

## ANALISIS SUSUT ENERGI PADA SALURAN DISTRIBUSI JARINGAN TEGANGAN RENDAH DI PLN (Persero) UP3 SURABAYA UTARA

**Dwiyani Hidayat<sup>1</sup>, Ir. Gatut Budiono, M.T<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Elektro, <sup>2</sup>Dosen Teknik Elektro  
Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118  
Telp. (031) 5931800, Faks. (031) 5927817  
E-mail: @gmail.com<sup>1</sup>

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis susut energi pada saluran distribusi jaringan tegangan rendah di PLN (Persero) UP3 Surabaya Utara. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mengumpulkan data energi yang hilang di setiap titik distribusi dan mengidentifikasi penyebab utama susut energi tersebut. Selain itu, penelitian ini juga akan mengidentifikasi tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi susut energi pada saluran distribusi tersebut. Berdasarkan hasil penelitian besarnya susut teknis pada PT PLN UP3 Surabaya Utara adalah 769.516 kWh, sedangkan besar susut non teknisnya adalah 58,81 kWh. Besar susut teknis lebih besar daripada susut non teknis hal ini dikarenakan pelanggan pada PLN UP3 Surabaya Utara adalah pelanggan tegangan rendah sehingga susut non teknis bisa ditekan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang tepat untuk meningkatkan efisiensi energi pada saluran distribusi jaringan tegangan rendah di PLN (Persero) UP3 Surabaya Utara.

**Kata Kunci:** *Susut, Losses, Tegangan Rendah, PLN*

### PENDAHULUAN

Jaman sekarang kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi membuat kebutuhan listrik semakin meningkat. Setiap tahun laju pertumbuhan penduduk terus meningkat berbanding lurus dengan peningkatan kebutuhan energi listrik. Hal tersebut memunculkan masalah yang baru bagi perusahaan listrik negara (PLN). Sumber energi yang telah disalurkan oleh PLN tidak semuanya tersalurkan kepada masyarakat, karena adanya sebagian yang hilang yang dinamakan susut daya (*losses*). Hal ini dapat disebabkan oleh bermacam-macam faktor, seperti kebocoran isolator akibat adanya penurunan terhadap tegangan, adanya kelebihan beban. Penurunan tegangan adalah suatu indikator paling utama dalam kualitas daya dan

mempunyai efek yang sangat besar pada saat keadaan normal peralatan listrik [1].

Berbagai permasalahan dihadapi oleh PLN salah satunya adalah susut energi yang terjadi selama proses pendistribusian listrik kepada pelanggan. Penyusutan ini dapat ditemukan di berbagai tempat pada jaringan tenaga listrik, mulai dari pembangkitan, transmisi, sampai dengan jaringan distribusi kepada pelanggan. Berdasarkan informasi dari PT.PLN (Persero) sebagian besar penyusutan energi terjadi pada jaringan distribusi hal ini disebabkan karena pada jaringan distribusi tegangan yang dipakai berada dalam rentang tegangan menengah dan tegangan rendah. Dimana untuk tegangan menengah dan tegangan rendah arus yang mengalir pada jaringan bernilai besar. Susut energi

menyebabkan energi yang dikirimkan tidak sebesar energi yang dihasilkan, sehingga mengurangi potensi penjualan energi listrik oleh PLN. Bila nilai susut tidak diperhatikan oleh PLN, akan sangat mungkin nilai energi listrik yang dibangkitkan atau dibeli akan jauh lebih besar dari nilai energi listrik yang dibayar oleh pelanggan. Kondisi ini dapat diartikan sebagai rugi-rugi energi yang dihadapi PT. PLN (Persero) [1].

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Sistem Tenaga Listrik**

Sistem Tenaga Listrik Sistem tenaga listrik merupakan sebuah kesatuan interkoneksi komponen-komponen atau alat-alat listrik dengan sistem berskala besar berfungsi sebagai pusat terhubung sistem penyediaan tenaga listrik untuk menyalurkan listrik dari produsen menuju konsumen. Terdapat tiga komponen utama pada sistem tenaga listrik: a) Pembangkitan b) Transmisi c) Distribusi [2].

### **2.2 Transmisi**

Transmisi merupakan komponen yang sangat vital dalam sistem tenaga listrik, hal tersebut disebabkan karena jarak yang digunakan untuk transmisi biasanya jauh, sehingga proteksi sistem harus benar-benar dipikirkan, karena yang merusak sistem bisa dari faktor alam ataupun faktor teknis. Biasanya tahap transmisi dimulai dari Gardu Induk sampai Gardu Distribusi, dengan level tegangan yang paling tinggi di sistem kelistrikan yang terpasang [3].

### **2.3 Distribusi**

Distribusi merupakan bagian penghubung antara transmisi dengan konsumen dengan tujuan mendistribusikan energi listrik dengan menggunakan tegangan rendah. Proses distribusi dimulai

dari PMT *outgoing* pada gardu induk 20 kV sampai alat penghitung dan pembatas (APP) di konsumen. Topologi dalam distribusi yang umum digunakan ring, radial, spindle ataupun mesh. Banyaknya komponen sistem tenaga listrik yang terpasang mengindikasikan meningkatnya penggunaan beban dengan semakin besarnya suatu kota maka jaringan yang terhubung akan meningkat [4].

### **2.4 Susut Energi Jaringan**

Susut energi merupakan adanya energi yang hilang akibat berbagai macam sebab, secara umum susut energi tersebut diklasifikasikan menjadi dua bagian utama, yaitu susut teknis dan susut non teknis. Susut Non-Teknis merupakan susut atau daya yang hilang akibat faktor-faktor non teknis, dalam artian merupakan susut yang benar-benar tidak bisa diperhitungkan penyebab dari susut ini [5].

## **METODE PENELITIAN**

Metode atau langkah-langkah yang dilakukan untuk menurunkan susut dari segi teknis dan non teknis yaitu melakukan penyeimbangan beban trafo, penggantian tap konektor pada PHB-TR dan jaringan. Dari perbaikan tersebut akan diketahui berapa besar penurunan susut setelah dilakukan perbaikan.

Pengambilan data dalam penurunan susut ini dilakukan di PT PLN (Persero) UP3 Surabaya Utara tepatnya pada Jl. Gelombang No. 64, Alun-alun Contong, Kec. Bubutan, Kota Surabaya, Jawa Timur, Kode Pos 60174.

Salah satu tahapan paling penting dari semua penelitian adalah pengumpulan data yang menunjang, karena data yang akan didapat akan sangat menentukan seperti apa pengolahan data yang akan digunakan [6]. Tahapan pra penelitian yang

ada dalam penulisan penelitian ini dipecah menjadi dua bagian lagi, yaitu studi pustaka dan pengumpulan data dari PT PLN (Persero) UP3 Surabaya Utara.

Dalam penelitian ini pelaksanaannya terbagi menjadi empat tahapan diantaranya:

1. Tahap Awal
  - a. Mengumpulkan data kwh produksi, kwh jual dan susut pada bulan agustus 2021
  - b. Mengumpulkan data pengukuran tegangan dan beban trafo GTT bulan agustus 2021
2. Tahap Susut Teknis
  - a. Mengukur tegangan dan arus pada fasa dan netral di GTT yang tidak seimbang.
  - b. Melakukan thermovision sambungan-sambungan JTR, toefar dan infoer PHBTR pada GTT yang tidak seimbang.
  - c. Melakukan pengukuran tegangan pada pelanggan pangkal dan ujung di setiap GTT.
3. Analisa
  - a. Perhitungan Selisih Perurunan Susut
  - b. Mengevaluasi *saving energy* (kWh)
4. Kesimpulan dan Saran Metode Pelaksanaan

Tabel 1. Neraca PLN (Persero) UP3 Surabaya Utara

Realisasi Kumulatif Bulan Agustus 2021	
kWh produksi (kWh)	7.068.14
kWh jual (kWh)	6.239.813
Susut total (kWh)	828.327
Susut (%)	11.73

Tabel 1. *Action Plan* dari segi Teknis

No	<i>Action Plan (Teknik)</i>
1	Menghitung Susut Teknis

No	<i>Action Plan (Teknik)</i>
2	Menghitung Susut Non-Teknis

Dari data neraca kWh produksi jual beli dan susut diatas maka dilakukan beberapa *action plan* dengan metode sebagai berikut:

1. Menghitung Susut Teknis
2. Menghitung Susut Non-Teknis

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Susut PT PLN (Persero) UP3 Surabaya Utara

Data transformator didapatkan dari katalog transformator. Sedangkan arus beban didapatkan dan pengambilan data selama satu minggu pada transformator. Satu minggu pengambilan data arus beban transformator akan menggambarkan pemakaian daya setiap harinya. Pemakaian daya setiap harinya berbeda karena produksi pelanggan industri juga berbeda setiap harinya. Data transformator pelanggan sebagai berikut:

Rugi inti besi ( $P_{Fe}$ ) = 480W

Rugi tembaga ( $P_{cu}$ ) = 2500 W

Arus beban (I) = 3537,8 A

Panjang TR = 12043 m

Dari data diatas dapat dihitung arus nominalnya menurut. Arus nominal adalah arus yang masih bisa dibebankan pada transformator. Besar arus nominal transformator sebagai berikut:

$$I_n = \frac{K_{trans}}{V\sqrt{3}}$$

$$I_n = \frac{200}{20,4\sqrt{3}}$$

$$I_n = 5,6 A$$

Dan arus nominal diatas dapat dihitung resistansi tembaga transformator. Besarnya resistansi tembaga tergantung dari kapasitas transformator dan arus

nominalnya. Besarnya resistansi tembaga adalah:

$$R_{cu} = \frac{P_{cu}}{I_n^2}$$

$$R_{cu} = \frac{2500}{(5,6)^2}$$

$$R_{cu} = 79,71 \Omega$$

Jadi, resistansi tembaga transformator adalah 79.71  $\Omega$  Sehingga besar rugi tembaga sangat dipengaruhi oleh arus pembebanan pada transformator. Berdasarkan hasil perhitungan diatas adalah:

$$P'_{cu} = I^2 \cdot R_{cu}$$

$$P'_{cu} = 35378^2 \cdot 79,71$$

$$P'_{cu} = 998,89 W$$

Rugi tembaga pada transformator sangat dipengaruhi oleh arus beban transformator dan resistansi tembaga transformator, sedangkan rugi inti besi dipengaruhi oleh kapasitas transformator. Besar rugi inti besi adalah konstan dan tidak tergantung oleh pembebanan pada transformator.

P : Massa jenis (Aluminium)  
ℓ : Panjang TR (12,043 m)  
A : Luas penampang (2,5 mm)

$$P_{trans} = P_{Fe} \cdot P'_{cu}$$

$$= 480 + 998,89$$

$$= 1478,89W$$

$$= 1,48kW$$

$$kWh \text{ Produksi} = 7068,14$$

$$kWh \text{ Jual} = 6239,81$$

$$\text{Susut} = kWh \text{ Produksi} -$$

$$kWh = 828,327$$

$$R = \frac{\rho \times l}{A}$$

$$= \frac{480 + 998,89}{2,5 \times 10^6}$$

$$= 127,66 \Omega$$

## 4.2 Susut Teknis

Total susut teknis adalah besarnya energi yang hilang dalam penyaluran daya listrik pada PLN UP3 Surabaya Utara. Besarnya susut total teknis adalah:

$$kWh \text{ i1} = \frac{I^2 \times R}{7068,14} \times 12043$$

$$= \frac{6,8 \times 127,66}{7068,14} \times 12043$$

$$= 1479,09 w$$

$$= 1,5 kWh$$

$$kWh \text{ i2} = \frac{I^2 \times R}{7068,14} \times 12043$$

$$= \frac{47,82 \times 127,66}{7068,14} \times 12043$$

$$= 10401,45 w$$

$$= 10,401 kWh$$

$$kWh \text{ i1} = \frac{I^2 \times R}{7068,14} \times 12043$$

$$= \frac{35,7 \times 127,66}{7068,14} \times 12043$$

$$= 7765,2 w$$

$$= 7,765 kWh$$

$$I1+I2+I3= 19,675 kWh$$

## 4.3 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 dan selisih susut total saluran dengan susut teknis. Besarnya susut non teknis adalah:

Susut non teknis (kW)= Susut total — Susut teknis

$$= 828.327 — 19,675$$

= 808,652 kWh

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian “Analisis Susut Energi Pada Saluran Distribusi Jaringan Tegangan Rendah di PLN (Persero) UP3 Surabaya Utara” terdapat kesimpulan yakni, besar susut teknis pada PT PLN UP3 Surabaya Utara adalah 769.516 kWh, sedangkan besar susut non teknisnya adalah 58,81 kWh. Besar susut teknis lebih besar daripada susut non teknis hal ini dikarenakan pelanggan pada PLN UP3 Surabaya Utara adalah pelanggan tegangan rendah sehingga susut non teknis bisa ditekan.

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat, maka saran yang perlu disampaikan peneliti sebagai berikut :

1. Pemeliharaan trafo dilakukan secara rutin agar keseimbangan beban dan tegangan dapat dijaga sehingga mengurangi susut akibat besarnya arus netral dan *drop* tegangan pada pelanggan.
2. Pengadaan trafo sisipan pada JTR yang terlalu panjang dengan kerapatan beban tinggi sebaiknya dilakukan untuk mengatasi masalah *drop* tegangan.
3. Apabila trafo mengalami ketidakseimbangan beban sebaiknya segera dilakukan pemerataan beban pada SR.

## PUSTAKA

- [1] R. C. D. Sarikin, “Analisis Susut Daya Dan Energi Pada Jaringan Distribusi Di Pt. Pln (Persero) Rayon Panakkukang,” *J. Teknol. Elekterika*, Vol. 16, No. 1, Pp. 43–47, 2019.
- [2] N. Hikmah, “Analisis Susut Tegangan Pada Jaringan Tegangan

Menengah 20 Kv Penyulang Cilawu Pt. Pln (Persero) Ulp Garut Kota.” Universitas Siliwangi, 2019.

- [3] D. Dj, J. Jeckson, And A. F. S. Lago, “Analisis Susut Energi Pada Titik Sambung Ring Penyulang Sepat Menggunakan Thermovision Di Pt Pln (Persero) Rayon Kota Metro,” *J. Ilm. Tek. Elektro*, Vol. 1, No. 1, Pp. 16–19, 2020.
- [4] K. Julian And L. Isworo, “Analisis Susut Umur Transformator Distribusi Akibat Pembebanan Di Pt. Pln (Persero) Up3 Tanjung Priok.” Sekolah Tinggi Teknik Pln, 2019.
- [5] I. A. Simanullang, “Analisis Susut Energi Pada Saluran Distribusi Dengan Beban Pelanggan Jaringan Tegangan Rendah Di Pt. Pln (Persero) Ulp Medan Baru.” Umsu, 2020.
- [6] M. Firdaus, “Analisis Susut Energi Pada Penyulang Wombat Dengan Menggunakan Meter Trafo Distribusi Pt Pln (Persero) Up3 Teluk Naga.” Universitas Mercu Buana Jakarta, 2020.