 4 dengan nilai 2,46% dan SDP 5 dengan Nilai 2,46 %,SDP 6 dengan nilai 2,46 %,SDP 7 dengan nilai 2,46 % Berikut ini merupakan hasil *running* simulasi THD_v sesuai dengan tabel VI di bawah.

TABLE VI
PERBANDINGAN THD_v DENGAN HASIL *RUNNING* MENGGUNAKAN SIMULASI DENGAN STANDART IEEE 519-1992

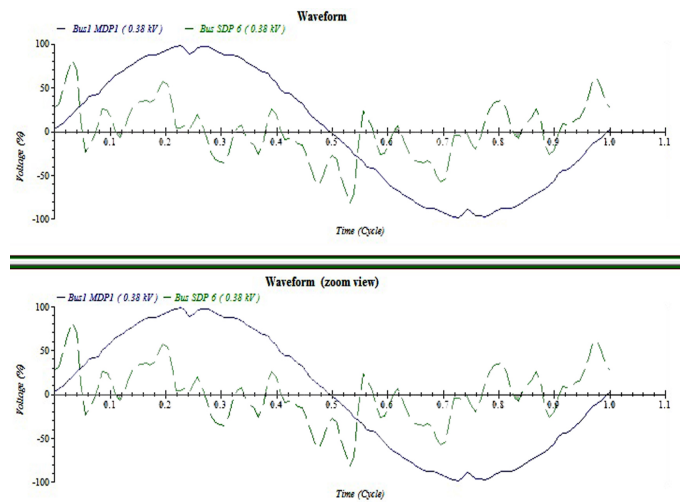
Tempat	Hasil running THD_v (%) PT. Wisesa Group	IEEE Standar 519 – 1992 THD_{vmax} (%)	KET
Gedung I			
SDP 1	2,46	5.0	Memenuhi Standar
SDP 2	2,46	5.0	Memenuhi Standar
SDP 3	2,46	5.0	Memenuhi Standar
SDP 4	2,46	5.0	Memenuhi Standar
Gedung II			
SDP 5	2,46	5.0	Memenuhi Standar
SDP 6	2,46	5.0	Memenuhi Standar
Gudang			
SDP 7	2,46	5.0	Memenuhi Standar

3. *Running Spectrum Harmonik*

Di bawah ini hasil running Spektrum harmonisa dan bentuk gelombang dari simulasi, THD_v dan THD_i , seperti gambar 5 dan gambar 6 dibawah ini:



Gambar 5. Spektrum harmonik



Gambar 6. Bentuk gelombang

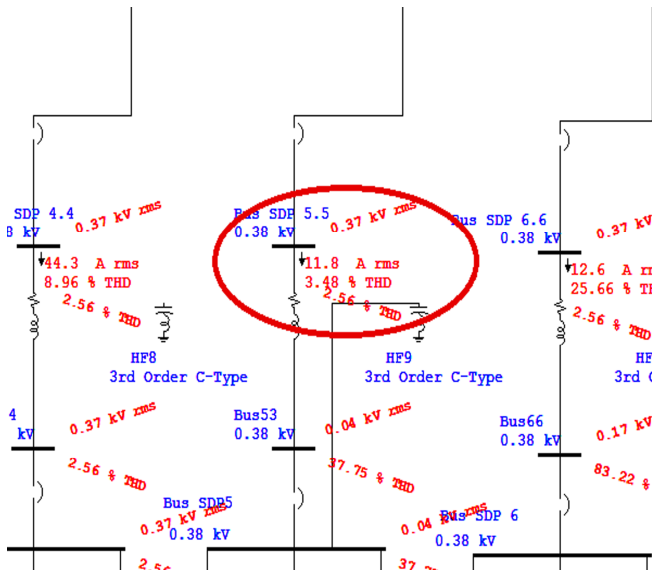
Gambar 5 dan gambar 6 menunjukkan saat jaringan distorsi terdapat beban non linier dan bentuk gelombang sinusoidal mengalami cacat gelombang atau terdistorsi. Spektrum harmonik dan gelombang di simulasikan di SDP yang terdapat kandungan harmonisa tinggi yaitu di SDP 5.

F. Analisis THD_i pada Setiap SDP dengan Menggunakan Filter Pasif

Untuk meredam distorsi harmonisa dalam sistem tenaga, maka perlu menggunakan filter harmonisa yaitu filter pasif. Filter pasif terdiri dari induktor, kapasitor, resistor (R,L,C) dan unsur-unsur tahanan untuk meredam marmonisa. Teknik filter pasif yang menggunakan double tuned filter atau Type-C filter yang memiliki impedansi yang rendah untuk arus harmonisa pada frekuensi tertentu atau frekuensi tinggi atau band-pass filters (damped filters) dapat memfilter harmonisa di atas frekuensi tertentu (frequency bandwidth).

1. Analisis Penempatan Filter Pasif Type C

Penempatan filter pasif pada permodelan sistem klistrikan di PT.Wisesa Group yang di simulasikan di SDP 5 terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil Running Penempatan Filter Pasif di SDP 5

Dapat dilihat penambahan filter pasif pada SDP 5 dapat meurunkan THD_i sebesar 31,32 %, yang sebelum di tambahkan filter sebesar 34,80 % dan setelah ditambahkan filter menjadi sesuai standar yaitu 3,48 % dimana standar THD_i di PT.Wisesa Group sebesar 5,0 %.

2. Analisis THD_i di PT.Wisesa Group Setelah di Pasang Filter Pasif

Hasil analisis THD_i sebelum dan setelah penggunaan filter pasif type c serta perbandingannya dengan Standar IEEE 152-1992 selengkapnya terlihat pada table VII.

TABEL VII
PERBANDINGAN HASIL RUNNING THD_i TANPA FILTER DAN SESUDAH TERPASANG FILTER

Tempat	Hasil running THD _i (%) Tanpa Filter	Hasil running THD _i (%) Terpasang Filter	IEEE Standar 519 - 1992 THD _i (%)	KET
Gedung I				
SDP 1	8,98	3,22	5.0	Standar
SDP 2	8,98	3,83	5.0	Standar
SDP 3	8,97	2,41	5.0	Standar
SDP 4	8,97	3,40	5.0	Standar
Gedung II				
SDP 5	34,80	3,48	5.0	Standar
SDP 6	25,67	3,30	5.0	Standar
Gudang				
SDP 7	12,04	1,59	5.0	Standar

3. Analisis THD_v di PT.Wisesa Group Setelah di Pasang Filter Pasif

I Wayan Wahyu Adi Merta: Analisis Pemasangan Filter Pasif...

Hasil analisis THD_v sebelum penggunaan filter dan setelah penggunaan filter serta perbandingannya dengan Standar IEEE 152-1992 selengkapnya terlihat pada table VIII.

TABEL VIII
PERBANDINGAN HASIL RUNNING THD_v TANPA FILTER DAN SESUDAH TERPASANG FILTER

Tempat	Hasil running THD _v (%) Tidak Filter	Hasil running THD _v (%) Terpasang Filter	IEEE Standar 519 - 1992 THD _v (%)	KET
Gedung I				
SDP 1	2,46	2,33	5.0	Standar
SDP 2	2,46	2,33	5.0	Standar
SDP 3	2,46	2,33	5.0	Standar
SDP 4	2,46	2,35	5.0	Standar
Gedung II				
SDP 5	2,46	2,56	5.0	Standar
SDP 6	2,46	2,50	5.0	Standar
Gudang				
SDP 7	2,46	2,46	5.0	Standar

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pemasangan filter pasif untuk menanggulangi distorsi harmonisa terhadap beban non linie di PT.Wisesa Group, maka simpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut:

- Kandungan THD_i di PT.Wisesa Group sebelum menggunakan filter pasif SDP1 sebesar 8,98%, SDP2 sebesar 8,98%, SDP3 sebesar 8,97%, SDP4 sebesar 8,97%, SDP5 sebesar 34,80%, SDP6 25,67%, SDP7 sebesar 12,04% yang berarti tidak sesuai standar IEEE 519-1992 yang telah ditentukan yaitu sebesar ≤ 5%. Untuk nilai THD_v di PT.Wisesa Group sebesar 2,46% dimana kondisi tersebut masih memenuhi standar maksimum THD_v IEEE 519-1992 sebesar ≤ 5%.
- Kandungan THD_i di PT.Wisesa Group setelah pemasangan filter pasif memenuhi Standar IEEE 519-1992 yang telah ditentukan yaitu sebesar ≤ 5 %.
- Penempatan filter pasif yang terbaik untuk menanggulangi distorsi pada simulasi terjadi di SDP 5, karena dapat menurunkan THD_i terbesar yaitu sebesar 31,32 % menjadi 3,48 %.

REFERENSI

[1] IEEE Std 519-1992, pp. 1–112. Apr. 1993 . *IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power System*.
 [2] Waking Antonius Ibi, Rinas I Wayan, Suwardana.2013. *Simulasi Penentuan Penempatan Filter Aktif Shunt Untuk Mendapatkan Distorsi Daya Yang terkecil di Blue Point Bay Villa & SPA*. Jimbaran: Majalah Ilmiah Teknik Elektro Universitas Udayana Vol 12.
 [3] R. C. Dugan, M. F. McGranaghan, S. Santoso, and H. W. Beaty. 2012. *Electrical Power Systems Quality, Third Edition*. McGraw Hill Professional,



- [4] Susiono. juni 2006. *Penentuan Lokasi Filter Harmonik Optimum Pada Sistem Distribusi Daya listrik*. Jimbaran : Majalah Ilmiah Teknik Elektro Universitas Udayana Vol 5.
- [5] Sunanda Wahri, Yuli Asmi Rahma. Maret 2012. *Aplikasi Filter Pasif Sebagai Pereduksi Harmonik Pada Inverter Tiga Fase*. Jurnal Ilmiah Foristek Vol 1.
- [6] Alexander, Suryajaya. 2011. *Pengaruh Total Harmonic Distortion (THD) Pada Suatu Sistem*. Semarang: Teknik Elektro Jurusan Teknologi Industri Universitas Katolik Soegijapranata.
- [7] Samman Faizal Arya, Ahmad Rizkiyanti, Mustafa Mutiah. 2015. *Perancangan Simulasi dan Analisis Harmonisa rangkian Inverter Satu Fasa*. Makasar: Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro. Universitas Hasanuddin,