



PENGARUH HARMONISA PADA TRAFODISTRIBUSI 250 KVA DI PT.PLN (PERSERO) ULP SENTANI

DULTUDES MANGOPO DAN EKAWATI MARGARETHA OHEE

Dosen Fakultas Teknik Universitas Cenderawasih Jayapura

E-mail: elektro_doel@yahoo.com

ABSTRACT

The appearance of harmonics in the transformer will result in an increase in hysteresis losses and eddy current losses and pressure on the insulation. Harmonic current flow will increase copper losses, this effect is even more important in rectifier transformers because it is not advantageous to have filters generally blocked on the AC side.

This study aims to determine the effect of harmonics on a 250 KVA distribution transformer at PT. PLN (Persero) ULP Sentani and strategic steps that must be taken to overcome problems due to harmonic distortion based on IEEE standards.

The method used in this research is to make measurements and direct observations to the field to measure the harmonic components in each phase R, S and T on a 250 KVA distribution transformer and measure the voltage and current harmonics using the Power Quality Analyzer F43B.

From the results of the analysis on the distribution substation STN-051 THDi each phase is R = 7.89%, S = 9.70% and T = 8.04% and THDv in each phase is R = 2.19%, S = 2.29% and T = 2.27%. In table 6 it can be seen that the current THD on the order of $11 \leq h < 17$ does not exceed the IEEE 519-1992 standard, while the current THD on the order $h < 11$ i.e. the S phase exceeds the IEEE 519 1992 standard, while the R and T phases do not exceed the IEEE 519 standard. -1992. Meanwhile, the current total THD does not exceed the IEEE 519-1992 standard. The average current THD on order $h < 11$ is 7.41% and the total current THD average is 7.47% so that it has not passed the transformer capacity. Effect of harmonics on distribution transformer STN-051 THD zero sequence current R = 100.27% S = 100.47% , T = 100.64% and zero sequence current R = 113.31 A, S = 275.69 A, T = 139.44 A.

The higher the total harmonic current in each phase, the higher the load losses (PLL), I^2R losses and eddy current losses. The presence of harmonics in the distribution substation transformer will cause the transformer temperature to increase more than usual, overheating of the motor that is operated due to the eddy currents that arise, thereby increasing power losses and also reading errors in the distribution substation. electric meter kWh meter.

The amount of THD current content in the distribution transformer will result in increased power losses in the transformer due to an increase in current in the neutral conductor caused by excessive heat by harmonics. One way to overcome the harmonic effect is to install a passive filter.

Keywords: *Harmonics, non-linear load, transformer, power losses.*

PENDAHULUAN

Harmonik adalah gangguan yang terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik akibat terjadinya distorsi gelombang arus dan tegangan. Pada dasarnya, harmonik adalah gejala pembentukan gelombang-gelombang dengan frekuensi berbeda yang merupakan perkalian bilangan bulat dengan frekuensi dasarnya. Hal ini disebut frekuensi harmonik yang timbul pada bentuk gelombang aslinya sedangkan bilangan bulat pengali frekuensi dasar disebut angka urutan harmonik.

Munculnya harmonik pada transformator akan mengakibatkan meningkatnya rugi-rugi histerisis dan rugi-rugi arus eddy serta tekanan pada isolasi. Mengalirnya arus harmonik akan meningkatkan rugi-rugi tembaga, pengaruh ini lebih penting lagi pada transformator penyearah karena mereka tidak mendapat keuntungan dari adanya filter yang pada umumnya terhadang pada sisi AC. Terlepas dari pada kebutuhan tambahan rating transformator penyearah sering membentuk daerah panas (*hot spot*) pada tanki. Hal penting lain untuk transformator yang mensuplai beban tidak seimbang, jika arus beban mengandung komponen dc yang diakibatkan oleh kejenuhan dari rangkaian magnet transformator akan menambah komponen arus harmonik pada arus eksitasi

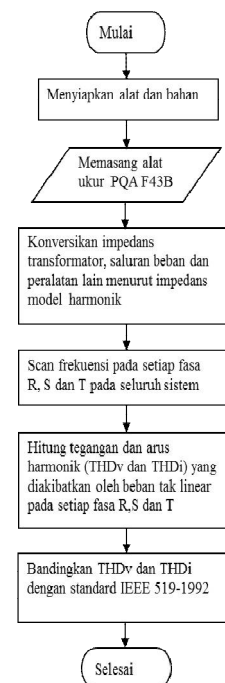
Dari uraian diatas maka yang menjadi permasalahan adalah bagaimana pengaruh harmonisa pada trafo distribusi 250 KVA di

PT.PLN (Persero) ULP Sentani dan langkah-langkah strategis apa saja yang harus dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar pengaruh harmonisa pada trafo distribusi 250 KVA Di PT.PLN (Persero) ULP Sentani serta langkah strategis yang harus dilakukan untuk mengatasi permasalahan akibat distorsi harmonik dan Untuk mengetahui langkah-langkah strategis yang harus dilakukan dalam mengatasi permasalahan akibat distorsi harmonik berdasarkan standar IEEE 519-1992.

METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Spesifikasi Trafo Distribusi STN-051

Data Spesifikasi Trafo Distribusi di PT.PLN (Persero) ULP Sentani :

Daya : 250 KVA

Tegangan kerja : 400 Volt

Vektor group : DYN-5

Impedansi : 4%

Trafo : 3 (tiga) Phasa

Analisis data arus beban penuh dan arus hubung singkat pada gardu distribusi 250 KVA adalah :

$$Z = 4\% ; S = 250 \text{ KVA} ; V_{L-L} = 0,4 \text{ KV}$$

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V_{L-L}} = \frac{250.000}{\sqrt{3} \times 400} = 360,83 \text{ A}$$

$$I_{SC} = \frac{S \times 100}{\% Z \times \sqrt{3} \times V_{L-L}} = \frac{25.000}{4 \times \sqrt{3} \times 0,4} = 9.020,71 \text{ A}$$

B. Data Hasil Pengukuran harmonisa pada Trafo STN – 051.

Tabel 1. Data hasil pengukuran harmonisa pada phasa R Trafo Distribusi STN-051

Phasa	Orde Harmonik ke-	IHD (%)	Arus (A)	Urutan
	1	100,00	113	Fundamental
	3	4,56	3,5	Nol
	5	4,01	3,1	Negatif
	7	3,12	2,4	Positif
R	9	2,72	2,1	Nol
	11	0,48	0,4	Negatif
	13	0,17	0,1	Positif
	15	0,38	0,3	Nol
	17	0,19	0,1	Negatif

Tabel 2. Data hasil pengukuran harmonisa pada phasa S Trafo Distribusi STN-051

Phasa	Orde Harmonik ke-	IHD (%)	Arus (A)	Urutan
	1	100,00	274	Fundamental
	3	9,05	16,0	Nol
	5	3,09	5,4	Negatif
	7	0,85	1,5	Positif
S	9	1,53	2,7	Nol
	11	0,35	0,6	Negatif
	13	0,29	0,5	Positif
	15	0,19	0,3	Nol
	17	0,07	0,1	Negatif

Tabel 3. Data hasil pengukuran harmonisa pada Phasa T Trafo Distribusi STN-051

Phasa	Orde Harmonik ke-	IHD (%)	Arus (A)	Urutan
	1	100,00	139	Fundamental
	3	5,22	4,6	Nol
	5	5,31	4,6	Negatif
	7	1,43	1,2	Positif
T	9	2,17	1,9	Nol
	11	1,21	1,1	Negatif
	13	0,31	0,3	Positif
	15	0,46	0,4	Nol
	17	0,17	0,1	Negatif

Tabel 4. Data hasil pengukuran harmonisa THD_V dan THD_I Trafo Distribusi STN-051

Fasa	Tegangan (V)	Arus (A)	THD _V (%)	THD _I (%)
R	231,7	113	2,19	7,89
S	229,5	274	2,29	9,70
T	232,9	139	2,27	8,04

C. Analisis Pembebanan Transformator Distribusi STN-051

Tabel 5. Hasil analisis pembebanan pada Trafo Distribusi STN-051

Fasa	Arus Nominal (A)	Arus Full Load (A)	% Pembebanan
R	113	360,83	31,32
S	274	360,83	75,94
T	139	360,83	38,52

Dari tabel di atas terlihat bahwa pembebanan pada ke tiga phasa di Trafo rata-rata pembebanan ketiga phasa adalah 48.59 %.

D. Analisis THD Arus Pada Trafo Distribusi STN-051

Tabel 6. Analisis THD Arus Pada Trafo STN-051

Analisis THD Arus	Fasa	I _{FL} (%)	I _{sc} /I _{FL}	Range	Pengukuran h < 11(%)	Standard h (%)	Melebihi standard /Tidak	Lebih (%)
Analisis THD Arus orde h < 11	R	31,32	79,82	50 ≤ 100	7,35	10	Tidak	-
	S	75,94	32,92	20 ≤ 50	7,02	7	Melebihi	0,2
	T	38,52	64,90	50 ≤ 100	7,87	10	Tidak	-
Analisis THD Arus orde 11 ≤ h ≤ 17	R	31,32	79,82	50 ≤ 100	0,66	4,5	Tidak	-
	S	75,94	32,92	20 ≤ 50	0,49	3,5	Tidak	-
	T	38,52	64,90	50 ≤ 100	1,34	4,5	Tidak	-
Analisis THD Arus Total	R	31,32	79,82	50 ≤ 100	7,38	12	Tidak	-
	S	75,94	32,92	20 ≤ 50	7,04	8	Tidak	-
	T	38,52	64,90	50 ≤ 100	7,98	12	Tidak	-

Dari hasil analisis tabel di atas terlihat bahwa THD Arus pada orde $11 \leq h \leq 17$ tidak melebihi standard IEEE 519-1992, sedangkan THD Arus pada orde $h < 11$ yaitu pada fasa S melebihi standard IEEE 519-1992 sedang fasa R dan T tidak melebihi standard IEEE 519-1992. Sedangkan THD Arus total tidak melebihi standard IEEE 519-1992. Rata-rata THD Arus pada orde $h < 11$ adalah 7.41 % dan rata-rata THD Arus total adalah 7.47 % sehingga belum melewati kapasitas trafo.

E. Analisis THD Tegangan Pada Trafo Distribusi STN-051

Tabel 7. Analisis THD tegangan pada Trafo Distribusi STN-051

Fasa	THD _v Pengukuran (%)	THD _v Standard (%)	Keterangan
R	2,27	5	Tidak Melebihi Standard
S	2,29	5	Tidak Melebihi Standard
T	2,19	5	Tidak Melebihi Standard

Dari tabel di atas terlihat bahwa THD tegangan pada ketiga fasa masih di bawah Standard IEEE 519-1992.

F. Analisis THD Arus dan Arus Urutan Nol Pada Trafo Distribusi STN-051

THD arus urutan nol pada fasa R

$$R = \left(\sqrt{100^2 + 450^2 + 401^2 - 312^2 + 277^2 + 040^2 + 017^2 + 030^2 + 019^2} \right) \quad R = \left(\sqrt{10054,95} \right)$$

$$R = 100,2\%$$

Jadi Arus urutan nol fasa R = 100,27% x 113 = 113,31 A

Tabel 8. Pengaruh harmonisa pada trafo distribusi STN-051

Fasa	THD Arus Urutan Nol (%)	Arus (I) Utan Nol (A)
R	100,27	113,31
S	100,47	275,29
T	100,64	139,44

Dari tabel di atas terlihat bahwa arus harmonisa urutan nol pada masing . masing fasa saling menjumlah di netral trafo terhadap rugi-rugi transformator.

Berdasarkan hasil pengukuran maka perhitungan rugi-rugi beban (P_{LL}) dalam per unit pada fasa R adalah sebagai berikut :

Tabel 9. Analisis rugi-rugi beban (P_{LL}) dalam p.u pada Fasa R :

h	I _h (A)	I _h (pu)	h ²	I _h (pu) ²	I _h (pu) ² x h ²
1	113	1.000	1	1.000	1.000
3	3.5	0.030973451	9	0.000959355	0.008634192
5	3.1	0.027433628	25	0.000752604	0.018815099
7	2.4	0.021238938	49	0.000451092	0.022103532
9	2.1	0.018584071	81	0.000345368	0.027974783
11	0.4	0.003539823	121	0.000012530	0.001516172
13	0.1	0.000884956	169	0.000000783	0.000132352
15	0.3	0.002654867	225	0.000007048	0.001585872
17	0.19	0.001681416	289	0.000002827	0.000817049
Total				1.00253161	1.08157905

Besarnya rugi-rugi beban (P_{LL}) pada fasa R adalah

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

$$P_{LL} = 1.00253161 + 1.08157905 \times 0,01$$

$$P_{LL} = 0,020841107 \text{ p.u}$$

Pertambahan I^2R dan pertambahan *eddy current* akibat harmonisa pada fasa R adalah :

$$\text{Pertambahan } I^2R = 1.00253161 - 1,000 = 0,00253161 \text{ p.u}$$

$$\text{Pertambahan eddy current} = (1.08157905 \times 0,01) - (1,000 \times 0,01) = 0,000815791 \text{ p.u}$$

Tabel 10. Hasil Analisis rugi-rugi beban (P_{LL}) dalam per unit

Fasa	Rugi-Rugi Beban (p.u)	I^2R (p.u)	Eddy Current (p.u)
R	0.020841107	0.00253161	0.000815791
S	0.020550991	0.00393471	0.000511644
T	0.020692118	0.00252882	0.000666832

Dari tabel di atas terlihat bahwa semakin tinggi total arus harmonisa pada tiap fasa maka semakin tinggi pula rugi-rugi beban (P_{LL}), pertambahan rugi I^2R dan pertambahan rugi *Eddy Current*.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

1. Dari hasil analisis pada trafo gardu distribusi STN-051 THDi pada masing-masing fasa adalah R = 7,89%, S = 9,70% dan T = 8,04% dan THDv pada masing-masing fasa adalah R = 2,19%, S = 2,29% dan T = 2,27%.
2. Pada tabel 4.6 terlihat bahwa THD Arus pada orde $11 \leq h \leq 17$ tidak melebihi

standard IEEE 519-1992, sedangkan THD Arus pada orde $h < 11$ yaitu pada fasa S melebihi standard IEEE 519-1992 sedang fasa R dan T tidak melebihi standard IEEE 519-1992 .Sedangkan THD Arus total tidak melebihi standard IEEE 519-1992. Rata-rata THD Arus pada orde $h < 11$ adalah 7.41 % dan rata-rata THD Arus total adalah 7.47 % sehingga belum melewati kapasitas trafo.

3. Pengaruh harmonisa pada trafo distribusi STN-051 THD arus urutan nol fasa R = 100,27% S = 100,47% , T =100,64% dan arus urutan nol R = 113,31 A, S = 275,69 A, T = 139,44 A.
4. Dari tabel 4.10 di atas terlihat bahwa semakin tinggi total arus harmonisa pada tiap fasa maka semakin tinggi pula rugi-rugi beban (P_{LL}), pertambahan rugi I^2R dan pertambahan rugi *Eddy Current*.
5. Dengan adanya harmonisa pada trafo gardu distribusi maka akan mengakibatkan temperature pada trafo lebih meningkat dari normalnya, terlalu panasnya motor-motor yang dioperasikan karena eddy current yang timbul sehingga menambah kerugian daya dan juga akan terjadi kesalahan pembacaan pada alat ukur kWh meter listrik.
6. Besarnya kandungan THD arus pada trafo distribusi akan mengakibatkan meningkatnya rugi-rugi daya pada trafo dikarenakan kenaikan arus pada penghantar netral yang disebabkan panas

berlebihan oleh harmonisa. Salah satu cara untuk menanggulangi pengaruh harmonisa adalah pemasangan filter pasif .

SARAN

Penelitian ini perlu dilanjutkan lagi untuk menghitung secara keseluruhan pengaruh harmonisa pada trafo gardu distribusi di ULP PLN Sentani.

DAFTAR PUSTAKA

- John Wiley & Sons Ltd., 1985 J, "Power System Harmonics", Arrilaga,
- Burke J.J., Griffith D.C., Ward D.J., " Power Quality – Two Different Perspectives " IEEE Trans. On Power Deelivery, Vol.5, No.3, July 1990
- Day, Al. Mahmoud, AA, "Methode of Evaluation of Harmonic Levels in Industrial plant distribution systems", IEEE Transc. On Industrial Aplications Vol 1A.23 no.3, pp.498-503. 1987.
- Davis, E.J, Emanuel, A.E., Pileggi, D.J., 2000, "Evaluation of Single Point Measurement Method for Harmonic Pollution Cost Allocation", IEEE Trans. On Power Deelivery, pp14-15, January 2000
- Dugan, R.C, McGranaghan M.F, Beaty H.Wayne, McGraw-Hill 1996 "Electrical Power System Quality"
- Emanuel AE, JA Orr. D Cyganski,1993, "A survey of Harmonic Voltages and Currents at the Customers's bus", IEEE. Trans.on Power Delivery.
- Muhammad Nizam,"Tesis,2003 Reduksi Harmonik Pada Beban Tiga Fase Yang Tak Seimbang dalam Penghematan Energi".
- Sabar Nababan,Tesis 2001"Tapis Paralel Pasif Untuk Mengurangi Distorsi Harmonik Beban Taklinear".
- Suprianto,"Evaluasi, Tesis 2005 Harmonik pada Sistem Tenaga Listrik (studi kasus di PT Krakatau Steel)".