

ANALISA KUALITAS DAYA DI CV. WANA INDO RAYA TRAF0 197KVA

Khasbi Muhammad Hikam¹

Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118

Telp. (031)5931800, Faks (031)5927817.

E-mail: khasbimuhammad11@gmail.com

ABSTRAKS

CV. WANA INDO RAYA merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi papan kayu, dimana perusahaan ini mempunyai peralatan – peralatan yang perlu sumber tenaga listrik agar dapat bekerja. Untuk menjamin keberlangsungan proses produksi agar berjalan sesuai dengan baik diperlukan pengukuran kualitas daya, kualitas daya yang buruk dapat berdampak pada produksi dan hasil akhir nantinya. Metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah dengan melakukan pengukuran tegangan, arus, frekuensi, faktor daya, dan harmonisa pada MDP agar memperoleh data secara langsung pada sistem tenaga listrik yang ada di CV. WANA INDO RAYA. Pengukuran dilakukan pada transformator 197kVA. Data yang diperoleh kemudian membandingkannya dengan standar yang berlaku dengan nilai yang diijinkan oleh SPLN. Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa faktor daya fasa T masih berda dibawah standar yang telah ditetapkan dan perlu penambahan capasitor bank sebesar 28,43 kVAR.

Kata Kunci: kualitas daya, cv.wana indo raya, tegangan, arus, frekuensi, faktor daya, harmonisa.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

CV. Wana Indo Raya merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dibidang *wood working factory* yang berada di wilayah Lumajang, Jawa Timur. Perusahaan besar yang memproduksi papan kayu dengan kualitas ekspor. Dengan semakin bertambahnya permintaan papan kayu maka pembangunan gudang yang baru dilakukan guna meningkatkan kualitas dari perusahaan itu sendiri.

Penggunaan energi pada suatu perusahaan terutama energi listrik sangatlah penting untuk proses produksi dan berbagai aktivitas di perusahaan tersebut. Salah satunya di gudang produksi blockboard yang menjadi salah satu tempat proses produksi papan kayu, dan gudang. Gudang produksi blockboard banyak beban non linier yang dapat mempengaruhi kualitas daya.

Sistem penyaluran dan distribusi akan dikatakan baik atau buruk dilihat dari kualitas daya yang diterima oleh konsumen. Tegangan yang tidak stabil mengakibatkan rusaknya alat-alat elektronik yang saat ini lebih sensitif terhadap perubahan tegangan. Kualitas daya listrik juga dapat dipengaruhi oleh beban – beban non linier yang terjadi. Beban tersebut merupakan sumber harmonik yang dapat menurunkan kualitas daya listrik (Yudha et al. 2017).

Maka dari itu, dimasa kini kualitas daya listrik menjadi tolak ukur yang penting untuk diperhatikan ketika peralatan listrik menjadi semakin sensitif, khususnya peralatan listrik. Hal ini dilakukan guna mengurangi terjadinya kerusakan pada peralatan – peralatan yang sensitif tersebut sehingga

identifikasi kualitas daya listrik perlu dilakukan untukantisipasi dan perbaikan maupun peningkatan kualitas daya (Yudha et al. 2017).

Kualitas Daya atau *Power Quality* merupakan salah satu ukuran penting dalam sistem tenaga. Kualitas daya berarti juga mempertahankan bentuk gelombang arus sinusoidal dan sefasa dengan tegangan. Daya yang dibangkitkan oleh pembangkit memiliki bentuk gelombang sinusoidal. Penurunan kualitas daya listrik disebabkan oleh harmonisa arus dan tegangan akibat dari penggunaan beban beban non linier diantaranya komponen elektronika daya (Andriawan 2009).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Daya Listrik

Sejak akhir tahun 1980-an kualitas daya menjadi kata kunci paling produktif dalam industri tenaga listrik. Masalah kualitas daya diartikan sebagai penyimpangan tegangan, arus, maupun frekuensi yang dapat mengakibatkan kegagalan pengoperasian peralatan pelanggan.

Menurut IEEE kualitas daya adalah suatu konsep memberi daya dan membunkan peralatan elektronik dengan cara yang sesuai dengan pengoperasian peralatan itu sendiri dan kompatibel dengan pasokan dan peralatan terhubung lainnya. Arti dari kualitas daya yang lebih spesifik lagi adalah gangguan kualitas daya, secara umum diterima sebagai setiap perubahan daya (tegangan, arus, atau frekuensi) yang dapat mengganggu kenormalan pengoperasian peralatan listrik.

Dimasa kini kualitas daya telah menjadi perhatian lebih bahkan sangat penting bagi industri maupun rumah tangga.

2.2 Permasalahan Kualitas Daya Listrik

Fenomena elektromagnetik yang terjadi pada sistem tenaga listrik menjadi penyebab terjadinya permasalahan kualitas daya. Jenis jenis permasalahan kualitas daya listrik adalah:

1. Voltage Sag

Yaitu sebuah penurunan tegangan root mean square antara 10 – 90% dalam selang waktu antara 0,5 siklus hingga kurang dari satu menit

2. Voltage Swell

Merupakan suatu peningkatan nilai tegangan root mean square antara 110 – 180% dalam selang waktu 0,5 siklus hingga kurang dari satu menit.

3. Transien

Perubahan pada variable yang menghilang selama transisi dari keadaan *steady state* ke keadaan lainnya.

4. Harmonic

Gelombang sinusoidal arus maupun tegangan yang memiliki frekuensi yang merupakan bilangan bulat dari frekuensi fundamentalnya.

6. Flicker

Tegangan sesaat dalam waktu yang singkat dan terjadi secara berulang – ulang.

7. Ketidakseimbangan Tegangan

Ketidakseimbangan bisa ditimbulkan oleh beban yang tidak sama dalam fasa, yang menyebabkan penurunan tegangan yang berbeda melalui impedansi saluran fasa.

2.3 Besaran Listrik Dasar

Ada tiga buah besaran listrik yang umum digunakan sistem tenaga listrik yaitu, beda potensial listrik atau biasa disebut dengan tegangan listrik, arus listrik, dan frekuensi. Ketiga besaran tersebut adalah suatu kesatuan pembahasan dalam masalah sistem tenaga listrik.

2.3.1 Beda Potensial Listrik

Beda potensial listrik atau biasa disebut tegangan adalah beda potensial listrik antar titik – titik pada suatu rangkaian listrik. Dengan adanya perbedaan potensial listrik tersebut mampu membangkitkan medan listrik sehingga timbul arus listrik. Perbedaan potensial antara ujung – ujung rangkaian listrik pada suatu rangkaian tertutup akan menjadikan suatu aliran listrik.

$$V = \frac{W}{Q} \quad (1)$$

2.3.2 Arus Listrik

Arus listrik merupakan sebuah aliran elektron – elektron secara dalam konduktor akibat perbedaan jumlah elektron pada beberapa lokasi yang jumlah elektronnya berbeda.

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (2)$$

2.3.3 Frekuensi

Frekuensi merupakan ukuran jumlah periode gelombang yang terjadi selama satu satuan waktu.

Sistem tenaga listrik tegangan maupun arus merupakan listrik bolak balik yang memiliki bentuk gelombang sinusoidal.

Gelombang sinusoidal pada tegangan dan arus listrik terjadi secara berulang – ulang, sehingga gelombang tegangan dan arus listrik yang berbentuk sinusoidal memiliki frekuensi.

$$f = \frac{1}{T} \quad (3)$$

Negara – negara didunia memiliki frekuensi listrik yang berbeda – beda sesuai dengan kebijakan yang berlaku di negara tersebut. Di Indonesia sendiri menggunakan frekuensi listrik 50Hz, frekuensi normal yang diizinkan PLN mempunyai rentang antara 49,5Hz hingga 50,5Hz.

2.4 Faktor Daya

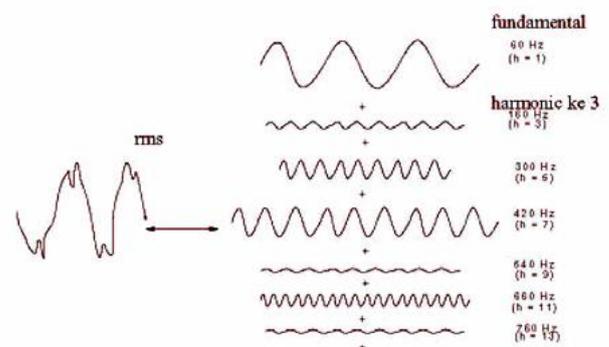
Power Factor (PF) atau Faktor daya atau biasa disebut $\cos \phi$ adalah perbandingan rasio antara daya reaktif dan daya nyata.

$$PF = \frac{P}{S} \quad (4)$$

Peralatan – peralatan yang bersifat induktif seperti penggunaan motor – motor listrik dan ballas lampu dapat mempengaruhi faktor daya listrik. Faktor daya yang rendah dapat mempengaruhi kinerja peralatan listrik.

2.5 Harmonisa

Harmonisa adalah gelombang sinusoidal tegangan maupun arus yang memiliki frekuensi kelipatan bilangan bulat dari frekuensi fundamentalnya (dasar). Harmonisa timbul dikarenakan oleh beban – beban non-linier yang terhubung dalam sistem tenaga listrik.



Gambar 1. Harmonisa

Harmonisa menimbulkan gelombang distorsi harmonisa, yaitu adanya suatu gangguan yang terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik akibat terdistorsi gelombang arus dan tegangan.

Distorsi harmonisa sendiri muncul akibat penggunaan beban non-linier yang semakin lama semakin banyak, Seiring dengan pembuatan peralatan modern yang kini mengandalkan bahan semi konduktor sebagai bahan utama.

2.5.1 Standar distorsi harmonisa

Menurut SPLN 2012 batasan harmonisa dapat dilihat pada tabel 1.

Table 1. Standar Harmonisa Arus SPLN 2012

Vn ≤ 66 kV						
Ihs /IL	Distorsi Harmonisa Arus Maksimum dalam Persen IL					TDD
	Orde Harmonisa Individu "h" Harmonisa Ganjil					
	h < 11	11 ≤ h < 17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	35 ≤ h	
<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 %

Table 2. Standar Harmonisa Tegangan PLN 2012

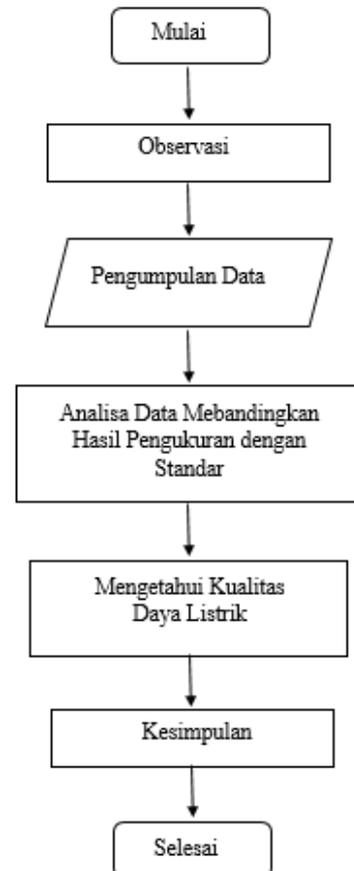
Tegangan Pada Titik Sambung (Vn)	Distorsi Harmonisa Tegangan Individu (%)	Distorsi Harmonisa Tegangan Total – THDVn (%)
Vn ≤ 66 kV	3.0	5.0

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di CV. Wana Rndo Raya Lumajang dan dilakukan pada bulan maret 2021 sampai bulan juni 2021.

3.2 Flow chart tahapan penelitian



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisa Tegangan

Table 3. Analisa Tegangan Phasa-netral

Phasa	Pengukuran Tegangan (V)	Standar Tegangan (V)	Keterangan
R	222	198 - 231	Sesuai Standar
S	224	198 - 231	Sesuai Standar
T	223	198 - 231	Sesuai Standar

Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai pengukuran tegangan pada phasa – netral telah sesuai dengan standar dan masih dalam ambang batas yang telah ditetapkan oleh PLN yaitu +5% dan -10% tegangan nominal.

Table 4. Analisa Tegangan Phasa-phasa

Phasa	Pengukuran Tegangan (V)	Standar Tegangan (V)	Keterangan
R - S	391	342 - 399	Sesuai Standar
S - T	389	342 - 399	Sesuai Standar
R - T	387	342 - 399	Sesuai Standar

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai pengukuran tegangan pada phasa – phasa telah sesuai dengan standar dan masih dalam ambang batas yang telah ditetapkan oleh PLN yaitu +5% dan -10% tegangan nominal.

2. Analisa Faktor Daya

Table 5. Analisa Faktor Daya Phasa-Netral

Phasa	Pengukuran $\cos \emptyset$	Standar $\cos \emptyset$	Keterangan
R	0,9	0,85	Sesuai Standar
S	0,9	0,85	Sesuai Standar
T	0,7	0,85	Tidak Sesuai Standar

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai dari pengukuran faktor daya pada phasa T masih dibawah dari standar yang telah ditetapkan oleh PLN.

Table 6. Analisa Faktor Daya Phasa-Phasa

Phasa	Pengukuran $\cos \emptyset$	Standar $\cos \emptyset$	Keterangan
R - S	0,9	0,85	Sesuai Standar
S - T	0,8	0,85	Tidak Sesuai Standar
R - T	0,85	0,85	Sesuai Standar

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai dari phasa S - T pengukuran faktor daya pada phasa – phasa masih dibawah standar yang telah ditetapkan oleh PLN yaitu 8,5, sedangkan phasa R dan S sudah sesuai dengan standar.

3. Analisa Frekuensi

Table 7. Analisa Frekuensi

Phasa	Pengukuran Frekuensi (Hz)	Standar Frekuensi (Hz)	Keterangan
R	50	49,5 - 50,5	Sesuai Standar
S	50	49,5 - 50,5	Sesuai Standar
T	50	49,5 - 50,5	Sesuai Standar

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai pengukuran frekuensi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh PLN yaitu rentang antara 49,5 – 50,5 Hz.

4. Analisa Harmonisa

➤ Analisa Arus Hubung singkat

$$Z = 4\%$$

$$S = 197 \text{ kVA}$$

$$V_{pp} = 400 \text{ v}$$

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3}xV} = \frac{197000}{\sqrt{3}x400} = 284,3 \text{ A}$$

$$I_{SC} = \frac{kVAx100}{\%Zx\sqrt{3}xkV} = \frac{197000}{4x\sqrt{3}x0,4} = 7108,6 \text{ A}$$

➤ Analisa Pmebebanan Pada MDP

$$phasaR = 35x284,3 = 12,31\%$$

$$phasaS = 34x284,3 = 11,96\%$$

$$phasaT = 22x284,3 = 7,74\%$$

Table 8. Analisa Pembebanan Trafo

Analisa Pembebanan Trafo			
Phasa	Arus Nominal	Arus Full Load	Pembebanan Trafo
R	35	284,3	12,31%
S	34	284,3	11,96%
T	22	284,3	7,74%

➤ Analisa THD Arus Pada MDP

Table 9. Analisa THD Arus

Phasa	IL	Isc/IL	Rang e	Pengukuran	Standart (%)	keterangan	Lebih (%)
Analisa TDD Arus Orde <11							
R	12,31	203,10	100 - 1000	7,6	12	Tidak Melebihi	-
S	11,96	209,08	100 - 1000	8,5	12	Tidak Melebihi	-
T	7,74	323,12	100 - 1000	9,6	12	Tidak Melebihi	-
Analisa TDD Arus Orde 11 s/d 16							
R	12,31	203,1	100 - 1000	4,7	5,5	Tidak Melebihi	-
S	11,96	209,08	100 - 1000	5,4	5,5	Tidak Melebihi	-
T	7,74	323,12	100 - 1000	5,4	5,5	Tidak Melebihi	-
Analisa TDD Arus Orde 17 s/d 22							
R	12,31	203,1	100 - 1000	4,7	5	Tidak Melebihi	-
S	11,96	209,08	100 - 1000	2,7	5	Tidak Melebihi	-
T	7,74	23,1 ³ ₂	100 - 1000	1,3	5	Tidak Melebihi	-
TDD Arus Total							
R	12,31	203,1	100 - 1000	10,1	15	Tidak Melebihi	-
S	11,96	209,08	100 - 1000	10,6	15	Tidak Melebihi	-
T	7,74	323,12	100 - 1000	11,1	15	Tidak Melebihi	-

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pada orde 11 – 16 phasa S melebihi standar, sedangkan pada orde <11 dan 17 – 22 setiap phasa memiliki nilai TDD arus yang tidak melebihi standar, dan nilai TDD total yang setiap phasanya juga tidak melebihi standar yang telah ditetapkan.

➤ Analisa THD Tegangan

Table 10. Analisa THD Tegangan

Phasa	Pengukuran THDv(%)	THDv Standart (%)	Keterangan
R	3,1	5%	Sesuai standar
S	1,786	5%	Sesuai standar
T	1,985	5%	Sesuai standar

Dari tabel 10. diatas dapat disimpulkan bahwa nilai THD tegangan pada panel MDP tidak melebihi standar yang telah ditetapkan oleh PLN.

➤ Analisa Sumber Harmonisa

Table 11. Analisa Sumber Harmonisa

MDP / SDP	Phasa	Pengukuran TDD	Standar TDD	Keterangan
MDP	R	10,1	15	Tidak melebihi satandar
	S	10,6	15	Tidak melebihi satandar
	T	11,1	15	Tidak melebihi satandar

5. REKOMENDASI PERBAIKAN

Dari hasil pengukuran dan analisa kuliatas daya di CV. Wana Indo Raya yang telah dilakukan diketahui bahwa faktor daya pada phasa T hasil pengukuran sebesar 0,7, dimana hasil tersebut masih dibawah dari standar PLN yaitu sebesar 0,85.

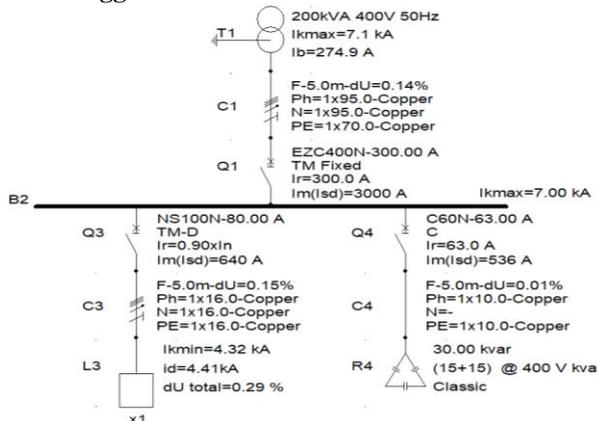
1. Dalam hal ini direkomendasikan adanya perbaikan faktor daya yaitu dengan penambahan besar nilai capasitor. Dengan ditambahkannya nilai capsitor pada fasa T diharapkan dapat memperbaiki faktor daya yang belum sesuai dengan standar dan juga Dengan perbaikan faktor daya kinerja peralatan akan semakin baik, dan pembayaran energi listrik akan lebih murah.

5.1 Perhitungan perbaikan Faktor Daya

Target faktor daya akan dicapai adalah sebesar 0,99. Untuk mencapai target tersebut, nilai kapasitor yang dibutuhkan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P &= 32,4 \text{ kW} \\
 \Delta Q &= P \{ \text{Arc tan } Q1 - \text{Arc tan } Q2 \} \\
 &= 32,4 \{ \tan(\cos 0,7) - \tan(\cos 0,99) \} \\
 &= 28,43 \text{ kVAR}
 \end{aligned}$$

5.2 Simulasi Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Ecodial



Gambar 2. Simulasi Perbaikan Faktor Daya

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian kualitas daya yang telah dilakukan di CV. WANA INDO RAYA, maka didapatkan kesimpulan yang dapat diambil antara lain :

1. Hasil pengukuran tegangan pada fasa – netral dan fasa – fasa sudah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh PLN.
2. Hasil pengukuran frekuensi didapatkan bahwa frekuensi di CV. WANA INDO RAYA telah sesuai dengan standar.
3. Hasil pengukuran harmonisa THDi dan THDv tidak ada yang melebihi dari standar yang telah ditetapkan oleh SPLN.
4. Hasil pengukuran faktor daya, dimana faktor daya pada fasa T yaitu 0,7 dan perlu dilakukan perbaikan faktor daya dengan cara penambahan kapasitor bank sebesar 28,43 kVAR agar sesuai dengan standar PLN.
5. Dengan perbaikan faktor daya kinerja peralatan akan semakin baik, dan pembayaran energi listrik akan lebih murah.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian Kualitas daya di CV. WANA INDO RAYA adalah sebagai berikut:

Melakukan perbaikan faktor daya dengan menambahkan nilai kapasitor bank, agar faktor daya bisa sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh SPLN yaitu diatas 0,85.

PUSTAKA

Andriawan, Aris Heri. 2009. “Analisis Dan Simulasi Harmonisa Dengan Shunt Active Power Filter (APF) Berbasis Neutral Point Clamped (NPC) PWM Inverter.PDF.” *Jurnal Sain Dan*

Teknologi 7(sain dan teknologi):1–8.

Assaffat, Luqman. 2009. “Pengukuran Dan Analisa Kualitas Daya Listrik Di Paviliun Garuda Rumah Sakit Dr. Karyadi Semarang.” *Media Elekrika* (Vol 2, No 1 (2009): MEDIA ELEKTRIKA):18–23.

Dugan, Roger C., Marrk F. Mc.Granaghan, Surya Santoso, and H. Beaty, Wayne. 2004. *Electrical Power Systems*.

Kurniawan, Robby. 2018. “Analisa Kualitas Daya Listrik Di Gedung Pemerintah Diskominfo Kabupaten Tasikmalaya.” 1–5.

Kusno, Alexander, and Marc T. Thompson. 2007. *POWER QUALITY in ELECTRICAL SYSTEM*.

PERATURAN MENTERI NERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL. 2009. “Menteri Energi Dan Sumber Dava Mineral Republik Indonesia Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor 04 Tahun 2009.”

PT. PLN. 1995. “Standar-Standar Tegangan, SPLN 1:1995.” *Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN)* 5.

PT. PLN (persero). 2012. “Standar PLN SPLN D5.004-1:2012.” *PT. PLN (Persero)* (50). doi: 10.13031/2013.17777.

Rizal, Muhammad Hamdani. 2015. “Kualitas Daya Listrik Industri.” (November):1–3.