

CALCULATION OF SHRINKAGE BY COMPARING BETWEEN THE CALCULATIONS OF PT. PLN ULP LHOKSEUMAWE CITY WITH ETAP SOFTWARE CALCULATION AFTER CHANGES IN OPERATING PATTERNS IN 2023

PERHITUNGAN SUSUT DENGAN MEMBANDINGKAN ANTARA PERHITUNGAN PT. PLN ULP LHOKSEUMAWE KOTA DENGAN PERHITUNGAN SOFTWARE ETAP SETELAH DILAKUKAN PERUBAHAN POLA OPERASI TAHUN 2023

Arnawan Hasibuan^{1*}, Ari Afrizal², Dedi Fariadi³, Taufiq⁴, Fidyatun Nisa⁵

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Indonesia
Email: arnawan@unimal.ac.id

²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Indonesia
Email: ari.190150093@mhs.unimal.ac.id

³Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Indonesia
Email: dedifariadi@unimal.ac.id

⁴Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Indonesia
Email: taufiq.te@unimal.ac.id

⁵Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Indonesia
Email: fidyatun.nisa@unimal.ac.id

Received: March 10, 2024 Revised: March 21, 2024 Published: April 01, 2024

DOI: <https://doi.org/10.24912/tesla.v26i1.29177>.

Abstract

In order to provide electrical energy, the distribution network has a crucial role in delivering power from the plant to the end customer. However, the phenomenon of technical shrinkage during the dispensing process can have a significant impact on the efficiency and reliability of the system as a whole. This study aims to compare the results of calculating technical shrinkage in electrical energy distribution networks, especially in the electric power system of Lhokseumawe city. Calculation of shrinkage carried out by PT. PLN ULP Lhokseumawe Kota presents a value of 13,955,404 kW or 72% of the total power, with an average monthly shrinkage of 1,549,434 kW. There is a difference between the calculations of PT. PLN ULP Lhokseumawe Kota with the help of ETAP software, where the value of the shrinkage difference is 76.7 kW. These differences can be due to different calculation methods, different operating patterns of electrical systems, and the possibility of adding new users. In addition, the use of the latest equipment and the introduction of new data can also affect the difference in calculation results.

Keywords: Distribution Network, Losses, ETAP software

Abstrak

Dalam rangka penyediaan energi listrik, jaringan distribusi memiliki peran krusial dalam mengantarkan daya dari pembangkit ke pelanggan akhir. Namun, fenomena susut teknis selama proses penyaluran dapat berdampak signifikan pada efisiensi dan keandalan sistem secara keseluruhan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil menghitung susut teknis dalam jaringan distribusi energi listrik, khususnya di sistem tenaga listrik kota Lhokseumawe. Perhitungan susut yang dilakukan oleh PT. PLN ULP Lhokseumawe Kota menyajikan nilai sebesar 13.955.404 kW atau 72% dari total daya, dengan rata-rata susut bulanan mencapai 1.549.434 kW. Terdapat perbedaan antara perhitungan PT. PLN ULP Lhokseumawe Kota dengan bantuan software ETAP, dimana nilai selisih susut adalah sebesar 76,7 kW. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh metode perhitungan yang berbeda, pola operasi sistem kelistrikan yang

berlainan, dan kemungkinan penambahan pengguna baru. Selain itu, penggunaan peralatan terbaru dan pengenalan data baru juga dapat memengaruhi perbedaan hasil perhitungan.

Kata Kunci: Jaringan Distribusi, Susut, software ETAP

PENDAHULUAN

Dalam hal penyediaan energi listrik, jaringan distribusi sangat berperan penting dalam menghantarkan daya dari pembangkit menuju ke para pelanggan akhir. Namun, saat proses penyaluran terjadi fenomena susut teknis yang akan berdampak pada efisiensi serta keandalan dari sistem secara keseluruhan. Susut merupakan hilangnya sejumlah energi yang terjadi dalam bentuk panas, kegagalan transmisi, atau faktor lainnya, yang nantinya akan menimbulkan kerugian secara finansial dan lingkungan yang signifikan [1].

Pengelolaan susut teknis dalam jaringan distribusi energi merupakan hal yang penting agar dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan mengurangi biaya operasi, susut yang tinggi dapat mengakibatkan peningkatan biaya produksi, pemeliharaan yang lebih sering dan lain sebagainya, oleh karena itu, penting dalam memahami faktor apa saja yang menyebabkan susut dan mengembangkan strategi untuk mengatasi masalah ini menjadi esensial dalam upaya menuju sistem distribusi yang lebih berkelanjutan dan efisien [2].

Selain itu kemungkinan penyebab besarnya angka susut yang terdapat pada jaringan distribusi bisa disebabkan oleh keadaan alamiah jaringan tersebut, seperti panjang jaringan yang terus bertambah, beban yang sudah melewati batas standar dari ketentuannya yang juga akan memperburuk lagi kinerja penyulungan itu dilihat menurut aspek susut teknis jaringan distribusi [3].

Penentuan jumlah rugi-rugi setiap bulan merupakan kebutuhan dalam pengoperasian sistem tenaga listrik yang paling penting, perhitungan sangat sulit dilakukan disebabkan oleh berbedanya kondisi pembebanan setiap saat karena harus menyesuaikan dengan kebutuhan para pelanggan [4]. Maka dapat dipastikan besarnya susut akan berbeda dari waktu ke waktu, sehingga total susut yang terjadi akan berbeda setiap bulan. Maka dari itu dibutuhkan metode untuk mengatasi sekaligus menghitung susut yang akurat. Setiap PT. PLN di seluruh wilayah nusantara memiliki nilai rugi energi listrik yang berbeda-beda besaran nilainya [5].

Begitupun pada PT. PLN ULP Lhokseumawe Kota yang mempunyai nilai susut yang berbeda setiap bulannya, yang mana harus selalu diperhatikan supaya nilai susut yang terjadi tidak melewati batas ketentuannya. Jaringan sistem distribusi merupakan sebuah bagian sistem tenaga listrik yang tugasnya menyalurkan energi ke para pelanggan. Distribusi merupakan sebuah langkah terakhir dalam penyaluran energi listrik setelah melalui tahapan pembangkitan dan transmisi listrik [6].

Energi listrik 20kV di busbar gardu induk, disalurkan melewati jaringan distribusi ke gardu hubung sebelum dihubungkan langsung ke para konsumen, jaringan distribusi terdiri dari jaringan sekunder dan primer. Pada jaringan distribusi terdapat gardu distribusi yang tugasnya melayani para konsumen tegangan rendah yang mana tegangan 20kV diubah menjadi 380/220 volt, untuk dapat disalurkan kepada para konsumen tegangan rendah [7].

Susut ialah besarnya energi listrik yang hilang selama proses pemindahan energi listrik oleh gardu induk ke konsumen, perhitungan susut bisa dilakukan dengan berbagai metode baik manual maupun otomatis dengan bantuan program [8].

PERHITUNGAN SUSUT DENGAN MEMBANDINGKAN ANTARA PERHITUNGAN PT. PLN ULP LHOKSEUMAWE KOTA DENGAN PERHITUNGAN SOFTWARE ETAP SETELAH DILAKUKAN PERUBAHAN POLA OPERASI TAHUN 2023

Beberapa faktor dapat menyebabkan terjadinya penurunan tegangan dan daya dalam jaringan tegangan menengah (JTM). Penyebab ini dapat dipengaruhi oleh penggunaan bahan atau peralatan yang mengalami impedansi selama proses penyaluran tegangan dan daya [9]. Selain itu, perubahan suhu pada penghantar juga dapat menjadi penyebab, karena suhu yang meningkat menyebabkan resistansi meningkat. Ketika resistansi semakin besar, penurunan tegangan pun semakin signifikan [10].

Dikarenakan agar sistem jaringan distribusi ini memiliki kinerja dan kelangsungan penyaluran listrik yang optimal, maka diperlukan tingkat kehandalan yang tinggi dan nilai kerugian (*losses*) sekecil mungkin [11]. Untuk memenuhi kriteria tersebut, perlu memperhatikan faktor-faktor yang dapat menyebabkan kerugian pada jaringan distribusi, seperti sistem tegangan, frekuensi, faktor daya (*cos phi*), dan keandalan sistem secara keseluruhan [12].

Besarnya jatuh tegangan bisa dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I_s \times Z_L \quad (1)$$

Ket:

I_s : Arus (A)

Z_L : Impedansi (Ω)

$\sqrt{3}$: Phase

Pengertian susut itu sendiri yakni perbedaan antara daya yang di distribusikan dengan energi yang terpakai. Untuk menghitung total susut bisa dengan menggunakan persamaan berikut ini [13].

$$\%Losses = \frac{\text{Susut / Rugi Energi}}{\text{Energi Yang Disalurkan}} \times 100\% \quad (2)$$

Perangkat lunak seperti ETAP merupakan salah satu program yang umumnya digunakan untuk menangani berbagai masalah terkait dengan sistem ketenagalistrikan. Meskipun *software* ETAP memiliki berbagai keunggulan, fokus utama seringkali pada analisis aliran daya, simulasi arus hubung singkat, dan kemampuan sistem [14]. Salah satu kelebihan adalah kemampuan ETAP untuk beroperasi secara offline, memungkinkan dilakukannya simulasi tanpa koneksi internet. Selain itu, ETAP juga dapat digunakan dalam pembuatan proyek sistem tenaga listrik, termasuk pembuatan diagram satu garis dan jalur pentanahan, serta perencanaan sistem kelistrikan. Dan perancangan pemodelan pada sistem tenaga listrik [15].

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di PT. PLN ULP Lhokseumawe Kota yang berlokasi di Jl. Malikussaleh No.1, Lancang Garam, Kec. Banda Sakti, Kota Lhokseumawe, Aceh 24351, Indonesia. Kajian ini dilaksanakan pada tahun ajaran 2022/2023.

Penelitian ini menggabungkan antara metode kuantitatif dan metode kualitatif, metode kuantitatif digunakan pada saat pengumpulan data dengan cara melakukan wawancara secara langsung pada bagian penelitian, kemudian metode kualitatif untuk mensimulasikan data dan melakukan analisa pada *software* ETAP. Seluruh data di

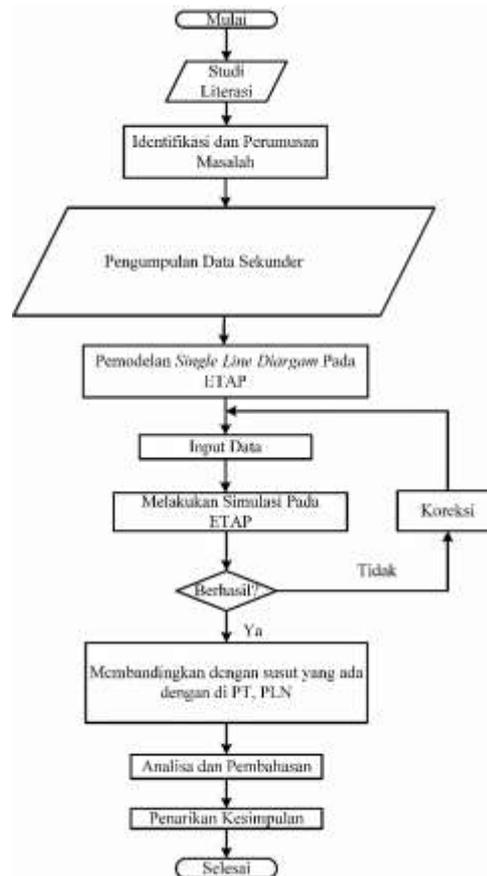
dapatkan di PT. PLN ULP Lhokseumawe pada bagian layanan teknisi [16]. Jenis data yang diperlukan seperti *Single line diagram*, data beban, data trafo dan data distribusi [17]. Dalam membantu penelitian ini terdapat alat dan bahan yang digunakan selama penelitian ini, diantaranya ialah:

- Laptop
- Software ETAP
- Software Excel

Adapun langkah-langkah pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut ini.

- Mengumpulkan data secara keseluruhan yang berkaitan dengan perhitungan susut, selanjutnya ialah melakukan pemodelan *single line diagram* pada software ETAP [18].
- Selanjutnya ialah melakukan simulasi pada pada *single line diagram* yang sudah dibuat tadi pada software ETAP.
- Menghitung susut yang terdapat pada seluruh jaringan ULP Lhokseumawe Kota sebelum dilakukan perbaikan jaringan, dan menentukan pola perbaikan apa yang sekiranya cocok digunakan untuk jaringan ULP Lhokseumawe Kota.
- Kembali menghitung susut yang didapatkan setelah dilakukan perbaikan jaringan di ULP Lhokseumawe Kota [19].

Untuk mempermudah dalam proses penelitian dibuatlah sebuah diagram alir penelitian yang gunanya untuk menyederhanakan tahapan penelitian agar mudah dipahami oleh pembaca [20].



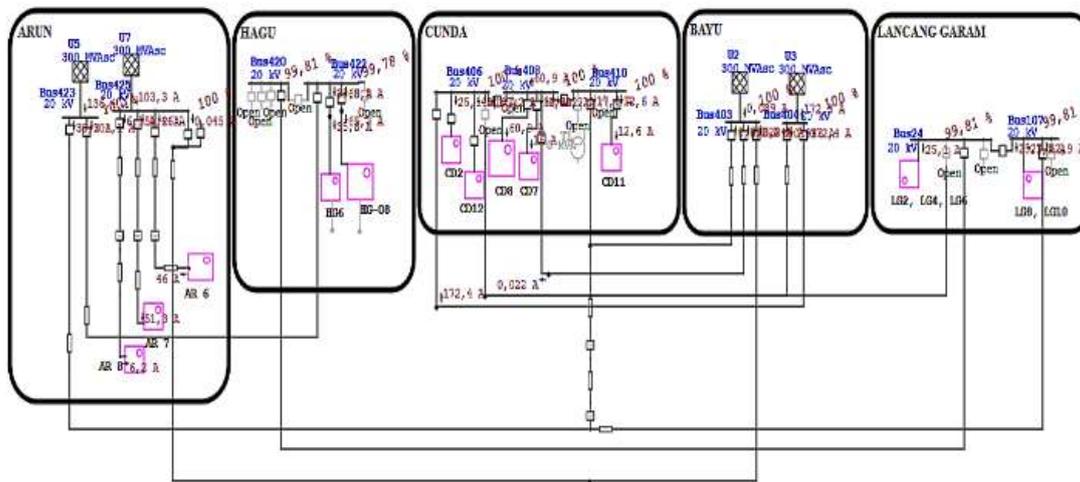
Gambar 1. Diagram Alir

PERHITUNGAN SUSUT DENGAN MEMBANDINGKAN ANTARA PERHITUNGAN PT. PLN ULP LHOKSEUMAWE KOTA DENGAN PERHITUNGAN SOFTWARE ETAP SETELAH DILAKUKAN PERUBAHAN POLA OPERASI TAHUN 2023

HASIL DAN DISKUSI

A. Hasil Simulasi Sistem Pada *Software* ETAP

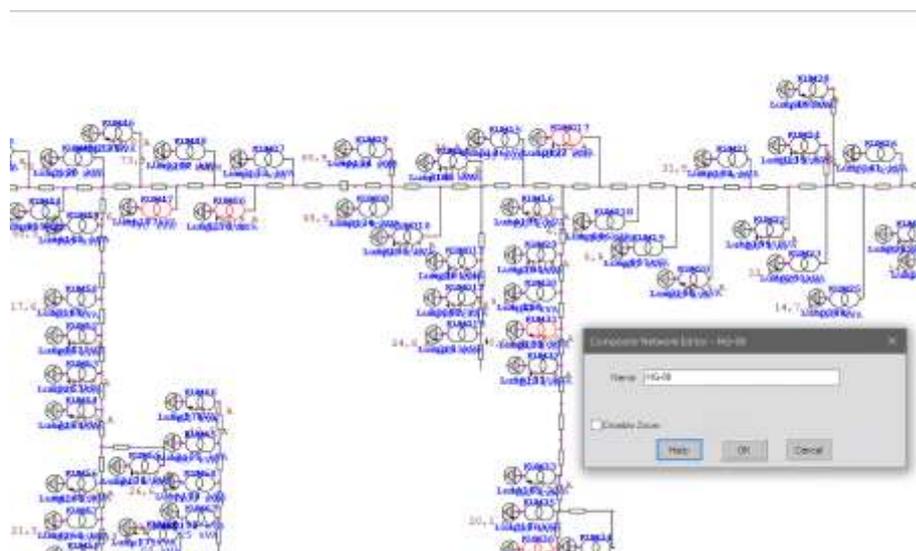
Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa terdapat banyak bus yang mengalami *under voltage* sekitar 130 bus. Bus yang mengalami *under voltage* terdapat di Gardu Induk Arun pada penyulangannya. Hal ini menandakan bahwa adanya kurang *supply* daya pada GI Arun.



Gambar 2. Saat dilakukan simulasi awal

Serta juga diketahui bahwa terdapat juga trafo yang mengalami *overload* sebanyak 20 buah yang tersebar di beberapa gardu, *overload* ini terjadi disebabkan ketidakmampuan trafo dalam menyuplai daya yang dibutuhkan.

Kemudian diketahui bahwa rugi-rugi yang terjadi pada sistem tenaga listrik kota Lhokseumawe ialah sebesar 76,7 kW. Besarnya nilai susut yang terjadi ini disebabkan



oleh banyaknya bus yang mengalami *undervoltage* serta juga ada beberapa trafo yang mengalami overload. Sehingga perlu dilakukan perbaikan pada daya listrik agar rugi-rugi daya yang terjadi dapat berkurang dan jaringan kembali menjadi lebih efisien.

Gambar.3 Lokasi susut paling banyak

Pada gambar di atas merupakan lokasi penyulang HG-08 Pasar Minggu Sido Mulyo pada gardu hubung hagu, penyulang ini merupakan penyulang dengan susut tertinggi karena disebabkan oleh penyulang yang terlalu panjang, serta ukuran kabel yang dipakai juga bisa mempengaruhi susut.

Line1240	-0.036	-0.017	0.036	0.016	0.0	-0.1	99.8	99.8	0.00
BAS-478	0.009	0.004	-0.009	-0.004	0.0	0.0	99.8	99.8	0.00
Line1241	-0.045	-0.021	0.045	0.021	0.0	-0.1	99.8	99.8	0.00
BAS-477	0.009	0.004	-0.009	-0.004	0.0	0.0	99.8	99.8	0.00
Line1242	-0.054	-0.025	0.054	0.025	0.0	-0.1	99.8	99.8	0.00
BAS-482	0.009	0.004	-0.009	-0.004	0.0	0.0	99.8	99.8	0.00
Line1243	-0.063	-0.029	0.063	0.029	0.0	-0.1	99.8	99.8	0.00
BAS-476	0.009	0.004	-0.009	-0.004	0.0	0.0	99.8	99.8	0.00
Line1244	0.081	0.037	-0.081	-0.037	0.0	-0.4	99.8	99.8	0.00
BAS-463	0.009	0.004	-0.009	-0.004	0.0	0.0	99.8	99.8	0.00
Line1245	-0.018	-0.009	0.018	0.008	0.0	-0.4	99.8	99.8	0.00
BAS-484	0.009	0.004	-0.009	-0.004	0.0	0.0	99.8	99.8	0.00
BAS-485	0.009	0.004	-0.009	-0.004	0.0	0.0	99.8	99.8	0.00
Line1246	-0.027	-0.013	0.027	0.012	0.0	-0.4	99.8	99.8	0.00
BAS-483	0.009	0.004	-0.009	-0.004	0.0	0.0	99.8	99.8	0.00
Line1247	-0.009	-0.004	0.009	0.004	0.0	-0.3	99.8	99.8	0.00
BAS-487	0.009	0.004	-0.009	-0.004	0.0	0.0	99.8	99.8	0.00
Line1248	-0.018	-0.008	0.018	0.008	0.0	-0.1	99.8	99.8	0.00
BAS-488	0.009	0.004	-0.009	-0.004	0.0	0.0	99.8	99.8	0.00
Line1249	-0.009	-0.004	0.009	0.004	0.0	-0.4	99.8	99.8	0.00
BAS-489	0.009	0.004	-0.009	-0.004	0.0	0.0	99.8	99.8	0.00
Line1250	-0.027	-0.012	0.027	0.012	0.0	-0.1	99.8	99.8	0.00
Line1251	-0.063	-0.029	0.063	0.029	0.0	-0.1	99.8	99.8	0.00
BAS-486	0.009	0.004	-0.009	-0.004	0.0	0.0	99.8	99.8	0.00
Line1252	-0.009	-0.004	0.009	0.004	0.0	-0.3	99.8	99.8	0.00
BAS-490	0.009	0.004	-0.009	-0.004	0.0	0.0	99.8	99.8	0.00
Line1253	-0.072	-0.033	0.072	0.033	0.0	-0.1	99.8	99.8	0.00
BAS-491	0.009	0.004	-0.009	-0.004	0.0	0.0	99.8	99.8	0.00
					76.7	-359.7			

Gambar 4. Susut yang dengan perhitungan ETAP

Berikut ini adalah contoh perhitungan susut tegangan yang terjadi.

$$Z = 0,468 + 0,3473131j \text{ ohm/km}$$

$$R = 0,468 \text{ ohm}$$

$$X = 0,3473 \text{ ohm}$$

$$L = 200 \text{ m} = 0,2 \text{ km}$$

$$I = 0,625 \text{ A}$$

Parameter saluran dapat dicari menggunakan persamaan dimana:

$$R = 0,468 \text{ ohm/km} \times 0,2 \text{ km} = 0,094 \text{ ohm}$$

$$X = 0,347314 \text{ ohm/km} \times 0,2 \text{ k} = 0,069\text{km}$$

$$Z_L = 0,0936 + 0,069j = 0,11 \angle 36,58^\circ$$

Maka rugi tegangan saluran dititik 1-2 penyulang HG-08 Pasar Minggu Sido Mulyo GH Hagu sebagai berikut.

$$V = \sqrt{3} \times 0,11 \times 0,625 = 0,1190 \text{ V}$$

PERHITUNGAN SUSUT DENGAN MEMBANDINGKAN ANTARA PERHITUNGAN PT. PLN ULP LHOKSEUMAWE KOTA DENGAN PERHITUNGAN SOFTWARE ETAP SETELAH DILAKUKAN PERUBAHAN POLA OPERASI TAHUN 2023

$$\%V Rugi = \frac{0,11}{20.000} \times 100\% = 0,0006\%$$

Diketahui bahwa susut yang terjadi pada penyulang HG-08 Pasar Minggu Sido Mulyo ialah 0,2667% atau 53,34 v.

B. Perhitungan susut di PT. PLN

Berikut ini merupakan data susut yang di dapatkan dari PT. PLN ULP Lhokseumawe kota selama bulan Januari sampai dengan Oktober pada tahun 2023.

Dapat di lihat bahwa terdapat selisih susutnya terjadi setiap bulan, yang mana hal ini bisa saja dipengaruhi oleh pembaruan beban yang mungkin saja terus bertambah yang mana bisa dilihat dari terus bertambahnya pembangunan di kota Lhokseumawe ini setiap saat, yang akibatnya bisa menjadi penambahan panjang jaringan dan beban yang lebih besar di setiap jaringan yang ada sebelumnya. Berikut ini tabel jumlah susut yang terjadi selama beberapa bulan terakhir di kota Lhokseumawe ini.

Tabel 1. Data susut PT. PLN ULP Lhokseumawe Kota

No	Bulan	kWh Produksi	kWh Jual	Susut Distribusi	
				Bulanan kWh	%
1	Januari	19.593.404	13.611.788	1.538.938	7,85
2	Februari	18.109.069	12.955.411	1.002.290	5,53
3	Maret	21.331.520	14.604.516	1.774.861	8,32
4	April	21.606.908	14.845.283	1.723.227	7,98
5	Mei	22.798.650	15.858.666	1.847.948	8,11
6	Juni	21.737.069	15.237.157	1.312.999	6,04
7	Juli	22.592.927	15.449.223	1.751.708	7,75
8	Agustus	22.712.838	15.836.362	1.672.396	7,36
9	September	21.717.097	15.324.391	1.435.812	6,61
10	Oktober	22.210.782	15.663.332	1.434.164	6,46
Jumlah				13.955.404	72

Dari tabel di atas dapat kita amati bahwa susut yang terjadi mengalami lonjakan pada bulan Mei dimana menjadi susut tertinggi yang terjadi dibanding bulan-bulan yang lainnya, dengan nilai susut sebesar 1.847.948 kW kemudian diikuti dengan bulan Maret dimana susut yang terjadi sebesar 1.774.861 kW.

Total jumlah susut yang terjadi menurut perhitungan PT. PLN ULP Lhokseumawe Kota ialah sebesar 13.955.404 kW atau sebesar 72% dengan rata-rata susut yang terjadi ialah 1.549.434 kW. Dapat dilihat disini terdapat selisih nilai susut antara menggunakan perhitungan dari pihak PT. PLN ULP Lhokseumawe Kota dengan menggunakan bantuan software ETAP. Dapat dilihat dengan menggunakan bantuan *software* ETAP nilai selisih yang didapat ialah sebesar 76,7 kW. Terdapat selisih dalam perhitungan ini bisa saja disebabkan oleh penggunaan metode perhitungan yang berbeda sewaktu perhitungannya.

Serta bisa juga disebabkan oleh sistem dan pola operasi sistem kelistrikan yang digunakan berbeda pada saat perhitungan dengan bantuan software ETAP, dengan perhitungan pihak PT. PLN ULP Lhokseumawe Kota. Perbedaan perhitungan ini juga

bisa disebabkan oleh ketersediaan data baru yang dimiliki oleh pihak PT. PLN ULP Lhokseumawe Kota mengingat pastinya selalu ada penambahan pengguna baru yang terdaftar di PT. PLN ULP Lhokseumawe Kota. Faktor lain juga yang mempengaruhi perbedaan selisih perhitungan ialah seperti penggunaan peralatan baru di lapangan yang mana pada saat penelitian dengan menggunakan bantuan software ETAP masih belum menggunakan peralatan terbaru.

KESIMPULAN

Dari penelitian di atas di PT. PLN ULP Lhokseumawe Kota jaringan tegangan menengah 20kV di dapatkan bahwa. Pada saat penelitian dengan bantuan *software* ETAP didapatkan bahwa nilai susut yang terjadi ialah sebesar 76.7 kW sedangkan pada data susut PT. PLN ULP Lhokseumawe Kota didapat total susutnya ialah 13.955.404 kW. Pada perhitungan ETAP di dapatkan bahwa susut terbanyak terjadi di penyulang HG-08 Pasar Minggu Sido Mulyo. Perbedaan selisih nilai susut antara data PT. PLN dengan menggunakan perhitungan ETAP ini bisa disebabkan oleh penggunaan metode perhitungan yang berbeda, bisa karena faktor lain seperti perbedaan data yang dimiliki pihak PT. PLN ULP Lhokseumawe Kota dengan yang dimiliki selama penelitian menggunakan ETAP, yang mana data PT. PLN selalu terbaru mengingat selalu ada pengguna baru dan peralatan baru yang mereka gunakan di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada dosen pembimbing dan penguji yang telah memberikan banyak masukan dan pengetahuan selama melakukan penelitian ini, terima kasih juga penulis ucapkan kepada PT. PLN ULP Lhokseumawe Kota yang telah membantu memberikan data-data yang dibutuhkan penulis selama penelitian ini. Dan juga kepada semua pihak di jurusan teknik elektro Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Baqaruzi, A. Muhtar, And S. P. Ramadhannusa, "Susut Daya Jaringan Distribusi Akibat Pengaruh Ukuran Penghantar Pada Penyulang Tajung Di Kabupaten Lampung Utara," *Jtev (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, Vol. 7, No. 1, P. 92, Apr. 2021, Doi: 10.24036/Jtev.V7i1.111994.
- [2] A. Muhammad, H. Tumaliang, And S. Silimang, "Analisa Rugi-Rugi Energi Listrik Pada Jaringan Distribusi (Jtm) Di Pt. Pln (Persero) Area Gorontalo," 2018.
- [3] A. Handoyo, "Analisa Perhitungan Susut Teknik Pada Pt. Pln (Persero) Upj Semarang Tengah".
- [4] A. Hasibuan, A. Qodri, And M. Isa, "Temperature Monitoring System Using Arduino Uno And Smartphone Application," *Bulletin Of Computer Science And Electrical Engineering*, Vol. 2, No. 2, Pp. 46–55, 2021, Doi: 10.25008/Bcsee.V2i2.1139.
- [5] A. Hasibuan Et Al., "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Fast Decoupled Menggunakan Software Etap," 2020, Doi: 10.30596/Rele.V1i1.5236.

- [6] S. Anwar, S. Pengajar, T. Elektro, And A. Banjarbaru, “Sistem Pengaman Tegangan Lebih Pada Jaringan Tegangan Menengah 20kv-Arus Bolak-Balik (Ac) Terhadap Petir,” 2018.
- [7] V. Janis, St. , Mt. , M. Tuegeh, Mt. , Ir. F. Lisi, And Mt. , Ir. H. Tumaliang, “Perencanaan Sistem Distribusi 20 Kv Siau Tahun 2020,” 2020.
- [8] Y. Marniati, “Evaluasi Susut Daya Penyulang Cendana 20 Kv Pada Gardu Induk Bungaran Dengan Etap 12.6,” *Jurnal Teknik Elektro Itp*, Vol. 7, No. 1, Pp. 79–92, Jan. 2018, Doi: 10.21063/Jte.2018.3133712.
- [9] Skripsi, “Analisis Susut Energi Untuk Tindakan Pemeliharaan Jaringan Tegangan Menengah Di Pt Pln (Persero) Area Sibolga Ulp Siborongborong.”
- [10] T. Jok Pramono, Erlina, S. Soewono, And Fatimah, “Analisis Drop Tegangan Pada Jtm Dengan Simulasi Program Etap,” *Jurnal Energi & Kelistrikan*, Vol. 10, Pp. 26–37, Jun. 2018.
- [11] T. R. Muhammad Khoirun Nizam, “Analisis Perbaikan Kualitas Daya Menggunakan Kapasitor Bank Pada Penyulang Lumumba Pt. Pln Ngagel Surabaya,” *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 08, Pp. 655–662, 2019.
- [12] A. Mampori, S. Silimang, And M. Rumbayan, “Voltage Improvement On The 20kv Feeder Tinoring Distribution Line,” *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, Vol. 12, Pp. 43–48, Apr. 2023.
- [13] A. L. Febrianingrum And S. Pramono, “Saifi Untuk Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Pada Jaringan Transmisi Menengah 20 Kv,” *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol. 21, No. 1, P. 1, Jul. 2022, Doi: 10.24843/Mite.2022.V21i01.P01.
- [14] F. Syahbakti Lukman, H. Cahyadi, H. Mubarak, And A. Hasibuan, “Penurunan Gangguan Penyulang Br-10 Dengan Inspeksi Camera Stick Pada Pln Up3 Lhokseumawe,” *Rele (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 5, No. 2, Jan. 2023, Doi: 10.30596/Rele.V5i2.13087.
- [15] J. Efendi, “Analisa Aliran Beban Pada Sistem Tenaga Listrik Di Pusat Penampung Produksi Menggung Pertamina Asset Iv Field Cepu Menggunakan Software Etap 12.6.”
- [16] A. Hasibuan, M. Isa, I. Nrrartha Ari Made, And S. Hardi, *Improving Voltage Profile Of 150kv Transmission Line In Aceh Subsystem With Capasitor Bank Installation*. 2019.

- [17] A. Hasibuan And D. Sartika Tambunan, “Design And Development Of An Automatic Door Gate Based On Internet Of Things Using Arduino Uno Internet Of Things Iot Arduino Automatic Door Gate Bluetooth,” *Bulletin Of Computer Science And Electrical Engineering*, Vol. 2, No. 1, Pp. 17–27, 2021, Doi: 10.25008/Bcsee.V2i1.1141.
- [18] R. Ismail, A. Hasibuan, M. Isa, F. Abdurrahman, And N. Islami, “Mitigation Of High Voltage Induction Effect On Iccp System Of Gas Pipelines: A Field Case Study,” *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics And Control)*, Vol. 17, No. 6, Pp. 3226–3231, Dec. 2019, Doi: 10.12928/Telkomnika.V17i6.12493.
- [19] H. Arnawan, I. Muzamir, I. Y. Mohd, R. A. R. Siti, And S. Hadi, “Evaluation Of 20 Kv Distribution Network Losses In Radial Distribution Systems Due To Distributed Generation Penetration,” In *Journal Of Physics: Conference Series*, Iop Publishing Ltd, Dec. 2021. Doi: 10.1088/1742-6596/2129/1/012085.
- [20] A. M. Dalimunthe Et Al., “Analisis Stablitas Sistem Tenaga Listrik Single Mesin Menggunakan Krlterla 1 Luas Sama Oan Rlpple Flux Dalam Motor Zulkarnain Lubis Perancangan Robot Tanaman Pintar Barbasiskan Artificial Neural Network Dbtrlbu8l Ol Pt. Pln (Persero) Area Lhokseumawe,” 2016.