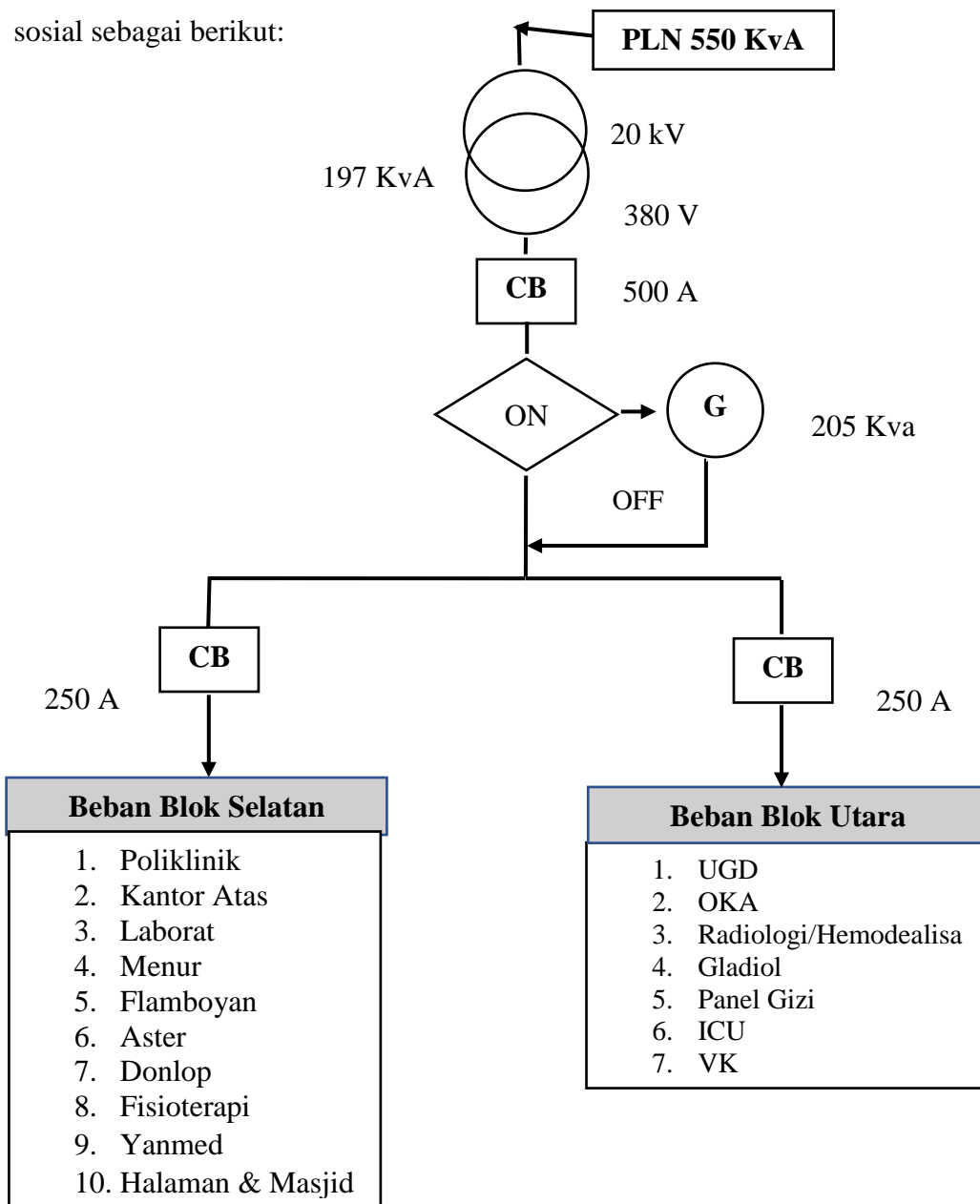


BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Kualitas Daya Listrik (*Power Quality*)

Pola beban yang berada pada gedung layanan kesehatan Rumah Sakit Umum Daerah Muntilan berlangganan/memasok listrik dari PLN dengan tarif sosial sebagai berikut:



Gambar 4. 1 Pola beban pada RSUD Muntilan

Dari gambar pola diatas sistem jaringan yang ada pada Rumah Sakit Umum Daerah Muntilan adalah PLN memasok daya sebesar 550 KVA menuju trafo distribusi yang berkapasitas 197 KVA bertegangan rendah 20 Kv 3 fase 380 V. Setelah dari trafo distribusi menuju panel *Low Voltage Main Distribution Panel* (LVMDP) dan *Circuit Breaker* (CB) berkapasitas 500 A dan menuju ke panel *Automatic Transformation Switch* (ATS) yang berfungsi untuk membackup panel LVMDP apabila listrik yang mengalir dari PLN terputus atau padam, genset akan menyala secara otomatis dan ATS akan berkerja mengganti sumber aliran dari PLN menuju ke sumber aliran yang berada pada genset, proses pergantian ini disebut dengan *Change Over Switch* (COS). Apabila sumber listrik PLN telah terhubung maka relay yang ada pada ATS akan memutus aliran listrik dari genset.

Setelah melalui panel ATS aliran distribusi listrik pada Rumah Sakit Umum Daerah muntilan mengalir menuju panel bagi yang berisi *Circuit Breaker* (CB) berkapasitas sebesar 250 A pada masing-masing CB yang dibagi menjadi dua yaitu pada panel utara dan selatan. Pada panel utara aliran listrik akan disalurkan menuju 7 ruangan yaitu: Unit Gawat Darurat (UGD), OKA, Radiologi/Hemodialisa, Gladio, Panel Gizi, ICU, VK. Sedangkan pada panel selatan aliran listrik disalurkan menuju 10 ruangan yaitu: Poliklinik, Kantor Atas, Laborat, Menur, Flamboyan, Aster, Donlop, Fisioterapis, Yanmed, Halaman dan Masjid.

Setelah mengetahui pola distribusi beban aliran listrik pada Rumah Sakit Umum Daerah Muntilan langkah berikutnya adalah melakukan pengambilan data dengan cara mengukur menggunakan alat ukur *Power Quality and Energy Analyzer* METREL MI 2892. Adapun fokus yang diukur adalah: Frekuensi, Tegangan, Arus, *Total Harmonik Distortion* (THD), Faktor Daya, Ketidakseimbangan beban/*Unbalanced* Tegangan dan Arus. Sebelum mengetahui hasil pengukuran alangkah lebih baiknya mengetahui standar-standar yang telah ditetapkan oleh pihak-pihak yang mempunyai wewenang.

Standar frekuensi yang telah ditentukan adalah menurut standar peraturan menteri energi dan sumber daya mineral no.37 tahun 2008 nilai “frekuensi nominal

50 Hz, dan tidak lebih rendah dari 49,5 Hz atau lebih tinggi dari 50,5 Hz” (Permen ESDM no.37). Pada tegangan, standar yang dipakai adalah berdasarkan “Permen ESDM No. 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 fasa 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”. Sedangkan standar arus yang dipakai adalah sesuai teori yang berbunyi “Apabila jumlah phasor dari ketiga tegangan adalah sama dengan nol, maka dengan jumlah phasor dari arus pada ketiga fase juga sama dengan nol. Jika impedansi beban dari ketiga fase tidak sama, maka jumlah phasor dan arus netralnya (I_n) tidak sama dengan nol dan beban dikatakan tidak seimbang”.

Standar *Total Harmonic Distortion* (THD) arus dan tegangan adalah IEEE 519-1992 pada tabel 2.1 dijelaskan batas *Total Harmonik Distortion* tegangan dan arus. Suplay tegangan ≤ 69 kV nilai THD dikatakan baik apabila hasil pengukuran $\leq 5\%$. Berdasarkan standar IEEE 519-1992 batas *Total Harmonik Distortion* arus. Arus pada range 100 s/d 1000 Ampere nilai THD dikatakan baik apabila hasil pengukuran $\leq 15\%$.

Pada faktor daya standar yang diapakai dikeluarkan oleh 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. Sedangkan pada Ketidakseimbangan beban/*Unbalanced* arus dan tegangan memakai standar yang dikeluarkan oleh ANSI C84.1 – 1995 ketidak-seimbangan tegangan sistem tidak boleh melebihi 3% pada saat tidak dibebani, dan maksimal 6 % untuk sistem yang dibebani”.(ANSI C84.1-1995). %. Pada arus standarnya adalah ANSI C84,1-1995 ketidak-seimbangan arus dapat dikatakan baik apabila ≤ 20 %. Pada hasil pengukuran berikut akan ditemukan hasil maksimal dan minimal, indikator hasil nilai maksimal berwarna hijau, sedangkan pada hasil nilai minimal akan berwarna

merah. Dengan begitu hasil pengukuran yang dilakukan pada Rumah Sakit Umum Daerah Muntilan adalah sebagai berikut.

4.1.1 Frekuensi [Hz]

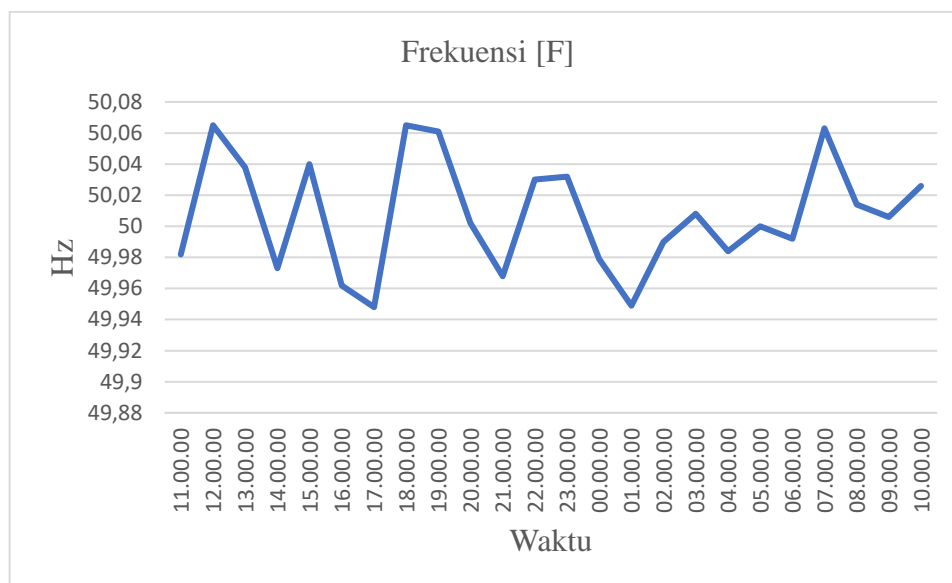
Berikut adalah hasil nilai dari pengukuran frekuensi pada panel LVMDP pada saat hari kerja. Dengan hasil pengukuran pada tabel 4.1 dan gambar grafik pada 4.2.

Tabel 4. 1 Frekuensi panel LVMDP pada saat hari kerja

Waktu	Frekuensi [Hz]
11.00.00	49,982
12.00.00	50,065
13.00.00	50,038
14.00.00	49,973
15.00.00	50,04
16.00.00	49,962
17.00.00	49,948
18.00.00	50,065
19.00.00	50,061
20.00.00	50,002
21.00.00	49,968
22.00.00	50,03
23.00.00	50,032
00.00.00	49,979
01.00.00	49,949
02.00.00	49,99
03.00.00	50,008
04.00.00	49,984
05.00.00	50

Waktu	Frekuensi [Hz]
06.00.00	49,992
07.00.00	50,063
08.00.00	50,014
09.00.00	50,006
10.00.00	50,026

Berdasarkan pada tabel 4.1 maka dapat diperoleh grafik seperti yang ditampilkan pada gambar grafik 4.2 yaitu grafik frekuensi pada panel LVMDP pada hari kerja



Gambar 4. 2 Grafik Frekuensi panel LVMDP pada hari kerja

Setelah diperoleh hasil berdasarkan tabel 4.1 dan gambar grafik 4.2 diketahui frekuensi pada panel LVMDP pada hari kerja dapat diambil nilai maksimum dengan warna hijau dan nilai minimum dengan warna merah yaitu dengan nilai maksimum pada pukul 12.00 dan 18.00 WIB sebesar 50,065 dan nilai minimum pada pukul 17.00 WIB sebesar 49,948 pada hari kerja. Hasil pengukuran frekuensi pada panel LVMDP pada hari kerja masih masuk dalam toleransi karena menurut Standar peraturan menteri energi dan sumber daya mineral

no.37 tahun 2008 nilai “frekuensi nominal 50 Hz, dan tidak lebih rendah dari 49,5 Hz atau lebih tinggi dari 50,5 Hz” (Permen ESDM no.37).

4.1.2 Tegangan

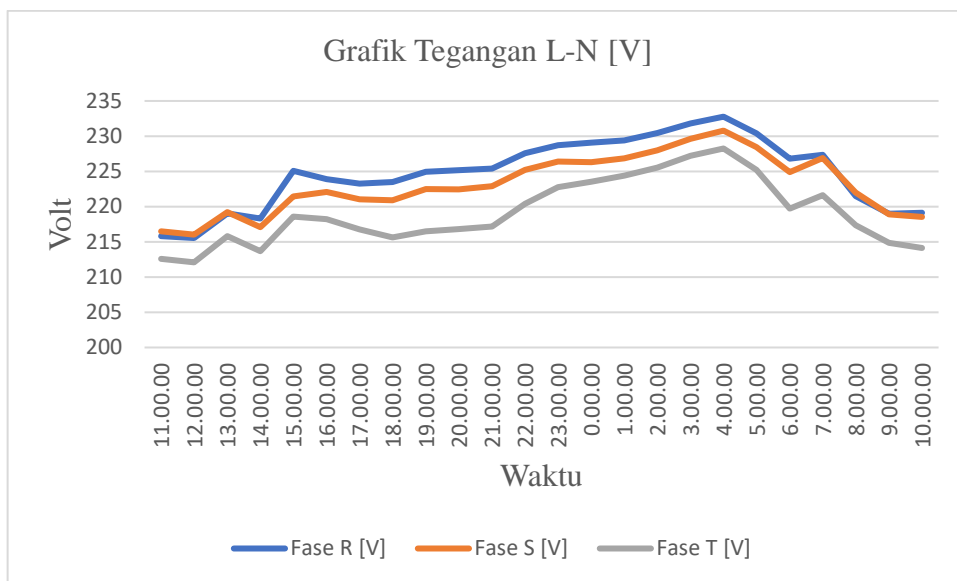
Berikut adalah hasil nilai dari pengukuran tegangan pada panel LVMDP pada saat hari kerja. Dengan hasil pengukuran pada tabel 4.2 dan gambar grafik pada 4.3.

Tabel 4. 2 Tegangan pada panel LVMDP pada saat hari kerja

Waktu	Tegangan R [V]	Tegangan S [V]	Tegangan T [V]
11.00.00	215,8	216,5	212,56
12.00.00	215,54	216,02	212,09
13.00.00	219,03	219,24	215,82
14.00.00	218,33	217,06	213,69
15.00.00	225,06	221,46	218,59
16.00.00	223,92	222,1	218,23
17.00.00	223,26	221,03	216,76
18.00.00	223,48	220,92	215,63
19.00.00	224,94	222,47	216,47
20.00.00	225,15	222,46	216,81
21.00.00	225,39	222,88	217,19
22.00.00	227,58	225,2	220,39
23.00.00	228,71	226,39	222,77
0.00.00	229,06	226,33	223,55
1.00.00	229,4	226,85	224,38
2.00.00	230,45	227,99	225,55
3.00.00	231,81	229,62	227,23
4.00.00	232,77	230,79	228,25
5.00.00	230,4	228,43	225,22
6.00.00	226,79	224,92	219,72
7.00.00	227,34	226,89	221,64

Waktu	Tegangan R [V]	Tegangan S [V]	Tegangan T [V]
8.00.00	221,48	222,01	217,37
9.00.00	218,99	218,91	214,84
10.00.00	219,13	218,52	214,14

Berdasarkan pada tabel 4.2 maka diperoleh grafik seperti pada gambar 4.3 yaitu grafik *Line to Netral* pada panel LVMDP pada saat hari kerja.



Gambar 4. 3 Grafik tegangan Pada panel LVMDP

Dari hasil tabel 4.2 dan pada gambar grafik 4.3 diperoleh hasil bahwa tegangan *line to netral* yaitu dengan nilai maksimal terjadi pada pukul 04.00 WIB di masing-masing fase dengan rincian yaitu pada fase R sebesar 232,77 V, pada fase S sebesar 230,79 V dan pada fase T sebesar 228,25 V. Sedangkan nilai minimal terjadi pada pukul 12.00 WIB di masing-masing fase dengan rincian yaitu pada fase R sebesar 215,54 V, pada fase S sebesar 216,02 V, dan pada fase T sebesar 212,09 V. Berdasarkan standar “Permen ESDM No. 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” maka dari hasil pengukuran pada tabel 4.2 dan grafik 4.2 antara tegangan *line to netral* dapat dikatakan baik karena masih masuk dalam toleransi.

4.1.3 Arus

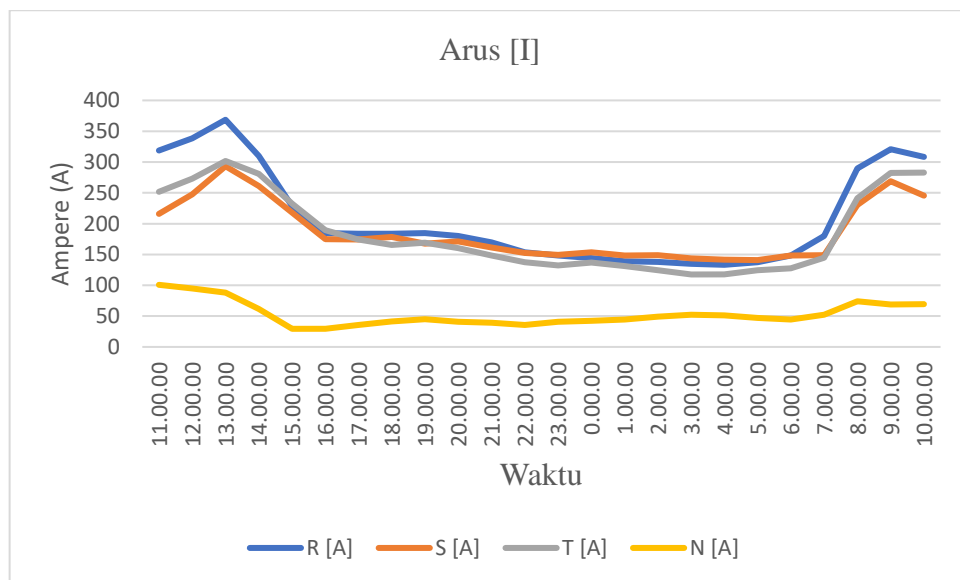
Berikut adalah hasil nilai dari pengukuran arus pada panel LVMDP pada saat hari kerja. Dengan hasil pengukuran pada tabel 4.3 dan gambar grafik pada 4.4.

Tabel 4. 3 Arus pada panel LVMDP pada hari kerja

Waktu	Arus R [A]	Arus S [A]	Arus T [A]	Arus N [A]
11.00.00	318,94	215,88	251,66	100,75
12.00.00	338,46	247,36	272,91	94,78
13.00.00	368,57	293,21	301,69	88,27
14.00.00	309,61	260,99	280,59	61,43
15.00.00	228,07	217,86	232,7	29,59
16.00.00	184,89	175,04	189,56	29,44
17.00.00	183,77	174,06	174,17	35,64
18.00.00	183,65	178,43	165,36	41,24
19.00.00	184,77	167,8	168,94	44,83
20.00.00	180,01	171,03	160,03	41,04
21.00.00	169,8	161,3	148,58	39,32
22.00.00	153,32	152,45	137,44	35,6
23.00.00	148,39	149,34	132,06	40,9
0.00.00	143,93	153,53	136,85	42,11
1.00.00	139,15	148,26	131,41	44,66
2.00.00	138,07	148,8	124,42	48,98
3.00.00	134,96	143,81	117,55	52
4.00.00	133,23	141,6	117,78	51,05
5.00.00	137,18	140,87	124,5	47,11

Waktu	Arus R [A]	Arus S [A]	Arus T [A]	Arus N [A]
6.00.00	148,1	148,33	127,52	44,58
7.00.00	180,06	149,02	144,53	52,02
8.00.00	289,75	230,59	241,27	73,96
9.00.00	320,55	268,91	282,25	68,84
10.00.00	308,4	245,3	282,84	69,53

Berdasarkan pada tabel 4.3 maka diperoleh grafik seperti pada gambar 4.4 yaitu grafik Arus pada panel LVMDP pada saat hari kerja.



Gambar 4. 4 Grafik arus pada panel LVMDP pada hari kerja

Berdasarkan hasil arus ketiga fase tersebut pada tabel 4.3 dan pada gambar grafik 4.4 diperoleh hasil nilai maksimal yang terjadi pada pukul 11.00 WIB pada arus netral sebesar 100,75 A, pada pukul 13.00 WIB pada arus R sebesar 368,67 A, pada arus S sebesar 293,21 A dan pada arus T sebesar 301,69 A. Sedangkan nilai minimal yang terjadi pada pukul 16.00 WIB pada arus netral sebesar 29,44 A, pada pukul 03.00 WIB pada arus T sebesar 117,55 A, pada pukul 04.00 WIB pada arus R sebesar 133,23 A, dan pada pukul 05.00 WIB pada arus S sebesar 140,87 A. “Apabila jumlah phasor dari ketiga tegangan adalah sama dengan nol, maka dengan jumlah phasor dari arus pada ketiga fase juga sama dengan nol. Jika

impedansi beban dari ketiga fase tidak sama, maka jumlah phasor dan arus netralnya (I_n) tidak sama dengan nol dan beban dikatakan tidak seimbang". Pada pengukuran arus terjadi ketidakseimbangan beban dengan indikasi terdapat arus netral yang sangat besar yaitu sebesar 100,75 A.

4.1.4 Total Harmonic Distortion Tegangan

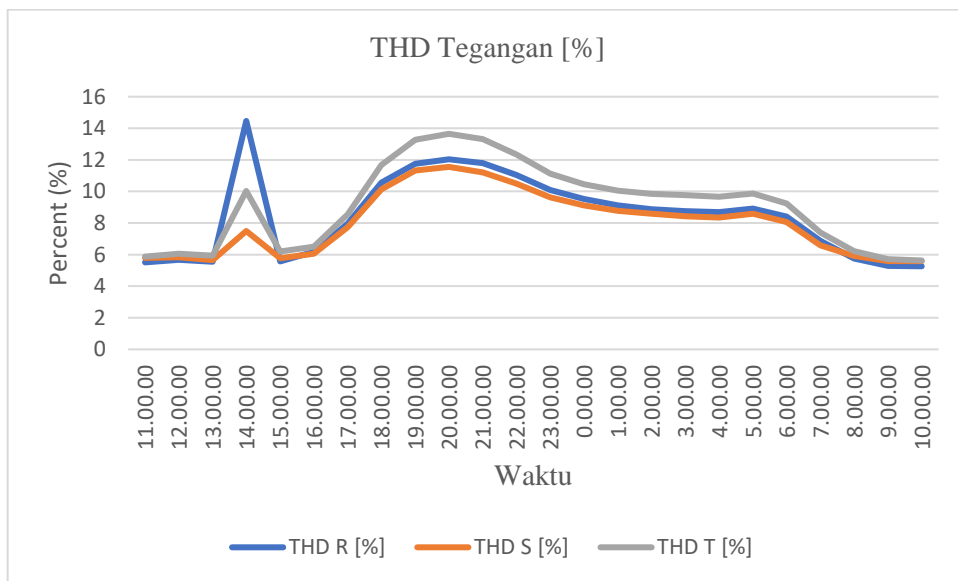
Berikut adalah hasil nilai dari pengukuran Total Harmonic Distortion (THD) tegangan pada panel LVMDP pada saat hari kerja. Dengan hasil pengukuran pada tabel 4.4 dan gambar grafik pada 4.5.

Tabel 4. 4 Total Harmonic Distortion (THD) Tegangan pada panel LVMDP pada hari kerja

Waktu	THD Tegangan R [%]	THD Tegangan S [%]	THD Tegangan T [%]
11.00.00	5,514	5,792	5,869
12.00.00	5,666	5,843	6,059
13.00.00	5,548	5,658	5,943
14.00.00	14,466	7,499	10,027
15.00.00	5,563	5,763	6,2
16.00.00	6,173	6,063	6,496
17.00.00	7,971	7,737	8,554
18.00.00	10,549	10,13	11,673
19.00.00	11,756	11,321	13,281
20.00.00	12,034	11,555	13,649
21.00.00	11,789	11,215	13,312
22.00.00	11,044	10,501	12,34
23.00.00	10,085	9,618	11,123
0.00.00	9,519	9,116	10,447
1.00.00	9,113	8,77	10,049
2.00.00	8,868	8,591	9,854
3.00.00	8,758	8,432	9,757
4.00.00	8,701	8,35	9,658

Waktu	THD Tegangan R [%]	THD Tegangan S [%]	THD Tegangan T [%]
5.00.00	8,911	8,593	9,874
6.00.00	8,408	8,072	9,247
7.00.00	6,864	6,589	7,394
8.00.00	5,751	5,906	6,221
9.00.00	5,292	5,59	5,715
10.00.00	5,262	5,589	5,629

Berdasarkan pada tabel 4.4 maka diperoleh grafik seperti pada gambar 4.5 yaitu grafik *Total Harmonic Distortion* (THD) tegangan pada panel LVMDP pada saat hari kerja.



Gambar 4. 5 Grafik Total Harmonic Distortion tegangan pada panel LVMDP pada hari kerja

Berdasarkan hasil *Total Harmonic Distortion* (THD) tegangan pada tabel 4.4 dan gambar grafik 4.5 diperoleh hasil nilai maksimal yaitu terjadi pada pukul 14.00 WIB pada fase R sebesar 14,466 %, pada pukul 20.00 WIB pada fase S sebesar 11,555 %, dan pada fase T sebesar 13,649 %. Sedangkan nilai minimal

yaitu terjadi pada pukul 10.00 WIB pada fase R sebesar 5,262 %, pada fase S sebesar 5,589 %, dan pada fase T sebesar 5,629 %. Standar IEEE 519-1992 pada tabel 2.1 dijelaskan batas *Total Harmonik Distortion* tegangan dan arus. Suplay tegangan ≤ 69 kV nilai THD dikatakan baik apabila hasil pengukuran $\leq 5\%$. Hasil pengukuran THD tegangan pada kondisi maksimal dan minimal melebihi batas toleransi yang telah ditentukan. Maka hasil pengukuran THD tegangan dapat dikatakan buruk.

4.1.5 Total Harmonic Distortion Arus

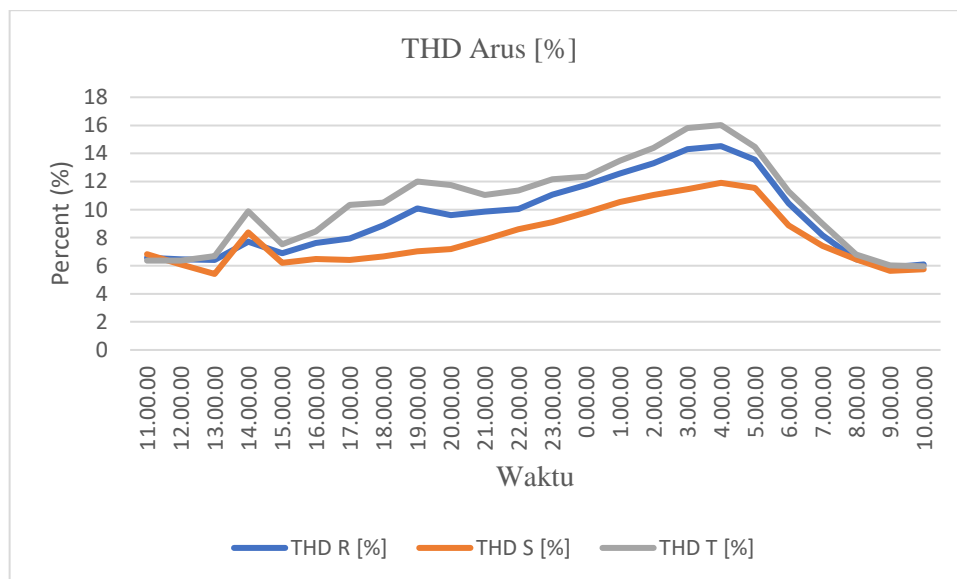
Berikut adalah hasil nilai dari pengukuran Total Harmonic Distortion (THD) arus pada panel LVMDP pada saat hari kerja. Dengan hasil pengukuran pada tabel 4.5 dan gambar grafik pada 4.6.

Tabel 4. 5 *Total Harmonic Distortion* (THD) Arus pada panel LVMDP pada hari kerja

Waktu	THD Arus R [%]	THD Arus S [%]	THD Arus T [%]
11.00.00	6,574	6,824	6,36
12.00.00	6,457	6,098	6,37
13.00.00	6,402	5,414	6,68
14.00.00	7,714	8,367	9,87
15.00.00	6,881	6,204	7,53
16.00.00	7,622	6,484	8,45
17.00.00	7,941	6,402	10,33
18.00.00	8,871	6,661	10,49
19.00.00	10,086	7,024	11,99
20.00.00	9,61	7,187	11,75
21.00.00	9,849	7,878	11,03
22.00.00	10,04	8,593	11,37
23.00.00	11,075	9,105	12,16
0.00.00	11,752	9,778	12,33
1.00.00	12,569	10,536	13,48

Waktu	THD Arus R [%]	THD Arus S [%]	THD Arus T [%]
2.00.00	13,294	11,034	14,39
3.00.00	14,307	11,451	15,8
4.00.00	14,52	11,905	16,02
5.00.00	13,559	11,536	14,47
6.00.00	10,438	8,885	11,3
7.00.00	8,167	7,423	8,98
8.00.00	6,461	6,447	6,79
9.00.00	5,885	5,646	6,02
10.00.00	6,1	5,758	5,96

Berdasarkan pada tabel 4.5 maka diperoleh grafik seperti pada gambar 4.6 yaitu grafik Total Harmonic Distortion (THD) arus pada panel LVMDP pada saat hari kerja.



Gambar 4. 6Grafik Total Harmonic Distortion (THD) arus pada panel LVMDP pada hari kerja

Berdasarkan hasil *Total Harmonic Distortion* (THD) Arus pada tabel 4.5 dan gambar grafik 4.6 diperoleh hasil nilai maksimal yang terjadi pada pukul 04.00

WIB pada fase R sebesar 14,52 %, pada fase S sebesar 11,905 %, dan pada fase T sebesar 16,02 %. Sedangkan pada nilai minimum yang terjadi pada pukul 10.00 WIB pada fase R sebesar 6,1 %, pada fase T sebesar 5,96 %, dan pada pukul 13.00 WIB pada fase S sebesar 5,414 %. Berdasarkan standar IEEE 519-1992 batas *Total Harmonik Distortion* arus. Arus pada range 100 s/d 1000 Ampere nilai THD dikatakan baik apabila hasil pengukuran $\leq 15\%$. Hasil pengukuran THD arus pada kondisi maksimal yang melebihi batas toleransi yaitu pada fase T, sedangkan pada fase R, S, dan kondisi minimal dapat dikatakan baik karena masih masuk dalam toleransi.

4.1.6 Faktor Daya Listrik

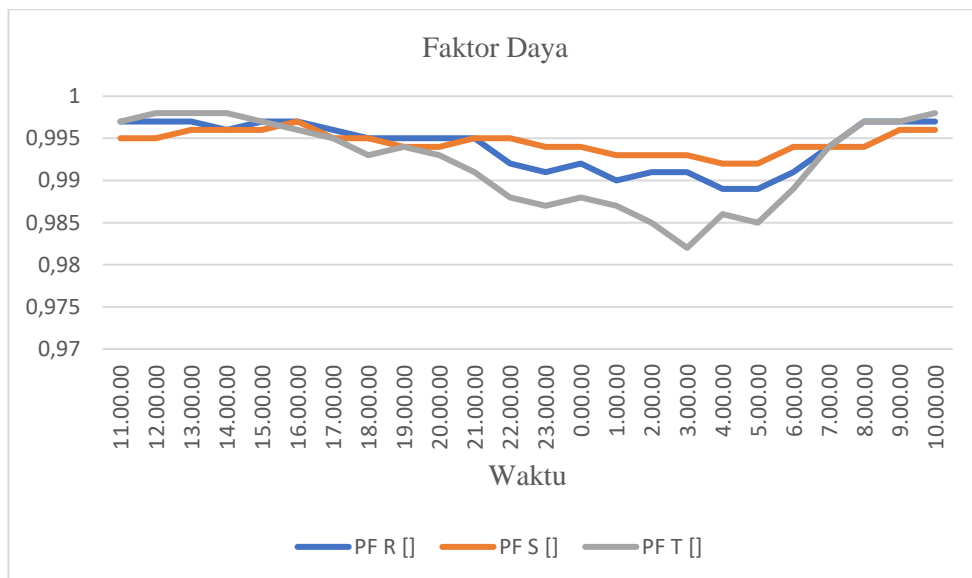
Berikut adalah hasil nilai dari pengukuran faktor daya listrik pada panel LVMDP pada saat hari kerja. Dengan hasil pengukuran pada tabel 4.6 dan gambar grafik pada 4.7.

Tabel 4. 6 Faktor Daya pada panel LVMDP pada hari kerja

Waktu	Faktor Daya R	Faktor Daya S	Faktor Daya T
11.00.00	0,997	0,995	0,997
12.00.00	0,997	0,995	0,998
13.00.00	0,997	0,996	0,998
14.00.00	0,996	0,996	0,998
15.00.00	0,997	0,996	0,997
16.00.00	0,997	0,997	0,996
17.00.00	0,996	0,995	0,995
18.00.00	0,995	0,995	0,993
19.00.00	0,995	0,994	0,994
20.00.00	0,995	0,994	0,993
21.00.00	0,995	0,995	0,991
22.00.00	0,992	0,995	0,988
23.00.00	0,991	0,994	0,987
0.00.00	0,992	0,994	0,988
1.00.00	0,99	0,993	0,987

Waktu	Faktor Daya R	Faktor Daya S	Faktor Daya T
2.00.00	0,991	0,993	0,985
3.00.00	0,991	0,993	0,982
4.00.00	0,989	0,992	0,986
5.00.00	0,989	0,992	0,985
6.00.00	0,991	0,994	0,989
7.00.00	0,994	0,994	0,994
8.00.00	0,997	0,994	0,997
9.00.00	0,997	0,996	0,997
10.00.00	0,997	0,996	0,998

Berdasarkan pada tabel 4.6 maka diperoleh grafik seperti pada gambar 4.7 yaitu grafik faktor daya listrik pada panel LVMDP pada saat hari kerja.



Gambar 4. 7 Grafik faktor daya listrik pada panel LVMDP pada hari kerja

Berdasarkan hasil faktor daya pada tabel 4.6 dan gambar grafik 4.7 diperoleh hasil nilai maksimal yang terjadi pada pukul 11.00-13.00 WIB, 15.00-16.00 WIB, 08.00-10.00 WIB pada fase R sebesar 0,997, pada pukul 16.00 WIB pada fase S sebesar 0,997, dan pada pukul 12.00-14.00 WIB, 10.00 WIB pada fase T sebesar

0,998. Sedangkan pada nilai minimal terjadi pada pukul 04.00-05.00 WIB pada fase R sebesar 0,989, pada fase S sebesar 0,992, dan pada pukul 03.00 WIB pada fase T sebesar 0,982. 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. Maka dengan hasil pengukuran batas nilai maksimal dan nilai minimal faktor daya pada panel LVMDP tersebut dapat dikatakan baik karena masih diatas standar 0,85 yang ditetapkan oleh PT.PLN (persero).

4.1.7 Daya Nyata (P)

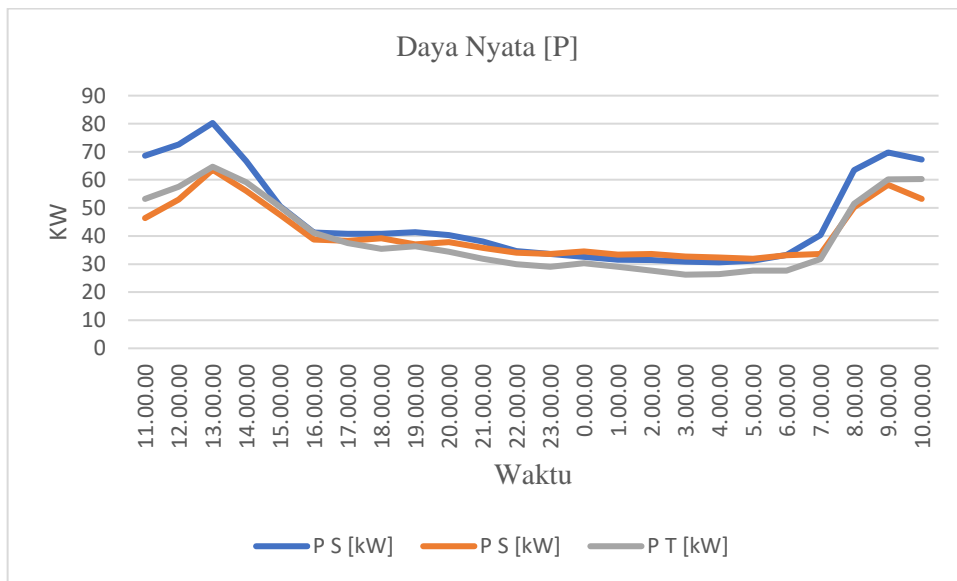
Berikut adalah hasil nilai dari pengukuran daya nyata pada panel LVMDP pada saat hari kerja. Dengan hasil pengukuran pada tabel 4.7 dan gambar grafik pada 4.8.

Tabel 4. 7 Daya nyata pada panel LVMDP pada hari kerja

Waktu	P S [kW]	P S [kW]	P T [kW]
11.00.00	68,61	46,43	53,22
12.00.00	72,62	52,97	57,5
13.00.00	80,26	63,61	64,68
14.00.00	66,63	56,06	59,14
15.00.00	50,65	47,57	50,33
16.00.00	41,21	38,72	41,14
17.00.00	40,82	38,26	37,49
18.00.00	40,8	39,15	35,41
19.00.00	41,35	37,07	36,34
20.00.00	40,31	37,79	34,43
21.00.00	38	35,73	31,95
22.00.00	34,6	34,11	29,93
23.00.00	33,62	33,57	29,03
0.00.00	32,6	34,5	30,25
1.00.00	31,55	33,39	29,08
2.00.00	31,43	33,66	27,64

Waktu	P S [kW]	P S [kW]	P T [kW]
3.00.00	30,88	32,74	26,23
4.00.00	30,61	32,39	26,43
5.00.00	31,23	31,9	27,62
6.00.00	33,29	33,11	27,7
7.00.00	40,33	33,57	31,73
8.00.00	63,44	50,25	51,48
9.00.00	69,71	58,27	60,14
10.00.00	67,24	53,25	60,33

Berdasarkan pada tabel 4.7 maka diperoleh grafik seperti pada gambar 4.8 yaitu grafik daya nyata pada panel LVMDP pada saat hari kerja.



Gambar 4. 8 Grafik daya nyata pada panel LVMDP pada hari kerja

Berdasarkan hasil daya nyata pada tabel 4.7 dan gambar grafik 4.8 diperoleh nilai maksimal yang terjadi pada pukul 13.00 WIB pada fase R sebesar 80,26 KW, pada fase S sebesar 63,61 KW, dan pada fase T sebesar 64,68 KW. Sedangkan pada nilai minimal terjadi pada pukul 03.00 WIB pada fase T sebesar 26,23 KW, pada pukul 04.00 WIB pada fase R sebesar 30,61 KW, dan pada pukul 05.00 WIB pada fase S sebesar 31,9 KW.

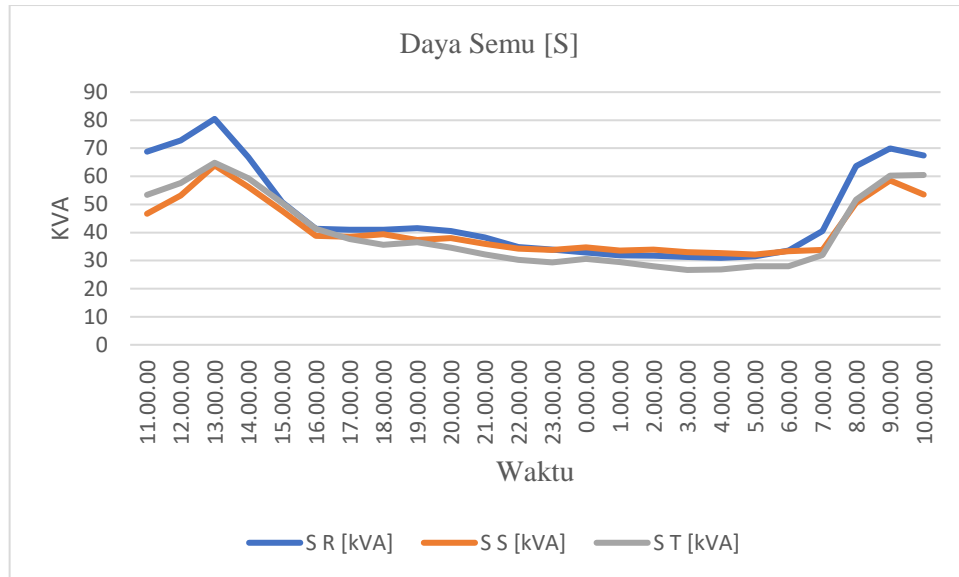
4.1.8 Daya Semu (S)

Berikut adalah hasil nilai dari pengukuran daya semu pada panel LVMDP pada saat hari kerja. Dengan hasil pengukuran pada tabel 4.8 dan gambar grafik pada 4.9.

Tabel 4. 8 Daya semu pada panel LVMDP pada hari kerja

Waktu	S R [kVA]	S S [kVA]	S T [kVA]
11.00.00	68,79	46,67	53,41
12.00.00	72,81	53,22	57,68
13.00.00	80,47	63,9	64,85
14.00.00	66,86	56,29	59,3
15.00.00	50,81	47,75	50,52
16.00.00	41,37	38,84	41,29
17.00.00	40,99	38,44	37,65
18.00.00	41	39,35	35,62
19.00.00	41,53	37,28	36,52
20.00.00	40,5	38,02	34,64
21.00.00	38,21	35,91	32,2
22.00.00	34,86	34,29	30,24
23.00.00	33,91	33,78	29,37
0.00.00	32,93	34,71	30,56
1.00.00	31,87	33,61	29,42
2.00.00	31,77	33,9	28,02
3.00.00	31,24	32,99	26,66
4.00.00	30,98	32,65	26,84
5.00.00	31,55	32,15	27,98
6.00.00	33,56	33,32	27,98
7.00.00	40,57	33,76	31,92
8.00.00	63,66	50,55	51,67
9.00.00	69,94	58,52	60,3
10.00.00	67,46	53,48	60,46

Berdasarkan pada tabel 4.8 maka diperoleh grafik seperti pada gambar 4.9 yaitu grafik daya semu pada panel LVMDP pada saat hari kerja.



Gambar 4. 9 Grafik daya semu pada panel LVMDP pada hari kerja

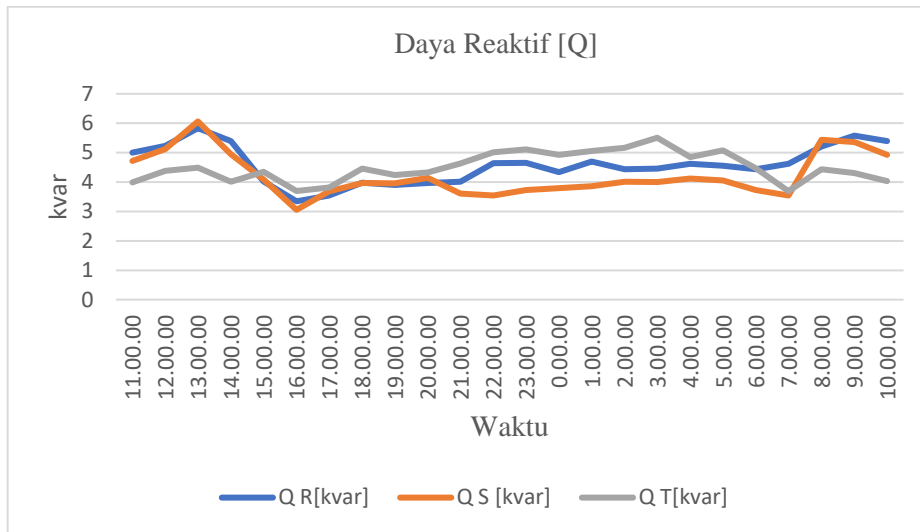
Berdasarkan hasil daya semu yang diperoleh dari tabel 4.8 dan gambar grafik 4.9 diperoleh nilai maksimal yang terjadi pada pukul 13.00 WIB pada fase R sebesar 80,47 KVA, pada fase S sebesar 63,9 KVA, dan pada fase T sebesar 64,85 KVA. Sedangkan nilai minimal diperoleh pada pukul 03.00 WIB pada fase T sebesar 26,66 KVA, pada pukul 04.00 WIB pada fase R sebesar 30,98 KVA, dan pada pukul 05.00 WIB pada fase S sebesar 32,15 KVA.

4.1.9 Daya Reaktif (VAR)

Berikut adalah hasil nilai dari pengukuran daya reaktif pada panel LVMDP pada saat hari kerja. Dengan hasil pengukuran pada tabel 4.9 dan gambar grafik pada 4.10.

Tabel 4. 9 Daya reaktif pada panel LVMDP pada hari kerja

Waktu	Q R[kvar]	Q S [kvar]	Q T[kvar]
11.00.00	4,996	4,714	3,992
12.00.00	5,23	5,119	4,379
13.00.00	5,831	6,06	4,489
14.00.00	5,391	4,942	4,011
15.00.00	4,026	4,086	4,346
16.00.00	3,345	3,054	3,693
17.00.00	3,542	3,683	3,811
18.00.00	3,975	3,969	4,454
19.00.00	3,901	3,95	4,236
20.00.00	3,963	4,142	4,322
21.00.00	4,009	3,61	4,633
22.00.00	4,637	3,538	5,01
23.00.00	4,652	3,723	5,113
0.00.00	4,341	3,795	4,92
1.00.00	4,691	3,853	5,051
2.00.00	4,435	4,011	5,168
3.00.00	4,456	3,997	5,506
4.00.00	4,621	4,121	4,846
5.00.00	4,553	4,052	5,073
6.00.00	4,438	3,722	4,465
7.00.00	4,62	3,538	3,688
8.00.00	5,203	5,441	4,429
9.00.00	5,577	5,365	4,301
10.00.00	5,39	4,924	4,033



Gambar 4. 10 Grafik daya reaktif pada LVMDP pada hari kerja

Berdasarkan hasil daya reaktif yang diperoleh pada tabel 4.9 dan gambar grafik 4.10 diperoleh nilai maksimal yang terjadi pada pukul 13.00 WIB pada fase R sebesar 5,831 kvar, pada fase S sebesar 6,06 kvar, dan pada pukul 03.00 WIB pada fase T sebesar 5,506 kvar. Sedangkan nilai minimal terjadi pada pukul 16.00 WIB pada fase R sebesar 3,345 kvar, pada fase S sebesar 3,054 kvar, dan pada pukul 07.00 WIB pada fase T sebesar 3,688 kvar.

4.1.10 Unbalanced Voltage/ Ketidakseimbangan Tegangan

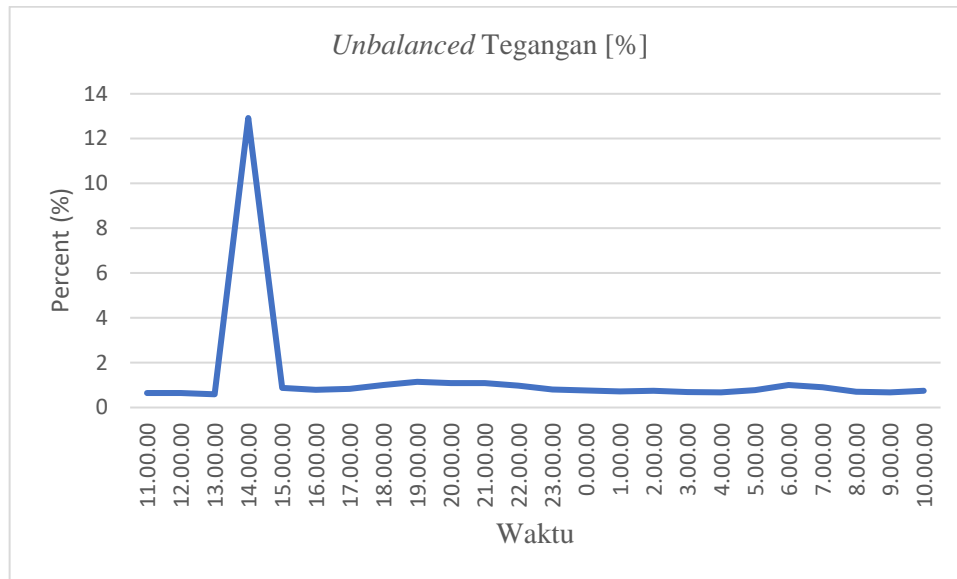
Berikut adalah hasil nilai dari pengukuran *Unbalanced Voltage/* Ketidakseimbangan Tegangan pada panel LVMDP pada saat hari kerja. Dengan hasil pengukuran pada tabel 4.10 dan gambar grafik pada 4.11.

Tabel 4. 10 *Unbalanced Voltage* pada panel LVMDP pada hari kerja

Waktu	<i>Unbalanced Voltage</i> [%]
11.00.00	0,64
12.00.00	0,64
13.00.00	0,59
14.00.00	12,92
15.00.00	0,87
16.00.00	0,79

Waktu	<i>Unbalanced Voltage</i> [%]
17.00.00	0,83
18.00.00	1,01
19.00.00	1,14
20.00.00	1,09
21.00.00	1,09
22.00.00	0,97
23.00.00	0,8
0.00.00	0,76
1.00.00	0,72
2.00.00	0,74
3.00.00	0,69
4.00.00	0,68
5.00.00	0,77
6.00.00	1,01
7.00.00	0,9
8.00.00	0,7
9.00.00	0,67
10.00.00	0,75

Berdasarkan pada tabel 4.10 maka diperoleh grafik seperti pada gambar 4.10 yaitu grafik *Unbalanced Voltage*/Ketidakseimbangan Tegangan pada panel LVMDP pada saat hari kerja.



Gambar 4. 11 Unbalanced Voltage/ Ketidak seimbangan tegangan pada panel LVMDP pada hari kerja

Berdasarkan hasil *Unbalanced Voltage*/Ketidakseimbangan Tegangan berdasarkan tabel 4.10 dan gambar grafik 4.11 diperoleh nilai maksimal yang terjadi pada pukul 14.00 WIB sebesar 12,92 %. Sedangkan pada nilai minimal terjadi pada pukul 13.00 WIB sebesar 0,59 %. Berdasarkan standar ANSI C84.1 – 1995 ketidak-seimbangan tegangan sistem tidak boleh melebihi 3% pada saat tidak dibebani, dan maksimal 6 % untuk sistem yang dibebani”.(ANSI C84.1-1995). Maka dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai *Unbalanced Voltage*/Ketidakseimbangan Tegangan dikatakan buruk karena melebihi batas standar ANSI C84.1-1995 pada kondisi maksimal pada pukul 14.00 WIB.

4.1.11 *Unbalanced Current*/Ketidakseimbangan Arus

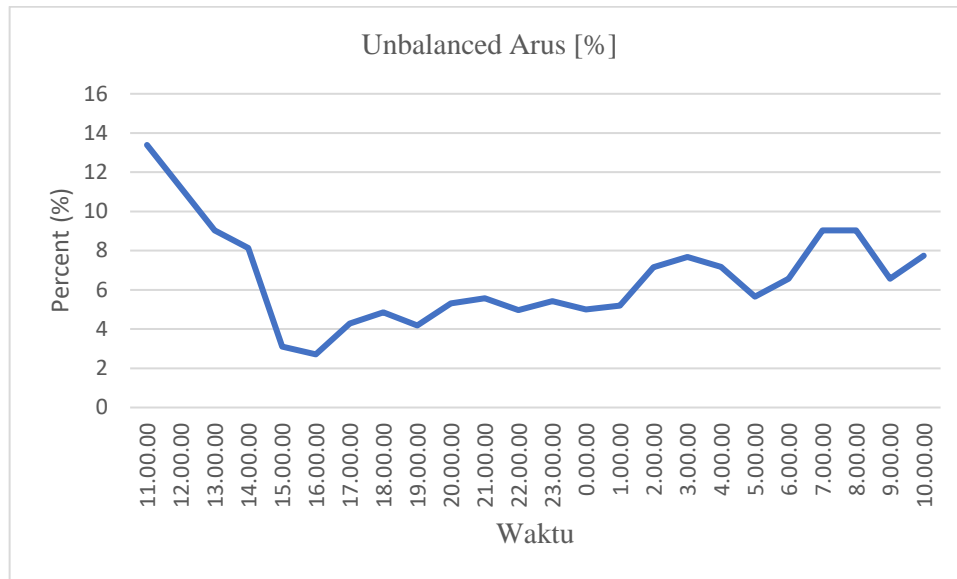
Berikut adalah hasil nilai dari pengukuran *Unbalanced Current*/Ketidakseimbangan Arus pada panel LVMDP pada saat hari kerja. Dengan hasil pengukuran pada tabel 4.11 dan gambar grafik pada 4.12.

Tabel 4. 11 Unbalanced Current/ Arus pada panel LVMDP pada hari kerja

Waktu	<i>Unbalanced Current</i> [%]
11.00.00	13,39
12.00.00	11,22

Waktu	<i>Unbalanced Current</i> [%]
13.00.00	9,03
14.00.00	8,13
15.00.00	3,1
16.00.00	2,71
17.00.00	4,29
18.00.00	4,86
19.00.00	4,19
20.00.00	5,31
21.00.00	5,58
22.00.00	4,97
23.00.00	5,42
0.00.00	5
1.00.00	5,2
2.00.00	7,16
3.00.00	7,67
4.00.00	7,18
5.00.00	5,65
6.00.00	6,57
7.00.00	9,03
8.00.00	9,03
9.00.00	6,57
10.00.00	7,74

Berdasarkan pada tabel 4.11 maka diperoleh grafik seperti pada gambar 4.12 yaitu grafik *Unbalanced Current*/Ketidakseimbangan Arus pada panel LVMDP pada saat hari kerja.



Gambar 4. 12 Grafik Unbalanced Current/Ketidakseimbangan Arus pada panel LVMDP pada hari kerja

Berdasarkan hasil *Unbalanced Current*/Ketidakseimbangan Arus yang diperoleh pada tabel 4.11 dan gambar grafik 4.12 diperoleh nilai maksimal yang terjadi pada pukul 11.00 WIB sebesar 13,39 %, sedangkan nilai minimal terjadi pada pukul 16.00 WIB sebesar 2,71 %. Menurut standar ANSI C84,1-1995 ketidakseimbangan arus dapat dikatakan baik apabila ≤ 20 %. Maka dari hasil tersebut *Unbalanced Current*/Ketidakseimbangan Arus dapat dikatakan baik karena tidak melebihi batas dari standar yang ditentukan oleh ANSI C84,1-1995.

Maka dari hasil tabel dan grafik pada panel LVMDP yang tersaji, dapat disimpulkan gambaran umum dengan nilai maksimal dan minimal pada tabel 4.12 dengan nilai minimal, dan tabel 4.13 dengan nilai maksimal.

Tabel 4. 12 Nilai minimal dari hasil pengukuran pada panel LVMDP

No	Parameter	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Netral	Standar	Keterangan
1	Frekuensi [Hz]	49,948				49,5	Baik
2	Tegangan [V]	215,54	216,02	212,09	-	207	Baik
3	Arus[A]	133,23	140,87	117,55	29,44	Seimban ng	Kurang baik

	Parameter	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Netral	Standar	Keterangan
4	THD Tegangan [%]	5,262	5,589	5,629	-	≤5%	Kurang baik
5	THD Arus [%]	6,1	5,414	5,96	-	≤15%	Baik
6	Daya Nyata [KW]	30,61	31,9	26,23	-	-	Baik
7	Daya Semu [KVA]	30,98	32,15	26,66	-	-	Baik
8	Daya Reaktif [KVAR]	3,345	3,054	3,688	-	-	Baik
9	Faktor Daya	0,989	0,992	0,982	-	0,85	Baik
10	Unbalanced Voltage [%]	0,59				≤6%	Baik
11	Unbalanced Current [%]	2,71				≤20%	Baik

Berdasarkan hasil pada tabel 4.12 nilai minimal berdasarkan pengukuran pada panel LVMDP pada hari kerja dapat disimpulkan bahwa kualitas daya yang terukur yang dapat dikatakan baik adalah frekuensi, tegangan, THD arus, Daya nyata, Daya semu, Daya reaktif, Faktor daya, *Unbalanced Voltage*, *Unbalanced Current*. Dari parameter-parameter tersebut dapat dikatakan baik karena tidak melebihi standar yang telah ditentukan. Sedangkan kualitas daya yang terukur yang dapat dikatakan kurang baik adalah Arus dan THD Tegangan, kedua parameter tersebut dikatakan kurang baik karena pada Arus terdapat ketidakseimbangan dan pada THD tegangan melebihi batas yang ditentukan.

Tabel 4. 13 Nilai maksimal dari hasil pengukuran pada panel LVMDP

No	Parameter	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Netral	Standar	Keterangan
1	Frekuensi [Hz]	50,065				50,5	Baik
2	Tegangan [V]	232,77	230,79	228,25	-	241,5	Baik
3	Arus[A]	368,57	293,21	301,69	100,75	Seimbang	Kurang baik
4	THD Tegangan [%]	14,466	11,555	13,649	-	$\leq 5\%$	Kurang baik
5	THD Arus [%]	14,52	11,905	16,02	-	$\leq 15\%$	Kurang baik
6	Daya Nyata [KW]	80,26	63,61	64,68	-	-	Baik
7	Daya Semu [KVA]	80,47	63,9	64,85	-	-	Baik
8	Daya Reaktif [KVAR]	5,831	6,06	5,506	-	-	Baik
9	Faktor Daya	0,997	0,997	0,998	-	0,85	Baik
10	Unbalanced Voltage [%]	12,92				$\leq 6\%$	Kurang baik
11	Unbalanced Current [%]	13,39				$\leq 20\%$	Baik



Berdasarkan hasil pada tabel 4.13 nilai maksimal berdasarkan pengukuran pada panel LVMDP pada hari kerja dapat disimpulkan bahwa kualitas daya yang terukur yang dapat dikatakan baik adalah frekuensi, tegangan, Daya nyata, Daya semu, Daya reaktif, Faktor daya, *Unbalanced Current*. Dari parameter-parameter tersebut dapat dikatakan baik karena tidak melebihi standar yang telah ditentukan. Sedangkan kualitas daya yang terukur yang dapat dikatakan kurang baik adalah Arus, THD Tegangan, THD Arus dan Unbalanced Voltage parameter-parameter tersebut dikatakan kurang baik karena pada parameter arus terjadi

ketidakseimbangan dan pada THD Tegangan, THD Arus dan *Unbalanced Voltage* melebihi standar yang telah ditentukan.

4.3 Mencari *Power Losses* Akibat Harmonisa dan Ketidakseimbangan beban.

4.3.1 Besar Ukuran Hambatan pada Pengantar

Untuk mencari besar *Power Losses* hal yang perlu diketahui terlebih dahulu adalah besar hambatan pada kabel pengantar. Kabel penghantar pada Rumah Sakit Umum Daerah Muntilan dari Transformator menuju *Main Distribution Panel* (MDP) menggunakan ukuran kabel penghantar setiap fasa dan netral yang digunakan adalah kabel dengan luas penampang 240 mm². Dengan jenis kabel yang digunakan adalah kabel berjenis NYY dengan luas penampang kabel 240 mm², apabila dengan panjang kabel sepanjang 1 kilometer (km) yang memiliki hambatan sebesar 0,0754 Ohm (Ω). Dengan jarak dari transformator ke *Main Distributor Panel* (MDP) menggunakan kabel dengan panjang 10 meter. Maka hambatan pada kabel NYY dengan luas penampang sebesar 240 mm² dan panjang 10 meter memiliki hambatan sebesar 0,000754 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

Gambar 4. 13 Tabel Karakteristik Kabel Penghantar

4.3.2 Nilai Ordo Harmonisa pada Panel LVMDP

Tabel 4. 14 Nilai Ordo Harmonisa

No.	Ordo	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Netral	Satuan
1	1	439,57	369,1	367,03	143,28	Ampere
2	3	25,04	20,65	23,071	53,99	Ampere
3	5	18,86	15,68	20,84	9,44	Ampere
4	7	10,59	10,004	7,862	6,526	Ampere
5	9	7,648	10,696	10,194	25,45	Ampere
6	11	9,099	7,318	7,871	4,84	Ampere
7	13	6,383	6,455	5,119	3,233	Ampere
8	15	2,287	2,23	1,899	3,864	Ampere
9	17	1,659	1,536	1,089	0,624	Ampere
10	19	0,961	1,133	0,964	0,575	Ampere
11	21	0,461	0,978	0,996	0,579	Ampere
12	23	0,484	0,978	0,776	0,439	Ampere
13	25	0,334	0,633	0,267	0,209	Ampere
14	27	0,318	0,444	0,606	0,391	Ampere
15	29	0,261	0,573	0,658	0,464	Ampere

No.	Ordo	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Netral	Satuan
16	31	0,337	0,58	0,576	0,301	Ampere
17	33	0,225	0,58	0,497	0,146	Ampere
18	35	0,248	0,58	0,525	0,159	Ampere
19	37	0,244	0,586	0,511	0,148	Ampere
20	39	0,244	0,567	0,452	0,129	Ampere
21	41	0,225	0,617	0,432	0,124	Ampere
22	43	0,185	0,592	0,432	0,123	Ampere
23	45	0,147	0,604	0,422	0,138	Ampere
24	47	0,147	0,617	0,378	0,133	Ampere
25	49	0,112	0,271	0,363	0,133	Ampere

4.3.3 Mencari *Power Losses* pada tiap fasa (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

$$\Delta P_R = \sum_{k=1}^n Rph \times Ik_R^2$$

$$\begin{aligned} \Delta P_R = & (0,0000754 \times 439,57^2) + (0,0000754 \times 25,04^2) + (0,0000754 \times \\ & 18,86^2) + (0,0000754 \times 10,59^2) + (0,0000754 \times 7,648^2) + \\ & (0,0000754 \times 9,099^2) + (0,0000754 \times 6,383^2) + (0,0000754 \times \\ & 2,287^2) + (0,0000754 \times 1,659^2) + (0,0000754 \times 0,961^2) + \\ & (0,0000754 \times 0,961^2) + (0,0000754 \times 0,484^2) + (0,0000754 \times \\ & 0,334^2) + (0,0000754 \times 0,318^2) + (0,0000754 \times 0,261^2) + \\ & (0,0000754 \times 0,337^2) + (0,0000754 \times 0,225^2) + (0,0000754 \times \\ & 0,248^2) + (0,0000754 \times 0,244^2) + (0,0000754 \times 0,244^2) + \\ & (0,0000754 \times 0,225^2) + (0,0000754 \times 0,185^2) + (0,0000754 \times \\ & 0,147^2) + (0,0000754 \times 0,147^2) + (0,0000754 \times 0,112^2) \end{aligned}$$

=14,744939 Watt

Perhitungan mencari *Power Losses* fasa S

$$\Delta P_S = \sum_{k=1}^n Rph \times Ik_S^2$$

$$\begin{aligned} \Delta P_S = & (0,0000754 \times 369,1^2) + (0,0000754 \times 20,65^2) + (0,0000754 \times \\ & 15,68^2) + (0,0000754 \times 10,004^2) + (0,0000754 \times 10,696^2) + \\ & (0,0000754 \times 7,318^2) + (0,0000754 \times 6,455^2) + (0,0000754 \times \\ & 2,23^2) + (0,0000754 \times 1,536^2) + (0,0000754 \times 1,133^2) + \\ & (0,0000754 \times 0,978^2) + (0,0000754 \times 0,978^2) + (0,0000754 \times \\ & 0,633^2) + (0,0000754 \times 0,449^2) + (0,0000754 \times 0,573^2) + \\ & (0,0000754 \times 0,58^2) + (0,0000754 \times 0,58^2) + (0,0000754 \times 0,58^2) + \\ & (0,0000754 \times 0,586^2) + (0,0000754 \times 0,567^2) + (0,0000754 \times \end{aligned}$$

$$0,617^2) + (0,0000754 \times 0,592^2) + (0,0000754 \times 0,604^2) + \\ (0,0000754 \times 0,617^2) + (0,0000754 \times 0,271^2) = 10,373168 \text{ Wat}$$

Perhitungan mencari *Power Losses* fasa T

$$\Delta P_T = \sum_{k=1}^n Rph \times Ik_T^2$$

$$\Delta P_T = (0,0000754 \times 367,03^2) + (0,0000754 \times 23,071^2) + (0,0000754 \times \\ 20,84^2) + (0,0000754 \times 7,862^2) + (0,0000754 \times 10,194^2) + \\ (0,0000754 \times 7,871^2) + (0,0000754 \times 5,119^2) + (0,0000754 \times \\ 1,899^2) + (0,0000754 \times 1,089^2) + (0,0000754 \times 0,964^2) + \\ (0,0000754 \times 0,996^2) + (0,0000754 \times 0,776^2) + (0,0000754 \times \\ 0,267^2) + (0,0000754 \times 0,606^2) + (0,0000754 \times 0,658^2) + \\ (0,0000754 \times 0,576^2) + (0,0000754 \times 0,497^2) + (0,0000754 \times \\ 0,525^2) + (0,0000754 \times 0,511^2) + (0,0000754 \times 0,452^2) + \\ (0,0000754 \times 0,432^2) + (0,0000754 \times 0,432^2) + (0,0000754 \times \\ 0,422^2) + (0,0000754 \times 0,378^2) + (0,0000754 \times 0,363^2) \\ = 10,242989 \text{ Watt}$$

Perhitungan mencari *Power Losses* Netral

$$\Delta P_N = \sum_{k=1}^n Rph \times Ik_N^2$$

$$\Delta P_N = (0,0000754 \times 143,28^2) + (0,0000754 \times 53,99^2) + \\ (0,0000754 \times 9,44^2) + (0,0000754 \times 6,526^2) + (0,0000754 \times \\ 25,45^2) + (0,0000754 \times 4,84^2) + (0,0000754 \times 3,233^2) + \\ (0,0000754 \times 3,864^2) + (0,0000754 \times 0,624^2) + (0,0000754 \times \\ 0,575^2) + (0,0000754 \times 0,579^2) + (0,0000754 \times 0,439^2) + \\ (0,0000754 \times 0,209^2) + (0,0000754 \times 0,391^2) + (0,0000754 \times \\ 0,464^2) + (0,0000754 \times 0,301^2) + (0,0000754 \times 0,146^2) + \\ (0,0000754 \times 0,159^2) + (0,0000754 \times 0,148^2) + (0,0000754 \times \\ 0,129^2) + (0,0000754 \times 0,124^2) + (0,0000754 \times 0,123^2) +$$

$$(0,0000754 \times 0,138^2) + (0,0000754 \times 0,133^2) + (0,0000754 \times 0,133^2) = 1,826935 \text{ Watt}$$

Dari hasil perhitungan maka *Power Losses* akibat ketidakseimbangan beban dan harmonisa pada fasa (R, S, T dan N) didapat nilai sebagai berikut:

Tabel 4. 15 Nilai Total Power Losses akibat ketidakseimbangan beban dan harmonisa.

Fasa R (Wh)	Fasa S (Wh)	Fasa T (Wh)	Fasa N (Wh)	Total (Wh)
14,744	10,373	10,242	1,826	37,188

4.3.4 Perhitungan Besar Kerugian Akibat Ketidakseimbangan Beban dan Harmonisa

4.3.4.1 Menghitung Tarif Dasar Listrik Rumah Sakit Umum Daerah Muntilan

Rumah Sakit Umum Daerah Muntilan 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 setiap harinya 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.

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

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

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

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

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

4.3.4.2 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. 16 Besar Biaya Kerugian Akibat Power Losses

Besar Power Losses (ΔP) [kWh]	0,037188
Besar Power Losses perhari ($\Delta P \times 24$) [kWh]	0,892512
Biaya akibat Power Losses perhari (ΔP perhari X Rp 1.036)	Rp 924,6
Biaya akibat Power Losses perbulan	Rp 27.739,2
Biaya akibat Power Losses pertahun	Rp 332.870,4

4.3.5 Perbaikan Harmonisa Dengan *Filter Passive Single Tuned*

Fungsi dari *Filter Passive Single Tuned* adalah untuk meredam harmonisa dengan mengalihkan arus harmonisa yang tidak diinginkan pada sistem tenaga listrik. Sebelum merancang filter ini maka perlu diketahui atau ditemukan terlebih dahulu yaitu permasalahan yang ada pada sistem yang ingin diteliti. Dalam merancang *Filter Passive Single Tuned* maka yang harus diketahui terlebih dahulu adalah nilai harmonisa tiap orde yang ada pada sistem yang diamati. Rangkaian *Filter Passive 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 berdasarkan persentase pada orde 3,5,7 dan 9. Orde 1 tidak termasuk yang harus diketahui terlebih dahulu karena orde 1 adalah termasuk orde fundamental atau orde yang berasal dari sumber.

Tabel 4. 17 Tabel Harmonisa Orde ke 3

Waktu	Fase R [%]	Fase S [%]	Fase T [%]
11.00.00	6,36	6,3	5,45
12.00.00	6,23	4,89	5,27
13.00.00	6,66	4,49	4,85
14.00.00	50,29	96,13	89,02
15.00.00	5,94	6,73	8,33
16.00.00	7,12	4,78	10,47
17.00.00	8,42	9,43	13,21
18.00.00	12,48	7,08	11,49
19.00.00	12,48	7,94	12,72
20.00.00	11,5	7,23	12,94
21.00.00	11,53	8,6	10,97
22.00.00	10,62	9,5	12,41
23.00.00	12,07	10,29	13,16
00.00.00	13,56	11,27	14,99
01.00.00	14,16	11,34	16,01
02.00.00	15,42	11,97	17,54

Waktu	Fase R [%]	Fase S [%]	Fase T [%]
03.00.00	15,16	12,19	18,71
04.00.00	15,26	13,07	19,25
05.00.00	13,82	12,01	17,91
06.00.00	11,31	10,69	13,99
07.00.00	9,37	11,01	11,39
08.00.00	7,28	7,69	6,78
09.00.00	6,12	5,53	5,62
10.00.00	6,39	5,37	4,84

Dari tabel 4.17 diperoleh hasil nilai maksimum harmonisa berdasarkan persentase pada pukul 14.00 WIB dengan nilai Fase R sebesar 50,29 %, Fase S sebesar 96,13 % dan pada Fase T sebesar 89,02 %.

Tabel 4. 18 Tabel Harmonisa Orde ke 5

Waktu	Fase R [%]	Fase S [%]	Fase T [%]
11.00.00	4,48	4,02	5,99
12.00.00	5,03	5,07	6,74
13.00.00	5,31	5,33	7,37
14.00.00	25,95	53,36	76,25
15.00.00	6,1	6,67	9,33
16.00.00	6,2	5,35	7,26
17.00.00	6,44	5,18	7,11
18.00.00	6,99	5,43	7,75
19.00.00	7,2	5,52	7,78
20.00.00	7,5	6,13	8,4
21.00.00	8,07	6,39	8,86
22.00.00	8,35	6,44	9,25
23.00.00	7,49	6,2	8,78
00.00.00	6,73	5,91	7,99

Waktu	Fase R [%]	Fase S [%]	Fase T [%]
01.00.00	6,05	5,78	7,33
02.00.00	5,59	5,37	6,94
03.00.00	5,21	5,1	5,83
04.00.00	5,55	5,4	5,95
05.00.00	5,85	5,16	5,96
06.00.00	5,18	4,5	5,24
07.00.00	6,16	4,64	6,82
08.00.00	5,64	4,37	6,86
09.00.00	5,31	4,6	6,61
10.00.00	4,48	3,67	5,43

Dari tabel 4.18 diperoleh hasil nilai maksimum harmonisa berdasarkan persentase pada pukul 14.00 WIB dengan nilai Fase R sebesar 25,95 %, Fase S sebesar 53,36 % dan pada Fase T sebesar 76,25 %.

Tabel 4. 19 Tabel Harmonisa Orde ke 7

Waktu	Fase R [%]	Fase S [%]	Fase T [%]
11.00.00	1,22	3,35	1,75
12.00.00	1,22	2,74	1,79
13.00.00	1	2,57	1,46
14.00.00	19,77	40,79	58,9
15.00.00	1,74	2,26	1,77
16.00.00	2,42	2,76	2,19
17.00.00	1,98	3,26	1,97
18.00.00	3,02	2,8	2,88
19.00.00	3,51	2,78	3,61
20.00.00	3,63	2,69	3,86
21.00.00	3,21	2,6	3,01
22.00.00	2,79	3,6	2,46

Waktu	Fase R [%]	Fase S [%]	Fase T [%]
23.00.00	3,37	3,3	1,75
00.00.00	4,08	3,73	1,86
01.00.00	4,69	3,84	1,85
02.00.00	4,62	3,83	2,51
03.00.00	4,69	3,91	2,68
04.00.00	3,98	4,32	2,95
05.00.00	3,66	4,29	2,89
06.00.00	3,18	4,88	3,06
07.00.00	1,94	4,41	1,97
08.00.00	1,11	2,96	1,7
09.00.00	1,07	2,76	1,71
10.00.00	1,2	2,95	1,28

Dari tabel 4.19 diperoleh hasil nilai maksimum harmonisa berdasarkan persentase pada pukul 14.00 WIB dengan nilai Fase R sebesar 19,77 %, Fase S sebesar 40,79 % dan pada Fase T sebesar 589 %.

Tabel 4. 20 Tabel Harmonisa Orde ke 9

Waktu	Fase R [%]	Fase S [%]	Fase T [%]
11.00.00	0,65	3,16	1,22
12.00.00	0,58	2,49	1,03
13.00.00	0,48	2,35	0,87
14.00.00	14	55,33	55,6
15.00.00	1,8	2,63	1,82
16.00.00	2,15	3,04	2,16
17.00.00	1,68	2,52	2,41
18.00.00	1,18	1,9	1,36
19.00.00	1,44	2,1	1,45
20.00.00	1,48	2	1,02

Waktu	Fase R [%]	Fase S [%]	Fase T [%]
21.00.00	1,36	1,94	1,14
22.00.00	1,69	2,75	1,96
23.00.00	2,24	3,03	2,75
00.00.00	2,58	3,53	2,96
01.00.00	2,78	4,45	4,37
02.00.00	3,05	4,64	5,71
03.00.00	3,51	4,34	5,92
04.00.00	3,53	4,89	6,16
05.00.00	3,15	4,81	6,21
06.00.00	2,4	4,23	4,07
07.00.00	2,16	4,4	4,19
08.00.00	1,08	3,49	2,7
09.00.00	1,06	2,79	1,31
10.00.00	1,09	2,73	1,15

Dari tabel 4.20 diperoleh hasil nilai maksimum harmonisa berdasarkan persentase pada pukul 14.00 WIB dengan nilai Fase R sebesar 14 %, Fase S sebesar 55,33 % dan pada Fase T sebesar 55,6 %.

Tabel 4. 21 Tabel Harmonisa Orde ke 11

Waktu	Fase R [%]	Fase S [%]	Fase T [%]
11.00.00	0,25	1,63	0,44
12.00.00	0,34	1,28	1
13.00.00	0,61	1,24	1,27
14.00.00	11,6	40,74	61,83
15.00.00	1,23	1,37	1,08
16.00.00	1,76	1,88	1,32
17.00.00	1,95	2,01	1,94
18.00.00	1,7	2,29	1,79

Waktu	Fase R [%]	Fase S [%]	Fase T [%]
19.00.00	1,47	1,95	1,74
20.00.00	1,43	1,95	1,51
21.00.00	1,96	2,26	2,09
22.00.00	3,4	3,66	3,53
23.00.00	4	3,21	4,09
00.00.00	4,93	3,33	3,97
01.00.00	5,19	3,69	4,59
02.00.00	4,95	3,69	4,62
03.00.00	4,93	3,35	5,07
04.00.00	4,99	3,55	4,44
05.00.00	4,68	3,67	4,92
06.00.00	3,76	3,75	3,78
07.00.00	2,17	2,05	2,57
08.00.00	0,81	1,5	1,46
09.00.00	0,33	1,13	0,88
10.00.00	0,33	1,25	0,49

Dari tabel 4.21 diperoleh hasil nilai maksimum harmonisa berdasarkan persentase pada pukul 14.00 WIB dengan nilai Fase R sebesar 11,6 %, Fase S sebesar 40,74 % dan pada Fase T sebesar 61,83 %. Dari hasil data nilai tersebut maka nilai maksimum pada tiap orde dapat di tulisa kembali dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 22 Tabel Harmonisa Orde 3

Orde 3 Maksimum	
Fasa	Harmonisa (%)
Fasa R	50,29
Fasa S	96,13
Fasa T	89,02

Tabel 4. 23 Tabel Harmonisa Orde ke 5

Orde 5 Maksimum	
Fasa	Harmonisa (%)
Fasa R	25,95
Fasa S	53,36
Fasa T	76,25

Tabel 4. 24 Tabel Harmonisa Orde ke 7

Orde 7 Maksimum	
Fasa	Harmonisa (%)
Fasa R	19,77
Fasa S	40,79
Fasa T	58,90

Tabel 4. 25 Tabel Harmonisa Orde ke 9

Orde 9 Maksimum	
Fasa	Harmonisa (%)
Fasa R	14,00
Fasa S	55,33
Fasa T	55,60

Diketahui bahwa harmonisa setiap orde pada setiap tabel mempunyai nilai melebihi 12% atau dengan kata lain nilai harmonisa pada orde disetiap fase melebihi batas standar. Maka dari ketiga tabel tersebut diambil nilai harmonisa yang paling besar yaitu pada orde 3 fase S dengan nilai 96,13 %.

Kemudian dicari nilai *Filter Passive Single Tuned* pada orde ke-3. Maka nilai filturnya adalah :

1. Spesifikasi Resistor

Diketahui nilai maksimum arus harmonisa pada orde ke-3 yaitu 53,99 Ampere, dan tegangan kerja pada panel yaitu 380 V.

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

$$R = \frac{380 \text{ V}}{53,99}$$

$$R = 7,038 \Omega$$

$$P = V \times I$$

$$P = 380 \text{ V} \times 53,99 \text{ A}$$

$$P = 20.516 \text{ Watt}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui, nilai resistor yang digunakan yaitu 15,17 Ω dan rating daya nya yaitu 9.515,4 watt.

2. Q Faktor :

Diketahui nilai Q faktor yaitu 30-100. Maka nilai yang diilih 30.

$$X_L = X_C = X_n$$

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

$$X_n = Q \times R$$

$$X_n = 30 \times 7,038$$

$$X_n = 211,14 \Omega$$

4. Spesifikasi Induktor :

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

$$X_L = \omega L$$

$$L = \frac{211,14}{2 \times 3,14 \times 145}$$

$$L = 0,231 \text{ H}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui, nilai induktor yang digunakan yaitu 0,231 H dan rating arusnya yaitu 53,99 A.

5. Spesifikasi Kapasitor:

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

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

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

$$C = \frac{1}{(2 \times 3,14 \times 145)211,14}$$

$$C = 5,2 \times 10^{-6} \mu F$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui, nilai kapasitor yang digunakan yaitu $5,2 \times 10^{-6} \mu F$

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

Tabel 4. 26 Spesifikasi Filter Pasif Single Tuned untuk Orde ke-3

Filter Pasif <i>Single Tuned</i> orde ke-3	
Keterangan	Ukuran Spesifikasi
$X_c = X_L$	211,14 Ω
R	7,038 Ω
P	20.516 Watt
L	0,231 H
C	$5,2 \times 10^{-6} \mu F$

Pemasangan Filter *Pasif Single Tuned* ini dipasang di dekat daya listrik, hal ini dimaksudkan untuk mencegah harmonisa menuju sumber. Ada tiga toeri yang dapat digunakan dalam pemasangan filter, yaitu *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 Rumah Sakit Umum Daerah Muntilan maka Filter *Pasif Single Tuned* dipasang dengan sistem *Global Compensation* dimana filter dipasang pada panel LVMDP yang mencakup keseluruhan instalasi sistem yaitu pada *outgoing* trafo.

4.4 Analisis Tekno Ekonomi Pemasangan *Passive Filter*

Pada Analisa Tekno Ekonomi yaitu pemasangan *Passive Filter* pada Rumah Sakit Umum Daerah Muntilan memuat tentang hal yang terkait dengan ekonomi dan hal teknis yang perlu dihitung sehingga memperoleh hasil yang layak untuk dilakukannya sebuah investasi. Dalam hal ini Tekno Ekonomi memuat tentang estimasi biaya pemasangan alat dan studi kelayakan investasi. Sedangkan studi kelayakan investasi meliputi *Payback periode*, *Net Present Value*, dan *Internal rate of return*.

Untuk *Passive Filter* yang digunakan pada Rumah Sakit Umum Daerah Muntilan adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 27 Spesifikasi Alat

Spesifikasi	
Nama Alat	Schneider VW3A46127
Jenis	<i>Passive Filter</i>
Load Current, 400V AC	60 A @400V AC
Load Power , 400V AC	30 kW @400V AC
Frekuensi	50 Hz
Efficiency	<=98 %
Wire /Conductor size (max)	2.5 mm ² (A & B),2,5...50 mm ² (X1-1..X2-3)
Weight	106 Kg
Dimension (mm)	H=61 mm W =80 mm D= 60 mm
Price/ Harga	£2.330,30 (Rp.42.000.000,-)



Gambar 4. 14 Gambar *Passive Filter*

4.4.1 Estimasi Biaya

Pada Estimasi Biaya yang perlu diketahui adalah *cash flow* yaitu arus kas yang terjadi. Sedangkan *cash flow* dibagi menjadi dua yaitu *cash inflow* dan *cash outflow*.

1) *Cash Outflow* (C_t)

Hal ini berbentuk pembayaran awal atau biaya yang dikeluarkan pada awal investasi, sehingga *Cash Oulow* dapat dinyatakan:

Cash Outflow (C_t) = Harga *Passive Filter* x Biaya Pemasangan Alat

$$= \text{Rp.}42.000.000 + \text{Rp.}2.000.000$$

$$= \text{Rp.}44.000.000,-$$

2) *Cash Inflow* (Q_t)

Cash Inflow adalah biaya pendapatan yang diperoleh tiap tahun melalui hasil keuntungan penghematan dari pemasangan alat yaitu:

Cash Inflow (Q_t) = Biaya akibat Power Losses pertahun x efisiensi alat

$$= \text{Rp } 332.872,- \times 98 \%$$

$$= \text{Rp.}326.215,-$$

3) *Net Cash Flow* ($Q_t - C_t$)

Keuntungan yang diperoleh setiap tahun. Bisa dikatakan juga *Net Cash Flow* adalah selisih antara *Cash Inflow* (Q_t) dengan *Cash Outflow* (C_t) dalam hitungan tahun. Sehingga apabila Investasi berjalan selama 10 tahun akan mejadi seperti tabel.

Tabel 4. 28 Nilai Net Cash Flow ($Q_t - C_t$)

Parameter dalam	Tahun 0 (Rupiah)	Tahun 1 (Rupiah)	Tahun 2 (Rupiah)	Tahun 3 (Rupiah)	Tahun 4 (Rupiah)	Tahun 5 (Rupiah)	Tahun 6 (Rupiah)	Tahun 7 (Rupiah)	Tahun 8 (Rupiah)	Tahun 9 (Rupiah)	Tahun 10 (Rupiah)
<i>Cash Inflow</i> (Q_t)		326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215
Cash Outflow (C_t)	44.000.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Net Cash Flow</i> ($Q_t - C_t$)	-44.000.000	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215

Pada tabel tersebut perawatan dilakukan pada awal pemasangan alat sehingga pada *Cash Outflow* tidak ada biaya yang harus dikeluarkan sehingga *Cash Inflow* akan maksimal.

4.4.2 Studi Kelayakan Investasi

Studi kelayakan dilakukan untuk mengetahui apakah Investasi yang dilakukan pantas untuk tetap dijalankan atau tidak harus dilakukan. Studi Kelayakan Investasi meliputi *Payback periode*, *Net Present Value*, dan *Internal Rate of Return*.

1) *Payback Periode*

Payback periode adalah jumlah tahun yang dibutuhkan untuk mengembalikan Investasi awal dengan perhitungan yaitu:

$$\begin{aligned} \text{PBP} &= \frac{\text{Jumlah Investasi}}{\text{Laba}} \\ &= \frac{\text{Rp.44.000.000}}{\text{Rp.326.215}} \\ &= 134,5 \text{ Tahun} \end{aligned}$$

Maka jumlah tahun yang dibutuhkan untuk mengembalikan Investasi awal adalah selama 134,5 Tahun.

2) *Net Present Value*

Net Present Value (NVP) merupakan perbandingan kelayakan proyek oleh investor pada titik awal proyek. Dasar metode ini adalah merupakan selisih antara nilai sekarang penerimaan (benefit) dan nilai sekarang (cost). Perlu ditetapkan dahulu tingkat suku bunga (discount rate) untuk menentukan nilai sekarang penerimaan dan pengeluaran (Kadariah, 1988). Oleh karena itu berdasarkan Bank Indonesia suku bunga acuan atau (*i*) pada bulan Mei 2019 adalah sebesar 6%. Berdasarkan kelayakan Investasi kriteria NPV adalah >0 (diterima/menguntungkan), =0 (ditolak), <0 (ditolak/merugikan). Pada Investasi yang dilakukan pada Rumah Sakit Umum Daerah Muntilan adalah selama 10 tahun. Dalam perhitungan *Net Present Value (NPV)* terdapat harus menyertakan perhitungan *Present Worth Factor* (($(1 + i)^{-t}$). Sehingga nilai *Net Present Value (NPV)* $= \sum_t (Q_t - C_t) \times (1 + i)^{-t}$.

Tabel 4.29 Nilai Net Present Value (NPV)

Parameter dalam	Tahun 0 (Rupiah)	Tahun 1 (Rupiah)	Tahun 2 (Rupiah)	Tahun 3 (Rupiah)	Tahun 4 (Rupiah)	Tahun 5 (Rupiah)	Tahun 6 (Rupiah)	Tahun 7 (Rupiah)	Tahun 8 (Rupiah)	Tahun 9 (Rupiah)	Tahun 10 (Rupiah)
<i>Cash Inflow</i> (Q_t)		326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215
Cash Outflow (C_t)	44.000.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Net Cash Flow</i> ($Q_t - C_t$)	-44.000.000	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215	326.215
<i>Present Worth Factor</i> $((1 + i)^{-t})$	1	0,9433	0,8899	0,8396	0,7920	0,7472	0,7049	0,6650	0,6274	0,5918	0,5583
<i>Net Present Value</i> = $(Q_t - C_t) \times (1 + i)^{-t}$	-44.000.000	307.319	290.299	273.890	258.362	243.748	229.949	216.933	204.667	193.054	182.126
$NPV_{t=\sum_t(Q_t - C_t) \times (1+i)^{-t}}$	$NPV_t = -41.599.653$										

Berdasarkan tabel 4. 29 Diatas hasil *Net Present Value* (NPV_t) diperoleh dari hasil *Net Cash Flow* dengan hasil sama sebesar Rp.326.215,- pada tiap tahunnya. Kemudian berdasarkan suku bunga yang ditentukan oleh Bank Indonesia dengan *interest* (i) sebesar 6% di peroleh *Present Worth Value* pada tiap tahunnya yang digunakan untuk mencari Net Present Value (NPV). Sehingga hasil Investasi selama 10 tahun dilakukan jika dibandingkan dengan biaya awal untuk Investasi akan diperoleh *Net Present Value* tahunan selama *life time* (t) (NPV_t) sebesar -Rp. 41.803.920,7.

3) *Internal Rate of Return* (IRR)

Setelah diperoleh nilai *Net Present Value* langkah selanjutnya adalah mencari Internal Rate of Return, sedangkan *Internal Rate of Return* (IRR) didefinisikan sebagai nilai diskonto yang didapat melalui cara coba-coba yang mempersamakan nilai total alias kas pemasukan (keuntungan) saat ini sesudah pajak yang diharapkan, dengan nilai total biaya pembelanjaan modal (modal kerja ataupun modal tetap) saat ini. Untuk lebih mudahnya, IRR adalah nilai diskonto melalui cara coba-coba yang memberikan nilai $NPV = 0$ (Verbaan, 2001).

Berdasarkan hasil pada tabel 4.29. Menyebutkan bahwa nilai Net Present Value investasi selama 10 tahun memberikan hasil sebesar Rp.-41.599.653 sedangkan syarat untuk melanjutkan sebuah proyek adalah nilai Net Present Value >0 atau melebihi nol maka proyek tersebut dikatakan menguntungkan atau dapat dilanjutkan. Dari hal tersebut nilai *Internal Rate of Return* tidak dapat dicari karena nilai NPV kurang dari nol, sehingga proyek tersebut tidak dapat dilanjutkan dan invesatsi tersebut tidak menguntungkan.