

Manajemen Susut PT. PLN (Persero) Rayon Siak dengan Menggunakan Metode Perhitungan Rumus Susut Jogja

Ainur Rohmah¹⁾, Ir. Edy Ervianto²⁾

¹⁾Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Riau, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293
Email: ain.ainurrohmah@gmail.com

ABSTRACT

As solely company to manages electricity in Indonesia PT. PLN (Persero) often suffer from business loss due to the following reason, i.e. vulnerability power, unsecure risk, improper finance cost, unknown billing target for street's lighting. To anticipate those problem PLN has conducted best practice in term of losses management which known by Rumus Susut Jogja. This paper proposed this method for PT. PLN (Persero) Rayon Siak to overcome above mentioned problems. Rumus Susut Jogja method has several mechanisms to perform analysis. Firstly, collect the data assets, production's data, and selling's data according to the unit's condition. Then, the process continue by Rumus Susut Jogja to get each losses value. The result of Rumus Susut Jogja was presented in Chart Dupont which divide losses into two part, i.e. technical losses and non-technical losses, so we can evaluate and analyst the losses. Based on the data calculation, PLN Rayon Siak on February 2016 shows the high range losses still remain with 11,59% total losses. This value is approaching the value that showed by [Khord, H.M., et.al.,2002]. Overalls, Rumus Susut Jogja has proven for PLN Rayon Siak able to obtained the exact value of total losses line distribution and successfully to achieve the target into 7,35% by December 2016.

Keywords: losses, calculation method, rumus susut jogja

1. PENDAHULUAN

PT. PLN (Persero) sebagai satu-satunya perusahaan listrik negara yang bertanggungjawab pada sistem kelistrikan di Indonesia masih sering mengalami kendala dalam melaksanakan proses bisnis ketenagalistrikan. Salah satunya yakni kerugian yang menyangkut energi yang hilang. Menurut temuan pemeriksaan BPK tahun 2007 dan 2008 PLN kehilangan potensi pendapatan penjualan tenaga listrik yang berasal dari Inkonsistensi data lapangan dengan SILM dan cara perhitungan susut TM dan TR. Hal ini disebabkan karena dalam setiap verifikasi susut cara menghitung BPP masih tidak seragam.

Susut pada jaringan distribusi dalam sistem ketenagalistrikan merupakan kehilangan kwh energi yang tidak dapat dimanfaatkan, sehingga hal ini merupakan salah satu bentuk pemborosan energi serta menurunkan efisiensi. Pada dasarnya susut jaringan distribusi dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu:

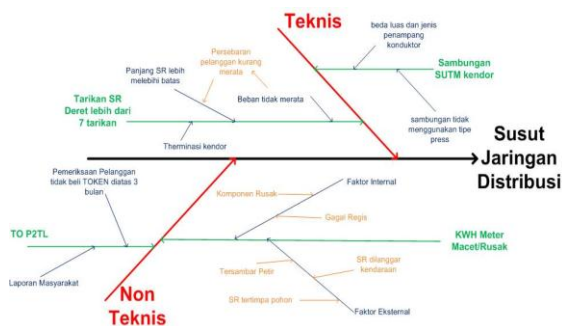
1. Susut teknis
2. Susut non teknis

Berbagai usaha penekanan susut teknis maupun non teknis dilakukan untuk mengurangi kerugian yang diderita perusahaan akibat kehilangan kwh. Dengan mengidentifikasi penyebab tingginya angka susut secara tepat maka selanjutnya dapat ditentukan langkah-langkah yang efektif dan efisien dalam menekan susut tersebut.

II. SUSUT (LOSSES)

“Susut (*losses*) adalah sejumlah energi yang hilang dalam proses pengaliran energi listrik mulai dari Gardu Induk sampai dengan konsumen. Apabila tidak terdapat gardu induk, susut (*losses*) dimulai dari gardu distribusi sampai dengan konsumen”. (Surat Keputusan Menteri Keuangan No. 431/KMK.06/2002, 2002,4)

Pada PT. PLN (Persero) susut memiliki arti yakni selisih antara energi yang dibangkitkan dengan energi yang dijual pada konsumen. Banyak factor yang dapat menyebabkan susut antara lain, dari segi teknis yakni susut jaringan dan dari segi non teknis yakni adanya tindakan dikarenakan factor manusia (*human eror*) yang menyebabkan energi tersebut hilang. Dalam menganalisa kedua factor tersebut (teknis dan non teknis) akan dijabarkan penyebab terjadinya susut dalam metode *fishbone* berikut ini :



Gambar 1. Diagram *Fishbone* Penarikan Akar Masalah Susut

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 telah dijelaskan sebelumnya, hal yang melatarbelakangi pembuatan kesepakatan ini dikarenakan tidak adanya keseragaman pada semua Unit di PLN dalam menghitung susut sehingga menyulitkan tolok ukur yang pas guna menentukan strategi penurunan susut yang tepat dan keseluruhan.

Data Perhitungan yang digunakan untuk

menghitung rumus susut yakni antara lain :

1. Form 12RB (Neraca Energi)
2. Form 12C (Data Aset Jaringan) yang terdiri dari :
 - a. Form 12C1 (Data Aset JTM)
 - b. Form 12C4 (Data Aset Trafo)
 - c. Form 12C6-1 (Data Aset JTR)
3. TUL 309 (Laporan Penjualan)
4. Laporan FGTM

III. RUMUS SUSUT JOGJA

Rumus Susut Jogja terdiri dari tiga bagian yakni perhitungan susut secara langsung, data seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, dan Rumus Susut Jogja itu sendiri. Ketiga komponen tersebut berada dalam satu file sehingga memudahkan dalam menggunakannya dan melakukan perhitungan maupun analisa.

1. Perhitungan Primer

Perhitungan data primer merupakan langkah awal untuk memperoleh kWh Produksi Netto yang sudah siap dijual atau disalurkan ke jaringan listrik.

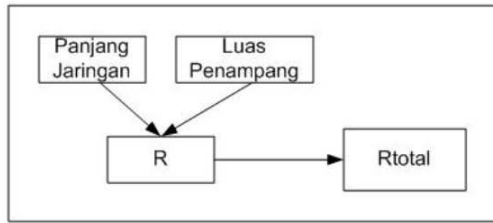
| Formula Yogyakarta (tp 14) | | |
|-------------------------------|--------|-----------|
| Rayon Siak September 2014 | | |
| Penerimaan | *) kwh | 4,353,046 |
| Penjualan total | *) kwh | 3,907,875 |
| Penjualan di sisi TT | *) kwh | - |
| Penjualan di sisi TM | *) kwh | - |
| Penjualan di sisi TR | kwh | 3,907,875 |
| KWh Kirim ke Unit Lain | kwh | - |
| Pemakaian Sendiri GD | kwh | 3,918 |
| Susut total | kwh | 441,253 |
| Susut I2R | kwh | 400,212 |
| Susut non I2R | kwh | 41,041 |
| Susut total | % | 10.14 |
| Susut I2R | % | 9.19 |
| Susut non I2R | % | 0.94 |

Gambar 2. Perhitungan Primer Rumus Susut Jogja

Susut Total pada perhitungan primer yakni Penerimaan dikurangi Penjualan Total dan kWh kirim ke unit lain serta pemakaian sendiri maka diperolehnya kWh Susut Total.

2. Perhitungan Data Teknis

Sebelum melakukan perhitungan pada rumus susut jogja, data asset yang telah diperoleh dari data di lapangan dan dicatat pada Form 12C perlu diolah terlebih dahulu dalam perhitungan berikut :



Gambar 3. Perhitungan Tahanan Data Teknis

Komponen Perhitungan Data Teknis antara lain :

a. Perhitungan Jaringan SKTM

| PANJANG KABEL TEGANGAN MENENGAH 20 kV (meter sirkuit) | | | | | | | |
|---|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------|---------|
| MATERIAL | TEMBAGA (Cu) | | ALUMINIUM (Al) | | | Jumlah | R Total |
| Ω | 1.15 | 0.73 | 0.21 | 0.16 | 0.13 | | |
| Penampang | 16 mm ² | 25 mm ² | 150 mm ² | 185 mm ² | 240 mm ² | | |
| Jumlah aset | - | - | 540 | - | 5.200 | 5.740 | 761 |
| | TW1 | | | | | | |
| Jumlah Penyulang | 8 | | | | | | |

Gambar 4. Perhitungan Data Teknis SKTM

b. Perhitungan Jaringan SUTM

| PANJANG RUTE SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH 20 kV (meter sirkuit) | | | | | | | | |
|--|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---|---------|---------|------|
| MATERIAL | TEMBAGA (Cu) | | ALUMINIUM (Al) | | | Jumlah | R Total | R Eq |
| Ω | 1.15 | 0.75 | 0.21 | 1.83 | | | | |
| Penampang | 16 mm ² | 25 mm ² | 150 mm ² | 185 mm ² | | | | |
| Jumlah aset | - | - | 23.500 | - | - | 143.140 | 30.875 | 0.22 |

Gambar 5. Perhitungan Data Teknis SUTM

c. Perhitungan Jaringan TR

| MATERIAL | TEMBAGA (Cu) | | ALUMINIUM (Al) | | Jumlah | R Tot | R Eq |
|----------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------|---------|------|
| Ω | 2.90 | 1.86 | 0.11 | 0.08 | | | |
| Penampang | 6 mm ² | 10 mm ² | 300 mm ² | 400 mm ² | | | |
| Jumlah aset | - | - | - | - | 273.100 | 177.501 | 0.65 |
| | TW1 | | | | | | |
| Jumlah Jurusan | 242 | | | | | | |

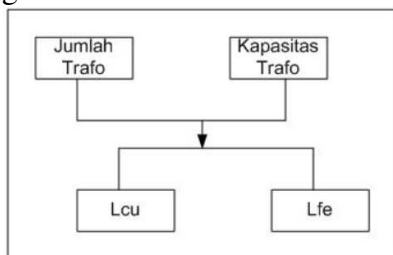
Gambar 6. Perhitungan Data JTR

d. Perhitungan Trafo Distribusi

| Ω | L_{FE} | 0,46 | 0,55 | 0,65 | Jumlah | Equivalent | |
|-------------|----------|------|------|------|--------|------------|-------------|
| | L_{CU} | 2,35 | 2,85 | 3,25 | | L_{FE} | L_{CU} |
| Penampang | KVA | 160 | 200 | 250 | Trafo | KVA | |
| Jumlah aset | | 31 | 14 | 4 | 161 | 17.665 | 0,329 1.759 |

Gambar 7. Perhitungan Data Transformator

Berbeda dengan perhitungan jaringan, pada transformator bagan rumus terlihat pada gambar berikut :



Gambar 8. Bagan Perhitungan Rugi-rugi Trafo Distribusi

e. Perhitungan SR

| MATERIAL | TEMBAGA (Cu) | | ALUMINIUM (Al) | | JUMLAH | R Tot | R Eq |
|------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|---|---------|-----------|------|
| Ω | 3.08 | 3.08 | 1.91 | | | | |
| Penampang | 2 x 6 mm ² | 2 x 10 mm ² | 2 x 16 mm ² | | | | |
| Jumlah aset | - | - | 894.500 | - | 894.500 | 2.755.060 | 3.08 |
| | TW1 | | | | | | |
| Jumlah Pelanggan | 17.890 | | | | | | |

Gambar 9. Perhitungan Data Teknis SR

3. Perhitungan Susust

Perhitungan inti Rumus Susut Jogja terdapat pada lembar perhitungan susut. Ada tiga bagian dalam perhitungan ini : perhitungan primer yang telah dijelaskan sebelumnya untuk memperoleh susut total, perhitungan faktor yang mempengaruhi susut dan perhitungan susut teknis.

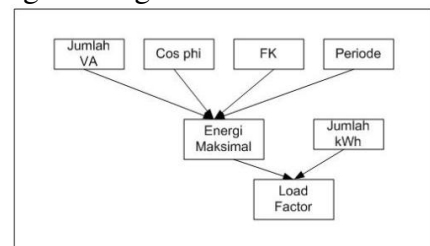
a. Faktor Susut

Sebelum menghitung susut, perlu dihitung terlebih dahulu factor-factor yang mempengaruhi besaran susut tiap-tiap komponen jaringan distribusi. Komponen tersebut yakni : Faktor Beban (LF), Faktor Susut (LLF), Faktor Kerja (FK/Cosphi), Tahanan Penghantar (R), Faktor Koreksi (FK) dan periode perhitungan.

| | TM | Trafo | TR | SR |
|-------------------------------|-----------|-------|------|------|
| Faktor Beban (LF) | 0.43 | 0.50 | 0.56 | 0.58 |
| Faktor Susut (LLF) | 0.26 | 0.39 | 0.39 | 0.39 |
| Faktor Kerja (FK/Cos ϕ) | 0.90 | 0.80 | 0.70 | 0.60 |
| Tahan Penghantar (R) | Ohm/km | 0.22 | 0.65 | 3.08 |
| Faktor Koreksi (FK) | 0.2 - 1.4 | 0.79 | 0.89 | 2.00 |
| Periode perhitungan | Jam | 720 | 720 | 720 |

Gambar 10. Faktor yang Mempengaruhi Perhitungan Susut Teknis

Faktor Beban diperoleh dari lembar LF sebelumnya yakni perhitungan dari data TUL 309 (Penjualan) dengan bagan sebagai berikut :



Gambar 11. Bagan Perhitungan Faktor Beban

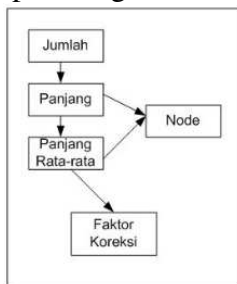
b. Susut Teknis

Susut teknis dihitung pada masing-masing jaringan dengan data teknis sebelumnya. Berikut tampilan perhitungan susut teknis :

| | | TM | Trafo | JTR | SR |
|---|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Input | KWh | 4,113,214 | 4,039,723 | 4,021,240 | 3,990,666 |
| Jml Peny/Trafo/Jur/Kons | *) bh | 8 | 161 | 885 | 17,490 |
| Panjang JTM/KVA Trafo/JTR/SR | *) kms | 143 | 17,665 | 273 | 875 |
| Panjang/KVA trafo rata-rata | kms | 18 | 110 | 0.31 | 0.050 |
| Node per Peny/Jurusan | | 21 | | 7 | |
| Rugi besi | | | 0.33 | | |
| Rugi tembaga | | | 1.76 | | |
| I ₀ per Peny/Trafo/Jur/Kons | KVA | 1,090 | 90 | 10 | 0.94 |
| Rugi beban puncak per Peny/Trafo/Jur/Kons | kW | 9 | 2 | 0 | 0.01195 |
| Susut I ² R | KWh | 13,491 | 72,111 | 30,574 | 140,978 |
| Susut I ² R vs input | % | 0.33 | 1.76 | 0.76 | 3.533 |
| Susut I ² R vs input total | % | 0.33 | 1.75 | 0.74 | 3.43 |

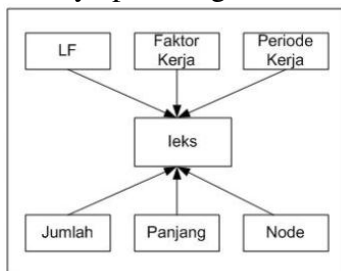
Gambar 12. Perhitungan Teknis Jaringan

- Input merupakan kWh penjualan pada masing-masing jaringan
- Jumlah dan Panjang jaringan sesuai dengan data teknis
- Panjang rata-rata diperoleh dengan membagi panjang jaringan dengan jumlah jaringan
- Hubungan node dengan factor koreksi dijelaskan pada bagan berikut :



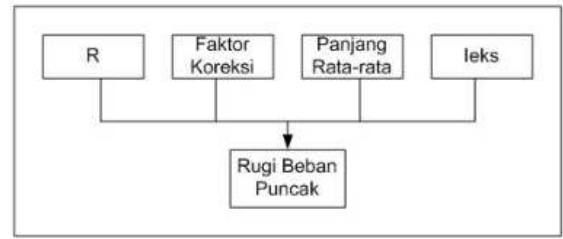
Gambar 13. Bagan Perhitungan Faktor Koreksi dan Node

- Rugi besi dan rugi tembaga adalah L_{FE} dan L_{CU} pada data teknis
- Arus Ekuivalen dapat dilihat komponen penyusun nya pada bagan:



Gambar 14. Bagan Perhitungan Arus Ekuivalen

- Perhitungan rugi beban puncak dapat dilihat pada bagan:



Gambar 15. Bagan Perhitungan Rugi Beban Puncak

- Susut I²R merupakan susut teknis pada masing-masing jaringan dengan rumus :

$$=(\text{Jumlah} \times \text{Rugi Beban Puncak} \times \text{Faktor Susut} \times \text{Periode})$$

- Susut I²R vs Input merupakan perbandingan susut teknis terhadap input masing-masing jaringan
- Susut I²R vs Input total merupakan perbandingan susut teknis terhadap input total yakni produksi kWh

3. Hasil Rumus Susut Jogja

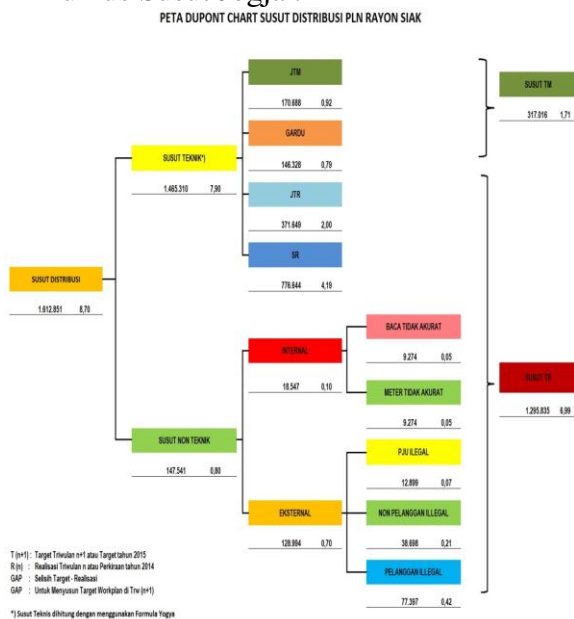
Rumus Susut Jogja merupakan metode yang digunakan untuk menganalisa susut pada Unit PLN, yakni dengan menghitung besaran susut dan memetakan sumber susut agar dapat dilakukan manajemen susut yang tepat dan efisien. Kedua fungsi tersebut diharapkan dapat menjadi solusi untuk menekan angka susut dan meningkatkan keandalan serta keamanan pasokan listrik PLN. Berikut hasil yang didapatkan dari Penggunaan Rumus Susut Jogja:

1. Dupont Chart

Adalah bagan pemetaan susut berdasarkan sumber penyebab susut yang disajikan dengan besaran susut masing-masing komponen sesuai hasil yang diperoleh dari perhitungan rumus susut jogja disajikan dalam bentuk nilai.

Sesuai *Dupont Chart* dapat kita identifikasi pada bagian mana penyebab susut dengan nilai kWh terbesar, sehingga dalam penanganannya pun

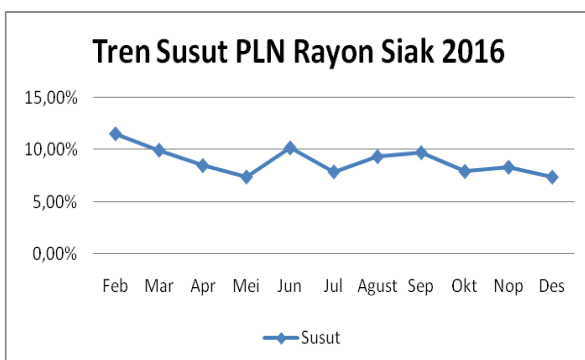
tepat. Berikut tampilan *Dupont Chart* Rumus Susut Jogja :



Gambar 16. *Dupont Chart* Rumus Susut Jogja

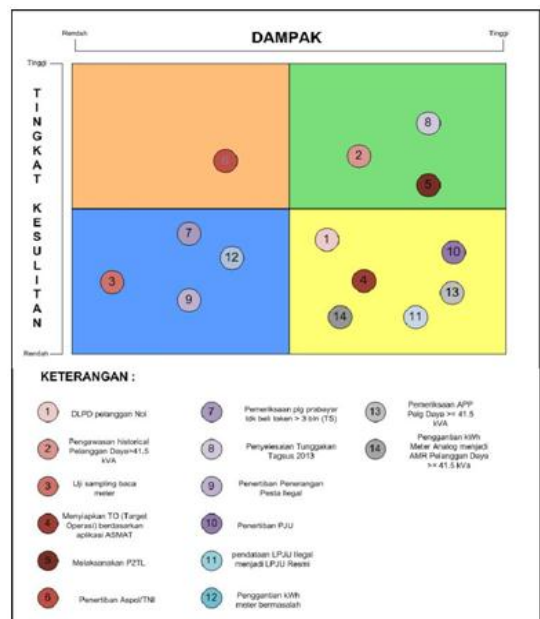
2. Manajemen Susut

Manajemen Susut dimulai dengan menghitung susut secara akurat, kemudian mengidentifikasi sumber susut, hingga menyusun tindakan yang tepat. Berikut tren susut PLN Rayon Siak menggunakan Rumus Susut Jogja :



Gambar 17. Tren Susut PLN Rayon Siak

Setelah dilaksanakan identifikasi permasalahan diperoleh beberapa peluang untuk ditindaklanjuti sehingga dapat mencapai target penurunan susut. *Action For Improvement* (AFI) dimaksudkan untuk menganalisa peluang tersebut hingga mencapai suatu solusi.

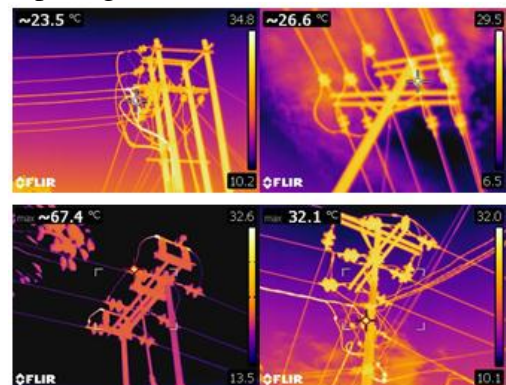


Gambar 18. Diagram Pareto Upaya Penurunan Susut

Dari diagram pareto tersebut terdapat banyak kegiatan yang mempunyai dampak besar dengan tingkat kesulitan rendah, namun dalam jangka panjang diperlukan pula upaya yang terus berlanjut. Oleh karena itu disusun *Action For Improvement* dimana upaya-upaya tersebut dapat dilakukan oleh Unit secara bertahap dan berkesinambungan. Berikut beberapa *Action For Improvement* yang dilaksanakan.

1. Pengecekan Sambungan JTM

Pengecekan sambungan dapat dilakukan dengan menggunakan Thermovision seperti gambar berikut :



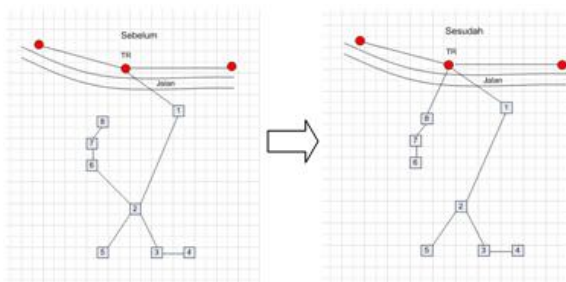
Gambar 19. Pengecekan Sambungan JTM

2. Pemeliharaan Gardu Distribusi

Pemeliharaan gardu distribusi dapat dilakukan dengan dua cara yakni memeriksa dan memperbaiki kondisi fisik Gardu dan menyeimbangkan beban trafo. Salah satu cara memperbaiki susut pada Trafo Distribusi yang memiliki dampak besar namun sedikit upaya adalah dengan menyesuaikan Tap Trafo sehingga meningkatkan mutu tegangan serta keandalan jaringan.

3. Perbaikan SR Deret

SR Deret yang diperbolehkan oleh PLN tidak lebih dari 7 tarikan dari tiang JTR sehingga perlu dilakukan perbaikan yakni dengan memindahkan tarikan SR Deret yang tidak sesuai agar terjadi keseimbangan beban dan mengurangi drop tegangan.



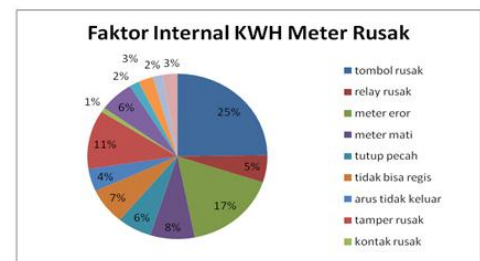
Gambar 20. Gambar Sebelum dan Setelah Perbaikan SR Deret

4. Penertiban PJU

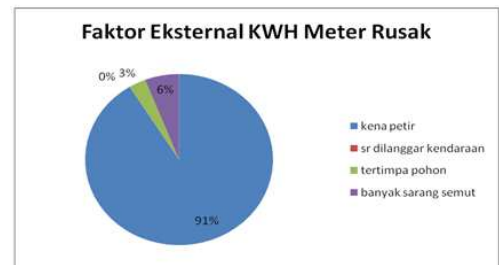
PJU yang tidak terdaftar pada data PLN merupakan PJU Illegal yang wajib ditertibkan. Akan tetapi memutus PJU bukan lah satu-satunya solusi untuk mengurangi susut. Langkah yang dapat dilakukan untuk mengatasi kWh yang hilang akibat PJU yakni dengan mendata PJU Illegal dan membuat tagihan susulan yang perlu dibayarkan oleh Pihak Pemerintah yang bertanggungjawab. Penertiban PJU meliputi PJU (Legal) yang sudah terdaftar dan PJU yang belum terdaftar (Illegal).

5. Penggantian kWh Meter

KWH Meter merupakan komponen penting dalam proses bisnis PLN dimana kWh Meter merupakan tolok ukur penjualan energi listrik disisi pelanggan. Saat ini terdapat dua jenis kWh Meter yang dipergunakan PLN yakni kWh Meter jenis Prabayar dengan Pascabayar. Dengan mengelompokkan jenis kerusakan kWh kita dapat mengidentifikasi permasalahan kWh rusak/macet di PLN dan melakukan tindakan yang tepat dalam menangani masalah kWh Meter Macet/Rusak.



Gambar 21. Faktor Internal Penyebab kWh Meter Rusak



Gambar 22. Faktor Eksternal Penyebab kWh Meter Rusak

6. Pelaksanaan P2TL

Sesuai dengan SK No. 1486.K/DIR/2011 tentang Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik PT. PLN (Persero) membagi jenis pelanggaran pencurian listrik menjadi tiga yakni P1 (penggunaan kWh Meter tanpa MCB yang sesuai), P2 (Penggunaan energi listrik tanpa melalui KWH Meter), P3 (Penggunaan energi listrik tanpa KWH Meter dan MCB) dan P4 Non Pelanggan.

Dengan *Action For Improvement* tersebut kita dapat menyusun *Action Plan* dengan Monitoring per Bulan sehingga dapat di evaluasi dan di analisa lebih lanjut. Berikut bentuk *Action Plan* PLN Rayon Siak :

WORKPLAN - TE
Team Transmisi Energi Rayon Siak

PT PLN (PERSERO) WIKR
AREA PEKANBARU
RAYON SIAK SRI INDRAPURA

Gambar 23. Action Plan Penurunan Susut

4. Kesimpulan

Dalam pembuatan skripsi yang berjudul “Manajemen Susut PT. PLN (Persero) Rayon Siak dengan Menggunakan Metode Perhitungan Rumus Susut Jogja” penulis mendapatkan beberapa kesimpulan yakni :

1. Rumus Susut Jogja merupakan metode perhitungan yang sesuai dengan standar PT. PLN (Persero) yakni mencakup semua komponen jaringan distribusi 20kV baik teknis maupun non teknis
2. Dengan menggunakan metode perhitungan rumus susut jogja dapat diketahui akurasi angka susut yang ditampilkan pada *Chart Dupont* untuk kemudian disusun menjadi *action plan* penurunan susut.
3. Manajemen susut PLN Rayon Siak menggunakan metode perhitungan rumus susut jogja berhasil menurunkan susut secara efektif terlihat pada tren susut siak yang semakin menurun dari 11,52% pada awal tahun 2016 menjadi 7,35% pada akhir tahun.

5. Daftar Pustaka

Sarimun, Ir. Wahyudi. 2011. *Buku Saku Pelayanan Teknik*. Edisi Kedua. Garamond. Depok.

Hermantos, Roni., M. Mujahidin, dan Nusyirwan, Deny. 2013. *Perhitungan Susut Tegangan Sistem Distribusi 20kVa pada Penyulang Panaran PT. PLN Batam*. Universitas Maritim Raja Ali. Batam Center.

Yongping, Zhang. 2010. *Line Losses Management System Of Distribution Network Based On Local Area Network*. Bohai Shipbuilding Vocational College. China.

Sabputra, Yuniar Adi. 2010. *Analisa Susut Energi Non Teknis Pada Jaringan Distribusi PT. PLN (Persero) UPJ Kendal*. Materi Seminar Tugas Akhir. Universitas Diponegoro. Semarang.

Handoyo, Amir. 2011. *Analisa Perhitungan Susut Teknik Pada PT. PLN (Persero) UPJ Semarang Tengah*. Materi Seminar Tugas Akhir. Universitas Diponegoro. Semarang.

Nasir Malik, Muh. 2009. *Analisis Losses Jaringan Distribusi Primer Pada Penyulang Adhyaksa Makassar*. Makassar : Media Elektrik, Volume 4 Nomor 1, Juni 2009.

H. M. Khodr, J. Molea, I. Gracia, C. Hidalgo, P.C.Paiva, J.M. Yusta, and Alberto J. Urdaneta, *Senior Member, IEEE*, “Standard Levels of Energy Losses in Primary Distribusi Circuits for SCADA Application”, *IEEE Trans. Power Syst.*, *Senior Member, IEEE*, vol.17, no.3, Aug. 2002.

Leonardo M. O. Queiroz, Marcio A. Roselli, Celso Cavellucci, *Member, IEEE*, and Christiano Lyra, *Senior Member, IEEE*, “Energy Losses Estimation in Power Distribution Systems”, *IEEE Trans. Power Syst.*, vol.27, no.4, Nov. 2012.