

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengukuran Keandalan Sistem

Pada pengukuran keandalan sistem distribusi ini menggunakan beberapa parameter, antara lain frekuensi, tegangan, arus, *THD*, *Unbalance*, daya dan faktor daya. Pengukuran dilakukan pada minggu ke 3 bulan juli 2019, dengan 2 kondisi penggunaan beban, yaitu : saat hari kerja (senin sampai jum'at), dan saat hari libur (sabtu sampai minggu). Dengan rentang waktu antara pukul 15.00 WIB sampai pukul 14.30 WIB. Dibawah ini merupakan hasil pengukuran keandalan sistem distribusi Universitas Aisiyah Yogyakarta, antara lain:

A. Hari Kerja (Selasa Sampai Rabu)

1. Frekuensi

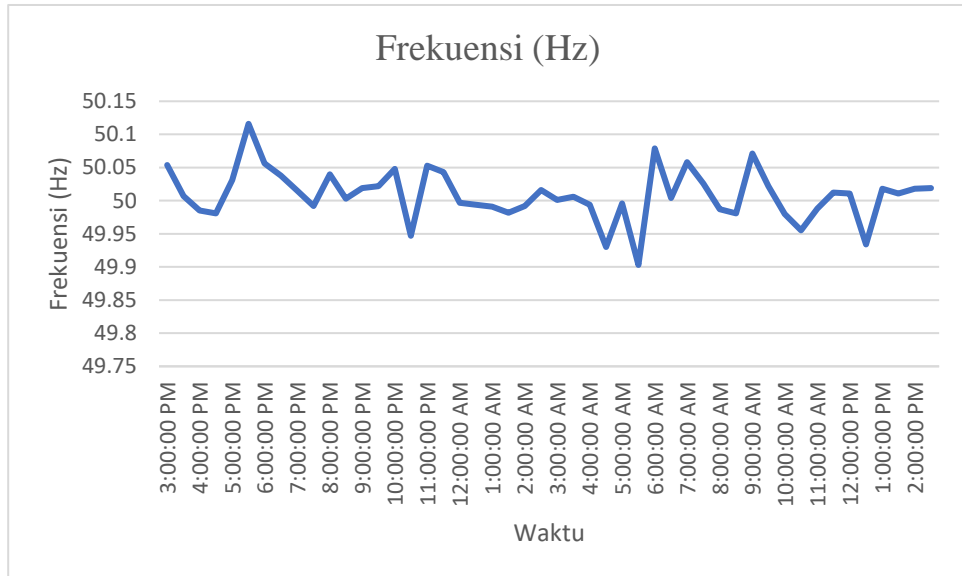
Hasil pengukuran nilai frekuensi pada hari selasa tanggal 16 juli 2019 sampai 17 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.1 Frekuensi Pada Hari Selasa-Rabu

Waktu	Frekuensi Hz
15:00:00	50,054
15:30:00	50,007
16:00:00	49,985
16:30:00	49,981
17:00:00	50,031
17:30:00	50,116
18:00:00	50,056
18:30:00	50,038
19:00:00	50,015
19:30:00	49,992
20:00:00	50,04
20:30:00	50,003
21:00:00	50,019
21:30:00	50,022
22:00:00	50,048
22:30:00	49,947
23:00:00	50,053

Waktu	Frekuensi Hz
23:30:00	50,043
00:00:00	49,997
00:30:00	49,994
01:00:00	49,991
01:30:00	49,982
02:00:00	49,992
02:30:00	50,016
03:00:00	50,001
03:30:00	50,006
04:00:00	49,994
04:30:00	49,93
05:00:00	49,996
05:30:00	49,903
06:00:00	50,079
06:30:00	50,004
07:00:00	50,058
07:30:00	50,026
08:00:00	49,987
08:30:00	49,981
09:00:00	50,071
09:30:00	50,022
10:00:00	49,98
10:30:00	49,955
11:00:00	49,988
11:30:00	50,012
12:00:00	50,011
12:30:00	49,934
13:00:00	50,018
13:30:00	50,011
14:00:00	50,018
14:30:00	50,019

Untuk mempermudah pandangan nilai frekuensi untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.1 Grafik Frekuensi Pada Hari Senin

Pada pengukuran frekuensi menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari Selasa tanggal 16 Juli 2019 sampai 17 Juli 2019 menunjukkan nilai frekuensi minimal sebesar 49,934 Hz dan nilai frekuensi maksimal sebesar 50,079 Hz. Nilai ini masih termasuk dalam toleransi dikarenakan menurut standar peraturan menteri energi dan sumber daya mineral nomor 37 tahun 2008 nilai frekuensi nominal 50 Hz, dan tidak lebih rendah dari 49,5 Hz atau lebih tinggi dari 50,5 Hz.

2. Tegangan

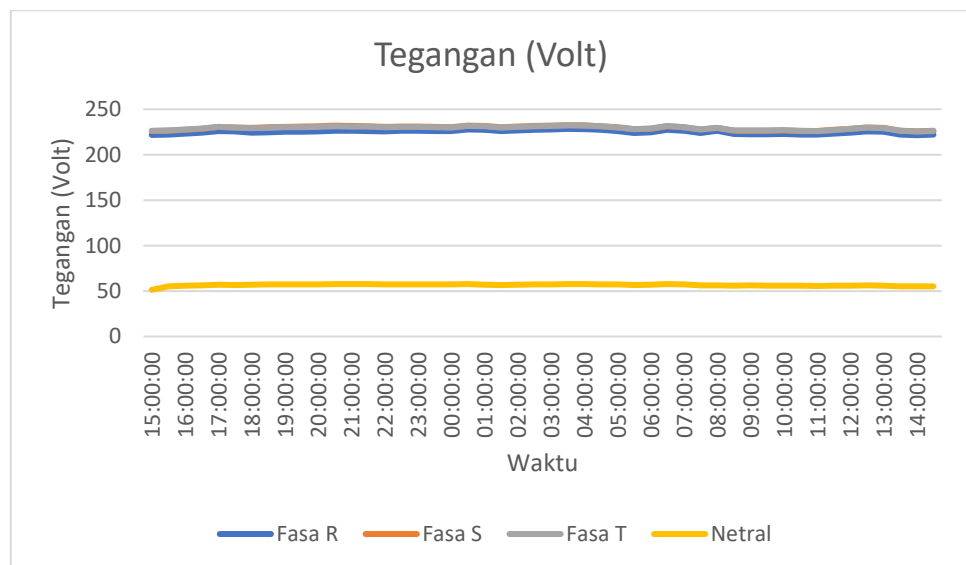
Hasil pengukuran nilai tegangan pada hari selasa tanggal 16 juli 2019 sampai 17 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.2 Tegangan Pada Hari Selasa Sampai Rabu

Waktu	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Netral
15:00:00	221,717	225,931	226,24	51,369
15:30:00	222,283	226,405	226,66	55,249
16:00:00	223,191	227,298	227,645	55,847
16:30:00	224,195	228,6	228,773	56,297
17:00:00	226,019	230,448	230,641	56,836
17:30:00	225,63	229,775	229,888	56,741
18:00:00	224,3	229,407	229,144	56,878
18:30:00	224,651	230,249	229,607	57,165
19:00:00	225,179	230,711	230,08	57,322
19:30:00	225,253	230,844	230,206	57,356
20:00:00	225,686	231,199	230,524	57,452
20:30:00	226,48	231,99	231,345	57,653
21:00:00	226,184	231,608	231,098	57,623
21:30:00	226,17	231,386	230,916	57,536
22:00:00	225,59	230,438	230,139	57,327
22:30:00	226,238	230,967	230,695	57,365
23:00:00	226,302	230,898	230,534	57,379
23:30:00	226,106	230,645	230,305	57,337
00:00:00	225,847	230,252	229,964	57,189
00:30:00	227,607	231,998	231,66	57,546
01:00:00	227,372	231,721	231,365	57,133
01:30:00	225,926	230,136	229,821	56,717
02:00:00	226,759	230,866	230,615	57,018
02:30:00	227,531	231,648	231,431	57,329
03:00:00	227,813	231,881	231,787	57,379
03:30:00	228,387	232,432	232,342	57,559
04:00:00	228,158	232,237	232,154	57,567
04:30:00	227,353	231,405	231,329	57,349
05:00:00	225,951	230,08	230,017	57,213
05:30:00	223,786	227,94	227,991	56,754
06:00:00	224,518	228,312	228,673	56,984
06:30:00	227,501	231,381	231,523	57,65
07:00:00	226,429	230,251	230,324	57,239

Waktu	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Netral
07:30:00	224,01	227,613	227,661	56,329
08:00:00	226,255	229,63	229,612	56,399
08:30:00	222,72	226,349	226,543	55,8
09:00:00	222,643	226,282	226,87	56,092
09:30:00	222,487	226,282	226,575	56,048
10:00:00	222,997	226,611	227,173	56,072
10:30:00	222,234	226,002	226,362	55,781
11:00:00	222,078	225,948	225,952	55,681
11:30:00	223,228	227,314	227,234	55,936
12:00:00	224,388	228,6	228,512	56,076
12:30:00	225,702	229,993	229,822	56,174
13:00:00	225,251	229,475	229,253	55,98
13:30:00	222,271	226,383	226,295	55,195
14:00:00	221,455	225,742	225,56	55,035
14:30:00	222,044	226,378	226,127	55,135

Untuk mempermudah pandangan nilai tegangan untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.2 Grafik Tegangan Pada Hari Selasa Sampai Rabu

Pada pengukuran tegangan menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari Selasa tanggal 16 Juli 2019 sampai 17 Juli 2019 menunjukkan nilai tegangan minimal fasa R dengan Netral sebesar 221,455 V dan nilai maksimalnya sebesar 228,387 V. Sedangkan nilai tegangan minimal fasa S dengan Netral sebesar 225,742 V dan nilai maksimalnya sebesar 232,432 V. Serta nilai tegangan minimal fasa T dengan Netral sebesar 225,56 V dan nilai maksimalnya sebesar 232,342 V. Nilai ini masih termasuk dalam toleransi dikarenakan menurut Peraturan Menteri ESDM Nomor 4 Tahun 2009 tentang Aturan Distribusi Tenaga Listrik. Batasan Titik Sambung untuk Tegangan antar fasa yaitu 400 V Volt sedangkan tegangan fasa dengan netral yaitu 230 V merupakan tegangan nominal 400V antar fase dan 230 V fase ke netral. Dengan Batas +5% maksimal antar fasa yaitu 420 Volt sedangkan fasa dengan netral yaitu 241,5 V tegangan minimal -10% antar fasa yaitu 360 Volt sedangkan fasa dengan netral yaitu 207 Volt.

3. Total Harmonic Distortion Tegangan

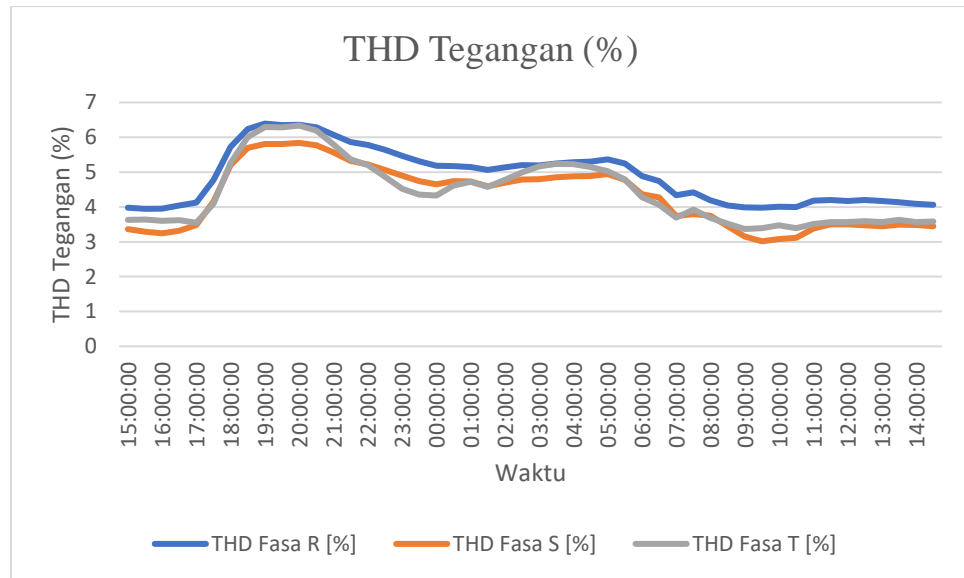
Hasil pengukuran nilai *THD* tegangan pada hari Selasa tanggal 16 Juli 2019 sampai 17 Juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.3 *THD* Tegangan Pada Hari Selasa Sampai Rabu

Waktu	THD Fasa R [%]	THD Fasa S [%]	THD Fasa T [%]
15:00:00	3,98	3,36	3,633
15:30:00	3,948	3,294	3,643
16:00:00	3,953	3,247	3,601
16:30:00	4,041	3,317	3,619
17:00:00	4,13	3,485	3,549
17:30:00	4,777	4,165	4,101
18:00:00	5,722	5,201	5,267
18:30:00	6,241	5,694	6,012
19:00:00	6,393	5,804	6,296
19:30:00	6,353	5,804	6,289
20:00:00	6,356	5,84	6,337
20:30:00	6,283	5,772	6,19
21:00:00	6,073	5,573	5,803

Waktu	THD Fasa R [%]	THD Fasa S [%]	THD Fasa T [%]
21:30:00	5,859	5,323	5,369
22:00:00	5,782	5,216	5,205
22:30:00	5,641	5,06	4,867
23:00:00	5,465	4,902	4,525
23:30:00	5,312	4,742	4,356
00:00:00	5,183	4,647	4,328
00:30:00	5,17	4,741	4,614
01:00:00	5,148	4,736	4,725
01:30:00	5,067	4,595	4,58
02:00:00	5,136	4,694	4,78
02:30:00	5,199	4,786	4,988
03:00:00	5,194	4,801	5,164
03:30:00	5,251	4,857	5,241
04:00:00	5,288	4,88	5,225
04:30:00	5,304	4,892	5,149
05:00:00	5,364	4,943	5,031
05:30:00	5,244	4,777	4,788
06:00:00	4,889	4,364	4,286
06:30:00	4,738	4,271	4,061
07:00:00	4,339	3,739	3,693
07:30:00	4,421	3,8	3,922
08:00:00	4,191	3,748	3,688
08:30:00	4,048	3,449	3,519
09:00:00	3,992	3,157	3,369
09:30:00	3,984	3,016	3,39
10:00:00	4,004	3,076	3,472
10:30:00	3,996	3,117	3,392
11:00:00	4,18	3,384	3,509
11:30:00	4,197	3,503	3,563
12:00:00	4,169	3,501	3,565
12:30:00	4,198	3,476	3,59
13:00:00	4,173	3,45	3,569
13:30:00	4,139	3,49	3,629
14:00:00	4,09	3,485	3,567
14:30:00	4,065	3,448	3,585

Untuk mempermudah pandangan nilai *THD* tegangan untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.3 Grafik *THD* Tegangan Pada Hari Selasa Sampai Rabu

Pada pengukuran *THD* tegangan menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari Selasa tanggal 16 Juli 2019 sampai 17 Juli 2019 menunjukkan nilai *THD* tegangan minimal fasa R sebesar 3,948 % dan nilai maksimalnya sebesar 6,393 %. Sedangkan nilai *THD* tegangan minimal fasa S sebesar 3,369 % dan nilai maksimalnya sebesar 5,84 %. Serta nilai *THD* tegangan minimal fasa T sebesar 2,218 % dan nilai maksimalnya sebesar 6,337 %. Nilai ini tidak sesuai standar dikarenakan menurut standar IEEE 519-1992 pada dijelaskan bahwa batas *Total Harmonik Distortion* tegangan untuk suplay tegangan ≤ 69 kV nilai *THD* dikatakan baik apabila hasil pengukuran $\leq 5\%$.

4. Ketidakseimbangan tegangan

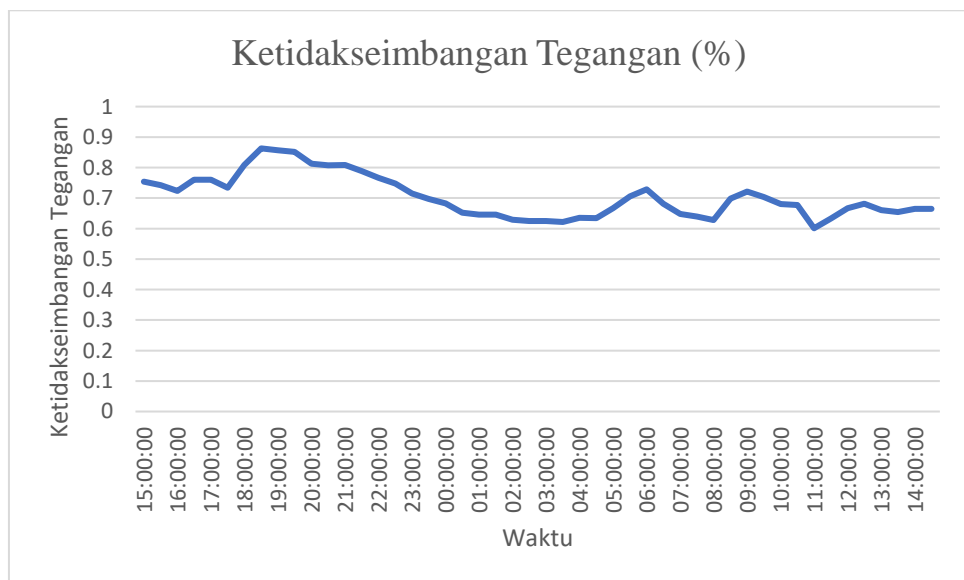
Hasil pengukuran nilai ketidakseimbangan tegangan pada hari selasa tanggal 16 juli 2019 sampai 17 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.4 Ketidakseimbangan Tegangan Pada Hari Selasa Sampai Rabu

Waktu	<i>Unbalanced Voltage [%]</i>
15:00:00	0,754
15:30:00	0,742
16:00:00	0,723
16:30:00	0,76
17:00:00	0,76
17:30:00	0,734
18:00:00	0,808
18:30:00	0,863
19:00:00	0,857
19:30:00	0,852
20:00:00	0,813
20:30:00	0,807
21:00:00	0,809
21:30:00	0,789
22:00:00	0,767
22:30:00	0,748
23:00:00	0,715
23:30:00	0,697
00:00:00	0,683
00:30:00	0,652
01:00:00	0,646
01:30:00	0,646
02:00:00	0,629
02:30:00	0,625
03:00:00	0,625
03:30:00	0,622
04:00:00	0,635
04:30:00	0,634
05:00:00	0,667
05:30:00	0,706
06:00:00	0,729
06:30:00	0,681
07:00:00	0,648

Waktu	<i>Unbalanced Voltage</i> [%]
07:30:00	0,639
08:00:00	0,628
08:30:00	0,698
09:00:00	0,721
09:30:00	0,704
10:00:00	0,68
10:30:00	0,677
11:00:00	0,601
11:30:00	0,633
12:00:00	0,667
12:30:00	0,682
13:00:00	0,661
13:30:00	0,654
14:00:00	0,665
14:30:00	0,665

Untuk mempermudah pandangan nilai ketidakseimbangan tegangan untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.4 Grafik Ketidakseimbangan Tegangan Pada Hari Selasa Sampai Rabu

Pada pengukuran ketidakseimbangan tegangan menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari Selasa tanggal 16 Juli 2019 sampai 17 Juli 2019 menunjukkan nilai ketidakseimbangan tegangan minimal sebesar 0,601 % dan nilai frekuensi maksimal sebesar 0,863 %. Nilai ini masih termasuk dalam toleransi dikarenakan menurut standar ANSI C84.1 – 1995 ketidakseimbangan tegangan sistem tidak boleh melebihi 3% pada saat tidak dibebani, dan maksimal 6 % untuk sistem yang dibebani.

5. Arus

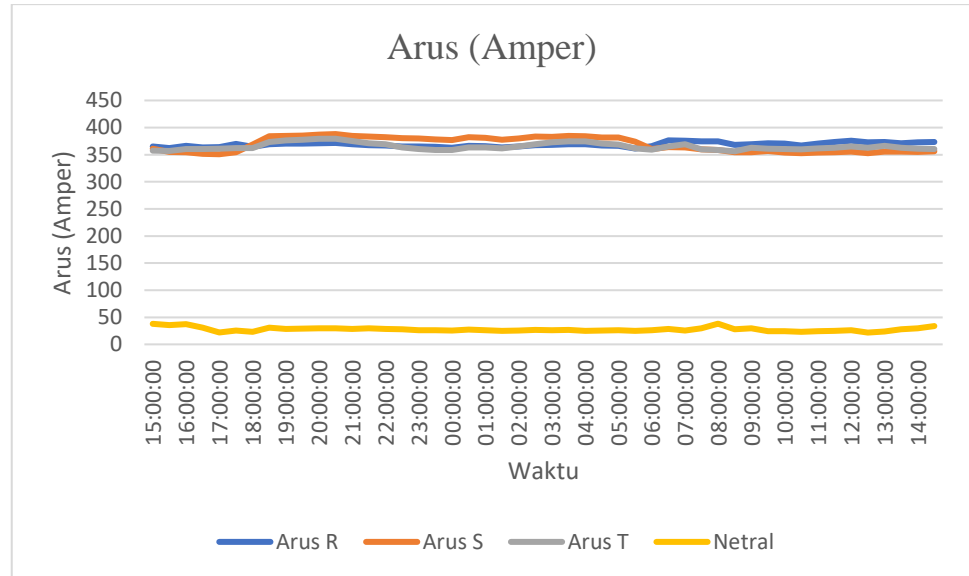
Hasil pengukuran nilai arus pada hari Selasa tanggal 16 Juli 2019 sampai 17 Juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.5 Arus Pada Hari Selasa Sampai Rabu

Waktu	Arus R	Arus S	Arus T	Netral
15:00:00	365,23	361,04	357,51	37,83
15:30:00	361,98	355,36	357	35,82
16:00:00	366,44	354,24	360,38	37,54
16:30:00	363,08	351,51	360,1	30,74
17:00:00	363,97	350,82	360,95	22,13
17:30:00	369,63	354,3	362,22	25,53
18:00:00	364,32	368,43	362,46	23,03
18:30:00	369,2	384,24	373,59	30,72
19:00:00	370,16	384,5	376,24	28,56
19:30:00	370,61	385,25	377,63	28,89
20:00:00	370,92	387,07	379,3	29,71
20:30:00	371,63	388	379,37	29,82
21:00:00	369,28	384,71	375,35	28,6
21:30:00	367,37	383,52	371,2	29,57
22:00:00	367,17	382,29	369,44	28,29
22:30:00	365,24	380,58	363,14	28,04
23:00:00	365,31	379,78	360,47	25,86
23:30:00	364,36	378,22	358,9	26,13
00:00:00	363,01	377,2	358,56	25,58
00:30:00	366,34	382,14	363,38	27,32
01:00:00	365,42	380,98	363,31	26,37
01:30:00	363,62	377,32	361,38	24,92
02:00:00	364,89	380,07	365,05	25,59

Waktu	Arus R	Arus S	Arus T	Netral
02:30:00	367,63	383,31	369,42	26,51
03:00:00	368,15	382,93	373,02	26,08
03:30:00	369,03	384,81	374,58	26,81
04:00:00	369,31	383,83	374,31	25,03
04:30:00	366,74	381,55	370,6	25,65
05:00:00	366,14	381,51	368,64	26,23
05:30:00	361,33	374,23	361,29	25,13
06:00:00	365,62	360,41	359,16	25,86
06:30:00	376,38	364,22	365,01	28,6
07:00:00	375,96	363,46	369,35	25,54
07:30:00	374,7	359,51	359,77	29,68
08:00:00	374,52	358,45	358,78	38,16
08:30:00	368,24	354,46	356,22	27,79
09:00:00	369,17	354,53	362,99	29,56
09:30:00	371,12	356,86	360,72	24,08
10:00:00	370,47	353,69	360,28	24,26
10:30:00	367,02	352,63	360,09	23,16
11:00:00	370,36	354,15	361,38	24,11
11:30:00	373,35	354,65	363,05	24,69
12:00:00	375,48	355,58	365,07	25,91
12:30:00	372,6	352,91	363,05	21,75
13:00:00	373,17	355,49	366,17	23,47
13:30:00	371,19	355,43	362,55	27,95
14:00:00	373,05	355,37	360,89	29,65
14:30:00	373,61	355,98	360,13	33,58

Untuk mempermudah pandangan nilai arus untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.5 Grafik Arus Pada Hari Selasa Sampai Rabu

6. Total Harmonic Distortion Arus

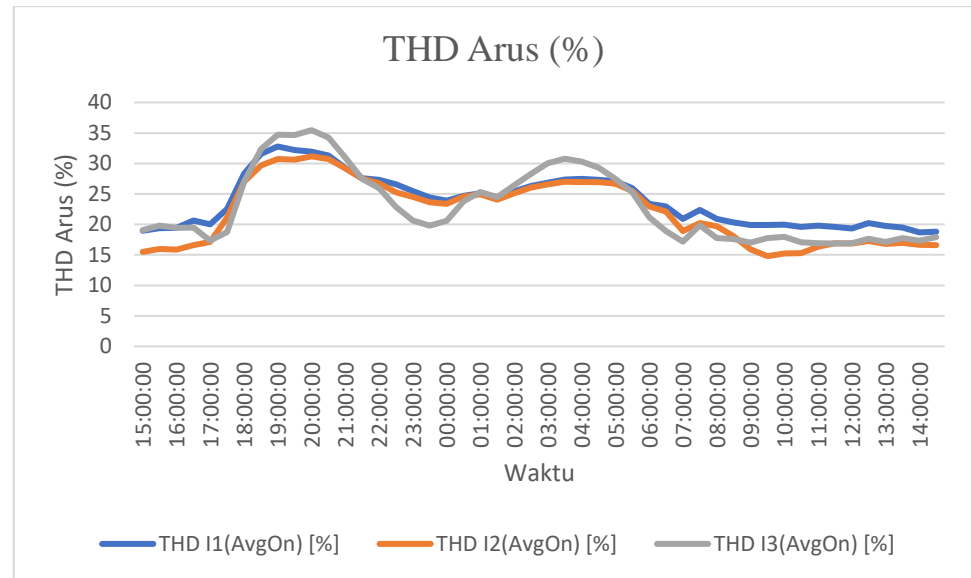
Hasil pengukuran nilai *THD* arus pada hari selasa tanggal 16 juli 2019 sampai 17 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.6 *THD* Arus Pada Hari Selasa Sampai Rabu

Waktu	THD I1(AvgOn) [%]	THD I2(AvgOn) [%]	THD I3(AvgOn) [%]
15:00:00	18,96	15,52	19,07
15:30:00	19,39	15,95	19,82
16:00:00	19,46	15,86	19,46
16:30:00	20,64	16,6	19,5
17:00:00	20,02	17,11	17,31
17:30:00	22,51	21,09	18,77
18:00:00	28,29	27,02	26,96
18:30:00	31,55	29,68	32,36
19:00:00	32,78	30,71	34,73
19:30:00	32,2	30,64	34,67
20:00:00	31,93	31,16	35,46
20:30:00	31,3	30,7	34,22

Waktu	THD I1(AvgOn) [%]	THD I2(AvgOn) [%]	THD I3(AvgOn) [%]
21:00:00	29,26	29,22	30,98
21:30:00	27,56	27,5	27,48
22:00:00	27,33	26,75	25,96
22:30:00	26,58	25,27	22,85
23:00:00	25,46	24,52	20,62
23:30:00	24,43	23,63	19,8
00:00:00	23,91	23,38	20,58
00:30:00	24,68	24,56	23,77
01:00:00	25,08	24,95	25,34
01:30:00	24,49	24,04	24,48
02:00:00	25,44	25,11	26,4
02:30:00	26,33	26,05	28,3
03:00:00	26,85	26,57	30,06
03:30:00	27,38	26,98	30,76
04:00:00	27,47	26,96	30,29
04:30:00	27,33	26,93	29,28
05:00:00	27,1	26,68	27,49
05:30:00	25,96	25,49	25,24
06:00:00	23,37	22,97	21,15
06:30:00	22,97	22,1	18,92
07:00:00	20,88	18,89	17,19
07:30:00	22,39	20,23	19,88
08:00:00	20,89	19,68	17,75
08:30:00	20,33	18,05	17,62
09:00:00	19,91	15,94	17,03
09:30:00	19,92	14,8	17,76
10:00:00	19,95	15,26	17,97
10:30:00	19,58	15,29	17,05
11:00:00	19,81	16,35	16,92
11:30:00	19,57	16,91	16,87
12:00:00	19,34	16,86	16,94
12:30:00	20,22	17,29	17,67
13:00:00	19,77	16,83	17,12
13:30:00	19,49	16,99	17,73
14:00:00	18,69	16,63	17,34
14:30:00	18,81	16,6	17,89

Untuk mempermudah pandangan nilai *THD* arus untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.6 Grafik *THD* Arus Pada Hari Selasa Sampai Rabu

Pada pengukuran *THD* arus menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari Selasa tanggal 16 Juli 2019 sampai 17 Juli 2019 menunjukkan nilai *THD* arus minimal fasa R sebesar 18,69 % dan nilai maksimalnya sebesar 32,78 %. Sedangkan nilai *THD* arus minimal fasa S sebesar 14,8 % dan nilai maksimalnya sebesar 31,16 %. Serta nilai *THD* arus minimal fasa T sebesar 16,87 % dan nilai maksimalnya sebesar 35,46 %. Nilai *THD* arus fasa R, fasa S dan fasa T tergolong tidak baik atau sistem kurang andal dikarenakan menurut standar IEEE 519-1992 untuk suplay tegangan ≤ 69 kV dengan arus pada range 100 s/d 1000 Ampere nilai *THD* dikatakan baik apabila hasil pengukurannya $\leq 15\%$.

7. Ketidakseimbangan arus

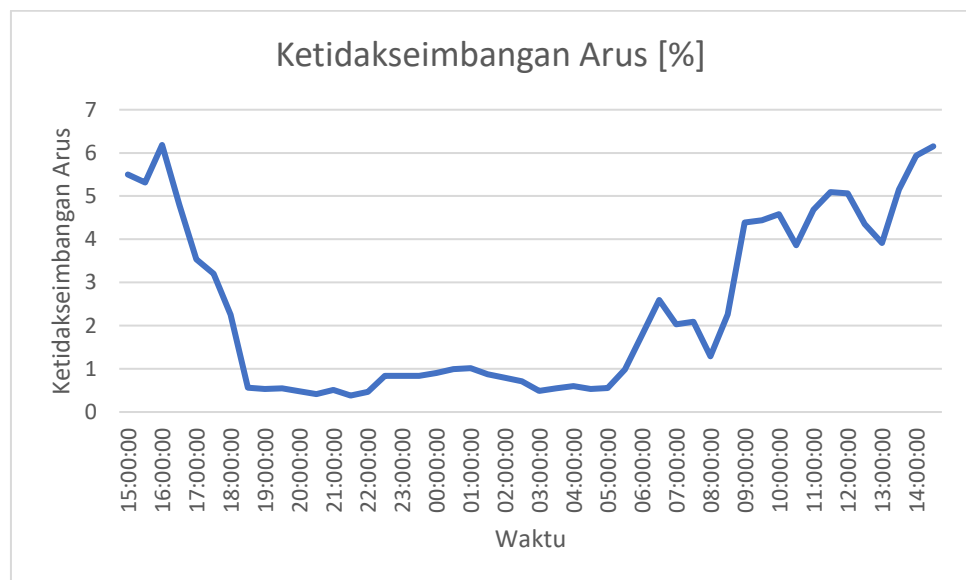
Hasil pengukuran nilai ketidakseimbangan arus pada hari selasa tanggal 16 juli 2019 sampai 17 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.7 Ketidakseimbangan Arus Pada Hari Selasa Sampai Rabu

Waktu	<i>Unbalanced Current [%]</i>
15:00:00	5,499
15:30:00	5,318
16:00:00	6,184
16:30:00	4,794
17:00:00	3,533
17:30:00	3,2
18:00:00	2,254
18:30:00	0,561
19:00:00	0,53
19:30:00	0,55
20:00:00	0,484
20:30:00	0,415
21:00:00	0,511
21:30:00	0,381
22:00:00	0,47
22:30:00	0,838
23:00:00	0,838
23:30:00	0,839
00:00:00	0,901
00:30:00	0,995
01:00:00	1,017
01:30:00	0,872
02:00:00	0,79
02:30:00	0,709
03:00:00	0,488
03:30:00	0,551
04:00:00	0,599
04:30:00	0,532
05:00:00	0,554
05:30:00	0,987
06:00:00	1,775
06:30:00	2,592
07:00:00	2,029

Waktu	<i>Unbalanced Current [%]</i>
07:30:00	2,09
08:00:00	1,289
08:30:00	2,259
09:00:00	4,389
09:30:00	4,439
10:00:00	4,581
10:30:00	3,86
11:00:00	4,686
11:30:00	5,092
12:00:00	5,063
12:30:00	4,348
13:00:00	3,916
13:30:00	5,155
14:00:00	5,939
14:30:00	6,154

Untuk mempermudah pandangan nilai ketidakseimbangan arus untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.7 Grafik Ketidakseimbangan Arus Pada Hari Selasa Sampai Rabu

Pada pengukuran ketidakseimbangan arus menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari Selasa tanggal 16 Juli 2019 sampai 17 Juli 2019 menunjukkan nilai ketidakseimbangan arus minimal sebesar 0,381 % dan nilai frekuensi maksimal sebesar 6,184 %. Nilai ini masih termasuk dalam toleransi dikarenakan menurut Standar ANSI C84,1-1995 ketidak-seimbangan arus dapat dikatakan baik apabila nilainya ≤ 20 %.

8. Daya Aktif

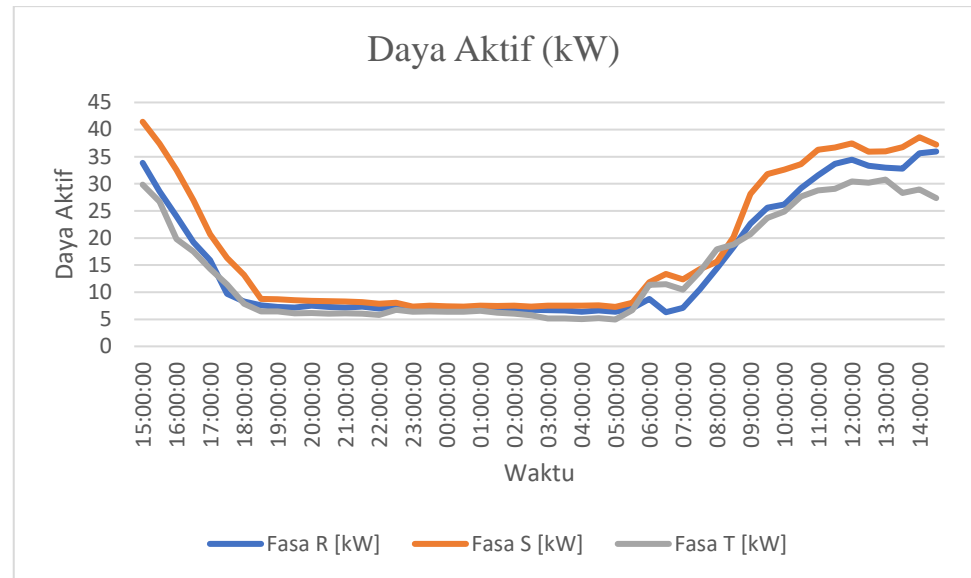
Hasil pengukuran nilai Daya Aktif pada hari Selasa tanggal 16 Juli 2019 sampai 17 Juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.8 daya aktif Pada Hari Selasa Sampai Rabu

Waktu	Fasa R [kW]	Fasa S [kW]	Fasa T [kW]
15:00:00	33,86	41,44	29,83
15:30:00	28,57	37,4	26,72
16:00:00	23,97	32,56	19,8
16:30:00	19,22	26,97	17,47
17:00:00	15,89	20,67	14,32
17:30:00	9,67	16,33	11,43
18:00:00	8,27	13,16	7,87
18:30:00	7,55	8,76	6,44
19:00:00	7,25	8,7	6,47
19:30:00	7,17	8,49	6,08
20:00:00	7,49	8,41	6,16
20:30:00	7,3	8,31	6,01
21:00:00	7,17	8,27	6,08
21:30:00	7,35	8,16	6,02
22:00:00	7	7,87	5,77
22:30:00	7,34	8,04	6,77
23:00:00	6,6	7,36	6,36
23:30:00	6,74	7,53	6,47
00:00:00	6,63	7,42	6,4
00:30:00	6,7	7,31	6,36
01:00:00	6,81	7,53	6,58
01:30:00	6,6	7,48	6,24
02:00:00	6,76	7,54	6,01
02:30:00	6,73	7,36	5,75

Waktu	Fasa R [kW]	Fasa S [kW]	Fasa T [kW]
03:00:00	6,69	7,51	5,12
03:30:00	6,65	7,49	5,16
04:00:00	6,36	7,53	5,01
04:30:00	6,63	7,58	5,21
05:00:00	6,41	7,28	4,95
05:30:00	7,03	8,03	6,67
06:00:00	8,73	11,8	11,35
06:30:00	6,3	13,34	11,46
07:00:00	7,1	12,34	10,46
07:30:00	10,51	14,27	13,78
08:00:00	14,39	15,61	17,92
08:30:00	18,3	20,14	18,82
09:00:00	22,66	28,12	20,67
09:30:00	25,59	31,81	23,71
10:00:00	26,19	32,62	24,9
10:30:00	29,18	33,62	27,64
11:00:00	31,57	36,29	28,75
11:30:00	33,68	36,7	29,09
12:00:00	34,44	37,45	30,41
12:30:00	33,35	35,91	30,17
13:00:00	32,97	35,98	30,77
13:30:00	32,77	36,76	28,33
14:00:00	35,65	38,59	28,96
14:30:00	35,95	37,23	27,38

Untuk mempermudah pandangan nilai Daya Aktif untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.8 Grafik Daya Aktif Pada Hari Selasa Sampai Rabu

9. Daya Reaktif

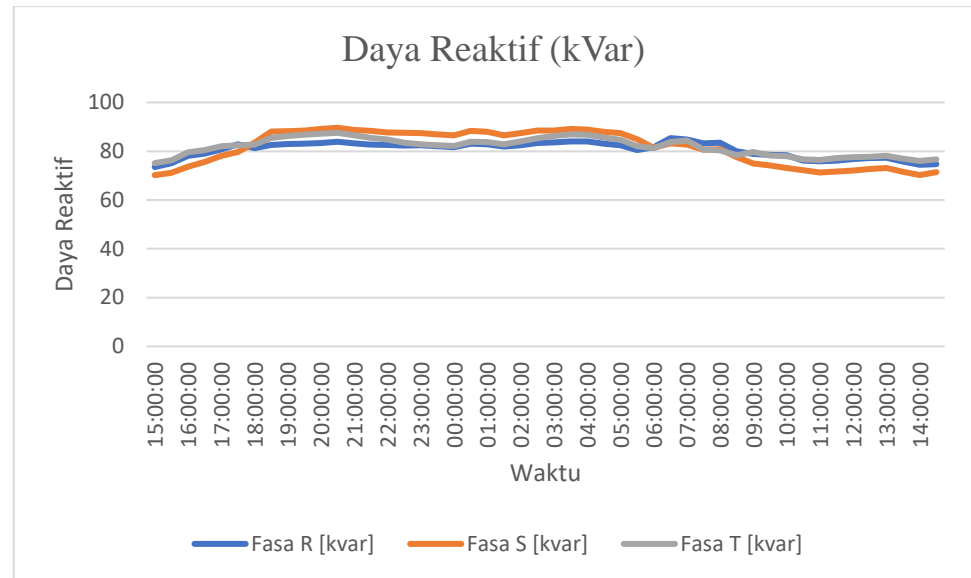
Hasil pengukuran nilai Daya Reaktif pada hari selasa tanggal 16 juli 2019 sampai 17 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.9 daya reaktif Pada Hari Selasa Sampai Rabu

Waktu	Fasa R [kvar]	Fasa S [kvar]	Fasa T [kvar]
15:00:00	73,52	70,2	75,15
15:30:00	75,13	71,12	76,26
16:00:00	78,18	73,61	79,58
16:30:00	79,07	75,6	80,48
17:00:00	80,68	78,14	82
17:30:00	82,81	79,73	82,48
18:00:00	81,29	83,45	82,67
18:30:00	82,59	88,03	85,53
19:00:00	83,03	88,27	86,32
19:30:00	83,17	88,52	86,72
20:00:00	83,37	89,09	87,22
20:30:00	83,85	89,62	87,56
21:00:00	83,21	88,71	86,53

Waktu	Fasa R [kvar]	Fasa S [kvar]	Fasa T [kvar]
21:30:00	82,76	88,36	85,5
22:00:00	82,53	87,74	84,83
22:30:00	82,3	87,53	83,49
23:00:00	82,4	87,38	82,86
23:30:00	82,11	86,9	82,4
00:00:00	81,71	86,53	82,21
00:30:00	83,11	88,35	83,94
01:00:00	82,8	87,96	83,8
01:30:00	81,88	86,51	82,82
02:00:00	82,46	87,42	83,97
02:30:00	83,37	88,48	85,3
03:00:00	83,6	88,47	86,31
03:30:00	84,02	89,13	86,88
04:00:00	84,02	88,82	86,75
04:30:00	83,11	87,96	85,57
05:00:00	82,48	87,47	84,65
05:30:00	80,54	84,91	82,05
06:00:00	81,6	81,41	81,32
06:30:00	85,38	83,2	83,72
07:00:00	84,82	82,76	84,41
07:30:00	83,26	80,56	80,72
08:00:00	83,48	80,81	80,38
08:30:00	79,92	77,61	78,44
09:00:00	78,97	75,01	79,67
09:30:00	78,47	74,2	78,19
10:00:00	78,33	73,17	77,95
10:30:00	76,13	72,23	76,66
11:00:00	75,93	71,28	76,4
11:30:00	76,21	71,73	77,17
12:00:00	76,86	72,09	77,63
12:30:00	77,18	72,75	77,76
13:00:00	77,3	73,16	78,07
13:30:00	75,7	71,51	76,97
14:00:00	74,5	70,3	76,04
14:30:00	74,7	71,41	76,65

Untuk mempermudah pandangan nilai Daya Reaktif untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.9 Grafik Daya Reaktif Pada Hari Selasa Sampai Rabu

10. Daya Semu

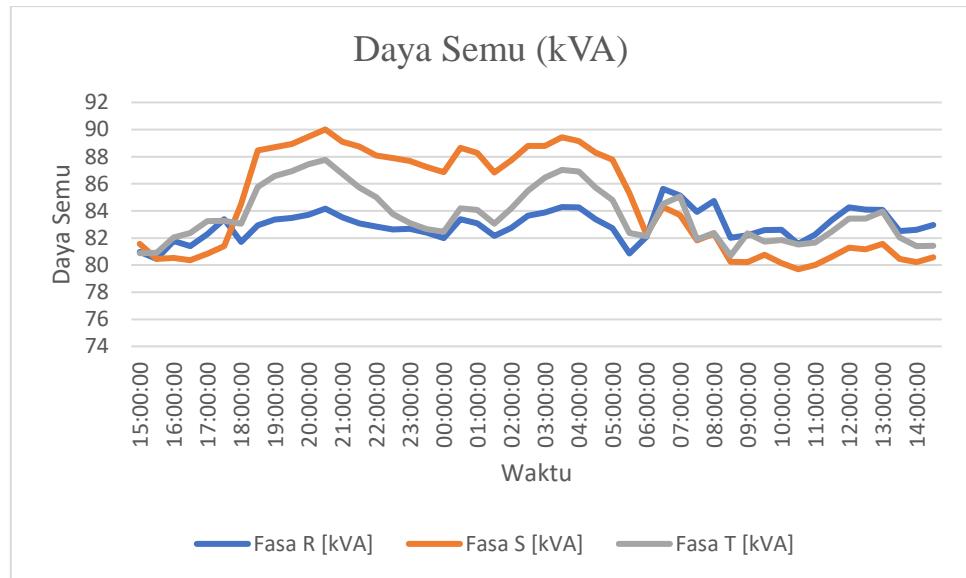
Hasil pengukuran nilai Daya Semu pada hari Selasa tanggal 16 juli 2019 sampai 17 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.10 Daya Semu Pada Hari Selasa Sampai Rabu

Waktu	Fasa R [kVA]	Fasa S [kVA]	Fasa T [kVA]
15:00:00	80,976	81,56	80,881
15:30:00	80,458	80,45	80,913
16:00:00	81,786	80,52	82,038
16:30:00	81,399	80,35	82,377
17:00:00	82,263	80,84	83,25
17:30:00	83,392	81,41	83,267
18:00:00	81,709	84,51	83,05
18:30:00	82,941	88,47	85,779
19:00:00	83,352	88,71	86,564
19:30:00	83,48	88,93	86,932
20:00:00	83,711	89,49	87,438
20:30:00	84,166	90,01	87,764

Waktu	Fasa R [kVA]	Fasa S [kVA]	Fasa T [kVA]
21:00:00	83,525	89,1	86,74
21:30:00	83,087	88,74	85,716
22:00:00	82,829	88,09	85,023
22:30:00	82,631	87,9	83,769
23:00:00	82,671	87,69	83,101
23:30:00	82,384	87,23	82,657
00:00:00	81,984	86,85	82,456
00:30:00	83,382	88,66	84,18
01:00:00	83,086	88,28	84,058
01:30:00	82,151	86,83	83,053
02:00:00	82,74	87,74	84,186
02:30:00	83,647	88,79	85,495
03:00:00	83,868	88,79	86,462
03:30:00	84,282	89,44	87,03
04:00:00	84,26	89,14	86,897
04:30:00	83,379	88,29	85,73
05:00:00	82,729	87,78	84,793
05:30:00	80,86	85,3	82,367
06:00:00	82,08	82,27	82,124
06:30:00	85,624	84,27	84,506
07:00:00	85,126	83,69	85,069
07:30:00	83,936	81,83	81,901
08:00:00	84,736	82,31	82,379
08:30:00	82,014	80,23	80,698
09:00:00	82,191	80,22	82,346
09:30:00	82,569	80,75	81,728
10:00:00	82,613	80,15	81,845
10:30:00	81,562	79,69	81,508
11:00:00	82,247	80,01	81,651
11:30:00	83,339	80,61	82,495
12:00:00	84,251	81,28	83,419
12:30:00	84,095	81,16	83,434
13:00:00	84,057	81,57	83,944
13:30:00	82,503	80,46	82,042
14:00:00	82,612	80,22	81,398
14:30:00	82,954	80,58	81,431

Untuk mempermudah pandangan nilai Daya Semu untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.10 Grafik Daya Semu Pada Hari Selasa Sampai Rabu

11. Faktor Daya

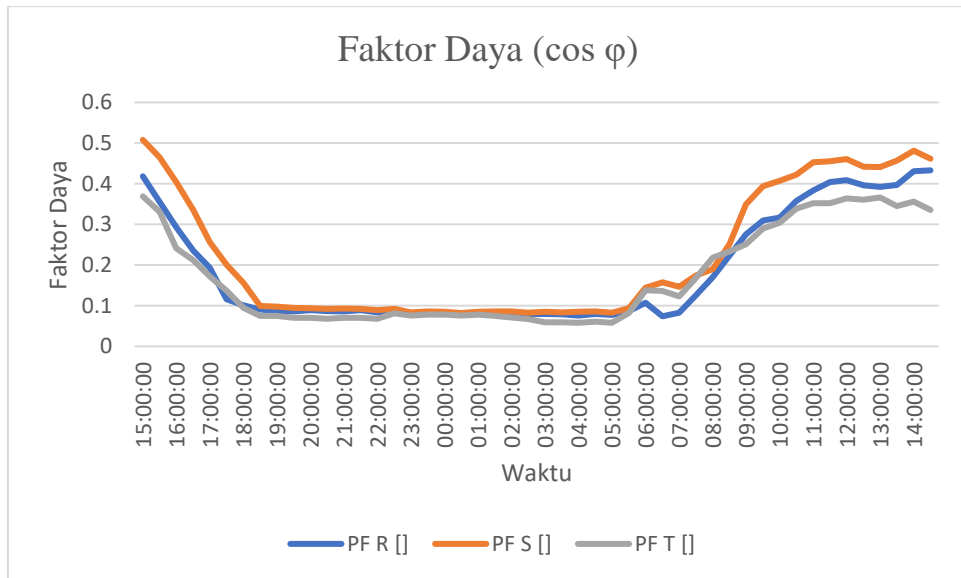
Hasil pengukuran Faktor daya pada hari selasa tanggal 16 juli 2019 sampai 17 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.11 faktor daya Pada Hari Selasa Sampai Rabu

Waktu	PF R []	PF S []	PF T []
15:00:00	0,418	0,508	0,369
15:30:00	0,355	0,465	0,331
16:00:00	0,293	0,404	0,241
16:30:00	0,236	0,336	0,212
17:00:00	0,193	0,256	0,172
17:30:00	0,116	0,201	0,137
18:00:00	0,101	0,156	0,095
18:30:00	0,091	0,099	0,075
19:00:00	0,087	0,098	0,075
19:30:00	0,086	0,095	0,07
20:00:00	0,089	0,094	0,07
20:30:00	0,087	0,092	0,068
21:00:00	0,086	0,093	0,07
21:30:00	0,089	0,092	0,07

Waktu	PF R []	PF S []	PF T []
22:00:00	0,084	0,089	0,068
22:30:00	0,089	0,092	0,081
23:00:00	0,08	0,084	0,076
23:30:00	0,082	0,086	0,078
00:00:00	0,081	0,085	0,078
00:30:00	0,08	0,082	0,076
01:00:00	0,082	0,085	0,078
01:30:00	0,08	0,086	0,075
02:00:00	0,082	0,086	0,071
02:30:00	0,08	0,083	0,067
03:00:00	0,08	0,085	0,059
03:30:00	0,079	0,084	0,059
04:00:00	0,076	0,085	0,058
04:30:00	0,08	0,086	0,061
05:00:00	0,077	0,083	0,058
05:30:00	0,087	0,094	0,082
06:00:00	0,107	0,144	0,138
06:30:00	0,074	0,158	0,136
07:00:00	0,083	0,147	0,123
07:30:00	0,125	0,174	0,168
08:00:00	0,17	0,19	0,218
08:30:00	0,223	0,251	0,233
09:00:00	0,276	0,35	0,251
09:30:00	0,31	0,394	0,29
10:00:00	0,317	0,407	0,304
10:30:00	0,358	0,422	0,339
11:00:00	0,384	0,453	0,352
11:30:00	0,404	0,455	0,352
12:00:00	0,409	0,461	0,364
12:30:00	0,396	0,442	0,361
13:00:00	0,392	0,441	0,366
13:30:00	0,397	0,457	0,345
14:00:00	0,431	0,481	0,356
14:30:00	0,433	0,462	0,336

Untuk mempermudah pandangan nilai Faktor Daya untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.11 Grafik Faktor Daya Pada Hari Selasa Sampai Rabu

Pada pengukuran Faktor Daya menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari selasa tanggal 16 juli 2019 sampai 17 juli 2019 menunjukkan nilai faktor daya minimal fasa R sebesar 0,074 dan nilai maksimalnya sebesar 0,433. Sedangkan nilai THD arus minimal fasa S sebesar 0,082 dan nilai maksimalnya sebesar 0,508. Serta nilai THD arus minimal fasa T sebesar 0,058 dan nilai maksimalnya sebesar 0,369. Nilai faktor daya Fasa R, fasa S dan fasa T tergolong tidak baik atau sistem kurang andal, dikarenakan menurut standar PT. PLN (persero) selaku penyedia daya listrik memberikan batasan terhadap faktor daya, untuk bangunan gedung diberi batas sebesar 0,85. jika faktor daya rata-rata dibawah angka tersebut maka dikenakan denda Penalti oleh PLN.

B. Kondisi Hari Libur (Jum'at Sampai Rabu)

1. Frekuensi

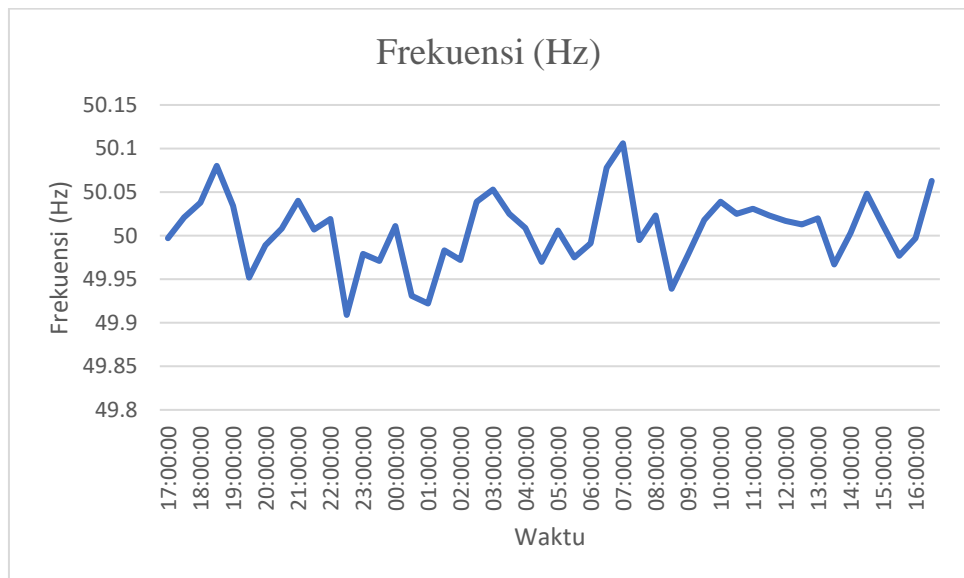
Hasil pengukuran nilai Frekuensi pada hari jum'at tanggal 19 juli 2019 sampai 20 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.12 Frekuensi Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Waktu	Frekuensi Hz
17:00:00	49,997
17:30:00	50,021
18:00:00	50,038
18:30:00	50,08
19:00:00	50,034
19:30:00	49,952
20:00:00	49,989
20:30:00	50,008
21:00:00	50,04
21:30:00	50,007
22:00:00	50,019
22:30:00	49,909
23:00:00	49,979
23:30:00	49,971
00:00:00	50,011
00:30:00	49,931
01:00:00	49,922
01:30:00	49,983
02:00:00	49,972
02:30:00	50,039
03:00:00	50,053
03:30:00	50,025
04:00:00	50,009
04:30:00	49,97
05:00:00	50,006
05:30:00	49,975
06:00:00	49,991
06:30:00	50,078
07:00:00	50,106
07:30:00	49,995
08:00:00	50,023
08:30:00	49,939

Waktu	Frekuensi Hz
09:00:00	49,978
09:30:00	50,018
10:00:00	50,039
10:30:00	50,025
11:00:00	50,031
11:30:00	50,023
12:00:00	50,017
12:30:00	50,013
13:00:00	50,02
13:30:00	49,967
14:00:00	50,003
14:30:00	50,048
15:00:00	50,012
15:30:00	49,977
16:00:00	49,997
16:30:00	50,063

Untuk mempermudah pandangan nilai Frekuensi untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.12 Grafik Daya Semu Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Pada pengukuran frekuensi menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari jum'at tanggal 19 juli 2019 sampai 20 juli 2019 menunjukkan nilai frekuensi minimal sebesar 49,909 Hz dan nilai frekuensi maksimal sebesar 50,106Hz. Nilai frekuensi ini masih termasuk dalam toleransi dikarenakan menurut standar peraturan menteri energi dan sumber daya mineral nomor 37 tahun 2008 nilai frekuensi nominal 50 Hz, dan tidak lebih rendah dari 49,5 Hz atau lebih tinggi dari 50,5 Hz.

2. Tegangan

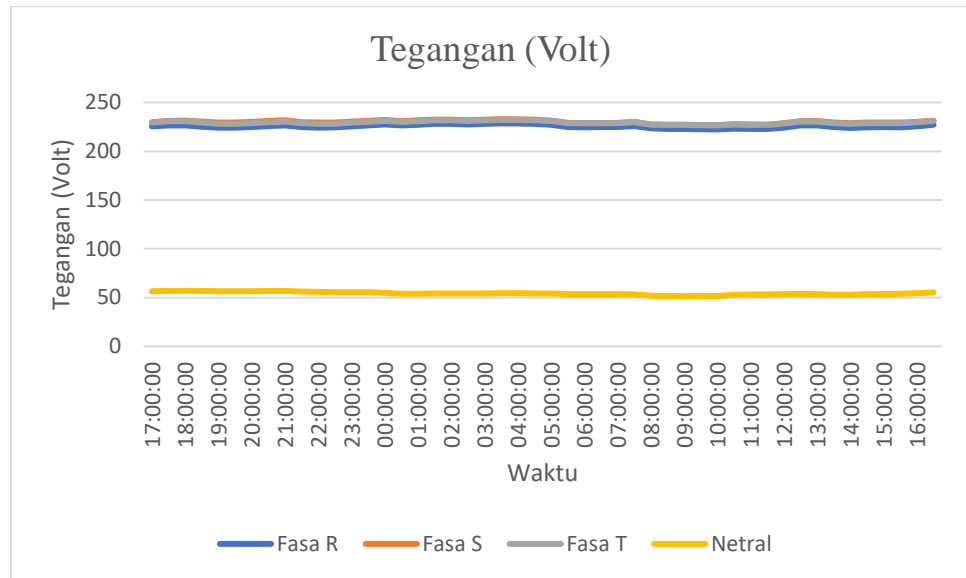
Hasil pengukuran nilai Tegangan pada hari jum'at tanggal 19 juli 2019 sampai 20 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.13 Tegangan Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Waktu	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Netral
17:00:00	225,493	229,638	229,541	56,364
17:30:00	226,618	231,059	230,629	56,796
18:00:00	226,422	231,268	230,585	56,93
18:30:00	225,252	230,558	229,353	56,752
19:00:00	224,159	229,556	228,273	56,465
19:30:00	224,205	229,527	228,246	56,422
20:00:00	224,882	230,123	228,789	56,516
20:30:00	225,8	231,019	229,842	56,725
21:00:00	226,52	231,74	230,501	56,794
21:30:00	224,716	229,816	228,647	56,138
22:00:00	224,266	229,272	228,189	55,745
22:30:00	224,385	229,321	228,246	55,44
23:00:00	225,627	230,465	229,373	55,544
23:30:00	226,456	231,137	230,105	55,363
00:00:00	227,405	231,986	230,995	54,873
00:30:00	226,346	230,816	229,92	53,858
01:00:00	227,243	231,658	230,826	53,897
01:30:00	227,98	232,429	231,622	54,128
02:00:00	228,125	232,473	231,695	54,048
02:30:00	227,453	231,779	230,98	54,122
03:00:00	228,188	232,507	231,805	54,357
03:30:00	228,568	232,908	232,184	54,419
04:00:00	228,552	232,862	232,162	54,374

Waktu	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Netral
04:30:00	228,15	232,41	231,851	54,303
05:00:00	227,048	231,451	230,904	54,272
05:30:00	224,81	229,223	228,833	53,702
06:00:00	224,619	228,75	228,81	53,591
06:30:00	224,783	228,917	228,796	53,555
07:00:00	224,921	229,128	228,911	53,491
07:30:00	225,726	229,931	229,711	53,17
08:00:00	223,488	227,615	227,515	51,856
08:30:00	222,961	227,282	227,205	51,523
09:00:00	222,76	227,109	227,029	51,468
09:30:00	222,447	226,904	226,808	51,492
10:00:00	222,377	226,725	226,617	51,736
10:30:00	223,139	227,649	227,345	53,043
11:00:00	222,874	227,363	227,033	53,083
11:30:00	222,818	227,219	226,998	53,268
12:00:00	224,305	228,753	228,449	53,482
12:30:00	226,308	230,769	230,441	53,89
13:00:00	226,536	230,915	230,559	53,413
13:30:00	224,863	229,334	228,827	52,904
14:00:00	224,006	228,617	228,074	52,962
14:30:00	224,648	229,276	228,834	53,391
15:00:00	224,773	229,442	228,825	53,401
15:30:00	224,559	229,353	228,782	53,853
16:00:00	225,516	230,197	229,637	54,58
16:30:00	227,166	231,542	231,177	55,248

Untuk mempermudah pandangan nilai Tegangan untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.13 Grafik Tegangan Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Pada pengukuran tegangan menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari jum'at tanggal 19 juli 2019 sampai 20 juli 2019 menunjukkan nilai tegangan minimal fasa R dengan Netral sebesar 222,377 V dan nilai maksimalnya sebesar 228,568 V. Sedangkan nilai tegangan minimal fasa S dengan Netral sebesar 226,725 V dan nilai maksimalnya sebesar 232,908 V. Serta nilai tegangan minimal fasa T dengan Netral sebesar 226,617 V dan nilai maksimalnya sebesar 232,184 V.

Nilai tegangan ini masih termasuk dalam toleransi dikarenakan menurut Peraturan menteri ESDM Nomor 4 Tahun 2009 tentang Aturan Distribusi Tenaga Listrik. Batasan Titik Sambung untuk Konsumen Tegangan antar fasa yaitu 400 V Volt sedangkan tegangan fasa dengan netral yaitu 230 V merupakan tegangan nominal 400V antar fase dan 230 V fase ke netral. Dengan Batas +5% maksimal antar fasa yaitu 420 Volt sedangkan fasa dengan netral yaitu 241,5 V tegangan minimal -10% antar fasa yaitu 360 Volt sedangkan fasa dengan netral yaitu 207 Volt.

3. Total Harmonic Distortion Tegangan

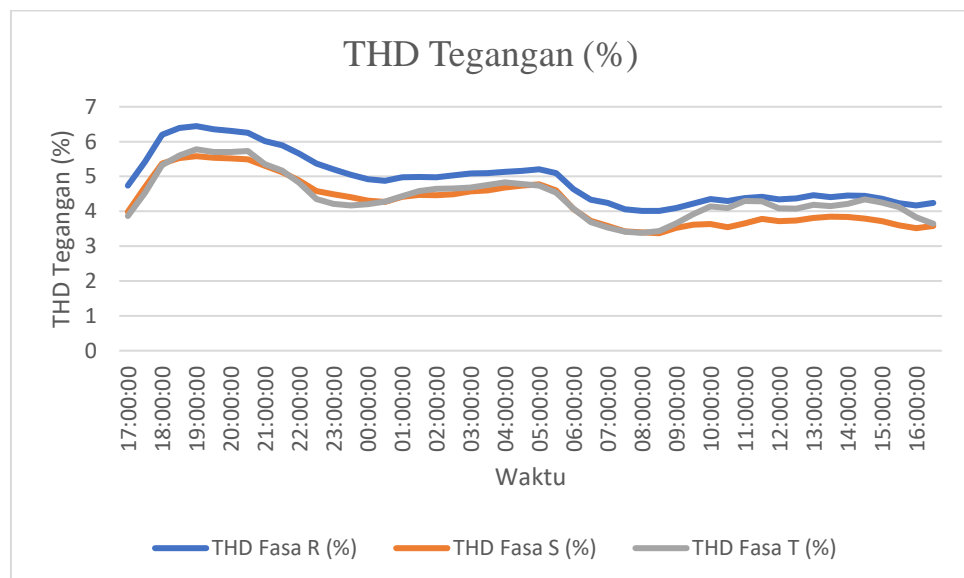
Hasil pengukuran nilai *Total Harmonic Distortion* Tegangan pada hari jum'at tanggal 19 juli 2019 sampai 20 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.14 *THD* Tegangan Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Waktu	THD Fasa R (%)	THD Fasa S (%)	THD Fasa T (%)
17:00:00	4,736	3,981	3,867
17:30:00	5,428	4,697	4,536
18:00:00	6,196	5,368	5,323
18:30:00	6,393	5,527	5,604
19:00:00	6,445	5,582	5,78
19:30:00	6,359	5,539	5,705
20:00:00	6,309	5,515	5,704
20:30:00	6,254	5,495	5,73
21:00:00	6,012	5,306	5,357
21:30:00	5,894	5,122	5,167
22:00:00	5,659	4,884	4,817
22:30:00	5,369	4,582	4,349
23:00:00	5,203	4,494	4,216
23:30:00	5,052	4,403	4,169
00:00:00	4,925	4,307	4,208
00:30:00	4,875	4,268	4,275
01:00:00	4,981	4,414	4,438
01:30:00	4,987	4,471	4,585
02:00:00	4,975	4,46	4,643
02:30:00	5,035	4,49	4,651
03:00:00	5,083	4,569	4,686
03:30:00	5,099	4,602	4,758
04:00:00	5,137	4,678	4,827
04:30:00	5,157	4,741	4,788
05:00:00	5,202	4,775	4,736
05:30:00	5,094	4,602	4,537
06:00:00	4,639	4,066	4,079
06:30:00	4,333	3,727	3,686
07:00:00	4,239	3,579	3,537
07:30:00	4,056	3,428	3,419
08:00:00	4,012	3,395	3,381

Waktu	THD Fasa R (%)	THD Fasa S (%)	THD Fasa T (%)
08:30:00	4,012	3,372	3,429
09:00:00	4,097	3,522	3,653
09:30:00	4,219	3,615	3,922
10:00:00	4,349	3,635	4,144
10:30:00	4,299	3,546	4,093
11:00:00	4,375	3,652	4,3
11:30:00	4,416	3,782	4,286
12:00:00	4,343	3,719	4,086
12:30:00	4,372	3,738	4,075
13:00:00	4,466	3,809	4,182
13:30:00	4,404	3,842	4,154
14:00:00	4,453	3,834	4,214
14:30:00	4,44	3,795	4,338
15:00:00	4,358	3,719	4,252
15:30:00	4,236	3,6	4,122
16:00:00	4,165	3,515	3,83
16:30:00	4,239	3,581	3,646

Untuk mempermudah pandangan nilai *THD* Tegangan untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.14 Grafik *THD* Tegangan Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Pada pengukuran *THD* tegangan menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari jum'at tanggal 19 juli 2019 sampai 20 juli 2019 menunjukkan nilai *THD* tegangan minimal fasa R sebesar 4,012 % dan nilai maksimalnya sebesar 6,445 %. Sedangkan nilai *THD* tegangan minimal fasa S sebesar 3,372 % dan nilai maksimalnya sebesar 5,582 V. Serta nilai *THD* tegangan minimal fasa T sebesar 3,381 % dan nilai maksimalnya sebesar 5,78 %. Nilai *THD* arus fasa R, fasa S dan fasa T tergolong tidak baik atau sistem kurang andal dikarenakan menurut standar IEEE 519-1992 pada dijelaskan bahwa batas *Total Harmonik Distortion* tegangan untuk suplay tegangan ≤ 69 kV nilai *THD* dikatakan baik apabila hasil pengukuran $\leq 5\%$.

4. Ketidakseimbangan Tegangan

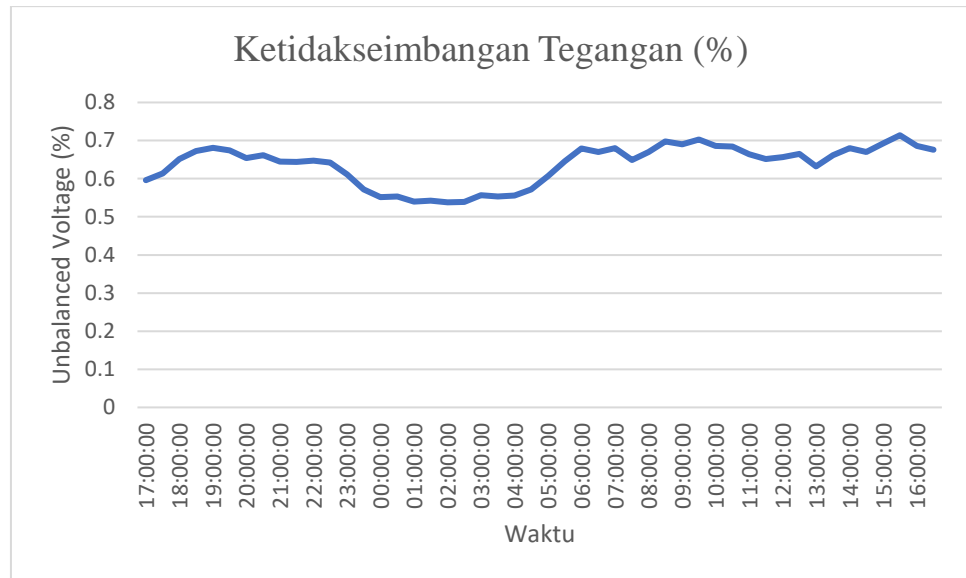
Hasil pengukuran nilai Ketidakseimbangan Tegangan pada hari jum'at tanggal 19 juli 2019 sampai 20 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.15 Ketidakseimbangan Tegangan Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Waktu	Unbalanced Voltage [%]
17:00:00	0,596
17:30:00	0,614
18:00:00	0,652
18:30:00	0,673
19:00:00	0,681
19:30:00	0,674
20:00:00	0,654
20:30:00	0,662
21:00:00	0,645
21:30:00	0,644
22:00:00	0,647
22:30:00	0,642
23:00:00	0,611
23:30:00	0,572
00:00:00	0,552
00:30:00	0,553
01:00:00	0,54

Waktu	Unbalanced Voltage [%]
01:30:00	0,542
02:00:00	0,538
02:30:00	0,539
03:00:00	0,557
03:30:00	0,553
04:00:00	0,556
04:30:00	0,572
05:00:00	0,607
05:30:00	0,646
06:00:00	0,679
06:30:00	0,67
07:00:00	0,68
07:30:00	0,649
08:00:00	0,67
08:30:00	0,698
09:00:00	0,69
09:30:00	0,703
10:00:00	0,686
10:30:00	0,684
11:00:00	0,664
11:30:00	0,652
12:00:00	0,657
12:30:00	0,665
13:00:00	0,632
13:30:00	0,662
14:00:00	0,68
14:30:00	0,67
15:00:00	0,693
15:30:00	0,714
16:00:00	0,686
16:30:00	0,676

Untuk mempermudah pandangan nilai Ketidakseimbangan Tegangan untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.15 Grafik Ketidakseimbangan Tegangan Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Pada pengukuran ketidakseimbangan tegangan menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari jum'at tanggal 19 juli 2019 sampai 20 juli 2019 menunjukkan nilai ketidakseimbangan tegangan minimal sebesar 0,538 % dan nilai frekuensi maksimal sebesar 0,714 %. Nilai ini masih termasuk dalam toleransi dikarenakan menurut standar ANSI C84.1 – 1995 ketidak-seimbangan tegangan sistem tidak boleh melebihi 3% pada saat tidak dibebani, dan maksimal 6 % untuk sistem yang dibebani.

5. Arus

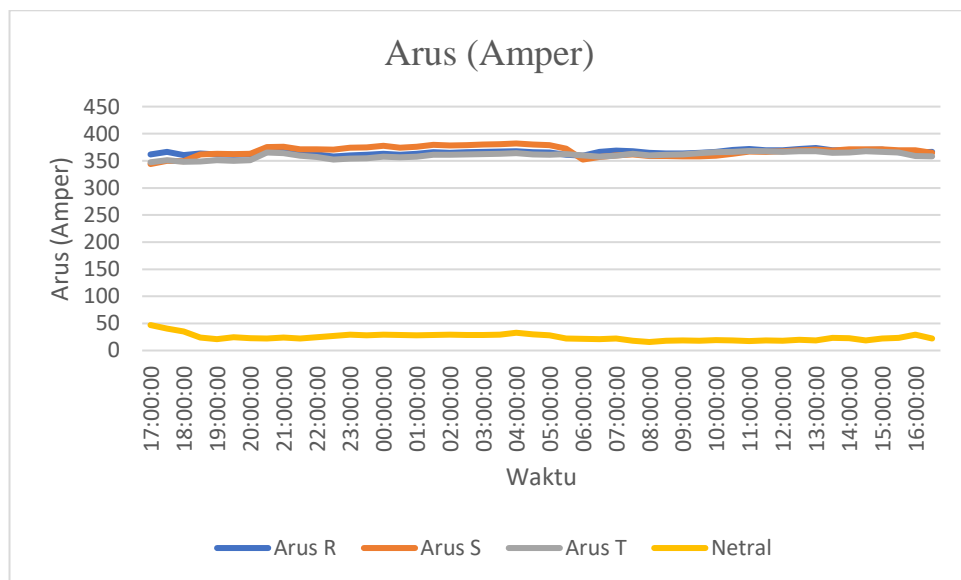
Hasil pengukuran nilai Arus pada hari jum'at tanggal 19 juli 2019 sampai 20 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.16 Arus Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Waktu	Arus R	Arus S	Arus T	Netral
17:00:00	361,54	344,05	347,32	46,96
17:30:00	366,52	349,73	350,97	40,49
18:00:00	360,59	349,08	348,24	34,91
18:30:00	363,24	362	348,7	23,9
19:00:00	361,54	362,87	351,35	21,25
19:30:00	360,92	362,21	350,17	24,25
20:00:00	362,03	363,18	351,03	22,79
20:30:00	367,2	375,28	365,59	22
21:00:00	366,92	376,13	363,95	23,86
21:30:00	363,08	371,33	359,38	22,41
22:00:00	361,78	371,5	357,21	24,3
22:30:00	357,99	370,42	352,22	27,15
23:00:00	360,11	374,09	354,06	29,29
23:30:00	360,93	374,73	354,77	28,01
00:00:00	362,71	377,78	357,56	29,51
00:30:00	361,18	374,27	356,21	28,85
01:00:00	362,71	376,14	357,67	28,26
01:30:00	365,62	379,39	361,13	28,8
02:00:00	364,89	378,49	360,92	29,34
02:30:00	365,62	378,96	361,56	28,9
03:00:00	366,53	380,06	362,14	28,81
03:30:00	367,15	380,86	362,99	29,37
04:00:00	367,91	381,99	363,96	32,61
04:30:00	365,94	380,22	361,63	29,75
05:00:00	365,57	378,65	361,08	27,87
05:30:00	361,3	372,3	362,34	22,36
06:00:00	359,15	352,51	360,23	21,61
06:30:00	366,39	357,07	357,86	20,87
07:00:00	368,58	360,15	359,3	21,95
07:30:00	367,8	361,77	362,71	17,89
08:00:00	364,87	359,05	360,22	15,7
08:30:00	363,67	358,76	360,88	18,12
09:00:00	363,69	358,45	362	18,43

Waktu	Arus R	Arus S	Arus T	Netral
09:30:00	364,92	358,08	364,42	17,83
10:00:00	366,42	359,23	365,79	19,25
10:30:00	370,15	363,17	366,21	18,36
11:00:00	371,74	367,21	368,14	17,35
11:30:00	369,69	366,37	367,4	18,75
12:00:00	369,41	367,84	366,72	17,83
12:30:00	371,61	369,27	367,94	19,75
13:00:00	373,64	370,77	367,6	18,74
13:30:00	369,16	369,06	364,44	23,44
14:00:00	369,6	371,13	365,25	22,95
14:30:00	370,29	371,15	367,78	18,56
15:00:00	370,35	371,12	366,36	22,19
15:30:00	365,82	369,23	365,41	23,4
16:00:00	365,21	369,57	358,65	29,42
16:30:00	366,69	364,51	358,18	21,95

Untuk mempermudah pandangan nilai Arus untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.16 Grafik Arus Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

6. *Total Harmonic Distortion Arus*

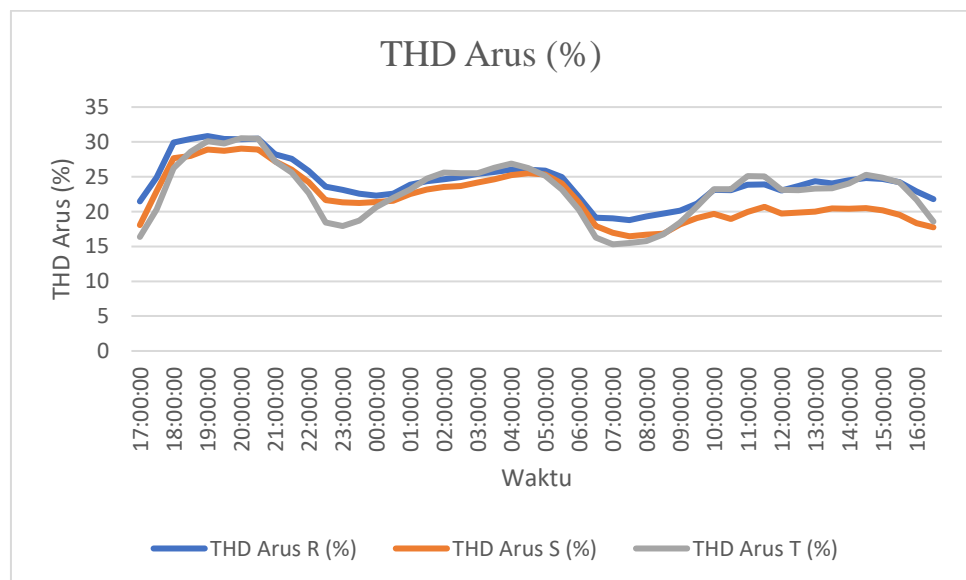
Hasil pengukuran nilai *THD* Arus pada hari jum'at tanggal 19 juli 2019 sampai 20 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.17 *THD* Arus Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Waktu	THD Arus R (%)	THD Arus S (%)	THD Arus T (%)
17:00:00	21,47	18,09	16,37
17:30:00	24,89	22,93	20,34
18:00:00	29,9	27,66	26,24
18:30:00	30,44	27,97	28,61
19:00:00	30,84	28,92	30,12
19:30:00	30,42	28,73	29,78
20:00:00	30,39	29,04	30,53
20:30:00	30,46	28,91	30,48
21:00:00	28,23	27,21	27,22
21:30:00	27,57	26,03	25,62
22:00:00	25,82	24,21	22,64
22:30:00	23,56	21,67	18,43
23:00:00	23,1	21,33	17,94
23:30:00	22,57	21,24	18,69
00:00:00	22,31	21,36	20,63
00:30:00	22,58	21,54	21,99
01:00:00	23,87	22,53	23,16
01:30:00	24,38	23,16	24,71
02:00:00	24,65	23,53	25,62
02:30:00	24,98	23,69	25,53
03:00:00	25,44	24,19	25,51
03:30:00	25,68	24,64	26,28
04:00:00	26	25,23	26,89
04:30:00	26,03	25,51	26,23
05:00:00	25,86	25,31	25,12
05:30:00	24,97	24,06	23,18
06:00:00	22,09	21,35	20,27
06:30:00	19,14	17,92	16,27
07:00:00	19,02	16,95	15,3
07:30:00	18,78	16,46	15,5
08:00:00	19,31	16,71	15,76
08:30:00	19,74	16,85	16,72
09:00:00	20,12	18,16	18,45

Waktu	THD Arus R (%)	THD Arus S (%)	THD Arus T (%)
09:30:00	21,14	19,07	20,75
10:00:00	23,11	19,68	23,22
10:30:00	23,07	18,96	23,21
11:00:00	23,84	19,96	25,09
11:30:00	23,91	20,67	25,04
12:00:00	23,03	19,71	23,1
12:30:00	23,68	19,87	23,07
13:00:00	24,37	19,99	23,31
13:30:00	24,05	20,44	23,35
14:00:00	24,52	20,39	24,02
14:30:00	24,83	20,51	25,26
15:00:00	24,7	20,16	24,86
15:30:00	24,23	19,56	24,19
16:00:00	22,88	18,35	21,68
16:30:00	21,81	17,76	18,56

Untuk mempermudah pandangan nilai *THD* Arus untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.17 Grafik *THD* Arus Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Pada pengukuran *THD* Arus menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari jum'at tanggal 19 juli 2019 sampai 20 juli 2019 menunjukkan nilai *THD* arus minimal fasa R sebesar 18,78 % dan nilai maksimalnya sebesar 30,84 %. Sedangkan nilai *THD* arus minimal fasa S sebesar 16,46 % dan nilai maksimalnya sebesar 29,04 %. Serta nilai *THD* arus minimal fasa T sebesar 15,3 % dan nilai maksimalnya sebesar 30,53 %. Nilai ini tergolong tergolong tidak baik atau sistem kurang andal dikarenakan menurut standar IEEE 519-1992 untuk suplay tegangan ≤ 69 kV dengan arus pada range 100 s/d 1000 Ampere nilai *THD* dikatakan baik apabila hasil pengukurannya $\leq 15\%$.

7. Ketidakseimbangan arus

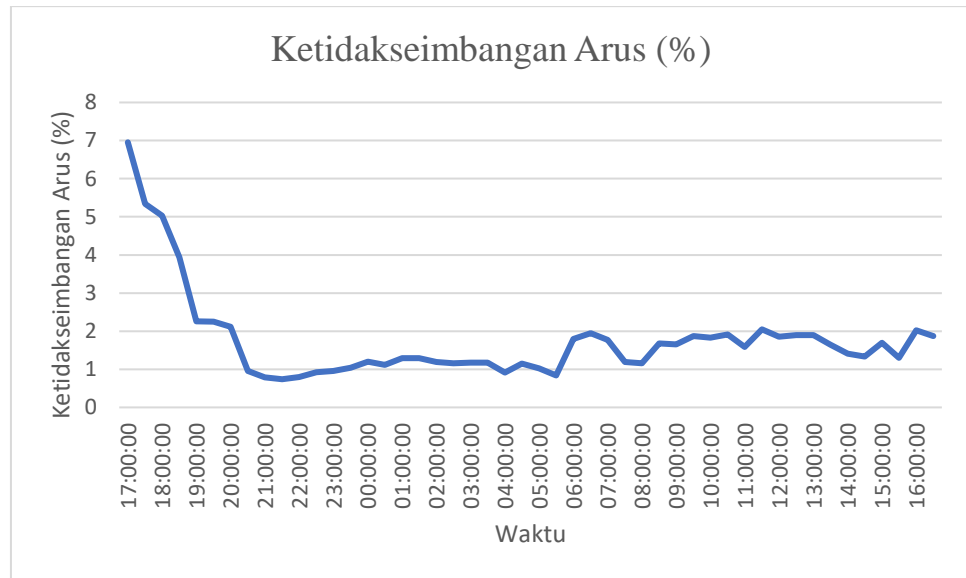
Hasil pengukuran nilai Ketidakseimbangan Arus pada hari jum'at tanggal 19 juli 2019 sampai 20 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.18 Ketidakseimbangan Arus Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Waktu	Unbalanced Current [%]
17:00:00	6,955
17:30:00	5,344
18:00:00	5,027
18:30:00	3,935
19:00:00	2,261
19:30:00	2,253
20:00:00	2,119
20:30:00	0,954
21:00:00	0,788
21:30:00	0,739
22:00:00	0,8
22:30:00	0,922
23:00:00	0,959
23:30:00	1,043
00:00:00	1,203
00:30:00	1,116
01:00:00	1,293
01:30:00	1,294

Waktu	Unbalanced Current [%]
02:00:00	1,195
02:30:00	1,158
03:00:00	1,178
03:30:00	1,176
04:00:00	0,912
04:30:00	1,145
05:00:00	1,026
05:30:00	0,838
06:00:00	1,794
06:30:00	1,946
07:00:00	1,772
07:30:00	1,188
08:00:00	1,161
08:30:00	1,68
09:00:00	1,651
09:30:00	1,871
10:00:00	1,832
10:30:00	1,917
11:00:00	1,586
11:30:00	2,047
12:00:00	1,858
12:30:00	1,898
13:00:00	1,898
13:30:00	1,645
14:00:00	1,406
14:30:00	1,335
15:00:00	1,698
15:30:00	1,298
16:00:00	2,019
16:30:00	1,87

Untuk mempermudah pandangan nilai Ketidakseimbangan Arus untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.18 Grafik Ketidakseimbangan Arus Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Pada pengukuran ketidakseimbangan Arus menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari jum'at tanggal 19 juli 2019 sampai 20 juli 2019 menunjukkan nilai ketidakseimbangan arus minimal sebesar 0,739 % dan nilai frekuensi maksimal sebesar 6,955 %. Nilai ini masih termasuk dalam toleransi dikarenakan menurut Standar ANSI C84,1-1995 ketidak-seimbangan arus dapat dikatakan baik apabila nilainya ≤ 20 %.

8. Daya Aktif

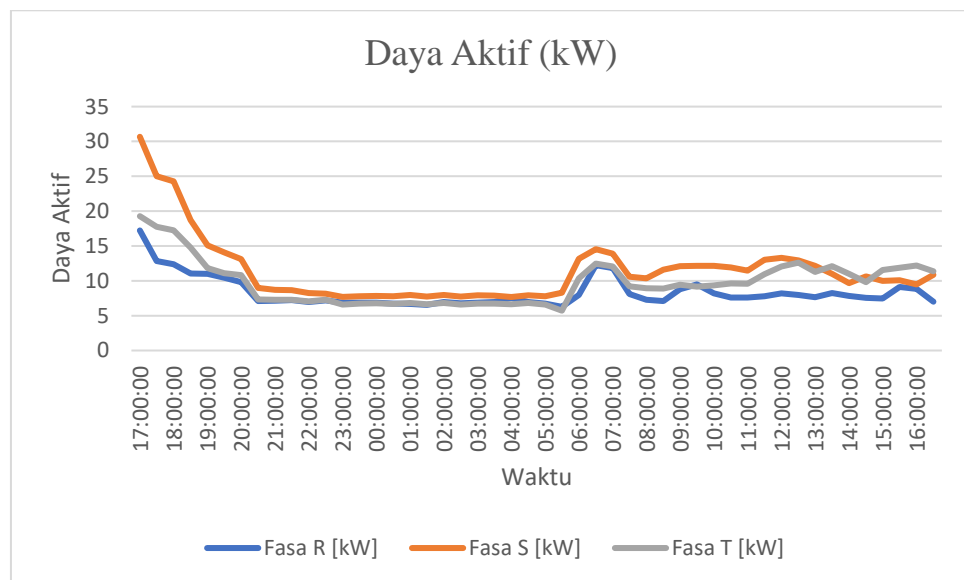
Hasil pengukuran nilai Daya Aktif pada hari jum'at tanggal 19 juli 2019 sampai 20 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.19 Daya Aktif Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Waktu	Fasa R [kW]	Fasa S [kW]	Fasa T [kW]
17:00:00	17,23	30,67	19,28
17:30:00	12,86	25	17,75
18:00:00	12,39	24,27	17,25
18:30:00	11,04	18,74	14,77
19:00:00	10,98	15,11	11,85
19:30:00	10,43	14,06	11,1
20:00:00	9,81	13,11	10,81
20:30:00	7,09	8,96	7,34
21:00:00	7,15	8,69	7,27
21:30:00	7,25	8,67	7,28
22:00:00	6,96	8,26	7,04
22:30:00	7,2	8,17	7,28
23:00:00	6,89	7,71	6,61
23:30:00	6,88	7,79	6,72
00:00:00	6,86	7,83	6,78
00:30:00	6,75	7,78	6,67
01:00:00	6,69	7,97	6,82
01:30:00	6,55	7,73	6,63
02:00:00	6,97	7,98	6,81
02:30:00	6,77	7,76	6,6
03:00:00	6,87	7,94	6,71
03:30:00	6,96	7,89	6,75
04:00:00	7,55	7,68	6,66
04:30:00	6,96	7,91	6,84
05:00:00	6,74	7,78	6,57
05:30:00	6,27	8,27	5,72
06:00:00	7,98	13,16	10,34
06:30:00	12,26	14,52	12,45
07:00:00	11,84	13,9	12,06
07:30:00	8,1	10,61	9,22
08:00:00	7,29	10,38	8,95
08:30:00	7,11	11,62	8,9
09:00:00	8,78	12,1	9,46

Waktu	Fasa R [kW]	Fasa S [kW]	Fasa T [kW]
09:30:00	9,47	12,16	9,15
10:00:00	8,21	12,14	9,36
10:30:00	7,62	11,94	9,63
11:00:00	7,59	11,48	9,56
11:30:00	7,8	13,04	10,96
12:00:00	8,21	13,32	12,08
12:30:00	7,95	12,95	12,61
13:00:00	7,67	12,15	11,27
13:30:00	8,25	11,01	12,09
14:00:00	7,85	9,65	11
14:30:00	7,56	10,64	9,8
15:00:00	7,45	9,98	11,57
15:30:00	9,13	10,1	11,87
16:00:00	8,82	9,47	12,19
16:30:00	6,99	10,87	11,35

Untuk mempermudah pandangan nilai Daya Aktif untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.19 Grafik Daya Aktif Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Pada pengukuran Daya Aktif menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari jum'at tanggal 19 juli 2019 menunjukkan nilai pengukuran daya reaktif fasa R minimal sebesar 6,27 KW dan nilai maksimal sebesar 17,23 KW. Sedangkan untuk fasa S minimal sebesar 7,68 KW dan nilai maksimal sebesar 30,67 KW, serta fasa T minimal sebesar 5,72 KW dan nilai maksimal sebesar 19,28 KW. Pada Panel *LVMD* ini besarnya nilai daya yang diserap tergantung dari besarnya arus kerja motor listrik, dimana semakin besar arus yang mengalir menuju beban maka semakin besar juga daya yang diserap. Daya aktif ini merupakan jumlah energi yang diserap motor listrik untuk dapat dikonversikan menjadi energi gerak.

9. Daya Reaktif

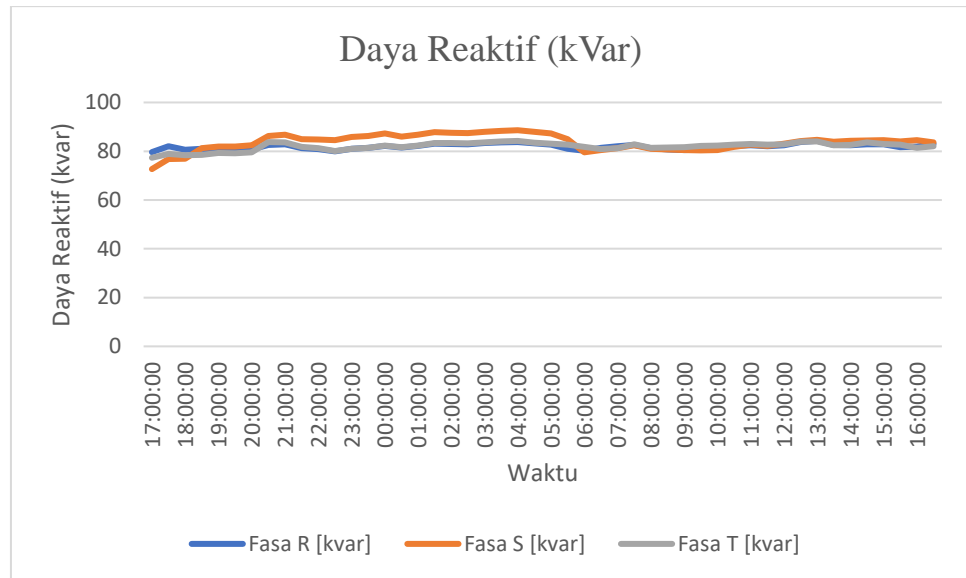
Hasil pengukuran nilai Daya Reaktif pada hari jum'at tanggal 19 juli 2019 sampai 20 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.20 Daya Reaktif Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Waktu	Fasa R [kvar]	Fasa S [kvar]	Fasa T [kvar]
17:00:00	79,642	72,68	77,336
17:30:00	82,011	76,82	78,952
18:00:00	80,67	76,96	78,41
18:30:00	81,053	81,25	78,571
19:00:00	80,287	81,9	79,311
19:30:00	80,24	81,91	79,141
20:00:00	80,808	82,51	79,571
20:30:00	82,606	86,22	83,705
21:00:00	82,804	86,73	83,574
21:30:00	81,264	84,89	81,846
22:00:00	80,834	84,77	81,206
22:30:00	80	84,55	80,061
23:00:00	80,955	85,87	80,941
23:30:00	81,443	86,26	81,357
00:00:00	82,193	87,28	82,315
00:30:00	81,471	86,03	81,627
01:00:00	82,149	86,77	82,276
01:30:00	83,093	87,84	83,381
02:00:00	82,946	87,62	83,345

Waktu	Fasa R [kvar]	Fasa S [kvar]	Fasa T [kvar]
02:30:00	82,883	87,49	83,251
03:00:00	83,352	88,01	83,676
03:30:00	83,626	88,35	84,009
04:00:00	83,744	88,62	84,234
04:30:00	83,197	88,01	83,565
05:00:00	82,726	87,29	83,115
05:30:00	80,976	84,93	82,714
06:00:00	80,268	79,53	81,755
06:30:00	81,423	80,42	80,915
07:00:00	82,008	81,3	81,329
07:30:00	82,616	82,5	82,805
08:00:00	81,209	81,06	81,464
08:30:00	80,761	80,7	81,504
09:00:00	80,523	80,49	81,629
09:30:00	80,608	80,33	82,136
10:00:00	81,05	80,52	82,354
10:30:00	82,224	81,79	82,69
11:00:00	82,494	82,68	83,022
11:30:00	81,994	82,2	82,66
12:00:00	82,445	83,07	82,892
12:30:00	83,712	84,21	83,84
13:00:00	84,286	84,74	83,992
13:30:00	82,592	83,9	82,506
14:00:00	82,412	84,29	82,567
14:30:00	82,834	84,42	83,58
15:00:00	82,902	84,56	83,024
15:30:00	81,632	84,07	82,746
16:00:00	81,869	84,53	81,43
16:30:00	82,996	83,69	82,009

Untuk mempermudah pandangan nilai Daya Reaktif untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.20 Grafik Daya Reaktif Pada Hari Sabtu Sampai Jum'at

Pada pengukuran Daya Reaktif menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari jum'at tanggal 19 juli 2019 menunjukkan nilai pengukuran daya reaktif fasa R minimal sebesar 79,642 kvar dan nilai maksimal sebesar 84,286 kvar. Sedangkan untuk fasa S minimal sebesar 72,68 kvar dan nilai maksimal sebesar 88,62 kvar, serta fasa T minimal sebesar 77,336 kvar dan nilai maksimal sebesar 84,234 kvar. Pada Panel *LVMD* ini besarnya nilai daya yang diserap tergantung dari besarnya arus kerja motor listrik, dimana semakin besar arus yang mengalir menuju beban maka semakin besar juga daya yang diserap. Daya reaktif ini merupakan jumlah energi yang diserap motor listrik untuk membangkitkan medan magnet pada motor listrik.

10. Daya Semu

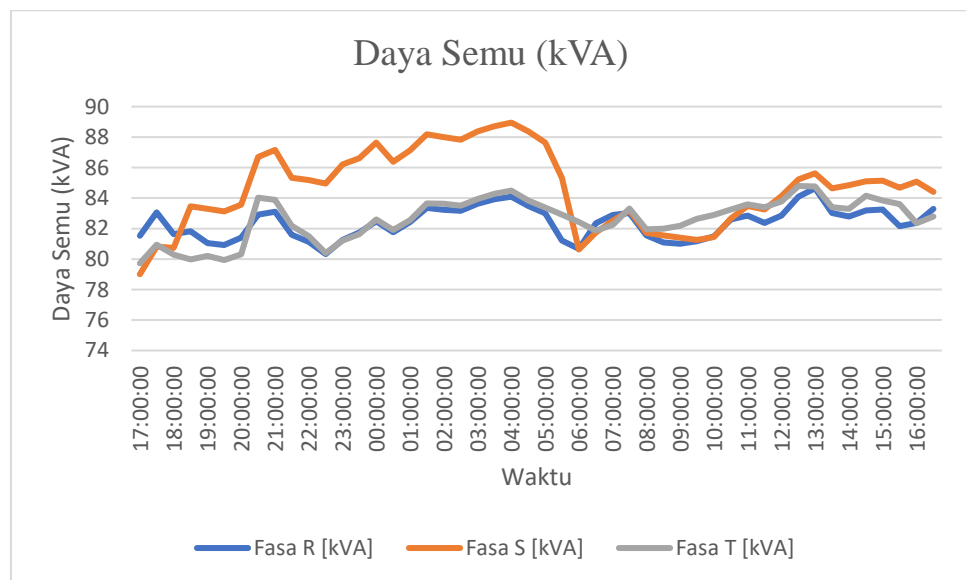
Hasil pengukuran nilai Daya Semu pada hari jum'at tanggal 19 juli 2019 sampai 20 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.21 Daya Semu Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Waktu	Fasa R [kVA]	Fasa S [kVA]	Fasa T [kVA]
17:00:00	81,523	79,003	79,721
17:30:00	83,057	80,807	80,941
18:00:00	81,638	80,728	80,297
18:30:00	81,819	83,457	79,973
19:00:00	81,042	83,298	80,201
19:30:00	80,919	83,134	79,924
20:00:00	81,412	83,572	80,309
20:30:00	82,914	86,694	84,028
21:00:00	83,114	87,165	83,89
21:30:00	81,59	85,338	82,17
22:00:00	81,135	85,173	81,511
22:30:00	80,327	84,945	80,392
23:00:00	81,25	86,215	81,211
23:30:00	81,736	86,615	81,635
00:00:00	82,482	87,639	82,594
00:30:00	81,752	86,387	81,899
01:00:00	82,424	87,134	82,559
01:30:00	83,354	88,182	83,645
02:00:00	83,24	87,989	83,623
02:30:00	83,16	87,834	83,513
03:00:00	83,637	88,366	83,945
03:30:00	83,918	88,704	84,28
04:00:00	84,086	88,951	84,498
04:30:00	83,489	88,368	83,845
05:00:00	83,002	87,638	83,375
05:30:00	81,223	85,335	82,915
06:00:00	80,671	80,63	82,424
06:30:00	82,352	81,737	81,874
07:00:00	82,899	82,51	82,238
07:30:00	83,021	83,182	83,318
08:00:00	81,544	81,725	81,955
08:30:00	81,083	81,54	81,992
09:00:00	81,014	81,406	82,182

Waktu	Fasa R [kVA]	Fasa S [kVA]	Fasa T [kVA]
09:30:00	81,174	81,249	82,652
10:00:00	81,482	81,445	82,893
10:30:00	82,594	82,672	83,256
11:00:00	82,85	83,489	83,579
11:30:00	82,372	83,247	83,398
12:00:00	82,86	84,143	83,775
12:30:00	84,098	85,216	84,789
13:00:00	84,643	85,616	84,753
13:30:00	83,01	84,637	83,393
14:00:00	82,792	84,847	83,303
14:30:00	83,184	85,096	84,161
15:00:00	83,243	85,151	83,831
15:30:00	82,149	84,682	83,599
16:00:00	82,36	85,07	82,349
16:30:00	83,298	84,399	82,797

Untuk mempermudah pandangan nilai Daya Semu untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.21 Grafik Semu Aktif Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Pada pengukuran Daya Reaktif menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari jum'at tanggal 19 juli 2019 menunjukkan nilai pengukuran daya semu fasa R minimal sebesar 80,327 kVA dan nilai maksimal sebesar 84,643 kVA. Sedangkan untuk fasa S minimal sebesar 79,003 kVA dan nilai maksimal sebesar 88,951 kVA, serta fasa T minimal sebesar 79,721 kVA dan nilai maksimal sebesar 84,789 kVA. Pada Panel *LVMD* ini besarnya nilai daya yang diserap tergantung dari besarnya arus kerja motor listrik, dimana semakin besar arus yang mengalir menuju beban maka semakin besar juga daya yang diserap. Daya semu ini merupakan jumlah energi yang diserap motor listrik secara total, dimana nilainya tergantung dari sifat bebannya resistif, induktif atau kapasitif.

11. Faktor Daya

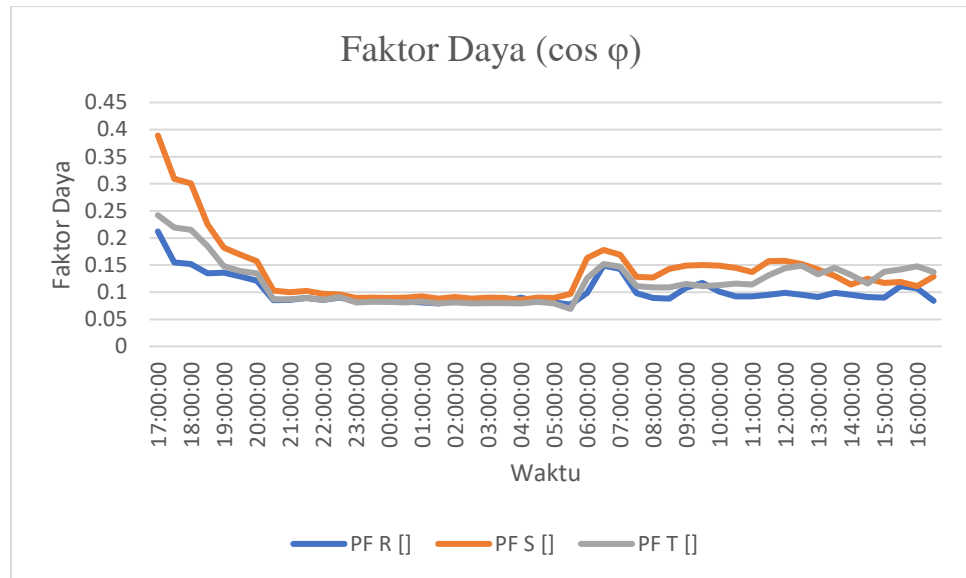
Hasil pengukuran nilai Faktor Daya pada hari jum'at tanggal 19 juli 2019 sampai sabtu 20 juli 2019 untuk setiap rentang waktunya disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini, sebagai berikut :

Tabel 4.22 Faktor Daya Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Waktu	PF R []	PF S []	PF T []
17:00:00	0,212	0,389	0,242
17:30:00	0,155	0,309	0,219
18:00:00	0,152	0,301	0,215
18:30:00	0,135	0,225	0,185
19:00:00	0,136	0,182	0,148
19:30:00	0,129	0,169	0,139
20:00:00	0,121	0,157	0,135
20:30:00	0,085	0,103	0,087
21:00:00	0,086	0,1	0,087
21:30:00	0,089	0,102	0,089
22:00:00	0,086	0,097	0,086
22:30:00	0,09	0,096	0,091
23:00:00	0,085	0,089	0,081
23:30:00	0,084	0,09	0,082
00:00:00	0,083	0,089	0,082
00:30:00	0,083	0,09	0,081
01:00:00	0,081	0,092	0,083

Waktu	PF R []	PF S []	PF T []
01:30:00	0,079	0,088	0,079
02:00:00	0,084	0,091	0,081
02:30:00	0,081	0,088	0,079
03:00:00	0,082	0,09	0,08
03:30:00	0,083	0,089	0,08
04:00:00	0,09	0,086	0,079
04:30:00	0,083	0,09	0,082
05:00:00	0,081	0,089	0,079
05:30:00	0,077	0,097	0,069
06:00:00	0,099	0,163	0,126
06:30:00	0,149	0,178	0,152
07:00:00	0,143	0,169	0,147
07:30:00	0,098	0,128	0,111
08:00:00	0,089	0,127	0,109
08:30:00	0,088	0,143	0,109
09:00:00	0,108	0,149	0,115
09:30:00	0,117	0,15	0,111
10:00:00	0,101	0,149	0,113
10:30:00	0,092	0,145	0,116
11:00:00	0,092	0,137	0,114
11:30:00	0,095	0,157	0,131
12:00:00	0,099	0,158	0,144
12:30:00	0,095	0,152	0,149
13:00:00	0,091	0,142	0,133
13:30:00	0,099	0,13	0,145
14:00:00	0,095	0,114	0,132
14:30:00	0,091	0,125	0,116
15:00:00	0,09	0,117	0,138
15:30:00	0,111	0,119	0,142
16:00:00	0,107	0,111	0,148
16:30:00	0,084	0,129	0,137

Untuk mempermudah pandangan nilai Faktor Daya untuk setiap rentang waktunya, maka akan dijabarkan dalam bentuk grafik, seperti di bawah ini :



Gambar 4.22 Grafik Faktor Daya Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Pada pengukuran Faktor Daya menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari jum'at tanggal 19 juli 2019 menunjukkan nilai faktor daya minimal fasa R sebesar 0,077 dan nilai maksimalnya sebesar 0,212. Sedangkan nilai THD arus minimal fasa S sebesar 0,086 dan nilai maksimalnya sebesar 0,389. Serta nilai THD arus minimal fasa T sebesar 0,069 dan nilai maksimalnya sebesar 0,242. Nilai faktor daya fasa R, fasa S dan fasa T tergolong tidak baik atau sistem kurang andal, dikarenakan menurut standar PT. PLN (persero) selaku penyedia daya listrik memberikan batasan terhadap faktor daya, untuk bangunan gedung diberi batas sebesar 0,85. jika faktor daya rata-rata dibawah angka tersebut maka dikenakan denda Penalti oleh PLN.

4.2. Tabel Perbandingan dalam 2 Hari

Agar mempermudah pengamatan data pengukuran sistem distribusi pada kedua hari yang telah diukur nilainya, dibawah ini merupakan data pengukuran sistem untuk setiap parameternya yang disajikan dengan nilai minimal dan maksimal, antara lain :

Tabel 4.23 Parameter Keandalan Pada Hari Selasa Sampai Rabu

No	Parameter Keandalan	Nilai Pengukuran		Keterangan
		Min	Max	
1	Frekuensi (Hz)	49,934	50,071	Dalam tolerensi
2	Tegangan Fasa R-N (V)	221,455	228,387	Dalam tolerensi
	Tegangan Fasa S-N (V)	225,742	232,432	Dalam tolerensi
	Tegangan Fasa T-N (V)	225,56	232,342	Dalam tolerensi
3	THD Tegangan Fasa R (%)	3,948	6,393	Diluar tolerensi
	THD Tegangan Fasa S (%)	3,016	5,84	Diluar tolerensi
	THD Tegangan Fasa T (%)	3,369	6,337	Diluar tolerensi
4	Arus Fasa R (A)	361,33	376,38	-
	Arus Fasa S (A)	350,82	388	-
	Arus Fasa T (A)	356,22	379,37	-
	Arus Fasa N (A)	21,75	38,16	-
5	THD Arus Fasa R (%)	18,69	32,78	Diluar tolerensi
	THD Arus Fasa S (%)	14,8	31,16	Diluar tolerensi
	THD Arus Fasa T (%)	16,87	35,46	Diluar tolerensi
6	Daya Aktif Fasa R (KW)	6,3	35,95	-
	Daya Aktif Fasa S (KW)	7,28	41,44	-
	Daya Aktif Fasa T (KW)	4,95	30,77	-
7	Daya Reaktif Fasa R (KVAR)	73,52	85,38	-
	Daya Reaktif Fasa S (KVAR)	70,2	89,62	-
	Daya Reaktif Fasa T (KVAR)	75,15	87,56	-
8	Daya Semu Fasa R (KVA)	80,458	85,624	-
	Daya Semu Fasa S (KVA)	79,69	90,01	-
	Daya Semu Fasa T (KVA)	80,698	87,764	-
9	Faktor Daya Fasa R	0,074	0,433	Diluar toleransi
	Faktor Daya Fasa S	0,082	0,508	Diluar toleransi
	Faktor Daya Fasa T	0,058	0,369	Diluar toleransi
10	Ketidakseimbangan Tegangan (%)	0,601	0,863	Dalam tolerensi
11	Ketidakseimbangan Arus (%)	0,381	6,184	Dalam tolerensi

Tabel 4.24 Parameter Keandalan Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

No	Parameter Keandalan	Nilai Pengukuran		Keterangan
		Min	Max	
1	Frekuensi (Hz)	49,909	50,106	Dalam toleransi
2	Tegangan Fasa R-N (V)	222,377	228,568	Dalam toleransi
	Tegangan Fasa S-N (V)	226,725	232,908	Dalam toleransi
	Tegangan Fasa T-N (V)	226,617	232,184	Dalam toleransi
3	THD Tegangan Fasa R (%)	4,012	6,445	Diluar toleransi
	THD Tegangan Fasa S (%)	3,372	5,582	Diluar toleransi
	THD Tegangan Fasa T (%)	3,381	5,78	Diluar toleransi
4	Arus Fasa R (A)	373,64	53,96	Dalam toleransi
	Arus Fasa S (A)	381,99	54,26	Dalam toleransi
	Arus Fasa T (A)	368,14	55,19	Dalam toleransi
	Arus Fasa N (A)	15,7	46,96	Dalam toleransi
5	THD Arus Fasa R (%)	18,78	30,84	Diluar toleransi
	THD Arus Fasa S (%)	16,46	29,04	Diluar toleransi
	THD Arus Fasa T (%)	15,3	30,53	Diluar toleransi
6	Daya Aktif Fasa R (KW)	6,27	17,23	-
	Daya Aktif Fasa S (KW)	7,68	30,67	-
	Daya Aktif Fasa T (KW)	5,72	19,28	-
7	Daya Reaktif Fasa R (KVAR)	79,642	84,286	-
	Daya Reaktif Fasa S (KVAR)	72,68	88,62	-
	Daya Reaktif Fasa T (KVAR)	77,336	84,234	-
8	Daya Semu Fasa R (KVA)	80,327	84,643	-
	Daya Semu Fasa S (KVA)	79,003	88,951	-
	Daya Semu Fasa T (KVA)	79,721	84,789	-
9	Faktor Daya Fasa R	0,077	0,212	Diluar toleransi
	Faktor Daya Fasa S	0,086	0,389	Diluar toleransi
	Faktor Daya Fasa T	0,069	0,242	Diluar toleransi
10	Ketidakeimbangan Tegangan (%)	0,538	0,714	Dalam toleransi
11	Ketidakeimbangan Arus (%)	0,739	6,955	Dalam toleransi





Dari data parameter keandalan diatas masih terdapat beberapa parameter yang tidak sesuai dengan standar sehingga perlu dilakukan perbaikan. Parameter keandalan yang perlu di perbaiki antara lain *THD* dan faktor daya.

4.3. Solusi Perbaikan Nilai Harmonisa

Dari hasil pengukuran sistem distribusi listrik gedung A Universitas Aisyiyah pada panel LVMD masih terdapat beberapa parameter yang memiliki nilai yang tidak sesuai standar, sehingga diperlukan solusi perbaikan agar sistem distribusi listrik yang disalurkan memiliki keandalan. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan penulis untuk memperbaiki keandalan sistem, antara lain :

A. Perhitungan Hambatan pada Penghantar

Salah satu Power losses ditentukan oleh besarnya hambatan kabel, sesuai dengan penghantar yang digunakan pada panel LVMD di Universitas Aisyiyah Yogyakarta dari sumber PLN (trafo) ke *Low Voltage Main Distribution Panel* (LVMDP) menggunakan ukuran penghantar setiap fasa dan netral menggunakan kabel dengan luas penampang 150 mm². Jenis kabel NYY dengan luas penampang 150 mm² dengan panjang kabel 0,01 (km) memiliki hambatan 0,00124 Ohm (Ω) .

CHARACTERISTICS							
No of. Core	Size	Resistance at 20°C		Current Carrying Capacity at 30°C		Short Circuit Current at 1 sec.	AC Voltage Test
		Conductor	Insulation	In Ground	In Air		
				 / 	 / 		
-	mm ²	Ohm / km	M.Ohm.km	Amper	Amper	KA	KV / 5 min
1	1.5	12.1	50	33	26	0.17	3.5
1	2.5	7.41	50	45	35	0.29	3.5
1	4	4.61	50	58	46	0.46	3.5
1	6	3.08	40	74	58	0.70	3.5
1	10	1.83	30	98	80	1.16	3.5
1	16	1.15	30	129 / 132	105 / 107	1.86	3.5
1	25	0.727	30	169 / 172	140 / 143	2.91	3.5
1	35	0.524	20	210 / 214	175 / 179	4.07	3.5
1	50	0.387	20	250 / 255	215 / 219	5.81	3.5
1	70	0.268	20	310 / 316	270 / 275	8.14	3.5
1	95	0.193	20	375 / 383	335 / 342	11.05	3.5
1	120	0.153	20	425 / 434	390 / 398	13.95	3.5
1	150	0.124	20	480 / 490	445 / 454	17.44	3.5
1	185	0.0991	20	550 / 561	510 / 520	21.51	3.5
1	240	0.0754	20	640 / 653	620 / 632	27.91	3.5
1	300	0.0601	20	730 / 745	710 / 724	34.88	3.5
1	400	0.0470	20	855 / 872	850 / 867	46.51	3.5
1	500	0.0366	20	990 / 1010	1000 / 1020	58.14	3.5

B. Nilai Ordo Harmonisa pada Panel LVMD

Tabel 4.25 Nilai Ordo Harmonisa

No	Orde	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Netral	Satuan
1	1	365,46	368,17	365,62	54,2	Ampere
2	3	15,6	17,3	16,4	16,5	Ampere
3	5	80,06	78,01	68,22	52,31	Ampere
4	7	76,2	67,45	89,54	63,78	Ampere
5	9	23,224	22,5	24,82	20,31	Ampere
6	11	15,6	18,6	17,39	9,45	Ampere
7	13	13,554	15,3	16,32	17,64	Ampere
8	15	10,69	10,29	10,21	6,865	Ampere
9	17	8,365	7,263	8,423	10,35	Ampere
10	19	6,223	6,544	6,934	4,65	Ampere
11	21	7,491	6,325	6,596	3,867	Ampere
12	23	3,474	3,275	4,283	3,395	Ampere
13	25	2,185	2,133	2,943	0,724	Ampere
14	27	1,473	1,359	1,273	0,638	Ampere
15	29	0,941	0,982	1,109	0,639	Ampere
16	31	0,918	0,97	1,107	0,563	Ampere
17	33	0,732	0,645	0,866	0,483	Ampere
18	35	0,711	0,712	0,467	0,286	Ampere
19	37	0,542	0,617	0,458	0,312	Ampere
20	39	0,423	0,411	0,419	0,201	Ampere
21	41	0,447	0,365	0,332	0,186	Ampere
22	43	0,378	0,49	0,337	0,163	Ampere
23	46	0,213	0,312	0,431	0,149	Ampere
24	47	0,213	0,289	0,226	0,136	Ampere
25	49	0,187	0,213	0,148	0,131	Ampere

C. Perhitungan fasa Loses R, S, T dan Netral

Untuk mencari *Power Losses* pada tiap fasa dan netral menggunakan rumus:

$$\Delta P_R = \sum_{k=1}^n R_{ph} \times I k_R^2 (W) - \text{Power Losses Fasa R}$$

$$\Delta P_S = \sum_{k=1}^n R_{ph} \times I k_S^2 (W) - \text{Power Losses Fasa S}$$

$$\Delta P_T = \sum_{k=1}^n R_{ph} \times I k_T^2 (W) - \text{Power Losses Fasa T}$$

$$\Delta P_N = \sum_{k=1}^n R_{ph} \times I k_N^2 (W) - \text{Power Losses Netral}$$

Perhitungan mencari *Power Losses* fasa R

$$\Delta P_R = \sum_{k=1}^n R_{ph} \times I k_R^2$$

$$\begin{aligned} \Delta P_R = & (0,00124 \times 365,46^2) + (0,00124 \times 15,6^2) + (0,00124 \times \\ & 80,06^2) + (0,00124 \times 76,2^2) + (0,00124 \times 23,224^2) + (0,00124 \times \\ & 15,6^2) + (0,00124 \times 13,554^2) + (0,00124 \times 10,69^2) + (0,00124 \times \\ & 8,365^2) + (0,00124 \times 6,223^2) + (0,00124 \times 7,491^2) + (0,00124 \times \\ & 3,474^2) + (0,00124 \times 2,185^2) + (0,00124 \times 1,473^2) + (0,00124 \times \\ & 0,941^2) + (0,00124 \times 0,918^2) + (0,00124 \times 0,732^2) + (0,00124 \times \\ & 0,711^2) + (0,00124 \times 0,542^2) + (0,00124 \times 0,423^2) + (0,00124 \times \\ & 0,447^2) + (0,00124 \times 0,378^2) + (0,00124 \times 0,213^2) + (0,00124 \times \\ & 0,213^2) + (0,00124 \times 0,187^2) \end{aligned}$$

$$= 182,64 \text{ Watt}$$

Perhitungan mencari *Power Losses* fasa S

$$\Delta P_S = \sum_{k=1}^n R_{ph} \times I_{k_S}^2$$

$$\begin{aligned} \Delta P_S &= (0,00124 \times 368,17^2) + (0,00124 \times 17,3^2) + (0,00124 \times 78,01^2) + \\ &(0,00124 \times 67,45^2) + (0,00124 \times 22,5^2),, + (0,00124 \times 18,6^2) + (0,00124 \times \\ &15,3^2) + (0,00124 \times 10,29^2) + (0,00124 \times 7,263^2) + (0,00124 \times \\ &6,544^2),, + (0,00124 \times 6,325^2) + (0,00124 \times 3,275^2) + (0,00124 \times \\ &2,133^2) + (0,00124 \times 1,359^2) + (0,00124 \times 0,982^2),, + (0,00124 \times 0,97^2) + \\ &(0,00124 \times 0,645^2) + (0,00124 \times 0,712^2) + (0,00124 \times 0,617^2) + \\ &(0,00124 \times 0,411^2),, + (0,00124 \times 0,365^2) + (0,00124 \times 0,49^2) + \\ &(0,00124 \times 0,312^2) + (0,00124 \times 0,289^2) + (0,00124 \times 0,213^2) \\ &= 183,31 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Perhitungan mencari *Power Losses* fasa T

$$\Delta P_T = \sum_{k=1}^n R_{ph} \times I_{k_T}^2$$

$$\begin{aligned} \Delta P_T &= (0,00124 \times 365,62^2) + (0,00124 \times 16,4^2) + (0,00124 \times 68,22^2) + \\ &(0,00124 \times 89,54^2) + (0,00124 \times 24,82^2) + (0,00124 \times 17,39^2) + \\ &(0,00124 \times 16,32^2) + (0,00124 \times 10,21^2) + (0,00124 \times 8,423^2) + \\ &(0,00124 \times 6,934^2) + (0,00124 \times 6,596^2) + (0,00124 \times 4,283^2) + \\ &(0,00124 \times 2,943^2) + (0,00124 \times 1,273^2) + (0,00124 \times 1,109^2) + \\ &(0,00124 \times 1,107^2) + (0,00124 \times 0,866^2) + (0,00124 \times 0,467^2) + \\ &(0,00124 \times 0,458^2) + (0,00124 \times 0,419^2) + (0,00124 \times 0,332^2) + \\ &(0,00124 \times 0,337^2) + (0,00124 \times 0,431^2) + (0,00124 \times 0,226^2) + \\ &(0,00124 \times 0,148^2) \\ &= 183,57 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Perhitungan mencari *Power Losses* Netral

$$\Delta P_N = \sum_{k=1}^n R_{ph} \times I_{k_N}^2$$

$$\begin{aligned} \Delta P_N &= (0,00124 \times 54,2^2) + (0,001245 \times 16,5^2) + (0,00124 \times 52,31^2) + \\ &(0,00124 \times 63,78^2) + (0,00124 \times 20,31^2) + (0,00124 \times 9,45^2) + \\ &(0,00124 \times 17,64^2) + (0,00124 \times 6,865^2) + (0,00124 \times 10,35^2) + \\ &(0,00124 \times 4,65^2) + (0,00124 \times 3,867^2) + (0,00124 \times 3,395^2) + \\ &(0,00124 \times 0,724^2) + (0,00124 \times 0,638^2) + (0,00124 \times 0,639^2) + \\ &(0,00124 \times 0,563^2) + (0,00124 \times 0,483^2) + (0,00124 \times 0,286^2) + \\ &(0,00124 \times 0,312^2) + (0,00124 \times 0,201^2) + (0,00124 \times 0,186^2) + \\ &(0,00124 \times 0,163^2) + (0,00124 \times 0,149^2) + (0,00124 \times 0,136^2) + \\ &(0,00124 \times 0,131^2) \\ &= 13,67 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Nilai total *Power Losses* akibat ketidakseimbangan beban dan harmonisa pada setiap fasa (R, S, T) dan Netral disajikan pada tabel 4.42 sebagai berikut :

Tabel 4.26 Nilai Total Power Losses

Fasa R (Watt)	Fasa S (Watt)	Fasa T (Watt)	Netral (Watt)	Total (Wh)
182,64	183,31	183,57	13,67	563,19

D. Perhitungan Tarif Dasar Listrik Gedung

Universitas Aisyiyah Yogyakarta dalam pembayaran tarif tenaga listriknya termasuk dalam golongan tarif S-3 yaitu tarif dasar listrik untuk pelayanan sosial yang bersifat komersial dengan batas daya diatas 200 KVA.

Biaya yang ada pada golongan ini ada dua macam, yaitu biaya Waktu Beban Puncak (WBP) dan biaya Luar Waktu Beban Puncak (LWBP). Berikut adalah perhitungan WBP dan LWBP :

a) Biaya Waktu Beban Puncak (WBP)

Waktu beban puncak dari PLN terjadi saat sistem bekerja pada pukul 18:00 – 22:00. Bila dihitung maka waktu beban puncak selama 5 jam.

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

$$\text{Biaya WBP} = 1,4 \times 1,3 \times 735$$

$$\text{Biaya WBP} = \text{Rp. } 1.338 \text{ per} - \text{Kwh}$$

b) Luar Biaya Waktu Beban Puncak (LWBP)

Luar waktu beban puncak dari PLN setiap harinya pukul 23:00 – 17:00 Bila dihitung maka luar waktu beban puncak selama 19 jam.

$$\text{Biaya WBP} = P \times 735$$

$$\text{Biaya WBP} = 1,3 \times 735$$

$$\text{Biaya WBP} = \text{Rp. } 956 \text{ per} - \text{Kwh}$$

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

P = Faktor pengali untuk pembeda antara S-3 bersifat sosial murni dengan S-3 bersifat sosial komersial

- Untuk pelanggan S-3 yang bersifat sosial murni P = 1

- Untuk pelanggan S-3 yang bersifat sosial komersial P = 1,3

c) Perhitungan Biaya Rata-Rata

$$\begin{aligned} \text{Biaya Rata} - \text{rata} &= \frac{(\text{WBP} \times 5) + (\text{LWBP} \times 19)}{24} \\ &= \frac{(1.338 \times 5) + (956 \times 19)}{24} \\ &= \frac{9.690 + 18.164}{24} \\ &= \text{Rp. } 1036 \text{ per} - \text{kWH} \end{aligned}$$

E. Perhitungan Kerugian Akibat Ketidakseimbangan Beban dan Harmonisa

Untuk mengetahui kerugian yang diperoleh oleh konsumen yang disebabkan oleh ketidakseimbangan beban dan harmonisa, maka perlu dicari kerugian per-hari, per-bulan, dan per-tahun. Jika diasumsikan setiap bulan adalah 30 hari, maka kerugian yang diperoleh adalah :

Tabel 4.27 Nilai Kerugian Akibat Ketidakseimbangan Beban dan Harmonisa

Besar Power Losses (ΔP) [kW]	0,56319
Besar Power Losses perhari ($\Delta P \times 24$) [kW]	13,51656
Biaya akibat Power Losses perhari (ΔP perhari X Rp 1.036)	Rp 14.003,1562
Biaya akibat Power Losses perbulan (panel pada umumnya bekerja 1x dalam 1 bulan pada saat perawatan rutin)	Rp 392.088,377
Biaya akibat Power Losses pertahun	Rp 4.705.060,47

F. Perbaikan Nilai Harmonisa menggunakan filter Pasif Single Tuned

Filter Pasif *Single Tuned* berfungsi untuk meredam harmonisa dengan mengalihkan arus harmonisa yang tidak diinginkan pada sistem tenaga listrik. Untuk merancang filter ini maka sebelumnya harus diketahui dulu atau ditemukan dulu permasalahan yang ada pada sistem yang ingin diteliti. Untuk merancang Filter Pasif *Single Tuned* terlebih dahulu harus diketahui nilai harmonisa tiap orde yang ada siste yang diamati . Rangkaian Filter Pasif *Single Tuned* akan mereduksi nilai harmonisa tiap orde yang melebihi batas standart IEEE yaitu 12 % untuk orde harmonisa kurang dari sama dengan orde ke-11. Berikut data nilai harmonisa maksimum pada orde 3,5,7 dan 9.

Tabel 4.28 Harmonisa Orde 3

Orde 3 Maksimum	
Fasa	Harmonisa (%)
Fasa R	5,6
Fasa S	5,5
Fasa T	5,3

Tabel 4.29 Harmonisa Orde 5

Orde 5 Maksimum	
Fasa	Harmonisa (%)
Fasa R	25,12
Fasa S	21,65
Fasa T	20,91

Tabel 4.30 Harmonisa Orde 7

Orde 7 Maksimum	
Fasa	Harmonisa (%)
Fasa R	15,03
Fasa S	22,72
Fasa T	29,56

Tabel 4.31 Harmonisa Orde 9

Orde 9 Maksimum	
Fasa	Harmonisa (%)
Fasa R	6,2
Fasa S	5,6
Fasa T	5,3

Dari harmonisa tiap orde yang ada pada tabel 4.28 sampai dengan 4.31, diketahui bahwa harmonisa pada orde ke-7 melebihi batas standar yang sudah ditentukan, dengan nilai fasa R yaitu 15,03 %, fasa S 22,72 %, dan fasa T yaitu 29,56 %.

Sehingga dapat dihitung spesifikasi untuk Filter Pasif *Single Tuned* pada orde ke-7. Maka nilai filternya adalah :

1) Spesifikasi Resistor

Pada orde ke-7 diketahui nilai maksimal arus harmonisa adalah 105,53 ampere, dengan tegangan kerja pada panel sebesar 380V.

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

$$R = \frac{380 \text{ V}}{105,53 \text{ A}}$$

$$R = 3,60 \Omega$$

$$P = V \times I$$

$$P = 380 \text{ V} \times 105,53 \text{ A}$$

$$P = 40.101 \text{ Watt}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui, nilai resistor yang digunakan sebesar 3,60 Ω dengan rating daya sebesar 40.101 watt.

2) Q Faktor

Rentang nilai Q faktor yang telah ditetapkan adalah 30-100. Sehingga dapat dipilih nilai kualitas filter sebesar 30.

$$X_L = X_C = X_n$$

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

$$X_n = Q \times R$$

$$X_n = 30 \times 3,60$$

$$X_n = 108 \Omega$$

3) Spesifikasi Induktor

Frekuensi *tunning* pada harmonisa ke-7 yaitu 150 Hz. Namun agar kerja filter mencapai performa maksimal, diberi nilai toleransi sehingga frekuensi *tunning* yaitu 145 Hz.

$$X_L = \omega L$$
$$L = \frac{108}{2 \times 3,14 \times 145}$$
$$L = 0,118 \text{ H}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui, nilai induktor yang digunakan yaitu 0,118 H dan rating arusnya yaitu 105,53 A.

4) Spesifikasi Kapasitor: 98.344,8

Frekuensi *tunning* pada harmonisa orde ke-7 yaitu 150 Hz. Namun agar kerja filter mencapai performa maksimal, diberi nilai toleransi sehingga frekuensi *tunning* yaitu 145 Hz.

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$
$$C = \frac{1}{\omega X_C}$$
$$C = \frac{1}{(2 \times 3,14 \times 145)108}$$
$$C = 1,017 \times 10^{-5} \mu F$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui, nilai kapasitor yang digunakan yaitu $1,017 \times 10^{-5} \mu F$

Shingga diperoleh spesifikasi Filter Pasif *Single Tuned* untuk mereduksi harmonisa pada orde ke-7 sebagai berikut:

Tabel 4.32 Spesifikasi Filter Pasif Single Tuned untuk Orde ke-7

Filter Pasif <i>Single Tuned</i> orde ke-9	
Keterangan	Ukuran Spesifikasi
$X_C=X_L$	108 Ω
R	3,60 Ω
P	40.101 Watt
L	0,118 H
C	$1,017 \times 10^{-5} \mu F$

Filter *Pasif Single Tuned* dapat dipasang diarea sekitar daya listrik, hal ini bertujuan untuk mencegah harmonisa menuju sumber. Terdapat tiga teori yang dapat digunakan dalam pemasangan filter, antara lain *Global Compensation* dimana filter dipasang pada panel utama yang mencakup keseluruhan instalasi sistem, *Compensation by swctor* dimana filter dipasang pada panel pembagian yang lebih dekat dengan beban, *Compensation of Individual Loads* dimana filter dipasang tepat sebelum beban yang akan direduksi. Dalam hal ini, untuk gedung Universitas Aisiyah Yogyakarta dapat dipasang Filter *Pasif Single Tuned* yang dipasang dengan sistem *Compensation of Individual Loads* dimana filter dipasang tepat sebelum beban yang akan direduksi yaitu pada *input* Panel *LVMD*.

4.4. Solusi Perbaikan Nilai Faktor Daya

A. Data Pengukuran Faktor Daya, Daya Nyata dan Daya Reaktif

Pada tabel 4.33 dan tabel 4.34 merupakan data pengukuran untuk nilai Faktor Daya pada hari selasa sampai rabu dan jum'at sampai sabtu. Hari-hari tersebut merupakan hari kerja dan hari libur.

Tabel 4.33 Nilai Faktor Daya Hari Selasa Sampai Rabu

Faktor Daya	Fase R	Fase S	Fase T
Max	0,433	0,508	0,369
Min	0,074	0,082	0,058
Average	0,2535	0,295	0,2135
Total Faktor Daya			0,254

Tabel 4.34 Nilai Faktor Daya Hari Jum'at Sampai Sabtu

Faktor Daya	Fase R	Fase S	Fase T
Max	0,212	0,389	0,242
Min	0,077	0,086	0,069
Average	0,1445	0,2375	0,1555
Total Faktor Daya			0,179

Pada tabel 4.35 dan tabel 4.36 merupakan data pengukuran untuk nilai Daya Aktif pada hari selasa sampai rabu dan jum'at sampai sabtu. Hari-hari tersebut merupakan hari kerja dan hari libur.

Tabel 4.35 Nilai Daya Aktif Hari Selasa Sampai Rabu

Daya Nyata	Fase R	Fase S	Fase T
Max	35,95	41,44	30,77
Min	6,3	7,28	4,95
Average	21,125	24,36	17,86
Total Daya Nyata			21,115

Tabel 4.36 Nilai Daya Aktif Hari Jum'at Sampai Sabtu

Daya Nyata	Fase R	Fase S	Fase T
Max	17,23	30,67	19,28
Min	6,27	7,68	5,72
Average	11,75	19,175	12,5
Total Daya Nyata			14,475

Pada tabel 4.37 dan tabel 4.38 merupakan data pengukuran untuk nilai Daya Reaktif pada hari Selasa sampai Rabu dan Jum'at sampai Sabtu. Hari-hari tersebut merupakan hari kerja dan hari libur.

Tabel 4.37 Nilai Reaktif Hari Selasa Sampai Rabu

Daya Reaktif	Fase R	Fase S	Fase T
Max	85,38	89,62	87,56
Min	73,52	70,2	75,15
Average	79,45	79,91	81,355
Total Daya Reaktif			80,238

Tabel 4.38 Nilai Reaktif Hari Jum'at Sampai Sabtu

Daya Reaktif	Fase R	Fase S	Fase T
Max	84,286	88,62	84,234
Min	79,642	72,68	77,336
Average	81,964	80,65	80,785
Total Daya Reaktif			81,133

B. Perhitungan Nilai Kompensasi Daya Reaktif yang Diinginkan

Telah diketahui nilai pengukuran daya reaktif (Q_1) sehingga perlu dihitung nilai daya reaktif yang ingin dicapai (Q_2) agar mendapatkan nilai kompensasi daya reaktif (Q_c). Di bawah ini merupakan perhitungan nilai kompensasi daya reaktif yang diinginkan dengan nilai faktor daya 0,85 sebagai berikut :

a) Hari Selasa Sampai Rabu

$$S_2 = \frac{P}{\cos \varphi}$$

$$S_2 = \frac{21,115}{0,95}$$

$$S_2 = 22,226 \text{ VA}$$

$$S_2 = 22,226 \text{ kVA}$$

$$I_2 = \frac{S_2}{\sqrt{3}V}$$

$$I_2 = \frac{22,226}{390 \times 1,73}$$

$$I_2 = 32,94 \text{ A}$$

$$Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P^2}$$

$$Q_2 = \sqrt{22,226^2 - 21,115^2}$$

$$Q_2 = \sqrt{493,9950 - 445,8432}$$

$$Q_2 = \sqrt{48,1518}$$

$$Q_2 = 7 \text{ kVAR}$$

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

$$Q_c = 80 \text{ kVAR} - 7 \text{ kVAR}$$

$$Q_c = 73 \text{ kVAR}$$

b) Hari Jum'at Sampai Sabtu

$$S_2 = \frac{P}{\cos \varphi}$$

$$S_2 = \frac{14,475}{0,95}$$

$$S_2 = 15,236 \text{ VA}$$

$$S_2 = 15,236 \text{ kVA}$$

$$I_2 = \frac{S_2}{\sqrt{3}V}$$

$$I_2 = \frac{15,236}{390 \times 1,73}$$

$$I_2 = 22,58 \text{ A}$$

$$Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P^2}$$

$$Q_2 = \sqrt{15,236^2 - 14,475^2}$$

$$Q_2 = \sqrt{232,1356 - 209,5256}$$

$$Q_2 = \sqrt{22,61}$$

$$Q_2 = 5 \text{ kVAR}$$

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

$$Q_c = 81,133 \text{ kVAR} - 5 \text{ kVAR}$$

$$Q_c = 75 \text{ kVAR}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata kompensasi daya reaktif} &= \frac{73+75}{2} \\ &= 74 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

4.5. Perhitungan Capacitor Bank

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, maka didapatkan hasil dari kompensasi daya Reaktif (Q_c) sebesar 74 kVAR. Sehingga dalam pemasangannya nanti sistem dirancang menggunakan 1 modul 6 step dengan tiap bank mengoreksi atau mengkompensasi 10 dan 20 kVAR dengan susunan/ konfigurasi sebagai berikut.

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$$

$$80 = 10 + 10 + 10 + 10 + 20 + 20 \text{ (KVAR)}$$

Dengan menggunakan persamaan:

$$I_c = \frac{KVAR}{V}$$

Daya Reaktif = 10 kVAR dan 20 kVAR

Tegangan = 400 Volt

Frekuensi = 50 Hz

Maka arus Capacitor (Ic):

$$I_c = \frac{10}{400}$$
$$= 0,025 \text{ Kilo Ampere}$$

Reaktansi Kapasitif (Xc) adalah :

$$X_c = \frac{V}{I_c}$$
$$= \frac{400}{0,025}$$
$$= 1,6 \text{ Ohm}$$

Kapasitor yang diperlukan :

$$C = \frac{1}{2\pi f x c}$$

$$C = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 50 \times 1,6}$$

$$C = \frac{1}{502,4}$$

$$C = 1,9 \times 10^{-3} \text{ Farad}$$

$$C = 0,0019 \text{ microFarad}$$

Maka arus Capacitor (Ic):

$$I_c = \frac{20}{400}$$
$$= 0,05 \text{ Kilo Ampere}$$

Reaktansi Kapasitif (Xc) adalah :

$$X_c = \frac{V}{I_c}$$
$$= \frac{400}{0,5}$$
$$= 800 \text{ Ohm}$$

Kapasitor yang diperlukan :

$$C = \frac{1}{2\pi f X_c}$$

$$C = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 50 \times 800}$$

$$C = \frac{1}{251,2}$$

$$C = 3,9 \times 10^{-3} \text{ Farad}$$

$$C = 0,0039 \text{ microFarad}$$