

# Analisis Pengaruh Harmonisa Terhadap Rugi-Rugi Daya (Losses) Pada Transformator di Penyulang Sedap Malam

I.G Ariana<sup>1</sup>, I.W. Rinas<sup>2</sup>, I.G.D Arjana<sup>3</sup>

**Abstract**—The aim of this study is to analyze the influence of harmonic to power losses in transformator at SedapMalam feeder by using the help of ETAP power station, so we can obtain how much the influence of harmonic in distribution system. By measuring THDv and THDi in DT0042, DT0048 and DT0319 transformator we got THDv value of 1.1% in DT0042, 1.56% in DT 48 and 1.23% in DT0319 from maximum margin of 5.0% in THDV according to IEEE 519–1992 standard. As for THDi we got the value of 9.36% in DT0042, 12.4% in DT0048 and 14.2% in DT0319 from maximum margin of 8.0% in THDi according to IEEE 519 – 1992 standard. On other side, the result by running ETAP power station we got THDi value of 1.59% in D00T42, 1.95% in DT0048 and 1.71% in DT0319. As for THDv we got running result of 12.22% in DT0042, 12.96% in DT0048 and 13.54% in DT0319.

Based on the result of performed analisis of the influence of harmonic to power losses in transformator at SedapMalam feeder, we obtained that the amount of power losses was 43,2 kW before having harmonic and 45,7 kW after having harmonic. The raise of 2,5 kW was caused by occurrence of harmonic in DT0042, DT0048 and DT0319 transformator from total of 44 existed transformators  
**Keywords** :Distribution, Harmonic, THDv, THDi, Power Losses.

**Intisari**—Penelitian ini menganalisis pengaruh harmonisa terhadap rugi-rugi daya (losses) pada Transformator di penyulang Sedap Malam menggunakan bantuan ETAP power station, sehingga dapat diketahui hasil seberapa besar pengaruh harmonisa pada sistem distribusi. Hasil pengukuran THDv dan THDi pada Transformator DT0042, DT0048 dan DT0319 dari diperoleh hasil THDv sebesar 1,1% pada DT0042, 1,56% pada DT0048 dan 1,23% pada DT0319 dari batas maksimum THDV menurut standar IEEE 519–1992 adalah 5.0%. Untuk hasil pengukuran THDi didapatkan hasil pengukuran sebesar 9,36% pada DT0042, 12,4% pada DT0048 dan 14,2% pada DT0319 dari batas maksimum THDi menurut standar IEEE 519 – 1992 adalah 8.0 %. Sedangkan untuk hasil running ETAP power station hasil THDi yang didapatkan sebesar 1,59% pada DT0042, 1,95% pada DT0048 dan 1,71% pada DT0319 untuk hasil THDv di dapatkan hasil running sebesar 12,22% pada DT0042, 12,96% pada DT0048 dan 13,54% pada DT0319. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pengaruh harmonisa terhadap rugi-rugi daya (losses) pada

transformator di penyulang Sedap Malam didapatkan hasil rugi-rugi daya sebesar 43,2 kW sebelum adanya harmonisa dan setelah adanya harmonisa menjadi 45,7 kW peningkatan sebesar 2,5 kW ini di dapatkan dengan masuknya harmonisa di Transformator DT0042, DT0048 dan DT0319 dari total Transformator yang ada sebanyak 44 buah.

**Kata kunci:** Distribusi, Harmonisa, THDv, THDi, Rugi Daya

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik akan terus bertambah seiring dengan berkembangnya teknologi baru terutama pada pengoprasian peralatan modern yang menggunakan rangkaian elektronika daya seperti penggunaan lampu LED. Dengan adanya rangkaian elektronika daya tersebut menyebabkan timbulnya harmonisa yang berdampak pada peningkatan rugi-rugi daya transformator.

Penyulang Sedap Malam adalah salah satu penyulang yang mendapat suplai dari gardu induk Sanur. Penyulang Sedap malam mensuplai 44 buah transformator distribusi 20 kV dengan karakteristik beban yang berbeda-beda seperti beban perindustrian, pertokoan, perkantoran, fasilitas umum dan perumahan. yang tersebar di beberapa lokasi untuk melayani konsumen. Hal ini akan mengakibatkan semakin meningkatnya kebutuhan akan tenaga listrik di kawasan tersebut. Dengan kata lain, dengan semakin bertambahnya pemakaian teknologi elektronika daya dalam sistem tenaga listrik maka semakin bertambah juga peralatan beban non linier yang digunakan. Peralatan beban non linier ini dapat mempengaruhi kualitas daya, dikarena beban non linier adalah sumber utama dari gangguan harmonisa yang berpengaruh pada sistem distribusi daya listrik

Harmonisa merupakan suatu fenomena yang timbul akibat pengoperasian beban listrik non linier, sebagai sumber terbentuknya gelombang pada frekuensi-frekuensi tinggi yang merupakan kelipatan dari frekuensi fundamentalnya [1]. Harmonisa juga mempunyai pengaruh pada sistem distribus listrik. Salah satu komponen dalam sistem distribusi listrik adalah transformator. Tingginya kandungan harmonisa yang terdapat pada beban listrik atau pada sistem distribusi tenaga listrik, dapat mengakibatkan kualitas daya menjadi lebih buruk, karena faktor daya sistem menjadi lebih rendah, bentuk gelombang tegangan sistem terdistorsi, rugi-rugi daya pada sistem meningkat, pemanasan lebih padat transformator, dan penggunaan energi listrik menjadi tidak efisien [2].

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Elektro dan Komputer Fakultas Teknik Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung Bali.80361, Tel. 0361703315 fax. 0361703315;email :[igede.ariana@yahoo.com](mailto:igede.ariana@yahoo.com)

<sup>2,3</sup>Dosen Teknik Elektro dan Komputer Fakultas Teknik Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung Bali.80361, Tel. 0361703315 fax. 0361703315;email :[rinas@unud.ac.id](mailto:rinas@unud.ac.id)



Berdasarkan data hasil pengukuran yang diperoleh pada tegangan rendah (TR) di penyulang Sedap Malam pada tiga transformator yaitu DT0042 yang terletak di ujung, DT0048 yang terletak di tengah dan DT0319 yang terletak di pangkal, memiliki THD arus yang cukup tinggi dan melebihi standar maksimum IEEE 159-1992. Dilihat dari pengukuran awal nilai THD arus pada transformator

di Penyulang Sedap Malam di dapatkan hasil pengukuran yaitu untuk transformator DT0042; 9,36%, transformator DT0048; 12,4%, dan transformator DT0319; 14,2%, dari hasil pengukuran di tiga transformator tersebut diperoleh hasil harmonisa beban yang cukup tinggi sebesar 14,2% yang letaknya pada transformator DT0319. Kondisi tersebut melebihi nilai standar maksimum IEEE 159-1992 untuk THD arus sebesar 8%. Sedangkan hasil pengukuran untuk nilai THD tegangan pada transformator di Penyulang Sedap Malam, di dapatkan hasil pengukuran THD tegangan yaitu untuk transformator DT0042; 1,1%, transformator DT0048; 1,56%, dan transformator DT0319; 1,23% , dimana kondisi tersebut masih memenuhi standar THD tegangan maksimum IEEE 159-1992 yang telah ditentukan yaitu sebesar  $\leq 5\%$  untuk tegangan  $\leq 69$  kV [3].

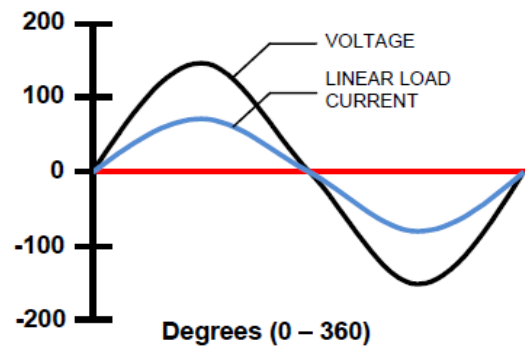
## II. TOTAL HARMONIC DISTORSTION (HARMONISA)

### A. Harmonisa

Definisi harmonisa. Harmonisa menurut *Electrotechnical Commission (IEC) 6100-2-1-1990* didefinisikan sebagai tegangan arus sinusoidal yang memiliki frekuensi sistem pasokan tenaga listriknya sebagaimana yang dirancang untuk dioperasikan ( 50 Hz atau 60 Hz). Mirip dengan IEC, Institute of Electrical and Electronic Engineering (IEEE) Std 1159-1995 mendefinisikan harmonisa sebagai tegangan atau arus sinusoidal yang mempunyai kelipatan bulat dari frekuensi dimana sistem tenaga listrik pasokannya dirancang untuk dioperasikan [3].

### B. Beban linier

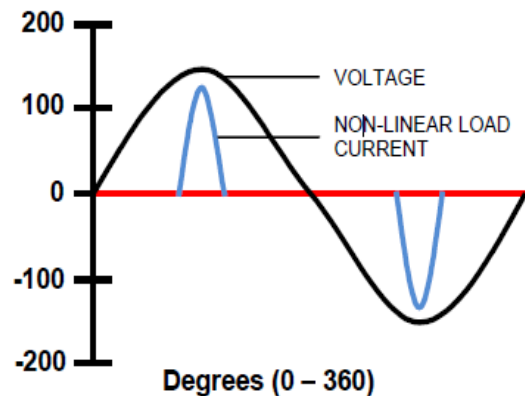
Beban yang komponen arusnya tidak proporsional terhadap komponen tegangannya disebut beban non linier, sehingga bentuk gelombang arus maupun tegangan keluarannya tidak sama dengan gelombang masukannya (mengalami distorsi). Contoh beban non linier berupa aplikasi elektronika daya antara lain adalah penyearah (power supply, UPS, komputer, pengaturan kecepatan motor, lampu-lampu pelepasan), alat-alat ferromagnetik, motor DC, dan tungku busur api, serta lainnya. Gambar 1 menunjukkan arus yang diserap oleh beban non linier



Gambar 1: Bentuk gelombang arus dan tegangan pada beban linier

### C. Beban non linier

Beban non linier merupakan beban yang komponen arusnya tidak proporsional terhadap komponen tegangan yang disebut beban non linier, sehingga bentuk gelombang arus maupun tegangan keluarannya tidak sama dengan gelombang masukannya (mengalami distorsi). Contoh beban non linier berupa aplikasi elektronika daya antara lain adalah penyearah (power supply, UPS, komputer, pengaturan kecepatan motor, lampu-lampu pelepasan), alat-alat ferromagnetik, motor DC, dan tungku busur api, serta lainnya. Gambar 1 menunjukkan arus yang diserap oleh beban non linier. [4]



Gambar 2: Arus yang diserap oleh beban non linier [4]

### D. Total Harmonic Distorsion (THD)

Pada sistem tenaga listrik untuk melihat atau mengetahui berapa besarkandung distorsi harmonisa pada suatu komponen fundamentalnya istilah dengan *THD* atau *Total Harmonic Distorsion*. Persentase Total Distorsi Harmonisa atau *Total Harmonic Distorsion (THD)* dapat dilihat pada persamaan 2 dan 3. [5]

$$THD_V = \frac{\sqrt{\sum_2^h V_h^2}}{V_1} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan:

$V_h$  = Komponen harmonisa tegangan ke-h

$V_{1=}$  Tegangan frekwensi fundamental (rms)

THD untuk arus dapat ditentukan dengan persamaan

yang sama, dapat dilihat persamaan 3.

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_2^h I_h^2}}{I_1} \times 100\% \quad (2)$$

Dengan:

$I_h$  = Komponen harmonisa arus ke-h

$I_1$  = Arus frekuensi fundamental (rms) [5]

Mengacu pada Standard IEEE 519-1992, untuk dapat menentukan standar batas maksimum THDi pada utility, maka harus diketahui terlebih dahulu rasio hubung singkat (*short-circuit ratio*). SC ratio dapat dicari dengan menggunakan rumus

$$SC_{ratio} = \frac{I_{sc}}{I_L} \quad (3)$$

Sedangkan  $I_L$  (Arus beban maksimum) dapat dicari dengan rumus:

$$I_L = \frac{KW}{PF \cdot \sqrt{3} \cdot KV} \quad (4)$$

E. Pengaruh Harmonisa Pada Transformator

Pada sebuah transformator, rugi-rugi yang disebabkan oleh harmonisa arus dan tegangan bergantung pada frekuensi. Peningkatan frekuensi menyebabkan peningkatan rugi-rugi. Harmonisa frekuensi tinggi adalah penyebab pemanasan utama dibandingkan dengan harmonisa frekuensi rendah. Harmonisa arus menyebabkan peningkatan rugi-rugi tembaga dan rugi-rugi fluks. Sedangkan harmonisa tegangan menyebabkan peningkatan rugi-rugi besi bocor dan peningkatan stress pada isolasi. Efek keseluruhannya adalah pemanasan berlebih yang terjadi bila dibandingkan dengan operasi dengan gelombang sinus murni. Transformator dirancang untuk menyalurkan daya listrik yang dibutuhkan ke beban dengan rugi-rugi minimum yang diijinkan pada frekuensi fundamentalnya. Arus harmonisa dan juga tegangan secara signifikan akan menyebabkan panas lebih pada transformator. [4]

F. IEEE Standard 519-1992.

TABEL I  
BATAS DISTORSI TEGANGAN HARMONIK UTILITY.[6]

<i>Maximum Harmonics Current Distortion <math>I_n\%I_1</math></i>						
<b>Individual Harmonic Order (Odd Harmonics)</b>						
$I_n/I_1$	<11	11=<h <17	17=<h <23	23=<h <35	35=<h	THD %
<20	4	2	15	0.6	0.3	5
20-50	7	3.5	2.5	1	0.5	8
50-	10	4.5	4	1.5	0.7	12

100						
100-1000	12	5.5	5	2	1	15
>1000	15	7	6	2.5	1.4	20

Tabel I menunjukkan batas distorsi arus harmonisa yang diijinkan menurut standar IEEE 519-1992

THDi harmonisa urutan genap dibatasi 25% dari harmonisa urutan ganjil di atas, Distorsi arus yang disebabkan sebuah penyearah setengah gelombang DC tidak diijinkan atau tidak termasuk pada tabel II. [6]

TABEL II  
BATAS DISTORSI TEGANGAN HARMONIK UTILITY.[6]

<b>Voltage at PCC</b>	<b>Individual Voltage Distortion (%)</b>	<b>Total Harmonic Distortion THD (%)</b>
69 kV and below	3	5
69 kV – 161 kV	1,5	2,5
161 kV	1	1,5

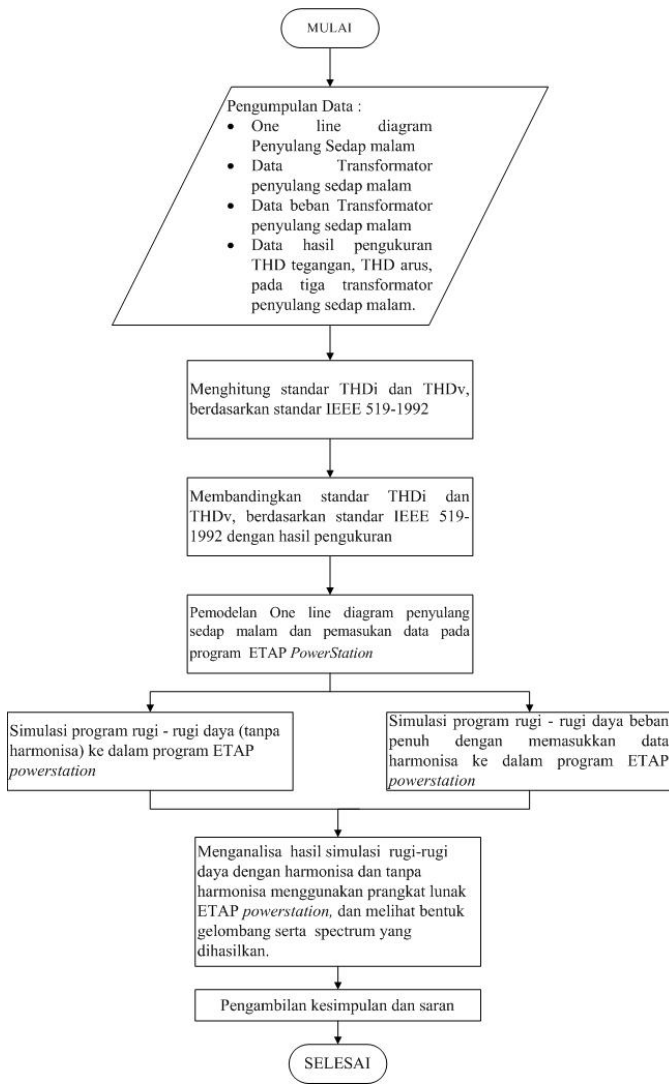
Tabel II menunjukkan batas distorsi tegangan harmonisa yang diijinkan menurut standar IEEE 519-1992

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT. PLN (Persero) Area Bali Selatan dan PT PLN (persero) Rayon Denpasar.

Data yang digunakan dalam analisis penelitian ini bersumber dari PT. PLN (Persero) Area Jaringan Bali Selatan dan PT PLN (persero) Rayon Denpasar. Dalam penelitian ini menggunakan jenis data pengukuran lapangan dan data sekunder. Data sekunder yaitu data yang diambil dari PT. PLN (Persero) Distribusi Bali.





Gambar3: AlurProsedurPenelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Penyulang Sedap Malam

Penyulang Sedap Malam mendapatkan suplai daya dari gardu induk Sanur yang berada dalam wilayah PLN Area Bali Selatan Rayon Denpasar. Penyulang Sedap malam mensuplai 44 buah Transformator distribusi 20 KV dengan karakteristik beban yang berbeda-beda. Penyulang Sedap Malam adalah salah satu penyulang yang berpangkal dari Gardu Induk (GI) Sanur untuk menyalurkan suplai tenaga listrik di daerah Sedap Malam, Kecamatan Denpasar Timur. Berikut ini data-data Penyulang Sedap Malam Panjang Jaringan Tegangan Menengah: 11.546 m. Panjang Jaringan Tegangan Rendah : 42.195 m. Jumlah Transformator : 44 Unit. Total Daya Transformator : 8075 kVA. Jenis Penghantar: AAAC 150 mm<sup>2</sup>, AAACS 150 mm<sup>2</sup>, MVTIC 150 mm<sup>2</sup>, NA2XSEYBY

240 mm<sup>2</sup>. Jumlah Pelanggan: 8183 Pelanggan Beban Jaringan : 3477,594 kVA

B. Batas Maksimum THDi Dan THDv Di Penyulang Sedap Malam

Berdasarkan Standar batas maksimum THDi yang di perbolehkan pada sistem kelistrikan menurut IEEE Standard 519-1992 dapat diketahui dengan rasio hubung singkat (*short-circuit ratio*).  $SC_{ratio}$  dapat ditentukan dengan rumus.

$$SC_{ratio} = \frac{I_{sc}}{I_L}$$

Nilai  $I_{sc}$  dapat ditentukan dengan menggunakan rumus.

$$I_{sc} = \frac{KVA \times 100}{\sqrt{3} \times KV \times Z(\%)}$$

C. Batas Maksimum THDi (Arus) Pada Trafo DT0042, DT0048 Dan DT0319 Di Penyulang Sedap Malam

Menentukan  $I_{sc}$  dari data trafo DT 42 di Penyulang Sedap Malam dimana diketahui: Kapasitas Trafo (KVA) =

$$160KVA \quad \text{Tegangan Sekunder (KV)} = 380V = 0,38KV \quad \text{Impedansi Z (\%)} = 4\%$$

Maka:

$$I_{sc} = \frac{KVA \times 100}{\sqrt{3} \times KV \times Z(\%)} = \frac{160 \times 100}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 4} = \frac{16.000}{2,62} = 6106,87 A$$

Jadi Nilai  $I_{sc}$  yaitu sebesar 6106,87 A

Nilai  $I_L$  ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$I_L = \frac{KW}{PF \sqrt{3} KV}$$

Kita dapat menentukan  $I_L$  dimana diketahui Arus beban maksimum trafo DT 42 Penyulang Sedap Malam sebesar 128 KW, Power Faktor adalah 0,8 dan Tegangan Sekunder (KV) adalah 0,38 KV. Maka:

$$I_L = \frac{KW}{PF \sqrt{3} KV} = \frac{128}{0,8 \sqrt{3} \times 0,38} = \frac{128}{0,52} = 246,15 A$$

Untuk mendapatkan nilai  $SC_{ratio}$ , nilai  $I_{sc}$  dan  $I_L$  yang telah didapatkan kemudian dimasukkan kedalam persamaan Maka perhitungan  $SC_{ratio}$  pada DT 42 di Penyulang Sedap Malam adalah sebagai berikut :

$$I_{sc} = 6106,87 A$$

$$I_L = 246,15 A$$

Maka :

$$SC_{ratio} = \frac{I_{sc}}{I_L} = \frac{6106,87}{246,15} = 24,80$$

Jadi nilai  $SC_{ratio}$  pada trafo DT 42 penyulang Sedap Malam yaitu sebesar 24,80.

TABEL III  
UNTUK HASIL PERHITUNGAN DT0048 DAN DT0319

TRAFO	$I_{sc}$	$I_L$	$SC_{ratio}$
DT0048	7633,58 A	307,69 A	24,80
DT0319	6106,87 A	246,15 A	24,80

Tabel III menunjukkan hasil perhitungan batas maksimum THDi pada transformator DT0048 danDT039

Batas maximum THDi untuk  $SC_{ratio}$  berdasarkan Standar IEEE 519-1992 adalah  $SC_{ratio} > 1000$  adalah 20%, untuk  $SC_{ratio}$  antara 100 sampai dengan 1000 adalah 15%, untuk  $SC_{ratio}$  antara 50 sampai dengan 100 adalah 12%, sedangkan untuk  $SC_{ratio}$  dari 20 sampai 50 nilai THDi yang diijinkan adalah 8%, dan untuk besar  $SC_{ratio}$  lebih kecil dari 20 nilai THDi standar yang diijinkan adalah 5%. Pada sistem kelistrikan di Penyulang Sedap Malam batas maximum THDi yang diperbolehkan dapat dilihat pada tabel 4.

TABEL IV  
BATAS MAKSIMUM THDi MENURUT IEEE 519-1992  
DI PENYULANG SEDAP MALAM

TEMPAT	SCratio		THDi max (Sesuai Standar IEEE 519-1992)
	Penyulang Sedap Malam	IEEE Standar No. 519 - 1992	
Trafo DT0042	24,80	20-50	8%
Trafo DT0048	24,80	20-50	8%
Trafo DT0319	24,80	20-50	8%

Berdasarkan tabel IV. SC ratio yang pada penyulang Sedap Malam sebesar 24,80 dimana menurut standar IEEE SC ratio dengan rentang 20 sampai dengan 50 batas THDi yang di ijinkan sebesar 8% .

TABEL V  
PERBANDINGAN ANTARA NILAI THDI HASIL  
PENGUKURAN DENGAN STANDAR IEEE 519-1992

TEMPAT	Kandungan THDI (Arus)		Keterangan
	Pengukuran THDi di Penyulang Sedap Malam	IEEE Standar No. 519 - 1992	
Trafo DT0042	9,36 %	8 %	Melebihi Standar

Trafo DT0048	12,4 %	8 %	Melebihi Standar
Trafo DT0319	14,2 %	8 %	Melebihi Standar

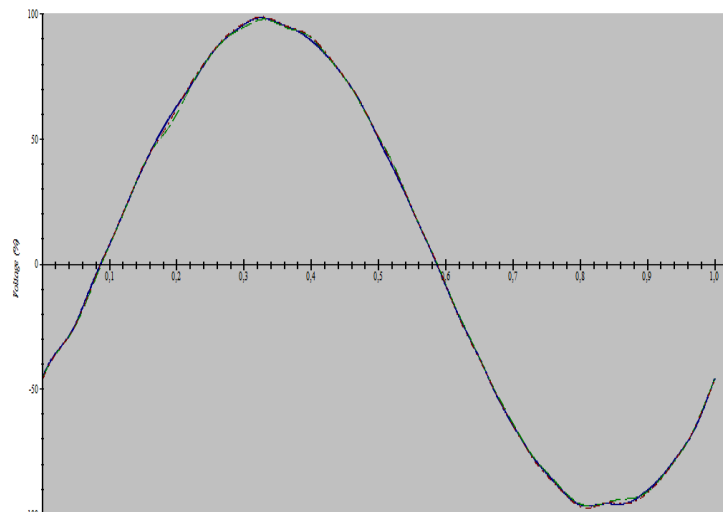
Pada tabel V memperlihatkan kandungan THDi melebihi batas maksimum yang diijinkan IEEE dimans kandungan THDi (arus) pada trafo DT 0042, DT0048 dan DT 0319 Penyulang Sedap Malammemiliki kandungan THDi diatas 8%.

TABEL VI  
PERBANDINGAN THDv PENGUKURAN  
DENGAN STANDAR IEEE 519-1992.

TEMPAT	Kandungan THDv (Tegangan)		KET
	Pengukuran di Penyulang Sedap Malam	IEEE Standar No. 519 - 1992	
Trafo DT0042	1,1%	5%	Memenuhi Standar
Trafo DT0048	1,56%	5%	Memenuhi Standar
Trafo DT0319	1,23%	5%	Memenuhi Standar

Berdasarkan tabel VI. kandungan THDv pada Transformator di penyulang Sedap Malam masih berada di bawah 5%.

**D. Gambar Spectrum Harmoninisa dan gelombang Harmonisa pada DT0042, DT0048, DT0319 penyulang Sedap Malam**

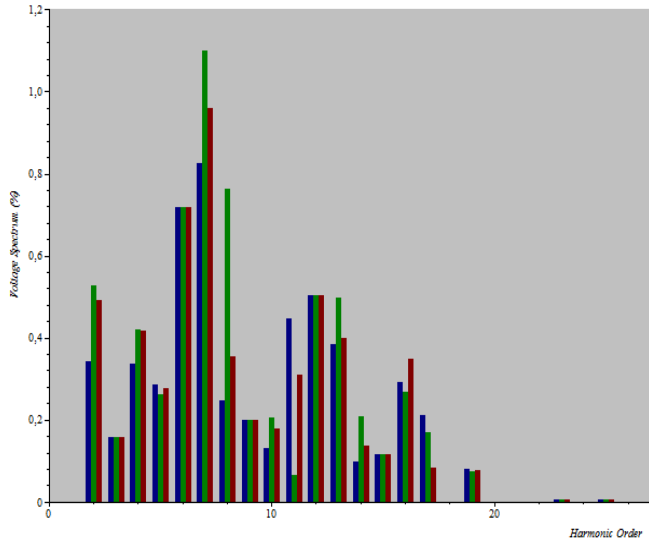


Gambar 4: Bentuk gelombang Harmonisa pada harmonisa pada DT42,DT48,DT31

Dari hasil simulasi bentuk gelombang sinusoidal yang di hasilkan menunjukkan bahwa terdapat beberapa cacat



gelombang yang timbul oleh adanya penggunaan beban-beban non linier pada sistrm tenaga lisrtik.



Gambar5:Spektrum harmonisa pada DT0042,DT0048,DT0319

Dari hasil simulasi bentuk Spektrum harmonisa yang dihasilkan menunjukkanperbandingan kandungan harmonisa pada tiga transformator di penyulang Sedap Malam yaitu warna biru DT0042, warna hijau DT0048 dan warna merah DT0319.

**Ket :**

- = DT0042
- = DT0048
- = DT0319

**E. Analisis THDi Pada Transformator DT 42,DT48 dan DT 319 penyulang Sedap Malam**

Berdasarkan dari hasil perhitungan short-circuit ratio atau SC ratio, menurut IEEE standar 519-1992. Berikut adalah hasil running program kandungan THDi pada Transformator DT 42,DT 48 dan DT 319

<b>Project:</b> ETAP	<b>Page:</b> 39
<b>Location:</b> 12.6.0H	<b>Date:</b> 27-04-2016
<b>Contract:</b>	<b>SN:</b>
<b>Engineer:</b>	<b>Revision:</b> Base
<b>Filename:</b> SEDAPMALAM	<b>Config.:</b> Normal
<b>Study Case:</b> HA	

<b>System Harmonics Branch Information</b>						
<b>Bus</b>		<b>Current Distortion</b>				
<b>From Bus ID</b>	<b>To Bus ID</b>	<b>Fund. Amp</b>	<b>RMS Amp</b>	<b>ASUM Amp</b>	<b>THD %</b>	<b>TIF</b>
Bus_DT0042	Bus218	107.17	107.97	145.74	12.22	65.66
Bus_DT0048	Bus135	177.20	178.68	242.32	12.96	58.10
Bus_DT0319	Bus18	125.80	126.94	173.57	13.54	60.00
Bus1						

Gambar 7: Tabel Hasil RunningThdi(%)MegggunakanSoftware Etap

Gambar 7 menunjukkan hasil *running* menggunakan *Software* Etap menunjukkan bahwa kandungan THDi (arus) pada transformator DT0042,DT0048 dan DT0319 di penyulang Sedap Malam melebihi batas standar yang diijinkan menurut standar IEEE 519-1992 yaitu sebesar 8%

TABLE VII  
PERBANDINGAN THDi ANTARA  
HASIL *RUNNING* MENGGUNAKAN *SOFTWARE*  
ETAP DENGAN STANDARIEEE 519-1992

<b>TRAFO</b>	<b>Hasil running THDi(%)</b>	<b>IEEE Standar 519 – 1992 THD<sub>imax</sub> (%)</b>	<b>KETERANGAN</b>
DT0042	12,22%	8%	Melebihi stantar
DT0048	12,96%	8%	Melebihi stantar
DT0319	13,54%	8%	Melebihi stantar

Tabel VII menunjukkan hasil perbandingan THDi (arus) antara hasil *running* menggunakan *software* Etap dengan standar IEEE 519-1992



**F. Analisis THD<sub>v</sub> Pada Transformator DT0042, DT0048 dan DT0319 penyulang Sedap Malam**

Project:	ETAP	Page:	35
Location:	12.6.0H	Date:	27-04-2016
Contract:		SN:	
Engineer:		Revision:	Base
Filename: SEDAPMALAM	Study Case: HA	Config.:	Normal

System Harmonics Bus Information					
Bus		Voltage Distortion			
ID	kV	Fund. %	RMS %	ASUM %	THD %
Bus_DT0042	0.380	97.59	97.60	103.04	1.59
Bus_DT0048	0.380	97.19	97.21	103.51	1.95
Bus_DT0319	0.380	98.08	98.09	103.88	1.71

Gambar 8: Tabel Hasil Running THD<sub>v</sub>(%) Menggunakan Software Etap

Gambar 8 Hasil *running* menggunakan *Software* Etap menunjukkan bahwa kandungan harmonisa atau THD<sub>v</sub> (tegangan) pada transformator DT0042,DT0048 dan DT0319 di penyulang Sedap Malam masih berada dalam batas standar yang diijinkan menurut standar IEEE 519-1992 yaitu sebesar 5%

TABLE VIII

PERBANDINGAN THD<sub>v</sub> ANTARA HASIL *RUNNING* MENGGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP DENGAN STANDAR IEEE 519-1992

TRAFO	Hasil running THD <sub>v</sub> (%)	IEEE Standar 519-1992 THD <sub>Imax</sub> (%)	KET
DT0042	1,59%	5%	Memenuhi stantar
DT0048	1,95%	5%	Memenuhi stantar
DT0319	1,71%	5%	Memenuhi stantar

Tabel VIII menunjukkan hasil perbandingan THD<sub>v</sub> (tegangan) antara hasil *running* menggunakan *software* Etap dengan standar IEEE 519-1992

**G. Analisis Rugi Daya Penyulang Sedap Malam Tanpa Harmonisa dan Dengan Harmonisa**  
 Dalam analisa hasil Rugi Daya pada *software* ETAP terlebih dahulu masukkan parameter – parameter yang diperlukan :

1. Data Transformator
2. Penggunaan beban transformator
3. Panjang saluran penghantar, dan jenis penghantar.

Pada simulasi ini digunakan dua kondisi, yaitu pertama pada saat kondisi penyulang Sedap Malam tanpa harmonisa dan kedua pada saat penyulang Sedap Malam dengan harmonisa. Untuk mengetahui pengaruh yang terjadi jika adanya harmonisa pada sistem distribusi 20 KV di penyulang Sedap Malam. Hasil dari simulasi yang telah dijalankan dapat dilihat dari gambar 9 dimana pada hasil *running* di dapatkan *losses* atau rugi daya beban sebesar 43,2 kW. hasil tersebut di dapatkan pada saat kondisi penyulang belum adanya harmonisa.

Project:	ETAP	Page:	5
Location:	12.6.0H	Date:	03-05-2016
Contract:		SN:	
Engineer:		Revision:	Base
Filename: SEDAPMALAM	Study Case: LF	Config.:	Normal

CKT / Branch ID	From-To Bus		To-From Bus		Losses		% Bus		Vd % in
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From	To	
Cable153	0.059	0.037	-0.059	-0.037	0.0	0.0	99.0	99.0	0.00
DT0287	0.008	0.005	-0.008	-0.005	0.0	0.0	99.0	98.7	0.29
Cable155	0.059	0.037	-0.059	-0.037	0.0	0.0	99.0	99.0	0.00
DT0043	0.059	0.037	-0.059	-0.037	0.2	0.8	99.0	98.1	0.87
Cable157	-2.929	-1.792	2.929	1.793	0.1	0.1	100.0	100.0	0.00
Cable158	-2.929	-1.793	2.930	1.793	0.6	0.6	100.0	100.0	0.03
					43.2	100.5			

Gambar 9: Tabel Hasil Running Etap Rugi Daya Penyulang Sedap malam Tanpa Harmonisa

Gambar 9 menunjukkan hasil *running* dari program Etap ketika belum adanya harmonisa.

Simulasi kedua pada saat penyulang Sedap Malam dengan Harmonisa, Dalam analisa hasil Rugi Daya pada *software* ETAP terlebih dahulu masukkan parameter – parameter yang diperlukan sama seperti parameter diatas namun ditambah dengan harmonisa:

1. Data Transformator
2. Penggunaan beban transformator dengan harmonisa



3. Memasukan data harmonisa
4. Panjang saluran penghantar, dan jenis penghantar.

Hasil dari simulasi yang telah dijalankan dapat dilihat dari gambar 10 dimana pada hasil running di dapatkan losses atau rugi daya sebesar 45,7 kW. hasil tersebut di dapatkan pada saat kondisi penyulang dengan beban harmonisa.

Project:	ETAP		Page:	5
Location:	12.6.0H		Date:	30-07-201
Contract:			SN:	
Engineer:	Study Case: LF		Revision:	Base
Filename: SEDAPMALAM			Config:	Norma

CKT / Branch ID	From-To Bus		To-From Bus		Losses		% Bus		Vd % in
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From	To	
Cable153	0.063	0.040	-0.063	-0.040	0.0	0.0	98.9	98.9	0.00
DT0287	0.008	0.005	-0.008	-0.005	0.0	0.0	98.9	98.6	0.32
Cable155	0.063	0.040	-0.063	-0.040	0.0	0.0	98.9	98.9	0.00
DT0043	0.063	0.040	-0.063	-0.039	0.3	0.9	98.9	98.0	0.93
Cable157	-3.040	-1.863	3.040	1.863	0.1	0.1	100.0	100.0	0.00
Cable158	-3.040	-1.863	3.041	1.864	0.7	0.7	100.0	100.0	0.03
					45.7	105.4			

Gambar 10: Tabel Hasil Running Etap Rugi Daya Penyulang Sedap Malam Dengan Harmonisa

Gambar 10 menunjukkan hasil running dari program Etap ketika adanya harmonisa.

Tabel IX  
Perbandingan nilai rugi daya sebelum dan sesudah adanya beban harmonisa

TANPA HARMONISA (KW)	DENGAN HARMONISA (KW)
43,2	45,7

Persentase peningkatan rugi daya setelah adanya beban harmonisa adalah:

$$\begin{aligned} &\text{Persentase peningkatan rugi daya} \\ &= [(43,2 + 45,7) : 43,2] \times 100\% \\ &= 0,020 \% \end{aligned}$$

Dari tabel IX dapat diketahui bahwa pada Penyulang Sedap Malam peningkatan rugi daya mencapai 0,020% atau sebesar 2,5 kW. Persentase peningkatan rugi-rugi daya sebesar 2,5 kW di peroleh setelah adanya beban harmonisa pada tiga buah Transformator yang ada di penyulang Sedap Malam. pada running pertama sebelum masuknya beban harmonisa pada tiga Transformator penyulang Sedap Malam, rugi-rugi daya yang di peroleh sebesar 43.2 kW, dan setelah masuknya

beban harmonisa rugi-rugi daya meningkat menjadi 45,7 Kw. Hal tersebut dapat membuktikan bahwa harmonisa berpengaruh terhadap rugi-rugi daya yang terjadi pada jaringan distribusi 20 KV yang mengakibatkan minggaknya nilai losses atau rugi-rugi daya pada penyulang Sedap Malam, dari hasil simulasi pertama menggunakan software ETAP power station diperoleh losses atau rugi-rugi daya tanpa harmonisa sebesar 43,2 kW, dan pada hasil simulasi kedua dengan menggunakan software ETAP power station diperoleh losses atau rugi-rugi daya dengan beban harmonisa menjadi 45,7 kW. Dengan adanya beban harmonisa pada Transformator mengakibatkan loss atau rugi-rugi daya pada penyulang Sedap Malam menjadi meningkat dimana peninggakan loss atau rugi-rugi daya mengakibatkan kenaikan pada penghantar netral sehingga menyebabkan rugi-rugi daya bertambah yang mengakibatkan timbulnya panas berlebih pada transformator yang dibangkitkan oleh arus beban yang mengandung harmonisa dapat berpengaruh pada kinerja Transformator menjadi terganggu.

### V SIMPULAN

Nilai THDi pada saat pengukuran di lapangan sebesar 9,36% pada Transformator DT0042, pada Transformator DT0048 sebesar 12,4% dan pada Transformator DT0319 sebesar 14,2% sedangkan Nilai THDi pada hasil running yaitu sebesar 12,22 % di DT0042, sebesar 12,95 % di DT0048 dan sebesar 13,54% di DT0319. Untuk standar nilai THDi hasil pengukuran dan hasil running, dengan standar IEEE 519-1992 menyatakan bahwa nilai THDi pada trafo di Penyulang Sedap melebihi ketentuan standar yaitu 8%. Dengan besarnya kandungan THDi pada Transformator mengakibatkan meningkatnya rugi-rugi daya pada Transformator dikarenakan kenaikan arus pada penghantar netral yang di sebabkan panas berlebih oleh harmonisa. Salah satu cara untuk menanggulangi pengaruh harmonisa adalah pemasangan filter harmonisa. Nilai THDV dari hasil pengukuran di lapangan sebesar 1,1% pada Transformator DT0042, pada Transformator DT0048 sebesar 1,56% dan pada Transformator DT0319 sebesar 1,23% sedangkan Nilai THDV pada hasil running yaitu sebesar 1,59 % di DT0042, sebesar 1,95% di DT0048 dan sebesar 1,71% di DT0319. Nilai THDV hasil pengukuran dan hasil running, dengan standar IEEE 519-1992 menyatakan bahwa nilai THDV pada trafo di Penyulang Sedap Malam masih berada diatas ketentuan standar yaitu 5%. Dari analisis yang telah dilakukan besarnya harmonisa didapatkan hasil running menggunakan bantuan software ETAP power station pengaruh harmonisa terhadap rugi-rugi daya pada Transformator di penyulang Sedap Malam mengalami peningkatan sebesar 0,020% atau sekitar 2,5 kW dimana pada hasil running tanpa harmonisa di dapatkan nilai rugi-rugi daya sebesar 43,2 kW dan setelah masuknya harmonisa rugi-rugi daya menjadi 45,7 kW.

### REFERENSI

[1]. Tanoto, Y. 2005. Simulasi Active Filter dan Sistem Kerja Rangkaian Dalam Meredam Harmonisa pada Vacuum Casting

I Gede Ariana : Analisis Pengaruh Harmonisa Terhadap...



Induction Furnace Dengan Daya 9 kW, 13.8 kVA, 200 V, 3 Fasa , 50/60 Hz. Surabaya : Jurusan Teknik Elektro Universitas Kristen Petra.

- [2]. Suweden, Rinas. 2009. Analisa Penanggulangan Thd Dengan Filter Pasif Pada Sistem Kelistrikan Di Rsup Sanglah. Jurnal Teknologi Elektro, Vol. 8 No.2 Juli - Desember 2009
- [3]. [3] Rinas, I Wayan, 2013. Simulasi Penggunaan Filter Pasif, Filter Aktif dan Filter Hybrid Shunt untuk Meredam Meningkatnya Distorsi Harmonisa yang Disebabkan Oleh Munculnya Gangguan Resonansi. Jurnal Teknologi Elektro, Vol. 12 No. 2 Juli-Desember 2013
- [4]. Rinas, I Wayan, 2012. Studi Analisis Losses dan Derating Akibat Pengaruh THD Pada Gardu Transformator Daya Di Fakultas Teknik Universitas Udayana. Jurnal Teknologi Elektro, Vol. 11 No. 1 Januari - Juni 2012
- [5]. Limantara. Hybrid Active Filter Untuk Meredam Resonansi Harmonisa Pada Sistem Pembangkitan di Industri. Jurusan Teknik Elektro , Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra, Jurnal Teknik Elektro Vol. 2, No. 1. 2002.
- [6]. Dugan, Roger. et al. 2003. Electrical Power Systems Quality. New York : McGraw-Hill. 2003.



{ Halaman ini sengaja dikosongkan }