

ANALISA HARMONISA DI PT. VARIA USAHA BETON PLAN TAMBAK OSO WARU SIDOARJO

Pandu Adi Samudra¹, Aris Heri Andriawan, ST., MT.²
Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118
Telp.
E-mail: panduadisa@gmail.com

Abstrak

Energi listrik sangat diperlukan mengingat hampir semua kegiatan produksi dalam proyek menggunakan peralatan elektronik. Kualitas daya listrik dapat dilihat dari kandungan harmonisa yang terdapat dalam daya listrik tersebut. Banyak penggunaan peralatan listrik seperti komputer, Air Conditioner (AC), lampu serta peralatan listrik lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis arus dan tegangan harmonik, dan dapat menghitung Total Harmonic Distortion (THD) yang terdapat pada tempat produksi di PT. Varia Usaha Beton apakah harmonisa yang dihasilkan melebihi batas atau dibawah batas yang diperbolehkan oleh IEEE 2014. Sedangkan batas harmonisa yang di perbolehkan yaitu di bawah 5%, Tergantung pada beban yang di butuhkan oleh PT. Varia Usaha Beton. Hasil analisa harmonisa (THD) di PT. Varia Usaha Beton terdapat THDi pada SDP 1 fasa S sebesar 20.14%. melebihi standar IEEE 519 2014. Dimana terdapat beban seperti komputer, Air Conditioner (AC), lampu serta peralatan listrik lainnya. Sedangkan THDv pada SDP 1 tidak melebihi standar IEEE 519 2014. Maka dapat di rekomendasikan peredaman pada SDP1 fasa S dengan nilai harmonisa paling tinggi menggunakan filter pasif single tuned dengan nilai Kapasitor (C) sebesar 81.3 μ F. nilai induktor (L) sebesar 0.16783 mH, nilai resistor (R) sebesar 0.08 Ω .

Kata kunci :Harmonisa, IEEE 2014, THD, Varia Usaha Beton

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Mengingat hampir semua peralatan di PT Varia Usaha Beton menggunakan energi listrik sebagai sumber utama dalam bekerja. Salah satu faktor yang dapat menimbulkan kerugian yaitu di Harmonisa. Penyebab utama terjadi gangguan harmonisa berakibat banyaknya pemakaian peralatan yang merupakan beban non linier, seperti printer, Air Conditioner (AC) komputer, dan alat penerangan lainnya. Disebabkan oleh banyaknya pemakaian peralatan elektronika dalam sistem tenaga listrik antara lain inverter dan converter yang termasuk beban non-linier. Kandungan harmonisa yang melewati standar IEEE 519-2014 dapat disebabkan terjadinya tingkatan panas di peralatan tersebut.

PT. Varia Usaha Beton mempunyai ruangan operator tersendiri, yang mana pada ruangan operator tersebut memiliki beban seperti lampu, Air Conditioner (AC), perangkat komputer,

printer serta peralatan listrik lainnya, sehingga suatu saat bisa menimbulkan harmonisa. Dengan banyaknya peralatan elektronik yang di dalam ruang operator maka dapat memberikan efek harmonisa rugi - rugi daya yang dapat mengurangi kapasitas travo dan dapat memberikan efek harmonisa pada beban (pengguna listrik) seperti alat produksi yang bisa mengurangi usia pakai maupun kerusakan pada peralatan elektronik tersebut.

2 Landasan teori

2.1 Harmonisa

Harmonisa yaitu gelombang tegangan dan arus sinusoidal yang pada umumnya memiliki frekuensi kelipatan bilangan bulat dari frekuensi dasarnya. Frekuensi dasarnya disebut angka urutan harmonisa[1]

2.2 Distorsi Harmonisa

Distorsi harmonisa diuraikan melalui bentuk disetiap organisasi yang sampai sekarang tidak sinusoidal, hal ini akan disebabkan timbulnya

harmonic arus dan tegangan. Distorsi harmonic terbentuk oleh lekukan kualitas arus tegangan daya jaringan yaitu jumlah variabel yang bergeser ukuran distorsi disebutkan dengan total harmonik distorsi THD.

THD Dengan IHD dapat dilihat dari persamaan berikut:

$$THD = (IHD_2^2 + IHD_3^2 + IHD_4^2 + \dots IHD_n^2)^{1/2} \quad (2.1)$$

$$THDi = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots + I_n^2}}{I_1} \times 100\% \quad (2.2)$$

$$THDv = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{hmax} V_h^2}}{V_1} \times 100\% \quad (2.3)$$

$$THDv = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_n^2}}{V_1} \times 100\% \quad (2.4)$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (2.5)$$

Dengan :

THD = Distorsi Harmonic Total %

I1 = Arus frekuensi Dasar A

Ih = Arus Harmonisa Ke - h A

V1 = Tegangan Frekuensi Dasar V

Vh = Tegangan Harmonisa ke - h V

H = Bilangan Interger 2, 3, 4, 5, ...

2.3 Standar Harmonisa

Standar IEEE 2014 dapat kriteria yang digunakan buat mengevaluasi distorsi harmonisa arus dan tegangan seperti diperlihatkan pada tabel 1 dan 2[4]

Tabel 1 Standar Harmonisa Arus dari rentan 12V sampai 69KV(IEE standart 519-2014)

Distorsi Harmonisa Arus Maksimum Dalam Persen IL						
ISC /IL	H<11	11≤h<17	17≤h<23	23≤h<35	35≤h	TDD (%)
<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
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

Tabel 2 Standar Harmonisa Tegangan (IEE Standart 519-2014) [4]

System Voltage	IHDV (%)	THDV (%)
V ≤ 1.0 kV	5.0	8.0
1 kV < V ≤ 69 kV	3.0	5.0
69 kV < V ≤ 161 kV	1.5	2.5
161 kV < V	1.0	1.5

2.4 Indeks Harmonisa

Indeks harmonic memiliki dua indeks yang paling bagus umumnya di gunakan untuk mengukur kandungan harmonisa yaitu (THD) dan (TDD). Kedua Indeks tersebut adalah ukuran efektif dari bentuk gelombang - gelombang dan diterapkan pada tegangan dan arus. [5]

➤ THD

Dimana THD adalah besaran yang sangat berguna dalam banyak aplikasi, akan tetapi batasannya harus direalisasi. Besaran THD paling sering digunakan untuk menggambarkan gangguan distorsi harmonisa tegangan. [5]

➤ Total Demand Distortion (TDD)

Nilai arus distorsi bisa dilihat pada pengukuran THD arus tetapi juga nilai tersebut bisa saja salah pada saat akan diklarifikasi. Arus yang mengalir kecil bisa saja memiliki nilai THD tinggi akan tetapi tidak menjadi masalah serius yang dapat merusak sistem tenaga. [5]

2.5 Efek Harmonisa

Efek Harmonisa dari timbulnya harmonisa ini tentu merugikan karena bentuk gelombang - gelombang tidak lagi berbentuk sinus yang sangat mempengaruhi kinerja dari peralatan elektronik dalam suatu sistem tenaga listrik. Akibat gelombang listrik tidak lagi sinus maka frekuensi dan amplitudonya berubah atau dapat dikatakan tidak seimbang.

Secara umum harmonisa menyebabkan efek diantaranya sebagai berikut:

- Frekuensi pada sistem mengalami penurunan.

- b. Nilai RMS baik arus maupun tegangan mengalami kenaikan.
- c. Kenaikan pada puncak arus dan tegangan.

2.6 Filter Harmonisa

Tujuan utama dari filter harmonisa yaitu untuk mengurangi gelombang amplitudo satu frekuensi bila terjadi gangguan dari sebuah tegangan atau arus. Ada 3 jenis filter harmonisa yang digunakan :

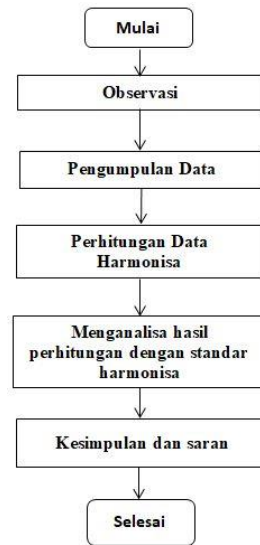
1. Filter pasifd adanya harmonisad pada sistem instalasi. Rangkaian filter pasif terdiri dari komponen R, L, dan C.
2. Filteri aktif merupakan rangkakaian elektronika daya berupa PWM. Dengan bermacam – macam kontrolnya Analisa dan Simulasi Eliminasi Harmonisa dengan Shunt Active power filter (APF) berbasis Neutral point Clamped (NPC) PWM Inverter merupakan salah satu penelitian yang mendesain filter Aktif. [6]
3. Filter daya hybrid yaitu gabungan dari filter aktif dan filter pasif yang bisa di kombinasikan dengan berbagai Konfigurasi. [4]

3 Metode Penelitian dan Perhitungan Analisa

3.1 Langkah – Langkah Pengambilan Data

1. Pengukuran Harmonisa Tegangan dan Arus pada MDP/SDP
2. Pengukuran Fasa - fasa pada MDP/SDP
3. Pengukuran fasa - netral pada MDP/SDP
4. menganalisis Arus Hubungan Singkat
5. Analisa Pembebanan Pada MDP/SDP
6. Analisa Pembebanan Pada MDP/SDP
7. Analisa THD Arus dan Tegangan pada MDP/SDP
8. Menganalisa sumber Harmonisa

3.2 Flowchart Penelitian



gambar 1 flowchart penelitian

- Menganalisis Arus Hubungan Singkat

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} \quad I_{SC} = \frac{KVA \times 100}{\sqrt{3} \times KV \times Z (\%)}$$
- Menghitung Total Harmonic Distortion (THD) Tegangan dan Arus pada MDP/SDP

THD Arus

$$ITHDr = (IHD_2^2 + IHD_3^2 + IHD_4^2 + \dots IHD_{n2}^2)^{1/2}$$

$$ITHDs = (IHD_2^2 + IHD_3^2 + IHD_4^2 + \dots IHD_{n2}^2)^{1/2}$$

$$ITHDt = (IHD_2^2 + IHD_3^2 + IHD_4^2 + \dots IHD_{n2}^2)^{1/2}$$

THD Tegangan

$$VTHDr = (IHD_2^2 + IHD_3^2 + IHD_4^2 + \dots IHD_{n2}^2)^{1/2}$$

$$VTHDs = (IHD_2^2 + IHD_3^2 + IHD_4^2 + \dots IHD_{n2}^2)^{1/2}$$

$$VTHDt = (IHD_2^2 + IHD_3^2 + IHD_4^2 + \dots IHD_{n2}^2)^{1/2}$$

- Analisa pembebanan pada MDP/SDP

$$\% \text{pembebanan} = \frac{\text{Arus Nominal} \times 100\%}{\text{Arus Full Load}}$$

Menghitung nilai I_1 pada tiap fasa untuk menentukan Range Harmonisa yang melebihi standar atau tidak menggunakan rumus sebagai berikut

$$I_L = \frac{kw}{PF \times \sqrt{3} \times kv} \quad \text{atau} \quad I_L = \frac{\text{pembebanan}}{100} \times I_{FL}$$

4. Analisa dan Perhitungan Harmonisa

4.1 Langkah – Langkah Pengambilan Data

Z = 4%

S = 250 kVA = 250000 VA

$$V = 400 \text{ V} = 0.4 \text{ kV phasa - phasa}$$

$$I_{FL} = \frac{s}{\sqrt{3} \times V} = \frac{250000}{\sqrt{3} \times 400} = 360.8 \text{ Ampere}$$

$$I_{sc} = \frac{KVA \times 100}{\%Z \times \sqrt{3} \times KV} = \frac{250 \times 100}{4\% \times \sqrt{3} \times 0.4} = 9021.0 \text{ Ampere}$$

4.2 Analisa Pembebanan SDP 1

Tabel 3 Pembebanan pada SDP 1

Phasa	Arus nominal (A)	Arus Full Load (A)	(%) Pembebanan
R	19.7	360.8	5.46
S	14.6	360.8	4.04
T	10.8	360.8	2.99

4.3 Analisa THD Tegangan SDP 1

Tabel 4 Analisa THD Tegangan Pada SDP 1

Phasa	Pengukuran THDv (%)	THDv Standart (%)
R	1.25	5
S	1.47	5
T	1.33	5

4.4 Analisa THD (Total Harmonic Distortion) Arus dan Tegangan Pada SDP 1

Tabel 5 Analisa THD Arus Pada SDP 1

Phasa	IL	Isc/IL	Range	Pengukuran (%)
Analisa THD Arus Orde < 11				
R	5.46% IFL	457.9	100-1000	14.24
S	4.04% IFL	617.8	100- 1000	15.46
T	2.99% IFL	835.2	100- 1000	11.38
Analisa THD Arus Orde 11 s/d 16				
R	5.46% IFL	457.9	100-1000	2.77
S	4.04% IFL	617.8	100-1000	12.68
T	2.99% IFL	835.2	100- 1000	6.79
Analisa THD Arus Orde 17 s/d 22				
R	5.46% IFL	457.9	100- 1000	1.5
S	4.04% IFL	617.8	100- 1000	3.36
T	2.99% IFL	835.2	100- 1000	3.97
THD Arus Total				
R	5.46 % IFL	457.9	100- 1000	14.58
S	4.04% IFL	617.8	100- 1000	20.14
T	2.99% IFL	835.2	100- 1000	13.61

4.5 Analisa Sumber Harmonisa

Setelah dilakukan perhitungan analisa pada panel – panel SDP didapatkan hasil analisa sebagai berikut :

Tabel 6 Analisa Sumber Harmonisa Arus

MDP/ SDP	Phasa	Pengukuran THDi (%)	Standart THDi (%)
MDP	R	4.84	15
	S	5.05	15
	T	5.03	15
SDP 1	R	14.58	15
	S	20.14	15
	T	13.61	15
SDP 2	R	3.4	15
	S	4.47	15
	T	4.63	15

Tabel 7 Analisa Sumber Harmonisa Tegangan

MDP/ SDP	Phasa	Pengukuran THDv (%)	Standart THDv (%)
MDP	R	1.44	5
	S	1.48	5
	T	1.47	5
SDP 1	R	1.25	5
	S	1.47	5
	T	1.33	5
SDP 2	R	1.35	5
	S	1.49	5
	T	1.46	5

Dari analisa di atas bisa di lihat hasil perhitungan analisa harmonisa tegangan pada MDP/ SDP tidak ada yang melebihi standart IEEE 519-2014. Sedangkan dari hasil pengukuran harmonisa arus pada MDP/ SDP dapat di simpulkan bahwa nilai harmonisa arus yang melebihi standart IEEE 519-2014 terdapat pada SDP 1 Phasa S sebesar 20.14% yang di akibatkan oleh computer, *Air Conditioner* (AC), printer dan beberapa jenis lampu penerangan.

3.6 Rekomendasi Peredaman Harmonisa

Untuk mendesain filter sebagai peredaman ada komponen yang harus ditentukan nilainya yaitu R, L dan C dengan menggunakan filter Single Tuned Untuk menghitung nilai kapasitor maka diketahui nilai kVAr yaitu,

$$Q_c = P (\tan(\arccos \theta_1) - (\tan(\arccos \theta_2)))$$

$$= 10.09 (\tan(\arccos 0.6) - (\tan(\arccos 1)))$$

$$= 13.453 \text{ Kvar}$$

Selanjutnya menentukan nilai kapasitor dapat diketahui menggunakan rumus berikut :

f = Frekuensi fundamental 50 Hz

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

$$X_c = \frac{KV^2}{MVar} = \frac{(0.2295)^2}{0.0013453} = 39.15 \Omega$$

$$C = \frac{1}{2 \pi f X_c} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 39.15} = 81.3 \mu F$$

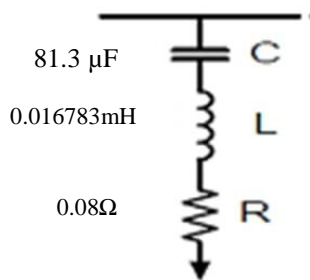
Menentukan nilai induktor berdasarkan orde penyyetelan yaitu, orde 3 dipilih 10%

$$X_L = \frac{X_c}{h^2} = \frac{39.15}{(2.7)^2} = 5.370 \Omega$$

$$L = \frac{X_L}{2 \pi f} = \frac{5.370}{2 \times 3.14 \times 50} = 0.16783 \text{ mH}$$

Nilai resistor, yaitu Q yang digunakan adalah 50, filter yang digunakan adalah filter jenis single tuned.

$$R = \frac{X_L}{Q} = \frac{5.370}{60} = 0.08 \Omega$$



Gambar 2 Desain Filter Single Tuned

2 KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil analisa harmonisa (THD) arus dan tegangan pada MDP/ SDP di PT. Varia Usaha Beton Plan Tambak Oso Waru Sidoarjo adalah sebagai berikut :

1. Nilai harmonisa arus pada MDP/ SDP yang melebihi standar IEEE 2014 terdapat pada SDP 1 Fasa S yaitu, sebesar 20.14 %. Dimana terdapat beban seperti komputer, *Air Conditioner* (AC), printer, lampu dan peralatan listrik lainnya.
2. Nilai harmonisa tegangan pada MDP/ SDP tidak ada yang melebihi standar IEEE 2014.

PUSTAKA

- [1] F. R. A. Bukit, "Analisa Harmonisa pada Karakteristik MotoreInduksi 3 Fasa," *Issn*,

- vol. 01, no. 02, hal. 65–75, 2017.
- [2] M. Dani, "Reduksi Harmonisa pada Industri Manufaktur Menggunakan Single Tuned Passive Filter dan High Pass Passiver Filter," *Tesis Magister TE USU Medan*, 2019.
- [3] H. Sugiarto, "Kajian Harmonisa Arus Dan Tegangan Listrik di Gedung Administrasi Politeknik Negeri Pontianak," *Vokasi*, vol. 8, no. 2, hal. 80–89, 2012.
- [4] P. Dan, A. Harmonisa, dan A. Dan, "perusahaan besar seperti pabrik dan lain sebagainya . Kebutuhan listrik yang semakin harus bisa mengimbangi perkembangan tersebut agar permintaan listrik terpenuhi . berkembang agar tidak terjadi overload . Pada pembangkitan , sistem transmisi dan distrib," 2014.
- [5] A. D. Cahyoko dan J. T. Elektro, "Analisa harmonisa di gedung graha widya universitas 17 agustus 1945 surabaya," 1945.
- [6] Andriawan, Aris Heri. 2009. " Analisis Dant Simulasi Eliminasi Harmonisa Dengan *Shunt Active Power Filter (APF)* Berbasis *Neutral Point Clamped (NPC)* PWM Inverter. *Jurnal Sain Dan Tegnologi* Vol. 7, No. 1".