

Studi Minimalisasi Susut Daya pada Sistem Distribusi 20kV di PT.PLN (PERSERO) UP3 Tarakan dengan Metode Penaikan Tegangan Sumber

RAHMI AULIA , DINI FAUZIAH

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional
Email : rahmiaulia027@gmail.com

ABSTRAK

Pada sistem distribusi tenaga listrik terdapat rugi – rugi atau penyusutan energi listrik. Susut merupakan kerugian energi akibat masalah teknis dan non teknis pada penyaluran energi listrik. Susut energi yang terjadi yaitu susut energi teknis dan susut energi non teknis. Susut energi yang sering terjadi yaitu susut energi teknik. Pada penelitian ini susut daya pada penghantar yang terjadi di sistem distribusi feeder 4 UP3 Tarakan yaitu sebesar 0,38% - 1,55%. Penelitian ini menggunakan metode penaikan tegangan sumber untuk mengetahui efektifitas penekanan susut. Dengan hasil yang didapat yaitu terjadinya kenaikan susut daya sebesar 0,92 % - 1,74 % setelah tegangan sumber dinaikan. Maka penelitian ini membuktikan bahwa menaikan tegangan bukan merupakan upaya yang efektif dalam menekan terjadinya susut daya pada sistem distribusi listrik.

Kata kunci: *Susut energi, minimalisasi susut daya, susut energi teknis, susut energi non teknis, sistem distribusi.*

ABSTRACT

On the electricity distribution system is a loss – loss or reduction of electricity. Electricity losses are energy losses caused by technical and non-technical problems in the supply of electricity. The energy that occurs is the engineering energy and the non-technical energy. In this study, the power reduction on the transmitter that occurs in the feeder distribution system 4 UP3 Traction is 0.38% - 1.55%. This study uses the method of supply voltage to determine the effectiveness of the pressure reduction. With the result obtained that there is an increase in the supply of power by 0.92% - 1,74% after the voltage of the feed source. So this research proves that raising the voltage is not an effective attempt to suppress the occurrence of a power surge on the electricity distribution system.

Keywords: *Power supply, power minimization, technical power supply, non-technical energy supply, distribution system.*

1. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya zaman maka kehidupan manusia juga akan berkembang dengan pesat. Lahirnya teknologi - teknologi baru juga turut membawa peningkatan akan kebutuhan hidup manusia. Selain kebutuhan sandang dan pangan, juga banyak kebutuhan yang saat ini menjadi kebutuhan primer bagi manusia, salah satunya yaitu energi listrik. Hampir seluruh peralatan yang berada di sekitar kita membutuhkan listrik maka dari itu semakin meningkatnya penggunaan teknologi maka semakin meningkat pula kebutuhan manusia akan energi listrik.

Negara telah menjamin ketersediaan listrik bagi masyarakat di seluruh penjuru negeri. Besarnya jumlah penggunaan listrik membuat pemenuhan kebutuhan listrik oleh Perusahaan Listrik Negeri (PLN) mengalami beberapa kendala. Adapun kendala tersebut salah satunya adalah susut daya. Susut daya tersebut berhubungan dengan banyak faktor, salah satunya jumlah pemakai, karena hal tersebut berhubungan langsung dengan arus yang dikeluarkan, dan semakin besar arus yang mengalir, semakin besar susut daya karena kabel dan masalah - masalah teknis lainnya **(Syamsudin, Erlina, & Suyanto, 2015)**.

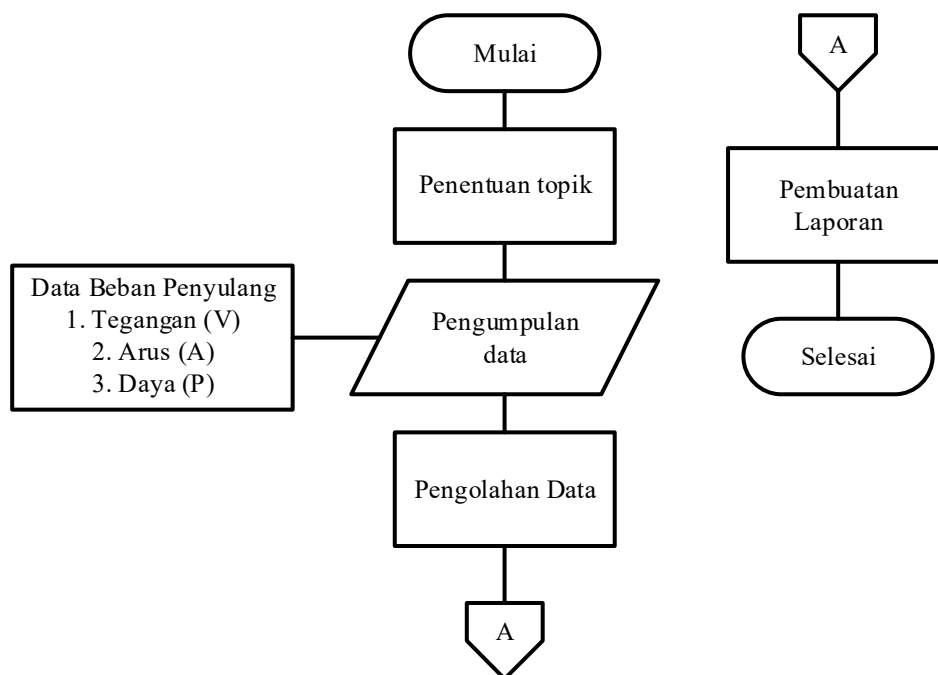
Susut daya berdasarkan sifat yaitu susut energi teknis dan susut energi non teknis. Sementara susut daya berdasarkan tempat yaitu susut transmisi dan susut distribusi. Susut energi atau *losses* adalah sejumlah energi yang hilang dalam proses pengaliran energi mulai Gardu Induk atau Gardu distribusi sampai dengan konsumen **(Ariyanti, 2016)**.

Susut daya terjadi disebabkan oleh berbagai macam faktor, namun biasanya disebabkan oleh peralatan yang tidak memiliki tingkat efisiensi 100%. Adapun perbaikan konfigurasi jaringan dan pemasangan kapasitor merupakan salah satu upaya memperbaiki susut daya namun masih belum maksimal, sehingga masih dibutuhkan solusi-solusi lain untuk memperbaiki susut daya ini.

Penyusutan energi pada jaringan distribusi ini dapat dibagi menjadi beberapa bagian, antara lain penyusutan energi pada penyulang, penyusutan energi pada transformator distribusi, dan penyusutan energi pada persambungan (*jointing*) **(Sugianto & Untara, 2019)**. Salah satu solusi untuk mengurangi susut daya adalah dengan menaikkan tegangan dari sisi suplai. Hal ini dapat dilakukan dengan mengikuti aturan SPLN 1 tahun 1978, dimana harga toleransi yang diizinkan untuk menaikkan tegangan distribusi adalah sebesar 5 % dari tegangan SUTM (20 kV). Jika tegangan sumber dari gardu induk 20 kV maka dapat dinaikkan menjadi 21 kV.

Untuk nilai impedansi saluran yang tetap, maka memperbesar tegangan kirim akan memberikan dampak kepada ujung tegangan penerima menjadi lebih besar sehingga regulasi tegangan menjadi lebih baik. Dengan kenaikan tegangan suplai dari 20 kV menjadi 21 kV menyebabkan penurunan arus saluran dari 206 Ampere menjadi 200 Ampere seraya diikuti penurunan susut daya **(Yuntyansyah, Wibawa, & Utomo, 2015)**. Penelitian dilakukan untuk mengetahui cara serta efektifitas perbaikan susut dengan menaikkan tegangan sumber pada sistem distribusi 20 kV Feeder 4 UP3 Tarakan.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Pengumpulan Data

Data sekunder yang dikumpulkan berupa *logsheet* beban yang terbaca pada *scada feeder 4* TRK ULP Tarakan. Data yang digunakan untuk penelitian ini yaitu data Tegangan (kV), Arus (Ampere) dan Daya (kW) selama 6 hari. Data perhari yang digunakan pada penelitian ini yaitu data beban puncak.

Tabel 1 Data Beban Penyulang TRK 4 UP3 Tarakan

Tanggal	Data beban puncak harian											
	LBS Sesanip			Recloser 613			LBS Simpang Intraca			LBS Juata Laut		
	V (kV)	I (A)	P (kW)	V (kV)	I (A)	P (kW)	V (kV)	I (A)	P (kW)	V (kV)	I (A)	P (kW)
20/02/2023	20,50	171	5458,06	19,83	143	4415,17	19,76	101,76	3130,78	19,4	43,33	1308,82
21/02/2023	20,68	152	4883,26	20,01	127,33	3967,04	20,37	79,66	2526,50	20,15	39	1223,57
22/02/2023	20,44	163	5176,67	19,83	128,66	3972,42	19,83	87	2686,15	19,54	44,66	1358,73
23/02/2023	20,54	174	5564,66	20,37	139	4408,54	20,18	97	3047,77	19,78	49,66	1529,40
24/02/2023	20,64	159	5098,77	20,09	125,33	3920,34	19,98	81,33	2530,08	19,78	41	1262,70
25/02/2023	20,85	146	4750,38	19,93	120,33	3733,96	20,34	74,33	2353,99	20,05	41	1279,93

Tabel 1 menunjukkan data beban penyulang pada *feeder* TRK 4 ULP Tarakan mulai dari tanggal 20 Februari 2023 sampai dengan 25 Februari 2023.

Adapun spesifikasi penghantar AAAC-S diberikan pada tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Penghantar AAAC-S

Cross Sectional Area	Aluminium Conductor			XPLE INSULATION		Current		Resistant at 20°C Max	Approx Net Weight	Standard Length
	No. Wire / Dia.	Cond. Diameter Nominal	Weight of Conductor	Thikness Nominal	Dia. Nominal	30°C	40°C			
mm ²	pcs/mm	mm	kg/km	mm	mm	A	A	ohm/km	kg/km	m
AAAC-S										
35	7/2,50	7,50	95	3,00	13,50	167	150	0,958	187	3000
50	19/1,75	8,75	126	3,00	14,75	200	180	0,724	228	3000
70	19/2,25	11,25	208	3,00	17,25	275	246	0,438	335	3000
95	19/1,50	12,50	257	3,00	18,50	315	282	0,355	392	1000
120	19/2,75	13,75	311	3,00	19,75	356	319	0,293	455	1000
150	19/3,25	16,25	434	3,00	22,25	378	378	0,210	545	1000
150	37/2,25	15,75	405	3,00	21,75	378	378	0,225	569	1000
185	37/2,50	17,50	500	3,00	23,50	423	423	0,183	675	1000
240	61/2,25	20,25	688	3,00	26,25	523	523	0,139	865	1000

Tabel 2 menunjukkan spesifikasi kabel penghantar AAAC-S untuk berbagai nominal arus yang sesuai dengan standar SPLN 41-10 : 1991 dan dirujuk dari website PT Multi Kencana Niagatama (2022) (**PT. Multi Kencana Niagatama, 2022**).

2.2 Pengolahan Data

Pada tahap ini penulis mengolah data dengan terstruktur untuk mendapat hasil yang sesuai dalam penelitian ini. Langkah pertama dalam pengolahan data ini yaitu memahami data yang sudah terkumpul.

Hal yang pertama dilakukan pada pengolahan data ini yaitu menghitung besar nilai tegangan setelah tegan sumber dinaikkan pada masing – masing *section* di *feeder* 4 TRK. Jika tegangan pada *section* Pangkal dinaikkan menjadi 21 kV maka tegangan untuk *section – section* selanjutnya diketahui dengan mengurangi tegangan *section* pangkal dengan besar *drop voltage* yang terjadi.

Untuk mengetahui besar *drop voltage* maka dapat dilihat pada persamaan (1) – (3) (**Hontong, , Tuegeh, & Patras, 2016**).

Diketahui :

$$V_{2S1} = 21 \text{ kV}$$

$$V_{2S2} = V_{2S1} - \Delta V_{2S1} \quad (1)$$

$$\Delta V_{2S1} = \frac{\sqrt{3} \times \ell_1 \times I_1 \times (R_k \cos \varphi + X_k \sin \varphi)}{V_{LL}} \quad (2)$$

$$DV = \frac{\sqrt{3} \times \ell_1 \times I_1 \times (R_k \cos \varphi + X_k \sin \varphi)}{V_{LL}} \times 100 \% \quad (3)$$

Persamaan (1) menunjukkan rumus menaikkan tegangan untuk *section* 2 dari nilai V_2 *section* 1.

Untuk *section* 2, 3, 4 V_2 didapat dari mengurangi V_2 *section* sebelumnya dikurangi jatuh tegangan pada *section* sebelumnya.

Dimana :

V_{2S1} : Tegangan setelah dinaikkan pada *section* 1 (kV)

V_{2S2} : Tegangan setelah dinaikkan pada *section* 2 (kV)

ΔV_{2S1} : Nilai jatuh tegangan setelah dinaikkan pada *section* 1 (kV)

DV : Nilai persentase jatuh tegangan (%)

ℓ_1 : Panjang *section* 1 (km)

- I_1 : Arus total saluran *section* 1 (A)
 R_k : Resistansi penghantar (Ω)
 X_k : Reaktansi penghantar

Hal selanjutnya yang dilakukan yaitu mengetahui besar susut daya pada keadaan normal atau keadaan sebelum tegangan sumber dinaikkan.

Sebelum mendapatkan besar susut daya maka harus diketahui terlebih dahulu penghantar jenis apa yang digunakan serta nilai hambatan yang terjadi pada *Feeder* 4 TRK.

Nilai R pada penghantar ditentukan dengan menggunakan beban atau arus puncak. Nominal arus yang digunakan sebagai arus puncak untuk menentukan jenis penghantar / konduktor. Untuk menentukan jenis kabel penghantar yang akan dipakai untuk distribusi harus menggunakan nominal arus *setting primer* sesuai settingan *relay OCR inverse time*. Dimana nominal arus puncak beban dikali 1,05 untuk mendapat nilai arus setting primer.

$$I_{set(primer)} = 1,05 \times I_{Beban} \quad (4)$$

Setelah didapat nilai arus setting primer maka dapat ditentukan pula jenis kabel penghantar yang akan ditentukan nilai resistansinya. Jika jenis kabel sudah ditentukan, selanjutnya adalah menentukan besar nilai resistansi seperti pada persamaan (5) (**Nelwan, Tuegeh, & Lisi, 2015**).

$$R = \frac{\rho \times \ell}{a} \quad (5)$$

Besarnya susut daya akibat resistansi penghantar untuk setiap fasanya dinyatakan seperti pada persamaan (6).

$$P = I^2 \times R \quad (6)$$

Besar susut daya dan persentase susut daya pada kondisi sebelum tegangan sumber dinaikkan yaitu dinyatakan seperti pada persamaan (7).

$$P_{S_1} = I_1^2 \times R \quad (7)$$

$$\%P_{S_1} = \frac{P_{S_1}}{P} \times 100 \quad (8)$$

Setelah didapat nilai susut daya sebelum tegangan dinaikkan maka dilanjutkan dengan mencari susut daya setelah tegangan dinaikkan (P_{S_2}) dan persentase P_{S_2} ($\%P_{S_2}$), sesuai dengan persamaan (9), (10), dan (11).

$$P_{S_2} = I_2^2 \times R \quad (9)$$

$$P_{S_2} = \left(\frac{P}{V_2 \times \cos\phi \times \sqrt{3}} \right)^2 \times R \quad (10)$$

$$\%P_{S_2} = \frac{P_{S_2}}{P} \times 100 \quad (11)$$

Setelah diketahui P_{S_1} dan P_{S_2} maka dapat ditentukan penurunan susut dengan cara P_{S_1} dikurangi P_{S_2} , seperti pada persamaan (12).

$$P_S = P_{S_1} - P_{S_2} \quad (12)$$

Jika penurunan susut sudah diketahui maka dapat dihitung berapa persen penurunan susut yang terjadi, mengikuti rumus pada persamaan (13).

$$\%P_S = \left(\frac{P_S}{P} \right) \times 100\% \quad (13)$$

Keterangan

- P_{S_1} : Susut daya sebelum tegangan dinaikkan (kW)
 P_{S_2} : Susut daya setelah tegangan dinaikkan (kW)
 P_S : Selisih P_{S_1} dan P_{S_2} (kW)
P : Daya (kW)
 $\%P_S$: Persentase penurunan susut daya (%)
 I_1 : Arus sebelum tegangan dinaikkan (A)
 I_2 : Arus sesudah tegangan dinaikkan (A)

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Data Hasil Perhitungan

Data pengukuran sudah diperlihatkan di tabel 1, dari data tersebut dilakukan perhitungan pengurangan susut seperti yang dijelaskan pada pengolahan data. Hasil keseluruhan dari perhitungan ditunjukkan pada tabel 3-7.

Tabel 3. Hasil Pengolahan Data Beban Puncak (23 Februari 2023)

Tanggal 23 Februari 2023													
Section	V (kV)	Isal1 (A)	I (A)	P (kW)	V2 (kV)	% DV	PS1 (kW)	%PS1	Isal2 (A)	PS2 (kW)	%PS2	PS (kW)	%PS
LBS Sesanif	20,54	174	460	5564,66	21,00	10,20	86,20	1,55	169,99	82,27	1,48	3,93	0,07
Recloser 613	20,37	139	285,66	4408,54	18,86	7,61	66,01	1,50	149,97	76,84	1,74	-10,83	-0,25
LBS Simpang Intraca	20,18	97	146,66	3047,77	17,42	5,61	46,16	1,51	112,21	61,77	2,03	-15,61	-0,51
LBS Juata Laut	19,78	49,66	49,66	1529,40	16,45	2,07	13,18	0,86	59,65	19,02	1,24	-5,84	-0,38
Total						25,48	211,54			239,89		-28,35	
Rata - rata						6,37		1,36			1,62		-0,27

Data tanggal 23 Februari 2023 merupakan beban paling tinggi diantara beban puncak hari lain yang dihitung. Rata – rata susut daya pada kondisi sebelum tegangan sumber dinaikan yaitu 1,36 % dan rata - rata susut daya yang terjadi pada saat setelah tegangan sumber dinaikan yaitu 1,62 %. Pada tabel diatas didapat bahwa susut daya pada kondisi setelah tegangan sumber untuk section Recloser 613, LBS Simpang Intraca, LBS Juata Laut mengalami kenaikan dari susut daya pada kondisi awal. Hal ini dikarenakan terjadinya jatuh tegangan sebesar 25,48 % pada feeder 4 TRK dengan rata – rata jatuh tegangan 6,37 %. Penurunan susut daya hanya terjadi pada section 1 (LBS Sesanif) yaitu sebesar 3,93 kWh.

Tabel 4. Hasil Pengolahan Data Beban Puncak 20 Februari 2023

Tanggal 20 Februari 2023													
Section	V (kV)	Isal1 (A)	I (A)	P (kW)	V2 (kV)	% DV	PS1 (kW)	%PS1	Isal2 (A)	PS2 (kW)	%PS2	PS (kW)	%PS
LBS Sesanif	20,50	171	459	5458,06	21,00	10,19	83,25	1,53	166,73	79,14	1,45	4,10	0,08
Recloser 613	19,83	143	288,09	4415,17	18,86	7,67	69,86	1,58	150,17	77,04	1,75	-7,18	-0,16
LBS Simpang Intraca	19,76	101,76	145,09	3130,78	17,41	5,55	50,80	1,62	115,33	65,25	2,08	-14,46	-0,46
LBS Juata Laut	19,4	43,33	43,33	1308,82	16,45	1,80	10,03	0,77	51,05	13,92	1,06	-3,89	-0,30
Total						25,21	213,94			235,37		-21,43	
Rata - rata						6,30		1,37			1,59		-0,21

Pada tanggal 20 Februari 2023 persentase rata – rata susut daya pada kondisi sebelum tegangan sumber dinaikan yaitu 1,37 % dan rata - rata susut daya yang terjadi pada saat setelah tegangan sumber dinaikan yaitu 1,59 %. Pada tabel diatas didapat bahwa susut daya pada kondisi setelah tegangan sumber untuk section Recloser 613, LBS Simpang Intraca, LBS Juata Laut mengalami kenaikan dari susut daya pada kondisi awal. Hal ini dikarenakan terjadinya jatuh tegangan sebesar 25,21 % pada feeder 4 TRK dengan rata – rata jatuh tegangan 6,3 %. Penurunan susut daya hanya terjadi pada section 1 (LBS Sesanif) yaitu sebesar 4,1 kWh.

Tabel 5. Hasil Pengolahan Data Beban Puncak 21 Februari 2023

Tanggal 21 Februari 2023													
Section	V (kV)	Isal1 (A)	I (A)	P (kW)	V2 (kV)	% DV	PS1 (kW)	%PS1	Isal2 (A)	PS2 (kW)	%PS2	PS (kW)	%PS
LBS Sesanif	20,68	152	398	4883,26	21,00	8,82	65,48	1,34	149,17	63,35	1,30	2,13	0,04
Recloser 613	20,01	127,33	245,99	3967,04	19,15	6,55	55,39	1,40	132,91	60,35	1,52	-4,96	-0,13
LBS Simpang Intraca	20,37	79,66	118,66	2526,50	17,89	4,54	31,13	1,23	90,58	40,25	1,59	-9,12	-0,36
LBS Juata Laut	20,15	39	39	1223,57	17,08	1,62	8,13	0,66	45,95	11,28	0,92	-3,16	-0,26
Total						21,54	160,13			175,24		-15,11	
Rata - rata						5,38		1,16			1,33		-0,18

Pada tanggal 21 Februari 2023 persentase rata – rata susut daya pada kondisi sebelum tegangan sumber dinaikan yaitu 1,16 % dan rata - rata susut daya yang terjadi pada saat setelah tegangan sumber dinaikan yaitu 1,33 %. Pada tabel diatas didapat bahwa susut daya pada kondisi setelah tegangan sumber untuk section Recloser 613, LBS Simpang Intraca, LBS Juata Laut mengalami kenaikan dari susut daya pada kondisi awal. Hal ini dikarenakan terjadinya jatuh tegangan sebesar 21,54 % pada feeder 4 TRK dengan rata – rata jatuh tegangan 5,38 %. Penurunan susut daya hanya terjadi pada section 1 (LBS Sesanif) yaitu sebesar 2,13 kWh.

Tabel 6. Hasil pengolahan data beban puncak 22 Februari 2023

Tanggal 22 Februari 2023													
Section	V (kV)	Isal1 (A)	I (A)	P (kW)	V2 (kV)	% DV	PS1 (kW)	%PS1	Isal2 (A)	PS2 (kW)	%PS2	PS (kW)	%PS
LBS Sesanif	20,44	163	423	5176,67	21,00	9,39	75,33	1,46	158,13	71,19	1,38	4,13	0,08
Recloser 613	19,83	128,66	260,32	3972,42	19,03	6,93	56,55	1,42	133,92	61,27	1,54	-4,72	-0,12
LBS Simpang Intraca	19,83	87	131,66	2686,15	17,71	5,03	37,13	1,38	97,30	46,44	1,73	-9,31	-0,35
LBS Juata Laut	19,54	44,66	44,66	1358,73	16,82	1,86	10,66	0,78	51,83	14,35	1,06	-3,69	-0,27
Total						23,21	179,67			193,26		-13,59	
Rata - rata						5,80		1,26			1,43		-0,16

Pada tanggal 22 Februari 2023 persentase rata – rata susut daya pada kondisi sebelum tegangan sumber dinaikan yaitu 1,26 % dan rata - rata susut daya yang terjadi pada saat setelah tegangan sumber dinaikan yaitu 1,43 %. Pada tabel diatas didapat bahwa susut daya pada kondisi setelah tegangan sumber untuk section Recloser 613, LBS Simpang Intraca, LBS Juata Laut mengalami kenaikan dari susut daya pada kondisi awal. Hal ini dikarenakan terjadinya jatuh tegangan sebesar 23,21 % pada feeder 4 TRK dengan rata – rata jatuh tegangan 5,8 %. Penurunan susut daya hanya terjadi pada section 1 (LBS Sesanif) yaitu sebesar 4,13 kWh.

Tabel 7. Hasil Pengolahan Data Beban Puncak 24 Februari 2023

Tanggal 24 Februari 2023													
Section	V (kV)	Isal1 (A)	I (A)	P (kW)	V2 (kV)	% DV	PS1 (kW)	%PS1	Isal2 (A)	PS2 (kW)	%PS2	PS (kW)	%PS
LBS Sesanif	20,64	159	406	5098,77	21,00	9,02	71,67	1,41	155,76	69,07	1,35	2,60	0,05
Recloser 613	20,09	125,33	247,66	3920,34	19,11	6,59	53,66	1,37	131,62	59,19	1,51	-5,53	-0,14
LBS Simpang Intraca	19,98	81,33	122,33	2530,08	17,85	4,68	32,45	1,28	90,94	40,57	1,60	-8,13	-0,32
LBS Juata Laut	19,78	41	41	1262,70	17,01	1,71	4,79	0,38	47,62	12,12	0,96	-7,33	-0,58
Total						22,00	162,57			180,95		-18,38	
Rata - rata						5,50		1,11			1,36		-0,25

Pada tanggal 24 Februari 2023 persentase rata – rata susut daya pada kondisi sebelum tegangan sumber dinaikan yaitu 1,11 % dan rata - rata susut daya yang terjadi pada saat

setelah tegangan sumber dinaikan yaitu 1,36 %. Pada tabel diatas didapat bahwa susut daya pada kondisi setelah tegangan sumber untuk section Recloser 613, LBS Simpang Intraca, LBS Juata Laut mengalami kenaikan dari susut daya pada kondisi awal. Hal ini dikarenakan terjadinya jatuh tegangan sebesar 22 % pada feeder 4 TRK dengan rata – rata jatuh tegangan 5,5 %. Penurunan susut daya hanya terjadi pada section 1 (LBS Sesanif) yaitu sebesar 2,6 kWh.

Penelitian yang sama yang telah dilakukan oleh Muhamad Soleh (**Soleh, 2019**) dimana hasil dari penelitian yang dilakukan oleh penulis dan penelitian yang dilakukan oleh Muhamad Soleh selaras dengan pendapat yang dituliskan oleh Kamalia (**Kamalia, 2018**), yang mana dengan memperbesar tegangan kirim akan memberikan dampak kepada ujung tegangan penerima menjadi lebih besar sehingga regulasi tegangan menjadi lebih baik. Selain itu pada penelitian yang dilakukan oleh Reky Satrio Hardianto (2020) menunjukkan keberhasilan pada penelitian minimalisasi susut daya dengan metode penaikan tegangan sumber dari 20 kV menjadi 21 kV terjadi penurunan susut daya sebesar 55%. (**Hardianto, 2020**).

Namun pada penelitian ini dengan metode menaikan tegangan sumber belum cukup efektif sehingga belum dapat menekan kerugian akibat susut daya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data dan analisa yang dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa poin antara lain sebagai berikut :

1. Pada *feeder* 4 UP3 Tarakan susut daya yang terjadi sebelum tegangan dinaikan berkisar pada 0,38 % - 1,55 %, dengan susut daya terbesar terjadi pada *section* 1 (LBS Sesanif), hal ini dikarenakan daya beban pada *section* 1 merupakan penjumlahan dari *section* lainnya, akibat daya beban yang besar tentunya arus menjadi besar juga hal ini seiring dengan rumus daya yaitu $P = I^2 \times R$, sehingga arus $I = \sqrt{\frac{P}{R}}$. Besar arus tersebutlah yang mengakibatkan susut daya di *section* 1 lebih besar dari *section* lainnya.
2. Dengan metode penaikan tegangan pada sumber didapatlah susut daya yang berkisar pada 0,92 % - 1,74 %. Hal ini membuktikan bahwa metode penaikan tegangan ini belum cukup efektif untuk menekan kerugian yang akan disebabkan oleh susut daya.
3. Pada beban puncak harian tanggal 23 Februari 2023, susut daya pada kondisi awal sebelum tegangan sumber dinaikan yaitu sebesar 211,54 kWh dengan rata – rata susut daya yang terjadi pada setiap *section* yaitu sebesar 1,36% dan susut daya yang tertinggi pada *section* 1 (LBS Sesanif) yaitu sebesar 1,55 %. Setelah tegangan sumber dinaikan menjadi 21 kV, susut daya yang terjadi yaitu 239,89 kWh. Dalam hal ini terjadi peningkatan susut pada kondisi setelah tegangan sumber dinaikan untuk *section* Recloser 613, LBS Simpang Intraca, LBS Juata Laut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada penelitian ini penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam menyelesaikan penelitian ini baik kepada PT.PLN Tarakan yang telah membantu dalam hal waktu dan ilmu, juga terimakasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan dukungan moril kepada penulis. Semoga jurnal ini bisa bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

DAFTAR RUJUKAN

- Ariyanti, R. F. (2016). Identifikasi Penyebab Susut Energi Listrik Pt Pln (Persero) Area Semarang Menggunakan Metode Failure Mode & Effect Analysis (FMEA). *Undip E-Journal System*.
- Hardianto, R. S. (2020). *Analisa Susut Energi Dan Alternatif Perbaikan Pada Penyulang Kiara Super Mall 1 (Ksm1) Di Gardu Induk Sf6 Kiaracondong*. Jakarta: Institut Teknologi PLN.
- Hontong, N. J., Tuegeh, M., & Patras, L. S. (2016). Analisa Rugi –Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di PT. PLN Palu. *eJournal Unsrat*, 64-71.
- Kamalia, D. F. (2018). *Analisis Susut Energi (Losses) Jaringan Tegangan Menengah (20 Kv) Di Pt Pln (Persero) Rayon Klakah Area Jember*. Makasar: Universitas Muhammadiyah Makasar.
- Nelwan, M. N., Tuegeh, M., & Lisi, F. (2015). Penyusutan Energi Listrik Pada Penyulang SU2 Jaringan Distribusi Minahasa Utara . *eJournal Unsrat*, 67 - 76.
- PT. Multi Kencana Niagatama. (2022, Juli 20). *AAAC-S Specification*. Diambil kembali dari Multi Kabel: <https://multi-kabel.com/product-mkn/aaac-s/>
- Soleh, M. (2019). Analisis Losses Jaringan Dan Alternatif Perbaikan Pada Penyulang Jatiwangi Rayon Majalengka. *Mestro*.
- Sugianto, & Utara, P. (2019). Studi Susut Energi Pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik Melalui Analisis Pengukuran Dan Perhitungan. *Sinusoida*, 39 - 56.
- Syamsudin, Z., Erlina, & Suyanto, H. (2015). Analisis Susut Energi Pada Tegangan Rendah Di Wilayah PT.Pln (Persero) Area Bulungan. *Sutet*, 51 - 61.
- Yuntyansyah, P. A., Wibawa, U., & Utomo, T. (2015). Studi Perkiraan Susut Teknis Dan Alternatif Perbaikan Pada Penyulang Kayoman Gardu Induk Sukorejo. *Jurnal Mahasiswa TEUB*.