

Analisa Susut Energi Pada Sistem Jaringan Distribusi Kantor Pelayanan Tolikara PT PLN (Persero) UP3 Wamena

Safii Ma'Arif¹ dan Dedi Nugroho²

¹Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung Semarang
Jl. Kaligawe Raya No.Km.4, Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah 50112
e-mail: safiimaarif45@gmail.com

Abstrak— Pada PT PLN (Persero) UP3 Wamena, perhitungan susut masih dihitung dalam lingkup ULP, sedangkan pada UP3 Wamena terdapat beberapa sistem yang terpisah dari sistem utama. Sistem yang terpisah tersebut perlu dihitung susutnya agar mengetahui perbaikan susut yang diperlukan. Pada kantor pelayanan Tolikara belum diketahui seberapa besar susut distribusinya. Sehingga diperlukan adanya perhitungan susut pada KP Tolikara. Dalam menghitung susut distribusi menggunakan formula jogja yang digunakan sebagai acuan untuk menghitung susut pada PT PLN (Persero). Hasil perhitungan susut distribusi pada TW I sebesar -3.266 kWh (-0,63%) dengan rincian susut teknis sebesar 25.509 kWh (4,98%) dan susut non teknis sebesar -28.735 kWh (-5,61%). Sedangkan susut distribusi pada TW II sebesar 131.017 kWh (22,30%) dengan rincian susut teknis sebesar 30.290 kWh (5,16%) dan susut non teknis sebesar 100.727 kWh (17,15%). Terdapat pengaruh promo kelistrikan yang pada bulan Januari hingga Februari yang menyebabkan perubahan yang signifikan dari TW I ke TW II. Selain itu penyebab terjadinya susut non teknis yang besar dikarenakan adanya pencurian listrik. Untuk menurunkan susut distribusi salah satu upaya yang dilakukan adalah melaksanakan P2TL (Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik).

Kata kunci: *Susut Distribusi, Formula Jogja, KP (Kantor Pelayanan)*

Abstract— At PT PLN (Persero) UP3 Wamena, loss calculations are still conducted at the ULP level, whereas UP3 Wamena consists of several systems that are separated from the main system. These isolated systems need to have their losses calculated in order to identify the necessary loss reduction measures. At the Tolikara Service Office, the magnitude of distribution losses has not yet been determined. Therefore, it is necessary to calculate the distribution losses at the Tolikara Service Office. The calculation of distribution losses in this study uses the Jogja formula, which is applied as a reference for loss calculations at PT PLN (Persero).

The results show that the distribution loss in the first quarter (Q1) was -3,266 kWh (-0.63%), consisting of technical losses of 25,509 kWh (4.98%) and non-technical losses of -28,735 kWh (-5.61%). Meanwhile, the distribution loss in the second quarter (Q2) was 131,017 kWh (22.30%), consisting of technical losses of 30,290 kWh (5.16%) and non-technical losses of 100,727 kWh (17.15%). There was an influence of an electricity promotion program implemented from January to February, which caused a significant change from Q1 to Q2. In addition, the large non-technical losses were mainly caused by electricity theft. One of the efforts to reduce distribution losses is the implementation of P2TL (Electricity Usage Control and Enforcement).

Keywords: *Distribution Losses, Jogja Formula, KP (Customer Service Office)*

I. PENDAHULUAN

PT PLN (Persero) merupakan badan usaha milik negara yang bertanggung jawab dalam penyediaan dan penyaluran tenaga listrik di Indonesia. Dalam proses distribusi energi listrik, salah satu permasalahan utama yang dihadapi adalah terjadinya rugi-rugi daya atau susut energi listrik. Susut distribusi didefinisikan sebagai energi listrik yang hilang atau tidak tersalurkan ke pelanggan dan menjadi indikator efisiensi sistem kelistrikan serta sumber kerugian bagi perusahaan.

Susut energi tidak dapat dihilangkan sepenuhnya, namun dapat dikendalikan melalui perhitungan dan analisis yang tepat. PLN menggunakan metode Formula Jogja untuk menghitung besaran susut serta mengklasifikasikannya menjadi susut teknis dan susut non-teknis. Informasi ini penting sebagai dasar dalam menentukan langkah perbaikan untuk menekan nilai susut.

Permasalahan susut semakin kompleks pada wilayah dengan kondisi geografis tertentu, terutama pada sistem kelistrikan yang terpisah dan memiliki jaringan distribusi

panjang. Kondisi tersebut juga terjadi pada PT PLN (Persero) UP3 Wamena, khususnya pada sistem kelistrikan Kantor Pelayanan Tolikara yang berada di bawah naungan ULP Yalimo, di mana hingga saat ini besaran susut distribusinya belum diketahui.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kondisi susut distribusi dan saran perbaikan yang digunakan untuk menekan susut pada kantor pelayanan Tolikara.

II. STUDI PUSTAKA

A. Kantor Pelayanan

Kantor pelayanan adalah sub unit atau satuan kerja di bawah unit layanan pelanggan (ULP) yang bertugas menangani pelayanan kelistrikan pada daerah tertentu yang jauh dari jangkauan ULP. Unit ini dibentuk supaya memberikan penanganan secara cepat apabila terjadi gangguan atau permasalahan pada jaringan listrik.

B. Susut Distribusi

Susut (losses) adalah sejumlah energi yang hilang dalam proses pengaliran energi listrik mulai dari gardu induk sampai konsumen. Apabila tidak terdapat gardu induk, susut (losses) dimulai dari gardu distribusi sampai dengan konsumen. Susut distribusi adalah selisih antara jumlah energi listrik yang dikirimkan dari sisi pembangkitan atau gardu induk dengan jumlah energi listrik yang diterima oleh pelanggan pada sisi distribusi. Secara teknis, susut distribusi terjadi akibat berbagai faktor yang dapat dibedakan menjadi susut teknis dan susut non-teknis.

- Susut Teknis

Susut teknis adalah kehilangan energi listrik yang terjadi karena sifat alami dari peralatan listrik dan jaringan distribusi, seperti resistansi pada konduktor, rugi-rugi transformator, serta arus bocor pada isolator. Susut ini merupakan hal yang tidak dapat dihindari sepenuhnya dalam sistem kelistrikan, namun dapat diminimalkan melalui desain yang baik, penggunaan peralatan yang efisien, dan pemeliharaan yang tepat.

- Susut Non Teknis

Susut non-teknis adalah kehilangan energi listrik yang tidak berkaitan langsung dengan karakteristik teknis sistem, tetapi lebih kepada faktor eksternal. Contohnya termasuk pencurian listrik, kesalahan pengukuran pada meteran, dan ketidakakuratan administrasi pelanggan. Susut ini sering menjadi perhatian utama karena dapat dikurangi melalui kebijakan yang lebih ketat dan pengawasan yang lebih efektif.

C. Rumus Susut Jogja (Formula Jogja)

Metode perhitungan susut dengan menggunakan Rumus Susut Jogja pertama kali diperkenalkan untuk digunakan di PT PLN (Persero) pada tahun 2012. Kumpulan rumus ini disepakati di Jogja pada saat pertemuan pembahasan Strategi Penurunan Susut. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, hal yang melatarbelakangi pembuatan kesepakatan ini dikarenakan tidak adanya keseragaman pada semua unit di PLN dalam menghitung susut sehingga

menyulitkan tolak ukur yang pas guna menentukan strategi penurunan susut yang tepat dan keseluruhan. [8]

Penghitungan susut menggunakan formula jogja membutuhkan beberapa data, yaitu:

- Form 12RB (Neraca Energi)
- Form 12C (Data Asset Jaringan)
- TUL309 (Laporan Penjualan)

Perhitungan susut menggunakan formula jogja terbagi menjadi 3 tahapan :

1. Perhitungan Primer

Perhitungan primer menjadi langkah awal untuk menghitung susut dengan menyiapkan data kWh Produksi netto dan kWh Penjualan TUL309. Susut merupakan hasil dari kWh siap salur dikurangi kWh kirim unit lain dan pemakaian sendiri sistem distribusi serta kWh penjualan.

2. Perhitungan Data Teknis

Perekapan data teknis atau data asset jaringan distribusi (Form 12C) sebagai dasar perhitungan dari susut teknis pada formula jogja. Semakin akurat perhitungan data asset semakin akurat juga hasil dari perhitungan susut teknisnya.

3. Perhitungan Susut

Pada tahap ini perhitungan susut akan menghasilkan pembagian susut teknis dan susut non teknis. Susut teknis terdiri dari susut jaringan tegangan menengah (JTM), susut trafo, susut jaringan tegangan rendah (JTR) dan susut sambungan rumah (SR). Sedangkan susut non teknis adalah hasil pengurangan dari susut total dengan susut teknis.

Hasil dari perhitungan susut menggunakan formula Jogja yaitu *duppon chart* susut. *Duppon Chart* merupakan sebuah representasi visual yang menggambarkan berbagai sumber penyebab terjadinya susut, disertai dengan nilai atau besaran susut dari masing-masing komponen berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus susut Jogja. Dalam bagan ini, setiap komponen ditampilkan secara terperinci untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai kontribusi masing-masing penyebab terhadap total susut.

III. METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada kantor pelayanan (KP) Tolikara PT PLN (Persero) UP3 Wamena. Kantor pelayanan Tolikara berada di Kabupaten Tolikara, Provinsi Papua Pegunungan. Untuk waktu penelitian yaitu dimulai pada bulan Januari 2025 sampai Juni 2025.

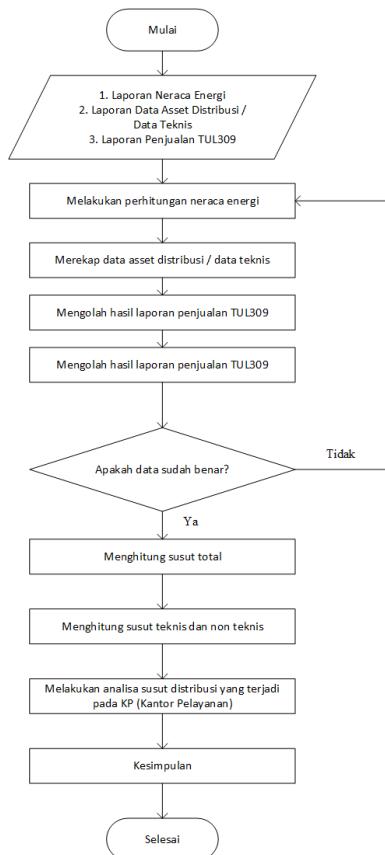
B. Jenis Data Penelitian

Jenis data yang diambil untuk penelitian ini yaitu meliputi data-data sebagai berikut:

1. Data asset atau teknis sistem distribusi
2. Laporan neraca energi
3. Laporan penjualan TUL III-09
4. Formula Jogja

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

C. Tahapan Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah penjelasan dari diagram alir penelitian:

1. Penelitian tentang analisa susut distribusi pada kantor pelayanan (KP) ini menggunakan metode pengumpulan data, perhitungan, dan analisa data.
2. Pengumpulan data di lakukan di PT PLN (Persero) UP3 Wamena.
3. Melakukan perhitungan neraca energi pada kantor pelayanan dari laporan neraca energi.
4. Merekap data teknis yang terdapat pada kantor pelayanan dengan mengambil data dari laporan data asset distribusi.
5. Mengolah hasil laporan penjualan TUL III-09 agar memisahkan penjualan yang terjadi pada daerah kantor pelayanan.
6. Memeriksa kembali semua data agar tidak ada kesalahan. Apabila data belum benar, periksa kembali data-data tersebut.
7. Menghitung susut total atau susut distribusi secara keseluruan.
8. Membagi susut teknis dan non teknis menggunakan perhitungan formula Jogja.
9. Melakukan analisa terhadap hasil dari perhitungan susut distribusi yang terjadi pada kantor pelayanan.
10. Membuat kesimpulan dan memberikan saran perbaikan terhadap hasil susut distribusi.
11. Selesai.

A. Pengambilan Data Laporan Penjualan

Laporan penjualan (TUL III-09) adalah laporan yang digunakan untuk mencatat data penjualan listrik yang digunakan oleh Pelanggan. Laporan ini berupa jumlah kWh yang digunakan oleh Pelanggan dan data kWh Emin. kWh Emin adalah energi listrik minimum yang perlu dibayarkan oleh Pelanggan PLN yang menggunakan sistem pasca bayar. Laporan penjualan tersebut adalah hasil dari perhitungan penjualan pada Pelanggan pasca bayar dan prabayar. Untuk laporan penjualan prabayar adalah hasil estimasi berdasarkan jumlah yang dibeli oleh Pelanggan dalam 1 bulan. Sedangkan untuk laporan penjualan pasca bayar adalah hasil pemakaian energi listrik yang yang terukur pada kWh meter dan dibaca oleh Petugas setiap akhir bulan.

Tabel 1. Laporan Penjualan Kabupaten Tolikara

| Bulan | KWh Penjualan TUL III-09 | E-min | KWh Penjualan Tanpa Emin |
|-------------|--------------------------|-------|--------------------------|
| Januari | 200.603 | - | 200.603 |
| Februari | 140.650 | - | 140.650 |
| Maret | 168.085 | - | 168.085 |
| April | 132.532 | - | 132.532 |
| Mei | 159.700 | - | 159.700 |
| Juni | 157.520 | - | 157.520 |
| Triwulan I | 509.338 | - | 509.338 |
| Triwulan II | 449.753 | - | 449.753 |

B. Pendataan Data Asset Jaringan

Pengumpulan data asset jaringan yaitu berupa ukuran dan panjang pada jaringan tegangan menengah (JTM) dan jaringan tegangan rendah (JTR), selain itu untuk trafo dibutuhkan jumlah dan daya trafo tersebut. Hasil dari pengumpulan data asset jaringan pada kantor pelayanan Tolikara dari bulan Januari hingga Juni 2025 sebagai berikut:

Tabel 2. Data Asset Jaringan Distribusi KP Tolikara

| Asset | Jenis Konduktor | Panjang (kms) | | | | | |
|-------|---------------------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | JAN | FEB | MAR | APR | MEI | JUN |
| JTM | A3C 70 mm ² | 8,22 | 8,22 | 8,22 | 8,22 | 8,22 | 8,22 |
| JTR | NFA2X-T 3X35 mm ² | 6,89 | 6,89 | 6,89 | 6,89 | 6,89 | 6,89 |
| SR | NFA2X 2x10 mm ² | 52,53 | 52,77 | 52,77 | 54,81 | 54,96 | 55,26 |

Tabel 3. Data Asset Trafo Distribusi KP Tolikara

| Asset | Ukuran / KVA Trafo | Jumlah (buah) | | | | | |
|-------|--------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | JAN | FEB | MAR | APR | MEI | JUN |
| Trafo | 50kVA;3f | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 100kVA;3f | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | 160kVA;3f | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 200kVA;3f | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

C. Pembuatan Laporan Neraca Energi (Form 12RB)

Neraca energi digunakan untuk menghitung semua titik transaksi yang berada di PLN. Dari energi yang dibangkitkan di pembangkit hingga energi yang digunakan oleh Pelanggan. Berikut hasil dari neraca energi pada kantor pelayanan Tolikara dari bulan Januari hingga Juni 2025.

Tabel 4. Laporan Neraca Energi KP Tolikara

| Bulan | KWh Siap Salur | PSSD | KWh Kirim Unit Lain | KWh Jual Tanpa Emin |
|----------|----------------|-------|---------------------|---------------------|
| Januari | 151.064 | 2.185 | - | 200.603 |
| Februari | 162.808 | 1.980 | - | 140.650 |
| Maret | 198.598 | 2.192 | - | 168.085 |
| April | 194.273 | 2.185 | - | 132.532 |
| Mei | 198.991 | 2.263 | - | 159.700 |
| Juni | 194.153 | 2.199 | - | 157.520 |

D. Menghitung Susut Menggunakan Formula Jogja

Penghitungan susut menggunakan metode formula jogja digunakan oleh perusahaan PT PLN (Persero) sebagai acuan untuk menghitung nilai susut pada sistem distribusi. Metode formula jogja mengolah data yang sebelumnya disiapkan yaitu laporan penjualan (TUL III-09), laporan data asset jaringan (Form 12RC), dan laporan neraca energi (Form 12RB). Pada metode formula jogja dibagi menjadi 3 tahapan yaitu:

1) Perhitungan Primer

Perhitungan primer menjadi langkah awal untuk menghitung susut dengan menyiapkan data kWh siap salur dan kWh Penjualan TUL III-09. Perhitungan untuk mencari susut total menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Susut} = A - B - C - D \quad (1)$$

Keterangan:

A = kWh siap salur

B = kWh kirim unit lain

C = PSSD

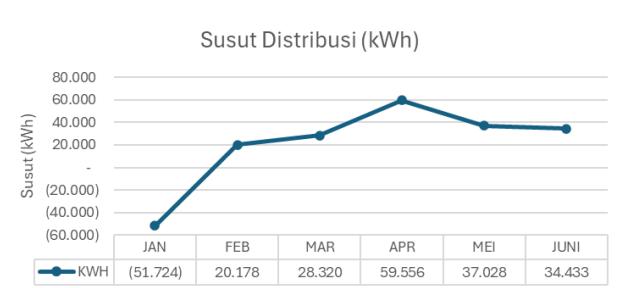
D = kWh Penjualan

Tabel 5. Perhitungan Primer KP Tolikara TW I

| | JAN | FEB | MAR | TW I |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|
| Siap Salur | 151.064 | 162.808 | 198.598 | 512.470 |
| Penjualan Total | 200.603 | 140.650 | 168.085 | 509.338 |
| Penjualan Sisi TT | - | - | - | - |
| Penjualan Sisi TM | - | - | - | - |
| Penjualan Sisi TR | 200.603 | 140.650 | 168.085 | 509.338 |
| Kirim Unit Lain | - | - | - | - |
| PSSD | 2.185 | 1.980 | 2.192 | 6.357 |
| Susut Total | -51.724 | 20.178 | 28.320 | -3.226 |

Tabel 6. Perhitungan Primer KP Tolikara TW II

| | APR | MEI | JUN | TW II |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|
| Siap Salur | 194.273 | 198.991 | 194.153 | 587.418 |
| Penjualan Total | 132.532 | 159.700 | 157.520 | 449.753 |
| Penjualan Sisi TT | - | - | - | - |
| Penjualan Sisi TM | - | - | - | - |
| Penjualan Sisi TR | 132.532 | 159.700 | 157.520 | 449.753 |
| Kirim Unit Lain | - | - | - | - |
| PSSD | 2.185 | 2.263 | 2.199 | 6.648 |
| Susut Total | 59.566 | 37.028 | 34.433 | 131.017 |



Gambar 2. Grafik Susut Distribusi KP Tolikara

2) Perhitungan Data Teknis

Hasil dari proses pendataan aset distribusi (Form 12RC) kemudian diolah untuk memperoleh informasi teknis yang lebih komprehensif terkait kondisi aset jaringan. Untuk aset jaringan distribusi digunakan untuk mencari nilai rata-rata resistansi dari setiap jenis jaringan. Sementara itu, untuk aset transformator (trafo), data yang dikumpulkan difokuskan pada rugi-rugi daya yang terjadi pada dua komponen utama, yaitu inti trafo (*core loss*) dan belitan trafo (*copper loss*). Melalui pengolahan data tersebut, diperoleh nilai rata-rata rugi-rugi daya pada inti trafo dan belitan trafo. Perhitungan Data Teknis sebagai berikut:

1. Perhitungan Jaringan SUTM

| Material | Alumunium | Jumlah | R Total (Ω) | R (Ω/km) |
|----------------|--------------------|--------|-------------|----------|
| Resistansi (Ω) | 0,47 | | | |
| Penampang | 70 mm ² | | | |
| Jumlah Asset | 8,22 | 8,22 | 3,89 | 0,47 |

Gambar 3. Perhitungan Data Teknis SUTM

2. Perhitungan Jaringan JTR

| Material | Alumunium | Jumlah | R Total (Ω) | R (Ω/km) |
|----------------|---------------------|--------|-------------|----------|
| Resistansi (Ω) | 0,94 | | | |
| Penampang | 3X35mm ² | | | |
| Jumlah Asset | 6,89 | 6,885 | 6,45 | 0,94 |

Gambar 4. Perhitungan Data Teknis JTR

3. Perhitungan Jaringan SR

| Material | Alumunium | Jumlah | R Total (Ω) | R (Ω/km) |
|----------------|---------------------|--------|-------------|----------|
| Resistansi (Ω) | 3,33 | | | |
| Penampang | 2X10mm ² | | | |
| Jumlah Asset | 6,885 | 6,885 | 22,90 | 3,33 |

Gambar 5. Perhitungan Data Teknis SR

4. Perhitungan Trafo Distribusi

| RUGI-RUGI | Rugi Besi (kW) | 0,15 | 0,3 | 0,4 | 0,48 | Jumlah | Ekuivalen |
|-------------------|----------------|------|------|------|-------|--------|-----------|
| Rugi Tembaga (kW) | 0,80 | 1,60 | 2,00 | 2,50 | | | |
| KVA | 50 | 100 | 160 | 200 | Trafo | KVA | LFE LCU |
| Jumlah Asset | 2 | 6 | 2 | 1 | 11 | 1220 | 0,31 1,61 |

Gambar 6. Perhitungan Data Teknis Trafo

3) Perhitungan Susut

Perhitungan susut pada bagian ini digunakan untuk menghitung besaran susut dari setiap bagian. Perhitungan susut membagi susut distribusi menjadi 2 yaitu susut teknis dan susut non teknis. Perhitungan susut teknis memiliki banyak variabel yang digunakan sebagai perhitungan. Berikut variabel yang digunakan untuk menghitung susut teknis:

a) Faktor Susut

Sebelum menghitung nilai susut teknis, perlu untuk menentukan nilai dari faktor-faktor susut. Nilai aktor-faktor susut tersebut mempengaruhi besaran susut pada setiap komponen sistem distribusi. Faktor-faktor tersebut yaitu Faktor Beban (LF), Faktor Susut (LLF), Faktor Kerja (Cos phi), Tahan Penghantar (R), Faktor Koreksi (FK), dan Periode perhitungan.

| | TM | Trafo | TR | SR |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Faktor Beban (LF) | 0,56 | 0,46 | 0,42 | 0,42 |
| Faktor Susut (LLF) | 0,39 | 0,29 | 0,25 | 0,25 |
| Faktor Kerja (FK/Cos j) | 0,93 | 0,85 | 0,75 | 0,70 |
| Tahan Penghantar (R) Ohm/km | 0,47 | | 0,94 | 3,33 |
| Faktor Koreksi (FK) | 1,00 | 1,3 | 0,42 | 1,89 |
| Periode perhitungan Jam | 2,160 | 2,160 | 2,160 | 2,160 |

Gambar 7. Faktor Susut di KP Tolikara

Nilai dari faktor beban dan faktor kerja sudah ditetapkan dari PT PLN (Persero), nilainya berdasarkan lokasi sistem yang dihitung susutnya.

| | PF | | | | LF | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | TM | TRF | TR | SR | TM | TRF | TR | SR |
| Jawa Bali | 0,90 | 0,80 | 0,80 | 0,70 | 0,67 | 0,46 | 0,45 | 0,44 |
| SumKalSul | 0,90 | 0,85 | 0,82 | 0,78 | 0,61 | 0,45 | 0,42 | 0,40 |
| Sistem Kecil | 0,93 | 0,85 | 0,75 | 0,70 | 0,56 | 0,46 | 0,42 | 0,42 |

Gambar 8. Ketetapan Nilai Load Factor dan Power Factor

b) Susut Teknis

Susut teknis dihitung setiap komponen jaringan distribusi, dengan urutan perhitungan dari JTM, trafo, JTR, dan yang terakhir SR. perhitungan susut harus berurutan dikarenakan kWh yang digunakan untuk menghitung susut setiap komponen saling berkaitan.

| Input | kWh | bh | kms | TRW I 2025 | TRW II 2025 | TRW I 2025 | TRW II 2025 | TRAFO |
|---|-----|----|-----|------------|-------------|------------|-------------|-------|
| Jml Peny/Trafo/Jur/Kons * | | | | 512.470 | 587.418 | 511.851 | 586.613 | |
| Panjang JTM/KVA Trafo/JTR/SR * | | | | 8 | 1 | 11 | 11 | |
| Panjang/KVA trafo rata-rata | | | | 8,22 | 8,22 | 11,00 | 11,00 | |
| Node per Peny/Jurusan | | | | 11,00 | 11,00 | 0,31 | 0,31 | |
| Rugi besar | | | | | | 1,61 | 1,61 | |
| Rugi tembaga | | | | | | 0,31 | 0,31 | |
| I _{ak} per Peny/Trafo/Jur/Kons | kVA | | | 276 | 313 | 25 | 29 | |
| Rugi beban puncak per Peny/Trafo/Jur/Kons | kW | | | 0,74 | 0,95 | 1,54 | 1,75 | |
| Susut i ² R | kWh | | | 619 | 804 | 10493 | 12026 | |
| Susut i ² R vs input | % | | | 0,12 | 0,14 | 2,05 | 2,05 | |
| Susut i ² R vs input total | % | | | 0,12 | 0,14 | 2,05 | 2,05 | |

Gambar 9. Susut Teknis JTM dan Trafo

| Input | kWh | bh | kms | TRW I 2025 | TRW II 2025 | TRW I 2025 | TRW II 2025 | JTR |
|---|-----|----|-----|------------|-------------|------------|-------------|-----|
| Jml Peny/Trafo/Jur/Kons * | | | | 495.001 | 567.940 | 21 | 21 | |
| Panjang JTM/KVA Trafo/JTR/SR * | | | | 7 | 7 | 1,717 | 1,800 | |
| Panjang/KVA trafo rata-rata | | | | 0,326 | 0,326 | 53 | 55 | |
| Node per Peny/Jurusan | | | | 7 | 7 | 0,0307 | 0,0307 | |
| Rugi besar | | | | | | 0,45 | 0,49 | |
| Rugi tembaga | | | | | | 0,95 | 1,08 | |
| I _{ak} per Peny/Trafo/Jur/Kons | kVA | | | 22 | 24 | 1,08 | 1,08 | |
| Rugi beban puncak per Peny/Trafo/Jur/Kons | kW | | | 0,42 | 0,54 | 0,0016135 | 0,0018834 | |
| Susut i ² R | kWh | | | 4704 | 6125 | 9693 | 11335 | |
| Susut i ² R vs input | % | | | 0,95 | 1,08 | 1,98 | 2,02 | |
| Susut i ² R vs input total | % | | | 0,92 | 1,04 | 1,89 | 1,93 | |

Gambar 10. Susut Teknis JTR dan Trafo

c) Susut Non Teknis

Susut non teknis adalah energi yang hilang bukan disebabkan oleh komponen distribusi, melainkan disebabkan hal-hal seperti pencurian listrik dan menurunnya

akurasi kWh meter. Perhitungan untuk menentukan besaran susut non teknis menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Susut Non Teknis} = \text{Susut Total} - \text{Susut Teknis} \quad (2)$$

| | JANUARI | FEBRUARI | MARET | TW I |
|------------------|---------|----------|--------|--------|
| Susut total | kWh | (51.724) | 20.178 | 28.320 |
| Susut Teknis | kWh | 8.089 | 8.239 | 10.237 |
| Susut Non Teknis | kWh | (59.813) | 11.939 | 18.082 |
| Susut total | % | (34,24) | 12,39 | 14,26 |
| Susut Teknis | % | 5,35 | 5,06 | 5,15 |
| Susut Non Teknis | % | (39,59) | 7,33 | 9,11 |

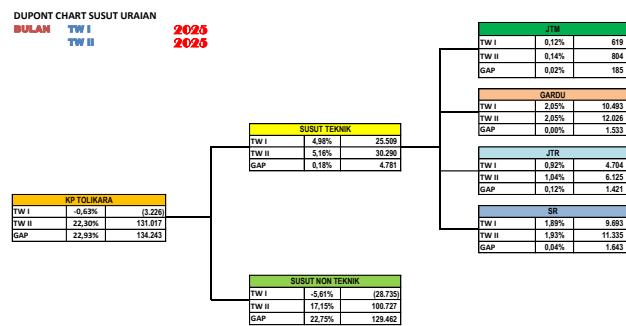
Gambar 11. Perhitungan Susut TW I

| | JANUARI | MARET | JUNI | TW II |
|------------------|---------|--------|--------|--------|
| Susut total | kWh | 59.556 | 37.028 | 34.433 |
| Susut Teknis | kWh | 10.039 | 10.205 | 10.020 |
| Susut Non Teknis | kWh | 49.516 | 26.823 | 14.413 |
| Susut total | % | 30,66 | 18,61 | 22,30 |
| Susut Teknis | % | 5,17 | 5,13 | 5,16 |
| Susut Non Teknis | % | 25,49 | 13,48 | 12,57 |

Gambar 12. Perhitungan Susut TW II

d) Hasil Perhitungan Formula Jogja

Hasil dari perhitungan formula jogja dapat ditampilkan dalam bentuk bagan *Duppon chart*. *Duppon chart* merupakan bagan dari hasil perhitungan formula jogja. Duppon chart mempetakan sumber penyebab susut yang berisi nilai besaran susut masing-masing komponen distribusi.



Gambar 13. Duppon Chart Perhitungan Susut

4) Analisa Hasil Formula Jogja

Pada TW I 2025 di KP Tolikara susut distribusi secara keseluruhan sebesar -3.226 kWh (-0,63%). Untuk susut teknis sebesar 25.509 kWh (4,98%) dan susut non teknis sebesar -28.735 kWh (-5,61%). Penyebab susut distribusi pada TW I memiliki besaran negatif karena pada awal tahun tepatnya di bulan Januari hingga Februari terdapat promo pembayaran listrik. Sehingga pada TW I mengalami kenaikan kWh penjualan yang mengakibatkan penjualan TW I lebih besar terhadap kWh produksi atau kWh siap salur.

Pada TW II 2025 di KP Tolikara susut distribusi secara keseluruhan sebesar 131.017 kWh (22,30%). Untuk susut teknis sebesar 30.290 kWh (5,16%) dan susut teknis sebesar 100.727 kWh (17,15%). Susut distribusi pada TW II mengalami kenaikan yang signifikan dari TW I. Salah satu penyebabnya adalah penurunan penjualan yang diakibatkan banyaknya Pelanggan yang melaksanakan pembelian secara besar-besaran pada promo di bulan Januari dan Februari, sehingga menyebabkan turun secara drastis kWh penjualan. Selain dari promo pembelian listrik, penyebab susut masih tinggi di KP Tolikara dikarenakan masih banyaknya penyambungan liar atau pencurian listrik. Hal tersebut bisa diliat dari besarnya nilai susut teknis pada TW II 2025. Susut teknis pada TW II 2025 tidak mengalami kenaikan

yang signifikan dan bisa dikatakan susut teknis pada KP Tolikara masih normal.

Dari analisa susut distribusi di KP Tolikara terdapat beberapa saran untuk menekan susut distribusi, sebagai berikut:

1. Pengecekan sambungan JTM

Pengecekan sambungan dapat dilakukan dengan menggunakan Thermovision yaitu metode inspeksi berbasis pencitraan termal yang memanfaatkan kamera inframerah untuk mendeteksi perbedaan suhu pada setiap titik sambungan, sehingga kondisi sambungan dapat dianalisis secara akurat.

2. Penyeimbangan beban pada trafo distribusi

Penyeimbangan beban pada trafo distribusi mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap besarnya susut, dikarenakan pembebanan yang seimbang antar fasa dapat mengurangi arus netral. Apabila beban tidak seimbang dapat menyebabkan timbulnya arus netral yang cukup besar dan mengalir pada konduktor netral secara terus-menerus. Arus netral yang besar dapat meningkatkan panas pada konduktor dan menyebabkan susut semakin meningkat.

3. Perbaikan SR Deret

Perbaikan SR deret sangat diperlukan dikarenakan semakin banyak deret pada SR, maka semakin panjang penghantar yang dilalui arus listrik. Kondisi menyebabkan arus yang melalui konduktor SR semakin besar yang akan menyebabkan panas berlebih dan susut pada jaringan tersebut. Selain itu semakin banyaknya SR deret dapat menyebabkan drop tegangan yang mengurangi kualitas pelayanan listrik ke Pelanggan.

4. Penggantian kWh Meter

Penggantian kWh meter diperlukan untuk mengurangi susut pada bagian susut non teknis, dikarenakan adanya kesalahan pengukuran pada kWh meter. Kesalahan pengukuran bisa disebabkan karena kWh meter rusak atau umur kWh meter yang sudah tua. kWh meter yang sudah tua akan mengurangi keakuratan pengukuran tenaga listrik, sehingga diperlukan penggantian kWh meter secara rutin.

5. Penertiban PJU (Penerangan Jalan Umum) liar

Salah satu penyebab susut non teknis meningkat dikarenakan adanya PJU liar. PJU liar adalah suatu pelanggaran yang dilakukan oleh oknum masyarakat atau Pelanggan. Penyebab PJU liar dapat meningkatkan susut karena pemakaian pada PJU tersebut tidak terukur menggunakan alat ukur resmi dari PLN berupa kWh meter.

6. Pelaksanaan P2TL (Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik)

Diliat dari hasil data susut non teknis pada TW II yang besar, salah satu penyebabnya adalah adanya pencurian listrik. Pencurian listrik tersebut perlu ditertibkan, sehingga PLN membentuk tim untuk melaksanakan P2TL yang sudah diatur pada

peraturan direksi PT PLN (Persero) nomor 0028.P/DIR/2023. Sehingga pelaksanaan P2TL adalah upaya yang paling disarankan untuk segera dilakukan karena dampak dari P2TL sangat signifikan apabila pencurian listrik dapat diminimalisir.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisa susut energi pada sistem distribusi di KP Tolikara, didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Hasil perhitungan susut distribusi di KP Tolikara TW I sebagai berikut:
 - Susut total = -3.266 kWh (-0,63%)
 - Susut teknis = 25.509 kWh (4,98%)
 - Susut non teknis = -28.735 kWh (-5,61%)
2. Hasil perhitungan susut distribusi di KP Tolikara TW II sebagai berikut:
 - Susut total = 131.017 kWh (22,30%)
 - Susut teknis = 30.290 kWh (5,16%)
 - Susut non teknis = 100.727 kWh (17,15%)
3. Susut distribusi di TW I mengalami penurunan yang signifikan hingga bisa bernilai negatif dikarenakan adanya promo kelistrikan pada bulan Januari hingga Februari.
4. Susut distribusi di TW II mengalami kenaikan dari TW I salah satu penyebabnya dampak dari promo kelistrikan yang menyebabkan penurunan penjualan dan dari hasil perhitungan pada TW II dapat diketahui susut non teknis yang tinggi.
5. Susut non teknis yang tinggi disebabkan masih banyaknya pencurian yang terjadi di KP Tolikara, sehingga perlu dilaksanakan P2TL untuk menertibkan Pelanggan yang melakukan pencurian listrik.

REFERENSI

- [1] Basri, H., & Wiharja, U. (2022). Studi Pendekatan Formula Jogja Pada Jaringan Distribusi PT. PLN UP3 Pondok Gede. *Universitas Krisnadwipayana*.
- [2] Danil, H. (2013). Analisa Susut Energi Pada Sistem Jaringan Distribusi di PT PLN APJ Yogyakarta UPJ Wonosari Unit Semanu. *UPN "Veteran" Yogyakarta*.
- [3] Desmira, & Khoirunnisa, N. (2020). Pengaruh Susut Energi (Losses) Pada Jaringan Distribusi (Studi Kasus: di PT. Krakatau Daya listrik) . *Universitas Sultan Ageng Tirtayasa* .
- [4] Keputusan Menteri Keuangan Nomor: 431/KMK.06/2002. (2002).
- [5] LAPI ITB. (2022). *Ringkasan Eksekutif Jasa Konsultasi Penyusunan Kajian Roadmap Susut Nasional PT PLN (Persero)*. LAPI ITB.
- [6] PT PLN (Persero). (2023). *Peraturan Direksi Nomor: 0028.P/DIR/2023*. Jakarta: PT PLN (Persero).
- [7] Putri, A. T., Jumnahdi, M., & Gusa, R. F. (2017). ANALISIS SUSUT ENERGI NON TEKNIS PADA JARINGAN DISTRIBUSI PLN RAYON KOBA. *Universitas Bangka Belitung*.
- [8] Rohmah, A., & Ervianto, E. (2017). Manajemen Susut PT.PLN (Persero) Rayon Siak dengan Menggunakan Metode Perhitungan Rumus Susut Jogja. *Universitas Riau*.
- [9] Watiningsih, T. (2012). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Pada Trafo Distribusi. *Universitas Wijayakusuma Purwokerto*.