

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Sistem Tenaga Listrik

#### 4.1.1 Sistem Jaringan Listrik

Berdasarkan data yang diperoleh dari metode penelitian pada bab III, daya yang terpasang di Pusat Perbelanjaan Pasar Atum Surabaya adalah 3 x 2000 kVA. Sistem distribusi energi listrik di Pusat Perbelanjaan Pasar Atum Surabaya menggunakan sistem radial. Suplai listrik utama berasal dari Penyulang Pengampon dan Penyulang Tambak Gringsing. Apabila suplai dari PLN mati maka suplai akan diambil alih oleh generator 2 x 2000 kVA yang merupakan sumber listrik cadangan (*Back-up*) dan perpindahannya dilakukan secara manual.

#### 4.1.2 Data Hasil Pengukuran

Data mengenai ketidakseimbangan arus (*unbalance*) pada Sistem Tenaga Listrik di Pusat Perbelanjaan Pasar Atum Surabaya dilakukan berdasarkan metodologi dan langkah-langkah yang diuraikan dalam Bab III Metode Penelitian, maka diperoleh tabel hasil Rekapitulasi tegangan, arus, frekuensi per-fasa pada *Automatic Transfer Switch I*, *Automatic Transfer Switch II* dan *Automatic Transfer Switch III*. Data hasil dari pengukuran dalam pelaksanaan survei lapangan. Data yang diambil oleh alat ukur merupakan data *sampling* yang diambil per jam. Sehingga akan terdapat tiga buah data, yaitu nilai maksimal yang merupakan nilai tertinggi *sampling* data, data minimum yang merupakan nilai terendah *sampling* data, serta nilai rata-rata dari data yang diambil. Nilai rata-rata dari data merupakan data yang disajikan dan sebagai data pengukuran. Sedangkan nilai maksimum dan nilai minimum merupakan data yang dapat dijadikan sebagai tolak ukur. Parameter listrik dasar dapat memberikan analisa tentang keseimbangan arus dan arus setiap fasa yang baik harus seimbang antar fasanya. nilai tertinggi *sampling* data, data

minimum yang merupakan nilai terendah *sampling* data, serta nilai rata-rata dari data yang diambil. Nilai rata-rata dari data merupakan data yang disajikan dan sebagai data pengukuran. Sedangkan nilai maksimum dan nilai minimum merupakan data yang dapat dijadikan sebagai tolak ukur. Parameter listrik dasar dapat memberikan analisa tentang keseimbangan arus dan arus setiap fasa yang baik harus seimbang antar fasanya.

## 4.2. Analisa Data Hasil Pengukuran

### 4.2.1. Analisa Data dan Keseimbangan Arus

Dari data-data teknik hasil pengukuran yang didapatkan pada beban harian masing-masing beban dapat dilakukan analisa mengenai kestabilan atau keseimbangan arus yang digunakan oleh PLN dan akan dicari deviasi maksimumnya, sebagai berikut :

#### 1. Analisa data *Automatic Transfer Switch* I

Pada pengukuran hari Senin (4 Mei 2015), untuk fasa R = 559 A, fasa S = 430 A, fasa T = 610 A, sedangkan arus average = 533 A, maka

$$\begin{aligned} \text{Arus Average} &= \frac{\text{Arus R} + \text{Arus S} + \text{Arus T}}{3} \\ &= \frac{559 \text{ A} + 430 \text{ A} + 610 \text{ A}}{3} = 533 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\text{Deviasi} = \frac{\text{Arus Average} - \text{Arus pengukuran}}{\text{Arus Average}} \times 100\%$$

$$\text{Deviasi fasa R} = \frac{533 \text{ A} - 559 \text{ A}}{533 \text{ A}} \times 100\% = -4,8\%$$

$$\text{Deviasi fasa S} = \frac{533 \text{ A} - 430 \text{ A}}{533 \text{ A}} \times 100\% = 19\%$$

$$\text{Deviasi fasa T} = \frac{533 \text{ A} - 610 \text{ A}}{533 \text{ A}} \times 100\% = -14\%$$

$$\begin{aligned} \text{IU} &= \frac{\text{ID maks} - \text{IR}}{\text{IR}} \times 100\% \\ &= \frac{19}{533 \text{ A}} \times 100\% = 0,35\% \end{aligned}$$

Perhitungan ini dilakukan sampai hari minggu hingga rata-rata seminggu ditemukan.

Tabel 4.1 Analisa Stabilitas Arus dan Deviasi Terhadap Keseimbangan arus pada *Automatic Transfer Switch* I

No.	Hari/ Tanggal	F	IP (A)	IR (A)	DV (%)	Dmaks (%)	Ub (%)
1.	Senin 4/5/2015	R S T	559 430 610	533	-4,8 19 -14	19	0,35
2.	Selasa 5/5/2015	R S T	549 448 625	540	-1,6 17 -15	17	0,31
3.	Rabu 6/5/2015	R S T	550 475 525	516	-6,5 7,9 -1,7	7,9	0,15
4.	Kamis 7/5/2015	R S T	489 422 405	438	-11 3,6 7,5	7,5	0,17
5.	Jum'at 8/5/2015	R S T	521 440 559	506	-2,9 13 -10	13	0,25
6.	Sabtu 9/5/2015	R S T	562 499 355	472	-19 -5,7 24	24	0,50
7.	Minggu 10/5/2015	R S T	552 475 415	480	-15 1,4 13,5	13,5	0,28
8.	Rata-rata dalam seminggu	R S T		497,8		14,5	0,28

Keterangan :

F : Fasa

IP : Arus hasil pengukuran

IR : Arus rata-rata

DV : Deviasi

Dmak : Deviasi maksimum

Ub : Unbalance

## 2. Analisa Automatic Transfer Switch II

Pada pengukuran hari Senin (4 mei 2015), untuk fasa R = 1412 A, fasa S = 1378 A, fasa T = 1328 A, sedangkan arus average = 1372 A, maka

$$\begin{aligned} \text{Arus Average} &= \frac{\text{Arus R} + \text{Arus S} + \text{Arus T}}{3} \\ &= \frac{1412 \text{ A} + 1378 \text{ A} + 1328 \text{ A}}{3} \\ &= 1372 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\text{Deviasi} = \frac{\text{Arus Average} - \text{Arus pengukuran}}{\text{Arus Average}} \times 100\%$$

$$\text{Deviasi fasa R} = \frac{1372 \text{ A} - 1412 \text{ A}}{1372 \text{ A}} \times 100\% = -2,9\%$$

$$\text{Deviasi fasa S} = \frac{1372 \text{ A} - 1378 \text{ A}}{1372 \text{ A}} \times 100\% = -0,43\%$$

$$\text{Deviasi fasa T} = \frac{1372 \text{ A} - 1328 \text{ A}}{1372 \text{ A}} \times 100\% = 3,2\%$$

$$\begin{aligned} \text{IU} &= \frac{\text{ID maks} - \text{IR}}{\text{IR}} \times 100\% \\ &= \frac{3,2}{1372 \text{ A}} \times 100\% = 2,3\% \end{aligned}$$

Perhitungan ini dilakukan sampai hari minggu hingga rata-rata seminggu ditemukan.

Tabel 4.2 Analisa Stabilitas Arus dan Deviasi Terhadap Keseimbangan arus pada *Automatic Transfer Switch II*

No.	Hari/ Tanggal	F	IP (A)	IR (A)	DV (%)	Dmaks (%)	Ub (%)
1.	Senin 4/05/2015	R S T	1412 1378 1328	1372	-2,9 -0,43 3,2	3,2	2,3
2.	Selasa 5/05/2015	R S T	1450 1370 1320	1380	-5 0,72 4,3	4,3	3,1
3.	Rabu 6/05/2015	R S T	1505 1420 1400	1441	-4,4 1,45 3	3	2,8
4.	Kamis 7/05/2015	R S T	1499 1442 1375	1438	-4,24 -0,37 4,3	4,3	2,9
5.	Jum'at 8/05/2015	R S T	1475 1425 1370	1423	-3,65 -0,14 3,7	3,7	2,6
6.	Sabtu 9/05/2015	R S T	1500 1450 1331	1427	-5 -1,6 6,7	6,7	4,6
7.	Minggu 10/05/2015	R S T	1530 1470 1390	1463	-4,5 -0,47 4,9	4,9	3,34
8.	Rata-rata dalam seminggu	R S T		1420		4,3	3,09

Keterangan :

F : Fasa

IP : Arus hasil pengukuran

IR : Arus rata-rata

DV : Deviasi

Dmak : Deviasi maksimum

Ub : Unbalance

### 3. Analisa Automatic Transfer Switch III

Pada pengukuran hari Senin (4 Mei 2015), untuk fasa R = 488 A, fasa S = 441 A, fasa T = 424 A, sedangkan arus average = 451 A, maka

$$\begin{aligned} \text{Arus Average} &= \frac{\text{Arus R} + \text{Arus S} + \text{Arus T}}{3} \\ &= \frac{488 \text{ A} + 441 \text{ A} + 424 \text{ A}}{3} \\ &= 451 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\text{Deviasi} = \frac{\text{Arus Average} - \text{Arus pengukuran}}{\text{Arus Average}} \times 100\%$$

$$\text{Deviasi fasa R} = \frac{451 \text{ A} - 488 \text{ A}}{451 \text{ A}} \times 100\% = -8,2\%$$

$$\text{Deviasi fasa S} = \frac{451 \text{ A} - 441 \text{ A}}{451 \text{ A}} \times 100\% = 2,2\%$$

$$\text{Deviasi fasa T} = \frac{451 \text{ A} - 424 \text{ A}}{451 \text{ A}} \times 100\% = 5,9\%$$

$$\begin{aligned} \text{IU} &= \frac{\text{ID maks} - \text{IR}}{\text{IR}} \times 100\% \\ &= \frac{5,9}{451 \text{ A}} \times 100\% = 0,13\% \end{aligned}$$

Perhitungan ini dilakukan sampai hari minggu hingga rata-rata seminggu ditemukan.

Tabel 4.3 Analisa Stabilitas Arus dan Deviasi Terhadap Keseimbangan arus pada *Automatic Transfer Switch* III

No.	Hari/ Tanggal	F	IP (A)	IR (A)	DV (%)	Dmaks (%)	Ub (%)
1.	Senin 4/05/2015	R S T	488 441 424	451	-8,2 2,2 5,9	5,9	0,13
2.	Selasa 5/05/2015	R S T	489 422 405	438	-11,6 3,6 7,5	7,5	0,17
3.	Rabu 6/05/2015	R S T	529 630 510	556	4,8 -13,3 8,2	8,2	0,14
4.	Kamis 7/05/2015	R S T	564 613 527	568	0,70 -7,9 7,2	7,2	0,12
5.	Jum'at 8/05/2015	R S T	540 430 415	461	-17 6,7 9,9	9,9	0,21
6.	Sabtu 9/05/2015	R S T	520 475 565	520	0 8,6 -8,6	8,6	0,16
7.	Minggu 10/05/2015	R S T	485 441 423	450	-7,7 2,7 6	6	0,13
8.	Rata-rata dalam seminggu	R S T		492		7,6	0,15

Keterangan :

F : Fasa

IP : Arus hasil pengukuran

IR : Arus rata-rata

DV : Deviasi

Dmak : Deviasi maksimum

Ub : Unbalance

#### 4. Analisa Perhitungan Arus pada MDP I – B (Tahap 1 lantai 4)

Pada pengukuran hari Senin (4 Mei 2015), untuk fasa R = 500 A, fasa S = 450 A, fasa T = 425 A, sedangkan arus average = 458,3 A, maka

$$\begin{aligned} \text{Arus Average} &= \frac{\text{Arus R} + \text{Arus S} + \text{Arus T}}{3} \\ &= \frac{500 \text{ A} + 450 \text{ A} + 425 \text{ A}}{3} \\ &= 458,3 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\text{Deviasi} = \frac{\text{Arus Average} - \text{Arus pengukuran}}{\text{Arus Average}} \times 100\%$$

$$\text{Deviasi fasa R} = \frac{458,3 \text{ A} - 500 \text{ A}}{458,3 \text{ A}} \times 100\% = -9\%$$

$$\text{Deviasi fasa S} = \frac{458,3 \text{ A} - 450 \text{ A}}{458,3 \text{ A}} \times 100\% = 1,8\%$$

$$\text{Deviasi fasa T} = \frac{458,3 \text{ A} - 425 \text{ A}}{458,3 \text{ A}} \times 100\% = 7,26\%$$

$$\begin{aligned} \text{IU} &= \frac{\text{ID maks} - \text{IR}}{\text{IR}} \times 100\% \\ &= \frac{7,26}{458,3 \text{ A}} \times 100\% = 0,15\% \end{aligned}$$

Perhitungan ini dilakukan sampai hari minggu hingga rata-rata seminggu ditemukan.



Tabel 4.4 Analisa Stabilitas Arus dan Deviasi Terhadap Keseimbangan arus pada MDP I – B (Tahap 1 lantai 4)

No.	Hari/ Tanggal	F	IP (A)	IR (A)	DV (%)	Dmaks (%)	Ub (%)
1.	Senin 4/05/2015	R S T	500 450 425	458,3	-9 1,8 7,26	7,26	0,15
2.	Selasa 5/05/2015	R S T	489 430 420	446,3	-9,5 3,6 5,8	5,8	0,12
3.	Rabu 6/05/2015	R S T	530 480 450	486,6	- 8,9 1,35 7,5	7,5	0,15
4.	Kamis 7/05/2015	R S T	580 520 475	525	- 10,4 0,95 9,52	9,52	0,18
5.	Jum'at 8/05/2015	R S T	540 430 415	461	-17 6,7 9,9	9,9	0,21
6.	Sabtu 9/05/2015	R S T	520 475 565	520	0 8,6 -8,6	8,6	0,16
7.	Minggu 10/05/2015	R S T	620 550 600	590	-5 6,7 -1,6	6,7	0,11
8.	Rata-rata dalam seminggu	R S T		498		7,89	0,15

Keterangan :

F : Fasa

IP : Arus hasil pengukuran

IR : Arus rata-rata

DV : Deviasi

Dmak : Deviasi maksimum

Ub : Unbalance

### 5. Analisa Automatic Transfer Switch I setelah Rekonfigurasi

Pada pengukuran hari Senin (4 mei 2015), untuk fasa R = 1059 A, fasa S = 880 A, fasa T = 1035 A, sedangkan arus average = 991,3 A, maka

$$\begin{aligned} \text{Arus Average} &= \frac{\text{Arus R} + \text{Arus S} + \text{Arus T}}{3} \\ &= \frac{1059 \text{ A} + 880 \text{ A} + 1035 \text{ A}}{3} \\ &= 991,3 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\text{Deviasi} = \frac{\text{Arus Average} - \text{Arus pengukuran}}{\text{Arus Average}} \times 100\%$$

$$\text{Deviasi fasa R} = \frac{991,3 \text{ A} - 1059 \text{ A}}{991,3 \text{ A}} \times 100\% = -6,8\%$$

$$\text{Deviasi fasa S} = \frac{991,3 \text{ A} - 880 \text{ A}}{991,3 \text{ A}} \times 100\% = -11,2\%$$

$$\text{Deviasi fasa T} = \frac{991,3 \text{ A} - 1035 \text{ A}}{991,3 \text{ A}} \times 100\% = -4,40\%$$

$$\begin{aligned} \text{IU} &= \frac{\text{ID maks} - \text{IR}}{\text{IR}} \times 100\% \\ &= \frac{11,2}{991,3 \text{ A}} \times 100\% = 1,12\% \end{aligned}$$

Perhitungan ini dilakukan sampai hari minggu hingga rata-rata seminggu ditemukan.

Tabel 4.5 Analisa Stabilitas Arus dan Deviasi terhadap Keseimbangan arus pada *Automatic Transfer Switch* I dengan MDP I – B (Tahap 1 lantai 4) setelah Rekonfigurasi

No.	Hari/ Tanggal	F	IP (A)	IR (A)	DV (%)	Dmaks (%)	Ub (%)
1.	Senin 4/05/2015	R S T	1059 880 1035	991,3	-6,8 11,2 -4,40	11,2	1,12
2.	Selasa 5/05/2015	R S T	1038 878 1045	987	-5,16 11 -5,8	11	1,11
3.	Rabu 6/05/2015	R S T	1080 955 975	1003	-7,6 4,7 2,79	4,7	0,46
4.	Kamis 7/05/2015	R S T	1069 942 880	963,6	- 10,9 2,24 8,67	8,67	0,89
5.	Jum'at 8/05/2015	R S T	1061 870 974	968,3	-9,57 10 -0,58	10	1,3
6.	Sabtu 9/05/2015	R S T	1082 974 920	992	-9 1,8 7,25	7,25	0,73
7.	Minggu 10/05/2015	R S T	1172 1025 1015	1070	-9,5 4,20 5,1	5,1	0,47
8.	Rata-rata dalam seminggu	R, S, T		996,4		8,27	0,86

Keterangan :

F : Fasa

IP : Arus hasil pengukuran

IR : Arus rata-rata

DV : Deviasi

Dmak : Deviasi maksimum

Ub : Unbalance

## 6. Analisa Automatic Transfer Switch II setelah Rekonfigurasi

Pada pengukuran hari Senin (4 mei 2015), untuk fasa R = 912 A, fasa S = 928 A, fasa T = 903 A, sedangkan arus average = 914,3 A, maka

$$\begin{aligned} \text{Arus Average} &= \frac{\text{Arus R} + \text{Arus S} + \text{Arus T}}{3} \\ &= \frac{912 \text{ A} + 928 \text{ A} + 903 \text{ A}}{3} \\ &= 914,3 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\text{Deviasi} = \frac{\text{Arus Average} - \text{Arus pengukuran}}{\text{Arus Average}} \times 100\%$$

$$\text{Deviasi fasa R} = \frac{914,3 \text{ A} - 912 \text{ A}}{914,3 \text{ A}} \times 100\% = 0,25\%$$

$$\text{Deviasi fasa S} = \frac{914,3 \text{ A} - 928 \text{ A}}{914,3 \text{ A}} \times 100\% = -1,49\%$$

$$\text{Deviasi fasa T} = \frac{914,3 \text{ A} - 903 \text{ A}}{914,3 \text{ A}} \times 100\% = 1,23\%$$

$$\begin{aligned} \text{IU} &= \frac{\text{ID maks} - \text{IR}}{\text{IR}} \times 100\% \\ &= \frac{1,23}{914,3 \text{ A}} \times 100\% = 1,34\% \end{aligned}$$

Perhitungan ini dilakukan sampai hari minggu hingga rata-rata seminggu ditemukan.

Tabel 4.6 Analisa Stabilitas Arus dan Deviasi terhadap Keseimbangan arus pada *Automatic Transfer Switch II* setelah Rekonfigurasi

No.	Hari/ Tanggal	F	IP (A)	IR (A)	DV (%)	Dmaks (%)	Ub (%)
1.	Senin 4/05/2015	R S T	912 928 903	914,3	0,25 -1,49 1,23	1,23	1,34
2.	Selasa 5/05/2015	R S T	961 940 900	933,6	-2,9 -0,6 1,9	1,9	2
3.	Rabu 6/05/2015	R S T	975 940 950	955	- 2 1,5 0,52	1,5	1,57
4.	Kamis 7/05/2015	R S T	919 922 900	913,6	- 0,59 -0,91 1,48	1,48	1,6
5.	Jum'at 8/05/2015	R S T	935 950 955	946,6	1,2 -0,35 -0,8	1,2	1,26
6.	Sabtu 9/05/2015	R S T	980 975 766	907	-8 -7 15,5	15,5	0,17
7.	Minggu 10/05/2015	R S T	910 920 790	873,3	-4,2 -5,3 9,5	9,5	0,10
8.	Rata-rata dalam seminggu	R S T		920		4,6	1,14

Keterangan :

F : Fasa

IP : Arus hasil pengukuran

IR : Arus rata-rata

DV : Deviasi

Dmak : Deviasi maksimum

Ub : Unbalance

Sebelum dilakukan penataan ulang atau rekonfigurasi secara keseluruhan nilai keseimbangan arus rata-rata hasil pengukuran pada beban dalam seminggu pada *Automatic Transfer Switch* I adalah 497,8 Ampere, pada *Automatic Transfer Switch* II adalah 1420 Ampere, pada *Automatic Transfer Switch* III adalah 492 Ampere, untuk rata-rata nilai keseimbangan arus pada *Automatic Transfer Switch* I adalah 0,28%, pada *Automatic Transfer Switch* II adalah 3,09%, pada *Automatic Transfer Switch* III 0,15% dan rata-rata deviasi maksimum penyimpangan secara keseluruhan selama seminggu pada *Automatic Transfer Switch* I adalah 14,5%, pada *Automatic Transfer Switch* II adalah 4,3%, pada *Automatic Transfer Switch* III adalah 7,6%.

Setelah dilakukan penataan ulang atau rekonfigurasi antara *Automatic Transfer Switch* I dengan MDP I-B (Tahap I Lantai 4) pada *Automatic Transfer Switch* II, maka diperoleh rata-rata nilai keseimbangan arus nya sebesar 0,86%, dan untuk rata-rata nilai keseimbangan arus setelah penataan ulang atau rekonfigurasi pada *Automatic Transfer Switch* II sebesar 1,14%. Arus rata-rata pengukuran *Automatic Transfer Switch* I setelah penataan ulang atau rekonfigurasi dengan MDP I-B (Tahap I Lantai 4) pada *Automatic Transfer Switch* II sebesar 996,4 Ampere, rata-rata deviasi maksimum penyimpangan nya 8,27%, arus rata-rata pengukuran pada *Automatic Transfer Switch* II setelah penataan ulang atau rekonfigurasi sebesar 920 Ampere, rata-rata deviasi maksimum penyimpangan nya 4,61%, Arus rata-rata nilai keseimbangan pada MDP I-B (Tahap I Lantai 4) setelah penataan ulang atau rekonfigurasi sebesar 0,15%, arus rata-rata pengukurannya sebesar 498 Ampere, rata-rata deviasi maksimum penyimpangan nya sebesar 7,89%. Dari tabel diatas menunjukkan rata-rata deviasi maksimum

penyimpangan terhadap arus *rata-rata* masing-masing fasa berfluktuasi, ini menunjukkan ketidakseimbangan arus yang tidak merata pada masing-masing fasa. Tetapi setelah dilakukan penataan ulang atau rekonfigurasi antara *Automatic Transfer Switch* I dengan MDP I-B (Tahap I Lantai 4) pada *Automatic Transfer Switch* II mendapatkan nilai keseimbangan arus yang baik, antara *Automatic Transfer Switch* I, II dan III di pusat perbelanjaan pasar atum surabaya.

( Halaman ini sengaja di kosongkan )