

PROSIDING SEMINAR NASIONAL RISET TEKNOLOGI TERAPAN: 2021.
e-ISSN:2747-1217

ANALISIS KUALITAS DAYA LISTRIK MESIN BUBUT BATU PADA INDUSTRI RUMAHAN

Septian Dwi Cahyo¹, Sapto Nisworo², Deria Pravitasari³
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tidar Magelang
cahyodwi654@gmail.com saptonisworo@untidar.ac.id², deria.pravitasari@untidar.ac.id³

ABSTRAK

Abstrak – Kualitas daya listrik yang tidak andal menjadi permasalahan pada industri karena menyebabkan kerusakan dan penurunan kinerja peralatan elektronik. Penyaluran daya listrik yang andal yaitu memiliki arus sinusoidal dan bentuk gelombang tegangannya. Selain itu, juga dapat meminimal mungkin rugi-rugi daya listrik dari sumber tegangan. Nyatanya, terjadi gangguan kelistrikan karena adanya rugi-rugi daya listrik yang besar dan distorsi tegangan maupun arus dari beban non linear yang digunakan. Mesin bubut batu 1 fasa termasuk beban non linear yang menimbulkan harmonik arus (*THDi*) yang tinggi dan faktor daya yang rendah, sehingga terjadi penurunan kualitas daya listrik. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kualitas daya listrik mesin bubut batu pada industri rumahan untuk mendapatkan besarnya nilai faktor daya dan harmonik. Alat yang digunakan untuk pengukuran yaitu Power Quality Analyzer (Clamp On Power Hi Tester Hioki seri 3286-20).

Kata kunci: Rugi daya listrik, harmonik, Total Harmonik Distorsi (THD), faktor daya

ABSTRACT

Abstract - Unreliable quality of electrical power is a problem in the industry because it causes damage and a decrease in the performance of electronic equipment. Reliable distribution of electrical power that is, has a sinusoidal current and a voltage waveform. In addition, it can also minimize possible losses of electrical power from a voltage source. In fact, there is electrical disturbance due to large losses of electrical power and distortion of voltage and current from the non-linear load used. Single-phase stone lathes include non-linear loads that cause high harmonic currents (*THDi*) and low power factors, resulting in a decrease in the quality of electrical power. The purpose of this study was to analyze the quality of the electric power of a stone lathe in the home industry to obtain the value of the power factor and harmonics. The instrument used for measurement is the Power Quality Analyzer (Clamp On Power Hi Tester Hioki seri 3286-20).

Keywords: Power loss, harmonic, Total Harmonic Distortion (THD), power factor

PENDAHULUAN

Pelanggan tenaga listrik di sektor domestik menggunakan beban yang berbeda seiring dengan perkembangan yang pesat dalam bidang kelistrikan (Cahyo, M. D dkk, 2019). Penggunaan peralatan-peralatan elektronik pada rumah tangga dan alat-alat industri berakibat penurunan kualitas daya listrik (Scarpino, P. A & Grasso, F. 2017).

Kualitas instalasi jaringan akan terlihat dari kontinuitas suplai listrik ke beban. Standar naik turunnya tegangan yang diperbolehkan $\pm 5\%$, Apabila batas tegangan normal dapat dikendalikan, maka akan menentukan kualitas daya yang disuplai ke beban, sehingga resiko kerusakan pada peralatan listrik juga bisa dihindari atau dapat diminimalkan (Carmanto, Anto, 2019).

Sistem tenaga listrik diharapkan andal dan penyaluran daya listrik dicapai dengan kualitas yang baik dan memenuhi standar. Salah satu penyebab terjadinya rugi – rugi adalah penurunan faktor daya pada sistem kelistrikan di konsumen. Penurunan ini timbul dari banyaknya beban induktif yang digunakan. Bertambahnya beban yang bersifat induktif membutuhkan daya reaktif yang sangat besar sehingga PLN mensuplai daya menjadi lebih besar (Mustangin, M., & Harnowo, S., 2020). Berdasarkan PLN, nilai faktor daya yang baik didefinisikan pada minimal besar 85% atau 0,85. Standar ini merupakan standar yang menentukan bahwa daya yang dibangkitkan terserap digunakan dengan baik pada sisi konsumen (I. Mujawar dkk, 2015).

Gelombang tegangan dan arus yang ditranmisikan dan didistribusikan dari

sumber ke beban berupa gelombang sinusoidal murni. Akan tetapi, pada proses transmisi dan distribusi terjadi berbagai macam gangguan sehingga bentuk gelombang tidak lagi sinusoidal murni. Salah satu fenomena penyimpangan bentuk gelombang sinusoidal adalah distorsi harmonik (Bhagavathy, P. dkk, 2018)

Meningkatnya jumlah beban non linear pada industri berpengaruh terhadap kualitas daya listrik. Masalah kualitas daya listrik menjadi masalah tantangan nyata, karena industri yang mengoperasikan motor listrik yang bersifat induktif akan menghasilkan distorsi harmonik arus dan tegangan. Batasan distorsi harmonik secara internasional mengacu pada standar komisi elektronik internasional IEC 6100-3-2 dan IEE 519-1992 (Popa, G. N. dkk, 2019)

Berdasar dari kajian-kajian yang telah penulis baca dari buku-buku, jurnal-jurnal hasil penelitian dan sejenisnya, bahwa persoalan kualitas daya listrik pada peralatan elektronik khususnya mesin bubut masih belum mendapatkan hasil yang maksimal. Salah satu penggunaan tenaga listrik adalah untuk mesin bubut batu pada industri rumahan. Dalam melaksanakan kegiatannya, akan dilakukan analisis kualitas daya listrik dengan melakukan pengukuran dan perhitungan yang mencakup kualitas daya listrik.

Dalam penelitian mengenai analisis kualitas daya listrik pada industri rumahan, dengan melakukan pengukuran. Dalam kompensasi daya reaktif akan ditentukan ukuran kapasitor untuk peningkatan kualitas daya listrik pada industri rumahan. Dengan demikian, kontribusi penulis dalam analisis kualitas daya listrik pada industri rumahan dengan memberikan rekomendasi pemasangan kapasitor supaya meningkatkan kinerja peralatan dari kerusakan dan efisiensi pembayaran tagihan listrik PLN.

METODE

Dalam sebuah penelitian ada beberapa metode yang akan dilaksanakan untuk mendukung jalannya penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dipilih:

- 1) Secara umum penelitian kualitas daya listrik dilakukan pada konsumen tenaga listrik itu berasal dari PT. PLN

(Persero) Wilayah operasi Jawa Tengah dengan kapasitas daya terpasang 900 VA, 1300 VA dan 3500 VA.

- 2) Penelitian dilakukan untuk menentukan kualitas daya listrik yang disebabkan oleh motor listrik dengan kapasitas daya 0.25 HP, 0.5 HP, 0.75 dan 1 HP yang terpasang pada mesin bubut batu.

B. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini disajikan sebagai berikut:

- 1) Penelitian dilakukan di industri rumahan yang memiliki mesin bubut batu dengan terpasang kapasitas daya 900VA, 1300VA, dan 2300VA.
- 2) Pengumpulan data berkaitan dengan kualitas daya listrik terhadap beban motor listrik yang terpasang pada mesin bubut batu.
- 3) Motor listrik yang terpasang pada mesin batu memiliki kapasitas daya yang berbeda sesuai kapasitas listrik yang terpasang.
- 4) Pengukuran kualitas daya listrik dilakukan dengan alat yang sesuai dengan titik ukur.

C. Pengukuran

Dalam penelitian ini, pengukuran kualitas daya listrik dilakukan dengan:

- 1) Melepas kotak sakering pada industri rumahan menjadi koneksi terukur dan disesuaikan dengan alat ukur.
- 2) Hasil pengukuran ini adalah nilai yang mencakup kualitas daya listrik hasil dari beban motor listrik yang terpasang pada mesin bubut batu.

Skema penelitian kualitas daya listrik ditunjukkan pada gambar 1 dan pengukuran penelitian yang dilakukan yaitu:

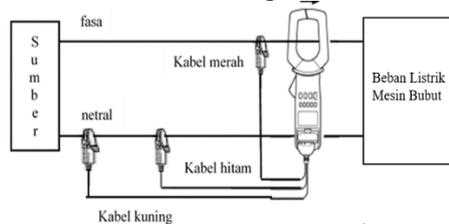
- a) Pengukuran arus, tegangan, daya reaktif, faktor daya dan yang mencakup kualitas daya listrik pada satu motor listrik dengan kapasitas daya 0.25 Horse Power (HP) pada industri rumahan pada kapasitas daya listrik terpasang 900VA.
- b) Pengukuran arus, tegangan, daya reaktif, faktor daya dan yang mencakup kualitas daya listrik pada satu motor listrik dengan kapasitas daya 0.5 Horse Power (HP) pada industri rumahan pada kapasitas daya listrik terpasang 900VA.

- c) Pengukuran arus, tegangan, daya reaktif, faktor daya dan yang mencangkup kualitas daya listrik pada dua motor listrik dengan kapasitas daya 0.75 Horse Power (HP) pada industri rumahan pada kapasitas daya listrik terpasang 1300VA.
- d) Pengukuran arus, tegangan, daya reaktif, faktor daya dan yang mencangkup kualitas daya listrik pada dua motor listrik dengan kapasitas daya 1 Horse Power (HP) pada industri rumahan pada kapasitas daya listrik terpasang 3500VA.
- e) Pengukuran arus, tegangan, daya reaktif, faktor daya dan yang mencangkup kualitas daya listrik pada tiga motor listrik dengan kapasitas daya 0.5, 0.75 dan 1 Horse Power (HP) pada industri rumahan pada kapasitas daya listrik terpasang 3500VA.

Hasil Dan Pembahasan

A. Hasil pengukuran

Hasil penelitian kualitas daya listrik pada industri rumahan dengan kapasitas motor listrik 0.25, 0.5, 0.75 dan 1 Horse Power (HP) dengan kapasitas daya listrik 900, 1300 dan 3500VA diperoleh.



Gambar 1 Skema pengukuran kualitas daya listrik

Penelitian ini menggunakan Peralatan *Power Quality Analyzer* (Clamp On Power HiTester Hioki seri 3286-20) dilakukan dengan cara menempatkan kawat fasa atau netral ditengah-tengah tang alat ukur dan untuk pengukuran data yang mencangkup kualitas daya listrik dilakukan dengan menjepitkan kabel berwarna hitam dan kuning ke saluran netral dan kabel merah ke saluran fasa.

Hasil penelitian pada industri rumahan dengan kapasitas daya motor listrik 0.25 Horse Power (HP) pada daya listrik 1300 VA ditunjukkan pada Tabel 1 yaitu:

Tabel 1 Hasil Pengukuran motor listrik 0.25 HP pada daya listrik 1300 VA

Pengukuran	Nilai
Arus	1.46 A
Tegangan	219.6 V
Frekuensi	50 HZ
Daya aktif	99 Watt
Daya reaktif	305 VAR
Daya nyata	321 VA
THD _I	16.5 %
THDV	10.5 %
Faktor daya	0.31

Hasil penelitian pada industri rumahan dengan kapasitas daya motor listrik 0.5 Horse Power (HP) pada daya listrik 900 VA ditunjukkan pada Tabel 2 yaitu:

Tabel 2 Hasil Pengukuran motor listrik 0.5 HP pada daya listrik 900 VA

Pengukuran	Nilai
Arus	3.42 A
Tegangan	218 V
Frekuensi	50 HZ
Daya aktif	207 Watt
Daya reaktif	727 VAR
Daya nyata	745.5 VA
THD _I	12.6 %
THDV	9 %
Faktor daya	0.28

Hasil penelitian pada industri rumahan dengan kapasitas daya motor listrik 0.75 Horse Power (HP) pada daya listrik 1300 VA ditunjukkan pada Tabel 3 yaitu:

Tabel 3 Hasil Pengukuran motor listrik 0.75 HP pada daya listrik 1300 VA

Pengukuran	Nilai
Arus	4.9 A
Tegangan	217.5 V
Frekuensi	50 HZ
Daya aktif	267.1 Watt
Daya reaktif	800 VAR
Daya nyata	1006.9 VA
THD _I	17.9 %
THDV	9 %
Faktor daya	0.25

Hasil penelitian pada industri rumahan dengan kapasitas daya motor listrik 1 Horse Power (HP) pada daya listrik 3500 VA ditunjukkan pada Tabel 4 yaitu:

Tabel 4 Hasil Pengukuran motor listrik 1 HP pada daya listrik 3500 VA

Pengukuran	Nilai
Arus	6.5 A
Tegangan	212 V
Frekuensi	50 HZ
Daya aktif	330 Watt
Daya reaktif	1254 VAR
Daya nyata	1442.6 VA
THD _I	16.2 %
THDV	8.2 %
Faktor daya	0.23

Hasil penelitian pada industri rumahan dengan perancangan tiga beban secara paralel kapasitas daya motor listrik yaitu beban 0.5 Horse Power (HP) satu motor listrik dan 1 Horse Power (HP) dua motor listrik pada daya listrik 3500 VA ditunjukkan pada Tabel 1 yaitu:

Tabel 5 Hasil Pengukuran beberapa motor listrik pada daya listrik 3500 VA

Pengukuran	Nilai
Arus	11.63 A
Tegangan	212.1 V
Frekuensi	50 HZ
Daya aktif	567 Watt
Daya reaktif	2095 VAR
Daya nyata	2171 VA
THD _I	10.5 %
THDV	7.1 %
Faktor daya	0.24

B. Analisis

Analisis perhitungan faktor daya motor listrik yang digunakan pada mesin bubut batu pada Tabel 6:

Tabel 6 Perhitungan faktor daya

Kapasitas motor listrik HP	Daya aktif(P)	Daya nyata(s)	PF($\frac{P}{S}$)	Standar
0.25	180	330	0.54	0.85
0.5	372	924	0.4	0.85
0.75	550	1122	0.49	0.85
1	750	1496	0.5	0.85

Analisis perhitungan ditorsi harmonik pada motor listrik 0.25 HP dengan kapasitas daya listrik 1300 VA disajikan Tabel 6 berikut:

Tabel 6 Ditorsi harmonik pada motor listrik 0.25 HP

Orde harmonik	IHD	VHD
1	1.40	216.3
2	0.01	0.7
3	0.22	21.1
4	0.00	0.6
5	0.10	6.0
6	0.00	0.1
7	0.03	4.4
8	0.00	0.2
9	0.01	3.0
10	0.00	0.1
11	0.01	3.0
12	0.00	0.3
13	0.00	0.2
14	0.00	1.5
15	0.00	1.2
16	0.00	0.0
17	0.00	0.7
18	0.00	0.0
19	0.00	0.8
20	0.00	0.1
ITHD	16.5 %	10.5%

Perhitungan nilai THD_V:

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

$$THD_V = \frac{\sqrt{0.7^2 + 21.1^2 + 0.6^2 + \dots + 0.1^2}}{216.3}$$

$$THD_V = 0.106 \times 100\%$$

$$THD_V = 10.6 \%$$

Perhitungan nilai THD_I:

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

$$THD_I = \frac{\sqrt{0.01^2 + 0.22^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{1.40^2}$$

$$THD_I = 0.173 \times 100\%$$

$$THD_I = 17.3\%$$

Analisis ditorsi harmonik pada motor listrik 0.5 HP dengan kapasitas daya listrik 900 VA disajikan Tabel 6 berikut:

Tabel 6 Ditorsi harmonik pada motor listrik 0.5 HP

Orde harmonik	IHD	VHD
1	3.32	218.6
2	0.00	0.6
3	0.38	17.1
4	0.00	0.4
5	0.11	6.6
6	0.00	0.3
7	0.02	2.5
8	0.00	0.0
9	0.03	3.5
10	0.00	0.2
11	0.02	2.4
12	0.00	0.0
13	0.02	1.9
14	0.00	0.1
15	0.01	1.4
16	0.00	0.0
17	0.00	0.9
18	0.00	0.0
19	0.00	0.8
20	0.00	0.2
ITHD	9%	12.6%

Tabel 7 Ditorsi harmonik pada motor listrik 0.75 HP

Orde harmonik	IHD	VHD
1	4.9	211.8
2	0.00	0.6
3	0.78	22.9
4	0.00	0.7
5	0.18	6.1
6	0.00	0.3
7	0.05	5.2
8	0.00	0.0
9	0.02	2.1
10	0.00	0.2
11	0.02	3.4
12	0.00	0.2
13	0.02	2.0
14	0.00	0.2
15	0.01	1.2
16	0.00	0.2
17	0.00	0.8
18	0.00	0.0
19	0.00	0.6
20	0.00	0.1
ITHD	17.9 %	9 %

Perhitungan nilai THD_v:

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

$$THD_v = \frac{\sqrt{0.6^2 + 17.1^2 + 0.4^2 + \dots + 0.2^2}}{218.6}$$

$$THD_v = 0.088 \times 100\%$$

$$THD_v = 8.8\%$$

Perhitungan nilai THD_i:

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

$$THD_i = \frac{\sqrt{0.0^2 + 0.38^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{1.40^2}$$

$$THD_i = 0.11 \times 100\%$$

$$THD_i = 11\%$$

Analisis ditorsi harmonik pada motor listrik 0.75 HP dengan kapasitas daya listrik 1300 VA disajikan Tabel 7 berikut:

Perhitungan nilai THD_v:

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

$$THD_v = \frac{\sqrt{0.6^2 + 22.9^2 + 0.7^2 + \dots + 0.1^2}}{216.3}$$

$$THD_v = 0.115 \times 100\%$$

$$THD_v = 11.57 \%$$

Perhitungan nilai THD_i:

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

$$THD_i = \frac{\sqrt{0.0^2 + 0.78^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{1.40^2}$$

$$THD_i = 0.163 \times 100\%$$

$$THD_i = 16.3\%$$

Analisis ditorsi harmonik pada motor listrik 1 HP dengan kapasitas listrik 3500 VA disajikan Tabel 7 berikut:

Tabel 7 Ditorsi harmonik pada motor listrik 1 HP

Orde harmonik	IHD	VHD
1	6.5	212
2	0.01	0.7
3	0.83	23.9
4	0.00	0.7
5	0.10	6.1
6	0.00	0.4
7	0.05	6.2
8	0.00	0.0
9	0.02	1.1
10	0.00	0.2
11	0.02	3.4
12	0.00	0.2
13	0.02	2.0
14	0.00	0.2
15	0.01	1.2
16	0.00	0.2
17	0.00	0.8
18	0.00	0.0
19	0.00	0.7
20	0.00	0.1
ITHD	9.8 %	8.2 %

Tabel 9 Ditorsi harmonik pada tiga motor listrik

Orde harmonik	IHD	VHD
1	11.64	210.8
2	0.01	1.5
3	0.82	12.1
4	0.00	0.6
5	0.12	6.5
6	0.03	0.3
7	0.06	1.2
8	0.01	0.1
9	0.09	3.1
10	0.00	0.2
11	0.06	1.4
12	0.02	0.2
13	0.04	1.6
14	0.01	0.0
15	0.03	0.9
16	0.02	0.0
17	0.03	1.0
18	0.00	0.1
19	0.01	0.7
20	0.00	0.0
ITHD	10.5 %	7.1 %

Perhitungan nilai THD_v:

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

$$THD_v = \frac{\sqrt{0.7^2 + 23.9^2 + 0.7^2 + \dots + 0.1^2}}{212}$$

$$THD_v = 0.121 \times 100\%$$

$$THD_v = 12.1 \%$$

Perhitungan nilai THD_i:

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

$$THD_i = \frac{\sqrt{0.0^2 + 0.43^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{1.40^2}$$

$$THD_i = 0.129 \times 100\%$$

$$THD_i = 12.9\%$$

Analisis ditorsi harmonik pada tiga beban motor listrik secara paralel dengan kapasitas 0.5 HP dan dua kapasitas 1 HP pada kapasitas daya listrik 3500 VA disajikan Tabel 9 berikut:

Perhitungan nilai THD_v:

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

$$THD_v = \frac{\sqrt{1.5^2 + 12.1^2 + 0.6^2 + \dots + 0.0^2}}{210.8}$$

$$THD_v = 0.115 \times 100\%$$

$$THD_v = 11.57 \%$$

Perhitungan nilai THD_i:

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

$$THD_i = \frac{\sqrt{0.01^2 + 0.82^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{1.40^2}$$

$$THD_i = 0.074 \times 100\%$$

$$THD_i = 7.4\%$$

KESIMPULAN

Hasil diperoleh dari perhitungan dan pengukuran kualitas daya listrik pada industri rumahan yang mengoperasikan motor listrik pada mesin bubut batu bahwa beban tersebut memiliki faktor daya rendah dan harmonik diatas batas standar 5%. Maka faktor daya rendah dan harmonik yang tidak sesuai standar menjadi perhatian bagi industri rumahan mesin bubut batu,

karena mengakibatkan kurangnya kinerja atau rusaknya motor listrik yang dioperasikan. Selain itu juga akan mengakibatkan peningkatan biaya tagihan listrik PLN setiap bulannya. Maka dari itu industri rumahan pada mesin batu perlu perancangan kapasitor atau filter untuk meningkatkan faktor daya dan mereduksi adanya harmonik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cahyo, M. D dkk, 2019. "Prediksi Beban Energi Listrik Apj Kota Semarang Menggunakan Metode Radial Basis Function (Rbf)." *Elektrika* 11.2 (2019): 21-25.
- [2] Scarpino, P. A dan Grasso, F. 2017, "Analisis of complex hospital electrical systems," *2017 AEIT International Annual Conference*, Cagliari, Italy, pp. 1-4, doi: 10.23919/AEIT.2017.8240571.
- [3] 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.
- [4] Mustangin, M., & Harnowo, S. (2020), "Audit Energi Listrik Dan Boiler Pabrik Kelapa Sawit Kapasitas 60 Ton/Jam", *Jurnal Agro Fabrica*, 2(1), 16-23.
- [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] Bhagavathy., P, R. Latha dan S. Elango, 2018, "A Case Study on the Impact of Power Quality Analysis in Textile Industry," *2018 IEEE 13th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)*, Rupnagar, India, pp. 453-456, doi: 10.1109/ICIINFS.2018.8721407
- [7] Popa, G. N., C. M. Diniş, A. Iagăr dan M. Lolea, 2019, "The Power Quality at an Electrical Power Station of the Hospital," *2019 11th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE)*, Bucharest, Romania, 2019, pp. 1-6, doi: 10.1109/ATEE.2019.8724988.