

# Pengaruh Hubungan Belitan Trafo Dan Variasi Beban Terhadap *Total Harmonic Distortion*

Rocky Samuel S<sup>1)</sup>, Iswadi Hasyim Rosma<sup>2)</sup>Firdaus<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup>Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Bina Widya, Jl. H. R. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam  
Pekanbaru 28293

Email: [rocky.samuel4700@student.unri.ac.id](mailto:rocky.samuel4700@student.unri.ac.id) ; [iswadi.hr@lecture.unri.ac.id](mailto:iswadi.hr@lecture.unri.ac.id); [firdaus@eng.unri.ac.id](mailto:firdaus@eng.unri.ac.id)

## ABSTRACT

*Transformers used in generator are generally 3 phase transformers. In the transformer there is a role that is to move and change the amount of electrical energy from one or more electrical circuits to another circuit. In the use of transformers, there many advantages, but there are also disadvantages such as harmonic distortion which can cause power losses and decreased working capacity. Therefore, this thesis aims to analyze the effect of transformer winding type and transformer loading conditions on the harmonic distortion. In this study used supporting tools namely resistive and inductive loads and to see the THD level using the KYORITSU 6310 Power Quality Analyzer. And the variation of the entanglement relationship used is the wye and delta relationship. The test result concluded that the relationship between wye-wye and resistive load had the highest THD percentage of 44,35% dan delta-delta relationship had the lowest THD percentage of 3.06%.*

*Keywords : harmonics, transformers, THD, power quality analyzer.*

## I. PENDAHULUAN

Pada perkembangan sistem tenaga listrik saat ini, mutu kualitas listrik yang baik menjadi faktor untuk usia alat. Dimana tegangan dan frekuensi haruslah stabil. Akan tetapi, hal itu tidak dapat terealisasikan karena ada berbagai macam gangguan. Di Indonesia sendiri, listrik bersumber dari PLN yang dimana memiliki frekuensi 50 Hz dan tegangan 220 V.

Akibat dari gangguan yang mengakibatkan buruknya kualitas listrik adalah terjadi harmonisa pada gelombang listrik dimana bentuk gelombang sinusoidal murni telah terdistorsi meski disuplai menggunakan tegangan sinusoidal. (Dhavitra, 2015)

Transformator merupakan suatu alat yang dapat memindahkan dan mengubah besar energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain dengan frekuensi yang sama. Tingkat kinerja dari transformator ditentukan oleh parameter rugi-rugi daya dan penurunan kapasitas kerja (*derating*) yang terjadi

akibat dari distorsi harmonisa tersebut. (Mohd Yogi Yusuf, Firdaus, 2016)

Pada transformator, terdapat dua hubungan belitan yakni hubungan wye (Y) dan hubungan delta ( $\Delta$ ) serta memiliki 4 jenis hubungan belitan yakni hubungan wye-wye (Y- Y), hubungan delta-delta ( $\Delta$ -  $\Delta$ ), hubungan wye-delta (Y- $\Delta$ ) dan hubungan deta-wye ( $\Delta$ -Y). Antar jenis hubungan belitan memiliki karakteristik dan sifat yang berbeda. Serta variasi beban yang digunakan R,L dan C pada setiap jenis hubungan belitan juga memiliki perbedaan, apakah itu terhadap perhitungan *losses* serta harmonisa.(Mohd Yogi Yusuf, Firdaus, 2016)

Penelitian ini mengkaji tentang pengaruh dari hubungan belitan dan variasi beban terhadap nilai *Total Harmonic Distortion* yang dilakukan dengan melakukan pengukuran pada rangkaian pengujian untuk melihat bentuk gelombang yang dihasilkan dan menganalisa apakah sesuai dengan standar yang ada. Dan dalam penelitian ini penulis menggunakan beban dengan nilai ukur kecil seperti pada beban rumah tangga.

## II. TEORI DASAR

### Transformator

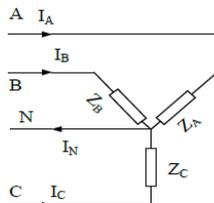
Transformator adalah alat atau sebuah mesin listrik yang mengubah daya listrik AC pada satu level tegangan menjadi daya listrik AC pada level tegangan lain melalui aksi medan magnet. Transformator pada umumnya terdiri dari dua atau lebih gulungan kawat yang melilit inti feromagnetik. Kumparan tersebut biasanya tidak saling terhubung langsung. Kumparan tersebut terhung karena adanya fluks magnet yang ada dalam inti transformator (Stephen J. Chapman, 2005).

### Hubungan Belitan Transformator

Secara umum dalam menghubungkan belitannya transformator tiga fasa terdapat 2 hubungan belitan yaitu:

#### 1. Hubungan wye (Y)

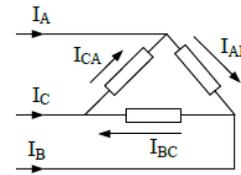
Hubungan belitan wye pada transformator tiga fasa yang menghubungkan ujung-ujung awalnya dihubungkan menjadi satu titik, kemudian dari titik tersebut terdapat belitan netral. Arus transformator tiga fasa dalam hubungan wye adalah  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  yang masing-masing berbeda sudut  $120^\circ$ . Gambar 2.1 merupakan hubungan transformator tiga fasa dengan hubungan belitan wye.



Gambar 2. 1 Transformator tiga fasa hubungan belitan wye

#### 2. Hubungan Delta ( $\Delta$ )

Hubungan delta adalah hubungan belitan transformator tiga fasa yang dimana ujung-ujung akhir dari belitan fasa pertama disambungkan dengan ujung awal belitan fasa kedua, akhir fasa kedua dengan ujung mula fasa ketiga dan akhir fasa belitan ketiga dengan ujung mula fasa pertama, dimana tegangan transformator tiga fasa dengan belitan delta adalah  $V_A$ ,  $V_B$ ,  $V_C$  masing-masing tegangan berbeda sudut  $120^\circ$ . Gambar 2.2 merupakan bentuk belitan dari transformator tiga fasa dengan belitan delta.



Gambar 2. 2 Transformator tiga fasa hubungan belitan delta

### Total Harmonic Distortion

*Total Harmonic Distortion* (THD) merupakan nilai presentase antara total komponen harmonisa dengan komponen fundamentalnya. Semakin besar presentase THD ini menyebabkan semakin besarnya resiko kerusakan peralatan akibat harmonisa yang terjadi pada arus maupun tegangan. Nilai THD yang diijinkan secara internasional maksimal berkisar 5% sampai 20% dari tegangan atau arus frekuensi fundamentalnya.

Karakteristik harmonisa dapat dipresentasikan dengan deret Fourier, menurut persamaan berikut :

$$f(t) = \frac{A_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [A_n \cdot \cos(n\omega_0 t) + B_n \cdot \sin(n\omega_0 t)] \quad (1)$$

$A_0$ ,  $A_n$ ,  $B_n$  adalah koefesien Fourier yang secara berturut-turut menyatakan amplitudo komponen fundamental dan amplitudo komponen-komponen harmonisanya.

Berdasarkan persamaan diatas, suatu gelombang periodik yang berulang dalam selang waktu tertentu (T) dapat direpresentasikan sebagai penjumlahan antara komponen gelombang fundamental dengan komponen gelombang harmonisanya.

Menurut Standar IEEE 519 – 1992, untuk total harmonic distortion tegangan diperlihatkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Batas harmonisa tegangan sesuai standar IEEE 519-1992

Bus Voltage at PCC	Individual Voltage Distortion (%)	THD (%)
Kurang dari 69 kV	3,0	5,0
69,001 kV s/d 161 kV	1,5	2,5
Lebih dari 161,001 kV	1,0	1,5

### III. Metodologi Penelitian

#### Peralatan Penelitian

Pada tahap ini dilakukan studi lanjutan dengan berdasarkan blok diagram dan dengan melihat perhitungan beban yang digunakan serta penggunaan alat *power quality analyzer*.

#### Transformator

Transformator yang digunakan pada penelitian ini adalah Transformator tipe Step-Down 5 Ampere sebanyak 3 buah yang dihubung menjadi transformator 3 fasa.

Pada penelitian ini, tegangan yang digunakan pada sisi primer adalah 220 V sedangkan pada sisi sekunder tegangan yang digunakan adalah 32 V. Dan dapat diketahui bahwa daya transformator adalah 1100 W pada setiap transformator.

#### Beban Resistor

Untuk beban resistor digunakan adalah dengan 10Ω 20W untuk mendekati nilai maksimal pembebanan.

Rangkaian beban yang digunakan adalah menghubungkan seri 2 buah rangkaian beban terhubung parallel dimana setiap hubung parallel terdapat 5 buah Resistor 10Ω 20 W

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \quad (2)$$

$$R_p = 2 \Omega,$$

Jadi total nilai beban Resistor yang digunakan yaitu 4 Ω dengan daya (W) = 2(20 x 5) = 200 W pada tiap line

#### Beban Induktor

Untuk beban induktor yang digunakan adalah lilitan kawat dengan nilai 10 mH pada tiap line.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Pengujian Total Harmonic Distortion

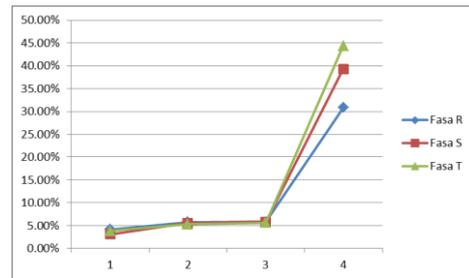
Pada setiap pengujian yang dilakukan, baik setiap hubungan belitan maupun variasi masing-masing beban akan diperoleh data yang didapat dari alat Kyoritsu KEW 6310 *Power Quality Analyzer* berupa nilai *total harmonic distortion* (dalam bentuk persen)

#### Beban Resistif

Tabel 4. 1 Data THD % Beban Resistif

HUBUNGAN	THD
----------	-----

	R (%)	S (%)	T (%)
Δ – Δ	4.17	3.09	3.78
Δ – Y	5.74	5.55	5.29
Y – Δ	5.83	5.79	5.60
Y – Y	30.86	39.29	44.35



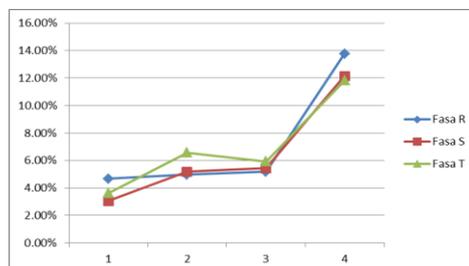
Gambar 4. 1 Kurva perbandingan THD pada masing-masing hubungan belitan

Dari gambar 4.1 menunjukkan persentase THD paling kecil terjadi pada hubung Δ – Δ setiap fasa, yaitu 3,09 % pada fasa S. Pada hubungan Y – Y, persentase THD setiap fasa paling besar pada beban resistif, yaitu 44,35 % pada fasa T.

#### Beban Resistif – Induktif

Tabel 4. 2 Data THD % Beban Resistif-Induktif

HUBUNGAN	THD		
	R	S	T
Δ – Δ	4.68%	3.06%	3.63%
Δ – Y	4.98%	5.20%	6.57%
Y – Δ	5.19%	5.45%	5.93%
Y – Y	13.78%	12.16%	11.84%



Gambar 4. 2 Kurva perbandingan THD pada masing-masing hubungan belitan

Dari tabel 4.2 menunjukkan persentase THD paling kecil terjadi pada hubung Δ – Δ setiap fasa, yaitu 3,06 % pada fasa S. Pada hubungan Y – Y, persentase THD setiap fasa paling besar pada beban resistif-Induktif, yaitu 13,78 % pada fasa R.

Menurut Standar IEEE 519 – 1992

Total harmonic distortion tegangan sesuai dengan IEEE 519-1992 yang ada pada tabel 2.1 menunjukkan bahwa nilai THD tegangan cukup baik namun pada hubungan Y – Y nilai THD melebihi batas dari harmonisa saat beban resistif, dan juga pada beban resistif-induktif

202: 7687.https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.09.696.

## V. KESIMPULAN

Dari pengujian terhadap keempat hubungan belitan, hubungan Y – Y beban Resistif yang memiliki persentase THD paling besar yaitu 44,35% dan hubungan  $\Delta - \Delta$  beban Resistif-Induktif memiliki persentase THD paling rendah yaitu 3.06%. Untuk pengukuran trafo 1, THD tegangan tertinggi terdapat pada Fasa R beban Resistif yaitu 4,17, pengukuran trafo 2, THD tegangan tertinggi terdapat pada Fasa S beban Resistif-Induktif yaitu 3,06, pengukuran trafo 3, THD tegangan tertinggi terdapat pada Fasa T beban Resistif-Induktif yaitu 3,63.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, Wayan, Adi Widiastara, I Wayan Rinas, and I Wayan Sukerayasa. 2018. "Analisis Pengaruh Total Harmonic Distortion Terhadap Losses Dan Efisiensi Transformator RSUD Kabupaten Klungkung." (June).
- Committee, Distribution, Ieee Power, and Energy Society. 2014. "IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems IEEE Power and Energy Society." 2014.
- Dhavitra, Robby. 2015. "Analisis Dampak Total Harmonic Distortion Terhadap Losses Dan Derating Pada Transformator Universitas Riau." 2(1): 1–16.
- Jamaah, Akhmad. 1992. "Pengaruh Distorsi Harmonik Terhadap Penurunan Kapasitas Daya Trafo Distribusi 3 Fasa 400 KVA Di Politeknik Negeri Semarang." : 1–10.
- Mohd Yogi Yusuf, Firdaus, Feranita. 2016. "Analisa Konfigurasi Hubungan Primer Dan Sekunder Transformator 3 Fasa 380/24 V Terhadap Beban Non Linier." *Jom FTEKNIK Volume 3*: 1–12.
- Pejovski, Dejan, Krste Najdenkoski, and Mihail Dugalovski. 2017. "Impact of Different Harmonic Loads on Distribution Transformers." *Procedia Engineering*