

ANALISIS SUSUT DAYA (*LOSSES*) PADA PENYULANG RAYAP PT PLN (PERSERO) UID LAMPUNG BERBASIS APLIKASI ETAP 19.0.1

Noer Soedjarwanto^{1*}, Kenya Excellentia Kines², Saka Arif Aulia³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung; Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No 1, Lampung

Riwayat artikel:

Received: 29 Januari 2024

Accepted: 30 Maret 2024

Published: 2 April 2024

Keywords:

Analisis; susut daya; ETAP.

Correspondent Email:

noersoedjarwanto@gmail.com

Abstrak. Dalam penyaluran tenaga listrik terdapat suatu faktor rugi daya atau susut (*losses*) dimana hilangnya energi yang berdampak pada tidak andalnya kualitas daya yang dihantarkan ke pelanggan. Menurut SPLN No. 72 Tahun 1987 besarnya rugi daya yang diperbolehkan untuk menentukan keandalan pada sistem distribusi yaitu 10% untuk rugi tegangan dan 5% untuk rugi daya. Pada penelitian ini menggunakan metode studi literatur, observasi lapangan, wawancara, proses pengumpulan data dan pensimulasian, yang bertujuan untuk menganalisis bertujuan untuk menganalisis susut daya pada penyulang Rayap. Dari hasil analisis didapati bahwa pada simulasi menggunakan ETAP 19.0.1, didapatkan total losses pada saluran sebesar 0,6 kW dan total losses pada trafo sebesar 6,4 kW sehingga total losses pada simulasi sebesar 7 kW. maka susut yang didapat adalah 1,82% dari total daya yang dikirim gardu induk yaitu sebesar 415,5 kW. Pada perhitungan secara manual menggunakan rumus daya didapatkan hasil total losses pada saluran sebesar 0,6175 kW dan total losses pada perangkat sebesar 15,9 kW sehingga total losses pada perhitungan sebesar 16,5175 kW maka susut yang didapat adalah 3,97% dari total daya yang dikirim gardu induk yaitu sebesar 415,5 kW.

Abstract. In the distribution of electricity there is a factor of power loss or losse where the loss of energy that has an impact on the unreliability of the quality of power delivered to customers. According to SPLN No. 72 of 1987 the amount of power loss allowed to determine the reliability of the distribution system is 10% for voltage loss and 5% for power loss. In this research using the method of literature study, field observation, interviews, data collection process and simulation, which aims to analyze aims to analyze the power losses on the Rayap extension. From the results of the analysis, it is found that in the simulation using ETAP 19.0.1, the total losses on the line are 0.6 kW and the total losses on the transformer are 6.4 kW so that the total losses in the simulation are 7 kW. then the shrinkage obtained is 1.82% of the total power sent by the substation which is 415.5 kW. In manual calculations using the power formula, the total losses on the line are 0.6175 kW and the total losses on the device are 15.9 kW so that the total losses in the calculation are 16.5175 kW, the shrinkage obtained is 3.97% of the total power sent by the substation, which is 415.5 kW.

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan pokok sebagian besar orang di Indonesia, dalam hal ini PT. PLN merupakan salah satu BUMN (Badan Usaha Milik Negara) yang mengelola

kelistrikan di Indonesia mulai dari pembangkit, penyaluran sampai pendistribusian serta penjualan energi listrik [1]. PLN sebagai perusahaan satu-satunya yang mengurus ketenagalistrikan berusaha memberi pelayanan

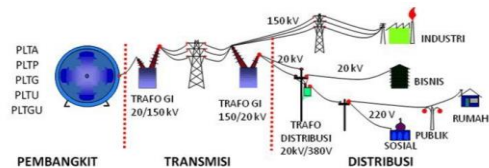
sebaik mungkin untuk memenuhi kebutuhan listrik para konsumennya. Namun PLN juga menyadari akan banyaknya permasalahan terkait dengan penyediaan listrik di masyarakat. Dalam penyaluran tenaga listrik terdapat suatu faktor rugi daya atau susut (*losses*) dimana hilangnya energi yang berdampak pada tidak andalnya kualitas daya yang dihantarkan ke pelanggan [2]. Susut yang terjadi pada jaringan distribusi terbagi atas dua yaitu susut teknis dan susut non teknis [3].

Menurut SPLN No. 72 Tahun 1987 besarnya rugi daya yang diperbolehkan untuk menentukan keandalan pada sistem distribusi yaitu 10% untuk rugi tegangan dan 5% untuk rugi daya [4]. Biasanya perhitungan susut energi pada sistem jaringan distribusi dilakukan dengan menggunakan selisih energi terjual dengan yang diterima pada setiap penyulang. Dalam kasus susut daya memiliki beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu faktor teknis dan non teknis. Faktor teknis disebabkan oleh sifat daya hantar material seperti jenis kabel atau konduktor yang digunakan, luas penampang, kondisi jarak antara gardu ke rumah, kapasitas beban dan kondisi peralatan yang digunakan. Sedangkan faktor non teknis disebabkan oleh antara lain pencurian listrik, kesalahan baca meter, dan kesalahan alat pengukur [5]. Oleh karena itu dilakukan simulasi menggunakan software etap untuk menganalisis susut daya atau losses pada PT. PLN UID Lampung.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik merupakan sistem yang kompleks yang terdiri dari pusat pembangkit, saluran transmisi dan jaringan distribusi yang berfungsi untuk menyalurkan daya dari pusat pembangkit ke pusat beban [6]. Sistem tenaga listrik diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1. Sistem tenaga listrik

Energi listrik dibangkitkan oleh pembangkit tenaga listrik, disalurkan melalui saluran transmisi dan kemudian didistribusikan ke beban [7].

2.2. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi adalah bagian dari sistem tenaga listrik, dimana sistem ini bertujuan untuk mengirimkan energi listrik dari unit pembangkit listrik sampai ke konsumen. Tegangan yang di transmisikan diturunkan dengan transformator penurun tegangan (*step down*) pada gardu induk distribusi menjadi 20 kV, kemudian disalurkan ke trafo distribusi yang lebih kecil menjadi tegangan rendah yaitu 220/380 V dan disalurkan ke konsumen atau pelanggan [8].

2.3. Gardu Distribusi

Gardu distribusi merupakan salah satu komponen dari suatu sistem distribusi PLN yang berfungsi untuk menghubungkan jaringan ke konsumen atau untuk mendistribusikan tenaga listrik pada konsumen atau pelanggan, baik itu pelanggan tegangan menengah maupun pelanggan tegangan rendah. Jaringan distribusi tegangan rendah dimulai dari sumber yang disebut Gardu Distribusi mulai dari panel hubung bagi TR (Rak TR) keluar di distribusikan. Untuk setiap sirkit keluar melalui pengaman arus disebut “penyulang/ feeder” [9].

2.4. Jaringan Tegangan Menengah

Jaringan Tegangan Menengah (JTM) sering disebut juga jaringan primer distribusi adalah suatu bagian dari pada tenaga listrik antara gardu induk dan gardu distribusi. Dalam penyaluran tenaga listrik pada jaringan distribusi primer menggunakan 3 sistem saluran diantaranya saluran kawat udara saluran kabel atau areal cable dan sistem kabel tanah. Jaringan Tegangan Menengah yang digunakan oleh PLN yaitu 12 KV dan 20 KV [10].

2.5. Susut Daya (*Losses*) Pada Jaringan Distribusi

Susut energi merupakan kerugian yang terjadi sebagai akibat adanya selisih antara energi yang dikirimkan dengan energi yang di terima atau dapat juga dikatakan dari sisi transfer energi sebagai adanya selisih antara energi yang di salurkan ke pelanggan dengan total energi yang di bayarkan pelanggan (selisih

antara pembeli energi dengan penjual energi ke pelanggan) [11]. Susut daya dapat dicari dengan persamaan [12]:

$$(P) = 3 \times I^2 \times R \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

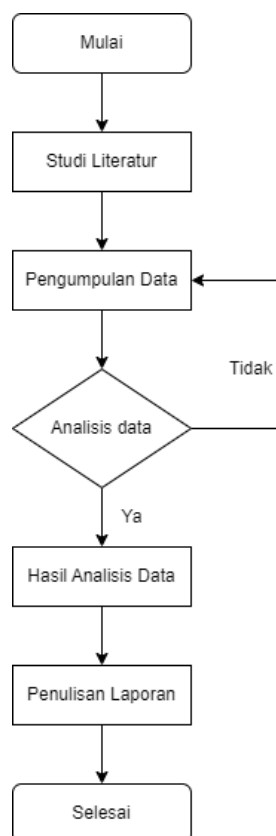
P = Susut Daya (W)

I = Arus (A)

R = Resistansi konduktor kawat/kabel (Ω)

3. METODE PENELITIAN

Penyelesaian penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, secara umum tahap-tahap tersebut dijelaskan pada Gambar 1



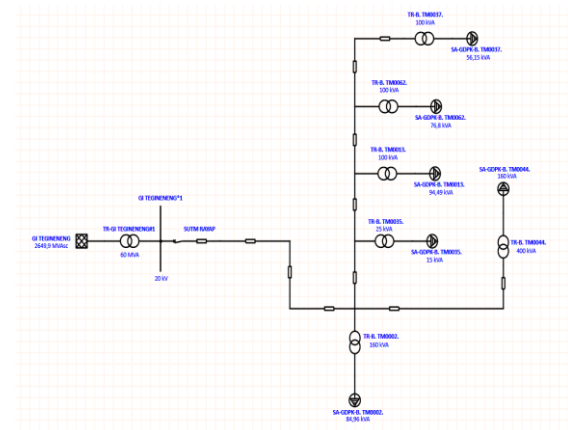
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Single Line Diagram Penyulang Rayap

Dalam melakukan perhitungan terhadap susut daya pada saluran di Penyulang Rayap maka dilakukan simulasi jaringan distribusi.

Pada hal ini, simulasi akan dibantu oleh ETAP 19.0.1 untuk mendapatkan hasil simulasi secara langsung. Pada gambar 4.1 merupakan single line diagram pada Penyulang Rayap.



Gambar 3. Single Line Diagram Penyulang Rayap

Gardu Induk Tegineneng akan menyalurkan tegangan listrik sebesar 20 KV menggunakan SUTM hingga tiang pertama hingga menuju 6 gardu distribusi.

Tabel 4.1 Data Kapasitas Trafo pada Gardu Distribusi

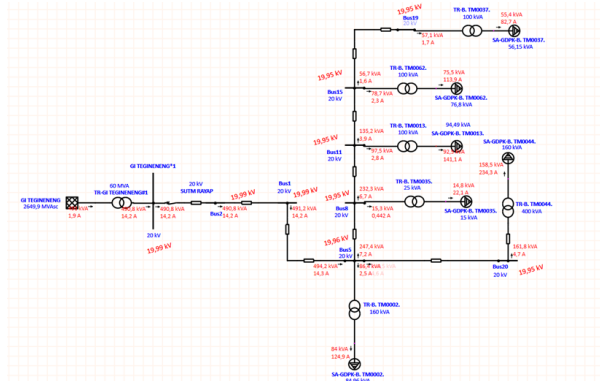
No	Nama Gardu Distribusi	Kapasitas Trafo
1.	GI Tegineneng	60 MVA
2.	TM0002	160 kVA
3.	TM0044	400 kVA
4.	TM0035	25 kVA
5.	TM0013	100 kVA
6.	TM0062	100 kVA
7.	TM0037	100 kVA

Tabel 4.2 Data Panjang Saluran Kabel Penyulang

No	Nama Saluran	Panjang Saluran
1.	SUTM Rayap	32,45 Meter
2.	Line74-6	384,84 Meter
3.	Line74-2	866,68 Meter
4.	Line74-17	1.016 Meter
5.	Line74-19	91,73 Meter
6.	Line74-7	217,05 Meter
7.	Line74-9	347,15 Meter
8.	Line74-11	186,74 Meter
9.	Line74-13	161,98 Meter
10.	Line74-15	166,82 Meter

4.2. Simulasi Aliran Daya Pada Software ETAP 19.0.1

Aliran daya merupakan penentuan atau perhitungan tegangan, arus, daya aktif maupun daya reaktif yang terdapat pada berbagai titik jaringan listrik pada keadaan operasi normal, baik yang sedang berjalan maupun yang diharapkan akan terjadi di masa depan.



Gambar 4. Simulasi Aliran Daya Pada Software ETAP

4.3. Hasil Losses Menggunakan ETAP 19.0.1

Branch ID	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		% Drop in Vmag
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From	To	
Line74-11	0.113	0.074	-0.113	-0.074	0.0	-0.4	99.8	99.8	0.00
Line74-13	0.048	0.031	-0.048	-0.031	0.0	-0.4	99.8	99.8	0.00
Line74-15	0.048	0.031	-0.048	-0.031	0.0	-0.4	99.8	99.8	0.00
Line74-17	0.136	0.085	-0.136	-0.088	0.0	-2.5	99.8	99.8	0.02
Line74-19	0.136	0.088	-0.136	-0.088	0.0	-0.2	99.8	99.8	0.00
Line74-2	0.415	0.262	-0.415	-0.264	0.1	-1.7	99.9	99.9	0.04
Line74-4	0.415	0.264	-0.415	-0.268	0.4	-4.6	99.9	99.8	0.12
Line74-6	-0.415	-0.262	0.416	0.261	0.1	-0.8	99.9	100.0	0.02
Line74-7	0.207	0.136	-0.207	-0.137	0.0	-0.5	99.8	99.8	0.01
Line74-9	0.194	0.128	-0.194	-0.129	0.0	-0.7	99.8	99.8	0.01
SUTM RAYAP	-0.416	-0.261	0.416	0.261	0.0	0.0	100.0	100.0	0.00
TR-B. TM0002	0.072	0.047	-0.071	-0.044	0.9	3.0	99.8	97.0	2.79
TR-B. TM0013	-0.079	-0.049	0.081	0.055	1.9	6.2	94.7	99.8	5.08
TR-B. TM0035	-0.013	-0.008	0.013	0.008	0.2	0.6	96.6	99.8	3.17
TR-B. TM0037	-0.047	-0.029	0.048	0.031	0.7	2.1	96.8	99.8	2.96
TR-B. TM0044	-0.135	-0.084	0.136	0.088	1.3	4.2	97.7	99.8	2.09
TR-B. TM0062	-0.064	-0.040	0.065	0.044	1.3	4.0	95.7	99.8	4.09
TR-GI TEGINENENG#1	0.416	0.261	-0.416	-0.261	0.1	0.3	100.0	100.0	0.04
					7.0	8.2			

Gambar 5. Hasil losses pada setiap komponen di penyulang

Didapatkan total losses pada penyulang Sidomulyo TRH16 adalah 7,0 kW dari daya awal yang disuplai oleh gardu induk. Dari hasil simulasi pada software ETAP 19.0.1 didapatkan data losses perangkat dan data losses saluran seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Data Losses Trafo pada Gardu Distribusi

No	Nama Gardu Distribusi	Losses
1.	GI Tegineneng	0,1 kW
2.	TM0002	0,9 kW
3.	TM0044	1,3 kW
4.	TM0035	0,2 kW
5.	TM0013	1,9 kW
6.	TM0062	1,3 kW
7.	TM0037	1,3 kW

Tabel 4.4 Data Losses Saluran Kabel Penyulang

No	Nama Saluran	Losses
1.	SUTM Rayap	0,0 kW
2.	Line74-6	0,1 kW
3.	Line74-2	0,1 kW
4.	Line74-17	0,0 kW
5.	Line74-19	0,0 kW
6.	Line74-7	0,0 kW
7.	Line74-9	0,0 kW
8.	Line74-11	0,0 kW
9.	Line74-13	0,0 kW
10.	Line74-15	0,0 kW

4.4. Perhitungan Matematis

Perhitungan matematis dilakukan untuk menentukan besar losses yang dihasilkan pada saluran di Penyulang Rayap secara matematis, dengan menggunakan penjumlahan terhadap daya pada saluran. Setelah didapatkan, maka hasil dari perhitungan akan dibandingkan dengan besaran losses pada ETAP 19.0.1.

4.5. Perhitungan losses pada saluran di Penyulang Rayap

Perhitungan losses pada saluran di penyulang Rayap menggunakan rumus daya yang merupakan perkalian fasa, arus, resistansi kabel, serta panjang kabel yang datanya diambil dari simulasi ETAP 19.0.1, dan Library SPLN.

- Mencari nilai losses pada SUTM Rayap
$$\Delta P = 3 \times I^2 \times R \times l$$

$$\Delta P = 3 \times (14,2)^2 \times 0,094 \times 0,03245$$

$$\Delta P = 1,84 W$$

$$\Delta P = 0,0018 kW$$

- Mencari nilai losses pada Line 74-6
$$\Delta P = 3 \times I^2 \times R \times l$$

$$\Delta P = 3 \times (14,2)^2 \times 0,29 \times 0,38484$$

$$\Delta P = 67,5 \text{ W}$$

$$\Delta P = 0,0675 \text{ kW}$$

- Mencari nilai losses pada Line 74-2

$$\Delta P = 3 \times I^2 \times R \times l$$

$$\Delta P = 3 \times (14,2)^2 \times 0,29 \times 0,86668$$

$$\Delta P = 152,03 \text{ W}$$

$$\Delta P = 0,152 \text{ kW}$$

- Mencari nilai losses pada Line 74-17

$$\Delta P = 3 \times I^2 \times R \times l$$

$$\Delta P = 3 \times (14,2)^2 \times 0,29 \times 1,016$$

$$\Delta P = 178,2 \text{ W}$$

$$\Delta P = 0,178 \text{ kW}$$

- Mencari nilai losses pada Line 74-19

$$\Delta P = 3 \times I^2 \times R \times l$$

$$\Delta P = 3 \times (14,2)^2 \times 0,29 \times 0,09173$$

$$\Delta P = 16,09 \text{ W}$$

$$\Delta P = 0,016 \text{ kW}$$

- Mencari nilai losses pada Line 74-7

$$\Delta P = 3 \times I^2 \times R \times l$$

$$\Delta P = 3 \times (14,2)^2 \times 0,29 \times 0,21705$$

$$\Delta P = 38,07 \text{ W}$$

$$\Delta P = 0,038 \text{ kW}$$

- Mencari nilai losses pada Line 74-9

$$\Delta P = 3 \times I^2 \times R \times l$$

$$\Delta P = 3 \times (14,2)^2 \times 0,29 \times 0,34715$$

$$\Delta P = 60,89 \text{ W}$$

$$\Delta P = 0,06 \text{ kW}$$

- Mencari nilai losses pada Line 74-11

$$\Delta P = 3 \times I^2 \times R \times l$$

$$\Delta P = 3 \times (14,2)^2 \times 0,29 \times 0,18674$$

$$\Delta P = 32,75 \text{ W}$$

$$\Delta P = 0,032 \text{ kW}$$

- Mencari nilai losses pada Line 74-13

$$\Delta P = 3 \times I^2 \times R \times l$$

$$\Delta P = 3 \times (14,2)^2 \times 0,29 \times 0,16198$$

$$\Delta P = 28,4 \text{ W}$$

$$\Delta P = 0,028 \text{ kW}$$

- Mencari nilai losses pada Line 74-15

$$\Delta P = 3 \times I^2 \times R \times l$$

$$\Delta P = 3 \times (14,2)^2 \times 0,29 \times 0,16682$$

$$\Delta P = 28,26 \text{ W}$$

$$\Delta P = 0,028 \text{ kW}$$

Sehingga total losses pada kabel di penyulang Rayap sebagai berikut:

$$\Delta P \text{ Kabel} = \Delta P \text{ SUTM} + \Delta P \text{ Line}_{74-6}$$

$$+ \Delta P \text{ Line}_{74-2}$$

$$+ \Delta P \text{ Line}_{74-17}$$

$$+ \Delta P \text{ Line}_{74-19}$$

$$+ \Delta P \text{ Line}_{74-7}$$

$$+ \Delta P \text{ Line}_{74-9}$$

$$+ \Delta P \text{ Line}_{74-11}$$

$$+ \Delta P \text{ Line}_{74-13}$$

$$+ \Delta P \text{ Line}_{74-15}$$

$$\Delta P \text{ Kabel} = 0,018 \text{ kW} + 0,0675 \text{ kW} + 0,152 \text{ kW} + 0,178 \text{ kW} + 0,016 \text{ kW} + 0,038 \text{ kW} + 0,06 \text{ kW} + 0,032 \text{ kW} + 0,028 \text{ W} + 0,028 \text{ W}$$

$$\Delta P \text{ Kabel} = 0,6175 \text{ kW}$$

4.4.2 Perhitungan susut daya pada trafo penyulang Rayap

- Mencari nilai losses pada GI Tegineneng

$$\Delta P = \text{Daya Primer} - \text{Daya Sekunder}$$

$$\Delta P = 491 \text{ kVA} - 490,8 \text{ kVA}$$

$$\Delta P = 0,2 \text{ kVA}$$

- Mencari nilai losses pada TM0002

$$\Delta P = \text{Daya Primer} - \text{Daya Sekunder}$$

$$\Delta P = 86 \text{ kVA} - 84 \text{ kVA}$$

$$\Delta P = 2 \text{ kVA}$$

- Mencari nilai losses pada TM0044

$$\Delta P = \text{Daya Primer} - \text{Daya Sekunder}$$

$$\Delta P = 161,8 \text{ kVA} - 158,5 \text{ kVA}$$

$$\Delta P = 3,3 \text{ kVA}$$

- Mencari nilai losses pada TM0035

$$\Delta P = \text{Daya Primer} - \text{Daya Sekunder}$$

$$\Delta P = 15,3 \text{ kVA} - 14,8 \text{ kVA}$$

$$\Delta P = 0,5 \text{ kVA}$$

- Mencari nilai losses pada TM0013

$$\Delta P = \text{Daya Primer} - \text{Daya Sekunder}$$

$$\Delta P = 97,5 \text{ kVA} - 92,5 \text{ kVA}$$

$$\Delta P = 5 \text{ kVA}$$

- Mencari nilai losses pada TM0062

$$\Delta P = \text{Daya Primer} - \text{Daya Sekunder}$$

$$\Delta P = 78,7 \text{ kVA} - 75,5 \text{ kVA}$$

$$\Delta P = 3,2 \text{ kVA}$$

- Mencari nilai losses pada TM0037

$$\Delta P = \text{Daya Primer} - \text{Daya Sekunder}$$

$$\Delta P = 57,1 \text{ kVA} - 55,4 \text{ kVA}$$

$$\Delta P = 1,7 \text{ kVA}$$

Sehingga total losses pada trafo di penyulang Rayap sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Delta P \text{ Trafo} &= \Delta P \text{ GI} + \Delta P \text{ TM0002} \\ &\quad + \Delta P \text{ TM0044} + \Delta P \text{ TM0035} \\ &\quad + \Delta P \text{ TM0013} + \Delta P \text{ TM0062} \\ &\quad + \Delta P \text{ TM0037} + \Delta P \text{ TM0002} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta P \text{ Trafo} &= 0,2 \text{ kVA} + 2 \text{ kVA} + 3,3 \text{ kVA} \\ &\quad + 0,5 \text{ kVA} + 5 \text{ kVA} \\ &\quad + 3,2 \text{ kVA} + 1,7 \text{ kVA} \end{aligned}$$

$$\Delta P \text{ Trafo} = 15,9 \text{ kVA}$$

4.4.3 Perhitungan susut daya pada penyulang Rayap

Perhitungan susut daya pada penyulang Rayap dengan menjumlahkan total losses pada saluran dan total losses pada perangkat yang kemudian dibagi dengan daya awal yang disalurkan oleh gardu induk.

Berikut merupakan susut daya pada penyulang rayap :

$$\begin{aligned} \text{Susut} &= \frac{\Delta P \text{ saluran} + \Delta P \text{ perangkat}}{P \text{ GI}} \\ &\quad \times 100\% \\ \text{Susut} &= \frac{0,6175 + 15,9}{415,5} \times 100\% \\ \text{Susut} &= 0,0397 \times 100\% \\ \text{Susut} &= 3,97\% \end{aligned}$$

4.5 Perbandingan Hasil Simulasi ETAP dan Perhitungan Manual

Data hasil losses yang didapatkan dari simulasi menggunakan software ETAP 19.0.1 dan hasil dari perhitungan manual menggunakan rumus daya listrik terdapat pada tabel berikut:

Tabel 4.5 Data Hasil Simulasi dan Perhitungan Manual

Metode	ΔP Saluran	ΔP Trafo	ΔP Total	Susut
Simulasi	0,6 kW	6,4 kW	7 kW	1,82 %
Perhitun gan	0,6175 kW	15,9 kW	16,517 5 kW	3,97 %

Berdasarkan pada simulasi menggunakan ETAP 19.0.1, didapatkan total losses pada saluran sebesar 0,6 kW dan total losses pada trafo sebesar 6,4 kW sehingga total losses pada simulasi sebesar 7 kW. maka susut yang didapat adalah 1,82% dari total daya yang dikirim gardu induk yaitu sebesar 415,5 kW. Sedangkan

berdasarkan pada perhitungan secara manual menggunakan rumus daya didapatkan hasil total losses pada saluran sebesar 0,6175 kW dan total losses pada perangkat sebesar 15,9 kW sehingga total losses pada perhitungan sebesar 16,5175 kW maka susut yang didapat adalah 3,97% dari total daya yang dikirim gardu induk yaitu sebesar 415,5 kW.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : Berdasarkan pada simulasi menggunakan ETAP

1. 19.0.1, didapatkan total losses pada saluran sebesar 0,6 kW dan total losses pada trafo sebesar 6,4 kW sehingga total losses pada simulasi sebesar 7 kW. maka susut yang didapat adalah 1,82% dari total daya yang dikirim gardu induk yaitu sebesar 415,5 kW.
2. Berdasarkan pada perhitungan secara manual menggunakan rumus daya didapatkan hasil total losses pada saluran sebesar 0,6175 kW dan total losses pada perangkat sebesar 15,9 kW sehingga total losses pada perhitungan sebesar 16,5175 kW maka susut yang didapat adalah 3,97% dari total daya yang dikirim gardu induk yaitu sebesar 415,5 kW.
3. Berdasarkan standar yang ditetapkan SPLN : 72 tahun 1987 yaitu susut optimalnya dibawah 5% untuk Jaringan Tegangan Menengah maka susut dari penyulang Rayap telah memenuhi standar dengan nilai susut 1,82 % pada simulasi dan 3,97% pada perhitungan manual.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Bachtiar, "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Permintaan Konsumen Terhadap Listrik Pada Rumah Tangga Di Desa Guntarano Kecamatan Tanantovea Kabupaten Donggala," *E-Jurnal Katalogis*, Vol. 1, No. 3, Pp. 1-14, 2013.
- [2] N. Desmira And Khoirunnisa, "Pengaruh Susut Energi (Losses) Pada Jaringan Distribusi (Studi Kasus: Di Pt. Krakatau Daya Listrik)," *Energi Dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah*, Vol. 12, No. 2, Pp. 80-89, 2020.
- [3] G. P. Novi, S. Sigit And R. N. Muhammad, "Penurunan Susut Jaringan Dengan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik," *Jurnal Ilmiah Sutet*, Vol. 9, No. 1, 2019.
- [4] P. U. L. Negara, "Spln No.72 Tahun1987," Perusahaan Umum Listrik Negara, 1987.
- [5] Sugianto, "Analisis Perhitungan Losses Jaringan Tegangan Rendah Pada Gardu Distribusi Menggunakan Aplikasi Mapinfo Pt.Pln Rayon Hasanuddin Area Watampone," *Jurnal Logitech*, Pp. 1-9.
- [6] A. Vina, D. Dikpride, G. Herri And H. Lukmanul, "Analisis Gangguan 3 Fasa Pada Saluran Transmisi Terhadap Transient Stability Sistem Multimesin Menggunakan Metode Runge-Kutta Orde 5," *Jitet*, Vol. 3, No. 3, 2015.
- [7] M. Asfihanuddin, Iwan, D. I. H. Antarissubhi And Suryani, "Analisis Rugi Daya Jaringan Distribusi Primer Pt. Pln Ulp Sengkang Sulawesi Selatan," *Vertex Elektro*, Vol. 13, No. 1, Pp. 18-24, 2021.
- [8] G. Herri, H. Lukmanul And R. Rizki, "Evaluasi Keandalan Jaringan Distribusi 20 Kv Penyulang Stroberi 2 Pt. Pln (Persero) Ulp Kota Metro Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)," *Jitet (Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan)*, Vol. 12, No. 1, Pp. 61-67, 2024.
- [9] F. F. Arif And K. Nurwijayanti, "Pengaruh Penerapan Pemeliharaan Gardu Distribusi 20kv Menggunakan Metode Minim Padam Pada Nilai Saidi Dan Ens Di Pt. Pln (Persero) Area Bulungan (Kb 11b)," *Jurnal Teknologi Industri*, Vol. 11, No. 1, Pp. 40-46, 2022.
- [10] A. D. Rizal, "Analisis Penyebab Gangguan Jaringan Pada Distribusi Listrik Menggunakan Metode Fault Tree Analysis Di Pt. Pln (Persero) Rayon Daya Makassar," *Vertex Elektro*, Vol. 12, No. 2, Pp. 1-12, 2020.
- [11] F. E. P. Surusa, Q. Ain, A. I. Pratiwi And Y. Mohamad, "Analisis Susut Non Teknis Akibat Gangguan Pada Kwh Meter Pt. Pln Up3 Gorontalo," *Jambura Journal Of Electrical And Electronics Engineering (Jjee)*, Vol. 6, No. 1, Pp. 32-38, 2024.
- [12] W. Viky, S. Puji And S. W. Reza, "Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Tranformator Distribusi Di Gardu Induk Budurn," *Jurnal Teknik Elektro Dan Informatika*, Vol. 5, No. 3, Pp. 127-135, 2023.