

DESAIN FILTER PASIF PENALAAAN TUNGGAL UNTUK MEREDUKSI HARMONISA DI RUMAH SAKIT UMUM DAERAH TIMIKA

¹Aldi, ²Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT. ³Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D

Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia

¹aldi48013@gmail.com, ²imadewartana65@gmail.com, ³awan_uji_krismanto@lecturer.itn.ac.id

Abstrak---rumah sakit dituntut untuk memberikan pelayanan yang baik terhadap kebutuhan masyarakat untuk itu RSUD Timika dilengkapi peralatan moderen yang sebagian besar perlatan tersebut dapat menimbulkan harmonisa. Harmonisa merupakan gangguan yang terjadi dalam sistem distribusi tenaga listrik yang disebabkan adanya distorsi gelombang sehingga gelombang menjadi cacat (tidak sinusoidal). Diperlukan alat ukur power quality analyzer untuk mengetahui nilai harmonisa pada sistem kelistrikan di RSUD Timika apakah sudah sesuai standar. Pengukuran dilakukan pada panel distribusi(LVMDP) dan diketahui nilai THDi pada 8 BUS tidak sesuai standar yaitu 5% sedangkan untuk nilai THDv masih dibawah standar yaitu 5%, dalam mengatasi masalah harmonisa akan dilakukan perancangan dan penentuan lokasi pemasangan filter pasif untuk mereduksi harmonisa seminim mungkin, setelah perocbaan kedua tempat pemasangan filter, pemasangan filter pada BUS beban menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan pemasangan pada BUS distribusi, dimana pemasangan filter pada BUS beban, harmonisa dapat direduksi seminim mungkin, seperti pada BUS BL1 dimana THDi turun dari 26,2% menjadi 7,87%, Nilai THDv juga terjadi penurunan pada tiap BUS, nilai PF mendekati 100% dan daya reaktif semakin mengecil.

Kata kunci ; Harmonisa, Filter Pasif, Beban non linier

I. Pendahuluan

Secara umum peralatan yang di gunakan di rumah maupun tempat industri menggunakan komponen semi konduktor yang dirancang untuk menggunakan arus listrik secara hemat dan efisien karena arus listrik hanya dapat melalui komponen semi konduktor selama periode pengaturan yang sudah di tentukan dan operasi kerjanya menggunakan model *switching* atau bisa di bilang sebagai beban-beban *non linier*. Namun disisi lain mengakibatkan gelombang keluaran tidak sebanding dengan gelombang masukannya sehingga bentuk gelombang arus maupun tegangan tidak sama dengan gelombang masukannya (distorsi harmonisa)[1].

Penggunaan beban-beban non linier dapat menimbulkan *harmonisa*, dimana *harmonisa* merupakan suatu fenomena timbulnya gelombang dengan frekuensi tinggi yang merupakan kelipatan dari frekuensi gelombang *fundamental*, hal ini akan menimbulkan terjadinya cacat gelombang arus dan tegangan (tidak *sinusoidal*) [2]. Dampak dari *harimonisa* adalah tambahan rugi-rugi pada penghantar berupa panas yang dapat menimbulkan gagalnya sebuah sistim isolasi pada level tertentu

maupun panas berlebihan pada kawat *netral* dan transformator [3].

Perancangan dan pemasangan filter *harmonisa* diperlukan untuk mengurangi distorsi *harmonisa* seminim mungkin. Jenis filter yang digunakan adalah Filter pasif karena memiliki stabilitas yang baik dalam menahan arus besar dan tidak memiliki batasan frekuensi, filter pasif beroperasi pada bagian input dan juga terbuat dari komponen pasif yaitu resistor, induktor dan kapasitor yang dihubungkan secara seri maupun paralel, harganya juga relatif lebih murah [2].

Rumah sakit umum daerah Timika merupakan institusi pelayanan kesehatan yang dimiliki oleh pemerintah daerah. Pelayanan yang diberikan rumah sakit dituntut untuk dapat sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Untuk itu rumah sakit dilengkapi dengan peralatan moderen yang sebagian besar peralatan tersebut merupakan beban *non linier* yang dapat menimbulkan *harmonisa*.

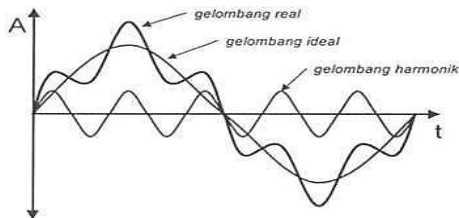
Penelitian ini akan menggunakan aplikasi Etap dengan data-data dari hasil pengukuran yang telah diperoleh dari pengukuran pada panel distribusi di RSUD Timika, kemudian akan dilakukan simulasi *loadflow analysis* dan

harmonisa analysis, dan akan dilakukan perancangan filter pada beban yang memiliki harmonisa tidak sesuai standar.

II. Tinjauan Pustaka

A. Harmonisa

Harmonisa adalah gangguan yang terjadi dalam sistem distribusi tenaga listrik yang disebabkan adanya distorsi gelombang arus dan tegangan. Distorsi gelombang arus dan tegangan ini disebabkan adanya pembentukan gelombang-gelombang dengan frekuensi kelipatan bulat dari frekuensi *fundamental*. Gelombang-gelombang ini menumpang pada gelombang frekuensi dasarnya dan terbentuk gelombang cacat yang merupakan penjumlahan antara gelombang murni dengan gelombang *harmonisa* [4]. Seperti terlihat pada gambar berikut :



Gambar 1 Gelombang *fundamental*, *harmonik*, dan penjumlahannya

B. Dampak Harmonisa

Secara khusus, efek yang ditimbulkan oleh *harmonisa* pada sistem tenaga listrik dapat dibagi menjadi efek negatif jangka pendek seperti menyebabkan kesalahan dan keakuratan pada peralatan pengukuran listrik, mengganggu peralatan pengaman dalam sistem tenaga listrik seperti *relay* serta mempengaruhi bentuk kurva *torsi* kecepatan pada mesin berputar seperti generator dan motor. Kemudian efek negatif yang bersifat *kontinu* yaitu seperti menyebabkan pemasanan pada peralatan listrik sehingga dapat menyebabkan rugi-rugi, umur mesin akan berkurang, penurunan efisiensi [6].

C. Penyebab Harmonisa

Terdapat dua jenis beban pada sistem tenaga listrik yaitu beban *linier* dan beban *non linier*. Beban *linier* memberikan bentuk gelombang keluaran *linier*. Sedangkan beban *non linier* memberikan bentuk gelombang keluaran yang tidak *linier*, sehingga gelombang keluaran arus maupun tegangannya tidak sama dengan

gelombang masukannya [7]. Beban *non linier* terdiri dari peralatan *semikonduktor* seperti dioda dan thyrisor yang ada pada peralatan converter, inverter sistem UPS, dan lain sebagainya.

D. Perhitungan Harmonisa

Besar THD untuk tegangan dan arus :

$$THD_v = \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2 + v_h^2}}{v} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

$$THD_i = \frac{\sqrt{i_1^2 + i_2^2 + i_h^2}}{i} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

Besar IHD untuk tegangan dan arus

$$IHD_v = \frac{\frac{V_h}{\sqrt{2}}}{\frac{V_1}{\sqrt{2}}} = \frac{V_h}{V_1} \dots\dots\dots (3)$$

$$IHD_i = \frac{\frac{I_h}{\sqrt{2}}}{\frac{I_1}{\sqrt{2}}} = \frac{I_h}{I_1} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- THD : Total Harmonic Distorsi
- IHD : Individual Harmonisa Distorsi
- V_h : tegangan pada orde terdistorsi
- I_h : arus pada orde terdistorsi

E. Batas Harmonisa

Harmonisa juga memiliki batasan yang akan ditentukan, Untuk standar *harmonisa* arus, ditentukan oleh rasio Isc/IL. Isc adalah arus hubung singkat yang ada pada PCC (*Point of Common Coupling*), sedangkan IL adalah arus beban *fundamental* nominal. Sedangkan untuk standar *harmonisa* tegangan ditentukan oleh tegangan sistem yang dipakai. Standar distorsi *harmonisa* tegangan dan arus berdasarkan standar IEEE 519-1992 dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan 2.2 [8].

Tabel 1 Standar *harmonisa* tegangan IEEE519_1992

Bus Voltage at PCC	IHD _v (%)	THD _v (%)
<69kV	3,0	5,0
69kV ≤ V ≤ 161kV	1,5	2,5
V ≤ 161kV	1,0	1,5

Tabel 2 Standar *harmonisa* arus IEEE519_1992

Isc/IL	<11	11-16	17-23	24-34	>34	THD _i (%)
<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

THD = Total Harmonic Distortion
 Isc = Arus hubung singkat maksimum
 IL = Arus beban maksimum

Menurut IEEE Standard 519-1992, untuk mengetahui standar batas maksimum THDI pada jaringan kelistrikan, maka harus diketahui terlebih dahulu rasio hubung singkat (SC_{ratio}) agar dapat menghitung batas maksimum THDI [9].

$$SC_{ratio} = \frac{I_{sc}}{I_L} \dots\dots\dots (5)$$

$$I_{sc} = \frac{1000 \times MVA}{\sqrt{3} \times kV} \dots\dots\dots (6)$$

$$I_L = \frac{kW}{Pf \times \sqrt{3} \times kV} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

SC_{ratio} = Rasio hubung singkat

I_{sc} = Arus hubung singkat maksimum PCC (A)

I_L = Arus beban maksimum (A)

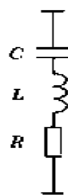
kW = Total daya aktif (Watt)

Pf = Faktor daya sistem

F. Filter *Harmonisa*

Secara umum filter *harmonisa* dalam sistem tenaga dibedakan menjadi filter pasif dan filter aktif. Filter *harmonisa* digunakan untuk mengurangi *amplitudo* satu atau lebih frekuensi tertentu dari sebuah tegangan atau arus. Dengan penambahan filter *harmonisa* pada suatu sistem tenaga listrik yang mengandung sumber *harmonisa*, maka penyebaran arus *harmonisa* keseluruhan sistem dapat ditekan sekecil mungkin. Selain itu filter *harmonisa* pada frekuensi *fundamental* dapat mengkompensasi daya reaktif dan dipergunakan untuk memperbaiki faktor daya sistem [10].

Filter pasif merupakan metode penyelesaian yang efektif dan ekonomis untuk masalah *harmonisa*. Filter pasif sebagian besar didesain untuk mengalihkan arus *harmonisa* yang tidak diinginkan dalam sistem tenaga. Tipe filter pasif yang paling umum adalah filter dengan penalaan tunggal. Filter dengan penalaan tunggal ditala pada salah satu *orde harmonisa*. Filter ini terdiri dari rangkaian seri kapasitor, induktor dan resistor (RLC) seperti pada gambar berikut [11].



Gambar 2 Rangkaian filter pasif penalaan tunggal

Perhitungan parameter komponen filter :

- a. Menentukan ukuran kapasitas kapasitor (Q_c) berdasarkan kebutuhan daya reaktif untuk perbaikan faktor daya

$$Q_c = P\{\tan(\cos^{-1} pf1) - \tan(\cos^{-1} pf2)\} \dots\dots\dots (8)$$

- b. Menentukan reaktansi kapasitor (X_c), ditunjukkan pada Persamaan

$$X_c = \frac{V^2}{Q_c} \dots\dots\dots (9)$$

- c. Menentukan Kapasitansi dari Kapasitor (C), ditunjukkan pada Persamaan

$$C = \frac{1}{2\pi f_0 X_c} \dots\dots\dots (10)$$

- d. Menentukan Reaktansi Induktif dari induktor (X_L), ditunjukkan pada Persamaan

$$X_L = \frac{X_c}{h_n^2} \dots\dots\dots (11)$$

- e. Menentukan induktansi dari induktor (L) ditunjukkan pada Persamaan

$$L = \frac{X_L}{2\pi f_0} \dots\dots\dots (12)$$

- f. Menentukan tahanan (R) dari induktor ditunjukkan pada Persamaan

$$R = \frac{X_L}{Q} \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan :

P = Beban (kW)

pf1 = Faktor daya mula – mula diperbaiki

pf2 = faktor daya setelah diperbaiki

X_c = Reaktansi kapasitif (Ω)

V = Tegangan (Volt)

Q_c = daya reaktif (VAR)

C = Kapasitansi kapasitor (Farad)

f_0 = frekwensi fundamental (Hz)

h_n = Harmonisa orde ke n

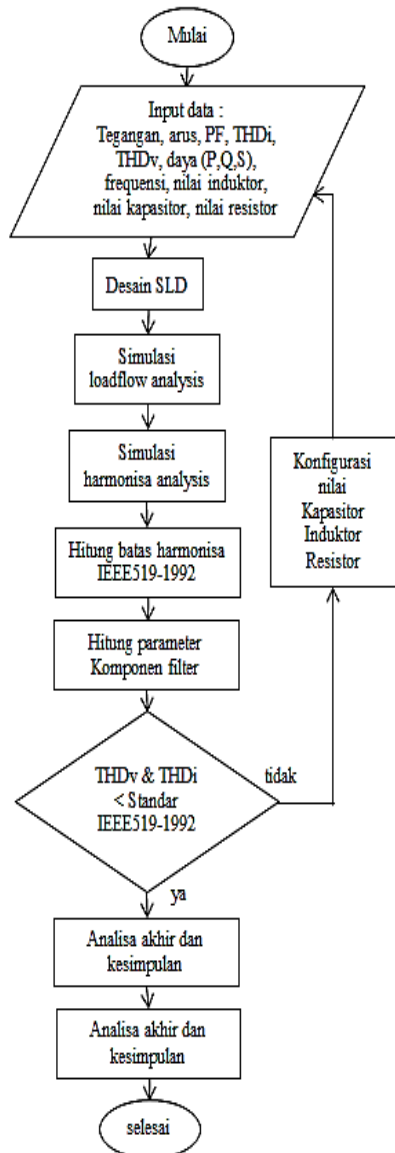
X_L = Reaktansi Induktif (Ω)

R = Tahanan dari Induktor (Ω)

Q = Faktor kualitas dari filter pasif single tuned (VAR)

III. Metode Penelitian

A. Desain pengerjaan



Gambar 3 Flowchart desain tahapan pengerjaan

B. Pengumpulan Data SLD RSUD Timika

Sumber kelistrikan di RSUD Timika di suplay oleh PLN dan untuk emergency disuplay dari 2 buah generator yang digunakan saat sumber PLN terputus.

Tabel 3 Data spesifikasi sumber listrik

Generating 1		Generator 2		PLN	
Rated power	650kVA	Rated power	350kVA	Rated power	1250kVA
Rated kV	380v	Rated kV	380V	Rated kV	380V
Phase	3	Phase	3	Phase	3
Frequensi	50Hz	Frequensi	50Hz	Frequensi	50Hz
Rated RPM	1500	Rated RPM	1500		

Kelistrikan RSUD Timika memiliki total 38 MCB pada panel distribusi dimana MCCB1 adalah MCB dari sumber generator, MCCB2 adalah sumber dari PLN dan terdapat 35 MCB yang terhubung ke beban.

Tabel 4 Data spesifikasi MCB/MCCB

No	Pabrikan	Tipe	Kurva	Pengenal
MCCB 1	compact	NS1600N	IEC60947-2	1600A, 50KA, 380/415V
MCCB 2	compact	NS1600N	IEC60947-2	1600A, 50KA, 380/415V
MCCB 3	Merlin Gerin	M20N1	IEC947-2	2000A, 55KA, 380/440V
CB1	Schneider Electric	EZC250F	IEC60947-2	80A, 18/9kA, 400/415V
CB2	Schneider Electric	EZC250F	IEC60947-2	125A, 18/9kA, 400/415V
CB3	Schneider Electric	EZC250F	IEC60947-2	125A, 36/18kA, 400/415V
CB4	Merlin Gerin	EZC100B	IEC60947-2	50A, 7,5/2kA, 380/415V
CB5	Schneider Electric	EZC100F	IEC60947-2	80A, 10/5kA, 380/415V
CB6	Schneider Electric	EZC400N	IEC60947-2	80A, 36/36kA, 380/400V
CB7	Merlin Gerin	EZC100B	IEC60947-2	50A, 7,5/2kA, 380/415V
CB8	Schneider Electric	EZC250F	IEC60947-2	160A, 18/9kA, 400/415V
CB9	Schneider Electric	EZC100F	IEC60947-2	100A, 10/5kA, 380/415V
CB10	Merlin Gerin	EZC100B	IEC60947-2	30A, 7,5/2kA, 380/415V
CB11	Merlin Gerin	EZC100B	IEC60947-2	50A, 7,5/2kA, 380/415V
CB12	Merlin Gerin	EZC250F	IEC60947-2	160A, 18/9kA, 400/45V
CB13	Merlin Gerin	EZC100B	IEC60947-2	50A, 7,5/2kA, 380/415V
CB14	Merlin Gerin	EZC100F	IEC60947-2	80A, 10/5kA, 380/415V
CB15	Merlin Gerin	EZC100B	IEC947-2	25A, 7,5kA, 380/415V
CB16	Schneider Electric	EZC250F	IEC60947-2	200A, 18/9kA, 400/415V
CB17	Schneider Electric	EZC100F	IEC60947-2	200A, 36/18kA, 400/415V
CB18	Merlin Gerin	EZC100B	IEC947-2	25A, 7,5kA, 380/415V
CB19	Merlin Gerin	EZC250F	IEC60947-2	200A, 18k/9kA, 400/415V
CB20	Merlin Gerin	EZC100B	IEC60947-2	50A, 7,5/2kA, 380/415V
CB21	Merlin Gerin	EZC100B	IEC60947-2	30A, 7,5/2kA, 380/415V
CB22	Merlin Gerin	EZC100B	IEC947-2	25A, 7,5kA, 380/415V
CB23	Merlin Gerin	EZC100F	IEC947-2	80A, 10kA, 380/415V
CB24	Schneider Electric	EZC100F	IEC60947-2	80A, 10kA, 380/415V
CB25	Merlin Gerin	EZC100F	IEC60947-2	100A, 10/5kA, 380/415V
CB26	Merlin Gerin	EZC250F	IEC60947-2	160A, 25/13kA, 400/415V
CB27	Merlin Gerin	EZC100F	IEC947-2	80A, 10kA, 380/415V
CB28	Merlin Gerin	EZC100B	IEC60947-2	25A, 7,5kA, 380/415V
CB29	Schneider Electric	EZC100B	IEC60947-2	30A, 7,5/2kA, 380/415V
CB30	Merlin Gerin	NS250N	IEC60947-2	250A, 36kA, 380/415V
CB31	Merlin Gerin	EZC100F	IEC947-2	80A, 10kA, 380/415V
CB32	Merlin Gerin	EZC100B	IEC947-2	25A, 7,5kA, 380/415V
CB33	Merlin	EZC100B	IEC60947-2	60A, 7,5/2kA,

	Gerin			380/415V
CB34	Merlin Gerin	EZC100B	IEC60947-2	60A, 7,5/2kA, 380/415V
CB35	Schneider Electric	EZC400N	IEC60947-2	200A, 36/18kA, 380/415V

Data kabel pada tiap saluran dari sumber ke beban sebagai berikut.

Tabel 5 Data saluran kabel sistem kelistrikan RSUD Timika

ID	library	Size (mm ²)	Adj (m)	T (°C)	R	X
Sal4-BL1	0.5NCUN3	10	25	75°	2,225664	0,080050
Sal4-BL2	0.5NCUN3	6	7,5	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL3	0.5NCUN3	6	31	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL4	0.5NCUN3	6	24	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL5	0.5NCUN3	6	67	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL6	0.5NCUN3	6	41	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL7	0.5NCUN3	10	29	75°	2,225664	0,080050
Sal4-BL8	0.5NCUN3	6	94	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL9	0.5NCUN3	10	84	75°	2,225664	0,080050
Sal4-BL10	0.5NCUN3	6	125	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL11	0.5NCUN3	6	43	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL12	0.5NCUN3	6	47	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL13	0.5NCUN3	6	31	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL14	0.5NCUN3	16	200	75°	1,398843	0,076250
Sal4-BL15	0.5NCUN3	6	245	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL16	0.5NCUN3	6	160	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL17	0.5NCUN3	6	19,5	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL18	0.5NCUN3	6	160	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL19	0.5NCUN3	6	31	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL20	0.5NCUN3	16	60	75°	1,398843	0,076250
Sal4-BL21	0.5NCUN3	16	63	75°	1,398843	0,076250
Sal4-BL22	0.5NCUN3	6	510	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL23	0.5NCUN3	16	12	75°	1,398843	0,076250
Sal4-BL24	0.5NCUN3	6	75	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL25	0.5NCUN3	6	70	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL26	0.5NCUN3	16	200	75°	1,398843	0,076250
Sal4-BL27	0.5NCUN3	6	240	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL28	0.5NCUN3	6	1250	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL29	0.5NCUN3	6	200	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL30	0.5NCUN3	6	2220	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL31	0.5NCUN3	6	2450	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL32	0.5NCUN3	6	78	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL33	0.5NCUN3	6	530	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL34	0.5NCUN3	6	28	75°	3,745716	0,085040
Sal4-BL35	0.5NCUN3	6	400	75°	3,745716	0,085040

Data beban diambil pada panel distribusi (LVMDP) kelistrikan RSUD Timika pada saat sumber PLN terputus dan generator 1 & 2 sedang digunakan dengan menggunakan alat ukur Power Quality Analyzer yang di lakukan pada saat jam kerja dan beban puncak.

Tabel 6 Data beban RSUD Timika

ID Gedung	ID CB	Data beban RSUD Timika			
		kW	kVar	Ampere	%PF
AC C Oke	CB1	20,684	6,033	32,1	96
R Poli Klinik	CB2	41,706	15,137	66,1	94
RCCSD	CB3	11,478	2,876	17,63	97
MCB N12	CB4	11,286	3,709	17,7	95
AC A1	CB5	9,511	2,774	14,76	96
AC C IGD & POLI	CB6	14,554	22,100	40,36	55
Mess Karyawan	CB7	2,120	1,645	4,03	79
Ruang Dapur	CB8	0,956	0,975	2,03	70
RI Ibu&Anak	CB9	14,245	9,943	25,86	82
UTD	CB10	4,5558	2,335	7,63	89
Gudang Obat	CB11	10,152	5,753	17,43	87
Laundry	CB12	27,485	0	41,16	100
RI A1	CB13	5,467	2,329	8,9	92
AC A4	CB14	1,162	1,675	3,03	57

Benkel & IPSRS	CB15	5,957	3,215	10,06	88
CT Scan	CB16	6,323	10,118	17,73	53
IRD	CB17	7,402	3,792	12,36	89
R Gas Medik	CB18	0,356	0,617	1,06	50
IBS, ICU & Vk	CB19	35,802	11,767	56	95
Ri A3	CB20	2,362	1,895	4,5	78
RI A4	CB21	2,315	1,373	4	86
R Jenazah	CB22	6,028	4,364	11,06	81
R UGD	CB23	0,370	0,562	1	55
AC IBS	CB24	23,201	14,378	41,63	85
Pompa Air	CB25	9,393	8,537	19,36	74
Laboradiologi	CB26	28,173	9,260	45,23	95
R Administrasi	CB27	26,260	6,581	41,4	97
ICR Baru	CB28	0,499	0,738	1,36	56
ICR	CB29	0,442	0,878	1,5	45
LAB Culture	CB30	0,960	0,570	1,66	86
Perumahan	CB31	0,986	1,385	2,6	58
R Genset	CB32	2,136	2,848	5,43	60
RI A2	CB33	14,554	22,100	40,36	55
Rehabilitas Medik	CB34	5,347	3,030	9,4	87
TBMDR	CB35	14,554	22,100	40,36	55

Data harmonisa didapatkan dari pengukuran pada tiap beban di panel distribusi (LVMDP), data harmonisa yang berhasil diperoleh berjumlah 12 dari 35 beban yang ada.

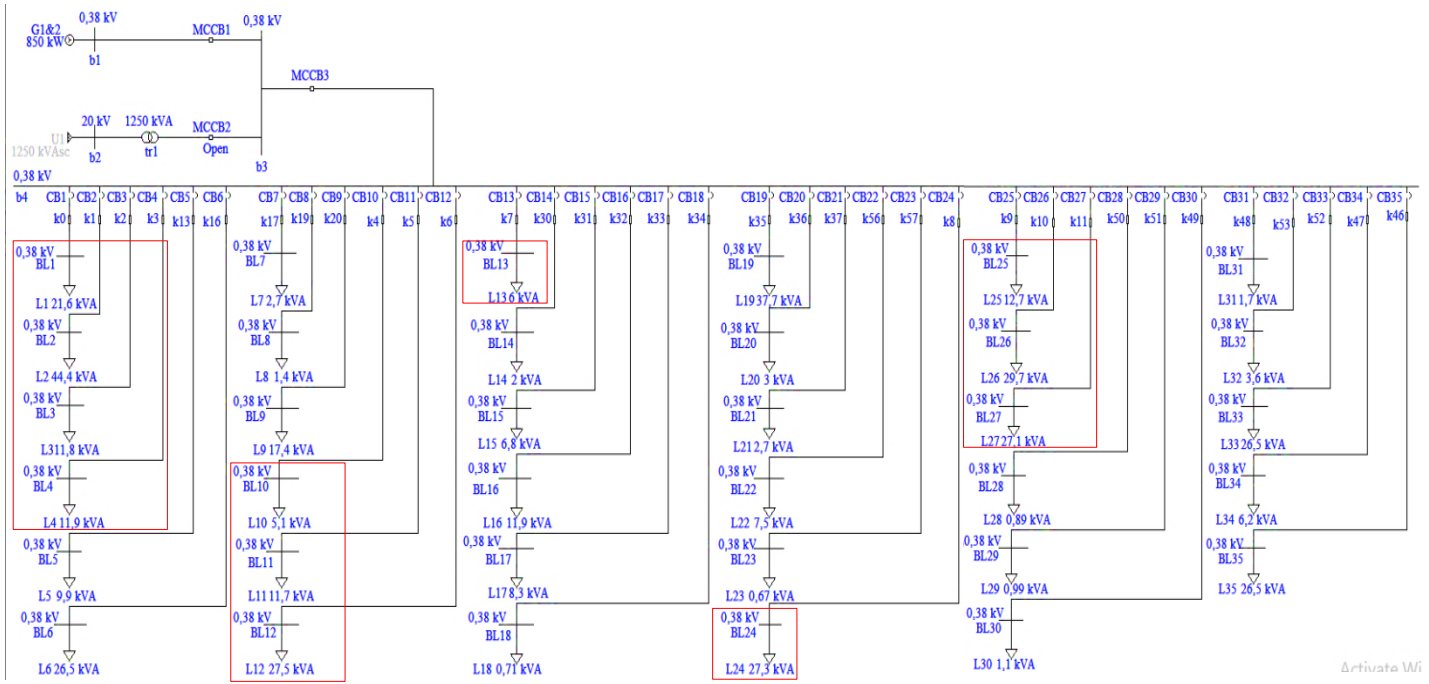
Tabel 7 Data Harmonisa pada beban

ID gedung	ID CB	THDi		THDv	
		Min	Max	Min	Max
AC C Ok	CB1	26,5	27,48	2,48	2,7
Poliklinik	CB2	9,21	10,88	2,61	2,75
RCCSD	CB3	7,88	12,93	2,56	2,69
MCB N12	CB4	4,18	12,43	2,54	2,72
UTD	CB10	7,78	11,11	2,59	2,71
Gudang Obat	CB11	9,24	12,96	2,6	2,72
Laundry	CB12	5,11	6,84	2,65	2,75
RI A1	CB13	8,25	11,07	2,64	2,9
AC IBS	CB24	2,47	3,11	1,89	1,91
Pompa Air	CB25	3,57	3,83	1,88	1,89
Radiologi	CB26	20,35	22,13	1,84	1,86
Administrasi	CB27	3,89	9,71	1,86	1,88

IV Hasil dan Analisis Hasil

A. Perancangan Single Line Diagram RSUD Timika

Perancangan di sesuaikan dengan single line diagram di RSUD Timika di mana pada kelistrikan RSUD Timika di suplay oleh PLN dan generator sebagai emergency ketika sumber PLN terputus. Input beban yang dimasukan sesuai dengan data pengukuran beserta harmonisa yang yang dimasukan pada beban dapat dilihat kotak merah gambar 4.



Gambar 4 Single Line Diagram RSUD Timika

B. Simulasi LoadFlow Analysis Tanpa Filter

Simulasi menggunakan sumber dari generator 1 & 2 dengan total daya sebesar 850kW, daya semu sebesar 1000kVA. Dengan total daya yang tersalurkan sebesar 0,378MW.

Tabel 8 Hasil simulasi LoadFlow Analysis tanpa Filter

ID	kV	%Mag	Ang	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF
b1	0,38	102,895	0	0,378	0,211	0	0	b3	0,378	0,211	640	87,3
b3	0,38	102,895	0	0	0	0	0	b1	0,378	0,211	640	87,3
b4	0,38	102,895	0	0	0	0	0	b4	0,378	0,211	640	87,3
								BL1	0,021	0,006	32,1	96,1
								BL2	0,042	0,015	66,1	94,1
								BL3	0,01	0,006	17,6	86,2
								BL4	0,011	0,004	17,7	95,1
								BL10	0,005	0,002	7,6	89,2
								BL11	0,01	0,006	17,4	87,3
								BL12	0,028	0	41,2	100
								BL13	0,006	0,002	8,9	92,2
								BL24	0,024	0,014	41,7	85,9
								BL25	0,01	0,009	19,4	75,7
								BL26	0,029	0,009	45,2	95,3
								BL27	0,027	0,007	41,5	97,2
								BL5	0,01	0,003	14,8	96,1
								BL6	0,016	0,022	40,4	58,3
								BL7	0,002	0,002	4	79,6
								BL8	0,001	0,001	2	70,3
								BL9	0,014	0,01	25,9	82,3
								BL14	0,001	0,002	3	57,5
								BL15	0,006	0,003	10,1	88,1
								BL16	0,006	0,01	17,8	53,5
								BL17	0,007	0,004	12,4	89,1
								BL18	0	0,001	1,1	50,7
								BL19	0,036	0,012	56,1	95
								BL20	0,002	0,002	4,5	78,2
								BL21	0,002	0,001	4	86,1
								BL35	0,016	0,022	40,4	58,3
								BL34	0,006	0,003	9,4	87,9
								BL31	0,001	0,001	2,6	61,5
								BL30	0,001	0,001	1,7	86,1
								BL28	0,001	0,001	1,4	59,3
								BL29	0,001	0,001	1,5	49,7
								BL33	0,016	0,022	40,4	58,5
								BL32	0,002	0,003	5,4	63
								BL22	0,006	0,004	11,1	81,2
								BL23	0	0,001	1	55,5
								b3	-	-	640	87,3

BL1	0,38	102,105	0,1	0	0	0,021	0,006	b4	0,378	0,211	32,1	96
BL2	0,38	102,092	0,2	0	0	0,042	0,015	b4	-0,021	-0,006	66,1	94
BL3	0,38	102,082	0,3	0	0	0,01	0,006	b4	0,042	0,015	17,6	86
BL4	0,38	102,2	0,1	0	0	0,011	0,004	b4	-0,011	-0,004	17,7	95
BL5	0,38	102,139	0,1	0	0	0,01	0,003	b4	-0,01	0,003	14,8	96
BL6	0,38	99,746	2,3	0	0	0,015	0,022	b4	-0,015	0,022	40,4	55
BL7	0,38	101,532	0,6	0	0	0,002	0,002	b4	-0,002	0,002	4	79
BL8	0,38	102,496	0,2	0	0	0	0	b4	0	0	2	70
BL9	0,38	102,176	0,3	0	0	0,014	0,01	b4	0,014	-0,01	25,9	82
BL10	0,38	102,108	0,2	0	0	0,005	0,002	b4	0,005	0,002	7,6	89
BL11	0,38	101,82	0,3	0	0	0,01	0,006	b4	-0,01	0,006	17,4	87
BL12	0,38	101,683	0	0	0	0,028	0	b4	0,028	0	41,2	100
BL13	0,38	101,567	0,3	0	0	0,005	0,002	b4	-0,005	0,002	8,9	92
BL14	0,38	102,405	0,4	0	0	0,001	0,002	b4	0,001	0,002	3	57
BL15	0,38	102,42	0,1	0	0	0,006	0,003	b4	0,006	0,003	10,1	88
BL16	0,38	102,502	0,3	0	0	0,006	0,01	b4	0,006	-0,01	17,8	53
BL17	0,38	102,44	0,1	0	0	0,007	0,004	b4	0,007	0,004	12,4	89
BL18	0,38	102,412	0,4	0	0	0	0	b4	0	0	1,1	50
BL19	0,38	102,48	0,1	0	0	0,036	0,012	b4	-0,036	-0,012	56,1	95
BL20	0,38	102,436	0,2	0	0	0,002	0,002	b4	-0,002	0,002	4,5	78
BL21	0,38	102,477	0,1	0	0	0,002	0,001	b4	0,002	0,001	4	86
BL22	0,38	102,459	0,2	0	0	0,006	0,004	b4	0,006	0,004	11,1	81
BL23	0,38	102,504	0,3	0	0	0	0	b4	0	0	1	55
BL24	0,38	99,795	1	0	0	0,023	0,014	b4	-0,023	-0,014	41,7	85
BL25	0,38	99,738	1,5	0	0	0,009	0,009	b4	0,009	0,009	19,4	74
BL26	0,38	99,713	0,5	0	0	0,028	0,009	b4	-0,028	0,009	45,2	95
BL27	0,38	99,646	0,4	0	0	0,026	0,007	b4	-0,026	0,007	41,5	97
BL28	0,38	99,822	2,3	0	0	0	0	b4	0	0	1,4	56
BL29	0,38	99,792	3,1	0	0	0	0	b4	0	0	1,5	45
BL30	0,38	102,4	0,2	0	0	0	0	b4	0	0	1,7	86
BL31	0,38	99,478	2,5	0	0	0,001	0,001	b4	-0,001	0,001	2,6	58
BL32	0,38	99,783	2,2	0	0	0,002	0,003	b4	0,002	0,003	5,4	60
BL33	0,38	99,742	2,5	0	0	0,015	0,022	b4	0,015	0,022	40,4	55
BL34	0,38	99,484	1	0	0	0,005	0,003	b4	-0,005	0,003	9,4	87
BL35	0,38	99,746	2,3	0	0	0,015	0,022	b4	0,015	0,022	40,4	55

C. Simulasi Harmonisa Analysis Tanpa Filter

Simulasi harmonisa analysis dilakukan dengan sumber harmonisa pada 12 beban yaitu AC central oke, ruang poliklinik, RCCSD, MCB N12,

UTD, gudang obat, laundry, ruang inap A1, AC central IBS, pompa air, radiologi, dan ruang administrasi.

Tabel 9 Hasil simulasi harmonisa *analysis* tanpa Filter

ID	ID CB	ID Bus	THDi	THDv
BUS Sumber	MCCB1	b3	3,74	1,79
BUS LVMDP	MCCB3	b4	3,74	1,79
AC C Oke	CB1	BL1	26,2	1,97
R Poli Klinik	CB2	BL2	9,08	1,82
RCCSD	CB3	BL3	7,41	1,75
MCB N12	CB4	BL4	5,04	1,81
AC A1	CB5	BL5	1,72	1,79
AC C IGD & POLI	CB6	BL6	1,01	1,78
Mess Karyawan	CB7	BL7	1,42	1,79
Ruang Dapur	CB8	BL8	1,27	1,79
RI Ibu&Anak	CB9	BL9	1,48	1,79
UTD	CB10	BL10	8,87	1,76
Gudang Obat	CB11	BL11	9,14	1,73
Laundry	CB12	BL12	6,03	1,81
RI A1	CB13	BL13	8,17	1,78
AC A4	CB14	BL14	1,05	1,79
Benkel & IPSRS	CB15	BL15	1,58	1,79
CT Scan	CB16	BL16	0,98	1,79
IRD	CB17	BL17	1,6	1,79
R Gas Medik	CB18	BL18	0,93	1,79
IBS, ICU & Vtk	CB19	BL19	1,7	1,79
RI A3	CB20	BL20	1,41	1,79
RI A4	CB21	BL21	1,55	1,79
R Jenazah	CB22	BL22	1,56	1,79
R UGD	CB23	BL23	1,01	1,79
AC IBS	CB24	BL24	3,22	1,73
Pompa Air	CB25	BL25	4,57	1,67
Laboradiologi	CB26	BL26	20,18	2,33
R Administrasi	CB27	BL27	4,18	1,93
ICR Baru	CB28	BL28	1,03	1,78
ICR	CB29	BL29	0,84	1,78
LAB Culture	CB30	BL30	1,55	1,79
Perumahan	CB31	BL31	1,06	1,78
R Genset	CB32	BL32	1,09	1,78
RI A2	CB33	BL33	1,06	1,78
Rehabilitas Medik	CB34	BL34	1,56	1,78
TBMDR	CB35	BL35	1,01	1,78

D. Perhitungan Batas Harmonisa

Perhitungan dilakukan menggunakan standar IEEE519-1995. Berdasarkan tabel 1 untuk standar *harmonisa* tegangan dibawah 69kv adalah 5%.

Untuk standar *harmonisa* arus perlu diketahui SC_{ratio} agar dapat menentukan batas *harmonisa* arus, untuk mengetahui SC_{ratio} menggunakan rumus 5-7.

Setelah diketahui nilai SC_{ratio} pada sisi generator yaitu 1 dan pada sisi PLN yaitu 0,95. Dapat dilihat pada tabel 2 untuk batas *harmonisa* dengan $SC_{ratio} < 20$ adalah 5%.

Tabel 10 Perhitungan batas harmonisa arus

Generator			PLN		
(I_{sc}) $1000 \times MVA$ $\sqrt{3} \times kV$	(I_L) kW $Pf \times \sqrt{3} \times kV$	(SC_{ratio}) $\frac{I_{sc}}{I_L}$	(I_{sc}) $1000 \times MVA$ $\sqrt{3} \times kV$	(I_L) kW $Pf \times \sqrt{3} \times kV$	(SC_{ratio}) $\frac{I_{sc}}{I_L}$
1519,34	1519,34	1	34,64	36,10	0,95

E. Perhitungan Parameter Komponen Filter

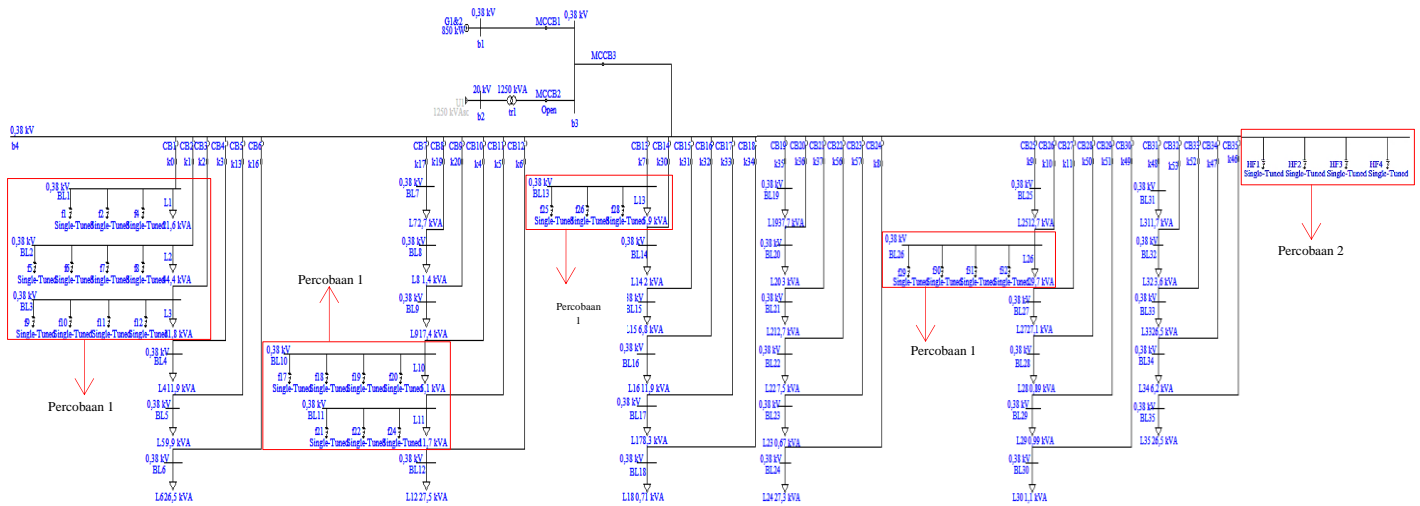
Perhitungan dilakukan menggunakan rumus 8-13 pada tinjauan pustaka dan mengacu pada hasil simulasi.

Tabel 11 Parameter komponen filter

ID Gedung	ID Bus	Parameter	5	7	11	13
Distribusi (LVMDP)	b4	Qkvar	37,800kvar			
		Xc	3,8201Ω			
		C	833,67μF			
		ID Filter	HF1	HF2	HF3	HF4
		XL	0,1528 Ω	0,0779Ω	0,031Ω	0,022Ω
		L	0,0004H	0,0002H	0,00009H	0,00007H
		R	0,0019 Ω	0,0009Ω	0,0003Ω	0,0002 Ω
		QFaktor	80%			
		Rated kv	0,38kv			
		Qkvar	1,863kvar			
AC C Ok	BL1	Xc	77,4757Ω			
		C	41,10μF			
		ID Filter	F1	F2	F	F4
		XL	3,099 Ω	1,581 Ω		0,458 Ω
		L	0,009H	0,005H		0,001H
		R	0,038 Ω	0,019 Ω		0,005 Ω
		QFaktor	80%			
		Rated kv	0,38kv			
		Qkvar	3,340 kvar			
		Xc	43,2273 Ω			
Poliklinik	BL2	C	73,67 μF			
		ID Filter	F5	F6	F7	F8
		XL	1,729 Ω	0,882 Ω	0,357 Ω	0,255 Ω
		L	0,005H	0,002H	0,001H	0,0008H
		R	0,021 Ω	0,01 Ω	0,004 Ω	0,003 Ω
		QFaktor	80%			
		Rated kv	0,38kv			
		Qkvar	1,322 kvar			
		Xc	109,198 Ω			
		C	29,16 μF			
RCCSD	BL3	ID Filter	F9	F10	F11	F12
		XL	4,367 Ω	2,228 Ω	0,902 Ω	0,64 Ω
		L	0,013 H	0,007 H	0,002 H	0,002 H
		R	0,054 Ω	0,027 Ω	0,011 Ω	0,008 Ω
		QFaktor	80%			
		Rated kv	0,38kv			
		Qkvar	0,791kvar			
		Xc	182,553 Ω			
		C	17,44 μF			
		ID Filter	F36	F37		
MCB N12	BL4	XL	7,302 Ω	3,725 Ω		
		L	0,023H	0,011H		
		R	0,091 Ω	0,046 Ω		
		QFaktor	80%			
		Rated kv	0,38kv			
		Qkvar	0,502 kvar			
		Xc	287,62 Ω			
		C	11,07 μF			
		ID Filter	F17	F18	F19	F20
		UTD	BL10	XL	11,50 Ω	5,869 Ω
L	0,036 H			0,018 H	0,007 H	0,005 H
R	0,143 Ω			0,073 Ω	0,029 Ω	0,021 Ω
QFaktor	80%					
Rated kv	0,38kv					
Qkvar	1,724 kvar					
Xc	83,71 Ω					
C	38,04 μF					
ID Filter	F21			F22	F	F24
Gudang Obat	BL11			XL	3,348 Ω	1,708 Ω
		L	0,010 H	0,005 H		0,001 H
		R	0,041 Ω	0,021 Ω		0,006 Ω
		QFaktor	80%			
		Rated kv	0,38kv			
		Qkvar	0,711 kvar			
		Xc	202,91 Ω			
		C	15,69 μF			
		ID Filter	F25	F26	F	F28
		RI A1	BL13	XL	8,116 Ω	4,141 Ω
L	0,025 H			0,013 H		0,003 H
R	0,101 Ω			0,051 Ω		0,015 Ω
QFaktor	80%					
Rated kv	0,38kv					
Qkvar	1,974 kvar					
Xc	73,13 Ω					
C	43,54 μF					
ID Filter	F29			F30	F31	F32
Radiologi	BL26			XL	2,92 Ω	1,49 Ω
		L	0,009 H	0,004 H	0,001 H	0,001 H
		R	0,036 Ω	0,018 Ω	0,007 Ω	0,005 Ω
		QFaktor	80%			
		Rated kv	0,38kv			
		Qkvar	1,577 kvar			
		Xc	91,53 Ω			
		C	34,79 μF			
		ID Filter	F33	F34	F35	
		Administrasi	BL27	XL	3,66 Ω	1,86 Ω
L	0,011 H			0,005 H	0,002 H	
R	0,045 Ω			0,023 Ω	0,009 Ω	
QFaktor	80%					
Rated kv	0,38kv					

F. Perancangan Filter pada Single line Daigram RDUS Timika

Percobaan pertama Filter akan dipasang pada BUS yang terdekat dengan beban yang menjadi sumber harmonisa terbesar, percobaan kedua filter akan dipasang pada BUS distribusi(LVMDP) kemudian akan di bandingkan hasil simulasi pada masing-masing percobaan untuk menentukan tempat terbaik pemasangan filter pada sistem kelistrikan RSUD Timika.



Gambar 5 Single Line Diagram RSUD Timika menggunakan filter

G. Simulasi LoadFlow Analysis Menggunakan Filter

Simulasi loadflow analysis pada saat Filter sudah disambungkan ke *single line diagram*. Percobaan pertama pemasangan Filter pada BUS yang terdekat dengan sumber harmonisa dan pada BUS distribusi(LVMDP). Hasil simulasi *loadflow analysis* percobaan 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 12 dan 13.

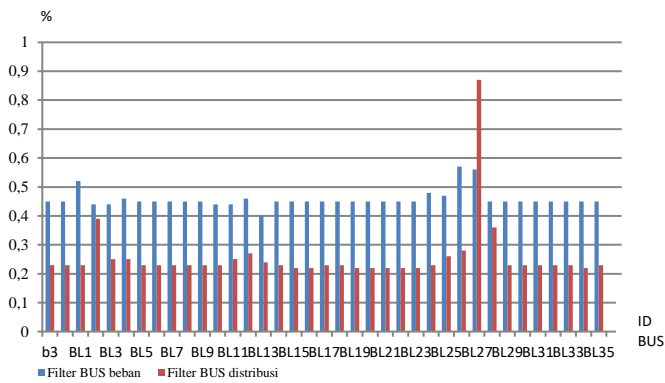
Tabel 12 Hasil simulasi LoadFlow Analysis menggunakan Filter pada BUS beban

ID	kV	%Mag	Ang	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF								
b1	0,38	102,895	0	0,378	0,168	0	0	b3	0,378	0,168	610,9	91,4								
b3	0,38	102,895	0	0	0	0	0	b1	0,378	0,168	610,9	91,5								
b4	0,38	102,895	0	0	0	0	0	b4	0,378	0,168	610,9	91,6								
								BL1	0,021	0,000	30,8	100,0								
								BL2	0,042	0,001	62,2	100								
								BL3	0,01	0	15,1	99,1								
								BL4	0,011	0,004	17,7	95,1								
								BL10	0,005	0	6,8	99,9								
								BL11	0,01	0	15,1	100								
								BL12	0,028	0	41,2	100								
								BL13	0,006	0	8,2	100								
								BL24	0,024	0,014	41,7	85,9								
								BL25	0,01	0,009	19,4	75,7								
								BL26	0,029	0,001	43	99,9								
								BL27	0,027	0,007	41,5	97,2								
								BL5	0,01	0,003	14,8	96,1								
								BL6	0,016	0,022	40,4	58,3								
								BL7	0,002	0,002	4	79,6								
								BL8	0,001	0,001	2	70,3								
								BL9	0,014	0,01	25,9	82,3								
								BL14	0,001	0,002	3	57,5								
								BL15	0,006	0,003	10,1	88,1								
								BL16	0,006	0,01	17,8	53,5								
								BL17	0,007	0,004	12,4	89,1								
								BL18	0	0,001	1,1	50,7								
								BL19	0,036	0,012	56,1	95								
								BL20	0,002	0,002	4,5	78,2								
								BL21	0,002	0,001	4	86,1								
								BL22	0,38	102,459	0,2	0	0,006	0,004	b4	0,006	0,004	11,1	81	
								BL23	0,38	102,504	0,3	0	0	0	b4	0	0	1	55	
								BL24	0,38	99,795	1	0	0	0,023	0,014	b4	0,023	0,014	41,7	85
								BL25	0,38	99,738	1,5	0	0	0,009	0,009	b4	0,009	0,009	19,4	74
								BL26	0,38	99,737	0	0	0	0,028	0,001	b4	0,028	0,001	43	99,9
								BL27	0,38	99,646	0,4	0	0	0,026	0,007	b4	0,026	0,007	41,5	97
								BL28	0,38	99,822	2,3	0	0	0	0	b4	0	0	1,4	56
								BL29	0,38	99,792	3,1	0	0	0	0	b4	0	0	1,5	45
								BL30	0,38	102,4	0,2	0	0	0	0	b4	0	0	1,7	86
								BL31	0,38	99,478	2,5	0	0	0,001	0,001	b4	0,001	0,001	2,6	58
								BL32	0,38	99,783	2,2	0	0	0,002	0,003	b4	0,002	0,003	5,4	60
								BL33	0,38	99,742	2,5	0	0	0,015	0,022	b4	0,015	0,022	40,4	55
								BL34	0,38	99,484	1	0	0	0,005	0,003	b4	0,005	0,003	9,4	87
								BL35	0,38	99,746	2,3	0	0	0,015	0,022	b4	0,015	0,022		

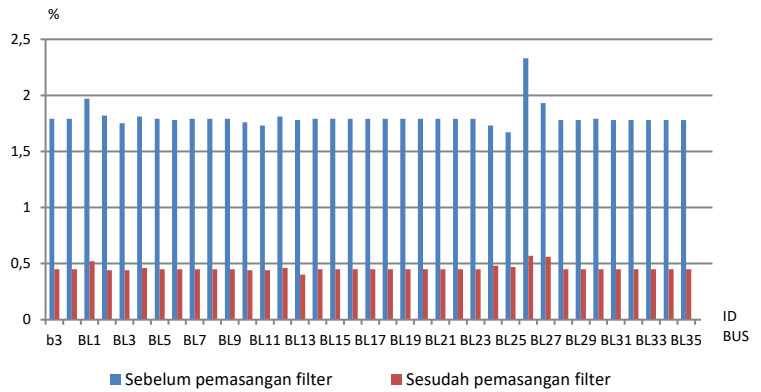
BL2	0,38	102,099	0	0	0	0,042	0,001	b4	0,042	0,001	-	62,2	100
BL3	0,38	102,093	0	0	0	0,01	0	b4	-0,01	0	-	15,1	99,9
BL4	0,38	102,2	0,1	0	0	0,011	0,004	b4	0,011	0,004	-	17,7	95
BL5	0,38	102,139	0,1	0	0	0,01	0,003	b4	-0,01	0,003	-	14,8	96
BL6	0,38	99,746	2,3	0	0	0,015	0,022	b4	0,015	0,022	-	40,4	55
BL7	0,38	100,532	0,6	0	0	0,002	0,002	b4	0,002	0,002	-	4	79
BL8	0,38	102,496	0,2	0	0	0	0	b4	0	0	-	2	70
BL9	0,38	102,176	0,3	0	0	0,014	0,01	b4	0,014	-0,01	-	25,9	82
BL10	0,38	102,117	0	0	0	0,005	0	b4	0,005	0	-	6,8	99,9
BL11	0,38	101,834	0	0	0	0,01	0	b4	-0,01	0	-	15,1	100
BL12	0,38	101,683	0	0	0	0,028	0	b4	0,028	0	-	41,2	100
BL13	0,38	101,58	0	0	0	0,005	0	b4	0,005	0	-	8,2	100
BL14	0,38	102,405	0,4	0	0	0,001	0,002	b4	0,001	0,002	-	3	57
BL15	0,38	102,42	0,1	0	0	0,006	0,003	b4	0,006	0,003	-	10	88
BL16	0,38	102,502	0,3	0	0	0,006	0,01	b4	0,006	-0,01	-	17,8	53
BL17	0,38	102,44	0,1	0	0	0,007	0,004	b4	0,007	0,004	-	12,4	89
BL18	0,38	102,412	0,4	0	0	0	0	b4	0	0	-	1,1	50
BL19	0,38	102,48	0,1	0	0	0,036	0,012	b4	0,036	0,012	-	56,1	95
BL20	0,38	102,436	0,2	0	0	0,002	0,002	b4	0,002	0,002	-	4,5	78
BL21	0,38	102,477	0,1	0	0	0,002	0,001	b4	0,002	0,001	-	4	86
BL22	0,38	102,459	0,2	0	0	0,006	0,004	b4	0,006	0,004	-	11,1	81
BL23	0,38	102,504	0,3	0	0	0	0	b4	0	0	-	1	55
BL24	0,38	99,795	1	0	0	0,023	0,014	b4	0,023	0,014	-	41,7	85
BL25	0,38	99,738	1,5	0	0	0,009	0,009	b4	0,009	0,009	-	19,4	74
BL26	0,38	99,737	0	0	0	0,028	0,001	b4	0,028	0,001	-	43	99,9
BL27	0,38	99,646	0,4	0	0	0,026	0,007	b4	0,026	0,007	-	41,5	97
BL28	0,38	99,822	2,3	0	0	0	0	b4	0	0	-	1,4	56
BL29	0,38	99,792	3,1	0	0	0	0	b4	0	0	-	1,5	45
BL30	0,38	102,4	0,2	0	0	0	0	b4	0	0	-	1,7	86
BL31	0,38	99,478	2,5	0	0	0,001	0,001	b4	0,001	0,001	-	2,6	58
BL32	0,38	99,783	2,2	0	0	0,002	0,003	b4	0,002	0,003	-	5,4	60
BL33	0,38	99,742	2,5	0	0	0,015	0,022	b4	0,015	0,022	-	40,4	55
BL34	0,38	99,484	1	0	0	0,005	0,003	b4	0,005	0,003	-	9,4	87
BL35	0,38	99,746	2,3	0	0	0,015	0,022	b4	0,015	0,022	-		

Tabel 13 Hasil simulasi LoadFlow Analysis menggunakan Filter pada BUS distribusi(LVMDP)

ID	kV	%Mag	Ang	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF
b1	0,38	102,895	0	0,378	0,048	0	0	b3	0,378	0,048	563,3	99,2
b3	0,38	102,895	0	0	0	0	0	b1	0,378	0,048	563,3	99,2
b4	0,38	102,895	0	0	0	0	0	b4	0,378	0,048	563,3	99,2
								BL1	0,021	0,006	32,1	96,1
								BL2	0,042	0,015	66,1	94,1
								BL3	0,01	0,006	17,6	86,2
								BL4	0,011	0,004	17,7	95,1
								BL10	0,005	0,002	7,6	89,2
								BL11	0,01	0,006	17,4	87,3
								BL12	0,028	0	41,2	100
								BL13	0,006	0,002	8,9	92,2
								BL24	0,024	0,014	41,7	85,9
								BL25	0,01	0,009	19,4	75,7

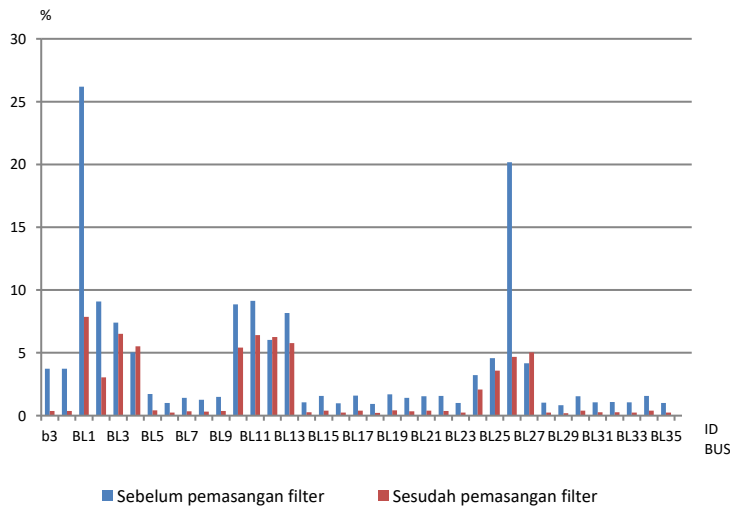


Gambar 7 Grafik simulasi THDv pemasangan Filter pada BUS beban dan BUS distribusi



Gambar 9 Grafik simulasi THDv sebelum dan sesudah pemasangan Filter pada BUS beban

Pada Gambar 8 Grafik dibawah terlihat pada tiap BUS mengalami penurunan untuk nilai THDi, seperti pada BUS BL1 yang sebelumnya sebesar 26,2% turun menjadi 7,87%, dan pada BUS BL26 dari yang sebelumnya 20,18% turun menjadi 4,69% setelah pemasangan filter. Pada beberapa BUS nilai harmonisa mengalami penurunan yang signifikan tetapi masih di atas 5% dikarenakan pada penentuan parameter komponen filter jika menaikkan nilai PF untuk mengkompensasi daya reaktif terlalu tinggi dapat menyebabkan PF pada sistem kelistrikan mejadi minus.



Gambar 8 Grafik simulasi THDi sebelum dan sesudah pemasangan Filter pada BUS beban

Pada Gambar 9 Grafik terlihat nilai THDv sebelum pemasangan filter masih di bawah standar IEEE519-1992 yaitu 5%. Pada saat pemasangan filter nilai THDv semakin menurun seperti yang terlihat pada gambar 6 yang menandakan filter bekerja dengan baik untuk mereduksi *harmonisa* tegangan.

BAB V Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

- 1) Terjadi perbedaan hasil THDi pada kedua percobaan tempat pemasangan filter, dimana percobaan pemasangan filter pada BUS distribusi untuk nilai THDi hanya pada BUS sebelumnya atau BUS generator yang mengalami peurunan sedangkan pada BUS lainnya menjadi naik. Percobaan pemasangan pada BUS beban menunjukkan nilai THDi pada tiap BUS mengalami penurunan .
- 2) Pada kedua percobaan tersebut sama menunjukkan hasil yang sama untuk nilai THDv pada tiap BUS, dimana nilai THDv pada tiap menjadi turun.
- 3) Terjadi perubahan kondisi aliran daya yang tersalurkan setelah pemasangan filter, filter pada BUS beban Nilai PF berubah dari yang sebelumnya 87,3% menjadi 91,4%. Daya reaktif dari yang sebelumnya sebesar 0,211Mvar menjadi 0,168Mvar. Arus yang sebelumnya sebesar 640A menjadi 610,9A. Sedangkan pemasangan filter pada BUS distribusi PF 99,2, daya reaktif 0,048, dan arus menjadi 563,3.
- 4) Terjadi perubahan kondisi pada BUS yang dipasang filter untuk percobaan pemasangan filter pada BUS beban, dimaa nilai PF menjadi semakin baik mendekati 100% sehingga nilai daya reaktif juga semakin kecil dan arus juga semakin kecil. Sedangkan pemasangan filter pada BUS distribusi tidak mempegaruhi tiap BUS beban.

B. Saran

Dalam pengerjaan skripsi ini penulis menemukan kendala yang bisa dijadikan saran untuk beberapa pertimbangan dalam pengambilan judul harmonisa, yaitu alat ukur untuk mengukur harmonisa adalah Power Quality Analyzer, alat ukur ini harganya mahal untuk dibeli sehingga hanya bisa disewa, penggunaan alat ukur Power Quality Analyzer tidak mudah untuk digunakan sehingga ketika kita memutuskan untuk menyewa alat ukur harus sekalian dengan operatornya.

IV. Referensi

- [1]. S. Heri, "Perancangan Filter Pasif Single Tuned Filter Untuk Mereduksi Harmonisa Pada Beban Non Linier," *ELTEK*, vol. 11 No.1, pp. 146-157, April 2013.
- [2]. J. B. Inra, "Desain Filter Pasif Untuk Mereduksi Rugi-Rugi Harmonisa akibat Variasi Beban Pada Laboratorium Komputer Dan Jaringan," *JOM FTEKNIK*, vol. 2 No.1, pp. 1-8, Februari 2015.
- [3]. J. A. Novix, "Analisis Harmonik Dan Perancangan Single Tuned Filter pada Sistem Distribusi Standar IEEE 18 Bus Dengan Menggunakan Software Etap Power Station 4.0," *Emitor*, vol. 15 No. 2, pp. 31-46.
- [4]. S. Aris, "Studi hamonisa arus dan tegangan listrik pada kampus politeknik engineering indorama," *Sinergi*, vol. 20 No. 3, pp. 213-222, Oktober 2016.
- [5]. E. Yolanda, "Studi pengaruh dampak Harmonisa terhadap akurasi energi meter pada pelanggan bisnis dan perancangan filter pasif single tuned," in *institut teknologi-PLN*, Jakarta, 2020, pp. 14-66.
- [6]. B. A. I Putu, "Anlisis Pemasangan Filter Pasif Dan Aktif Terhadap Kandungan Harmonisa Dan Rugi-Rugi Daya Gardu Distribusi KA 2085 Di PT.PLN (persero) Distribusi Bali Rayon Mengwi," *SPEKTRUM*, vol. 5 No. 1, pp. 41-48, Juni 2018.
- [7]. S. Hadi, "Kajian harmonisa arus dan tegangan listrik di gedung administrasi politeknik negeri pontianak," *Vokasi*, vol. 8 No. 2, pp. 80-89, Juni 2012.
- [8]. R. Rido, "Analisa Pemasangan Filter Pasif Untuk Mengurangi Harmonisa Pada Transformator Rectifier Di PT.Indah Kiat Pulp And Paper Perawang," *Sain, Energ, Teknologi dan Industri*, vol. 3 No. 2, pp. 59-68, Juni 2019.
- [9]. Fatkhurrohman, *Desain Filter Pasif Harmonisa Pada Sistem Kelistrikan CPA Petrochina Tuban*, Surabaya: Institut Sepuluh Nopember, 2015.
- [10]. Mustamam, "Penggunaan Passive Filter Single Tuned Untuk Mereduksi Harmonisa Pada Juicer," *Electrical Technology*, vol. 2 No. 3, pp. 54-60, Oktober 2017.

Biodata Penulis

Penulis lahir di Timika Papua tanggal 10 April 2000 dari pasangan Bapak Lapode dan Ibu Sumiati. Penulis mulai bersekolah di SD Inpres Koperapoka 2 mimika dan lulus tahun 2011, melanjutkan ke SMP Negeri 2 mimika dengan lulus tahun 2014, kemudian melanjutkan lagi ke jenjang SMK Negeri 1 Kuala Kencana dan lulus tahun 2018. Dan sekarang penulis mengambil S1 di kampus Institut Teknologi Nasional Malang program studi Teknik Elektro konsentrasi Teknik Energi listrik.