

# **STUDI PENGARUH HARMONISA PADA GARDU TRAFO TIANG DAYA 200 KVA DI PT PLN (Persero) APJ SURABAYA UTARA**

Titiek Suheta, Abdullah Farid

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya  
sondysuheta@yahoo.com

## **ABSTRAK**

Penyaluran energi listrik ke konsumen tidak terlepas dari penggunaan saluran transmisi dan distribusi dimana transformator distribusi menjadi salah satu komponen utama sebagai alat penurun tegangan. Dalam penggunaannya dengan beragamnya beban yang diberikan akan mempengaruhi kinerja dari transformator tersebut, hal ini dikarenakan adanya ketidakseimbangan beban yang akan mengakibatkan harmonisa. Akibat Harmonisa yang terjadi pada gardu tiang trafo daya 200 KVA akan mengakibatkan penurunan tegangan sebesar 9,57%, Arus hubung singkat 950.99 Ampere, Arus beban penuh 23774.925 Ampere dan besarnya THD arus melebihi standar sebesar 8% sedangkan THD tegangan tidak melebihi standar.

*Kata kunci : Gardu Trafo Tiang 200 kVA, THD Arus dan Tegangan*

Created with



download the free trial online at [nitropdf.com/professional](http://nitropdf.com/professional)

## Pendahuluan

Harmonisa yang mengalir pada sistem tenaga dapat menyebabkan meningkatnya rugi-rugi daya, pemanasan berlebih pada peralatan, rendahnya efisiensi, dan untuk beberapa peralatan tertentu yang sensitif terhadap distorsi harmonik kinerjanya akan menurun. Gangguan yang terjadi pada trafo tiang daya yang disebabkan oleh adanya distorsi gelombang arus dan tegangan akan menimbulkan harmonisa. Distorsi gelombang arus dan tegangan ini muncul akibat adanya pembentukan gelombang-gelombang dengan frekuensi kelipatan bulat dari frekuensi fundamentalnya.

Pengaruh harmonisa tersebut secara teknis maupun ekonomis sangat merugikan sistem tenaga listrik. Bagaimana Tingkat harmonisa pada trafo tiang pada pembebanan trafo 200 kVA pada lokasi penelitian yang dilakukan di :

1. Jalan Kali Kepiting 175
2. Jalan Dharma Husada Indah I
3. Jalan Dharma Husada Indah Utara IV
4. Jalan Mulyosari Timur 50
5. Jalan Kedung Cowek 177A

## Teori Transformator

Transformator merupakan suatu alat listrik yang mengubah tegangan arus bolak-balik dari satu tingkat ke tingkat yang lain melalui suatu gandingan magnet dan berdasarkan prinsip-prinsip induksi-elektromagnet. Transformator terdiri atas sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder.

Penggunaan transformator yang sederhana dan handal memungkinkan dipilihnya tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan serta merupakan salah satu sebab penting bahwa arus bolak-balik sangat banyak dipergunakan untuk pembangkitan dan penyaluran tenaga listrik.

Prinsip kerja transformator adalah berdasarkan hukum Ampere dan hukum Faraday, yaitu: arus listrik dapat menimbulkan medan magnet dan sebaliknya medan magnet dapat menimbulkan arus listrik. Jika pada salah satu kumparan pada transformator diberi arus bolak-balik maka jumlah garis gaya magnet berubah-ubah. Akibatnya pada sisi primer terjadi induksi. Sisi sekunder menerima garis gaya magnet dari sisi primer yang

jumlahnya berubah-ubah pula. Maka di sisi sekunder juga timbul induksi, akibatnya antara dua ujung terdapat beda tegangan.

## Perhitungan Arus Beban Penuh dan Arus Hubung Singkat

Arus beban penuh pada transformator [1] :

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} \quad (1)$$

dimana :

$I_{FL}$  : Arus Beban Penuh (A)

$S$  : Daya Transformator (VA)

$V$  : Tegangan Fasa-fasa pada sisi Tegangan Rendah (Volt)

Arus hubung singkat pada transformator [4] :

$$I_{SC} = \frac{kVA_T \cdot 100}{\%Z \cdot \sqrt{3} \cdot kV} \quad (2)$$

dimana :

$I_{SC}$  : Arus Hubung Singkat

$kVA_T$  : Daya Transformator (kVA)

$\%Z$  : Persentase Impedansi

$kV$  : Tegangan Fasa-fasa pada sisi Tegangan rendah (kV)

## Perhitungan Load Loss ( $P_{LL}$ ) Trafo dalam pu [5] :

$$P_{LL} = \sum I_h^2 + (\sum I_h^2 \times h^2) P_{EC-R} \quad (p.u) \quad (3)$$

dimana :

$P_{LL}$  : Perhitungan Load Loss

$P_{EC-R}$  : faktor *eddy current loss*

$h$  : angka harmonisa

$I_h$  : arus harmonisa

$\sum I_h^2$  merupakan komponen rugi  $I^2R$  dalam p.u, sedangkan  $(\sum I_h^2 \times h^2) P_{EC-R}$  merupakan komponen rugi *eddy current* dalam p.u.

## Total Harmonic Distortion

*Total Harmonic Distortion* (TDH) adalah rasio antara nilai RMS dari komponen harmonisa dan nilai RMS dari fundamental. Hubungan antara THD dengan IHD dapat dilihat dari persamaan berikut :

$$THD = (IHD_2^2 + IHD_3^2 + IHD_4^2 + \dots IHD_n^2)^{1/2} \quad (4)$$

**Tabel 1. Data Teknis Gardu Trafo Tiang 200 KVA**

Lokasi Trafo	Tegangan		Frek (Hz)	Arus (A)	Z (%)
	Primer (kV)	Sekunder (V)			
Kali Kepiting 175	21/20.5/20/19.5	231/400	50	6.1-385	4
Dharmahasada Indah I	21/20.5/20/19.5	231/400	50	6.1-385	4
Dharmahasada Indah Utara IV	21/20.5/20/19.5	231/400	50	6.1-385	4
Mulyosari Timur 50	21/20.5/20/19.5	231/400	50	6.1-385	4
Kedung Cowek 177A	21/20.5/20/19.5	231/400	50	6.1-385	4

**Tabel 2. Analisa Arus Beban Penuh**

Lokasi Trafo	$V_{ave}$ (V)	$V_{(fasa-fasa)}$ (V)	$I_{FL}$ (A)
Kali Kepiting 175	211.56	366.43	315.12
Dharmahasada Indah I	70.10	121.42	950.99
Dharmahasada Indah Utara IV	112.37	194.63	593.28
Mulyosari Timur 50	117.70	203.86	566.42
Kedung Cowek 177A	206.39	357.48	323.01

Besarnya  $V_{ave}$  berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan alat ukur *Power Quality Analyzer* Hioki 3196.

**Tabel 3. Analisa Arus Hubung Singkat**

Lokasi Trafo	Tegangan fasa-fasa (V)	$I_{sc}$ (A)
Kali Kepiting 175	366.43	7878.043
Dharmahasada Indah I	121.42	23774.925
Dharmahasada Indah Utara IV	194.63	14831.995
Mulyosari Timur 50	203.86	14160.459
Kedung Cowek 177A	357.48	8075.281

**Tabel 4. Analisa Tegangan Average**

Lokasi Trafo	Pengukuran (V)	Perhitungan (V)	Selisih (V)	$\Delta V$ (%)
Kali Kepiting 175	227.00	215.57	11.43	5.04
Dharmahasada Indah I	228.14	218.39	9.75	4.27
Dharmahasada Indah Utara IV	229.98	216.23	13.75	5.98
Mulyosari Timur 50	220.32	213.93	6.39	2.9
Kedung Cowek 177A	229.85	207.85	22.01	9.57

**Tabel 5. Analisa Arus Average**

Lokasi Trafo	Pengukuran (A)	Perhitungan (A)	Selisih (A)	$\Delta I_{ave}$ (%)
Kali Kepiting 175	211.56	149.75	61.81	29.22
Dharmahasada Indah I	70.10	126.01	55.91	79.76
Dharmahasada Indah Utara IV	112.37	110.16	2.21	1.97
Mulyosari Timur 50	117.70	118.12	0.42	0.36
Kedung Cowek 177A	206.39	197.90	8.49	4.11

**Tabel 6. Analisa THD Arus**

Lokasi Trafo	ITHD Arus (%)			
	R	S	T	N
Kali Kepiting 175	3.93	1.66	4.99	20.79
Dharmahasada Indah I	11.80	7.06	7.57	3.85
Dharmahasada Indah Utara IV	6.28	7.12	6.78	36.22
Mulyosari Timur 50	7.51	7.37	9.86	77.82
Kedung Cowek 177A	19.89	20.86	23.28	28.43

**Tabel 7. Analisa THD Tegangan**

Lokasi Trafo	Fasa	Pengukuran (%)	Standar (%)	Keterangan
Kali Kepiting 175	R ( $U_1$ )	1.217	5	Tidak melebihi standar
	S ( $U_2$ )	1.179	5	Tidak melebihi standar
	T ( $U_3$ )	1.726	5	Tidak melebihi standar
Dharmahasada Indah I	R ( $U_1$ )	1.081	5	Tidak melebihi standar
	S ( $U_2$ )	0.999	5	Tidak melebihi standar
	T ( $U_3$ )	1.094	5	Tidak melebihi standar
Dharmahasada Indah Utara IV	R ( $U_1$ )	1.886	5	Tidak melebihi standar
	S ( $U_2$ )	1.985	5	Tidak melebihi standar
	T ( $U_3$ )	2.100	5	Tidak melebihi standar
Mulyosari Timur 50	R ( $U_1$ )	1.504	5	Tidak melebihi standar
	S ( $U_2$ )	1.482	5	Tidak melebihi standar
	T ( $U_3$ )	1.549	5	Tidak melebihi standar
Kedung Cowek 177A	R ( $U_1$ )	4.687	5	Tidak melebihi standar
	S ( $U_2$ )	4.190	5	Tidak melebihi standar
	T ( $U_3$ )	4.620	5	Tidak melebihi standar

**Tabel 8. Analisa Harmonisa Pada Netral**

Lokasi Trafo	THD urutan nol fasa (%)			I urutan Nol (A)			THD I <sub>4</sub> urutan nol (%)	I <sub>4</sub> Urutan Nol (A)
	R	S	T	R	S	T		
Kali Kepiting 175	0.39	0.37	0.45	64.35	96.98	92.29	1.21	253.61
Dharmahasada Indah I	10.06	6.37	6.84	407.83	600.06	516.18	23.26	1524.07
Dharmahasada Indah Utara IV	4.19	4.10	5.8	485.81	332.47	812.45	14.09	1630.74
Mulyosari Timur 50	6.94	6.93	9.15	818.64	818.65	1069.97	23.02	2707.25
Kedung Cowek 177 A	1.94	1.58	1.87	407.04	337.01	365.51	5.38	1109.57

### Kesimpulan

Berdasarkan analisa data di atas, terlihat bahwa THD arus pada trafo tiang melebihi standar sedangkan THD tegangan pada trafo tiang tidak ada yang melebihi standar, dengan pembebanan yang lebih akan mengakibatkan terjadinya Arus beban penuh dan arus hubung singkat terbesar terjadi di Dharmahasada Indah I masing-masing sebesar 950.99 dan 23774.925 Amper dan penurunan tegangan terbesar di Kedung Cowek 177A sebesar 9.57 %.

### Daftar Pustaka

1. Abdul Kadir, **Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik**, Jakarta : UI - Press, 2000.
2. Abdul Kadir, **Transformator**, Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 1989
3. Burke, James J. **Power Distribution Engineering-Fundamentals And Applications**. New York : Marcel Dekker INC, 1994
4. Sumanto. **Teori Transformator**. Yogyakarta : Andi Offset, 1991
5. Tribuana, Wanhar. **Pengaruh Harmonik pada Transformator Distribusi**. 1999. <http://www.elektroindonesia.com/elektro/ener25.html>.
6. Julius Sentosa Setiadji, Tabrani Machmudsyah, Yohanes Cipta Wijaya, **Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Transformator Distribusi** , Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra PT. PLN(Persero) Distribusi Jawa Timur.
7. Julius Sentosa Setiadji, Tabrani Machmudsyah, Yohanes Cipta Wijaya , **Pengaruh Harmonisa Pada Gardu Trafo Tiang Daya 100 kVA di PLN APJ Surabaya Selatan**, Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra PT. PLN(Persero) Distribusi Jawa Timur.