

ANALISIS KUALITAS DAYA LISTRIK PADA MOTOR LISTRIK DI INDUSTRI KAYU LAPIS

Hasbi Adam¹, Deria Pravitasari², Sapto Nisworo³
Teknik Elektro, Universitas Tidar

Jl. Kapten Suparman No. 39 Magelang 56116

¹hasibuan.1999@gmail.com, ²deria.pravitasari@untidar.ac.id, ³saptonisworo@untidar.ac.id

ABSTRAK

Gangguan kualitas daya listrik menjadi permasalahan karena menyebabkan kerusakan dan penurunan kinerja motor listrik. Termasuk gangguan kualitas daya pada motor listrik yang disebabkan oleh beban non linear dan menjadikan gelombang distorsi. Pada arus dan tegangan terdapat harmonik yang menyebabkan buruknya kualitas daya dan terjadinya rugi-rugi daya. Kualitas daya perlu diperhatikan, tegangan yang tidak stabil mengakibatkan kerusakan komponen alat yang mudah terganggu akibat perubahan tegangan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kualitas daya pada motor listrik untuk mendapatkan besarnya nilai factor daya dan harmonik.

Kata kunci : Kualitas daya, harmonik, faktor daya.

ABSTRACT

Disturbance in the quality of electric power becomes a problem because it causes damage and decreases the performance of electric motors. Including power quality disturbances in electric motors caused by non-linear loads and causing wave distortion. At current and voltage there are harmonics that cause poor power quality and power losses. Power quality needs to be considered, unstable voltage causes damage to tool components that are easily disturbed due to voltage changes. The purpose of this study was to analyze the power quality of an electric motor to obtain the value of the power factor and harmonics.

Keywords: Power quality, harmonics, power factor.

PENDAHULUAN

Suatu energi terlibat pada semua aspek kehidupan, termasuk energy listrik. Seiring dengan laju perkembangan dalam bidang pembangunan maka dibutuhkan adanya sarana prasarana yang mendukung tercapainya pembangunan tersebut. Salah satunya adalah adanya energi listrik [1]. Penyediaan tenaga listrik yang dapat terpenuhi dan berkesinambungan merupakan salah satu syarat dalam mencapai tujuan pembangunan tersebut. Pelanggan tenaga listrik di sektor domestik menggunakan beban yang berbeda seiring dengan perkembangan yang pesat dalam bidang kelistrikan [2]. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan usaha seperti cahaya, panas, suara dan mekanik seperti motor listrik pada industri kayu lapis [3]. Pada penggunaan motor listrik dapat menyebabkan gangguan harmonik karena

adanya beban tidak linear yang ditimbulkan. Kualitas instalasi jaringan akan terlihat dari kontinuitas suplai listrik ke beban. Standar naik turunnya tegangan yang diperbolehkan $\pm 5\%$, Apabila batas tegangan normal terkontrol, maka dapat menentukan kualitas daya yang akan disuplai ke beban, sehingga resiko kerusakan pada peralatan listrik yang digunakan bisa dihindari [4]. Dalam pemenuhan kebutuhan listrik seringkali terjadi pembagian beban yang kurang seimbang. Penelitian ini untuk menganalisis power losses unbalance dan harmonik yang disebabkan oleh beban tidak harmonik bisa mempengaruhi instalasi listrik dan juga peralatan lainnya yang mudah terganggu. [1]. Salah satu penyebab terjadinya rugi-rugi daya listrik ialah penurunan faktor daya pada sistem kelistrikan. Faktor daya turun akibat dari adanya beban induktif yang mengkonsumsi daya aktif dan daya reaktif. Beban yang bersifat induktif menyebabkan rendahnya kualitas faktor daya.

Bertambahnya beban yang bersifat induktif membutuhkan daya reaktif yang besar sehingga butuh suplai daya dari PLN yang lebih besar. Berdasarkan ketentuan PLN, nilai faktor daya yang baik minimal sebesar 85% atau 0,85. Standar ini merupakan standar yang menentukan bahwa daya yang dibangkitkan terserap digunakan dengan baik pada sisi konsumen [5].

Tingginya tingkat kandungan harmonisa yang terdapat pada sistem distribusi tenaga listrik dapat menyebabkan kualitas daya sistem menjadi lebih buruk karena faktor daya sistem menjadi lebih rendah, bentuk gelombang tegangan sistem terdistorsi, rugi-rugi daya pada sistem meningkat, pemanasan lebih pada alat-alat listrik, dan itu penggunaan energi listrik menjadi tidak efisien [3]. Peningkatan jumlah beban tidak linear berpengaruh terhadap kualitas daya listrik. Masalah kualitas daya listrik menjadi sebuah masalah karena bengkel banyak menggunakan alat listrik secara tak menentu. Hal itu menyebabkan adanya distorsi harmonik. Batasan distorsi harmonik secara internasional mengacu pada standar komisi elektronik internasional IEC 6100-3-2 dan IEEE 519-1992 [6].

Berdasar dari kajian-kajian yang telah penulis baca dari buku dan jurnal, persoalan kualitas daya listrik khususnya pada motor listrik di industri kayu lapis masih belum mendapatkan hasil yang maksimal. Maka dari itu, akan dilakukan analisis kualitas daya listrik dengan melakukan pengukuran dan perhitungan yang mencakup kualitas daya listrik.. Dalam penelitian mengenai analisis kualitas daya listrik pada motor listrik, dilakukan pengukuran. Untuk memperbaiki daya reaktif akan ditentukan ukuran kapasitor untuk peningkatan kualitas daya listrik pada motor listrik. Dengan demikian, kontribusi penulis dalam analisis kualitas daya listrik pada industri kayu lapis dengan memberikan saran atau rekomendasi untuk memasang kapasitor supaya mengurangi presentase kerusakan alat dan efisiensi pembayaran tagihan listrik PLN.

METODE

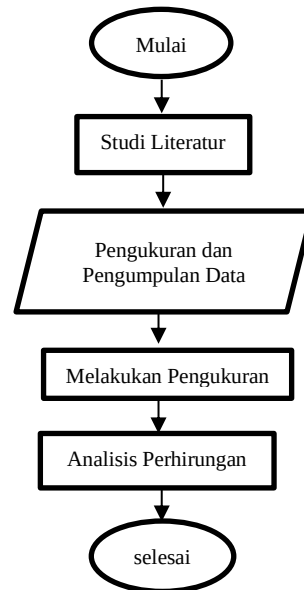
Dalam penelitian ini akan ada beberapa metode untuk mendapatkan data yang dilakukan dengan berurutan atau sistematis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

A. Lokasi Penelitian Lokasi penelitian yang dipilih:

1) Tempat penelitian yang dipilih adalah industri kayu lapis.

2) Penelitian dilakukan untuk menentukan kualitas daya listrik yang disebabkan oleh motor listrik yang digunakan.

B. Diagram Alir Penelitian (Flowchart) Berikut adalah proses jalannya penelitian yang digambarkan menggunakan flowchart.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Keterangan:

1) Penelitian ini dilakukan dengan mencari jurnal sebagai acuan dalam penelitian.

2) Melakukan pengukuran arus, tegangan, daya aktif, daya nyata, faktor daya, daya reaktif, frekuensi dan harmonik orde 1-20 pada mesin listrik Hot Press dan Sending.

3) Melakukan analisis perhitungan THDv dan THDi.

4) Membuat jurnal penelitian.

Metode penelitian yang digunakan ialah mengukur tegangan, arus, faktor daya dan yang mencakup kualitas daya listrik pada motor listrik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengukuran

Pengukuran dalam penelitian ini menggunakan alat ukur *Power Quality Analyzer* (Clamp On Power HiTester Hioki seri 3286-20) dengan hasil pengukuran sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Pengukuran Pada Motor Hot Press

No	Parameter	Fasa R	Fasa S	Fasa T
1	Tegangan (Volt)	386	384	385
2	Arus (Ampere)	33,2	33	32,8
3	Daya Aktif (kW)	12,8	12,7	12,1
4	Daya Nyata (kVA)	21	22,7	20,8
5	Daya Reaktif (kVAR)	19,2	20,5	18,4
6	Frekuensi (Hz)	50	50	50
7	Cos ϕ	0,9	0,87	0,9
8	Vmax (Volt)	386	389	388
9	Imax (Ampere)	34,3	33,8	33,3
10	THD _I R (%)	8,7	8,1	8,3
11	THD _I F (%)	7,7	7,9	7,7
12	THD _V R (%)	3,3	2,4	2,7
13	THD _V F (%)	3,3	2,9	2,7

Tabel 2 Hasil Pengukuran Pada Motor Sending

No	Parameter	Fasa R	Fasa S	Fasa T
1	Tegangan (Volt)	390	387	388
2	Arus (Ampere)	48,3	43,7	49,5
3	Daya Aktif (kW)	24,3	16,5	19,2
4	Daya Nyata (kVA)	23,1	15,4	13,9
5	Daya Reaktif (kVAR)	15,5	22	11,8
6	Frekuensi (Hz)	50	50	50,1
7	Cos ϕ	0,9	0,9	0,6
8	Vmax (Volt)	394	388	388
9	Imax (Ampere)	76,6	66,9	57,5
10	THD _I R (%)	6,6	8,6	8,3
11	THD _I F (%)	4	4,6	3,5
12	THD _V R (%)	2,8	2,5	3,2
13	THD _V F (%)	2,7	2,5	3,2

B. Analisis

Analisis pengukuran harmonik pada motor listrik disajikan dalam tabel 2 berikut:

Tabel 3. Data Pengukuran Harmonik Tegangan Pada Motor Hot Press

Orde Ke	Volt		
	R	S	T
1	385	386	385
2	0	0	0
3	1	1	1
4	0	0	0
5	15	10	11

6	0	0	0
7	7	6	6
8	0	0	0
9	1	0	0
10	0	0	0
11	2	2	3
12	0	0	2
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	0	0
20	0	0	0

Berikut merupakan rumus untuk menghitung rumus THD_V

$$THD_V = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_{20}^2}}{V_1}$$

Berikut perhitungan THD_V pada Fasa R

$$THD_V = \frac{\sqrt{0^2 + 1^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{385}$$

$$THD_V = 0,852 \times 100\%$$

$$THD_V = 85,2\%$$

Berikut perhitungan THD_V pada Fasa S

$$THD_V = \frac{\sqrt{0^2 + 1^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{386}$$

$$THD_V = 0,604 \times 100\%$$

$$THD_V = 60,4 \%$$

Berikut perhitungan THD_V pada Fasa T

$$THD_V = \frac{\sqrt{0^2 + 1^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{385}$$

$$THD_V = 0,666 \times 100\%$$

$$THD_V = 66,6 \%$$

Tabel 4. Data Pengukuran Harmonik Arus Pada Motor Hot Press

Orde Ke	Ampere		
	R	S	T
1	33,4	32,7	31,8
2	0,5	0,4	0,2
3	0,2	0,3	0,5
4	0	0	0
5	3,9	2,8	2,8
6	0	0,2	0
7	0,7	0,5	0,4

8	0	0	0,2
9	0,1	0	0
10	0	0	0,1
11	0,1	0	0
12	0	0	0
13	0,1	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	0	0
20	0	0	0

berikut merupakan rumus untuk menghitung rumus THD_I :

$$THD_I = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots + I_n^2}}{I_1}$$

Berikut perhitungan THD_I pada Fasa R

$$THD_I = \frac{\sqrt{0.5^2 + 0.2^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{33.4}$$

$$THD_I = 0,692 \times 100\%$$

$$THD_I = 69,2 \%$$

Berikut perhitungan THD_I pada Fasa S

$$THD_I = \frac{\sqrt{0.4^2 + 0.3^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{32.7}$$

$$THD_I = 0,506 \times 100\%$$

$$THD_I = 50,6 \%$$

Berikut perhitungan THD_I pada Fasa T

$$THD_I = \frac{\sqrt{0.2^2 + 0.5^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{31.8}$$

$$THD_I = 0,512 \times 100\%$$

$$THD_I = 51,2\%$$

Tabel 5. Data Pengukuran Harmonik Tegangan Pada Motor Sending

Orde Ke	Volt		
	R	S	T
1	393	386	386
2	0	0	0
3	1	1	1
4	0	0	0
5	8	8	9
6	0	0	0
7	6	7	7
8	0	0	0
9	0	1	0
10	0	0	0

11	1	0	1
12	0	0	0
13	1	3	3
14	0	0	0
15	0	0	0
16	0	0	0
17	2	0	0
18	0	0	0
19	0	0	0
20	0	0	0

Berikut merupakan rumus untuk menghitung rumus THD_V

$$THD_V = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_{20}^2}}{V_1}$$

Berikut perhitungan THD_V pada Fasa R

$$THD_V = \frac{\sqrt{0^2 + 1^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{393}$$

$$THD_V = 0,521 \times 100\%$$

$$THD_V = 52,1 \%$$

Berikut perhitungan THD_V pada Fasa S

$$THD_V = \frac{\sqrt{0^2 + 1^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{386}$$

$$THD_V = 0,566 \times 100\%$$

$$THD_V = 56,6 \%$$

Berikut perhitungan THD_V pada Fasa T

$$THD_V = \frac{\sqrt{0^2 + 1^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{386}$$

$$THD_V = 0,604 \times 100\%$$

$$THD_V = 60,4 \%$$

Tabel 6. Data Pengukuran Harmonik Arus Pada Motor Sending

Orde Ke	Ampere		
	R	S	T
1	67,2	22,9	63,4
2	0,1	0	0,3
3	0,4	0,14	0,3
4	0,3	0,03	0,01
5	1,7	1,8	1,4
6	0,1	0	0
7	0,2	0,6	0,9
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0
11	0	0	0,3
12	0	0,1	0

13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0
18	0	0,1	0
19	0	0	0
20	0	0	0

berikut merupakan rumus untuk menghitung rumus THD_I :

$$THD_I = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots + I_n^2}}{I_1}$$

Berikut perhitungan THD_I pada Fasa R

$$THD_I = \frac{\sqrt{0.1^2 + 0.4^2 + 0.3^2 + \dots + 0^2}}{67.2}$$

$$THD_I = 0,218 \times 100\%$$

$$THD_I = 21,8 \%$$

Berikut perhitungan THD_I pada Fasa S

$$THD_I = \frac{\sqrt{0^2 + 0.14^2 + 0.03^2 + \dots + 0^2}}{22.9}$$

$$THD_I = 0,398 \times 100\%$$

$$THD_I = 39,8 \%$$

Berikut perhitungan THD_I pada Fasa T

$$THD_I = \frac{\sqrt{0.3^2 + 0.3^2 + 0.01^2 + \dots + 0^2}}{63.4}$$

$$THD_I = 0,218 \times 100\%$$

$$THD_I = 21,8 \%$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran serta perhitungan kualitas daya listrik pada motor listrik, dapat disimpulkan bahwa beban memiliki harmonik diatas batas standar 5% dan terdapat faktor daya yang tidak sesuai standar. Hal itu tentu saja sangat perlu diperhatikan karena dapat menurunkan kinerja alat dan terjadi kerusakan. Selain itu juga dapat menambah biaya yang dikeluarkan untuk PLN. Maka dari itu perlu pemasangan kapasitor bank untuk faktor daya dan filter untuk mereduksi adanya harmonik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Almanda, D., & Kusuma, B, 2018, "Audit Energi Listrik Pabrik," RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer), pp. 25-34, DOI:

<https://doi.org/10.24853/resistor.v1i1.25-34>

[2] Handajadi, W, 2015, "Managemen Energi Upaya Peningkatan Kualitas Daya Listrik Dalam Industri Rumah Tangga," In Prosiding Seminar Nasional & Internasional.

[3] Suartika, I. M., & Rinas, I. W, 2020, "Analisa Pengaruh Penggunaan Controller Pada Filter Aktif Shunt Terhadap Peredaman Distorsi Harmonisa," Jurnal Spektrum, pp. 139- 143,

[4] Carmanto, Anto. "Analisis Peningkatan Kinerja Kualitas Daya Listrik Tegangan 20 Kv Di Industri Berbasis Simulasi Etap 12.6. 0." EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control) 2.2 (2019): 172-183.

[5] I. Mujawar, K. S. Dubas, S. V. Ittam, S. N. Navgire and I. I. Mujawar, "Power quality audit of NKOCET-a case study," 2015 International Conference on Energy Systems and Applications, Pune, India, 2015, pp. 97102, doi:10.1109/ICESA.2015.7503320.

[6] Popa, G. N., C. M. Diniş, A. Iagăr and M. Lolea, 2019, "The Power Quality at an Electrical Power Station of the Hospital," 2019 11th International Symposium on Advanced Topics in