

## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

#### **4.1 Daya Terpasang pada Gedung AMC**

Asri Medical Center (AMC) merupakan Rumah Sakit Gigi dan Mulut yang memiliki langganan daya dari PLN sebesar 240 kVA. Tegangan yang dissalurkan dari PLN yaitu tegangan listrik menengah sebesar 20 kV dan diturunkan menjadi 380 Volt. Pada Gedung AMC terpasang trafo dengan kapasitas 650 kVA. Adapun kapasitor bank yang terpasang pada *Main Distribution Panel* (MDP) yaitu sebesar 300 kVAR yang berfungsi untuk mengurangi daya reaktif pada gedung AMC. Pada panel MDP terdapat dua pembagian saluran instalasi *Sub Distribution Panel* (SDP), yaitu panel SDP utara dan panel SDP selatan.

#### **4.2 Hasil Pengukuran pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC**

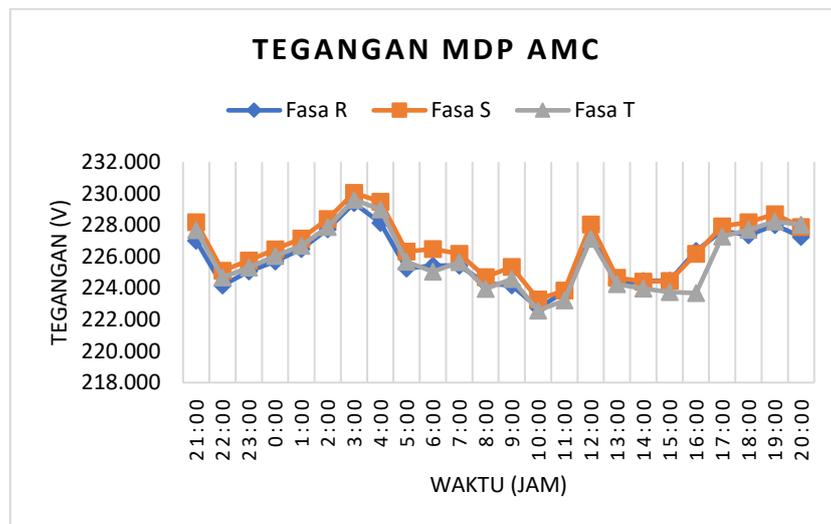
Pengukuran pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung Rumah Sakit Asri Medical Center (AMC) Yogyakarta dilakukan selama 24 jam dan dilakukan pengukuran dalam 6 (enam) hari, dimulai pada tanggal 18 Desember 2018 sampai tanggal 23 Desember 2018 dengan pembagian waktu pengukuran yaitu jam kerja (08:30 – 20:30) dan diluar jam kerja (21:00 – 08:00). Berikut hasil pengukuran yang telah dilakukan :

#### 4.2.1 Hasil Pengukuran Kualitas Daya Listrik pada *Main Distribution Panel*

(MDP) 18 Desember 2018 (24 jam)

##### A. Profil Tegangan antar Fasa dengan Netral pada *Main Distribution Panel*

(MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 1 Tegangan MDP AMC 18 Desember 2018

Tegangan	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Waktu
Minimum	222.745	223.280	222.567	10:00
Maksimum	229.393	230.047	229.602	03:00

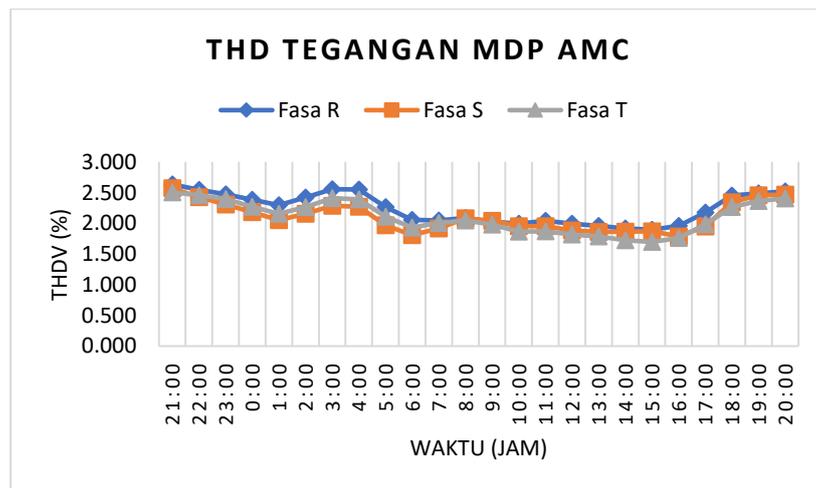
Tabel 4. 1 Nilai Tegangan Minimum dan Maksimum 18 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai  $V_{rms}$  pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral yang terukur masih dalam ambang batas toleransi yang telah ditetapkan oleh PLN. Nilai  $V_{rms}$  minimum pada fasa R yaitu sebesar 222.745 V terukur pada pukul 10:00, dan nilai  $V_{rms}$  maksimum yaitu sebesar 229.393 V terukur pada pukul 03:00. Nilai  $V_{rms}$  minimum pada fasa S yaitu sebesar 223.280 V terukur pada pukul 10:00,

dan nilai  $V_{rms}$  maksimum yaitu sebesar 230.047 V terukur pada pukul 03:00. Nilai  $V_{rms}$  minimum pada fasa T yaitu sebesar 222.567 V terukur pada pukul 10:00, dan nilai  $V_{rms}$  maksimum yaitu sebesar 230.047 V terukur pada pukul 03:00. Tegangan standar yang diperbolehkan oleh PLN untuk menjamin kualitas tegangan yang baik pada sistem instalasi tegangan rendah (TR) yaitu tegangan turun dibatasi sampai 10 % dan tegangan naik dibatasi sampai 5 %. Artinya ambang batas yang diberikan yaitu sebesar minimal 198 V dan maksimal 231 V. Pemberian ambang batas ini dikarenakan jika nilai tegangan kurang dari rentang tersebut maka kualitas listrik yang di berikan kurang baik dimana akan menyebabkan timbulnya rugi-rugi tegangan yang terjadi pada jaringan tersebut.

## B. Profil Harmonisa Tegangan pada *Main Distribution Panel* (MDP)

### Gedung AMC



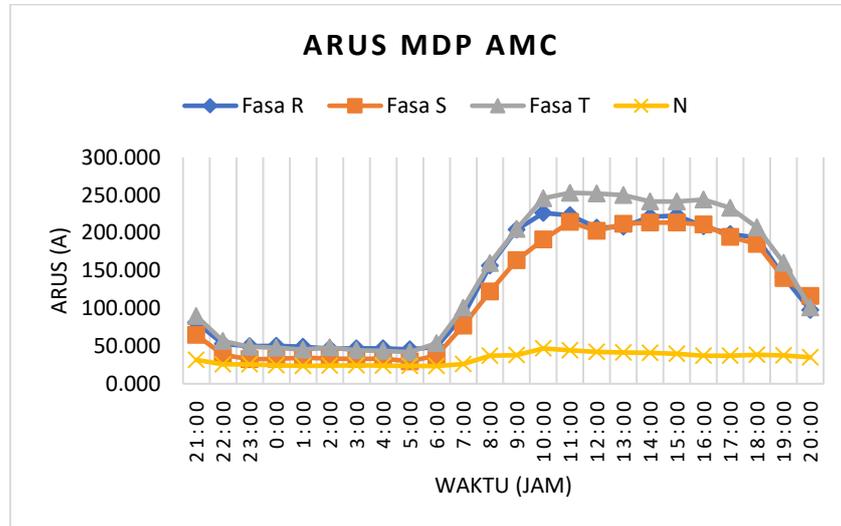
Grafik 4. 2 Grafik Harmonisa Tegangan Gedung AMC 18 Desember 2018

Harmonisa (%)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	1.897	15:00	1.787	16:00	1.697	15:00
Maksimum	2.633	21:00	2.568	21:00	2.503	21:00

Tabel 4. 2 Tabel Harmonisa Tegangan Gedung AMC 18 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai harmonisa tegangan pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral yang terukur masih berada pada batas standar yang telah ditetapkan IEEE 519-1992 yaitu sebesar 5 % untuk tegangan kerja dibawah 69 kV. Nilai minimum harmonisa di fasa R yaitu 1.897 % yang terukur pada pukul 15:00, dan nilai maksimum harmonisa di fasa R yaitu 2.633 % yang terukur pada pukul 21.00. Untuk nilai minimum harmonisa di fasa S yaitu 1.787 % yang terukur pada pukul 16:00, dan nilai maksimum harmonisa di fasa S yaitu 2.568 % yang terukur pada pukul 21.00. Sedangkan nilai minimum harmonisa di fasa T yaitu 1.697 % yang terukur pada pukul 15:00, dan nilai maksimum harmonisa di fasa T yaitu 2.503 % yang terukur pada pukul 21.00. Harmonisa tegangan terjadi akibat beban – beban yang digunakan bersifat non-linier atau bersifat semikonduktor. Beban non-linier merupakan beban dengan perbandingan tegangan dan arusnya dalam jangka waktu yang berbeda akan bernilai tidak sama, artinya arus yang mengalir pada beban tidak sebanding perubahan tegangannya dalam setiap setengah siklus atau mengalami distorsi.

### C. Profil Arus pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 3 Grafik Arus MDP Gedung AMC 18 Desember 2018

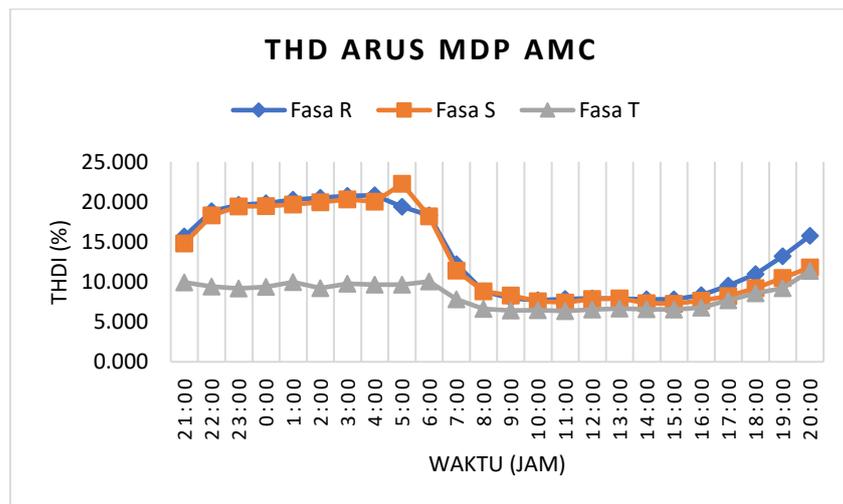
Arus (A)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu	Fasa N	Waktu
Minimum	45.507	05:00	29.655	05:00	42.015	05:00	23.430	06:00
Maksimum	226.37	10:00	214.375	11:00	253.200	11:00	46.842	10:00

Tabel 4. 3 Tabel Profil Arus Gedung AMC 18 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai Irms pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki kondisi yang kurang baik, dimana dari hasil pengukuran diatas diketahui memiliki nilai arus yang berbeda disetiap fasanya dengan waktu minimum dan maksimum yang berbeda. Nilai kualitas arus yang baik seharusnya memiliki nilai yang sama atau tidak jauh berbeda antar setiap fasanya ( $I_R = I_S = I_T$ ). Karena terjadinya ketidakseimbangan arus pada setiap fasanya ( $I_R \neq I_S \neq I_T$ ), maka akan muncul arus Netral ( $I_N$ ) yang dapat

menimbulkan panas berlebih pada penghantar sehingga terdapat rugi – rugi atau *losses* pada sistem jaringan tersebut. Nilai Irms minimum pada fasa R yaitu sebesar 45.507 A terukur pada pukul 05:00, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 226.337 A terukur pada pukul 10:00. Nilai Irms minimum pada fasa S yaitu sebesar 29.655 A terukur pada pukul 05:00, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 214.375 A terukur pada pukul 11:00. Nilai Irms minimum pada fasa T yaitu sebesar 42.015 A terukur pada pukul 05:00, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 253.200 A terukur pada pukul 11:00. Nilai Irms minimum pada fasa N yaitu sebesar 23.430 A terukur pada pukul 06:00, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 46.842 A terukur pada pukul 10:00.

**D. Profil Harmonisa Arus pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC**



Grafik 4. 4 Grafik Total Harmonisa Arus Gedung AMC 18 Desember 2018

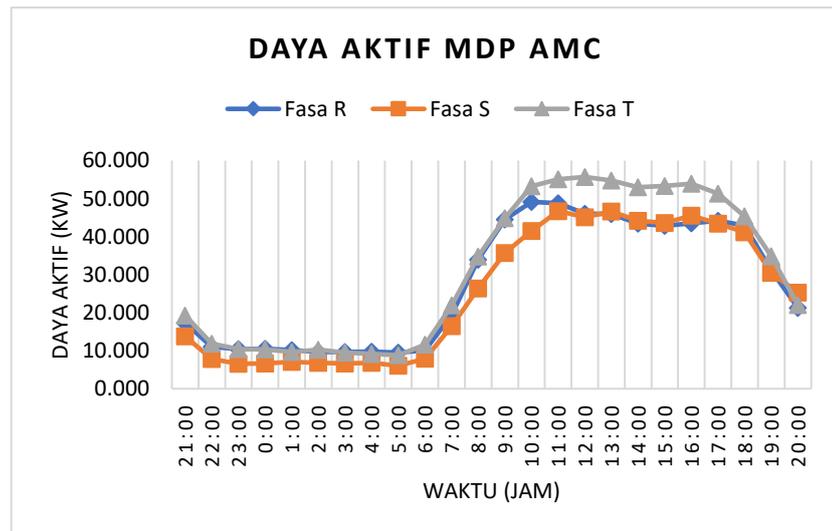
Harmonisa (%)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	7.693	10:00	7.260	15:00	6.349	11:00
Maksimum	20.815	04:00	22.252	05:00	11.347	20:00

Tabel 4. 4 Tabel Harmonisa Arus Gedung AMC 18 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai harmonisa arus pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral yang terukur berbeda dan melebihi batas yang telah ditetapkan IEEE 519-1992 yaitu sebesar 15 %. Nilai minimum harmonisa di fasa R yaitu 7.693 % yang terukur pada pukul 10:00, dan nilai maksimum harmonisa di fasa R yaitu 20.815 % yang terukur pada pukul 04.00. Untuk nilai minimum harmonisa di fasa S yaitu 7.260% yang terukur pada pukul 15:00, dan nilai maksimum harmonisa di fasa S yaitu 22.252 % yang terukur pada pukul 05:00. Sedangkan nilai minimum harmonisa di fasa T yaitu 6.349 % yang terukur pada pukul 11:00, dan nilai maksimum harmonisa di fasa T yaitu 11.347 % yang terukur pada pukul 20.00. Harmonisa arus terjadi akibat beban – beban yang digunakan bersifat non-linier atau bersifat semikonduktor. Beban non-linier merupakan beban dengan perbandingan tegangan dan arusnya dalam jangka waktu yang berbeda akan bernilai tidak sama, artinya arus yang mengalir pada beban tidak sebanding perubahan tegangannya dalam setiap setengah siklus atau mengalami distorsi. Contoh beban – beban non-linear yaitu beban yang

memiliki komponen elektronika seperti *AC drives*, *DC drives*, dan komponen elektronika lainnya.

#### E. Profil Daya Aktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 5 Grafik Daya Aktif Gedung AMC 18 Desember 2018

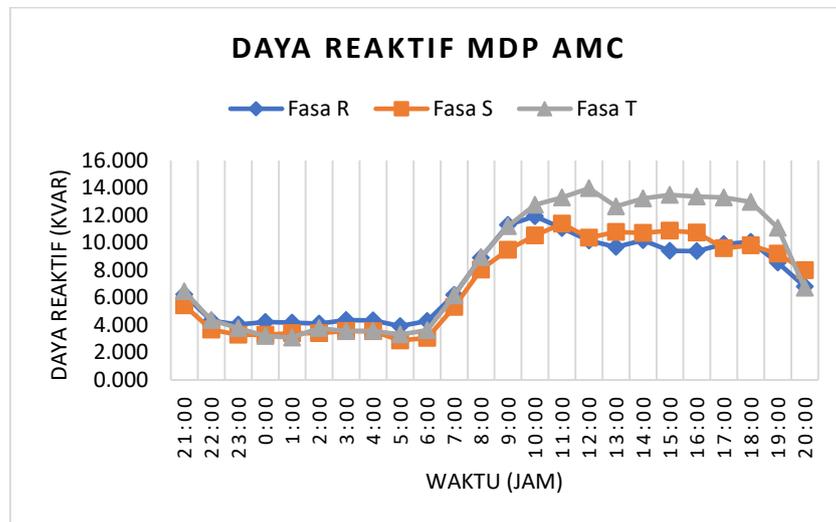
Daya Aktif (kW)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	9.505	05:00	6.053	05:00	8.812	05:00
Maksimum	49.142	10:00	46.743	11:00	55.705	12:00

Tabel 4. 5 Tabel Daya Aktif Gedung AMC 18 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya aktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Nilai daya aktif minimum pada fasa R yaitu sebesar 9.505 kW yang terukur pada pukul 05:00, dan nilai daya aktif maksimum sebesar 49.142 kW pada pukul 10:00. Nilai daya aktif minimum pada fasa S yaitu sebesar 6.053 kW yang terukur

pada pukul 05:00, dan nilai daya aktif maksimum sebesar 46.743 kW pada pukul 11:00. Nilai daya aktif minimum pada fasa T yaitu sebesar 8.812 kW yang terukur pada pukul 05:00, dan nilai daya aktif maksimum sebesar 55.705 kW pada pukul 12:00. Seperti yang tergambar pada grafik diatas, dapat diketahui bahwa pada malam hari atau diluar jam kerja yaitu pada pukul 21:00 sampai dengan pukul 06:00 (9 jam) daya aktif yang terukur relatif stabil seperti nilai minimum yang telah terukur yaitu 25.517 kW. Sedangkan untuk pagi sampai sore hari atau dalam jam kerja yaitu pada pukul 08:30 sampai dengan pukul 20:30 (12 jam) daya aktif yang terukur semakin besar dari waktu ke waktu seperti nilai maksimum yang telah terukur yaitu 55.705 kW. Hal yang mempengaruhi nilai daya aktif total pada gedung AMC yaitu penggunaan beban pada gedung tersebut. Selama didalam waktu jam kerja beban listrik penerangan, peralatan – peralatan kantor dan juga peralatan medis banyak digunakan. Sehingga daya aktif yang terukur pada mulainya jam kerja dari waktu ke waktu akan semakin naik, dan akan turun ketika berakhirnya jam kerja pada gedung tersebut. Ketika diluar jam kerja, hanya ada beberapa beban yang masih digunakan seperti beban penerangan. Sehingga daya aktif yang terukur bernilai rendah dan stabil sampai kembalinya jam kerja.

## F. Profil Daya Reaktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 6 Grafik Daya Reaktif Gedung AMC 18 Desember 2018

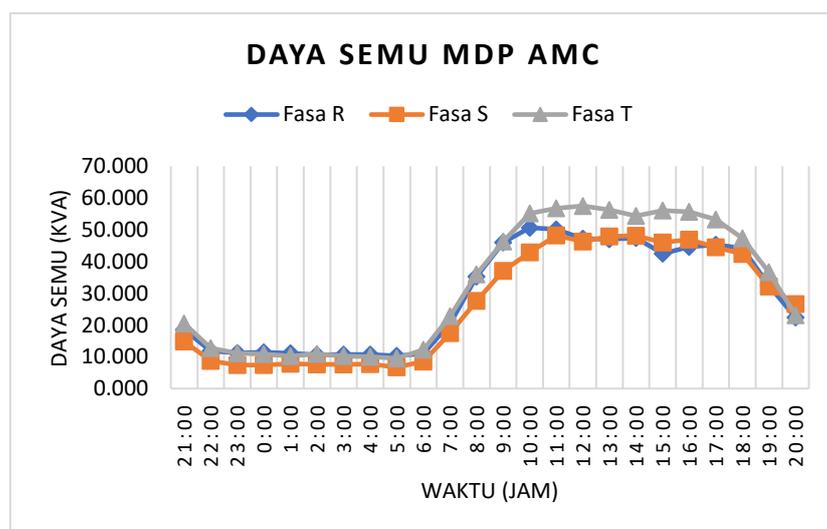
Daya Reaktif (kVAR)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	3.930	05:00	2.883	05:00	3.095	05:00
Maksimum	11.928	11:00	11.388	12:00	13.970	11:00

Tabel 4. 6 Tabel Daya Reaktif Gedung AMC 18 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya reaktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Hal ini dikarenakan pada panel MDP pembebanan setiap fasanya berbeda atau dalam kondisi yang tidak seimbang. Daya reaktif merupakan daya yang diperlukan untuk menghasilkan medan magnet pada beban-beban yang memiliki lilitan seperti, motor, *ballast*, transformator dan lain-lain. Pada Gedung AMC terdapat beberapa komponen yang membutuhkan daya reaktif, salah satunya yaitu *jet pump* yang merupakan komponen motor

listrik. Namun dapat diketahui daya reaktif dapat mempengaruhi *losses* pada tegangan, karena daya reaktif dapat menginduksi penghantar sehingga menimbulkan medan magnet yang dapat membuat tegangan yang digunakan mengalami jatuh tegangan. Nilai daya reaktif minimum pada fasa R yaitu sebesar 3.930 kVAR yang terukur pada pukul 05:00, nilai daya reaktif maksimum sebesar 11.928 kVAR pada pukul 11:00. Pada fasa S nilai daya reaktif minimum yaitu sebesar 2.883 kVAR yang terukur pada pukul 05:00, sedangkan nilai daya reaktif maksimum sebesar 11.388 kVAR pada pukul 12:00. Nilai daya reaktif minimum pada fasa T yaitu sebesar 3.095 kVAR yang terukur pada pukul 05:00, dan nilai daya reaktif maksimum sebesar 13.970 kVAR pada pukul 11:00. Apabila dilihat pada tabel nilai maksimum, daya reaktif puncak yang terukur hamper sama disetiap fasanya yaitu pada pukul 11:00 – 12:00.

#### G. Profil Daya Semu pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



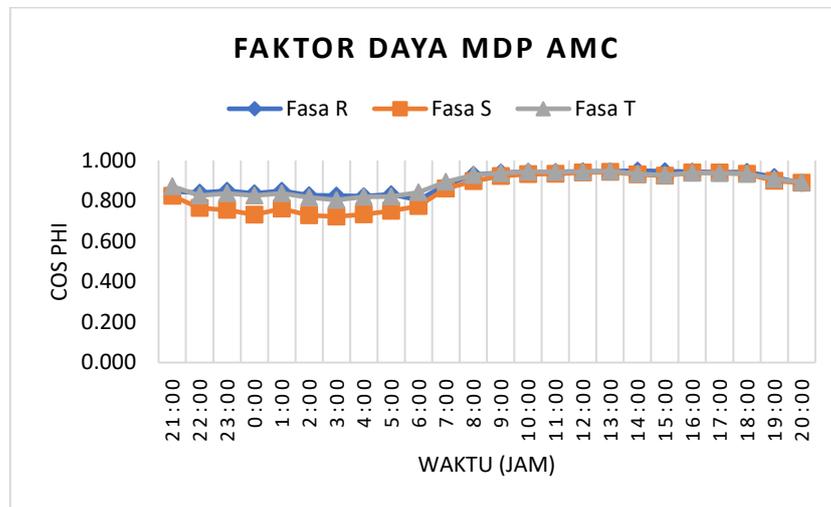
Grafik 4. 7 Grafik Daya Semu Gedung AMC 18 Desember 2018

Daya Semu (kVA)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	10.298	05:00	6.733	05:00	9.515	05:00
Maksimum	50.683	10:00	48.212	11:00	57.518	12:00

Tabel 4. 7 Tabel Daya Semu Gedung AMC 18 Desember 2018

Daya semu (*Apparent Power*) merupakan daya yang dihasilkan dari perkalian tegangan rms dan arus rms dalam suatu sistem atau daya yang merupakan hasil penjumlahan daya aktif dan daya reaktifnya. Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya semu pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Nilai daya semu sama halnya dengan daya aktif atau berbanding lurus, apabila semakin besar beban yang bersifat resistif pada beban yang digunakan maka semakin besar nilai daya semu yang tersalurkan ke beban listrik sebagai daya nyata. Sedangkan pada beban yang bersifat induktif atau kapasitif (beban reaktif), nilai dari daya nyata akan bernilai sebesar  $\cos \phi$  dari daya total. Nilai daya semu minimum pada fasa R yaitu sebesar 10.298 kVA yang terukur pada pukul 05:00, nilai daya semu maksimum sebesar 50.683 kVA pada pukul 10:00. Nilai daya semu minimum pada fasa S yaitu sebesar 6.733 kVA yang terukur pada pukul 05:00, nilai daya semu maksimum sebesar 48.212 kVA pada pukul 11:00. Nilai daya semu minimum pada fasa T yaitu sebesar 9.515 kVA yang terukur pada pukul 05:00, nilai daya semu maksimum sebesar 57.518 kVA pada pukul 12:00.

## H. Profil Faktor Daya pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 8 Grafik Faktor Daya Gedung AMC 18 Desember 2018

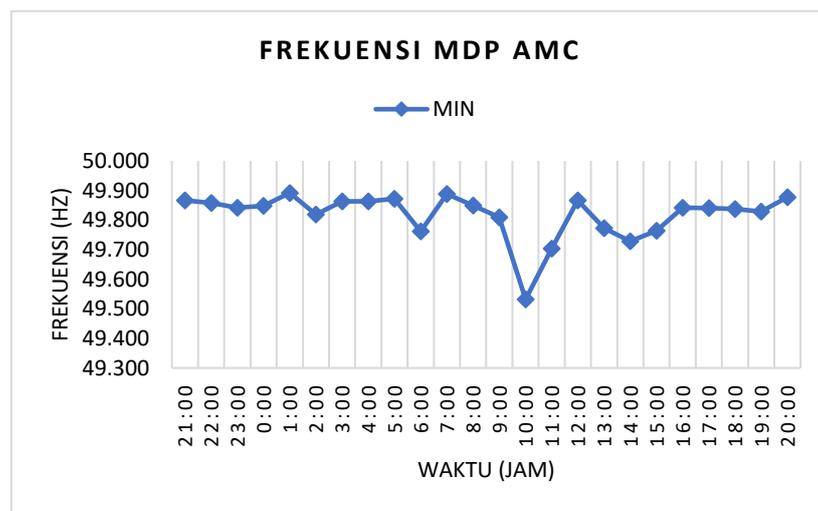
Faktor Daya (Cos $\varphi$ )	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	0.804	06:00	0.723	03:00	0.804	03:00
Maksimum	0.950	14:00	0.943	13:00	0.947	13:00

Tabel 4. 8 Tabel Faktor Daya Gedung AMC 18 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai faktor daya pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Pada fasa R nilai minimum yang terukur yaitu sebesar 0.804 yang terukur pada pukul 06:00, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0.950 yang terukur pada pukul 14:00. Pada fasa S nilai minimum faktor daya yang terukur yaitu sebesar 0.723 yang terukur pada pukul 03:00, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0.943 yang terukur pada pukul 13:00. Pada fasa T nilai minimum faktor daya yang terukur yaitu sebesar 0.804 yang terukur pada pukul 03:00, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0.947 yang terukur pada pukul 13:00. Dari

grafik diatas dapat diketahui nilai faktor daya yang baik terukur pada saat jam kerja yaitu pukul 08:00 – 20:00. Berdasarkan teori yang ada, nilai faktor daya yang ideal yaitu bernilai 1. Namun kenyataan dilapangan terkadang sering tidak sesuai dengan teori yang ada, dikarenakan faktor gangguan yang tidak diduga sering terjadi. Salah satu faktor yang menyebabkan faktor daya rendah adalah adanya sifat beban induktif. Semakin besar beban induktifnya maka semakin besar perbedaan sudut fasa antara arus dan tegangan atau nilai  $\cos \phi$  akan mendekati nol.

### I. Profil Frekuensi pada *Main Distribution Panel (MDP)* Gedung AMC



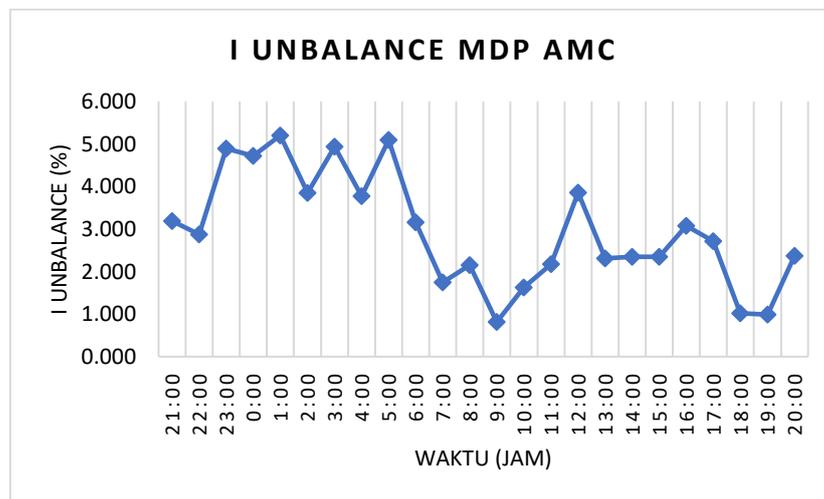
Grafik 4. 9 Grafik Frekuensi Gedung AMC 18 Desember 2018

Frekuensi (Hz)	Hertz	Waktu
Minimum	49.532	10:00
Maksimum	49.892	01:00

Tabel 4. 9 Tabel Frekuensi Gedung AMC 18 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai frekuensi pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki kualitas yang baik. Nilai frekuensi minimum yaitu sebesar 49.532 Hz yang terukur pada pukul 10:00, dan nilai frekuensi maksimum yaitu sebesar 49.892 yang terukur pada pukul 01:00. Hasil pengukuran frekuensi tersebut masih dalam batas standar kualitas frekuensi yang baik. Nilai toleransi untuk kualitas frekuensi yang baik yaitu sebesar  $\pm 1\%$  dari frekuensi standar yaitu 50 Hz. Artinya standar toleransi yang diberikan yaitu 49.5 Hz – 50.5 Hz. Jadi kualitas frekuensi yang terukur pada *Main Distribution Panel* gedung AMC masih dalam batas toleransi.

**J. Profil Ketidakseimbangan Beban berdasarkan Standar IEEE pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC**



Grafik 4. 10 Grafik Ketidakseimbangan Beban Gedung AMC 18 Desember 2018

Ketidakseimbangan Beban	%	Waktu
Minimum	0.815	09:00
Maksimum	5.205	05:00

Tabel 4. 10 Tabel Ketidakseimbangan Beban Gedung AMC 18 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai frekuensi pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki presentase minimum pada pukul 09:00 dengan nilai terukur yaitu 0.815 % dan presentase maksimum pada pukul 05:00 dengan nilai terukur yaitu 5.205 %. Berdasarkan standar IEEE, ambang batas standarisasi ketidakseimbangan beban adalah 5% s/d 20%. Dalam hal ini, *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC mempunyai ketidakseimbangan beban dengan kualitas masih diambang batas standar. Pada teorinya, suatu jaringan instalasi apabila setiap fasa R,S,T memiliki jumlah beban yang tidak sama ( $R \neq S \neq T$ ) maka mengakibatkan adanya arus yang mengalir pada kawat netral sebagai rugi-rugi daya. Dari pengukuran yang telah dilakukan, pada kenyataannya dapat diketahui pada suatu sistem instalasi jarang ditemukan beban dalam keadaan seimbang. Maka dari itu, pada instalasi Gedung AMC ini walaupun masih dalam ambang batas standar namun tetap saja memiliki rugi-rugi daya yang diebabkan oleh ketidakseimbangan beban.

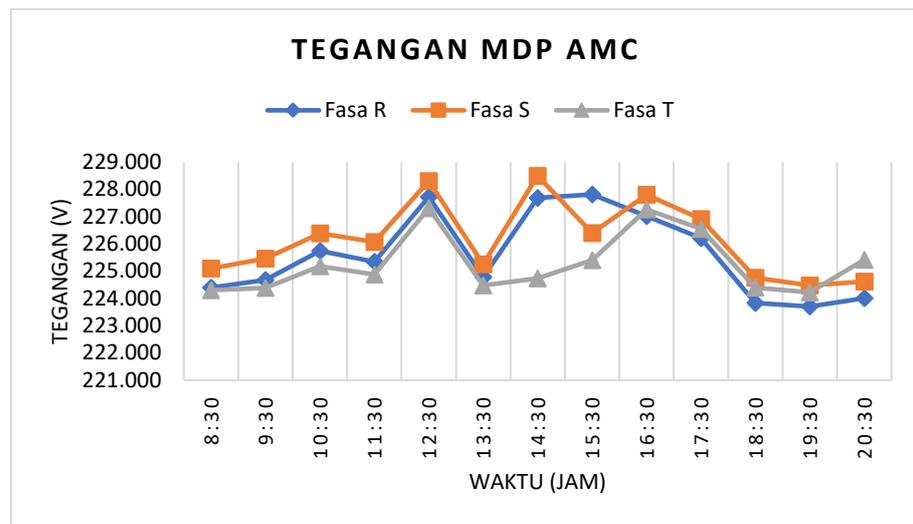
Maka dari itu dapat diketahui profil kualitas daya listrik pada Gedung Rumah Sakit Gigi dan Mulut Asri Medical Center yaitu :

No.	Parameter	Selasa 18 Desember 2018							
		Minimum				Maksimum			
		Fasa R	Fasa S	Fasa T	N	Fasa R	Fasa S	Fasa T	N
1	Tegangan (Volt)	222.745	223.28	222.567		229.39	230.047	229.602	
2	THD Tegangan (%)	1.897	1.787	1.697		2.633	2.568	2.503	
3	Arus (Ampere)	45.507	29.655	42.015	23.43	226.37	214.375	253.2	46.84
4	THD Arus (%)	7.693	7.26	6.349		20.815	22.252	11.347	
5	Daya Aktif (kW)	9.505	6.053	8.812		49.142	46.743	55.705	
6	Daya Reaktif (kVAR)	3.93	2.883	3.095		11.928	11.388	13.97	
7	Daya Semu (kVA)	10.298	6.733	9.515		50.683	48.212	57.518	
8	Faktor Daya (Cosphi)	0.804	0.723	0.804		0.95	0.943	0.947	
9	Frekuensi (Hz)	49.532				49.892			
10	Unbalance Load (%)	0.815				5.205			

Tabel 4. 11 Tabel Kualitas Daya Listrik 18 Desember 2018

**4.2.2 Hasil Pengukuran Kualitas Daya Listrik selama jam kerja (12 jam) pada Main Distribution Panel (MDP) 19 Desember 2018**

**A. Profil Tegangan antar Fasa dengan Netral pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC**



Grafik 4. 11 Tegangan MDP AMC 19 Desember 2018

Tegangan (V)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	223.701	19:30	224.477	19:30	224.222	19:30
Maksimum	227.811	15:30	228.497	14:30	227.311	12:30

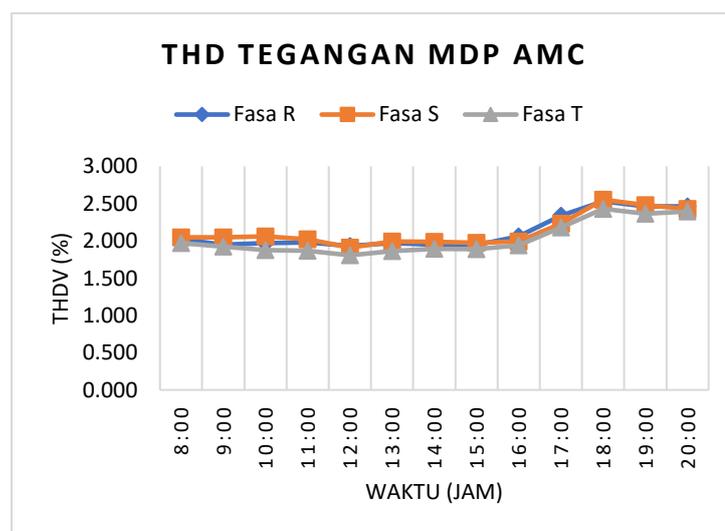
Tabel 4. 12 Nilai Tegangan Minimum dan Maksimum 19 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai  $V_{rms}$  pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral yang terukur masih dalam ambang batas toleransi yang telah ditetapkan oleh PLN. Nilai  $V_{rms}$  minimum pada fasa R yaitu sebesar 223.701 V terukur pada pukul 19:30, dan nilai  $V_{rms}$  maksimum yaitu sebesar 227.811 V terukur pada pukul 15:30. Nilai  $V_{rms}$

minimum pada fasa S yaitu sebesar 224.477 V terukur pada pukul 19:30, dan nilai  $V_{rms}$  maksimum yaitu sebesar 228.497 V terukur pada pukul 14:30. Nilai  $V_{rms}$  minimum pada fasa T yaitu sebesar 224.222 V terukur pada pukul 19:30, dan nilai  $V_{rms}$  maksimum yaitu sebesar 227.311 V terukur pada pukul 12:30. Tegangan standar yang diperbolehkan oleh PLN untuk menjamin kualitas tegangan yang baik pada sistem instalasi tegangan rendah (TR) yaitu tegangan turun dibatasi sampai 10 % dan tegangan naik dibatasi sampai 5 %. Artinya ambang batas yang diberikan yaitu sebesar minimal 198 V dan maksimal 231 V. Pemberian ambang batas ini dikarenakan jika nilai tegangan kurang dari rentang tersebut maka kualitas listrik yang di berikan kurang baik dimana akan menyebabkan timbulnya rugi-rugi tegangan yang terjadi pada jaringan tersebut.

## B. Profil Harmonisa Tegangan pada *Main Distribution Panel* (MDP)

### Gedung AMC



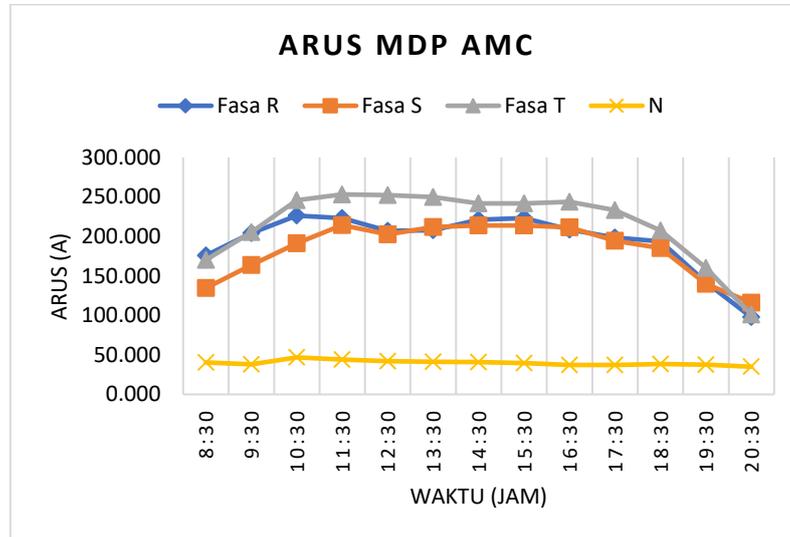
Grafik 4. 12 Grafik Harmonisa Tegangan Gedung AMC 19 Desember 2018

Harmonisa (%)	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Waktu
Minimum	1.932	1.909	1.806	12:30
Maksimum	2.530	2.552	2.430	18:30

Tabel 4. 13 Tabel Harmonisa Tegangan Gedung AMC 19 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai harmonisa tegangan pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral yang terukur masih berada pada batas standar yang telah ditetapkan IEEE 519-1992 yaitu sebesar 5 % untuk tegangan kerja dibawah 69 kV. Nilai minimum harmonisa di fasa R yaitu 1.932 % yang terukur pada pukul 12:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa R yaitu 2.530 % yang terukur pada pukul 18:30. Untuk nilai minimum harmonisa di fasa S yaitu 1.909 % yang terukur pada pukul 12:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa S yaitu 2.552 % yang terukur pada pukul 18:30. Sedangkan nilai minimum harmonisa di fasa T yaitu 1.806 % yang terukur pada pukul 12:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa T yaitu 2.430 % yang terukur pada pukul 18:30. Harmonisa tegangan terjadi akibat beban – beban yang digunakan bersifat non-linier atau bersifat semikonduktor. Beban non-linier merupakan beban dengan perbandingan tegangan dan arusnya dalam jangka waktu yang berbeda akan bernilai tidak sama, artinya arus yang mengalir pada beban tidak sebanding perubahan tegangannya dalam setiap setengah siklus atau mengalami distorsi.

### C. Profil Arus pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 13 Grafik Arus MDP Gedung AMC 19 Desember 2018

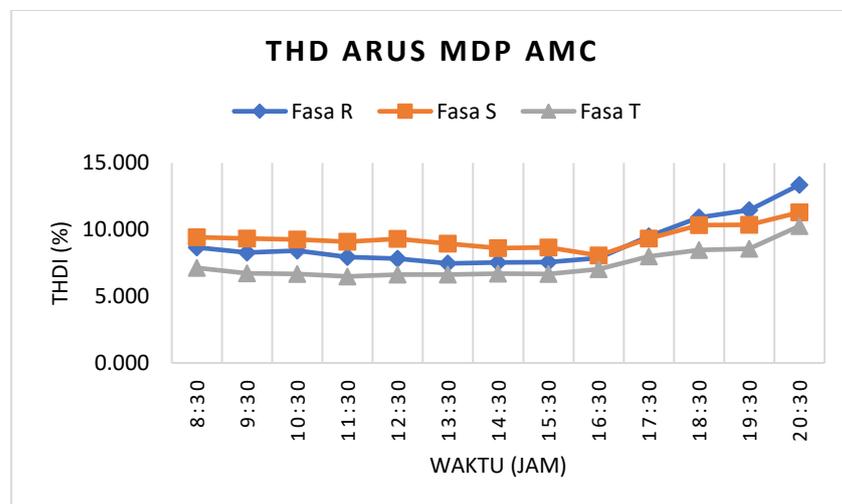
Arus (A)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu	Fasa N	Waktu
Minimum	132.936	20:30	132.872	20:30	131.366	20:30	36.698	20:30
Maksimum	244.288	15:30	209.222	14:30	268.563	10:30	52.015	10:30

Tabel 4. 14 Tabel Profil Arus Gedung AMC 19 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai Irms pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki kondisi yang kurang baik, dimana dari hasil pengukuran diatas diketahui memiliki nilai arus yang berbeda disetiap fasanya dengan waktu minimum dan maksimum yang berbeda. Nilai kualitas arus yang baik seharusnya memiliki nilai yang sama atau tidak jauh berbeda antar setiap fasanya ( $I_R = I_S = I_T$ ). Karena terjadinya ketidakseimbangan arus pada setiap fasanya ( $I_R \neq I_S \neq I_T$ ), maka akan muncul arus Netral ( $I_N$ ) yang dapat menimbulkan panas berlebih pada penghantar sehingga terdapat rugi – rugi atau *losses* pada sistem jaringan tersebut. Nilai Irms minimum pada fasa R

yaitu sebesar 132.936 A terukur pada pukul 20:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 244.288 A terukur pada pukul 15:30. Nilai Irms minimum pada fasa S yaitu sebesar 132.872 A terukur pada pukul 20:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 209.222 A terukur pada pukul 14:30. Nilai Irms minimum pada fasa T yaitu sebesar 131.366 A terukur pada pukul 20:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 268.563 A terukur pada pukul 10:30. Nilai Irms minimum pada fasa N yaitu sebesar 36.698 A terukur pada pukul 20:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 52.015 A terukur pada pukul 10:30.

**D. Profil Harmonisa Arus pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC**



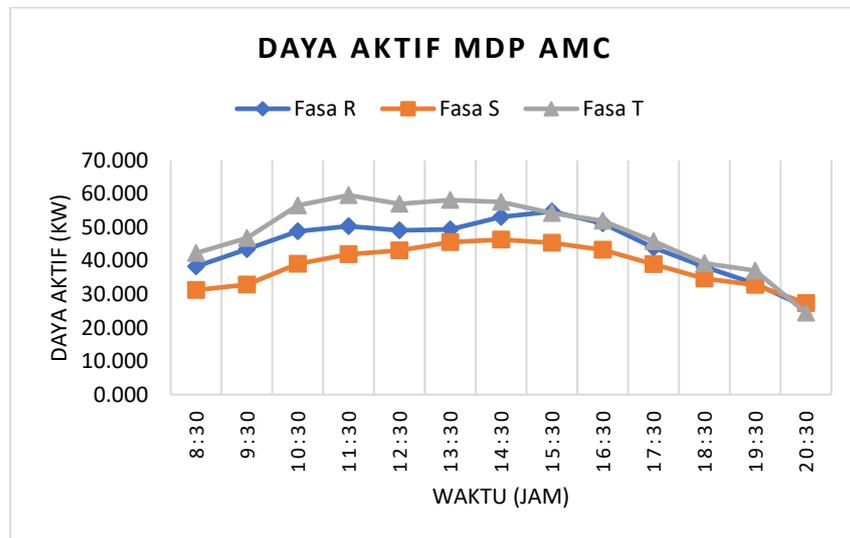
Grafik 4. 14 Grafik Total Harmonisa Arus Gedung AMC 19 Desember 2018

Harmonisa (%)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	7.465	13:30	8.063	16:30	6.491	11:30
Maksimum	13.365	20:30	11.299	20:30	10.277	20:30

Tabel 4. 15 Tabel Harmonisa Arus Gedung AMC 19 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai harmonisa arus jam kerja pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral yang terukur berbeda dan masih berada pada batas yang telah ditetapkan IEEE 519-1992 yaitu sebesar 15 %. Nilai minimum harmonisa di fasa R yaitu 7.465 % yang terukur pada pukul 13:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa R yaitu 13.365 % yang terukur pada pukul 20:30. Untuk nilai minimum harmonisa di fasa S yaitu 8.063 % yang terukur pada pukul 16:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa S yaitu 11.299 % yang terukur pada pukul 20:30. Sedangkan nilai minimum harmonisa di fasa T yaitu 6.491 % yang terukur pada pukul 11:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa T yaitu 10.277 % yang terukur pada pukul 20:30. Harmonisa arus terjadi akibat beban – beban yang digunakan bersifat non-linier atau bersifat semikonduktor. Beban non-linier merupakan beban dengan perbandingan tegangan dan arusnya dalam jangka waktu yang berbeda akan bernilai tidak sama, artinya arus yang mengalir pada beban tidak sebanding perubahan tegangannya dalam setiap setengah siklus atau mengalami distorsi. Contoh beban – beban non-linear yaitu beban yang memiliki komponen elektronika seperti AC *drives*, DC *drives*, dan komponen elektronika lainnya.

### E. Profil Daya Aktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 15 Grafik Daya Aktif Gedung AMC 19 Desember 2018

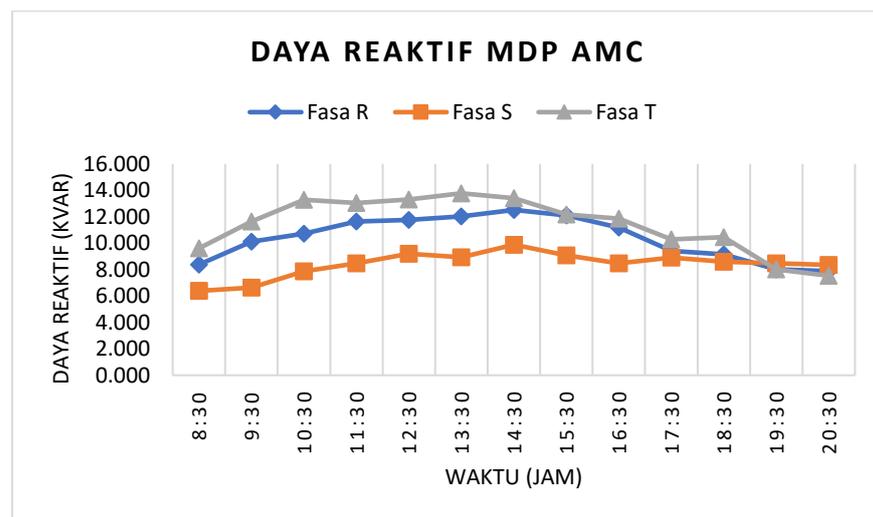
Daya Aktif (kW)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	26.130	20:30	27.333	20:30	24.450	20:30
Maksimum	54.723	15:30	46.333	14:30	59.625	11:30

Tabel 4. 16 Tabel Daya Aktif Gedung AMC 19 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya aktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Nilai daya aktif minimum pada fasa R yaitu sebesar 26.130 kW yang terukur pada pukul 20:30, dan nilai daya aktif maksimum sebesar 54.723 kW pada pukul 15:30. Nilai daya aktif minimum pada fasa S yaitu sebesar 27.333 kW yang terukur pada pukul 20:30, dan nilai daya aktif maksimum sebesar 46.333 kW pada pukul 14:30. Nilai daya aktif minimum pada fasa T yaitu sebesar 24.450 kW yang terukur pada pukul 20:30, dan nilai daya aktif maksimum sebesar 59.625 kW pada pukul 11:30. Seperti yang tergambar pada grafik diatas

untuk pagi sampai sore hari atau dalam jam kerja yaitu pada pukul 08:30 sampai dengan pukul 20:30 (12 jam) daya aktif yang terukur semakin besar dari waktu ke waktu seperti nilai maksimum yang telah terukur yaitu 59.625 kW. Hal yang mempengaruhi nilai daya aktif total pada gedung AMC yaitu penggunaan beban pada gedung tersebut. Selama didalam waktu jam kerja beban listrik penerangan, peralatan – peralatan kantor dan juga peralatan medis banyak digunakan. Sehingga daya aktif yang terukur pada mulainya jam kerja dari waktu ke waktu akan semakin naik, dan akan turun ketika berakhirnya jam kerja pada gedung tersebut. Ketika diluar jam kerja, hanya ada beberapa beban yang masih digunakan seperti beban penerangan. Sehingga daya aktif yang terukur bernilai rendah dan stabil sampai kembalinya jam kerja.

#### F. Profil Daya Reaktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 16 Grafik Daya Reaktif Gedung AMC 19 Desember 2018

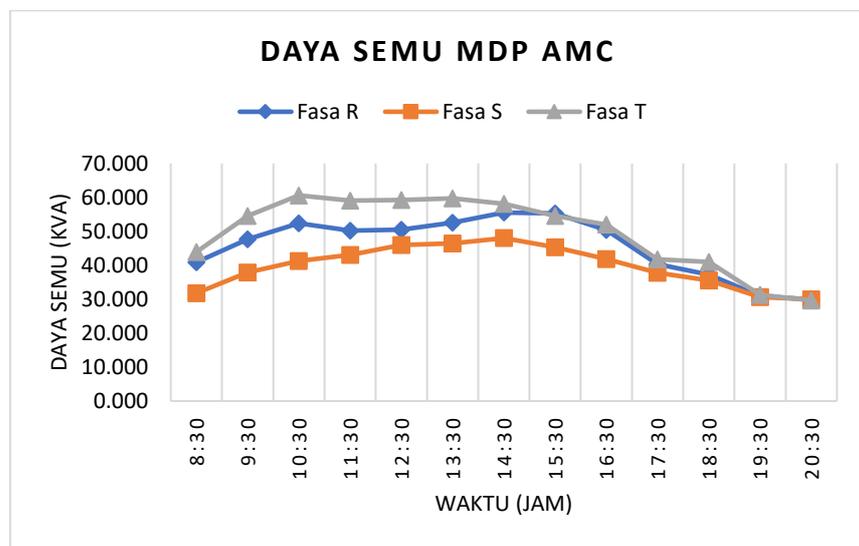
Daya Reaktif (kVAR)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	7.883	20:30	6.386	08:30	7.533	20:30
Maksimum	12.516	14:30	9.881	14:30	13.771	13:30

Tabel 4. 17 Tabel Daya Reaktif Gedung AMC 19 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya reaktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Hal ini dikarenakan pada panel MDP pembebanan setiap fasanya berbeda atau dalam kondisi yang tidak seimbang. Daya reaktif merupakan daya yang diperlukan untuk menghasilkan medan magnet pada beban-beban yang memiliki lilitan seperti, motor, *ballast*, transformator dan lain-lain. Pada Gedung AMC terdapat beberapa komponen yang membutuhkan daya reaktif, salah satunya yaitu *jet pump* yang merupakan komponen motor listrik. Namun dapat diketahui daya reaktif dapat mempengaruhi *losses* pada tegangan, karena daya reaktif dapat menginduksi penghantar sehingga menimbulkan medan magnet yang dapat membuat tegangan yang digunakan mengalami jatuh tegangan. Nilai daya reaktif minimum pada fasa R yaitu sebesar 7.883 kVAR yang terukur pada pukul 20:30, nilai daya reaktif maksimum sebesar 12.516 kVAR pada pukul 14:30. Pada fasa S nilai daya reaktif minimum yaitu sebesar 6.386 kVAR yang terukur pada pukul 08:30, sedangkan nilai daya reaktif maksimum sebesar 9.881 kVAR pada pukul 14:30. Nilai daya reaktif minimum pada fasa T yaitu sebesar 7.533

kVAR yang terukur pada pukul 20:30, dan nilai daya reaktif maksimum sebesar 13.771 kVAR pada pukul 13:30. Apabila dilihat pada tabel nilai maksimum, daya reaktif puncak yang terukur hamper sama disetiap fasanya yaitu pada pukul 11:00 – 14:00.

### G. Profil Daya Semu pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 17 Grafik Daya Semu Gedung AMC 19 Desember 2018

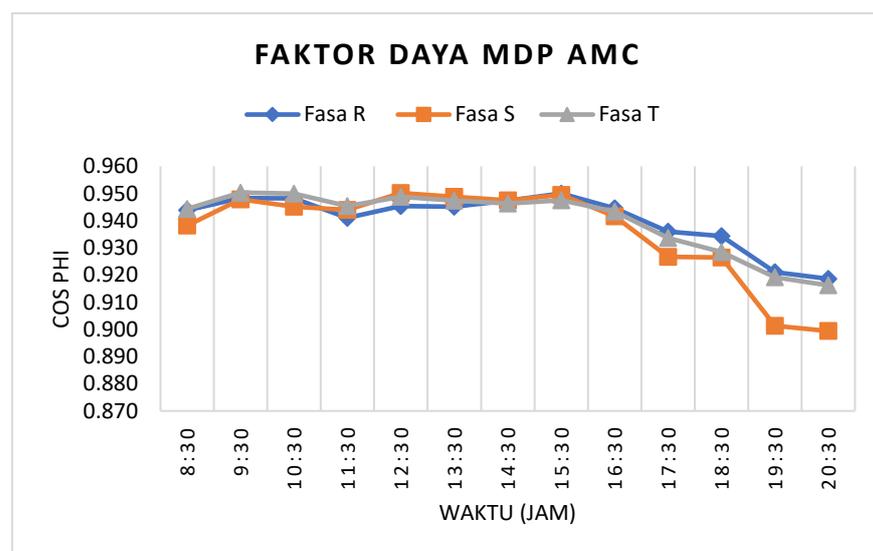
Daya Semu (kVA)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	29.904	20:30	29.990	20:30	29.630	20:30
Maksimum	55.533	14:30	48.005	14:30	60.598	10:30

Tabel 4. 18 Tabel Daya Semu Gedung AMC 19 Desember 2018

Daya semu (*Apparent Power*) merupakan daya yang dihasilkan dari perkalian tegangan rms dan arus rms dalam suatu sistem atau daya yang merupakan hasil penjumlahan daya aktif dan daya reaktifnya. Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya semu pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC

setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Nilai daya semu sama halnya dengan daya aktif atau berbanding lurus, apabila semakin besar beban yang bersifat resistif pada beban yang digunakan maka semakin besar nilai daya semu yang tersalurkan ke beban listrik sebagai daya nyata. Sedangkan pada beban yang bersifat induktif atau kapasitif (beban reaktif), nilai dari daya nyata akan bernilai sebesar  $\cos \phi$  dari daya total. Nilai daya semu minimum pada fasa R yaitu sebesar 29.904 kVA yang terukur pada pukul 20:30, nilai daya semu maksimum sebesar 55.533 kVA pada pukul 14:30. Nilai daya semu minimum pada fasa S yaitu sebesar 29.990 kVA yang terukur pada pukul 20:30, nilai daya semu maksimum sebesar 48.005 kVA pada pukul 14:30. Nilai daya semu minimum pada fasa T yaitu sebesar 29.630 kVA yang terukur pada pukul 20:30, nilai daya semu maksimum sebesar 60.598 kVA pada pukul 10:30.

#### H. Profil Faktor Daya pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



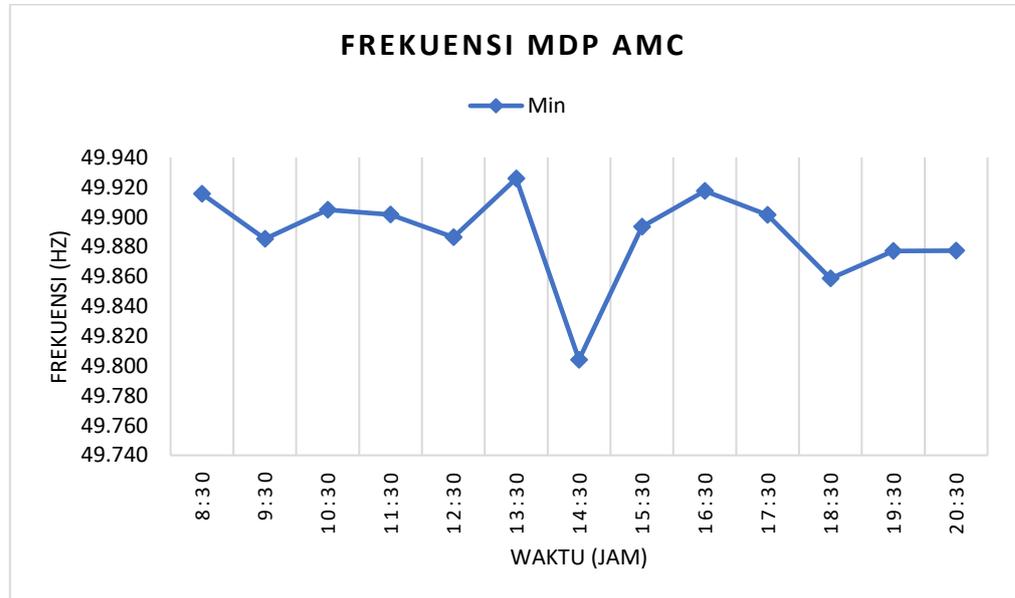
Grafik 4. 18 Grafik Faktor Daya Gedung AMC 19 Desember 2018

Faktor Daya ( $\cos \varphi$ )	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	0.919	20:30	0.899	20:30	0.916	20:30
Maksimum	0.950	15:30	0.950	12:30	0.950	09:30

Tabel 4. 19 Tabel Faktor Daya Gedung AMC 19 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai faktor daya pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Pada fasa R nilai minimum yang terukur yaitu sebesar 0.919 yang terukur pada pukul 20:30, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0,950 yang terukur pada pukul 15:30. Pada fasa S nilai minimum faktor daya yang terukur yaitu sebesar 0.899 yang terukur pada pukul 20:30, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0.950 yang terukur pada pukul 12:30. Pada fasa T nilai minimum faktor daya yang terukur yaitu sebesar 0.916 yang terukur pada pukul 20:30, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0.950 yang terukur pada pukul 09:30. Dari grafik diatas dapat diketahui nilai faktor daya yang baik terukur pada saat jam kerja yaitu pukul 08:00 – 20:00. Berdasarkan teori yang ada, nilai faktor daya yang ideal yaitu bernilai 1. Namun kenyataan dilapangan terkadang sering tidak sesuai dengan teori yang ada, dikarenakan faktor gangguan yang tidak diduga sering terjadi. Salah satu faktor yang menyebabkan faktor daya rendah adalah adanya sifat beban induktif. Semakin besar beban induktifnya maka semakin besar perbedaan sudut fasa antara arus dan tegangan atau nilai *cos phi* akan mendekati nol.

## I. Profil Frekuensi pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 19 Grafik Frekuensi Gedung AMC 19 Desember 2018

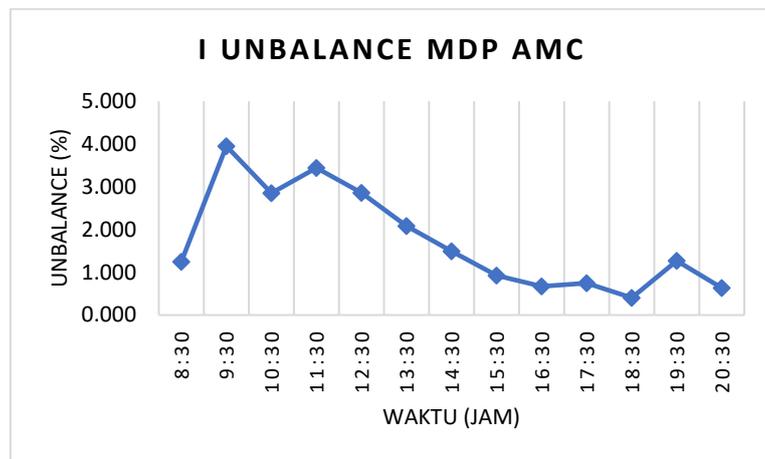
Frekuensi (Hz)	Hertz	Waktu
Minimum	49.804	14:30
Maksimum	49.926	13:30

Tabel 4. 20 Tabel Frekuensi Gedung AMC 19 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai frekuensi pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki kualitas yang baik. Nilai frekuensi minimum yaitu sebesar 49.804 Hz yang terukur pada pukul 14:30, dan nilai frekuensi maksimum yaitu sebesar 49.926 yang terukur pada pukul 13:30. Hasil pengukuran frekuensi tersebut masih dalam batas standar kualitas frekuensi yang baik. Nilai toleransi untuk kualitas frekuensi yang baik yaitu sebesar  $\pm 1\%$  dari frekuensi standar yaitu 50 Hz. Artinya standar toleransi yang

diberikan yaitu 49,5 Hz – 50,5 Hz. Jadi kualitas frekuensi yang terukur pada *Main Distribution Panel* gedung AMC masih dalam batas toleransi.

**J. Profil Ketidakseimbangan Beban Berdasarkan Standar IEEE pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC**



Grafik 4. 20

Ketidakeimbangan Beban	%	Waktu
Minimum	0.403	18:30
Maksimum	3.949	09:30

Tabel 4. 21 Tabel Ketidakseimbangan Beban Gedung AMC 18 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai frekuensi pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki presentase minimum pada pukul 18:30 dengan nilai terukur yaitu 0.403 % dan presentase maksimum pada pukul 09:30 dengan nilai terukur yaitu 3.949 %. Berdasarkan standar IEEE, ambang batas standarisasi ketidakseimbangan beban adalah 5% s/d 20%. Dalam hal ini, *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC mempunyai

ketidakseimbangan beban dengan kualitas masih diambang batas standar. Pada teorinya, suatu jaringan instalasi apabila setiap fasa R,S,T memiliki jumlah beban yang tidak sama ( $R \neq S \neq T$ ) maka mengakibatkan adanya arus yang mengalir pada kawat netral sebagai rugi-rugi daya. Dari pengukuran yang telah dilakukan, pada kenyataannya dapat diketahui pada suatu sistem instalasi jarang ditemukan beban dalam keadaan seimbang. Maka dari itu, pada instalasi Gedung AMC ini walaupun masih dalam ambang batas standar namun tetap saja memiliki rugi-rugi daya yang diebabkan oleh ketidakseimbangan beban.

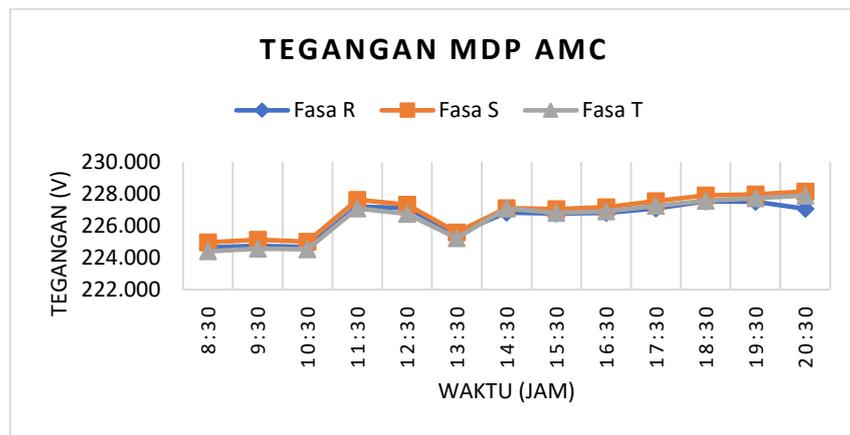
Maka dari itu dapat diketahui profil kualitas daya listrik pada Gedung Rumah Sakit Gigi dan Mulut Asri Medical Center yaitu :

No.	Parameter	Rabu 19 Desember 2018							
		Minimum				Maksimum			
		Fasa R	Fasa S	Fasa T	N	Fasa R	Fasa S	Fasa T	N
1	Tegangan (Volt)	223.701	224.477	224.222		227.811	228.497	227.311	
2	THD Tegangan (%)	1.932	1.909	1.806		2.53	2.552	2.43	
3	Arus (Ampere)	132.936	132.872	131.366	36.698	244.288	209.222	268.563	52.015
4	THD Arus (%)	7.465	8.063	6.491		13.365	11.299	10.277	
5	Daya Aktif (kW)	26.13	27.333	24.45		54.723	46.333	59.625	
6	Daya Reaktif (kVAR)	7.883	6.386	7.533		12.516	9.881	13.771	
7	Daya Semu (kVA)	29.904	29.99	29.63		55.533	48.005	60.598	
8	Faktor Daya (Cosphi)	0.919	0.899	0.916		0.95	0.95	0.95	
9	Frekuensi (Hz)	49.804				49.926			
10	Unbalance Load (%)	0.403				3.949			

Tabel 4. 22 Tabel Kualitas Daya Listrik 19 Desember 2018

**4.2.3 Hasil Pengukuran Kualitas Daya Listrik Selama Jam Kerja (12 Jam) pada *Main Distribution Panel* (MDP) 20 Desember 2018**

**A. Profil Tegangan antar Fasa dengan Netral pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC**



Grafik 4. 21 Tegangam MDP AMC 20 Desember 2018

Tegangam (V)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	224.646	08:30	224.959	08:30	224.398	08:30
Maksimum	227.539	18:30	228.154	20:30	227.897	20:30

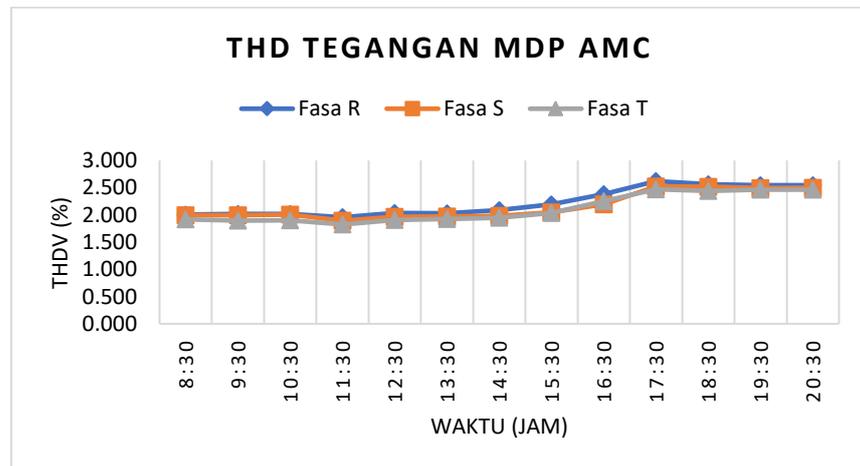
Tabel 4. 23 Nilai Tegangan Minimum dan Maksimum 20 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai  $V_{rms}$  pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral yang terukur masih dalam ambang batas toleransi yang telah ditetapkan oleh PLN. Nilai  $V_{rms}$  minimum pada fasa R yaitu sebesar 224.646 V terukur pada pukul 08:30, dan nilai  $V_{rms}$  maksimum yaitu sebesar 227.539 V terukur pada pukul 18:30. Nilai  $V_{rms}$  minimum pada fasa S yaitu sebesar 224.959 V terukur pada pukul 08:30, dan nilai  $V_{rms}$  maksimum yaitu sebesar 228.154 V terukur pada pukul

20:30. Nilai Vrms minimum pada fasa T yaitu sebesar 224.398 V terukur pada pukul 08:30, dan nilai Vrms maksimum yaitu sebesar 227.897 V terukur pada pukul 20:30. Tegangan standar yang diperbolehkan oleh PLN untuk menjamin kualitas tegangan yang baik pada sistem instalasi tegangan rendah (TR) yaitu tegangan turun dibatasi sampai 10 % dan tegangan naik dibatasi sampai 5 %. Artinya ambang batas yang diberikan yaitu sebesar minimal 198 V dan maksimal 231 V. Pemberian ambang batas ini dikarenakan jika nilai tegangan kurang dari rentang tersebut maka kualitas listrik yang di berikan kurang baik dimana akan menyebabkan timbulnya rugi-rugi tegangan yang terjadi pada jaringan tersebut.

## B. Profil Harmonisa Tegangan pada *Main Distribution Panel* (MDP)

### Gedung AMC



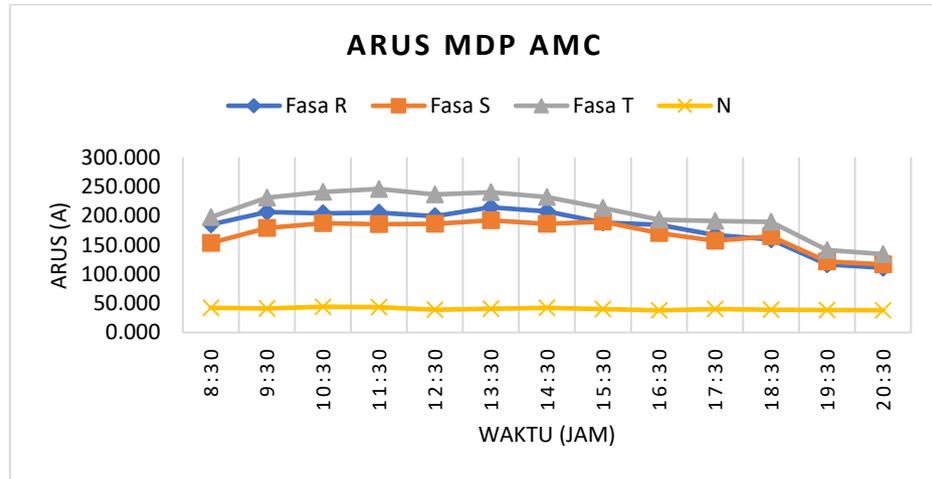
Grafik 4. 22 Grafik Harmonisa Tegangan Gedung AMC 20 Desember 2018

Harmonisa (%)	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Waktu
Minimum	1.957	1.892	1.824	11:30
Maksimum	2.620	2.523	2.470	17:30

Tabel 4. 24 Tabel Harmonisa Tegangan Gedung AMC 20 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai harmonisa tegangan pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral yang terukur masih berada pada batas standar yang telah ditetapkan IEEE 519-1992 yaitu sebesar 5 % untuk tegangan kerja dibawah 69 kV. Nilai minimum harmonisa di fasa R yaitu 1.957 % yang terukur pada pukul 11:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa R yaitu 2.620 % yang terukur pada pukul 17:30. Untuk nilai minimum harmonisa di fasa S yaitu 1.892 % yang terukur pada pukul 11:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa S yaitu 2.523 % yang terukur pada pukul 17:30. Sedangkan nilai minimum harmonisa di fasa T yaitu 1.824 % yang terukur pada pukul 11:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa T yaitu 2.470 % yang terukur pada pukul 17:30. Harmonisa tegangan terjadi akibat beban – beban yang digunakan bersifat non-linier atau bersifat semikonduktor. Beban non-linier merupakan beban dengan perbandingan tegangan dan arusnya dalam jangka waktu yang berbeda akan bernilai tidak sama, artinya arus yang mengalir pada beban tidak sebanding perubahan tegangannya dalam setiap setengah siklus atau mengalami distorsi.

### C. Profil Arus pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 23 Grafik Arus MDP Gedung AMC 20 Desember 2018

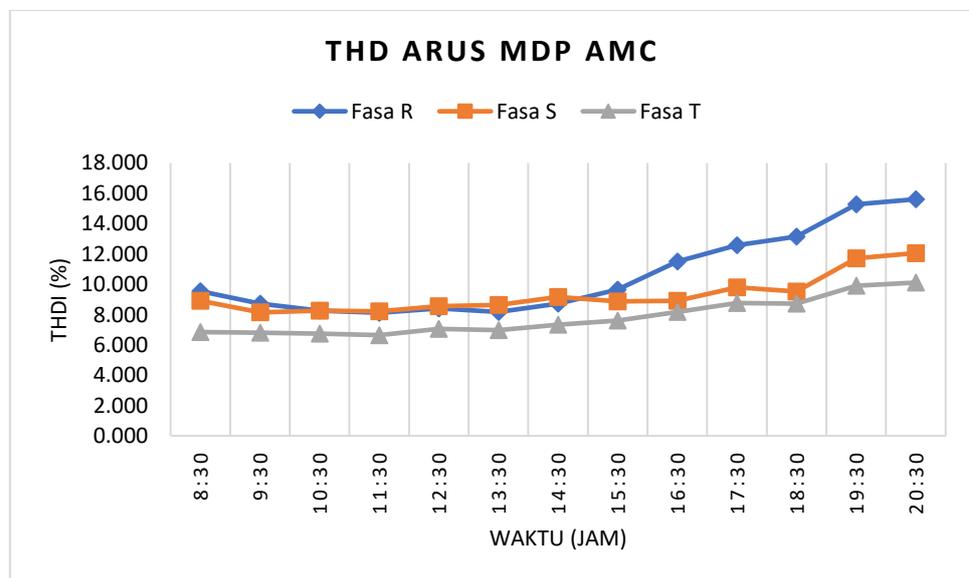
Arus (A)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu	Fasa N	Waktu
Minimum	110.990	20:30	116.920	20:30	134.368	20:30	38.098	20:30
Maksimum	214.637	13:30	192.282	13:30	246.012	11:30	44.137	10:30

Tabel 4. 25 Tabel Profil Arus Gedung AMC 20 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai Irms pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki kondisi yang kurang baik, dimana dari hasil pengukuran diatas diketahui memiliki nilai arus yang berbeda disetiap fasanya dengan waktu minimum dan maksimum yang berbeda. Nilai kualitas arus yang baik seharusnya memiliki nilai yang sama atau tidak jauh berbeda antar setiap fasanya ( $I_R = I_S = I_T$ ). Karena terjadinya ketidakseimbangan arus pada setiap fasanya ( $I_R \neq I_S \neq I_T$ ), maka akan muncul arus Netral (IN) yang dapat menimbulkan panas berlebih pada penghantar sehingga terdapat rugi – rugi atau *losses* pada sistem jaringan tersebut. Nilai Irms minimum pada

fasa R yaitu sebesar 110.990 A terukur pada pukul 20:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 214.637 A terukur pada pukul 13:30. Nilai Irms minimum pada fasa S yaitu sebesar 116.920 A terukur pada pukul 20:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 192.282 A terukur pada pukul 13:30. Nilai Irms minimum pada fasa T yaitu sebesar 134.368 A terukur pada pukul 20:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 246.012 A terukur pada pukul 11:30. Nilai Irms minimum pada fasa N yaitu sebesar 38.098 A terukur pada pukul 20:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 44.137 A terukur pada pukul 10:30.

**D. Profil Harmonisa Arus pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC**



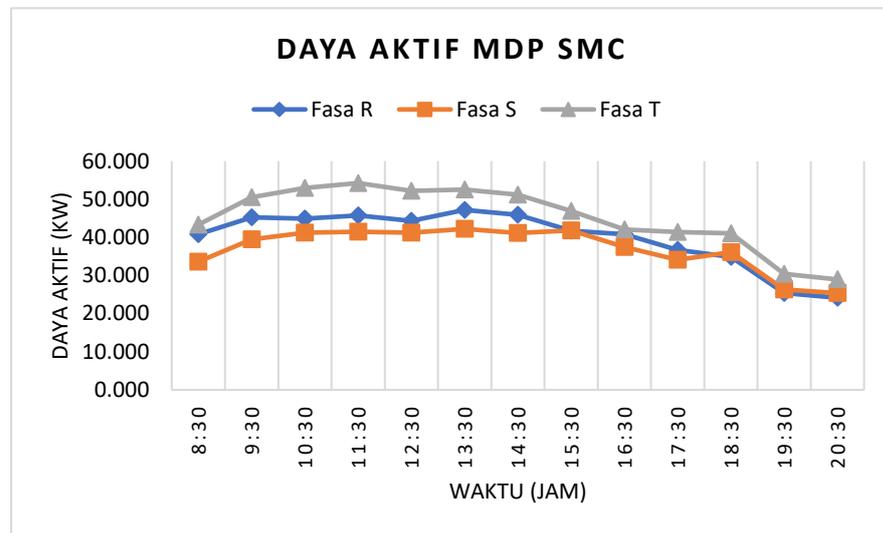
Grafik 4. 24 Grafik Total Harmonisa Arus Gedung AMC 20 Desember 2018

Harmonisa (%)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	8.120	11:30	8.147	09:30	6.645	11:30
Maksimum	15.610	20:30	12.056	20:30	10.112	20:30

Tabel 4. 26 Tabel Harmonisa Arus Gedung AMC 20 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai harmonisa arus jam kerja pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral yang terukur berbeda dan masih berada pada batas yang telah ditetapkan IEEE 519-1992 yaitu sebesar 15 %. Nilai minimum harmonisa di fasa R yaitu 8.120 % yang terukur pada pukul 11:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa R yaitu 15.610 % yang terukur pada pukul 20:30. Untuk nilai minimum harmonisa di fasa S yaitu 8.147 % yang terukur pada pukul 09:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa S yaitu 12.056 % yang terukur pada pukul 20:30. Sedangkan nilai minimum harmonisa di fasa T yaitu 6.645 % yang terukur pada pukul 11:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa T yaitu 10.112 % yang terukur pada pukul 20:30. Harmonisa arus terjadi akibat beban – beban yang digunakan bersifat non-linier atau bersifat semikonduktor. Beban non-linier merupakan beban dengan perbandingan tegangan dan arusnya dalam jangka waktu yang berbeda akan bernilai tidak sama, artinya arus yang mengalir pada beban tidak sebanding perubahan tegangannya dalam setiap setengah siklus atau mengalami distorsi. Contoh beban – beban non-linear yaitu beban yang memiliki komponen elektronika seperti AC *drives*, DC *drives*, dan komponen elektronika lainnya.

### E. Profil Daya Aktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 25 Grafik Daya Aktif Gedung AMC 20 Desember 2018

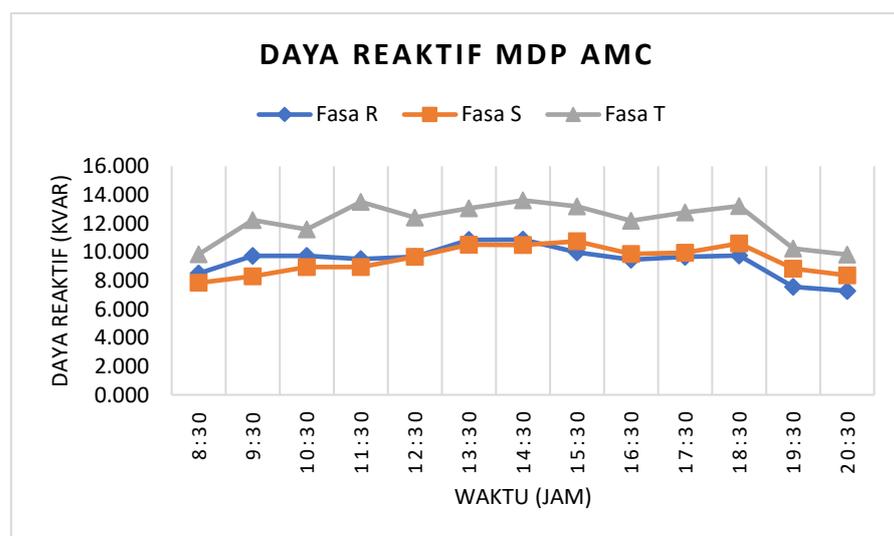
Daya Aktif (kW)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	24.162	20:30	25.384	20:30	28.966	20:30
Maksimum	47.207	13:30	42.232	13:30	54.260	11:30

Tabel 4. 27 Tabel Daya Aktif Gedung AMC 20 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya aktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Nilai daya aktif minimum pada fasa R yaitu sebesar 24.162 kW yang terukur pada pukul 20:30, dan nilai daya aktif maksimum sebesar 47.207 kW pada pukul 13:30. Nilai daya aktif minimum pada fasa S yaitu sebesar 25.384 kW yang terukur pada pukul 20:30, dan nilai daya aktif maksimum sebesar 42.232 kW pada pukul 13:30. Nilai daya aktif minimum pada fasa T yaitu sebesar 28.966 kW

yang terukur pada pukul 20:30, dan nilai daya aktif maksimum sebesar 54.260 kW pada pukul 11:30. Untuk pagi sampai sore hari atau dalam jam kerja yaitu pada pukul 08:30 sampai dengan pukul 20:30 (12 jam) daya aktif yang terukur semakin besar dari waktu ke waktu seperti nilai maksimum yang telah terukur yaitu 54.260 kW. Hal yang mempengaruhi nilai daya aktif total pada gedung AMC yaitu penggunaan beban pada gedung tersebut. Selama didalam waktu jam kerja beban listrik penerangan, peralatan – peralatan kantor dan juga peralatan medis banyak digunakan. Sehingga daya aktif yang terukur pada mulainya jam kerja dari waktu ke waktu akan semakin naik, dan akan turun ketika berakhirnya jam kerja pada gedung tersebut. Ketika diluar jam kerja, hanya ada beberapa beban yang masih digunakan seperti beban penerangan. Sehingga daya aktif yang terukur bernilai rendah dan stabil sampai kembalinya jam kerja.

#### F. Profil Daya Reaktif pada *Main Distribution Panel (MDP)* Gedung AMC



Grafik 4. 26 Grafik Daya Reaktif Gedung AMC 20 Desember 2018

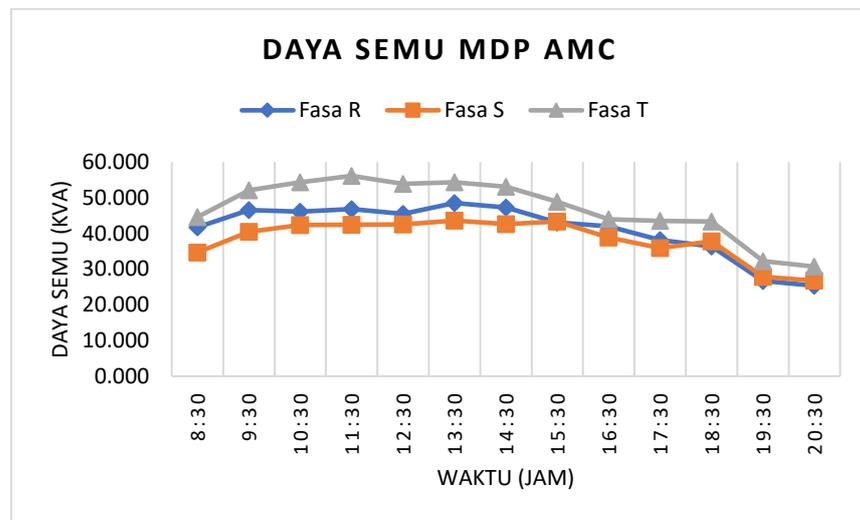
Daya Reaktif (kVAR)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	7.270	20:30	7.845	20:30	9.817	20:30
Maksimum	10.862	14:30	10.747	15:30	13.616	14:30

Tabel 4. 28 Tabel Daya Reaktif Gedung AMC 20 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya reaktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Hal ini dikarenakan pada panel MDP pembebanan setiap fasanya berbeda atau dalam kondisi yang tidak seimbang. Daya reaktif merupakan daya yang diperlukan untuk menghasilkan medan magnet pada beban-beban yang memiliki lilitan seperti, motor, *ballast*, transformator dan lain-lain. Pada Gedung AMC terdapat beberapa komponen yang membutuhkan daya reaktif, salah satunya yaitu *jet pump* yang merupakan komponen motor listrik. Namun dapat diketahui daya reaktif dapat mempengaruhi *losses* pada tegangan, karena daya reaktif dapat menginduksi penghantar sehingga menimbulkan medan magnet yang dapat membuat tegangan yang digunakan mengalami jatuh tegangan. Nilai daya reaktif minimum pada fasa R yaitu sebesar 7.270 kVAR yang terukur pada pukul 20:30, nilai daya reaktif maksimum sebesar 10.862 kVAR pada pukul 14:30. Pada fasa S nilai daya reaktif minimum yaitu sebesar 7.845 kVAR yang terukur pada pukul 20:30, sedangkan nilai daya reaktif maksimum sebesar 10.747 kVAR pada pukul 15:30. Nilai daya reaktif minimum pada fasa T yaitu sebesar 9.817 kVAR yang terukur pada

pukul 20:30, dan nilai daya reaktif maksimum sebesar 13.616 kVAR pada pukul 14:30. Apabila dilihat pada tabel nilai maksimum, daya reaktif puncak yang terukur hamper sama disetiap fasanya yaitu pada pukul 11:00 – 12:00.

### G. Profil Daya Semu pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 27 Grafik Daya Semu Gedung AMC 20 Desember 2018

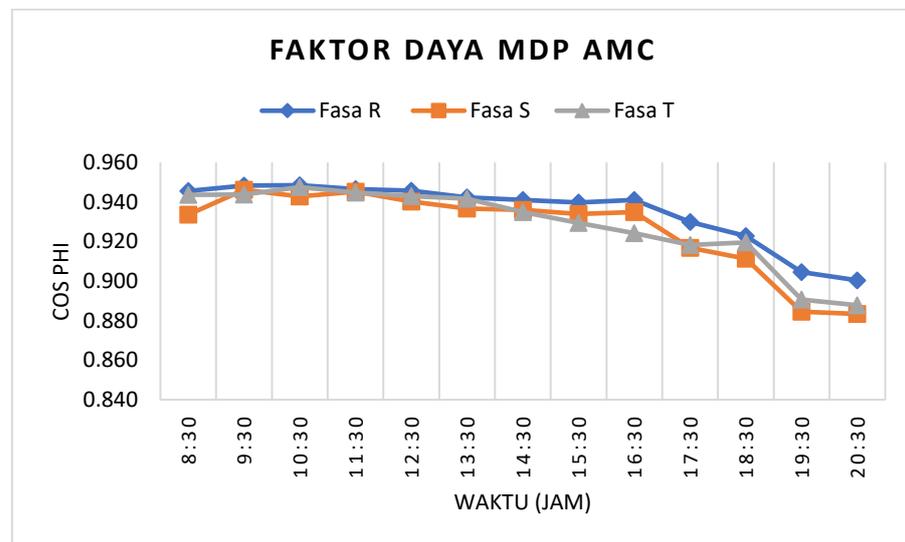
Daya Semu (kVA)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	25.356	20:30	26.762	20:30	30.704	20:30
Maksimum	48.525	13:30	43.595	13:30	56.122	11:30

Tabel 4. 29 Tabel Daya Semu Gedung AMC 20 Desember 2018

Daya semu (*Apparent Power*) merupakan daya yang dihasilkan dari perkalian tegangan rms dan arus rms dalam suatu sistem atau daya yang merupakan hasil penjumlahan daya aktif dan daya reaktifnya. Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya semu pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Nilai daya semu sama halnya dengan daya aktif atau berbanding lurus, apabila semakin besar beban yang

bersifat resistif pada beban yang digunakan maka semakin besar nilai daya semu yang tersalurkan ke beban listrik sebagai daya nyata. Sedangkan pada beban yang bersifat induktif atau kapasitif (beban reaktif), nilai dari daya nyata akan bernilai sebesar  $\cos \phi$  dari daya total. Nilai daya semu minimum pada fasa R yaitu sebesar 25.356 kVA yang terukur pada pukul 20:30, nilai daya semu maksimum sebesar 48.525 kVA pada pukul 13:30. Nilai daya semu minimum pada fasa S yaitu sebesar 26.762 kVA yang terukur pada pukul 20:30, nilai daya semu maksimum sebesar 43.595 kVA pada pukul 13:30. Nilai daya semu minimum pada fasa T yaitu sebesar 30.704 kVA yang terukur pada pukul 20:30, nilai daya semu maksimum sebesar 56.122 kVA pada pukul 11:30.

#### H. Profil Faktor Daya pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



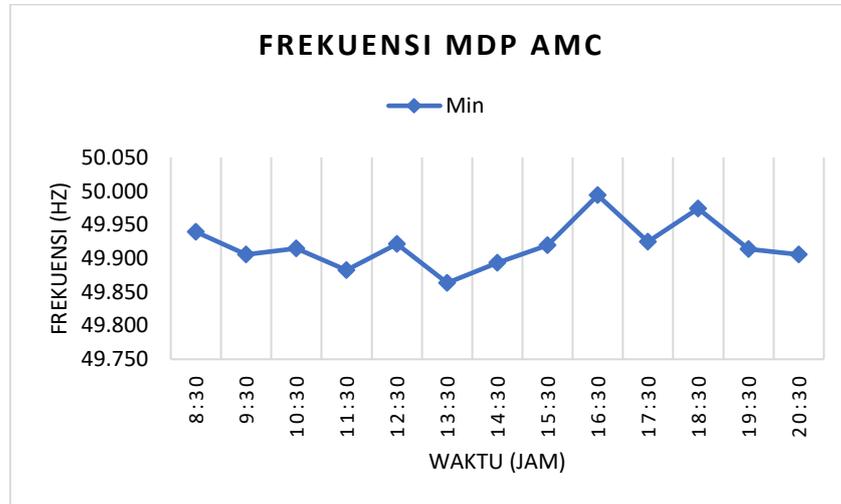
Grafik 4. 28 Grafik Faktor Daya Gedung AMC 20 Desember 2018

Faktor Daya ( $\cos \varphi$ )	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	0.900	20:30	0.883	20:30	0.888	20:30
Maksimum	0.949	10:30	0.946	09:30	0.948	10:30

Tabel 4. 30 Tabel Faktor Daya Gedung AMC 20 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai faktor daya pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Pada fasa R nilai minimum yang terukur yaitu sebesar 0.900 yang terukur pada pukul 20:30, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0.949 yang terukur pada pukul 10:30. Pada fasa S nilai minimum faktor daya yang terukur yaitu sebesar 0.883 yang terukur pada pukul 20:30, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0.946 yang terukur pada pukul 09:30. Pada fasa T nilai minimum faktor daya yang terukur yaitu sebesar 0.888 yang terukur pada pukul 20:30, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0.948 yang terukur pada pukul 10:30. Dari grafik diatas dapat diketahui nilai faktor daya yang baik terukur pada saat jam kerja yaitu pukul 08:30 – 20:30. Berdasarkan teori yang ada, nilai faktor daya yang ideal yaitu bernilai 1. Namun kenyataan dilapangan terkadang sering tidak sesuai dengan teori yang ada, dikarenakan faktor gangguan yang tidak diduga sering terjadi. Salah satu faktor yang menyebabkan faktor daya rendah adalah adanya sifat beban induktif. Semakin besar beban induktifnya maka semakin besar perbedaan sudut fasa antara arus dan tegangan atau nilai *cos phi* akan mendekati nol.

## I. Profil Frekuensi pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



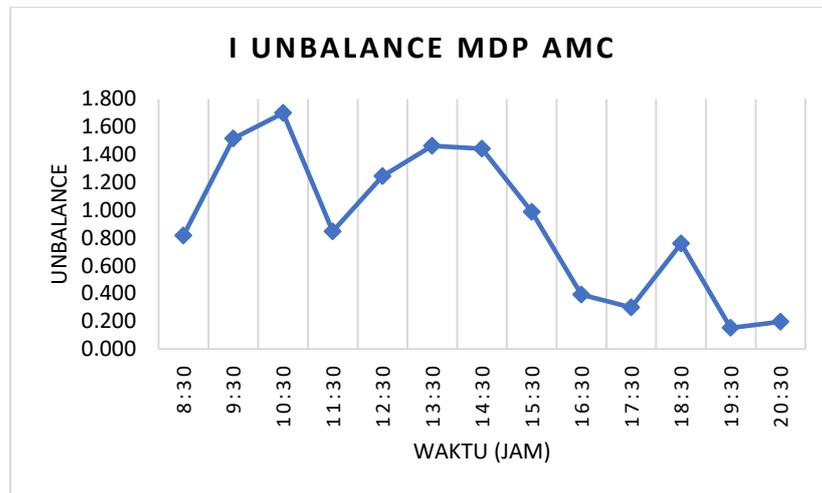
Grafik 4. 29 Grafik Frekuensi Gedung AMC 20 Desember 2018

Frekuensi (Hz)	Hertz	Waktu
Minimum	49.864	13:30
Maksimum	49.994	16:30

Tabel 4. 31 Tabel Frekuensi Gedung AMC 20 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai frekuensi pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki kualitas yang baik. Nilai frekuensi minimum yaitu sebesar 49.864 Hz yang terukur pada pukul 13:30, dan nilai frekuensi maksimum yaitu sebesar 49.994 yang terukur pada pukul 16:30. Hasil pengukuran frekuensi tersebut masih dalam batas standar kualitas frekuensi yang baik. Nilai toleransi untuk kualitas frekuensi yang baik yaitu sebesar  $\pm 1\%$  dari frekuensi standar yaitu 50 Hz. Artinya standar toleransi yang diberikan yaitu 49,5 Hz – 50,5 Hz. Jadi kualitas frekuensi yang terukur pada *Main Distribution Panel* gedung AMC masih dalam batas toleransi.

**J. Profil Ketidakseimbangan Beban Berdasarkan Standar IEEE pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC**



Grafik 4. 30 Grafik Ketidakseimbangan Beban Gedung AMC 20 Desember 2018

Ketidakeimbangan Beban	%	Waktu
Minimum	0.152	10:30
Maksimum	1.699	09:30

Tabel 4. 32 Tabel Ketidakseimbangan Beban Gedung AMC 20 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai frekuensi pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki presentase minimum pada pukul 10:30 dengan nilai terukur yaitu 0.152 % dan presentase maksimum pada pukul 09:30 dengan nilai terukur yaitu 1.699 %. Berdasarkan standar IEEE, ambang batas standarisasi ketidakseimbangan beban adalah 5% s/d 20%. Dalam hal ini, *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC mempunyai ketidakseimbangan beban dengan kualitas masih diambang batas standar. Pada teorinya, suatu jaringan instalasi apabila setiap fasa R,S,T memiliki

jumlah beban yang tidak sama ( $R \neq S \neq T$ ) maka mengakibatkan adanya arus yang mengalir pada kawat netral sebagai rugi-rugi daya. Dari pengukuran yang telah dilakukan, pada kenyataannya dapat diketahui pada suatu sistem instalasi jarang ditemukan beban dalam keadaan seimbang. Maka dari itu, pada instalasi Gedung AMC ini walaupun masih dalam ambang batas standar namun tetap saja memiliki rugi-rugi daya yang diebabkan oleh ketidakseimbangan beban.

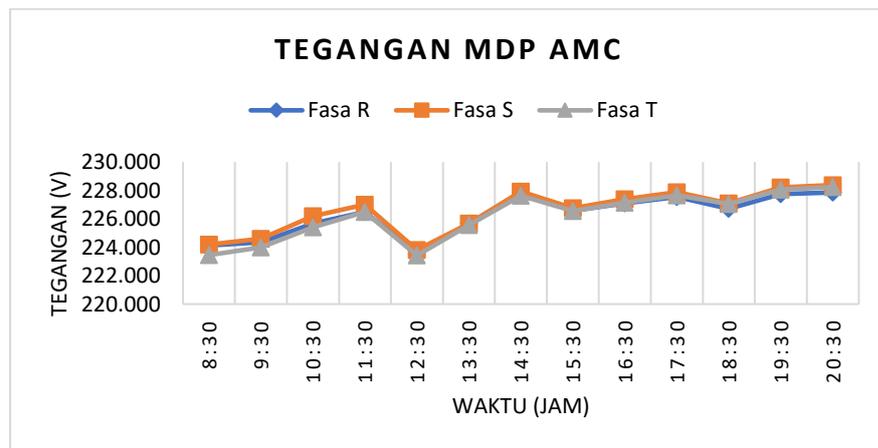
Maka dari itu dapat diketahui profil kualitas daya listrik pada Gedung Rumah Sakit Gigi dan Mulut Asri Medical Center yaitu :

No.	Parameter	Kamis 20 Desember 2018							
		Minimum				Maksimum			
		Fasa R	Fasa S	Fasa T	N	Fasa R	Fasa S	Fasa T	N
1	Tegangan (Volt)	224.646	224.959	224.398		227.539	228.154	227.897	
2	THD Tegangan (%)	1.957	1.892	1.824		2.62	2.523	2.47	
3	Arus (Ampere)	110.99	116.92	134.368	38.098	214.637	192.282	246.012	44.137
4	THD Arus (%)	8.12	8.147	6.645		15.61	12.056	10.112	
5	Daya Aktif (kW)	24.162	25.384	28.966		47.207	42.232	54.26	
6	Daya Reaktif (kVAR)	7.27	7.845	9.817		10.862	10.747	13.616	
7	Daya Semu (kVA)	25.356	26.762	30.704		48.525	43.595	56.122	
8	Faktor Daya (Cosphi)	0.9	0.883	0.888		0.949	0.946	0.948	
9	Frekuensi (Hz)	49.864				49.994			
10	Unbalance Load (%)	0.152				1.699			

Tabel 4. 33 Tabel Kualitas Daya Listrik 20 Desember 2018

**4.2.4 Hasil Pengukuran Kualitas Daya Listrik Selama Jam Kerja (12 Jam) pada *Main Distribution Panel* (MDP) 21 Desember 2018**

**A. Profil Tegangan antar Fasa dengan Netral pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC**



Grafik 4. 31 Tegangnan MDP AMC 21 Desember 2018

Tegangnan (V)	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Waktu
Minimum	223.566	223.813	223.429	08:30
Maksimum	227.856	228.375	228.228	20:30

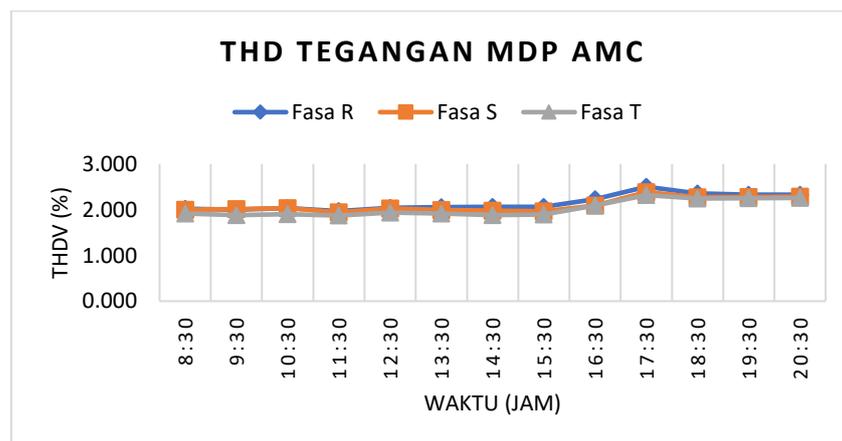
Tabel 4. 34 Nilai Tegangan Minimum dan Maksimum 21 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai Vrms pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral yang terukur masih dalam ambang batas toleransi yang telah ditetapkan oleh PLN. Nilai Vrms minimum pada fasa R yaitu sebesar 223.566 V terukur pada pukul 08:30, dan nilai Vrms maksimum yaitu sebesar 227.856 V terukur pada pukul 20:30. Nilai Vrms minimum pada fasa S yaitu sebesar 223.813 V terukur pada pukul 08:30,

dan nilai  $V_{rms}$  maksimum yaitu sebesar 228.375 V terukur pada pukul 20:30. Nilai  $V_{rms}$  minimum pada fasa T yaitu sebesar 223.429 V terukur pada pukul 08:30, dan nilai  $V_{rms}$  maksimum yaitu sebesar 228.228 V terukur pada pukul 20:30. Tegangan standar yang diperbolehkan oleh PLN untuk menjamin kualitas tegangan yang baik pada sistem instalasi tegangan rendah (TR) yaitu tegangan turun dibatasi sampai 10 % dan tegangan naik dibatasi sampai 5 %. Artinya ambang batas yang diberikan yaitu sebesar minimal 198 V dan maksimal 231 V. Pemberian ambang batas ini dikarenakan jika nilai tegangan kurang dari rentang tersebut maka kualitas listrik yang di berikan kurang baik dimana akan menyebabkan timbulnya rugi-rugi tegangan yang terjadi pada jaringan tersebut.

## B. Profil Harmonisa Tegangan pada *Main Distribution Panel* (MDP)

### Gedung AMC



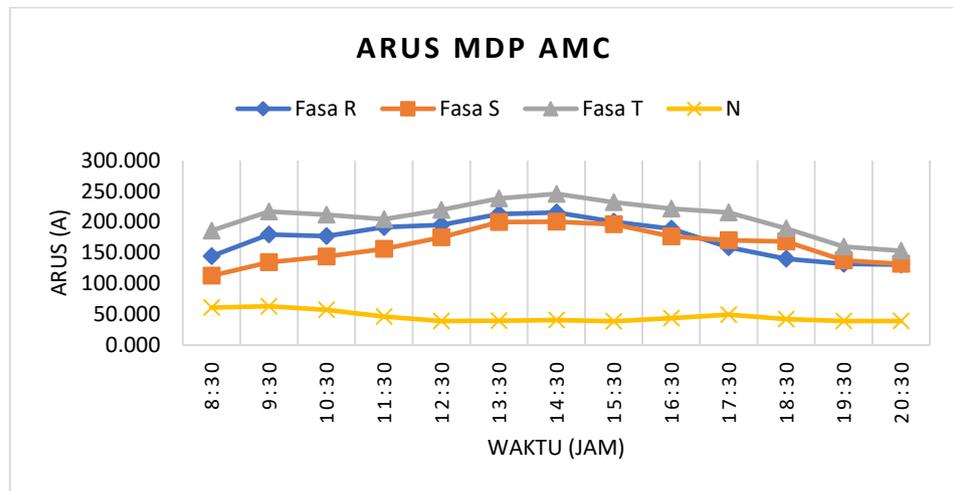
Grafik 4. 32 Grafik Harmonisa Tegangan Gedung AMC 21 Desember 2018

Harmonisa (%)	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Waktu
Minimum	1.968	1.940	1.870	11:30
Maksimum	2.499	2.384	2.318	17:30

Tabel 4. 35 Tabel Harmonisa Tegangan Gedung AMC 21 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai harmonisa tegangan pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral yang terukur masih berada pada batas standar yang telah ditetapkan IEEE 519-1992 yaitu sebesar 5 % untuk tegangan kerja dibawah 69 kV. Nilai minimum harmonisa di fasa R yaitu 1.968 % yang terukur pada pukul 11:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa R yaitu 2.499 % yang terukur pada pukul 17:30. Untuk nilai minimum harmonisa di fasa S yaitu 1.940 % yang terukur pada pukul 11:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa S yaitu 2.384 % yang terukur pada pukul 17:30. Sedangkan nilai minimum harmonisa di fasa T yaitu 1.870 % yang terukur pada pukul 11:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa T yaitu 2.318 % yang terukur pada pukul 17:30. Harmonisa tegangan terjadi akibat beban – beban yang digunakan bersifat non-linier atau bersifat semikonduktor. Beban non-linier merupakan beban dengan perbandingan tegangan dan arusnya dalam jangka waktu yang berbeda akan bernilai tidak sama, artinya arus yang mengalir pada beban tidak sebanding perubahan tegangannya dalam setiap setengah siklus atau mengalami distorsi.

### C. Profil Arus pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 33 Grafik Arus MDP Gedung AMC 21 Desember 2018

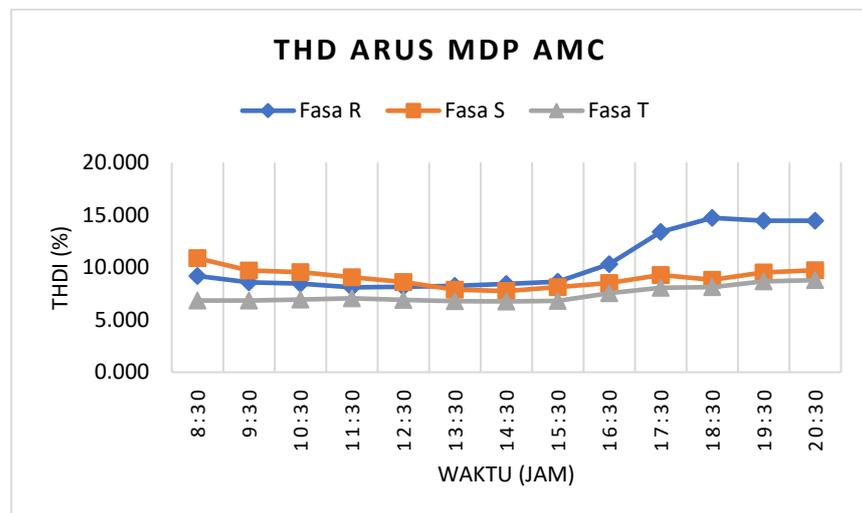
Arus (A)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu	Fasa N	Waktu
Minimum	130.728	20:30	112.618	08:30	153.234	20:30	38.765	15:30
Maksimum	215.470	14:30	200.432	14:30	245.800	14:30	63.178	09:30

Tabel 4. 36 Tabel Profil Arus Gedung AMC 21 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai Irms pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki kondisi yang kurang baik, dimana dari hasil pengukuran diatas diketahui memiliki nilai arus yang berbeda disetiap fasanya dengan waktu minimum dan maksimum yang berbeda. Nilai kualitas arus yang baik seharusnya memiliki nilai yang sama atau tidak jauh berbeda antar setiap fasanya ( $I_R = I_S = I_T$ ). Karena terjadinya ketidakseimbangan arus pada setiap fasanya ( $I_R \neq I_S \neq I_T$ ), maka akan muncul 9 arus Netral (IN) yang dapat menimbulkan panas berlebih pada penghantar sehingga terdapat rugi

– rugi atau *losses* pada sistem jaringan tersebut. Nilai Irms minimum pada fasa R yaitu sebesar 130.728 A terukur pada pukul 20:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 215.470 A terukur pada pukul 14:30. Nilai Irms minimum pada fasa S yaitu sebesar 112.618 A terukur pada pukul 08:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 200.432 A terukur pada pukul 14:30. Nilai Irms minimum pada fasa T yaitu sebesar 153.234 A terukur pada pukul 20:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 245.800 A terukur pada pukul 11:30. Nilai Irms minimum pada fasa N yaitu sebesar 38.765 A terukur pada pukul 15:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 63.178 A terukur pada pukul 09:30.

**D. Profil Harmonisa Arus pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC**



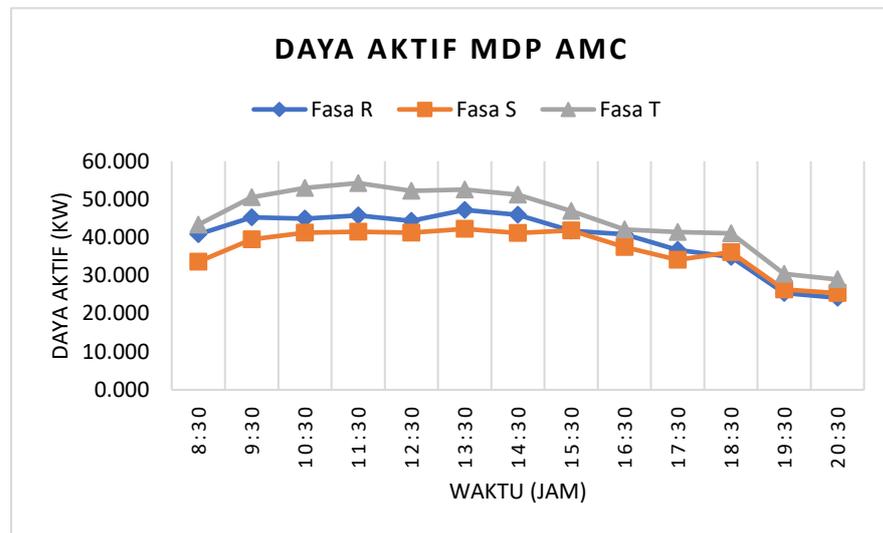
Grafik 4. 34 Grafik Total Harmonisa Arus Gedung AMC 21 Desember 2018

Harmonisa (%)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	8.091	11:30	7.742	14:30	6.749	14:30
Maksimum	14.716	18:30	10.874	08:30	8.776	20:30

Tabel 4. 37 Tabel Harmonisa Arus Gedung AMC 21 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai harmonisa arus jam kerja pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral yang terukur berbeda dan masih berada pada batas yang telah ditetapkan IEEE 519-1992 yaitu sebesar 15 %. Nilai minimum harmonisa di fasa R yaitu 8.091 % yang terukur pada pukul 11:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa R yaitu 14.716 % yang terukur pada pukul 18:30. Untuk nilai minimum harmonisa di fasa S yaitu 7.742 % yang terukur pada pukul 14:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa S yaitu 10.874 % yang terukur pada pukul 08:30. Sedangkan nilai minimum harmonisa di fasa T yaitu 6.749 % yang terukur pada pukul 14:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa T yaitu 8.776 % yang terukur pada pukul 20:30. Harmonisa arus terjadi akibat beban – beban yang digunakan bersifat non-linier atau bersifat semikonduktor. Beban non-linier merupakan beban dengan perbandingan tegangan dan arusnya dalam jangka waktu yang berbeda akan bernilai tidak sama, artinya arus yang mengalir pada beban tidak sebanding perubahan tegangannya dalam setiap setengah siklus atau mengalami distorsi. Contoh beban – beban non-linear yaitu beban yang memiliki komponen elektronika seperti AC *drives*, DC *drives*, dan komponen elektronika lainnya.

### E. Profil Daya Aktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 35 Grafik Daya Aktif Gedung AMC 21 Desember 2018

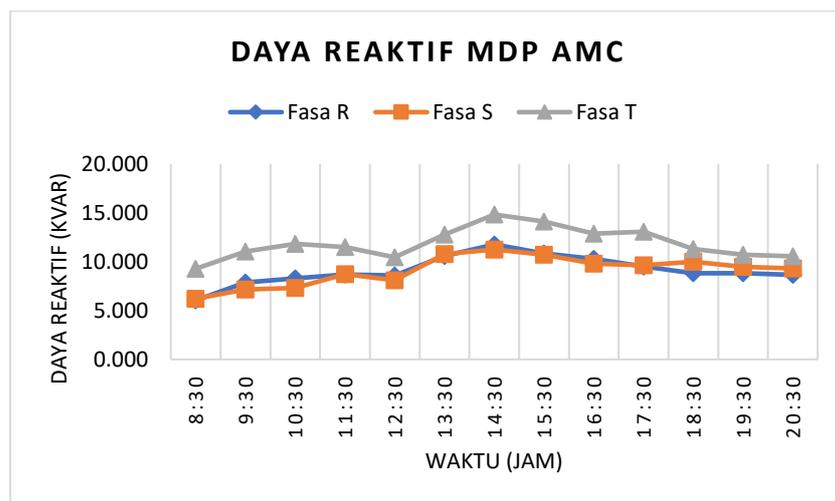
Daya Aktif (kW)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	28.552	20:30	24.505	08:30	33.268	20:30
Maksimum	47.723	14:30	44.285	14:30	53.990	14:30

Tabel 4. 38 Tabel Daya Aktif Gedung AMC 21 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya aktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Nilai daya aktif minimum pada fasa R yaitu sebesar 28.552 kW yang terukur pada pukul 20:30, dan nilai daya aktif maksimum sebesar 47.723 kW pada pukul 14:30. Nilai daya aktif minimum pada fasa S yaitu sebesar 24.505 kW yang terukur pada pukul 08:30, dan nilai daya aktif maksimum sebesar 44.285 kW pada pukul 14:30. Nilai daya aktif minimum pada fasa T yaitu sebesar 33.268 kW yang terukur pada pukul 20:30, dan nilai daya aktif maksimum sebesar

53.990 kW pada pukul 14:30. Untuk pagi sampai sore hari atau dalam jam kerja yaitu pada pukul 08:30 sampai dengan pukul 20:30 (12 jam) daya aktif yang terukur semakin besar dari waktu ke waktu seperti nilai maksimum yang telah terukur yaitu 53.990 kW. Hal yang mempengaruhi nilai daya aktif total pada gedung AMC yaitu penggunaan beban pada gedung tersebut. Selama didalam waktu jam kerja beban listrik penerangan, peralatan – peralatan kantor dan juga peralatan medis banyak digunakan. Sehingga daya aktif yang terukur pada mulainya jam kerja dari waktu ke waktu akan semakin naik, dan akan turun ketika berakhirnya jam kerja pada gedung tersebut. Ketika diluar jam kerja, hanya ada beberapa beban yang masih digunakan seperti beban penerangan. Sehingga daya aktif yang terukur bernilai rendah dan stabil sampai kembalinya jam kerja.

#### F. Profil Daya Reaktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 36 Grafik Daya Reaktif Gedung AMC 21 Desember 2018

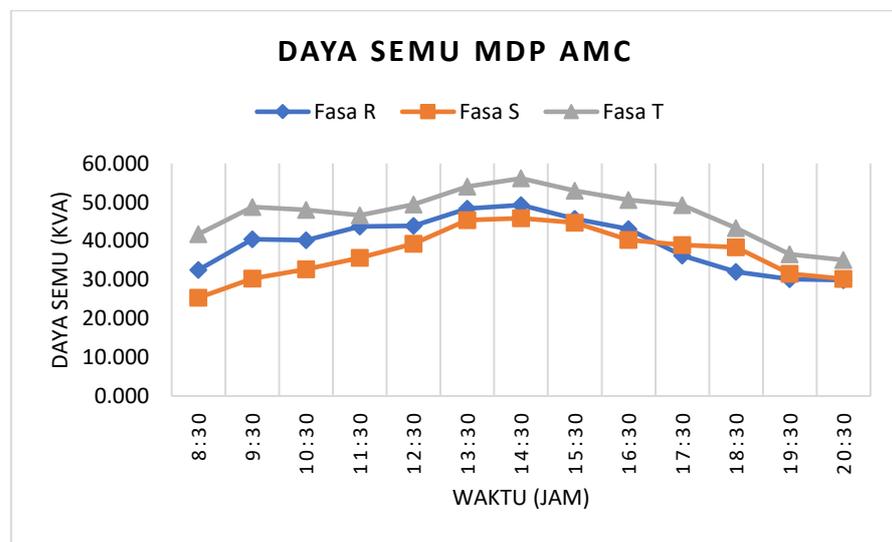
Daya Reaktif (kVAR)	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Waktu
Minimum	6.033	6.209	9.271	08:30
Maksimum	11.760	11.239	14.821	14:30

Tabel 4. 39 Tabel Daya Reaktif Gedung AMC 21 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya reaktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Hal ini dikarenakan pada panel MDP pembebanan setiap fasanya berbeda atau dalam kondisi yang tidak seimbang. Daya reaktif merupakan daya yang diperlukan untuk menghasilkan medan magnet pada beban-beban yang memiliki lilitan seperti, motor, *ballast*, transformator dan lain-lain. Pada Gedung AMC terdapat beberapa komponen yang membutuhkan daya reaktif, salah satunya yaitu *jet pump* yang meupakan komponen motor listrik. Namun dapat diketahui daya reaktif dapat mempengaruhi *losses* pada tegangan, karena daya reaktif dapat menginduksi penghantar sehingga menimbulkan medan magnet yang dapat membuat tegangan yang digunakan mengalami jatuh tegangan. Nilai daya reaktif minimum pada fasa R yaitu sebesar 6.033 kVAR yang terukur pada pukul 08:30, nilai daya reaktif maksimum sebesar 11.760 kVAR pada pukul 14:30. Pada fasa S nilai daya reaktif minimum yaitu sebesar 6.209 kVAR yang terukur pada pukul 08:30, sedangkan nilai daya reaktif maksimum sebesar 11.239 kVAR pada pukul 14:30. Nilai daya reaktif minimum pada fasa T yaitu sebesar 9.271

kVAR yang terukur pada pukul 08:30, dan nilai daya reaktif maksimum sebesar 14.821 kVAR pada pukul 14:30. Apabila dilihat pada tabel nilai maksimum, daya reaktif puncak yang terukur hamper sama disetiap fasanya yaitu pada pukul 11:00 – 12:00.

### G. Profil Daya Semu pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 37 Grafik Daya Semu Gedung AMC 21 Desember 2018

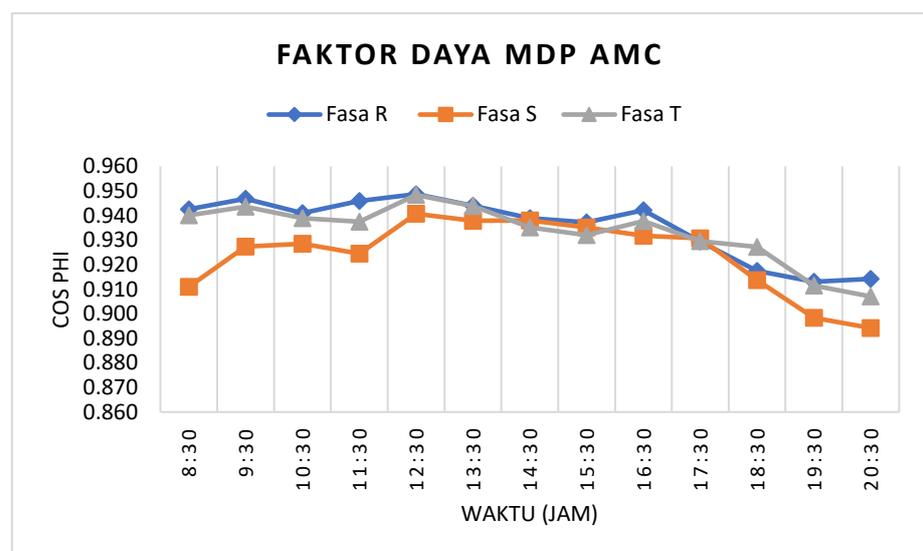
Daya Semu (kVA)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	29.914	20:30	25.350	08:30	35.092	20:30
Maksimum	49.270	14:30	45.868	14:30	56.145	14:30

Tabel 4. 40 Tabel Daya Semu Gedung AMC 21 Desember 2018

Daya semu (*Apparent Power*) merupakan daya yang dihasilkan dari perkalian tegangan rms dan arus rms dalam suatu sistem atau daya yang merupakan hasil penjumlahan daya aktif dan daya reaktifnya. Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya semu pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC

setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Nilai daya semu sama halnya dengan daya aktif atau berbanding lurus, apabila semakin besar beban yang bersifat resistif pada beban yang digunakan maka semakin besar nilai daya semu yang tersalurkan ke beban listrik sebagai daya nyata. Sedangkan pada beban yang bersifat induktif atau kapasitif (beban reaktif), nilai dari daya nyata akan bernilai sebesar  $\cos \phi$  dari daya total. Nilai daya semu minimum pada fasa R yaitu sebesar 29.914 kVA yang terukur pada pukul 20:30, nilai daya semu maksimum sebesar 49.270 kVA pada pukul 14:30. Nilai daya semu minimum pada fasa S yaitu sebesar 25.350 kVA yang terukur pada pukul 08:30, nilai daya semu maksimum sebesar 45.868 kVA pada pukul 14:30. Nilai daya semu minimum pada fasa T yaitu sebesar 35.092 kVA yang terukur pada pukul 20:30, nilai daya semu maksimum sebesar 56.145 kVA pada pukul 14:30.

#### H. Profil Faktor Daya pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



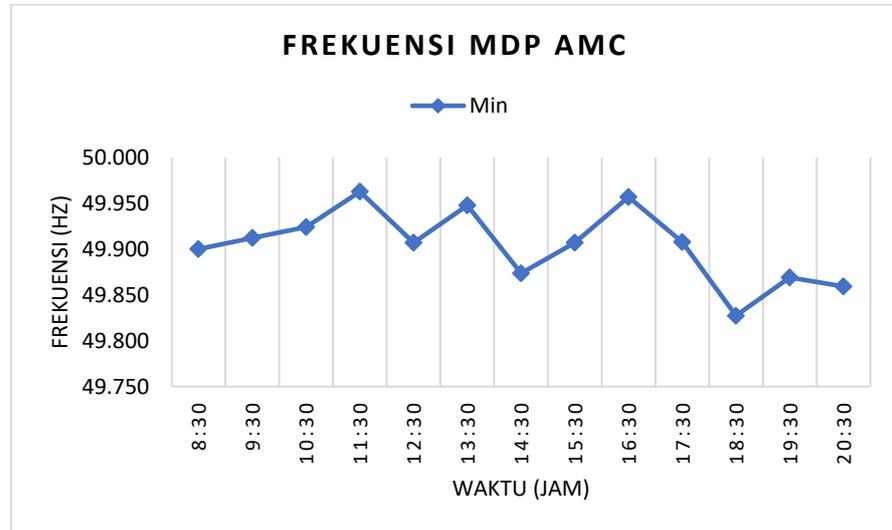
Grafik 4. 38 Grafik Faktor Daya Gedung AMC 21 Desember 2018

Faktor Daya (Cos $\varphi$ )	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Waktu
Minimum	0.913	0.894	0.907	19:30
Maksimum	0.949	0.941	0.948	12:30

Tabel 4. 41 Tabel Faktor Daya Gedung AMC 21 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai faktor daya pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Pada fasa R nilai minimum yang terukur yaitu sebesar 0.913 yang terukur pada pukul **19:30**, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0.949 yang terukur pada pukul **12:30**. Pada fasa S nilai minimum faktor daya yang terukur yaitu sebesar 0.894 yang terukur pada pukul 19:30, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0.941 yang terukur pada pukul 12:30. Pada fasa T nilai minimum faktor daya yang terukur yaitu sebesar 0.907 yang terukur pada pukul **19:30**, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0.948 yang terukur pada pukul 12:30. Dari grafik diatas dapat diketahui nilai faktor daya yang baik terukur pada saat jam kerja yaitu pukul 08:30 – 20:30. Berdasarkan teori yang ada, nilai faktor daya yang ideal yaitu bernilai 1. Namun kenyataan dilapangan terkadang sering tidak sesuai dengan teori yang ada, dikarenakan faktor gangguan yang tidak diduga sering terjadi. Salah satu faktor yang menyebabkan faktor daya rendah adalah adanya sifat beban induktif. Semakin besar beban induktifnya maka semakin besar perbedaan sudut fasa antara arus dan tegangan atau nilai *cos phi* akan mendekati nol.

## I. Profil Frekuensi pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



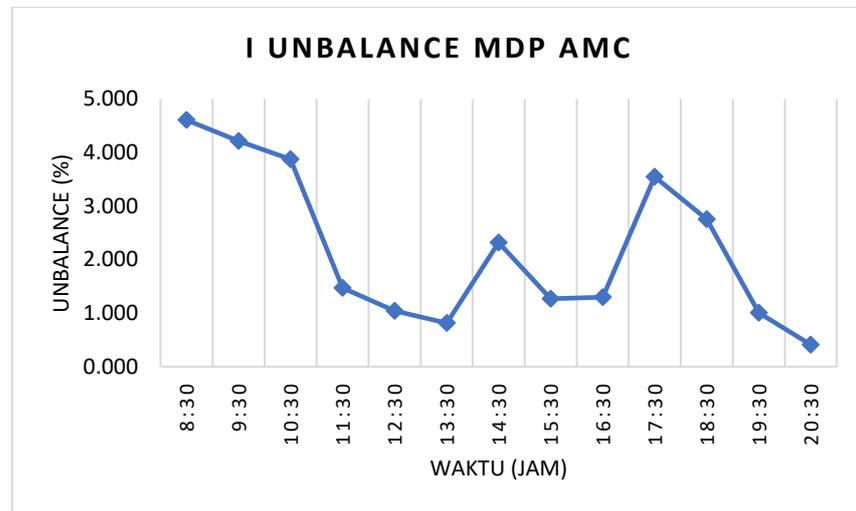
Grafik 4. 39 Grafik Frekuensi Gedung AMC 21 Desember 2018

Frekuensi (Hz)	Hertz	Waktu
Minimum	49.827	18:30
Maksimum	49.963	11:30

Tabel 4. 42 Tabel Frekuensi Gedung AMC 21 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai frekuensi pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki kualitas yang baik. Nilai frekuensi minimum yaitu sebesar 49.827 Hz yang terukur pada pukul 18:30, dan nilai frekuensi maksimum yaitu sebesar 49.963 yang terukur pada pukul 11:30. Hasil pengukuran frekuensi tersebut masih dalam batas standar kualitas frekuensi yang baik. Nilai toleransi untuk kualitas frekuensi yang baik yaitu sebesar  $\pm 1\%$  dari frekuensi standar yaitu 50 Hz. Artinya standar toleransi yang diberikan yaitu 49,5 Hz – 50,5 Hz. Jadi kualitas frekuensi yang terukur pada *Main Distribution Panel* gedung AMC masih dalam batas toleransi.

**J. Profil Ketidakseimbangan Beban Berdasarkan Standar IEEE pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC**



Grafik 4. 40 Grafik Ketidakseimbangan Beban Gedung AMC 21 Desember 2018

Ketidakseimbangan Beban	%	Waktu
Minimum	0.409	20:30
Maksimum	4.608	08:30

Tabel 4. 43 Tabel Ketidakseimbangan Beban Gedung AMC 21 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai frekuensi pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki presentase minimum pada pukul 20:30 dengan nilai terukur yaitu 0.409 % dan presentase maksimum pada pukul 08:30 dengan nilai terukur yaitu 1.699 %. Berdasarkan standar IEEE, ambang batas standarisasi ketidakseimbangan beban adalah 5% s/d 20%. Dalam hal ini, *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC mempunyai ketidakseimbangan beban dengan kualitas masih diambang batas standar. Pada teorinya, suatu jaringan instalasi apabila setiap fasa R,S,T memiliki

jumlah beban yang tidak sama ( $R \neq S \neq T$ ) maka mengakibatkan adanya arus yang mengalir pada kawat netral sebagai rugi-rugi daya. Dari pengukuran yang telah dilakukan, pada kenyataannya dapat diketahui pada suatu sistem instalasi jarang ditemukan beban dalam keadaan seimbang. Maka dari itu, pada instalasi Gedung AMC ini walaupun masih dalam ambang batas standar namun tetap saja memiliki rugi-rugi daya yang diebabkan oleh ketidakseimbangan beban.

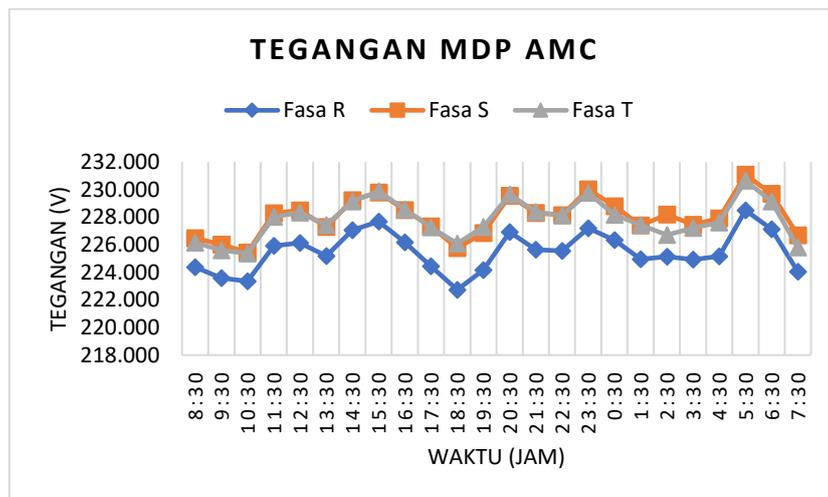
Maka dari itu dapat diketahui profil kualitas daya listrik pada Gedung Rumah Sakit Gigi dan Mulut Asri Medical Center yaitu :

No.	Parameter	Jum'at 21 Desember 2018							
		Minimum				Maksimum			
		Fasa R	Fasa S	Fasa T	N	Fasa R	Fasa S	Fasa T	N
1	Tegangan (Volt)	223.566	223.813	223.429		227.86	228.375	228.23	
2	THD Tegangan (%)	1.968	1.94	1.87		2.499	2.384	2.318	
3	Arus (Ampere)	130.728	112.618	153.234	38.765	215.47	200.432	245.8	63.178
4	THD Arus (%)	8.091	7.742	6.749		14.716	10.874	8.776	
5	Daya Aktif (kW)	28.552	24.505	33.268		47.723	44.285	53.99	
6	Daya Reaktif (kVAR)	6.033	6.209	9.271		11.76	11.239	14.821	
7	Daya Semu (kVA)	29.914	25.35	35.092		49.27	45.868	56.145	
	Faktor Daya (Cosphi)	0.913	0.894	0.907		0.949	0.941	0.948	
9	Frekuensi (Hz)	49.827				49.963			
10	Unbalance Load (%)	0.409				4.608			

Tabel 4. 44 Tabel Kualitas Daya Listrik 21 Desember 2018

**4.2.5 Hasil Pengukuran Kualitas Daya Listrik (24 Jam) pada Main Distribution Panel (MDP) 22 Desember 2018**

**A. Profil Tegangan antar Fasa dengan Netral pada Main Distribution Panel (MDP) Gedung AMC**



Grafik 4. 41 Tegangam MDP AMC 22 Desember 2018

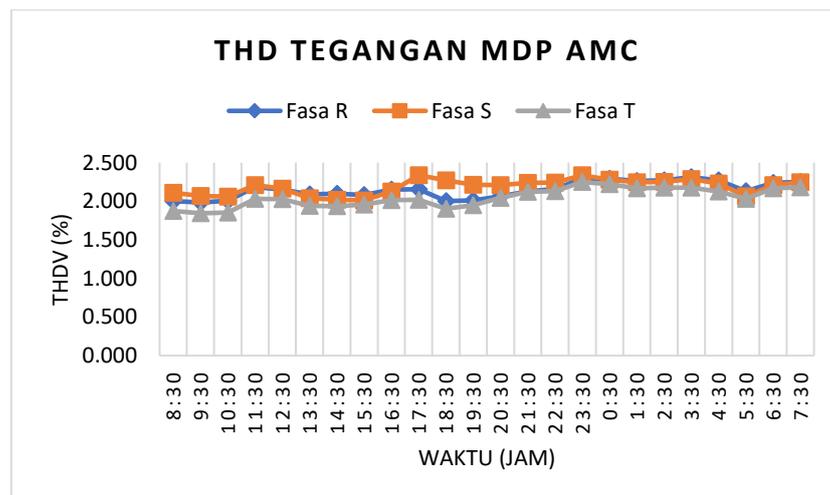
Tegangam (V)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	222.735	18:30	225.450	10:30	225.371	10:30
Maksimum	228.502	05:30	230.080	05:30	230.657	05:30

Tabel 4. 45 Nilai Tegangan Minimum dan Maksimum 22 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai  $V_{rms}$  pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral yang terukur masih dalam ambang batas toleransi yang telah ditetapkan oleh PLN. Nilai  $V_{rms}$  minimum pada fasa R yaitu sebesar 222.735 V terukur pada pukul 18:30, dan nilai  $V_{rms}$  maksimum yaitu sebesar 228.502 V terukur pada pukul 05:30. Nilai  $V_{rms}$

minimum pada fasa S yaitu sebesar 225.450 V terukur pada pukul **10:30**, dan nilai  $V_{rms}$  maksimum yaitu sebesar 231.080 V terukur pada pukul **05:30**. Nilai  $V_{rms}$  minimum pada fasa T yaitu sebesar 225.371 V terukur pada pukul **10:30**, dan nilai  $V_{rms}$  maksimum yaitu sebesar 230.657 V terukur pada pukul **05:30**. Tegangan standar yang diperbolehkan oleh PLN untuk menjamin kualitas tegangan yang baik pada sistem instalasi tegangan rendah (TR) yaitu tegangan turun dibatasi sampai 5% dan tegangan naik dibatasi sampai 10%. Artinya ambang batas yang diberikan yaitu sebesar minimal 198 V dan maksimal 231 V. Pemberian ambang batas ini dikarenakan jika nilai tegangan kurang dari rentang tersebut maka kualitas listrik yang di berikan kurang baik dimana akan menyebabkan timbulnya rugi-rugi tegangan yang terjadi pada jaringan tersebut.

## B. Profil Harmonisa Tegangan pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



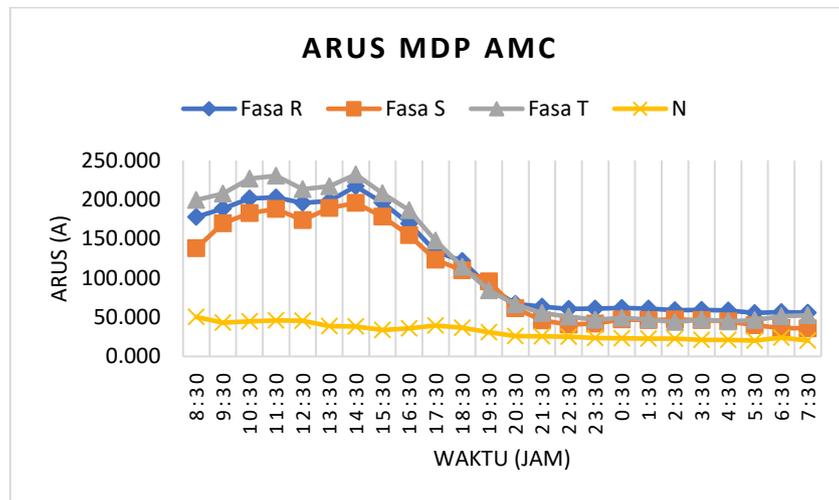
Grafik 4. 42 Grafik Harmonisa Tegangan Gedung AMC 22 Desember 2018

Harmonisa (%)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	1.983	09:30	2.011	15:30	1.844	09:30
Maksimum	2.310	03:30	2.335	23:30	2.248	23:30

Tabel 4. 46 Tabel Harmonisa Tegangan Gedung AMC 22 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai harmonisa tegangan pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral terukur masih berada pada batas standar yang telah ditetapkan IEEE 519-1992 yaitu sebesar 5 % untuk tegangan kerja dibawah 69 kV. Nilai minimum harmonisa di fasa R yaitu 1.983 % yang terukur pada pukul 08:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa R yaitu 2.310 % yang terukur pada pukul 03:30. Untuk nilai minimum harmonisa di fasa S yaitu 2.011 % yang terukur pada pukul 15:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa S yaitu 2.335 % yang terukur pada pukul 23:30. Sedangkan nilai minimum harmonisa di fasa T yaitu 1.844 % yang terukur pada pukul 09:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa T yaitu 2.248 % yang terukur pada pukul 23:30. Harmonisa tegangan terjadi akibat beban – beban yang digunakan bersifat non-linier atau bersifat semikonduktor. Beban non-linier merupakan beban dengan perbandingan tegangan dan arusnya dalam jangka waktu yang berbeda akan bernilai tidak sama, artinya arus yang mengalir pada beban tidak sebanding perubahan tegangannya dalam setiap setengah siklus atau mengalami distorsi.

### C. Profil Arus pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 43 Grafik Arus MDP Gedung AMC 22 Desember 2018

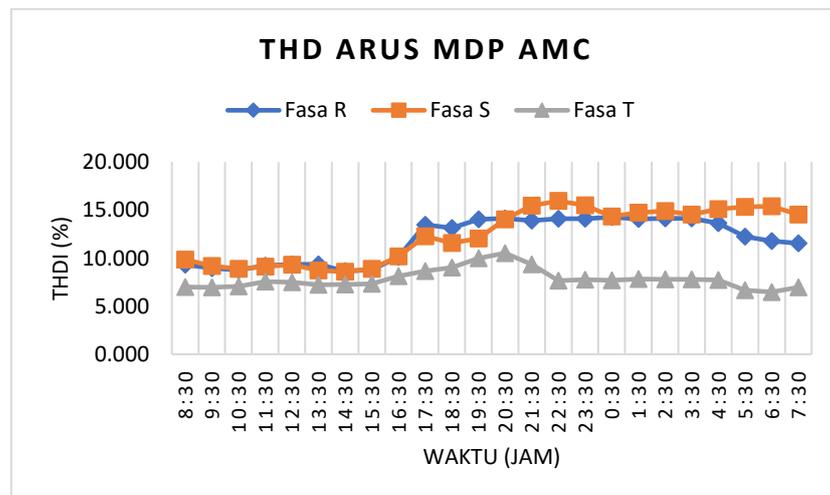
Arus (A)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu	Fasa N	Waktu
Minimum	55.512	05:30	35.878	07:30	43.747	02:30	20.183	05:30
Maksimum	217.008	14:30	195.720	14:30	232.183	14:30	50.272	08:30

Tabel 4. 47 Tabel Profil Arus Gedung AMC 22 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa pada hari minggu 23 Desember 2019 kondisi beban yang bekerja berbeda seperti hari – hari kerja lainnya, dimana keadaan ini akan mempengaruhi jumlah arus yang terukur pada panel. Dapat diketahui pula nilai Irms pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki kondisi yang kurang baik, dimana dari hasil pengukuran diatas diketahui memiliki nilai arus yang berbeda disetiap fasanya dengan waktu minimum dan maksimum yang berbeda. Nilai kualitas arus yang baik seharusnya memiliki nilai yang sama atau tidak jauh berbeda antar setiap

fasanya ( $IR = IS = IT$ ). Karena terjadinya ketidakseimbangan arus pada setiap fasanya ( $IR \neq IS \neq IT$ ), maka akan muncul arus Netral (IN) yang dapat menimbulkan panas berlebih pada penghantar sehingga terdapat rugi-rugi atau *losses* pada sistem jaringan tersebut. Nilai Irms minimum pada fasa R yaitu sebesar 55.512 A terukur pada pukul 05:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 217.008 A terukur pada pukul 14:30. Nilai Irms minimum pada fasa S yaitu sebesar 35.878 A terukur pada pukul 07:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 195.720 A terukur pada pukul 14:30. Nilai Irms minimum pada fasa T yaitu sebesar 43.747 A terukur pada pukul 02:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 232.183 A terukur pada pukul 14:30. Nilai Irms minimum pada fasa N yaitu sebesar 20.183 A terukur pada pukul 05:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 50.272 A terukur pada pukul 08:30.

#### D. Profil Harmonisa Arus pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



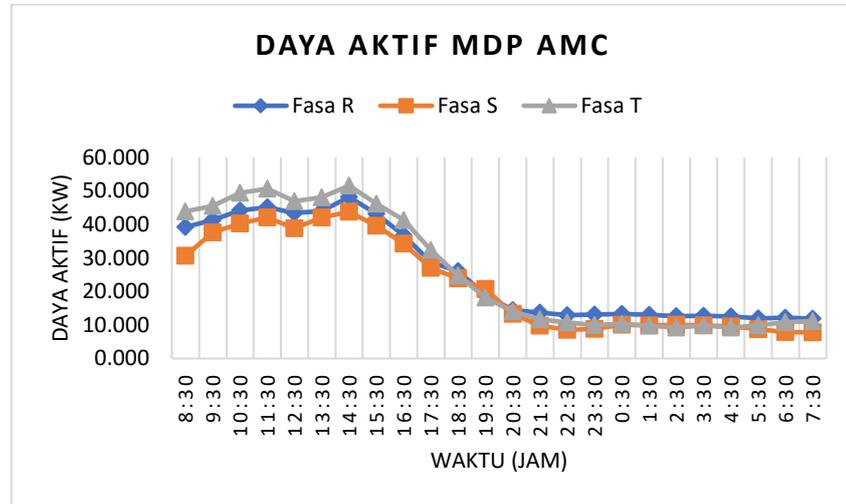
Grafik 4. 44 Grafik Total Harmonisa Arus Gedung AMC 22 Desember 2018

Harmonisa (%)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	8.646	14:30	8.583	14:30	6.471	06:30
Maksimum	14.260	00:30	15.949	22:30	10.525	20:30

Tabel 4. 48 Tabel Harmonisa Arus Gedung AMC 22 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai harmonisa arus pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral yang terukur berbeda dan melebihi batas yang telah ditetapkan IEEE 519-1992 yaitu sebesar 15 %. Nilai minimum harmonisa di fasa R yaitu 8.646 % yang terukur pada pukul 14:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa R yaitu 14.260 % yang terukur pada pukul 00:30. Untuk nilai minimum harmonisa di fasa S yaitu 8.583 % yang terukur pada pukul 14:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa S yaitu 15.949 % yang terukur pada pukul 22:30. Sedangkan nilai minimum harmonisa di fasa T yaitu 6.471 % yang terukur pada pukul 06:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa T yaitu 10.525 % yang terukur pada pukul 20:30. Harmonisa arus terjadi akibat beban – beban yang digunakan bersifat non-linier atau bersifat semikonduktor. Beban non-linier merupakan beban dengan perbandingan tegangan dan arusnya dalam jangka waktu yang berbeda akan bernilai tidak sama, artinya arus yang mengalir pada beban tidak sebanding perubahan tegangannya dalam setiap setengah siklus atau mengalami distorsi. Contoh beban – beban non-linear yaitu beban yang memiliki komponen elektronika seperti *AC drives*, *DC drives*, dan komponen elektronika lainnya.

### E. Profil Daya Aktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 45 Grafik Daya Aktif Gedung AMC 22 Desember 2018

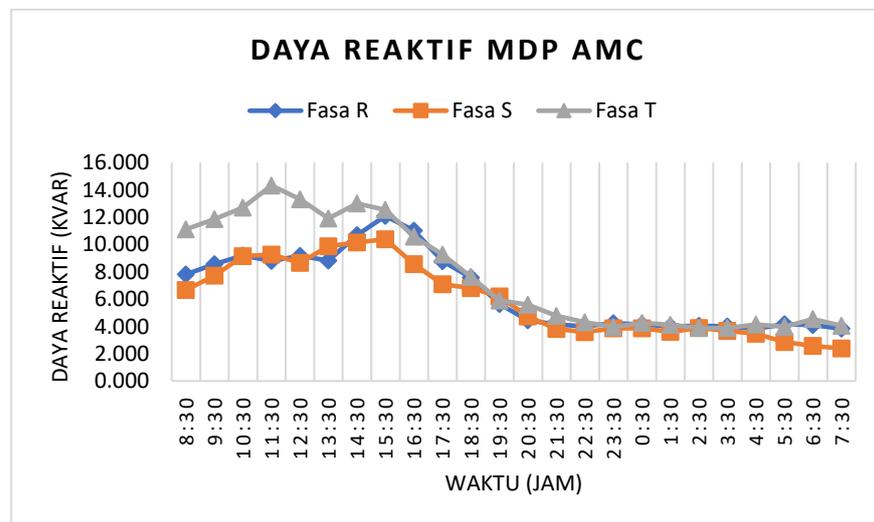
Daya Aktif (kW)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	11.883	07:30	7.790	07:30	9.202	04:30
Maksimum	48.200	14:30	43.760	14:30	51.612	14:30

Tabel 4. 49 Tabel Daya Aktif Gedung AMC 22 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya aktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Nilai daya aktif minimum pada fasa R yaitu sebesar 11.883 kW yang terukur pada pukul 07:30, dan nilai daya aktif maksimum sebesar 48.200kW pada pukul 14:30. Nilai daya aktif minimum pada fasa S yaitu sebesar 7.790 kW yang terukur pada pukul 07:30, dan nilai daya aktif maksimum sebesar 43.760 kW pada pukul 14:30. Nilai daya aktif minimum pada fasa T yaitu sebesar 9.202 kW yang terukur pada pukul 04:30, dan nilai daya aktif maksimum sebesar 51.612 kW pada pukul 14:30. Untuk pagi sampai sore hari atau dalam jam

kerja yaitu pada pukul 08:30 sampai dengan pukul 20:30 (12 jam) daya aktif yang terukur semakin besar dari waktu ke waktu seperti nilai maksimum yang telah terukur yaitu 51.612 kW. Hal yang mempengaruhi nilai daya aktif total pada gedung AMC yaitu penggunaan beban pada gedung tersebut. Selama didalam waktu jam kerja beban listrik penerangan, peralatan – peralatan kantor dan juga peralatan medis banyak digunakan. Sehingga daya aktif yang terukur pada mulainya jam kerja dari waktu ke waktu akan semakin naik, dan akan turun ketika berakhirnya jam kerja pada gedung tersebut. Ketika diluar jam kerja, hanya ada beberapa beban yang masih digunakan seperti beban penerangan. Sehingga daya aktif yang terukur bernilai rendah dan stabil sampai kembalinya jam kerja.

#### F. Profil Daya Reaktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 46 Grafik Daya Reaktif Gedung AMC 22 Desember 2018

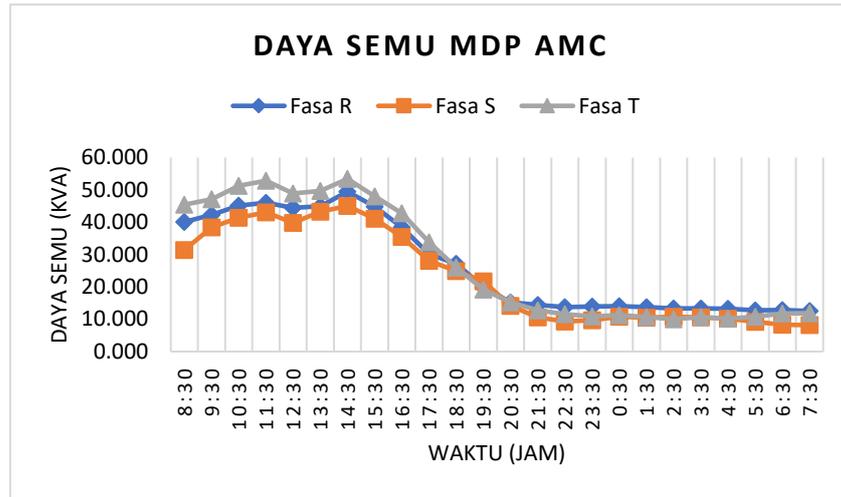
Daya Aktif (kW)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	3.829	07:30	2.380	07:30	3.872	03:30
Maksimum	12.080	15:30	10.379	15:30	14.313	11:30

Tabel 4. 50 Tabel Daya Reaktif Gedung AMC 22 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya reaktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Hal ini dikarenakan pada panel MDP pembebanan setiap fasanya berbeda atau dalam kondisi yang tidak seimbang. Daya reaktif merupakan daya yang diperlukan untuk menghasilkan medan magnet pada beban-beban yang memiliki lilitan seperti, motor, *ballast*, transformator dan lain-lain. Pada Gedung AMC terdapat beberapa komponen yang membutuhkan daya reaktif, salah satunya yaitu *jet pump* yang merupakan komponen motor listrik. Namun dapat diketahui daya reaktif dapat mempengaruhi *losses* pada tegangan, karena daya reaktif dapat menginduksi penghantar sehingga menimbulkan medan magnet yang dapat membuat tegangan yang digunakan mengalami jatuh tegangan. Nilai daya reaktif minimum pada fasa R yaitu sebesar 3.829 kVAR yang terukur pada pukul 07:30, nilai daya reaktif maksimum sebesar 12.080 kVAR pada pukul 15:30. Pada fasa S nilai daya reaktif minimum yaitu sebesar 2.380 kVAR yang terukur pada pukul 07:30, sedangkan nilai daya reaktif maksimum sebesar 10.379 kVAR pada pukul 15:30. Nilai daya reaktif minimum pada fasa T yaitu sebesar 3.872

kVAR yang terukur pada pukul 03:30, dan nilai daya reaktif maksimum sebesar 14.313 kVAR pada pukul 11:30.

### G. Profil Daya Semu pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 47 Grafik Daya Semu Gedung AMC 22 Desember 2018

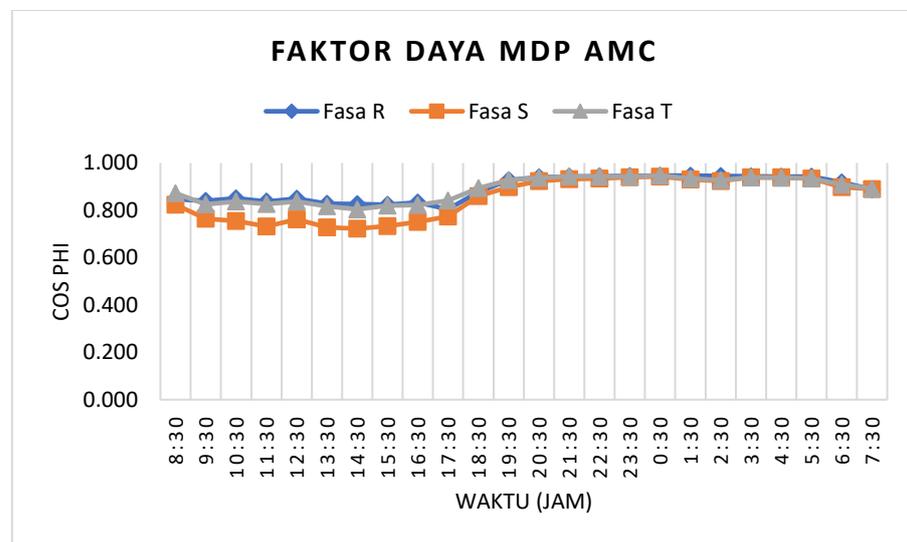
Daya Semu (kVA)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	12.543	07:30	8.177	07:30	10.003	02:30
Maksimum	49.465	14:30	45.052	14:30	53.420	14:30

Tabel 4. 51 Tabel Daya Semu Gedung AMC 22 Desember 2018

Daya semu (*Apparent Power*) merupakan daya yang dihasilkan dari perkalian tegangan rms dan arus rms dalam suatu sistem atau daya yang merupakan hasil penjumlahan daya aktif dan daya reaktifnya. Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya semu pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Nilai daya semu sama halnya dengan daya aktif atau berbanding lurus, apabila semakin besar beban yang bersifat resistif pada beban yang digunakan maka semakin besar nilai daya

semu yang tersalurkan ke beban listrik sebagai daya nyata. Sedangkan pada beban yang bersifat induktif atau kapasitif (beban reaktif), nilai dari daya nyata akan bernilai sebesar  $\cos \phi$  dari daya total. Nilai daya semu minimum pada fasa R yaitu sebesar 12.543 kVA yang terukur pada pukul 07:30, nilai daya semu maksimum sebesar 49.465 kVA pada pukul 14:30. Nilai daya semu minimum pada fasa S yaitu sebesar 8.177 kVA yang terukur pada pukul 07:30, nilai daya semu maksimum sebesar 45.052 kVA pada pukul 14:30. Nilai daya semu minimum pada fasa T yaitu sebesar 10.003 kVA yang terukur pada pukul 02:30, nilai daya semu maksimum sebesar 53.420 kVA pada pukul 14:30.

#### H. Profil Faktor Daya pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



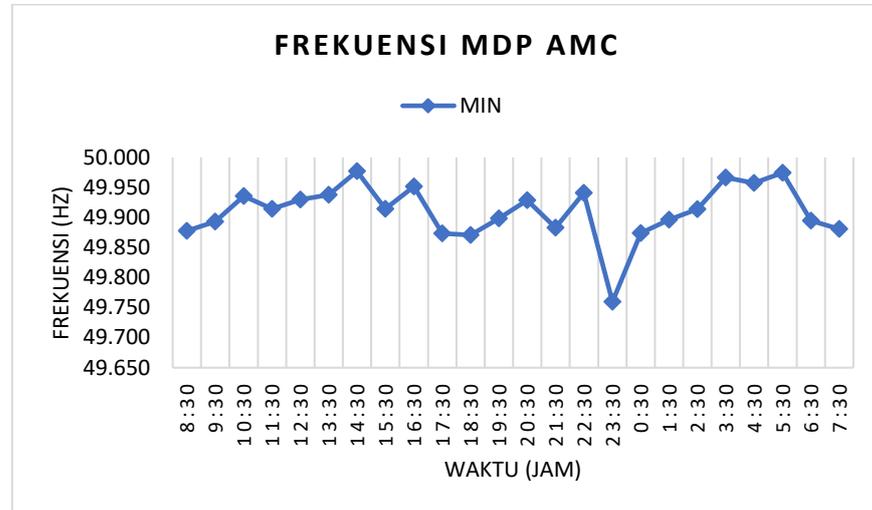
Grafik 4. 48 Grafik Faktor Daya Gedung AMC 22 Desember 2018

Faktor Daya (Cos $\varphi$ )	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	0.804	17:30	0.723	14:30	0.804	14:30
Maksimum	0.947	00:30	0.943	00:30	0.947	00:30

Tabel 4. 52 Tabel Faktor Daya Gedung AMC 22 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai faktor daya pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Pada fasa R nilai minimum yang terukur yaitu sebesar 0.804 yang terukur pada pukul 17:30, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0.947 yang terukur pada pukul 00:30. Pada fasa S nilai minimum faktor daya yang terukur yaitu sebesar 0.723 yang terukur pada pukul 14:30, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0.943 yang terukur pada pukul 00:30. Pada fasa T nilai minimum faktor daya yang terukur yaitu sebesar 0.804 yang terukur pada pukul 14:30, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0.947 yang terukur pada pukul 00:30. Dari grafik diatas dapat diketahui nilai faktor daya yang baik terukur pada saat jam kerja yaitu pukul 08:30 – 20:30. Berdasarkan teori yang ada, nilai faktor daya yang ideal yaitu bernilai 1. Namun kenyataan dilapangan terkadang sering tidak sesuai dengan teori yang ada, dikarenakan faktor gangguan yang tidak diduga sering terjadi. Salah satu faktor yang menyebabkan faktor daya rendah adalah adanya sifat beban induktif. Semakin besar beban induktifnya maka semakin besar perbedaan sudut fasa antara arus dan tegangan atau nilai *cos phi* akan mendekati nol.

## I. Profil Frekuensi pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



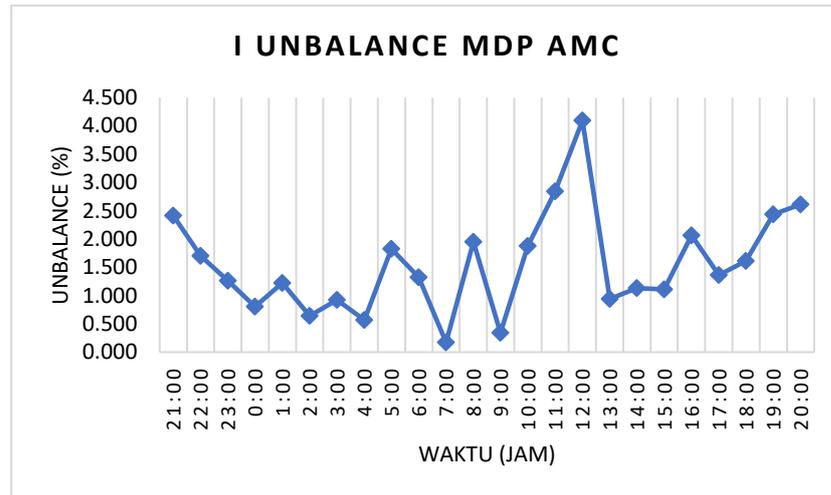
Grafik 4. 49 Grafik Frekuensi Gedung AMC 22 Desember 2018

Frekuensi (Hz)	Hertz	Waktu
Minimum	49.760	23:30
Maksimum	49.977	14:30

Tabel 4. 53 Tabel Frekuensi Gedung AMC 22 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai frekuensi pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki kualitas yang baik. Nilai frekuensi minimum yaitu sebesar 49.760 Hz yang terukur pada pukul 23:30, dan nilai frekuensi maksimum yaitu sebesar 49.977 Hz yang terukur pada pukul 14:30. Hasil pengukuran frekuensi tersebut masih dalam batas standar kualitas frekuensi yang baik. Nilai toleransi untuk kualitas frekuensi yang baik yaitu sebesar  $\pm 1\%$  dari frekuensi standar yaitu 50 Hz. Artinya standar toleransi yang diberikan yaitu 49,5 Hz – 50,5 Hz. Jadi kualitas frekuensi yang terukur pada *Main Distribution Panel* gedung AMC masih dalam batas toleransi.

**J. Profil Ketidakseimbangan Beban Berdasarkan Standar IEEE pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC**



Grafik 4. 50 Grafik Ketidakseimbangan Beban Gedung AMC 22 Desember 2018

Ketidakeimbangan Beban	%	Waktu
Minimum	0.173	07:00
Maksimum	4.094	09:00

Tabel 4. 54 Tabel Ketidakseimbangan Beban Gedung AMC 22 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai frekuensi pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki presentase minimum pada pukul 07:00 dengan nilai terukur yaitu 0.173 % dan presentase maksimum pada pukul 09:00 dengan nilai terukur yaitu 4.094 %. Berdasarkan standar IEEE, ambang batas standarisasi ketidakseimbangan beban adalah 5% s/d 20%. Dalam hal ini, *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC mempunyai ketidakseimbangan beban dengan kualitas masih diambang batas standar.

Pada teorinya, suatu jaringan instalasi apabila setiap fasa R,S,T memiliki jumlah beban yang tidak sama ( $R \neq S \neq T$ ) maka mengakibatkan adanya arus yang mengalir pada kawat netral sebagai rugi-rugi daya. Dari pengukuran yang telah dilakukan, pada kenyataannya dapat diketahui pada suatu sistem instalasi jarang ditemukan beban dalam keadaan seimbang. Maka dari itu, pada instalasi Gedung AMC ini walaupun masih dalam ambang batas standar namun tetap saja memiliki rugi-rugi daya yang diebakkan oleh ketidakseimbangan beban.

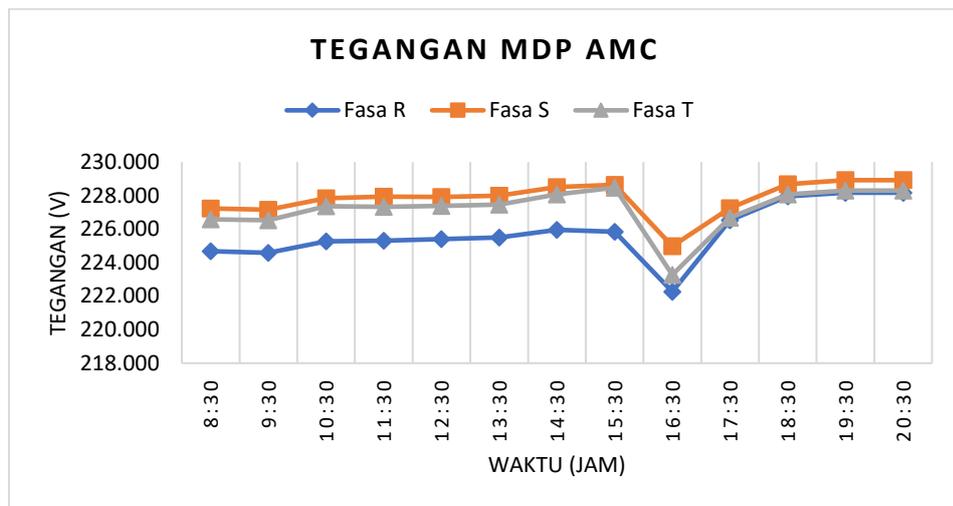
Maka dari itu dapat diketahui profil kualitas daya listrik pada Gedung Rumah Sakit Gigi dan Mulut Asri Medical Center yaitu :

No.	Parameter	Sabtu 22 Desember 2018							
		Minimum				Maksimum			
		Fasa R	Fasa S	Fasa T	N	Fasa R	Fasa S	Fasa T	N
1	Tegangan (Volt)	222.735	225.45	225.371		228.502	230.08	230.657	
2	THD Tegangan (%)	1.983	2.011	1.844		2.31	2.335	2.248	
3	Arus (Ampere)	55.512	35.878	43.747	20.183	217.008	195.72	232.183	50.272
4	THD Arus (%)	8.646	8.583	6.471		14.26	15.949	10.525	
5	Daya Aktif (kW)	11.883	7.79	9.202		48.2	43.76	51.612	
6	Daya Reaktif (kVAR)	3.829	2.38	3.872		12.08	10.379	14.313	
7	Daya Semu (kVA)	12.543	8.177	10.003		49.465	45.052	53.42	
	Faktor Daya (Cosphi)	0.804	0.723	0.804		0.947	0.943	0.947	
9	Frekuensi (Hz)	49.76				49.977			
10	Unbalance Load (%)	0.173				4.094			

Tabel 4. 55 Tabel Kualitas Daya Listrik 22 Desember 2018

**4.2.6 Hasil Pengukuran Kualitas Daya Listrik Selama Jam Kerja (12 Jam) pada *Main Distribution Panel* (MDP) 23 Desember 2018**

**A. Profil Tegangan antar Fasa dengan Netral pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC**



Grafik 4. 51 Tegangan MDP AMC 23 Desember 2018

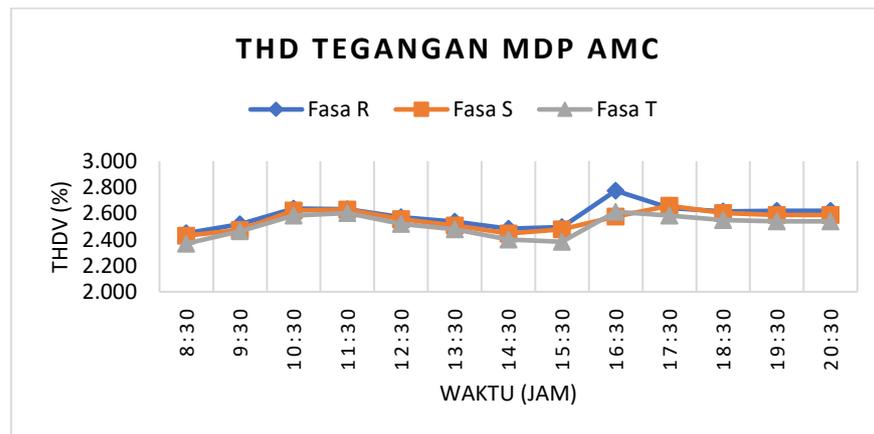
Tegangan (V)	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Waktu
Minimum	222.268	224.982	223.272	16:30
Maksimum	228.170	228.919	228.470	20:30

Tabel 4. 56 Nilai Tegangan Minimum dan Maksimum 23 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai  $V_{rms}$  pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral yang terukur masih dalam ambang batas toleransi yang telah ditetapkan oleh PLN. Nilai  $V_{rms}$  minimum pada fasa R yaitu sebesar 222.268 V terukur pada pukul 16:30, dan nilai  $V_{rms}$  maksimum yaitu sebesar 228.170 V terukur pada pukul 20:30. Nilai  $V_{rms}$  minimum pada fasa S yaitu sebesar 224.982 V terukur pada pukul 16:30,

dan nilai  $V_{rms}$  maksimum yaitu sebesar 228.919 V terukur pada pukul 20:30. Nilai  $V_{rms}$  minimum pada fasa T yaitu sebesar 223.272 V terukur pada pukul 16:30, dan nilai  $V_{rms}$  maksimum yaitu sebesar 228.470 V terukur pada pukul 20:30. Tegangan standar yang diperbolehkan oleh PLN untuk menjamin kualitas tegangan yang baik pada sistem instalasi tegangan rendah (TR) yaitu tegangan turun dibatasi sampai 10 % dan tegangan naik dibatasi sampai 5 %. Artinya ambang batas yang diberikan yaitu sebesar minimal 198 V dan maksimal 231 V. Pemberian ambang batas ini dikarenakan jika nilai tegangan kurang dari rentang tersebut maka kualitas listrik yang di berikan kurang baik dimana akan menyebabkan timbulnya rugi-rugi tegangan yang terjadi pada jaringan tersebut.

## B. Profil Harmonisa Tegangan pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



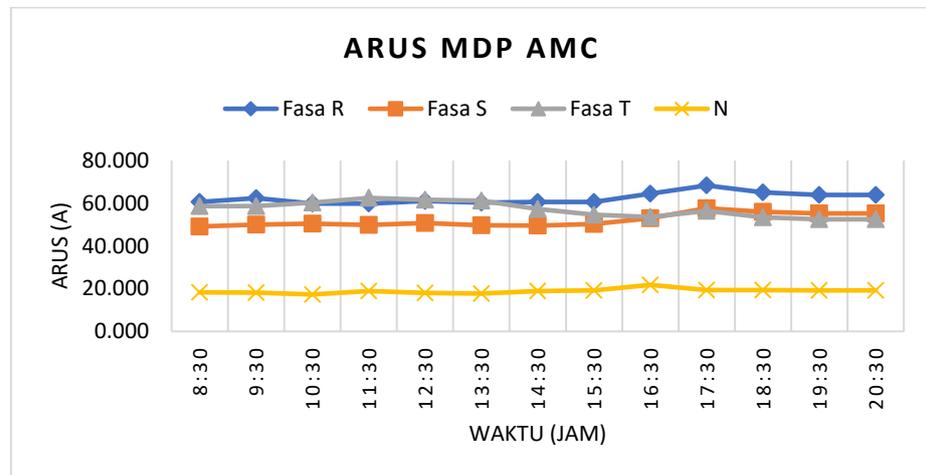
Grafik 4. 52 Grafik Harmonisa Tegangan Gedung AMC 23 Desember 2018

Harmonisa (%)	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Waktu
Minimum	2.395	2.370	2.313	08:30
Maksimum	2.582	2.592	2.531	17:30

Tabel 4. 57 Tabel Harmonisa Tegangan Gedung AMC 23 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai harmonisa tegangan pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral yang terukur masih berada pada batas standar yang telah ditetapkan IEEE 519-1992 yaitu sebesar 5 % untuk tegangan kerja dibawah 69 kV. Nilai minimum harmonisa di fasa R yaitu 2.395 % yang terukur pada pukul 08:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa R yaitu 2.582 % yang terukur pada pukul 17:30. Untuk nilai minimum harmonisa di fasa S yaitu 2.370 % yang terukur pada pukul 08:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa S yaitu 2.592 % yang terukur pada pukul 17:30. Sedangkan nilai minimum harmonisa di fasa T yaitu 2.313 % yang terukur pada pukul 08:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa T yaitu 2.531 % yang terukur pada pukul 17:30. Harmonisa tegangan terjadi akibat beban – beban yang digunakan bersifat non-linier atau bersifat semikonduktor. Beban non-linier merupakan beban dengan perbandingan tegangan dan arusnya dalam jangka waktu yang berbeda akan bernilai tidak sama, artinya arus yang mengalir pada beban tidak sebanding perubahan tegangannya dalam setiap setengah siklus atau mengalami distorsi.

### C. Profil Arus pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 53 Grafik Arus MDP Gedung AMC 23 Desember 2018

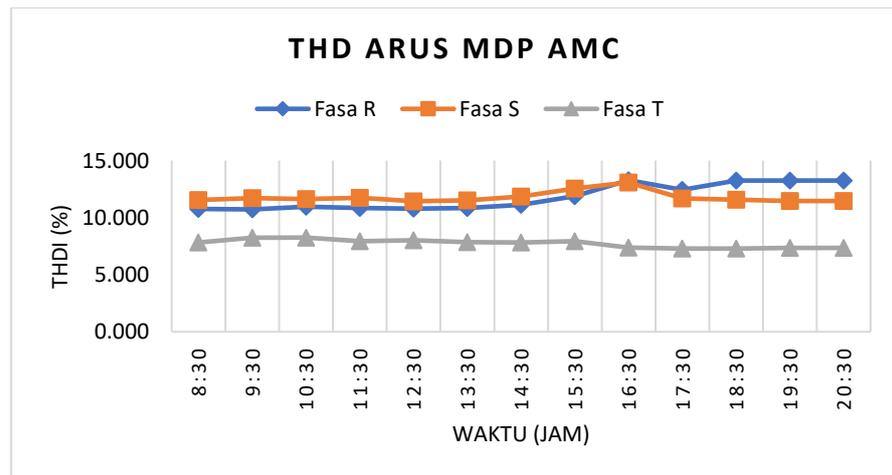
Arus (A)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu	Fasa N	Waktu
Minimum	59.778	11:30	49.113	08:30	52.460	20:30	17.292	10:30
Maksimum	68.300	17:30	57.658	17:30	62.472	11:30	21.777	16:30

Tabel 4. 58 Tabel Profil Arus Gedung AMC 23 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa pada hari minggu 23 Desember 2019 kondisi beban yang bekerja berbeda seperti hari – hari kerja lainnya, dimana keadaan ini akan mempengaruhi jumlah arus yang terukur pada panel. Dapat diketahui pula nilai Irms pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki kondisi yang kurang baik, dimana dari hasil pengukuran diatas diketahui memiliki nilai arus yang berbeda disetiap fasanya dengan waktu minimum dan maksimum yang berbeda. Nilai kualitas arus yang baik seharusnya memiliki nilai yang sama atau tidak jauh berbeda antar setiap fasanya ( $I_R = I_S = I_T$ ). Karena terjadinya ketidakseimbangan arus pada

setiap fasanya ( $IR \neq IS \neq IT$ ), maka akan muncul 9 arus Netral (IN) yang dapat menimbulkan panas berlebih pada penghantar sehingga terdapat rugi – rugi atau *losses* pada sistem jaringan tersebut. Nilai Irms minimum pada fasa R yaitu sebesar 59.778 A terukur pada pukul 11:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 68.300 A terukur pada pukul 17:30. Nilai Irms minimum pada fasa S yaitu sebesar 49.113 A terukur pada pukul 08:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 57.658 A terukur pada pukul 17:30. Nilai Irms minimum pada fasa T yaitu sebesar 52.460 A terukur pada pukul 20:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 62.472 A terukur pada pukul 11:30. Nilai Irms minimum pada fasa N yaitu sebesar 17.292 A terukur pada pukul 10:30, dan nilai Irms maksimum yaitu sebesar 21.777 A terukur pada pukul 16:30.

#### D. Profil Harmonisa Arus pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



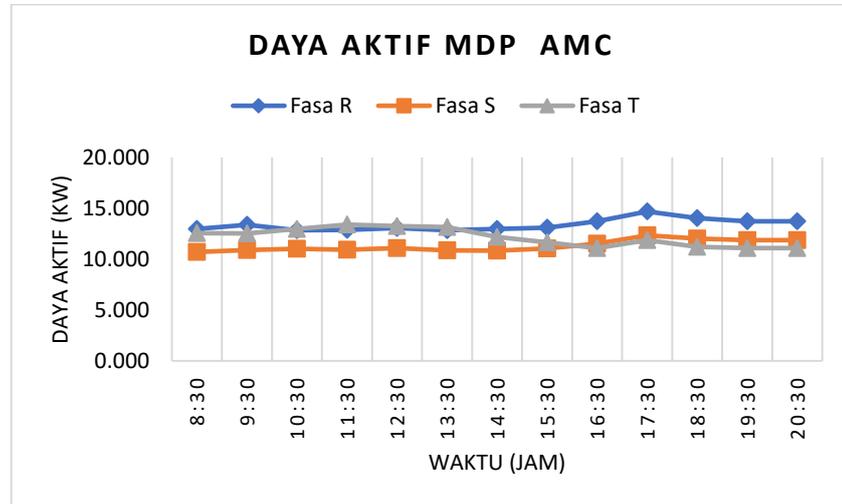
Grafik 4. 54 Grafik Total Harmonisa Arus Gedung AMC 23 Desember 2018

Harmonisa (%)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	10.724	08:30	11.438	12:30	7.289	18:30
Maksimum	13.279	16:30	13.084	16:30	8.256	10:30

Tabel 4. 59 Tabel Harmonisa Arus Gedung AMC 23 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai harmonisa arus jam kerja pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC di setiap fasa dengan netral yang terukur berbeda dan masih berada pada batas yang telah ditetapkan IEEE 519-1992 yaitu sebesar 15 %. Nilai minimum harmonisa di fasa R yaitu 10.724 % yang terukur pada pukul 08:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa R yaitu 13.279 % yang terukur pada pukul 08:30. Untuk nilai minimum harmonisa di fasa S yaitu 11.438 % yang terukur pada pukul 12:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa S yaitu 13.084 % yang terukur pada pukul 16:30. Sedangkan nilai minimum harmonisa di fasa T yaitu 7.289 % yang terukur pada pukul 18:30, dan nilai maksimum harmonisa di fasa T yaitu 8.256 % yang terukur pada pukul 10:30. Harmonisa arus terjadi akibat beban – beban yang digunakan bersifat non-linier atau bersifat semikonduktor. Beban non-linier merupakan beban dengan perbandingan tegangan dan arusnya dalam jangka waktu yang berbeda akan bernilai tidak sama, artinya arus yang mengalir pada beban tidak sebanding perubahan tegangannya dalam setiap setengah siklus atau mengalami distorsi. Contoh beban – beban non-linear yaitu beban yang memiliki komponen elektronika seperti AC drives, DC drives, dan komponen elektronika lainnya.

### E. Profil Daya Aktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 55 Grafik Daya Aktif Gedung AMC 23 Desember 2018

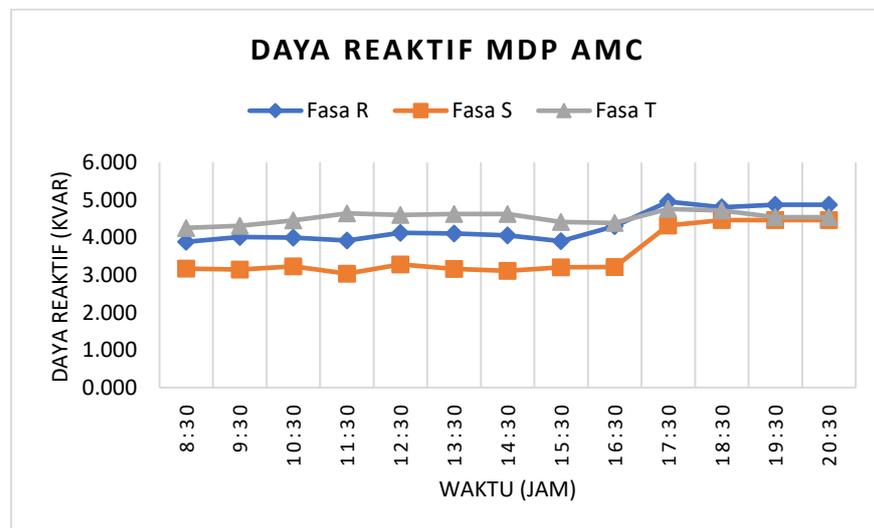
Daya Aktif (kW)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	12.843	10:30	10.705	08:30	11.090	19:30
Maksimum	14.685	17:30	12.337	17:30	13.400	11:30

Tabel 4. 60 Tabel Daya Aktif Gedung AMC 23 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya aktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Nilai daya aktif minimum pada fasa R yaitu sebesar 12.843 kW yang terukur pada pukul 10:30, dan nilai daya aktif maksimum sebesar 14.685 kW pada pukul 17:30. Nilai daya aktif minimum pada fasa S yaitu sebesar 10.705 kW yang terukur pada pukul 08:30, dan nilai daya aktif maksimum sebesar 12.337 kW pada pukul 17:30. Nilai daya aktif minimum pada fasa T yaitu sebesar 11.090 kW yang terukur pada pukul 19:30, dan nilai daya aktif maksimum sebesar 13.400 kW pada pukul 11:30. Untuk pagi sampai sore hari atau dalam jam

kerja yaitu pada pukul 08:30 sampai dengan pukul 20:30 (12 jam) daya aktif yang terukur semakin besar dari waktu ke waktu seperti nilai maksimum yang telah terukur yaitu 14.685 kW. Hal yang mempengaruhi nilai daya aktif total pada gedung AMC yaitu penggunaan beban pada gedung tersebut. Selama didalam waktu jam kerja beban listrik penerangan, peralatan – peralatan kantor dan juga peralatan medis banyak digunakan. Sehingga daya aktif yang terukur pada mulainya jam kerja dari waktu ke waktu akan semakin naik, dan akan turun ketika berakhirnya jam kerja pada gedung tersebut. Ketika diluar jam kerja, hanya ada beberapa beban yang masih digunakan seperti beban penerangan. Sehingga daya aktif yang terukur bernilai rendah dan stabil sampai kembalinya jam kerja.

#### F. Profil Daya Reaktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 56 Grafik Daya Reaktif Gedung AMC 23 Desember 2018

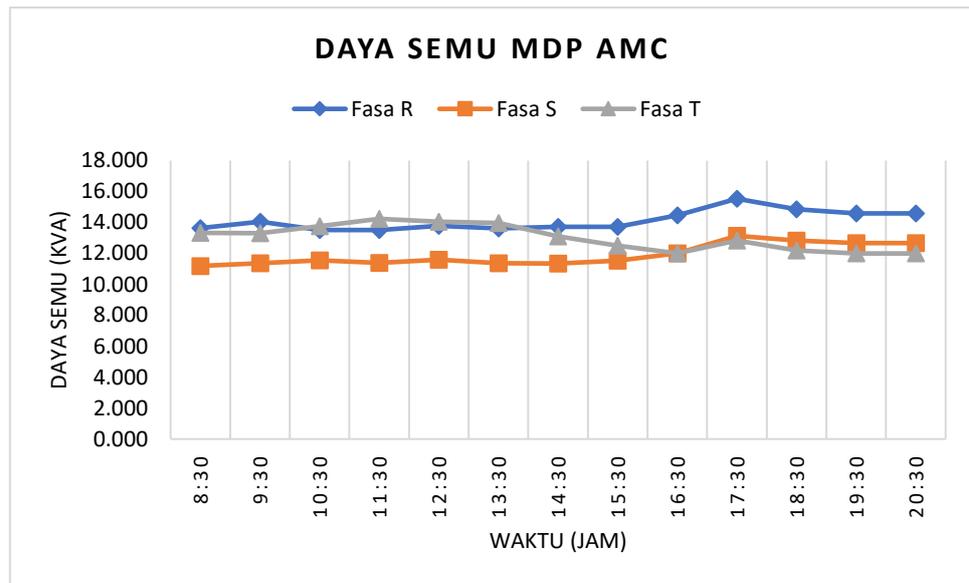
Daya Aktif (kW)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	3.883	08:30	3.037	11:30	4.255	08:30
Maksimum	4.955	17:30	4.462	20:30	4.760	14:30

Tabel 4. 61 Tabel Daya Reaktif Gedung AMC 23 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya reaktif pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Hal ini dikarenakan pada panel MDP pembebanan setiap fasanya berbeda atau dalam kondisi yang tidak seimbang. Daya reaktif merupakan daya yang diperlukan untuk menghasilkan medan magnet pada beban-beban yang memiliki lilitan seperti, motor, *ballast*, transformator dan lain-lain. Pada Gedung AMC terdapat beberapa komponen yang membutuhkan daya reaktif, salah satunya yaitu *jet pump* yang merupakan komponen motor listrik. Namun dapat diketahui daya reaktif dapat mempengaruhi *losses* pada tegangan, karena daya reaktif dapat menginduksi penghantar sehingga menimbulkan medan magnet yang dapat membuat tegangan yang digunakan mengalami jatuh tegangan. Nilai daya reaktif minimum pada fasa R yaitu sebesar 3.883 kVAR yang terukur pada pukul 08:30, nilai daya reaktif maksimum sebesar 4.955 kVAR pada pukul 17:30. Pada fasa S nilai daya reaktif minimum yaitu sebesar 3.037 kVAR yang terukur pada pukul 11:30, sedangkan nilai daya reaktif maksimum sebesar 4.462 kVAR pada pukul 20:30. Nilai daya reaktif minimum pada fasa T yaitu sebesar 4.255

kVAR yang terukur pada pukul 08:30, dan nilai daya reaktif maksimum sebesar 4.760 kVAR pada pukul 14:30.

### G. Profil Daya Semu pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



Grafik 4. 57 Grafik Daya Semu Gedung AMC 23 Desember 2018

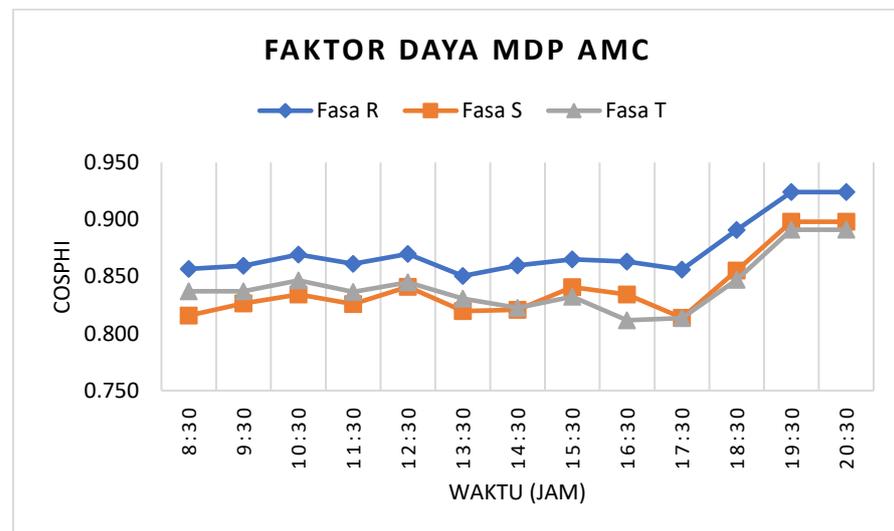
Daya Semu (kVA)	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	13.510	11:30	11.191	08:30	11.997	16:30
Maksimum	15.534	17:30	13.136	17:30	14.236	11:30

Tabel 4. 62 Tabel Daya Semu Gedung AMC 23 Desember 2018

Daya semu (*Apparent Power*) merupakan daya yang dihasilkan dari perkalian tegangan rms dan arus rms dalam suatu sistem atau daya yang merupakan hasil penjumlahan daya aktif dan daya reaktifnya. Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya semu pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Nilai daya semu sama halnya dengan daya aktif atau berbanding lurus, apabila semakin besar beban yang

bersifat resistif pada beban yang digunakan maka semakin besar nilai daya semu yang tersalurkan ke beban listrik sebagai daya nyata. Sedangkan pada beban yang bersifat induktif atau kapasitif (beban reaktif), nilai dari daya nyata akan bernilai sebesar  $\cos \phi$  dari daya total. Nilai daya semu minimum pada fasa R yaitu sebesar 13.510 kVA yang terukur pada pukul 11:30, nilai daya semu maksimum sebesar 15.534 kVA pada pukul 17:30. Nilai daya semu minimum pada fasa S yaitu sebesar 11.191 kVA yang terukur pada pukul 08:30, nilai daya semu maksimum sebesar 13.136 kVA pada pukul 17:30. Nilai daya semu minimum pada fasa T yaitu sebesar 11.997 kVA yang terukur pada pukul 16:30, nilai daya semu maksimum sebesar 14.236 kVA pada pukul 11:30.

#### H. Profil Faktor Daya pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



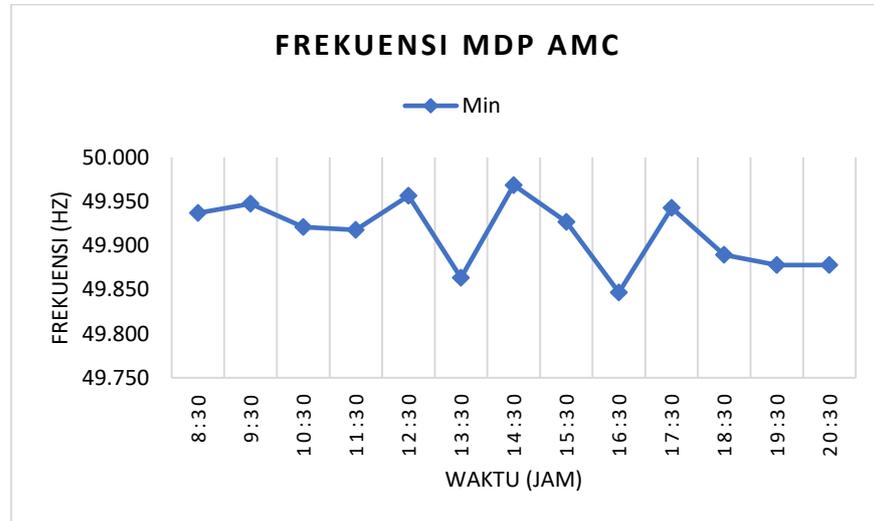
Grafik 4. 58 Grafik Faktor Daya Gedung AMC 23 Desember 2018

Faktor Daya (Cos $\varphi$ )	Fasa R	Waktu	Fasa S	Waktu	Fasa T	Waktu
Minimum	0.851	13:30	0.814	17:30	0.812	16:30
Maksimum	0.924	19:30	0.898	19:30	0.891	19:30

Tabel 4. 63 Tabel Faktor Daya Gedung AMC 23 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai faktor daya pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC setiap fasanya memiliki nilai yang berbeda. Pada fasa R nilai minimum yang terukur yaitu sebesar 0.851 yang terukur pada pukul 13:30, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0.924 yang terukur pada pukul 19:30. Pada fasa S nilai minimum faktor daya yang terukur yaitu sebesar 0.814 yang terukur pada pukul 17:30, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0.898 yang terukur pada pukul 19:30. Pada fasa T nilai minimum faktor daya yang terukur yaitu sebesar 0.812 yang terukur pada pukul 16:30, dan nilai maksimumnya yaitu sebesar 0.891 yang terukur pada pukul 19:30. Dari grafik diatas dapat diketahui nilai faktor daya yang baik terukur pada saat jam kerja yaitu pukul 08:30 – 20:30. Berdasarkan teori yang ada, nilai faktor daya yang ideal yaitu bernilai 1. Namun kenyataan dilapangan terkadang sering tidak sesuai dengan teori yang ada, dikarenakan faktor gangguan yang tidak diduga sering terjadi. Salah satu faktor yang menyebabkan faktor daya rendah adalah adanya sifat beban induktif. Semakin besar beban induktifnya maka semakin besar perbedaan sudut fasa antara arus dan tegangan atau nilai *cos phi* akan mendekati nol.

## I. Profil Frekuensi pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC



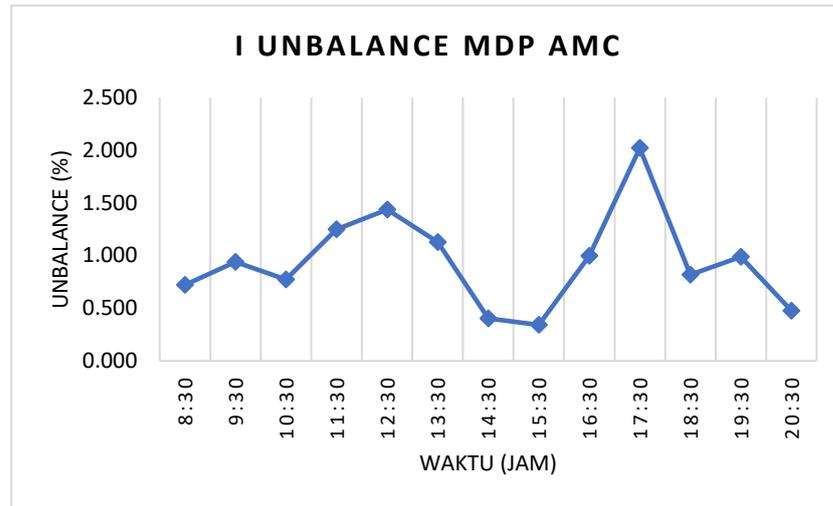
Grafik 4. 59 Grafik Frekuensi Gedung AMC 23 Desember 2018

Frekuensi (Hz)	Hertz	Waktu
Minimum	49.847	16:30
Maksimum	49.969	14:30

Tabel 4. 64 Tabel Frekuensi Gedung AMC 23 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai frekuensi pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki kualitas yang baik. Nilai frekuensi minimum yaitu sebesar 49.847 Hz yang terukur pada pukul 16:30, dan nilai frekuensi maksimum yaitu sebesar 49.969 Hz yang terukur pada pukul 14:30. Hasil pengukuran frekuensi tersebut masih dalam batas standar kualitas frekuensi yang baik. Nilai toleransi untuk kualitas frekuensi yang baik yaitu sebesar  $\pm 1\%$  dari frekuensi standar yaitu 50 Hz. Artinya standar toleransi yang diberikan yaitu 49.5 Hz – 50.5 Hz. Jadi kualitas frekuensi yang terukur pada *Main Distribution Panel* gedung AMC masih dalam batas toleransi.

**J. Profil Ketidakseimbangan Beban Berdasarkan Standar IEEE pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC**



Tabel 4. 65 Grafik Ketidakseimbangan Beban Gedung AMC 22 Desember 2018

Ketidakeimbangan Beban	%	Waktu
Minimum	0.342	15:30
Maksimum	2.021	17:30

Tabel 4. 66 Tabel Ketidakseimbangan Beban Gedung AMC 20 Desember 2018

Dari data grafik dan tabel hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai frekuensi pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung Rumah Sakit AMC memiliki presentase minimum pada pukul 15:30 dengan nilai terukur yaitu 0.342 % dan presentase maksimum pada pukul 17:30 dengan nilai terukur yaitu 2.021 %. Berdasarkan standar IEEE, ambang batas standarisasi ketidakseimbangan beban adalah 5% s/d 20%. Dalam hal ini, *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC mempunyai ketidakseimbangan beban dengan kualitas masih diambang batas standar.

Pada teorinya, suatu jaringan instalasi apabila setiap fasa R,S,T memiliki jumlah beban yang tidak sama ( $R \neq S \neq T$ ) maka mengakibatkan adanya arus yang mengalir pada kawat netral sebagai rugi-rugi daya. Dari pengukuran yang telah dilakukan, pada kenyataannya dapat diketahui pada suatu sistem instalasi jarang ditemukan beban dalam keadaan seimbang. Maka dari itu, pada instalasi Gedung AMC ini walaupun masih dalam ambang batas standar namun tetap saja memiliki rugi-rugi daya yang diebakkan oleh ketidakseimbangan beban.

Maka dari itu dapat diketahui profil kualitas daya listrik pada Gedung Rumah Sakit Gigi dan Mulut Asri Medical Center yaitu :

No.	Parameter	Minggu 23 Desember 2018							
		Minimum				Maksimum			
		Fasa R	Fasa S	Fasa T	N	Fasa R	Fasa S	Fasa T	N
1	Tegangan (Volt)	222.268	224.982	223.272		228.17	228.919	228.47	
2	THD Tegangan (%)	2.395	2.37	2.313		2.582	2.592	2.531	
3	Arus (Ampere)	59.778	49.113	52.46	17.292	68.3	57.658	62.472	21.777
4	THD Arus (%)	10.724	11.438	7.289		13.279	13.084	8.256	
5	Daya Aktif (kW)	12.843	10.705	11.09		14.685	12.337	13.4	
6	Daya Reaktif (kVAR)	3.883	3.037	4.255		4.955	4.462	4.76	
7	Daya Semu (kVA)	13.51	11.191	11.997		15.534	13.136	14.236	
	Faktor Daya (Cosphi)	0.851	0.814	0.812		0.924	0.898	0.891	
9	Frekuensi (Hz)	49.847				49.969			
10	Unbalance Load (%)	0.342				2.021			

Tabel 4. 67 Tabel Kualitas Daya Listrik 23 Desember 2018

### 4.3 Menghitung *Power Losses* Akibat Harmonisa dan Ketidakseimbangan Beban pada *Main Distribution Panel* (MDP) saat Hari Padat Kerja dan Hari Tidak Padat Kerja

#### 4.3.1 Besar Ukuran Hambatan Kabel Penghantar

Besarnya hambatan kabel penghantar merupakan salah satu data yang dibutuhkan dalam perhitungan *Power Losses*. Spesifikasi kabel penghantar trafo ke *Main Distribution Panel* (MDP) setiap fasa dan penghantar netral menggunakan spesifikasi kabel yang sama, yaitu kabel *Supreme NYY 300 mm*. Diketahui bahwa jarak kabel penghantar trafo ke *Main Distribution Panel* (MDP) yaitu 20 meter, maka besar hambatan penghantar pada *Main Distribution Panel* (MDP) yaitu  $0.0012 \Omega$ .

ELECTRICAL DATA							
Size	Resistance at 20°C		Current Carrying Capacity at 30°C		Conductor Short Circuit Current Capacity at		
	Conductor DC. max.	Insulation Minimum	In Ground	In Air	0.1 sec.	0.5 sec.	1.0 sec.
mm <sup>2</sup>	Ohm/km	M.Ohm.km	A	A	kA	kA	kA
1.5	12.1	50	24	18	0.57	0.27	0.19
2.5	7.41		32	25	0.94	0.43	0.32
4	4.61		41	34	1.49	0.69	0.50
6	3.08		52	44	2.22	1.02	0.73
10	1.83		69	60	3.69	1.68	1.20
16	1.15	40	89	80	5.89	2.67	1.91
25	0.727		116	105	9.18	4.15	2.96
35	0.524		138	130	12.83	5.79	4.13
50	0.387	30	165	160	18.30	8.25	5.87
70	0.268		205	200	25.60	11.53	8.19
95	0.193		245	245	34.71	15.61	11.09
120	0.153		285	285	43.82	19.70	13.98
150	0.124	20	315	325	54.75	24.60	17.46
185	0.0991		355	370	67.50	30.32	21.50
240	0.0754		415	435	87.54	39.29	27.86
300	0.0601		465	500	109.39	49.08	34.79

Tabel 4. 68 Karakteristik Kelistrikan Kabel *Supreme NYY*

### 4.3.2 Nilai Orde Arus Harmonisa Fasa R,S,T,N pada *Main Distribution Panel* (MDP)

Orde	18 Desember 2018								22 Desember 2018							
	Harmonisa Waktu Beban Puncak (WBP)				Harmonisa Luar Waktu Beban Puncak (LWBP)				Harmonisa Waktu Beban Puncak (WBP)				Harmonisa Luar Waktu Beban Puncak (LWBP)			
	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N
1	172.3	160.2	173.8	46.0	170.1	168.3	203.4	62.3	142.4	129.4	135.3	47.5	178.8	156.9	178.8	59.9
3	13.6	10.4	7.8	29.4	11.1	10.1	7.7	27.8	14.0	10.6	6.6	27.7	10.7	10.1	5.9	25.3
5	10.7	10.1	12.6	4.2	8.7	8.8	11.5	3.2	17.3	5.3	7.4	3.4	8.6	8.5	10.6	3.2
7	5.8	4.7	3.9	3.1	4.1	3.3	3.2	2.3	5.6	4.3	3.5	3.0	3.8	3.5	2.8	2.6
9	6.0	5.2	4.1	14.3	4.1	3.8	3.2	10.8	5.3	4.6	3.2	11.9	3.3	3.5	2.6	9.2
11	3.6	3.1	2.9	1.5	2.4	2.3	2.3	1.2	3.4	2.2	2.3	1.7	1.8	1.8	1.6	1.3
13	2.0	1.4	1.7	1.2	1.3	1.1	1.3	1.2	2.1	0.8	1.2	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1
15	2.2	1.4	1.6	4.8	1.9	1.4	1.3	4.4	2.6	1.4	1.4	4.7	1.8	1.3	1.3	4.1
17	2.2	1.5	1.6	0.9	1.7	1.3	1.2	0.9	2.5	1.2	1.4	1.1	1.5	0.9	0.9	1.0
19	0.6	0.6	0.6	0.4	0.9	0.7	0.8	0.6	1.2	0.5	0.8	0.4	0.7	0.6	0.8	0.6
21	0.8	0.7	0.6	1.8	0.8	0.7	0.5	1.8	1.2	0.8	0.6	1.8	0.9	0.7	0.6	1.7
23	0.7	0.8	0.6	0.4	0.8	0.9	0.7	0.4	1.2	0.8	0.7	0.4	0.9	0.7	0.7	0.4
25	0.8	0.8	0.6	0.4	0.5	0.7	0.5	0.3	0.5	0.6	0.4	0.4	0.3	0.6	0.4	0.3
27	0.4	0.4	0.3	0.9	0.3	0.5	0.3	0.8	0.6	0.5	0.4	0.9	0.5	0.3	0.3	0.8
29	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.7	0.3	0.5	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2
31	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2	0.4	0.3	0.5	0.2	0.4	0.4	0.3	0.2
33	0.2	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.1	0.4	0.1	0.2	0.2	0.5	0.2	0.2	0.1	0.4
35	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2
37	0.3	0.2	0.3	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
39	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2
41	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
43	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
45	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
47	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
49	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Tabel 4. 69 Nilai Arus Harmonisa tiap orde

### 4.3.3 Menghitung *Power Losses* pada setiap fasa (R,S,T, dan N) MDP AMC

Untuk mencari *Power Losses* setiap fasa (R,S,T dan N) pada *Main*

*Distribution Panel* (MDP) dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\Delta P_R = \sum_{k=1}^n RPH \times IK_R^2 (W) \quad - \quad \text{Power Losses Fasa R}$$

$$\Delta P_S = \sum_{k=1}^n RPH \times IK_S^2 (W) \quad - \quad \text{Power Losses Fasa S}$$

$$\Delta P_T = \sum_{k=1}^n RPH \times IK_T^2 (W) \quad - \quad \text{Power Losses Fasa T}$$

$$\Delta P_N = \sum_{k=1}^n RPH \times IK_N^2 (W) \quad - \quad \text{Power Losses Netral}$$

Contoh perhitungan *Power Losses* pada fasa R di MDP AMC:

$$\Delta P_R = \sum_{k=1}^n RPH \times IK_R^2$$

$$\begin{aligned} \Delta P_R = & (0.0012 \times 172.298^2) + (0.0012 \times 13.628^2) + (0.0012 \times 10.686^2) + (0.0012 \\ & \times 5.784^2) + (0.0012 \times 5.961^2) + (0.0012 \times 3.624^2) + (0.0012 \times 1.986^2) + (0.0012 \\ & \times 2.237^2) + (0.0012 \times 2.153^2) + (0.0012 \times 0.582^2) + (0.0012 \times 0.787^2) + (0.0012 \\ & \times 0.674^2) + (0.0012 \times 0.789^2) + (0.0012 \times 0.396^2) + (0.0012 \times 0.480^2) + (0.0012 \\ & \times 0.413^2) + (0.0012 \times 0.238^2) + (0.0012 \times 0.311^2) + (0.0012 \times 0.294^2) + (0.0012 \\ & \times 0.135^2) + (0.0012 \times 0.158^2) + (0.0012 \times 0.168^2) + (0.0012 \times 0.075^2) + (0.0012 \\ & \times 0.122^2) + (0.0012 \times 0.094^2) \end{aligned}$$

$$\Delta P_R = 36.1023 \text{ W}$$

Tanggal Pengukuran	Power Losses WBP					Power Losses LWBP					Satuan
	R	S	T	N	Total	R	S	T	N	Total	
18 Desember 2018	36.1023	31.1405	36.568	3.89365	107.70	35.0228	34.238	49.9368	5.77341	124.97	Watt
22 Desember 2018	25.0418	20.3128	22.1189	3.86141	71.33	38.6555	29.7887	38.5609	5.21843	112.22	Watt

Tabel 4. 70 Nilai Power Losses WBP dan LWBP Tiap Panel

#### 4.4 Perhitungan Besar Kerugian akibat Harmonik dan *Unbalance*

##### 4.4.1 Mengitung Tarif Dasar Listrik (TDL) AMC

Rumah Sakit Gigi dan Mulut Asri Medical Center (AMC) termasuk kedalam golongan S-3 yaitu Tarif Dasar Listrik Untuk Pelayanan Sosial yang bersifat komersial dengan batas daya diatas 200 kVA. Biaya per-kWH untuk golongan ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu waktu beban puncak (WBP) dan biaya luar beban pundak (LWBP).

##### a. Biaya Waktu Beban Puncak

Waktu beban puncak yang ditetapkan PLN yaitu dari pukul 18:00 – 22:00 (5 jam) setiap harinya.

$$\text{Biaya WBP} = K \times P \times \text{Rp. 735}$$

$$\text{Biaya WBP} = 1.4 \times 1.3 \times \text{Rp. 735}$$

$$\text{Biaya WBP} = \text{Rp. 1.337 per-kWH}$$

b. Biaya Luar Waktu Beban Puncak

Luar waktu beban puncak dari pukul 23:00 – 17:00 (19 jam) setiap harinya.

Biaya LWBP =  $P \times \text{Rp. } 735$

Biaya LWBP =  $1.3 \times \text{Rp. } 735$

Biaya LWBP = Rp. 955 per-kWH

\*K = Faktor perbandingan antara WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban system kelistrikan setempat ( $1.4 \leq K \leq 2$ ) ditetapkan PLN.

P = Faktor pengali pembeda antara S-3 bersifat sosial murni dan S-3 sosial komersial.

P = 1 untuk S-3 sosial murni

P = 1.3 untuk S-3 sosial komersial

#### 4.5 Hasil Perhitungan Kerugian akibat Harmonik dan *Unbalance*

Perhitungan biaya yang harus dikularkan tiap hari, bulan dan tahun dengan pengelompokkan hari kerja yang terbagi menjadi dua, yaitu hari padat kerja (5 hari) dan hari tidak padat kerja (2 hari, termasuk hari libur) akibat rugi-rugi daya yang disebabkan oleh distorsi harmonik dan *Unbalance Load* (ketidak seimbangan beban) yang terbagi berdasarkan tarif biaya WBP dan LWBP sesuai ketentuan PLN.

- Keterangan :
- biaya loses Hari Padat Kerja perbulan = 23 hari dengan pertimbangan satu bulan terdapat 5 minggu (31 hari).
  - biaya loses Hari Tidak Padat Kerja perbulan = 8 hari dengan pertimbangan satu bulan terdapat 5 minggu (31 hari)

	Besar Power Losses (kW)		Besar Power Losses/hari (kWh)		Biaya Akibat Power Losses/hari (kWh)			Biaya Akibat Power Losses/bulan			Biaya Akibat Power Losses/tahun		
	WBP	LWBP	WBP x 5 jam	LWBP x 19 jam	WBP x Rp. 1337	LWBP x Rp. 955	Total	WBP	LWBP	Total	WBP	LWBP	Total
<b>HPK</b>	0.108	0.125	0.539	2.374	Rp. 720	Rp. 2,268	Rp. 2,989	Rp. 16,568	Rp. 52,182	Rp. 68,750	Rp. 187,299	Rp. 589,884	Rp. 777,183
<b>HTPK</b>	0.071	0.112	0.357	2.132	Rp. 477	Rp. 2,037	Rp. 2,514	Rp. 3,816	Rp. 16,298	Rp. 20,115	Rp. 49,620	Rp. 211,885	Rp. 261,506
Total										Rp. 88,865			Rp. 1,038,689

Tabel 4. 71 Biaya Power Losses Akibat Harmonisa dan Unbalance MDP AMC

Keterangan ;

\* HPK = Hari Padat Kerja (Senin – Jum’at)

\* HTPK = Hari Tidak Padat Kerja (Sabtu – Minggu)

#### 4.6 Perhitungan Losses Dalam Keadaan Seimbang dan Sinusoida Sempurna

Keadaan seimbang dan sinusoida sempurna didefinisikan sebagai keadaan dimana penggunaan beban fasa R, S, dan T seimbang yang artinya tidak adanya arus pada N (netral) dan tanpa adanya distorsi harmonik. Losses pada keadaan ini adalah losses dari penghantar. Keadaan seimbang dan sinusoida sempurna memang tidak mungkin terjadi, perhitungan ini sebagai perbandingan untuk mencari power losses murni akibat *unbalance* dan harmonisa.

Untuk mencari *Power Losses* keadaan seimbang dan sinusoida digunakan persamaan berikut :

$$\Delta P = 3 \times I^2 \times R$$

Dimana :  $\Delta P$  = Power Losses dalam keadaan seimbang sinusoida

I = Arus Harmonisa dalam keadaan seimbang pada Fasa R,S,T

R = Hambatan

- Contoh perhitungan Arus harmonisa WBP fundamental keadaan seimbang :

$$I = \frac{I_R + I_S + I_T}{3}$$
$$I = \frac{173 + 160 + 173}{3}$$
$$I = 168.66 \text{ A}$$

- Contoh perhitungan Arus harmonisa LWBP fundamental keadaan seimbang :

$$I = \frac{I_R + I_S + I_T}{3}$$
$$I = \frac{170 + 169 + 203}{3}$$
$$I = 180.33 \text{ A}$$

- Contoh perhitungan *Power Losses* akibat harmonisa murni WBP

$$\begin{aligned}\Delta P \text{ WBP} &= 3 \times I^2 \times R \\ &= 3 \times 168.77^2 \times 0.0012 \\ &= 102.54 \text{ W}\end{aligned}$$

Tanggal Pengukuran	Power Losses				Power Losses murni akibat harmonik & unbalance		Satuan
	Terdistori harmonik & unbalance		Sinusoidal & Seimbang		WBP	LWBP	
	WBP	LWBP	WBP	LWBP			
18 Desember 2018	107.70	124.97	102.54	117.43	5.16	7.55	Watt
22 Desember 2018	71.33	112.22	66.28	105.89	5.06	6.33	Watt

Tabel 4. 72 Nilai *Power Losses* Harmonisa Murni WBP dan LWBP Tiap Panel

	Besar Power Losses (kW)		Besar Power Losses/hari (kWH)		Biaya Akibat Power Losses/hari (kWH)			Biaya Akibat Power Losses/bulan			Biaya Akibat Power Losses/tahun		
	WBP	LWBP	WBP x 5 jam	LWBP x 19 jam	WBP x Rp. 1337	LWBP x Rp. 955	Total	WBP	LWBP	Total	WBP	LWBP	Total
HPK	0.005	0.008	0.026	0.143	Rp. 34	Rp. 136	Rp. 171	Rp. 794	Rp. 3,150	Rp. 3,944	Rp. 8,975	Rp. 35,615	Rp. 44,591
HTPK	0.005	0.006	0.025	0.120	Rp. 33	Rp. 114	Rp. 148	Rp. 270	Rp. 919	Rp. 1,189	Rp. 3,519	Rp. 11,949	Rp. 15,469
Total										Rp. 5,133			RP. 60,060

Tabel 4. 73 Biaya Power Losses Akibat Harmonisa Murni MDP AMC

Keterangan ;

\* HPK = Hari Padat Kerja (Senin – Jum'at)

\* HTPK = Hari Tidak Padat Kerja (Sabtu – Minggu)

## 4.7 Memperbaiki Harmonisa pada *Main Distribution Panel* (MDP) Gedung AMC dengan menggunakan Filter Pasif *Single Tuned*

### 4.7.1 Perancangan Filter Pasif *Single Tuned*

Filter Pasif *Single Tuned* berfungsi sebagai filter yang dapat mengalihkan arus harmonisa pada orde tertentu yang tidak diinginkan atau melebihi batas standar yang telah ditentukan dalam suatu sistem tenaga. Rangkaian Filter Pasif *Single Tuned* ini terdiri dari komponen kapasitor, induktor dan resistor. Filter Pasif *Single Tuned* ini selain dapat mereduksi harmonik, dapat juga memperbaiki kualitas faktor daya karena terdapat kapasitor. Untuk merancang Filter Pasif *Single Tuned* ini terlebih dahulu harus diketahui permasalahan yang ada pada sistem yang diamati. Permasalahan tersebut berupa nilai harmonisa yang melebihi standar yang sudah ditentukan, maka perlu diketahui nilai harmonisa maksimalnya dan pada orde berapa harmonisa tersebut mencapai nilai maksimal. Untuk mencari nilai Filter Pasif *Single Tuned* dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

#### 1. Spesifikasi Resistor :

$$R = \frac{V}{I}$$

$$P = V.I$$

Keterangan :

R	= Kapasitas Resistor	( $\Omega$ )
V	= Tegangan	(V)
I	= Arus Harmonisa Orde ke-3	(A)
P	= Kapasitas Daya Resistor	(W)

## 2. Q Faktor :

$$X_L = X_C = X_n$$

$$Q = \frac{X_n}{R}$$

$$X_n = Q \times R$$

Keterangan :

$X_L$  = Reaktansi Induktif ( $\Omega$ )

$X_C$  = Reaktansi Kapasitif ( $\Omega$ )

Q = Kualitas Filter (30 – 100)

## 3. Spesifikasi Induktor :

$$X_L = \omega L$$

$$L = \frac{X_L}{\omega}$$

Keterangan :

L = Kapasitas Kapasitor Filter (F)

## 4. Spesifikasi Kapasitor :

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$C = \frac{1}{\omega X_C}$$

Keterangan :

C = Kapasitas Induktor Filter (H)

#### 4.7.2 Profil Harmonisa pada Setiap Orde di MDP AMC

Untuk merancang Filter Pasif *Single Tuned* ini terlebih dahulu harus diketahui nilai harmonisa tiap orde yang ada pada sistem yang diamati. Rangkaian Filter Pasif *Single Tuned* akan mereduksi nilai harmonisa tiap orde yang melebihi batas standar IEEE yaitu sebesar 12% untuk orde harmonisa kurang dari sama dengan orde ke-11. Berikut data nilai harmonisa maksimum pada orde 3,5, 7 dan 9.

Orde 3 Maksimum	
Fasa	Harmonisa (%)
Fasa R	21.7
Fasa S	21.8
Fasa T	8.758

Tabel 4. 74 Harmonisa Orde 3 MDP AMC

Orde 5 Maksimum	
Fasa	Harmonisa (%)
Fasa R	8.29
Fasa S	8.36
Fasa T	9.30

Tabel 4. 75 Harmonisa Orde 5 MDP AMC

Orde 7 Maksimum	
Fasa	Harmonisa (%)
Fasa R	9.16
Fasa S	8.78
Fasa T	4.53

Tabel 4. 76 Harmonisa Orde 7 MDP AMC

Orde 9 Maksimum	
Fasa	Harmonisa (%)
Fasa R	4.59
Fasa S	5.12
Fasa T	3.79

Tabel 4. 77 Harmonisa Orde 9 MDP AMC

Dari profil harmonisa tiap orde tersebut, dapat diketahui bahwa harmonisa pada orde ke-3 melebihi batas standar yang sudah ditentukan yaitu 21.7 % pada fasa R, 21.8 % pada fasa S dan 8.758 % pada fasa T.

#### 4.7.3 Menghitung Nilai Filter Pasif *Single Tuned* untuk MDP Gedung AMC

Berdasarkan profil harmonisa tiap orde diatas, maka perlu dicari spesifikasi Filter Pasif *Single Tuned* yang akan digunakan untuk mereduksi harmonisa pada orde ke-3. Berikut perhitungan Filter Pasif *Single Tuned* untuk harmonisa orde ke-3 :

##### 1. Spesifikasi Resistor :

Diketahui nilai maksimum arus harmonisa pada orde ke-3 yaitu 29.4 A.  
Tegangan kerja pada panel yaitu 380 V.

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{380 \text{ V}}{29.4 \text{ A}}$$

$$R = 12.92 \Omega$$

$$P = V \times I$$

$$P = 380 \text{ V} \times 29.4 \text{ A}$$

$$P = 11,172 \text{ Watt}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui, nilai resistor yang digunakan yaitu 12.92  $\Omega$  dan rating daya nya yaitu 11,172 Watt.

## 2. Q Faktor :

Diketahui nilai Q faktor yaitu 30 – 100. Maka nilai yang dipilih yaitu 30.

$$X_L = X_C = X_n$$

$$Q = \frac{X_n}{R}$$

$$X_n = Q \times R$$

$$X_n = 30 \times 12.92 \text{ A}$$

$$X_n = 387.6 \Omega$$

## 3. Spesifikasi Induktor :

Frekuensi *tunning* pada harmonisa orde ke-3 yaitu 150 Hz. Namun agar kerja filter mencapai performa maksimal, diberikan nilai toleransi sehingga frekuensi *tunning* yaitu 145 Hz.

$$X_L = \omega L$$

$$L = \frac{387.6}{2 \times 3.14 \times 145}$$

$$L = \frac{387.6}{2 \times 3.14 \times 145}$$

$$L = 0.425 \text{ H}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui, nilai induktor yang digunakan yaitu 0.425 H dan rating arusnya yaitu 29.4 A.

#### 4. Spesifikasi Kapasitor :

Frekuensi *tunning* pada harmonisa orde ke-3 yaitu 150 Hz. Namun agar kerja filter mencapai performa maksimal, diberikan nilai toleransi sehingga frekuensi *tunning* yaitu 145 Hz.

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$C = \frac{1}{\omega X_C}$$

$$C = \frac{1}{(2 \times 3.14 \times 145)387.6}$$

$$C = 2.833 \times 10^{-6} F$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui, nilai induktor yang digunakan yaitu  $2.833 \times 10^{-6} F$  dan rating tegangannya yaitu 380 Volt.

Maka diperoleh spesifikasi Filter Pasif *Single Tuned* untuk mereduksi harmonisa pada orde ke-3 pada MDP Gedung AMC sebagai berikut :\

Spesifikasi Filter Pasif <i>Single Tuned</i> Orde ke-3	
Keterangan	Ukuran spesifikasi
$X_C = X_L$	387.6 $\Omega$
R	12.92 $\Omega$ (11,172 Watt)
L	0.425 H (29.4 A)
C	$2.833 \times 10^{-6} F$ (380 V)

Pemasangan Filter Pasif *Single Tuned* ini biasanya dipasang berdekatan dengan beban sistem tenaga. Ada tiga teori yang dapat digunakan dalam pemasangan filter, yaitu *Global Compensation* dimana filter dipasang pada panel utama yang mencakup keseluruhan instalasi sistem, *Compensation by sector* dimana filter dipasang pada panel pembagian yang lebih dekat dengan beban, *Compensation of Individual Loads* dimana filter dipasang tepat sebelum beban yang akan direduksi. Pada penelitian ini, metode yang dapat digunakan dalam pemasangan filter yaitu *Global Compensation* dengan jumlah filter terpasang yaitu 3 filter di setiap fasanya.

