STUDI KOMPARASI EFISIENSI TRAFO DISTRIBUSI PADA PLN UNIT LAYANAN PELANGGAN PANGKALPINANG

Moh Agung Saputra Mulia[1], Wahri Sunanda[1], Fardhan Arkan[1]

[1)]Jurusan Teknik Elektro, Universitas Bangka Belitung
Jl. Kampus Peradaban, Bangka, Kep. Bangka Belitung 33172

email korespodensi : moh.agung.saputra@gmail.com

ABSTRAK

Susut menjadi topik hangat di PT. PLN (Persero) saat ini dikarenakan susut mempengaruhi besaran subsidi yang diterima PT. PLN (Persero) dari pemerintah melalui APBN/APBNP. Sebagai tools pemetaan susut teknis dan non teknis, kementrian melalui Dirjen Ketenaglistrikan menetapkan tools standar yaitu menggunakan Aplikasi Office Spreadsheet yang dikenal dengan "Formula Jogja". Pada template Formula Jogja salah satu yang mempengaruhi susut trafo distribusi adalah besar pembebanan rata – rata pada trafo distribusi. Karakteristik pembebanan trafo pada Formula Jogja sebagai contoh trafo distribusi 25 sd 100 kVA dengan beban kisaran 0 s.d 10% diasumsikan susut trafo distribusi sebesar 4,90% dan untuk beban kisaran 11 s.d 30% diasumsikan susut trafo distribusi sebesar 2,7 sd 2,8% sedangkan untuk beban 31 s.d 80% diasumsikan susut trafo distribusi sebesar 1,7 s.d 1,8% berbeda untuk beban trafo distribusi diatas 81% lebih rendah dari beban trafo distribusi10% yaitu dikisaran 2,0 sd 2,1%. Untuk membuktikan asumsi tersebut pada penelitian ini dilakukan pengukuran untuk mengetahui nilai efisiensi dan susut trafo distribusi dengan membandingkan dua buah trafo yang memiliki beban dibawah 10% dan diatas 10%. Dari hasil perhitungan didapat bahwa trafo distribusi dengan beban di bawah 10% cenderung memiliki nilai efisinsi lebih rendah dibandingkan dengan trafo distribusi dengan beban diatas 10% dan nilai susut trafo distribusi yang relatif lebih tinggi pada trafo distribusi dengan beban dibawah 10%.

Kata kunci : Formula Jogja , Efisiensi Trafo Distribusi, Pembebanan Trafo Distribusi, Susut.

PENDAHULUAN

Menurut data laporan susut PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Pangkalpinang mengalami kenaikan kWh susut trafo pada triwulan 2 Tahun 2018 sebesar 1.497 mWh menjadi 1.569 mWh pada triwulan 3 tahun 2018, dengan rincian data aset trafo mengalami kenaikan sebesar 53 trafo pada triwulan 2 tahun 2018 sebanyak 1.206 buah menjadi 1.259 buah dengan selisih kenaikan jumlah kVA sebesar 5.070 kVA pada triwulan 3 tahun 2018 sebesar 122.260 kVA menjadi 127.330 kVA.

Pada template Formula Jogja salah satu yang mempengaruhi susut trafo distribusi adalah besar pembebanan rata – rata pada trafo distribusi. Pembebanan Trafo Distribusi terhadap susut yang diasumsilan Formula Jogja dapat dilihat paga Tabel. 1

Tabel. 1 Pembebanan Trafo Distribusi terhadap Susut

DAYA KVA	SUSUT %PEMBEBANAN TRAFO										
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	110%
25	4,91	2,70	2,08	1,84	1,77	1,78	1,83	1,91	2,00	2,12	2,24
50	4,90	2,68	2,05	1,81	1,72	1,72	1,76	1,83	1,92	2,02	2,13
100	4,90	2,68	2,05	1,81	1,72	1,72	1,76	1,83	1,92	2,02	2,13
160	4,08	2,22	1,68	1,47	1,39	1,38	1,41	1,46	1,53	1,60	1,69
200	3,92	2,14	1,63	1,43	1,36	1,36	1,39	1,44	1,51	1,59	1,67
250	3,92	2,13	1,61	1,41	1,34	1,33	1,35	1,40	1,46	1,54	1,62
315	3,99	2,17	1,65	1,45	1,37	1,36	1,39	1,44	1,51	1,58	1,67
400	3,79	2,06	1,56	1,36	1,29	1,28	1,30	1,35	1,41	1,48	1,56
500	3,59	1,95	1,48	1,30	1,23	1,22	1,24	1,28	1,34	1,41	1,48
630	3,37	1,83	1,39	1,22	1,15	1,14	1,16	1,20	1,26	1,32	1,39
800	3,57	1,95	1,48	1,30	1,24	1,24	1,26	1,31	1,37	1,44	1,52
1000	3,76	2,05	1,56	1,38	1,31	1,31	1,34	1,39	1,46	1,53	1,62

Berdasarkan data pengukuran trafo triwulan 3 tahun 2018 terdapat 161 bh trafo dengan beban dibawah atau sama dengan 10% dari besaran kVA daya trafo dengan rata – rata kVA trafo sebesar 113 kVA.

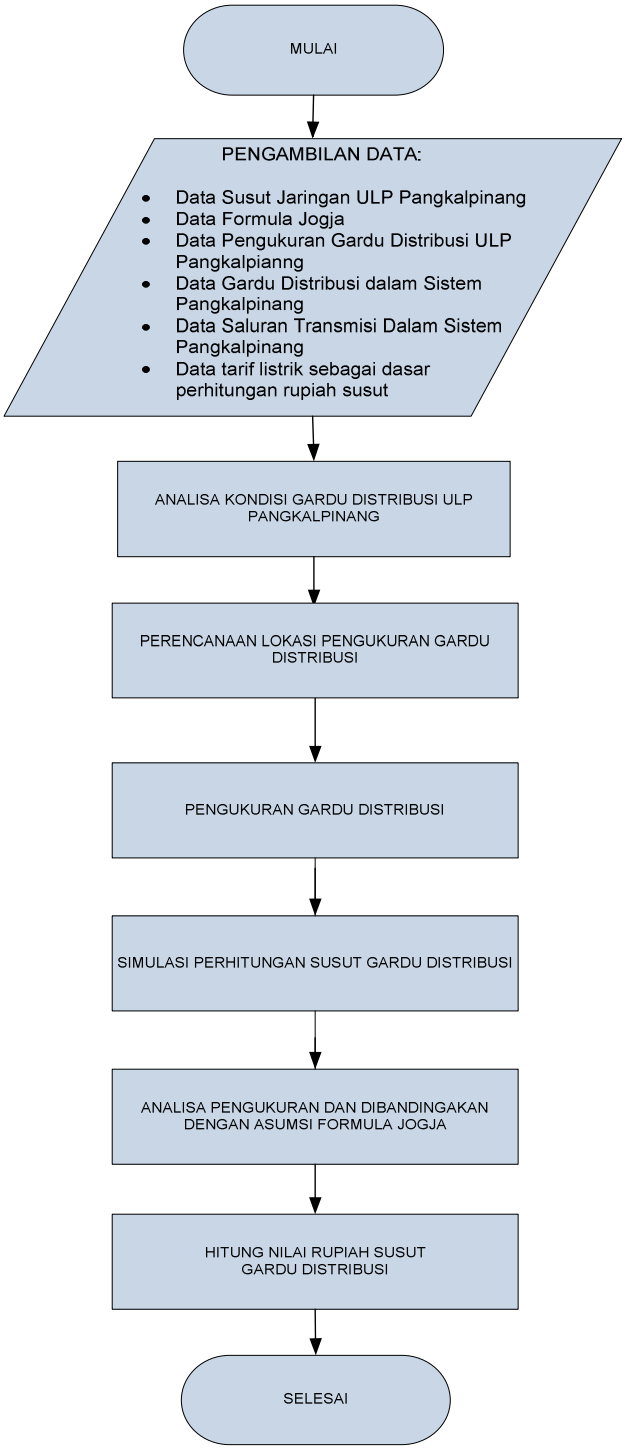
Yang diharapkan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui pengaruh trafo beban dibawah 10% dengan trafo beban lebih besar dari 10% yang diasumsikan oleh Formula Jogja terhadap susut teknis pada PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Pangkalpinang dan Untuk mengetahui seberapa besar susut energi pada trafo beban dibawah 10% dengan trafo beban lebih besar dari 10% di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Pangkalpinang serta dilanjutkan dengan perhitungan potensi kehilangan rupiah dari susut energi tersebut dengan menggunakan Tarif Dasar Listrik PLN Tahun 2018 di tangga daya tarif termahal yang berlaku di PLN.

METODE PENELITIAN

Metode pelaksanaan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menyusun kegiatan-kegiatan yang dilakukan ke dalam bentuk flowchart yang nantinya digunakan sebagai pedoman dalam menentukan tindakan, dengan tujuan agar tindakan yang dilakukan lebih terarah dan terkontrol sehingga tidak terjadi penyimpangan dari target-target yang diharapkan. Flowchart tahapan-tahapan kegiatan pada penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 1

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah laptop, Aplikasi office *spreadsheet*, Ampere Tang Meter 3 Phasa dan Ampstik/Voltstik.

ISBN : 978-979-1373-56-2



Gambar 1 *Flow Chart* penelitian

Langkah – langkah peelitian ini dijelaskan sebagai berkut :

1. Pengambilan Data Awal :

Melakukan inspeksi, observasi dan pengumpulan data meliputi:

a. Data Susut Jaringan PLN ULP Pangkalpinang
b. Data Formula Jogja
c. Data Pengukuran Gardu Distribusi PLN ULP Pangkalpinang
d. Data Gardu Distribusi dalam Sistem Pangkalpinang
e. Data Saluran Transmisi Dalam Sistem Pangkalpinang
f. Data tarif listrik sebagai dasar perhitungan rupiah susut.

2. Analisa kondisi Gardu Distribusi PLN ULP Pangkalpinang

Dengan menganalisa kondisi Gardu Distribusi PLN ULP Pangkalpinang khususnya analisa beban, sehingga dapat diputuskan pemilihan Gardu yang akan digunakan di dalam penelitian.

3. Menentukan Gardu distribusi dengan beban di bawah 10% di PLN ULP Pangkalpinang:

Dengan Analisa kondisi Gardu Distribusi dengan beban dibawah 10%, maka penelitian dapat dilanjutkan, untuk sistem sebesar pangkalpinang dengan asumsi susut jaringan terbesar maka dapat di asumsikan pada sistem PLN ULP Pangkalpinang terdapat masalah pada pembebanan Gardu Distribusi khususnya beban tidak seimbang dibawah 10%.

4. Penentuan lokasi Gardu Penelitian

Dari data Gardu Distribusi dengan beban di bawah 10% maka akan di dapat lokasi Gardu Distribusi yang akan dilakukan penelitian dengan melihat aspek kesamaan pola dan kondisi parameter sistem maka komparasi dengan Gardu Distribusi lain menggunakan Gardu Distribusi disekitar Gardu yang dipilih dengan karakteristik beban diatas 10%.

5. Pengukuran Gardu Distribusi

Setelah didapat lokasi Gardu Distribusi dan Gardu Distribusi lain disekitar lokasi Gardu maka dilanjutkan dengan pengukuran karakteristik – karakteristik yang dibutuhkan antara lain pengukuran Tegangan setiap phasa (Volt), arus setiap phasa (Ampere), daya listrik (Watt), Faktor Daya (Cos phi), dan beban per jurusan

6. Simulasi Perhitungan efisiensi Gardu

Simulasi dilakukan dengan melakukan perbandingan antara daya masuk dan daya keluar. Perhitungan efisiensi dilakukan menggunakan persamaan

$$\eta = \frac{Pout}{Pin} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

η : Efisiensi
Pout : Daya keluar (watt/kw)
Pin : Daya masuk (watt/kw)

7. Analisa pengukuran dengan kesesuaian Formula Jogja

Setelah dilakukan pengukuran dan perhitungan maka hasil pengukuran dapat di bandingkan dengan asumsi Formula Jogja.

8. Mentukan hasil pengukuran Apakah sudah sesuai dengan Formula Jogja sudah sesuai:

Dengan melalukan pengukuran dan perhitungan di dapat data hasil komparasi perhitungan efisiensi Gardu Distribusi.

9. Perhitungan nilai rupiah susut dengan menggunakan tarif dasar listrik berlaku:

Hasil pengukuran dan perhitungan dapat di simulasikan besaran susut energi ya hilang dalam bentuk finansial sehingga dapat memberi gambaran finansial.

$$\text{Losess (Rp)} = \text{Losess kWh x jam x Rp/kWh} \quad (2)$$

Keterangan :

Losess (kWh) : Susut Energi
Rp/kWh : Harga Rupiah / kWh (TDL)

HASIL DAN PEMBAHASAN

 ISBN : 978-979-1373-56-2

Dari hasil pencocokan data gardu distribusi dengan beban dibawah 10% dan diatas 10%, kondisi suplay penyulang/feeder, kapasitas gardu distribusi dan merek gardu distribusi di dapat 335 gardu distribusi dengan kriteria tersebut. Pencocokan dilanjutkan dengan pencocokan kembali untuk tahun pembuat gardu distribusi yang sama dari hasil pencocokan pertama sehingga di dapat 113 gardu distribusi yang masuk dalam kriteria dimaksud.

Dari 113 gardu distribusi tersebut dikelompokan gardu distribusi dengan varian kapasitas yang beragam dalam 1 suplay penyulang/feeder sehingga di dapat penyulang F3-Lampur, Malaysia-Pangkalbalam dan PP3 Greandland yang memiliki varian kapasitas gardu distribusi beragam yaitu memiliki gardu distribusi 25 kVa, 50 kVa, 100 kVa dan 200 kVa dibanding penyulang atau feeder lain yg hanya memiliki beberapa varian kapasitas atau tidak selengkap penyulang/feeder F3-Lampur, Malaysia-Pangkalbalam dan PP3 Greandland

Dari hasil pencocokan didapat total gardu distribusi yang masuk di dalam kriteria sejumlah 43 buah, gardu distribusi tersebut didalamnya terdapat minimal 1 buah mewakili kriteria beban dibawah 10% dan beban diatas 10%. Simulasikan lokasi gardu distribusi pada single line diagram per penyulang/feader dan lakukan pemilihan lokasi gardu yang berdekatan, pemelihan lokasi yang berdekatan dikarenakan asumsi besaran tegangan suplai, dan pengahantar penampang memiliki kriteria yang sama shingga rugi –rugi daya akibat perbedaan penghantar dapat diabaikan.

Pengukuran parameter gardu distribusi dengan menggunakan alat ukur Ampstik/Voltstik pada sisi primer dan alat ukur Ampere Tang Meter 3 Phasa pada sisi sekunder. Parameter yang diukur antara lain Tegangan (Volt), Arus beban (A), faktor daya (cos phi) dan daya listrik (watt).

Tabel. 2 Hasil Pengukuran Gardu Distribusi

Transformator 1 (Dengan Beban di Bawah 10%)							Transformator 2 (Dengan Beban di Atas 10%)						
Nama & Lokasi Gardu Distribusi	Tanggal dan Jam Pengukuran	Kapasitas Trafo (kVA)	Primer	Sekunder		Daya Terpakai (%)	Nama & Lokasi Gardu Distribusi	Tanggal dan Jam Pengukuran	Kapasitas Trafo (kVA)	Primer	Sekunder		Daya Terpakai (%)
			Daya (P) (kW)	Daya (P) (kW)	Daya (P) (VA)					Daya (P) (kW)	Daya (P) (kW)	Daya (P) (VA)	
PP0868 (Mitratel JL Terak P712)	05/01/2019 19:45:00	25	1,26	1,33	1,66	6,6	PP0851 (Ds. Keretak Tambang 40)	05/01/2019 18:20:00	25	2,20	2,31	2,89	11,6
PP1068 (Dusun Riding Desa Simpangkatis)	06/01/2019 20:10:00	50	3,27	3,43	4,29	8,6	PP1067 (Lisdes Simpangkatis)	06/01/2019 19:00:00	50	3,88	4,07	5,08	10,2
PP1130 (SMA 2 Kretak)	12/01/2019 19:36:00	100	0,69	0,73	0,91	0,9	PP1140 (Simpang Katis)	12/01/2019 18:15:00	100	48,62	49,50	61,87	61,9
PP1002 (Perumahan Paris Residence)	13/01/2019 19:10:00	50	1,84	1,94	2,42	4,8	PP1035 (Simpang POLAIRUD)	13/01/2019 19:35:00	50	7,06	7,33	9,17	18,3
PP1200 (Rusunawa 2)	19/01/2019 18:37:00	200	3,46	3,61	4,51	2,3	PP1083 (Ketapang)	19/01/2019 19:17:00	200	87,86	89,45	111,81	55,9
PP0798 (BTS Telkomsel Prot Ds. Balun Ijuk)	20/01/2019 18:43:00	25	1,29	1,36	1,69	6,8	PP0781(BTS HCPT Sunghin)	20/01/2019 19:21:00	25	11,46	11,67	14,59	58,4
PP1317 (DN Limbong)	26/01/2019 19:10:00	50	0,87	0,91	1,14	2,3	PP1102 (Depan SMP N 2 Merawang)	26/01/2019 20:34:00	50	47,15	48,25	60,31	120,6
PP1288 (Perumahan Arta Usaha Andiri)	27/01/2019 18:55:00	100	3,28	3,45	4,31	4,3	PP1292 (Ds. Balunijuk)	27/01/2019 20:45:00	100	30,29	30,89	38,61	38,6

Pada objek pengukuran pertama didapat bawah kedua gardu distribusi memiliki beban yang cenderung sama yaitu pada gardu distribusi 1 dengan beban 6,6 % dan gardu distribusi 2 dengan beban 11,6 % sehingga nilai efisensi atau susut mengasilkan nilai yang hampir sama yaitu 95,1 % pada gardu distribusi 1 dan 95,2% pada gardu distribusi 2 sama halnya dengan objek pengukuran kedua dan kelima yang memiliki beban cenderung sama, perbedaan baru dapat dilihat pada pengukuran ketiga dimana beban gardu distribusi pertama yaitu 0,9% dan gardu distribusi kedua yaitu 61,9%, dapat dilihat bahwa dengan beban yang lebih besar maka akan meningkatkan nilai efisiensi gardu distribusi sama halnya dengan pengukuran ke empat sampai dengan ketujuh nilai efisiensi cenderung baik jika kondisi gardu distribusi dengan beban minimal 40% keatas.

Tabel. 3 Hasil Komparasi Efisiensi Trafo Distribusi

No	Nama & Lokasi Gardu Distribusi	Kapasitas Trafo (kVA)	Daya Terpakai (%)	Hasil Pengukuran		Nilai Asumsi Susut Trafo Pada Formula Jogja
				Nilai Efisiensi (%)	Nilai Susut Trafo (%)	
1	PP0868 (Mitratel Jl. Terak P712)	25	6,6	95,12%	**4,88%**	**4,91%**
2	PP1068 (Dusun Riding Desa Simpangkatis)	50	8,6	95,13%	**4,87%**	**4,90%**
3	PP1130 (SMA 2 Kretak)	100	0,9	94,97%	**5,03%**	**4,90%**
4	PP1002 (Perumahan Paris Residence)	50	4,8	95,08%	**4,92%**	**4,90%**
5	PP1200 (Rusunawa 2)	200	2,3	95,96%	**4,04%**	**3,92%**
6	PP0798 (BTS Telkomsel Prot Ds. Balun Ijuk)	25	6,8	95,08%	**4,92%**	**4,91%**
7	PP1317 (DN Limbong)	50	2,3	95,09%	**4,91%**	**4,90%**
8	PP1288 (Perumahan Arta Usaha Andiri)	100	4,3	95,13%	**4,87%**	**4,90%**
9	PP0851 (Ds. Keretak Tambang 40)	25	11,6	95,18%	**4,82%**	**4,91%**
10	PP1067 (Lisdes Simpangkatis)	50	10,2	95,48%	**4,52%**	**4,90%**
11	PP1140 (Simpang Katis)	100	61,9	98,23%	**1,77%**	**1,72%**
12	PP1035 (Simpang POLAIRUD)	50	18,3	96,23%	**3,77%**	**2,68%**
13	PP1083 (Ketapang)	200	55,9	98,23%	**1,77%**	**1,36%**
14	PP0781(BTS HCPT Sunghin)	25	58,4	98,20%	**1,80%**	**1,77%**
15	PP1102 (Depan SMP N 2 Merawang)	50	120,6	97,72%	**2,28%**	**2,13%**
16	PP1292 (Ds. Balunijuk)	100	38,6	98,05%	**1,95%**	**2,05%**

Dari data perhitungan efisiensi dapat diketahui bahwa semakin besar kapasitas Gardu Distribusi dengan kondisi beban dibawah 10% maka Gardu Distribusi relatif akan mengahasilkan nilai efisiensi yang rendah.

Banyak faktor yang mempengaruhi nilai efisiensi suatu gardu distribusi dari kondisi struktur misal umur gardu distribusi atau kondisi lain seperti beban tidak seimbang, rugi – rugi inti besi, rugi – rugi tembaga dan rugi – rugi arus netral, dalam penelitian ini terlihat bahwa beban gardu distribusi dibawah 10% cenderung memiliki beban yang tidak seimbang

Dari hasil perbandingan antar pengukuran dan asumsi Formula Jogja didapat bahwa nilai efisiensi serta susut antara pengkuran dan asumsi Formula Jogja memiliki nilai berdekatan dimana Menurut SPLN 50 tahun 1997 Standar Rugi - Rugi transformator baru harus ≤ 2,0%.

Tabel. 4 Hasil Perhitungan Nilai Susut kWh dan Rupiah susut Gardu Distribusi

Nama & Lokasi Gardu Distribusi	Tanggal dan Jam Pengukuran	Kapasitas Trafo (kVA)	Daya Terpakai (%)	Efisiensi	Primer	Sekunder	Selisih Daya (P) (kW)	Asumsi Susut Perhari (kWh) (Daya) (kW x 24 jam)	Asumsi Perkiraan Susut Rupiah dg TDL Rp. 1600
					Daya (P) (kW)	Daya (P) (kW)			
PP0868 (Mitratel JL Terak P712)	05/01/2019 19:45:00	25	6,63	95,1%	1,26	1,33	0,1	1,6	2.484
PP1068 (Dusun Riding Desa Simpangkatis)	06/01/2019 20:10:00	50	8,58	95,1%	3,27	3,43	0,2	4,0	6.415
PP1130 (SMA 2 Kretak)	12/01/2019 19:36:00	100	0,91	95,0%	0,69	0,73	0,0	0,9	1.408
PP1002 (Perumahan Paris Residence)	13/01/2019 19:10:00	50	4,85	95,1%	1,84	1,94	0,1	2,3	3.666
PP1200 (Rusunawa 2)	19/01/2019 18:37:00	200	2,26	96,0%	3,46	3,61	0,1	3,5	5.592
PP0798 (BTS Telkomsel Prot Ds. Balun Ijuk)	20/01/2019 18:43:00	25	6,78	95,1%	1,29	1,36	0,1	1,6	2.560
PP1317 (DN Limbong)	26/01/2019 19:10:00	50	2,28	95,1%	0,87	0,91	0,0	1,1	1.718
PP1288 (Perumahan Arta Usaha Andiri)	27/01/2019 18:55:00	100	4,31	95,1%	3,28	3,45	0,2	4,0	6.450
PP0851 (Ds. Keretak Tambang 40)	05/01/2019 18:20:00	25	11,56	95,2%	2,20	2,31	0,1	2,7	4.277
PP1067 (Lisdes Simpangkatis)	06/01/2019 19:00:00	50	10,17	95,5%	3,88	4,07	0,2	4,4	7.060
PP1140 (Simpang Katis)	12/01/2019 18:15:00	100	61,87	98,2%	48,62	49,50	0,9	21,0	33.659
PP1035 (Simpang POLAIRUD)	13/01/2019 19:35:00	50	18,33	96,2%	7,06	7,33	0,3	6,6	10.616
PP1083 (Ketapang)	19/01/2019 19:17:00	200	55,90	98,2%	87,86	89,45	1,6	38,0	60.759
PP0781(BTS HCPT Sunghin)	20/01/2019 19:21:00	25	58,37	98,2%	11,46	11,67	0,2	5,0	8.078
PP1102 (Depan SMP N 2 Merawang)	26/01/2019 20:34:00	50	120,62	97,7%	47,15	48,25	1,1	26,4	42.207
PP1292 (Ds. Balunijuk)	27/01/2019 20:45:00	100	38,61	98,1%	30,29	30,89	0,6	14,4	23.111

Perhitungan yang digunakan pada Tabel 4 yaitu pada data selisih daya (kW) diperoleh dari perhitungan daya sekunder dikurang daya primer, sedangkan asumsi susut kWh perhari didapat dari selisih daya (kWh) dikali 24 jam, untuk memperoleh nilai rupiah digunakan formula susut kWh dikali tarif per kWh.

Dari Ttabel 4dapat dilihat bahwa untuk gardu distribusi dengan arus terbesar menghasilkan nilai susut kWh yang relative tinggi hal ini diasumsikan semakin besar arus yang mengalir maka akan menghasilkan nilai susut kWh yang besar juga.

 ISBN : 978-979-1373-56-2

Dari Tabel 4 untuk 16 buah gardu distribusi yang di lakukan penelitian didapat kisaran kWh susut diangka 0,90 kWh sd 38 kWh dengan kWh susut 137,5 kWh, jika diasumsikan 30 hari maka total kWh susut menjadi 4.126,12 kWh atau 49,513,10 dalam 1 tahun.

Sedangkan kisaran rupiah susut untuk 16 buah gardu distribusi yang di lakukan penelitian didapat kisaran rupiah susut diangka Rp. 1.408 sd 60.759 dengan total rupiah susut Rp.220.060, jika diasumsikan 30 hari maka total rupiah susut menjadi Rp. 6.601.792 atau Rp. 79.221.508 dalam 1 tahun.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan evaluasi pengukuran gardu distribusi PLN ULP Pangkalpinang, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil ukur gardu distribusi didapat bahwa nilai pengukuran susut gardu distribusi dengan beban dibawah 10% rata – rata diangka 4,87 % sd 5,03% dimana asumsi pada formula jogja rata – rata diangka 3,92% sd 4,91%, sedangkan gardu distribusi dengan beban diatas 10% rata – rata diangka 1,77% sd 3,77% dimana asumsi pada formula jogja rata – rata diangka 1,72% sd 2,68%.
2. Dengan melakukan pengukuran terhadap 16 gardu distribusi dengan kondisi 8 gardu distribusi berbeban dibawah 10% dan 8 gardu diatas 10% diperoleh susut kWh dalam 1 bulan sebesar 4.126,12 kWh atau 49,513,10 kWh dalam 1 tahun dengan rupiah kerugian/susut ditaksir sebesar Rp.6.601.792 atau Rp. 79.221.508 dalam setahun dengan menggunakan Tarif Dasar Listrik (TDL) tahun 2018 sebesar Rp. 1.600/kWh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan pada Manajer PT. PLN (Persero) ULP Pangkalpinang telah memberikan kesempatan dan mendukung selesainya penelitian ini sesuai waktu yang ditargetkan.

REFERENSI

Aprianto, Agung dkk. 2010, "Pemeliharaan Trafo Distribusi", Jurnal Teknik: Vol 20, No. 1 Februari 2010. [Online]http://www.elektro.undip.ac.id/el_kpta/wpcontent/uploads/2012/05/L2F607003_ MKP.pdf (diakses 08 Januari 2018)

Dahlan,Moh., 2009, "Akibat Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Pada Transformator Distribusi , Jurnal Teknik: Vol 1,No.2Februari2009,[online],http://eprints.umk.ac.id/77/1/AKIBAT_KETIDAKSEIMBANGAN_BEBAN_TERHADAP.pdf. (diakses 11 Maret 2018)

Ermawanto.2015, "Analisa Berlangganan Listrik Antara Tegangan Menengah (TM) Dengan Tegangan Rendah (TR) dan Analisa Efisiensi Trafo Dalam Rangka Konservasi Energi Kampus UNDIP Tembalang", Jurnal Teknik: Vol 11,No.2Maret2015,[online],http://eprints.undip.ac.id/25715/1/ML2F001595.pdf. (diakses 05 Januari 2018)

Kawihing ,Aprilian P., dkk. 2013, "Pemerataan Beban Transformator Pada Saluran Distribusi Sekunder",Jurnal Teknik Elektro dan Komputer: Vol:2 No.1 Tahun 2013,[online],ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/download/920/736.(diakses 16 Januari 2018)

Kusnanto, Dwi, dkk.2017, "Buku Panduan Formula Jogja", PT. PLN (Persero), Surabaya.

Mahardhika, Dimas , dkk. 2010, "Pengembangan Trafo Distribusi Berdasarkan Pertumbuhan Beban Tahun 2012 – 2016 di UPJ Batang", Jurnal Teknik: Vol 29, No. 1 Maret2010,[online] http://ejournal.undip.ac.id/index.php/transmisi/article/download/3605/pdf. (diakses 1 Februari 2018)

Putri ,Amrina Tiara.2017." Analisis susut energi non teknis pada jaringan distribusi PLN Rayon Koba". Universitas Bangka Belitung. Balunijuk Babel.

Sihombing,Evita Kristianah.2017."Analisis karakteristik tegangan tembus pada minyak trafo nynnas dan appar terhadap suhu". Universitas Bangka Belitung. Balunijuk Babel.

Stevenson, Jr, William D, 1983, Analisis Sistem Tenaga Listrik, Edisi Kempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Sulasno, 2009, "Teknik Konversi Energi Listrikdan Sistem Pengaturan", Yogyakarta, Graha Ilmu.

Sentosa, dkk. 2006, "Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi", PT. PLN (persero), Surabaya, Jurnal Teknik: Vol 4, No.1Februari2006 [online], puslit.petra.ac.id/journals/request.php?PublishedID=ELK07070202 (diakses 11 Januari 2018)

Trevor linsley, 2002 "Instalasi Listrik Tingkat Lanjut", edisi ketiga, Jakarta, Erlangga.

Tri Watiningsih, 2012, " Sistem Jaringan Distribusi Tegangan Menengah", Jurnal Teknik: Vol 12,No.1Februari2012 [online], e-journal.unwiku.ac.id/index.php/jte/article/download/172/46. (diakses 1 Februari 2018)

SPLN-50-1997. Spesifikasi Trafo Distribusi

PLN UP3 Bangka 2018. Data Laporan Pengukuran Gardu Distribusi.

PLN UP3 Bangka 2018. Single Line Diagram Transmisi Sistem Bangka, Buku Operasi Sistem.

PLN UP3 Bangka 2018. Data Asset Distribusi, Laporan Iktisar Teknik Bulanan.

PLN UP3 Bangka 2018. Laporan Susut Formula Jogja..