

Analysis Energy Losses in the Distribution Network System at PT. PLN (Persero) ULP Indramayu (Case Study of Loh Beneficial Feeders)

Analisis Susut Energi Pada Sistem Jaringan Distribusi Di PT. PLN (Persero) ULP Indramayu (Studi Kasus Penyulang Lohbener)

*Muhamad Soleh¹, Taryo², Aditya Kurniawan

¹)Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon, Jawa Barat, INDONESIA.

²) Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Swdaya Gunung Jati Cirebon, Jawa Barat, INDONESIA.

³) Tim PDKB PT. PLN (Persero) ULP Indramayu

INFORMASI ARTIKEL

NASKAH DITERIMA : 16 Maret 2023

DIREVISI : 14 April 2023

DISETUJUI : 15 Juni 2023

*KORESPONDENSI PENULIS :

m.soleh77@yahoo.co.id

Abstract

At PT PLN (Persero) Indramayu Customer Service Unit, it was recorded that electrical energy supplied from the substation at PT PLN (Persero) Indramayu Area in 2019 was 347,133,287.9 kWh, while the energy sold was 312,676,929 kWh and the amount of energy losses of 34,456,358.9 kWh.[5] The difference in the amount is due to energy losses or losses. Energy losses are the amount of energy lost in the energy flow process from the substation or distribution substation to the consumer. This is caused by two factors, namely technical and non-technical factors. Technical factors caused by distribution network problems. The study carried out was a study of energy loss on feeders, namely the Lohbene feeder, this name is an aid to the name of the feeder from ULP Indramayu. The object specification data for this study were obtained based on data from ULP Indramayu and the Indramayu Service Unit. After conducting the research, it can be concluded that the technical losses in the Lohben feeder are 1120.94 kW, while the non-technical losses are 189.96 kW. The annual losses in the Lohben feeder are 8,315,678.42 kWh. reduced to 482.69kW, which was previously 875.486kW. After technical improvements, losses decreased to 406.430 kW per month.

Keywords: Losses, Distribution Networks, Feeders

Abstrak

Pada PT PLN (Persero) Unit Pelayanan Pelanggan Indramayu tercatat energi listrik yang disalurkan dari Gardu Induk di PT PLN (Persero) Area Indramayu pada tahun 2019 sebesar 347.133.287,9 kWh, sedangkan energi yang terjual sebesar 312.676.929 kWh dan jumlah susut energi sebesar 34.456.358,9 kWh.[5] Perbedaan jumlah tersebut dikarenakan adanya energi yang susut atau losses. Energi susut/ losses adalah sejumlah energi yang hilang dalam proses pengaliran energi mulai Gardu Induk atau Gardu distribusi sampai dengan konsumen. Hal tersebut diakibatkan oleh dua faktor yaitu faktor teknik dan non teknik. Faktor teknik disebabkan oleh masalah jaringan distribusi. Studi yang dilakukan adalah studi susut energi pada sebuah penyulang, yaitu penyulang Lohbener, nama ini merupakan identifikasi nama penyulang dari ULP Indramayu. Data spesifikasi objek studi ini didapatkan berdasarkan data-data dari ULP Indramayu dan Unit Pelayanan Indramayu. Setelah penelitian di lakukan maka dapat di simpulkan bahwa besar susut teknis pada penyulang Lohbener adalah 1120,94 kW, sedangkan besar susut non teknisnya adalah 189,96 kW, Susut tahunan pada Penyulang Lohbener adalah 8.315.678,42 kWh, Perbaikan Losses pada jaringan SUTM Susut konduktor berkurang menjadi 482,69kW yang sebelumnya adalah sebesar 875,486kW, Setelah di lakukan perbaikan susut pada teknis berkurang menjadi 406,430 kW per bulan.

Kata kunci: Losses, Jaringan Distribusi, Penyulang

I. PENDAHULUAN

Dalam penyaluran tenaga listrik terdapat suatu faktor rugi daya atau losses tenaga listrik yang berdampak pada tidak andalnya kualitas daya yang dihantarkan ke pelanggan dan mengurangi penjualan daya oleh PLN. Susut energi disebabkan oleh beberapa faktor seperti jarak saluran listrik yang terlalu jauh,

ketidakseimbangan beban, sambungan (*connector*) konduktor yang panas dll.[3]

Energi listrik yang disalurkan oleh PT. PLN (Persero) tidak seluruhnya dapat disalurkan kepada konsumen, karena akan hilang dalam bentuk susut energi. Untuk menentukan susut KWh suatu sistem tenaga listrik pada dasarnya memerlukan

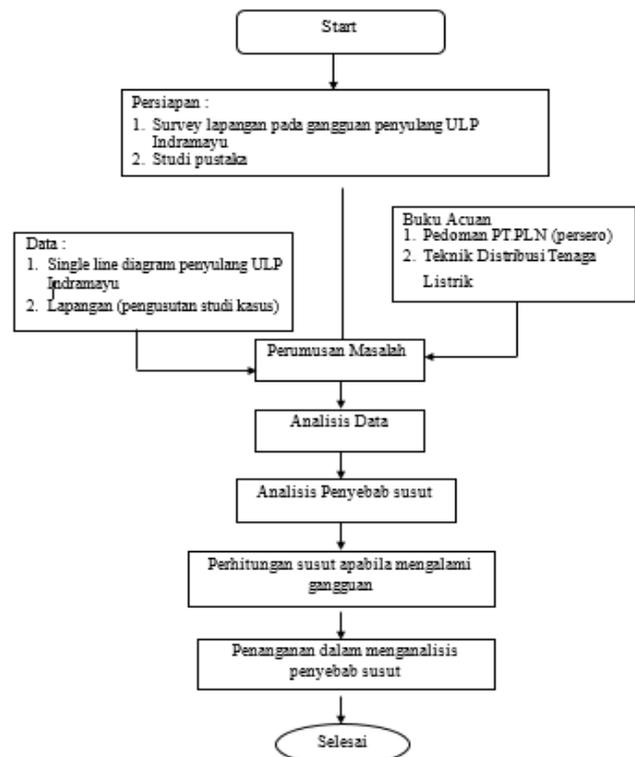
data dan pengukuran lapangan yang banyak, yang pada kenyataannya sulit diperoleh dan dilaksanakan. Perhitungan rugi-rugi energi (susut kWh) dengan menggunakan karakteristik beban yaitu faktor beban dan faktor rugi-rugi menjadi salah satu metode yang dianjurkan dalam penetapan dan realisasi susut jaringan tenaga listrik pada PT. PLN (Persero).[4]

Pada PT PLN (Persero) Unit Pelayanan Pelanggan Indramayu tercatat energi listrik yang disalurkan dari Gardu Induk di PT PLN (Persero) Area Indramayu pada tahun 2019 sebesar 347.133.287,9 kWh, sedangkan energi yang terjual sebesar 312.676.929 kWh dan jumlah susut energi sebesar 34.456.358,9 kWh.[5] Perbedaan jumlah tersebut dikarenakan adanya energi yang susut atau losses. Energi susut/ losses adalah sejumlah energi yang hilang dalam proses pengaliran energi mulai Gardu Induk atau Gardu distribusi sampai dengan konsumen. Hal tersebut diakibatkan oleh dua faktor yaitu faktor teknik dan non teknik. Faktor teknik disebabkan oleh masalah jaringan distribusi. Selain faktor teknik juga ada faktor non teknik yang meliputi pelanggaran yang dilakukan oleh pelanggan, ketidakserempakan dalam pencatatan atau dalam perhitungan kWh, dan penerangan jalan umum (PJU) illegal.[10]. Selain hilangnya energi listrik, kerusakan jaringan distribusi juga dapat menyebabkan pemadaman listrik. Jika terjadi pemadaman listrik, maka potensi pendapatan listrik akan berkurang karena konsumsi listrik oleh pelanggan tidak ada. Selain kerusakan jaringan, faktor yang diduga memberikan kontribusi dalam peningkatan losses adalah adanya pelanggaran yang dilakukan oleh pelanggan.

Untuk itu penulis melakukan study komparasi kinerja susut teknis dan non teknis pada usaha bisnis PT PLN (Persero) Unit Pelayanan Pelanggan (ULP) Indramayu, serta bagaimana cara menagani dan menekan agar susut (*losses*) pada ULP Indramayu berkurang dan terus berkurang.

II. METODE PENELITIAN

Dalam merancang penelitian metode yang digunakan penulis gunakan adalah metode survey ke lapangan baik dengan pencatatan, pengamatan dan wawancara dengan pejabat PT. PLN (Persero) ULP Indramayu dengan tujuan agar data yang didapat lebih akurat dan nyata pada saat itu.



Gambar 1, Flowchart alur Penelitian

Tahapan langkah awal yang dilakukan adalah menentukan lokasi atau tempat yang akan penulis survey seperti alamat lengkap tujuan survey, kondisi lapangan lokasi survey, catatan untuk kelengkapan data survey, izin legalitas untuk survey, serta waktu yang dibutuhkan. Adapun waktu pengambilan data survey tidak cukup dengan sekali datang ke lokasi, tetapi memerlukan beberapa kali kunjungan survey ke PT. PLN (Persero) ULP Indramayu untuk kelengkapan data survey itu sendiri yang terkait dengan analisis susut energi yang terjadi di PT. PLN (Persero) ULP Indramayu. Adapun langkah kedua adalah setelah semua data hasil survey didapatkan saatnya untuk menghitung data susut energi yang terjadi di PT. PLN (Persero) ULP Indramayu. Langkah terakhir adalah setelah menghitung data susut energi di PT. PLN (Persero) ULP Indramayu selanjutnya dilakukan analisa untuk alternatif perbaikan susut energi tersebut.

III. PEMBAHASAN

3.1 Data Penelitian

Studi yang dilakukan adalah studi susut energi pada sebuah penyulang, yaitu penyulang Lohbener, nama ini merupakan identifikasi nama penyulang dari ULP Indramayu. Data spesifikasi objek studi ini didapatkan berdasarkan data-data dari ULP Indramayu dan Unit Pelayanan Indramayu.

3.1.1 Data Beban Penyulang

Penyulang Lohbener (LBNR) memiliki panjang penyulang sejauh 86,75 KM, 152 buah trafo distribusi yang di gambarkan kotak pada diagram dan dibedakan berdasarkan kapasitas berdasarkan warna, lima buah LBS (Load Break Switich), dua puluh tujuh rel buah tegangan rendah dan menggunakan konfigurasi jaringan loop pada sistem jaringannya.

Tabel 1, Data jumlah pelanggan dan gardu per penyulang

PENY	GARDU	PASCA		PRABAYAR		TOTAL	
		PELANG	KWH	PELANG	KWH	JML PELANG	KWH
LNGT	64	15,597	2,271,643	3,097	204,996	18,694	2,476,639
ERTN	74	15,941	2,709,999	3,392	238,066	19,333	2,948,065
LBNR	152	18,700	3,112,536	7,651	720,927	26,351	3,833,463
JML	236	48,238	7,094,178	10,140	663,989	58,378	7,758,167

Tabel 2, data Panjang Penyulang dan pembebanan

No	Nama Penyulang	Panjang Penyulang (KM)	Beban Trafo	
			Siang	Malam
1.	ERETAN	51,56	153	200
2.	LBNG	10,98	32	32
3.	KRSG	44,10	178	230
4.	PMDA	19,70	148	168
5.	BLGN	21,38	81	164
6.	LBNR	86,75	156	229
7.	LGNT	55,09	100	160

3.1.2 Data Konduktor

Pada penyulang Lohbener memiliki panjang keseluruhan 86,75 kilo meter, dan terdapat 3 jenis kabel yang digunakan dengan panjang yang berbeda – beda yaitu jenis A3CS 3x150mm sepanjang 51,23 km, jenis kabel A3C 3x150mm sepanjang 24,53 km, jenis kabel A3C 3x70mm sepanjang 7,07 km serta A3C 3x35mm sepanjang 4,02. Hal tersebut ditunjukkan pada tabel 3, sebagai berikut :

Tabel 3. Data Konduktor

NO	GI	TRF	PENYULANG	JENIS PENYULANG	A3CS	A3C	A3C	A3C
					3X150	3X150	3X70	3X35
1	Indramayu	3	LBNR	SUTM	51,22795	24,52167	7,0645	4,01786

3.1.3 Data Losses

Pada PT PLN (Persero) Unit Pelayanan Pelanggan Indramayu tercatat energi listrik yang disalurkan dari Gardu Induk di PT PLN (Persero) Area Indramayu pada tahun 2022 sebesar 347.133.287,9 kWh, sedangkan energi yang terjual sebesar 312.676.929 kWh dan jumlah susut energi sebesar 34.456.358,9 kWh sedangkan untuk rata – rata susut energi per bulan adalah 2.871.363,24 kWh. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4, adanya selisih yang cukup besar antara energi listrik yang dikirimkan dari gardu induk dengan energi listrik yang didapatkan dari konsumsi pelanggan.

Tabel 4. Data Losss

NO	NAMA PENYULANG	BELI	JUAL	kWh Susut	%SUSUT	KETERANGAN
1	ERETAN	3.578.345,51	3.243.472,10	334.873,41	9%	
2	LBNG	4.652.578,82	4.276.231,50	376.347,32	8%	
3	KRSG	4.678.391,30	4.313.406,21	364.985,09	8%	
4	PMDA	4.721.432,01	4.308.668,39	412.763,42	9%	
5	BLGN	3.965.482,45	3.613.885,68	351.596,77	9%	
6	LBNR	4.945.763,20	4.252.787,69	692.975,51	14%	
7	LGNT	3.786.421,07	3.448.599,35	337.821,72	9%	
TOTAL SUSUT						2.871.363,24

Pendistribusian listrik di Penyulang Lohbener ULP Indramayu sering mengalami masalah susut (*losses*) energi listrik, *losses* disini diartikan sebagai adanya energi yang hilang baik secara teknis maupun non teknis.

3.2 Perhitungan Susut Energi

3.2.1 Susut Total Saluran

Setelah data didapatkan, perhitungan susut total dihitung dari selisih kWh jual dan beli. Susut total pada penyulang Lohbener sebesar 692.975,51 kWh dengan nilai arus rata – rata sebesar 192,5 A dan arus puncak sebesar 229 A yang didapatkan pada pengukuran langsung di lapangan. Sedangkan untuk faktor pembebanan (L_f) penyulang Lohbener bisa didapatkan dengan persamaan (2.11) :

$$\begin{aligned} \text{Faktor Pembebanan } (L_f) &= \frac{I \text{ rata-rata}}{I \text{ Puncak}} \\ &= \frac{192,5}{229} \\ &= \mathbf{0,841} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan besar faktor *losses* (F_{LS}) dengan mengacu pada faktor pembebanan penyulang mengacu pada persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Faktor Losses } (F_{LS}) &= \mathbf{0,2L_f + 0,8 L_f^2} \\ &= \mathbf{0,2 (0,841) + 0,8 (0,841)^2} \\ &= \mathbf{0,1682 + 0,566} \\ &= \mathbf{0,7342} \end{aligned}$$

Sehingga, susut daya pada penyulang Lohbener dapat dihitung dengan persamaan (2-8):

$$\begin{aligned} P_{\text{susut}} &= \frac{P \text{ kwh}}{F_{LS} \cdot 720} \\ &= \frac{692.975,51}{0,841 \times 720} \\ &= \frac{692.975,51}{605,52} \\ &= \mathbf{1144,43 \text{ kW}} \end{aligned}$$

3.2.2 Susut Konduktor

Susut konduktor adalah susut yang terjadi akibat adanya hambatan dalam pada konduktor penyulang. Konduktor yang digunakan pada penyulang Lohbener adalah tipe konduktor tanpa isolasi (kabel udara) dengan tipe kabel A3CS 3X150 sepanjang 51,23 KM, A3C 3X150 sepanjang 24,53 KM, A3C 3X70 sepanjang 7,07 KM serta A3C 3X35 sepanjang 4,02 KM.

a. Kabel A3C 3x150mm²

Resistansi tipe kabel A3CS 3x150mm pada penyulang Lohbener ($l = 24,53 \text{ km}$) ini adalah sebagai berikut:

$$P = 0,183 \underline{\Omega} / \text{km}$$

Maka besar R keseluruhan adalah:

$$\begin{aligned} R_{\text{sal}} \text{A3CS } 3 \times 150 \text{mm}^2 &= 0,183 \times 24,53 \\ &= 4,48899 \underline{\Omega} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai susut konduktor sebesar:

$$\begin{aligned} P_{\text{kond}} &= I^2 \times R_{\text{sal}} \text{A3CS } 3 \times 150 \text{mm}^2 \\ &= 192,5^2 \times 4,48899 \\ &= 166.345,136 \text{ W} \\ &= 166,345 \text{ kW} \end{aligned}$$

b. Kabel A3CS 3x150mm²

Resistansi tipe kabel A3CS 3x150mm pada penyulang Lohbener ($l = 51,23$ km) ini adalah sebagai berikut:

$$P = 0,225 \underline{\Omega} / \text{km}$$

Maka besar R keseluruhan adalah:

$$\begin{aligned} R_{\text{sal}} \text{A3CS } 3 \times 150 \text{mm}^2 &= 0,225 \times 51,23 \\ &= 11,5268 \underline{\Omega} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai susut konduktor sebesar:

$$\begin{aligned} P_{\text{kond}} &= I^2 \times R_{\text{sal}} \text{A3CS } 3 \times 150 \text{mm}^2 \\ &= 192,5^2 \times 11,5268 \\ &= 427.138,13 \text{ W} \\ &= 427,138 \text{ kW} \end{aligned}$$

c. Kabel A3CS 3x70mm²

Resistansi tipe kabel A3CS 3x70mm pada penyulang Lohbener ($l = 7,07$ km) ini adalah sebagai berikut:

$$P = 0,438 \underline{\Omega} / \text{km}$$

Maka besar R keseluruhan adalah:

$$\begin{aligned} R_{\text{sal}} \text{A3CS } 3 \times 70 \text{mm}^2 &= 0,438 \times 7,07 \\ &= 3,0967 \underline{\Omega} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai susut konduktor berdasarkan persamaan (2.1) sebesar:

$$\begin{aligned} P_{\text{kond}} &= I^2 \times R_{\text{sal}} \text{A3CS } 3 \times 70 \text{mm}^2 \\ &= 192,5^2 \times 3,0967 \\ &= 114.750,61 \text{ W} \\ &= 114,75 \text{ kW} \end{aligned}$$

d. Kabel A3CS 3x35mm²

Resistansi tipe kabel A3CS 3x35mm pada penyulang Lohbener ($l = 4,02$ km) ini adalah sebagai berikut:

$$P = 0,958 \underline{\Omega} / \text{km}$$

Merujuk ke persamaan (2.7), Maka besar R keseluruhan adalah:

$$\begin{aligned} R_{\text{sal}} \text{A3CS } 3 \times 35 \text{mm}^2 &= 0,524 \times 0,958 \\ &= 3,851 \underline{\Omega} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai susut konduktor berdasarkan persamaan (2.1) sebesar:

$$\begin{aligned} P_{\text{kond}} &= I^2 \times R_{\text{sal}} \text{A3CS } 3 \times 35 \text{mm}^2 \\ &= 192,5^2 \times 3,851 \\ &= 142.709,55 \text{ W} \\ &= 142,709 \text{ kW} \end{aligned}$$

Tabel 5, Hasil Perhitungan Susut Konduktor

No	Ukuran Kabel	Nilai Tahanan (Ω)	Panjang saluran (KM)	I (A)	R Saluran ($\rho \times l$) (Ω)	Susut Konduktor ($I^2 \times R_{\text{sal}}$) (W)
1	A3C 3x150mm ²	0,21	24,53	192,5	5,1513	190887,8606
2	A3CS 3x150mm ²	0,225	51,23	192,5	11,52675	427138,1297
3	A3CS 3x70mm ²	0,438	7,07	192,5	3,09666	114750,6071
4	A3CS 3x35mm ²	0,958	4,02	192,5	3,85116	142709,5478
TOTAL SUSUT KONDUKTOR						875486,1452

Jadi total losses yang terjadi pada konduktor adalah **875,486 kW**.

3.2.3 Susut Transformator

Perhitungan susut transformator didapat dari penjumlahan susut masing-masing transformator distribusi. Susut transformator yang dimaksud disini adalah susut inti besi (P_{Fe}) dan susut tembaga (P_{Cu}). Susut inti besi dianggap konstan karena susut inti besi tidak dipengaruhi pembebanan transformator, sedangkan susut tembaga transformator besarnya tergantung pada arus beban pada transformator. Susut inti besi didapatkan dari *nameplate* transformator.

Untuk mempersingkat perhitungan pada laporan ini penulis menggunakan perangkat lunak tambahan menggunakan Microsoft Excel, tetapi penulis tetap menghitung losses pada trafo dalam perhitungan ini dilakukan di gardu LBNR, yaitu :

Arus nominal transformator :

$$\begin{aligned} I_n &= \frac{K \text{ trans}}{V} \\ I_n &= \frac{250.000}{20.000} \\ I_n &= 12,5 \text{ A} \end{aligned}$$

Tahanan tembaga

$$\begin{aligned} R_{\text{cu}} &= \frac{\rho_{\text{cu}}}{l m^2} \\ R_{\text{cu}} &= \frac{0,0175}{12,5^2} \\ R_{\text{cu}} &= \frac{0,0175}{156,25} = 0,000112 \underline{\Omega} \end{aligned}$$

Susut tembaga

$$\begin{aligned} P_{\text{cu}} &= I^2 R_{\text{cu}} \\ P_{\text{cu}} &= 192,5^2 \times 0,000112 \\ P_{\text{cu}} &= 4,15 \text{ W} \end{aligned}$$

Susut total transformator

$$\begin{aligned} P_{\text{trans}} &= P_{\text{fe}} + P_{\text{cu}} \\ P_{\text{trans}} &= 2750 + 4,15 \\ P_{\text{trans}} &= 2754,15 \text{ W} \end{aligned}$$

3.2.4 Total Susut Teknis

Total susut teknis adalah besarnya energi yang hilang dalam penyaluran daya listrik pada penyulang. Pada penelitian ini,

susut teknis dibatasi hanya pada susut konduktor penyulang dan susut transformator daya pada penyulang.

Besarnya susut total teknis adalah:

$$\begin{aligned} P_{\text{teknis}} &= P_{\text{konduktor}} + P_{\text{transformator}} \\ &= 875,486 + 231,82 \\ &= 1107,306 \text{ kW} \end{aligned}$$

3.2.5 Susut Non Teknis

Susut non teknis adalah susut yang diakibatkan oleh hal-hal non teknis seperti kesalahan pembacaan meter, pencurian listrik, gangguan dan lain-lain. Besarnya susut non teknis bisa dihitung dari selisih susut total saluran dengan susut teknis.

$$\begin{aligned} \text{Susut non teknis (kW)} &= \text{Susut total} - \text{Susut teknis} \\ &= 1144,43 \text{ kW} - 1107,306 \text{ kW} \\ &= 37,124 \text{ kW} \end{aligned}$$

3.2.6 Susut Energi Tahunan

Susut tahunan adalah besarnya Losses dalam jangka waktu satu tahun. Pada PLN ULP Indramayu, diadakan evaluasi susut energi pada beberapa periode waktu dalam setahun, yaitu perbulan, triwulan, dan pertahun. Evaluasi ini diperlukan untuk menekan susut energi pada penyulang.

Besar susut tahunan pada penyulang adalah:

$$\begin{aligned} P_{\text{kWh}} (\text{tahunan}) &= P_{\text{susut total}} \times F_{\text{LS}} \times 8640 \\ &= 1144,43 \times 0,7342 \times 8640 \\ &= 7.259.677,97 \text{ kWh} \end{aligned}$$

3.3 Alternatif Perbaikan Losses

Berdasarkan perhitungan terlihat bahwa nilai susut energi terbesar adalah pada penghantar dan transformator (susut teknis) sebesar 63,62 % dari nilai susut totalnya. Untuk itu, dalam permasalahan ini penulis lebih memberikan solusi dengan memprioritaskan solusi penurunan susut energi pada penghantar dan transformator.

3.3.1 Perbaikan Susut Pada Jaringan SUTM

Perbaikan susut pada jaringan SUTM adalah perbaikan yang dilakukan hanya pada sisi penyulang yang dilakukan dengan cara menaikkan tegangan penyulang dan penggantian konduktor penyulang. Berikut adalah skenario-skenario perbaikan pada jaringan SUTM:

1. Mengganti Konduktor dengan diameter yang lebih besar

Dapat terlihat bahwa nilai susut daya penghantar berbanding lurus dengan nilai resistansi penghantar. Semakin kecil resistansi pada penghantar, maka akan semakin kecil pula nilai susut daya pada penghantar. Dalam hal ini penulis mengambil solusi dengan mengganti ukuran kabel yang lebih besar. Sehingga nilai totalnya dengan panjang penyulang 86,75 km adalah sebesar:

Tabel 6, Tabel hasil perhitungan susut pada Konduktor setelah pergantian diameter kabel

No	Ukuran Kabel	Nilai Tahanan	Panjang saluran	I	R Saluran ($\rho \times l$)	Susut Konduktor ($I^2 \times R_{\text{sal}}$)
1	A3C 3x240mm ²	0,139	24,53	192,5	3,40967	126349,5839
2	A3CS 3x240mm ²	0,139	51,23	192,5	7,12097	263876,4446
3	A3CS 3x150mm ²	0,225	7,07	192,5	1,59075	58947,22969
4	A3CS 3x150mm ²	0,225	4,02	192,5	0,9045	33517,37813
TOTAL SUSUT KONDUKTOR						482690,6363

Jadi total losses yang terjadi pada konduktor adalah 482,69kW sehingga ada perbedaan losses sebesar 392,795 kW.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan:

1. Besar susut teknis pada penyulang Lohbener adalah **1120,94 kW**, sedangkan besar susut non teknisnya adalah **189,96 kW**
2. Susut tahunan pada Penyulang Lohbener adalah **8.315.678,42 kWh**
3. Perbaikan Losses pada jaringan SUTM Susut konduktor berkurang menjadi 482,69kW yang sebelumnya adalah sebesar 875,486kW.
4. Setelah di lakukan perbaikan susut pada teknis berkurang menjadi 406,430 kW per bulan.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. G. Gambut, R. S. Hartati, and A. I. Weking, "Analisis Energi Listrik Terselamatkan Pada Penyulang Bangli Pt. Pln (Persero) Area Bali Timur Dengan Beroperasinya Plts Kayubih," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 15, no. 1, p. 69, 2016.
- [2] R. F. Ariyanti, "Identifikasi Penyebab Susut Energi Listrik Pt Pln (Persero) Area Semarang Menggunakan Metode Failure Mode & Effect Analysis (Fmea)," 2017.
- [3] H. A. Surasa, "Analisis Penyebab Losses Energi Listrik Akibat Gangguan Jaringan Distribusi Menggunakan Metode Fault Tree Analysis Dan Failure Mode and Effect Analysis Di PT . PLN (Persero) Unit," pp. 1–72, 2007.
- [4] R. Akbar, J. T. Elektro, F. Teknik, and U. Syiah, "ANALISA JATUH TEGANGAN JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER 20kV PADA PENYULANG INDRAPURI (Studi Kasus Pada PT . PLN (Persero) Rayon Lambaro)," no. September, 2016.
- [5] G. Albaroka and G. Widodo, "Analisis Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Penyulang Barata Jaya Area Surabaya Selatan Menggunakan Software Etap 12 . 6 Guton Albaroka Gatot Widodo," vol. 06, no. 02, 1987.
- [6] J. A. Aryansyah, "Jova Alghani Aryansyah, 2014 ANALISIS RUGI ENERGI LISTRIK PADA SISTEM DISTRIBUSI PT PLN (Persero) AREA CIMAHY RAYON PADALARANG Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu," 2014.
- [7] Waluyo, Soenarjo, and A. A. Akbar, "Perhitungan Susut Daya pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah Saluran Udara dan Kabel," *J. Sains dan Teknol. EMAS*, vol. 17, no. 3, pp. 169–182, 2007.
- [8] Asosiasi Profesionalis Elektrikal Indonesia (APEI) Daerah Jawa Barat (2003), *Materi Kursus Pengembangan Ahli Madya dan Utama*.
- [9] Gonen, T. (1986), *Electric Power Distribution System Engineering*, Mc Graw-Hill.
- [10] Standard PLN 50 (1997), *Spesifikasi Transformator Distribusi*.
- [11] Unindo (---), *Three Phase TransformerData*.
- [12] Sutrado Kabel Catalog (<https://sutrakabel.com/wp-content/uploads/2016/05/FA-CATALOG-SUTRADO-KABEL-160129.pdf>)