

Studi Susut Energi pada Penyulang Sumberpucung Dengan Perbaikan Susut di Wilayah Pt. Pln (Persero) Rayon Sumberpucung

Isya Asep Fatmana¹, Bambang Dwi Sulo², Bambang Minto Basuki³

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang, Jl. MT. Haryono 193 Malang

Email : iafisya3@gmail.com, dwisb58@gmail.com, Bambang.minto@unisma.ac.id

Abstract

One of the main problems faced by PLN is the amount of power losses that occur during the process of sending electrical energy to consumers. These power losses mean that the power transmitted is not as big as the power generated. Energy losses are energy losses due to technical and non-technical problems. PT PLN (PERSERO) Rayon Sumberpucung is trying to minimize the occurrence of energy losses where the amount of energy losses is not as expected. In this research, the calculation of technical losses is carried out, namely by calculating the shrinkage of the JTM conductor and the shrinkage of the transformer at the feeder so that it will be known how much energy losses are caused by the JTM conductor and the transformer at the feeder. From the calculation results, it is found that the amount of technical energy loss in the Sumberpucung feeder is the energy loss of JTM is 241279 kWh with a shrinkage percentage of 7,9% and the technical energy loss in the transformer is 10922 kWh with a shrinkage percentage of 0,3559%. The total technical energy losses in the tip feeder on the JTM conductor and the transformer is 252201 kWh. The amount of technical energy losses after repairing the JTM conductor is 163591 kWh with a shrinkage percentage of 5,3%, it can reduce losses of 77688 kWh with a percentage reduction in shrinkage of 2,6%. While the amount of technical energy losses after repairing the large transformer, the technical energy loss is 10885 kWh with a shrinkage percentage of 0,3547%, it can reduce losses of 37 kWh with a decrease in shrinkage of 0,0012%

Keywords - Power Loss, Energy Shrinkage, JTM Conductor Energy Shrinkage, Transformer Energy Shrinkage, Energy Shrink Improvement.

Abstraksi

Salah satu permasalahan utama yang dihadapi PLN adalah besarnya rugi-rugi daya yang terjadi selama proses pengiriman Energi listrik kepada konsumen. Rugi-rugi daya ini menyebabkan daya yang dikirimkan tidak sebesar daya yang dihasilkan.. Susut energi merupakan kerugian energi akibat masalah teknis dan non teknis. PT PLN (PERSERO) Rayon Sumberpucung sedang berupaya meminimalisir terjadinya susut energi dimana besarnya susut energi tidak seperti yang diharapkan. Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan susut teknis, yaitu dengan menghitung susut penghantar JTM dan susut transformator pada penyulang sehingga akan diketahui seberapa besar susut energi yang disebabkan oleh penghantar JTM dan transformator pada penyulang. Dari hasil perhitungan didapatkan besar susut energi teknis pada penyulang Sumberpucung yaitu susut energi penghantar JTM adalah 241279 kWh dengan persentase susut sebesar 7,9 % dan susut energi teknis pada Transformator adalah 10922 kWh dengan persentase susut sebesar 0,3559 %. Total susut energi teknis pada penyulang sumberpucung pada penghantar JTM dan transformator adalah 252201 kWh. Besar susut energi teknis setelah perbaikan pada penghantar JTM adalah 163591 kWh dengan persentase susut menjadi 5,3 %, dapat menekan susut sebesar 77688 kWh dengan persentase penurunan susut sebesar 2,6 %. Sedangkan besar susut energi teknis setelah perbaikan pada transformator besar susut energi teknis adalah 10885 kWh dengan persentase susut menjadi 0,3547 %, dapat menekan susut sebesar 37 kWh dengan persentase penurunan susut sebesar 0,0012 %

Kata kunci - Rugi Daya, Susut energi, Susut energi Penghantar JTM, Susut Energi Transformator, Perbaikan Susut

I. PENDAHULUAN

PT PLN (persero) rayon sumberpucung merupakan unit pelayanan jaringan yang

bertugas untuk mengawasi serta pemeliharaan terhadap jaringan distribusi listrik di wilayah Sumberpucung mulai dari penyulang sampai ke

konsumen. Dalam penyaluran energi listrik ke konsumen, terjadi suatu masalah yaitu adanya susut energi yang terjadi, dimana adanya energi listrik yang terbuang percuma. Tercatat pada penyulang sumberpucung pada bulan januari 2017, jumlah susut energi yang terjadi sebesar 15,69% dari total kWh produksi dengan total susut sebesar 481663 kwh. Sementara itu,

PT PLN (persero) rayon sumberpucung menginginkan susut energi tidak lebih dari 10 %. Perbaikan susut selama ini hanya mengacu pada sisi non teknis, untuk itu perlu dilakukannya perbaikan susut energi teknis pada penyulang agar dalam penyaluran energi listrik ke konsumen bisa lebih optimal lagi.

Hal inilah yang melatar belakangi saya untuk melakukan studi susut energi teknis pada penyulang Sumberpucung sehingga diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan alternatif untuk menekan susut energi teknis yang terjadi pada penyulang tersebut.

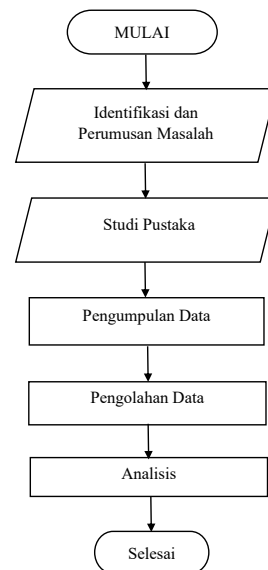
Dalam laporan skripsi ini, permasalahan yang akan dibahas adalah tentang perkiraan susut energi teknis dan perbaikan dari segi teknis.

1. Bagaimana cara menghitung susut energi teknis pada Penyulang Sumberpucung
2. Bagaimana cara menekan terjadinya susut energi teknis yang terjadi pada Penyulang Sumberpucung.

II. PERANCANGAN SISTEM

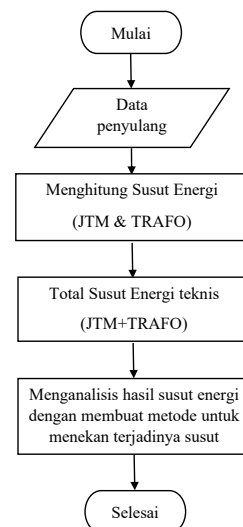
2.1 Diagram alir Tahapan Penelitian

Penelitian yang baik dan terarah akan menghasilkan kesimpulan yang baik pula. Agar penelitian berjalan dengan baik dan teratur maka diperlukan kerangka penelitian yang didalamnya berisi suatu deskripsi dari langkah-langkah yang harus dilakukan dalam melakukan penelitian, mulai dari tahap awal yaitu identifikasi dan perumusan masalah hingga tahap akhir yaitu kesimpulan. Dapat kita lihat langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini ke dalam diagram alir tahapan penelitian seperti pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

2.2 Diagram Alir Penyelesaian Masalah



Gambar 2 Diagram Alir Penyelesaian Masalah

Gambar 2 merupakan diagram alir penyelesaian masalah untuk mempermudah alur dalam mengetahui tahap apa saja yang diperlukan untuk menyelesaikan penelitian ini.

Metode perhitungan susut Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

Langkah ini digunakan untuk mencari besarnya susut energi yang terjadi pada penghantar JTM yang diakibatkan oleh adanya nilai resistansi yang ada pada penghantar. Metode ini digunakan untuk mencari nilai susut energi penghantar dalam suatu penyulang secara keseluruhan (Zainal Arifin, 2007)

a. Beban penyulang

$$E_{in} = kWh_{in JTM} / (t \times FK_{JTM}) \quad (2.23)$$

Dimana:

 E_{in} = beban kVA pangkal penyulang $kWh_{in JTM}$ = kWh produksi/bulan (kWh) t = periode waktu (Jam) FK = faktor daya ($\cos \phi$)

b. Beban per node

$$E_{out} = E_{in} / Node \quad (2.24)$$

Dimana:

 E_{out} = beban rata – rata pada trafo (kVA) E_{in} = beban sisi pangkal penyulang (kVA)

c. Beban penyulang Ekuivalen

$$E_{EK} = \sqrt{E_{in}^2 + E_{in} \times E_{out} + E_{out}^2} / 3 \quad (2.25)$$

Dimana:

 E_{EK} = besarnya beban kVA penghantar (kVA) E_{out} = beban kVA rata – rata pada titik beban (trafo) (kVA) E_{in} = beban kVA sisi pangkal penyulang (kVA)

d. Arus rata – rata penghantar penyulang

$$I = E_{EK JTM} / (\sqrt{3} \times V_{JTM}) \quad (2.26)$$

Dimana:

 I = arus rata – rata yang mengalir pada penghantar (A) $E_{EK JTM}$ = besarnya beban kVA yang melewati penghantar (kVA) V = tegangan operasional tiga fasa JTM 20 kV

e. Tahanan penghantar

$$R_{EK/kms} = \frac{R_{total}}{L_{JTM total}} \quad (2.27)$$

Dimana:

 $R_{EK/kms}$ = tahanan ekuivalen per km (Ω/km) R_{total} = resistansi total pada penyulang (Ω) $L_{JTM total}$ = Panjang total penghantar (kms)Selanjutnya menghitung besarnya resistansi ekuivalen total ($R_{EK total}$) penghantar adalah

$$R_{EK total} = L_{JTM total} \times R_{EK/kms} \quad (2.28)$$

Dimana:

 $R_{EK total}$ = resistansi ekuivalen total (Ω) $R_{EK/kms}$ = tahanan ekuivalen per km (Ω/km) $L_{JTM total}$ = Panjang total penghantar (kms)

f. Rugi daya penghantar

$$P_{susut JTM} = 3 \times I^2 \times R_{EK total} \quad (2.29)$$

Dimana:

 $P_{susut JTM}$ = rugi daya penghantar (kW) I = arus rata – rata pada penghantar (A) $R_{EK total}$ = resistansi ekuivalen total (Ω)

g. susut energi penghantar JTM

$$P_{Susut kWh} = P_{susut JTM} \times t \times LLF_{JTM} \times Fkor \quad (2.30)$$

Dimana:

 $P_{Susut kWh}$ = susut energi penghantar (kWh) t = periode waktu (Jam) LLF_{JTM} = faktor susut $Fkor$ = faktor koreksi suhu penghantar

Metode perhitungan susut Transformator

Langkah ini digunakan untuk mencari besarnya susut energi yang terjadi pada transformator distribusi yang diakibatkan oleh adanya rugi besi (P_{Fe}) dan rugi tembaga (P_{Cu}) serta efisiensi trafo yang merupakan perbandingan antara daya yang masuk dengan daya yang keluar dari trafo. Susut inti besi dianggap konstan karena susut inti besi tidak dipengaruhi pembebanan transformator, sedangkan susut tembaga besarnya tergantung pada pembebanan transformator. (Adiakti Wiras W, 2014)

a. Daya keluar trafo

$$P_{out} = kWh_{out trafo} / (t \times FK) \quad (2.33)$$

Dimana:

 P_{out} = daya keluar trafo (kVA) t = periode waktu (Jam) FK = faktor kerja ($\cos \phi$)

b. Faktor utilitas

$$K = \frac{\text{Beban trafo } (P_{out})}{KVA \text{ trafo}} \quad (2.34)$$

Dimana:

faktor utilitas = faktor pembebanan trafo

 P_{out} = daya keluar trafo (kVA)

kVA trafo = kapasitas transformator (kVA)

c. Efisiensi Trafo

$$\eta = (100 - \frac{P_{Fe} + (K^2 \times P_{Cu})}{K \times S \times 1000 \times \cos \phi}) \times 100\% \quad (2.35)$$

Dimana:

 η = efisiensi trafo P_{Fe} = rugi besi P_{Cu} = rugi tembaga K = faktor utilitas / pembebana S = kapasitas trafo

d. Daya masuk trafo

Maka dapat dihitung untuk daya masuknya adalah

$$\text{Daya masuk} = \frac{\text{Daya keluar}}{\eta} \quad (2.36)$$

e. Rugi daya trafo

$$P_{susut trafo} = (P_{in} - P_{out}) \times FK \quad (2.37)$$

Dimana:

 $P_{susut trafo}$ = rugi daya trafo (kW) P_{in} = daya masuk trafo (kVA) P_{out} = daya keluar trafo (kVA)

FK = faktor kerja ($\cos \phi$)

f. Susut energi transformator

$$P_{\text{susut kWh trafo}} = P_{\text{susut Trafo}} \times t \times LLF_{\text{Trafo}} \times F_{\text{kor}} \quad (2.38)$$

Dimana:

$P_{\text{susut kWh trafo}}$ = susut energi transformator (kWh)

$P_{\text{susut trafo}}$ = rugi daya trafo (kW)

t = periode waktu (Jam)

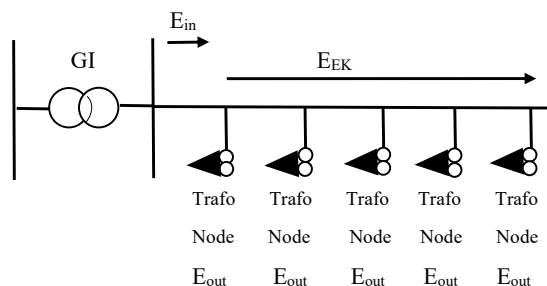
LLF_{Trafo} = faktor susut trafo

F_{kor} = faktor koreksi suhu transformator

III. ANALISIS DAN HASIL

3.1. Menghitung susut energi pada penghantar Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

Susut energi JTM adalah susut energi yang terjadi akibat adanya nilai resistansi pada konduktor JTM. JTM dimodelkan menjadi suatu penyulang utama (main feeder) dimana titik bebannya (Node) adalah trafo distribusi yang terdapat pada penyulang tersebut dengan asumsi kepadatan beban adalah sama di sepanjang penyulang. Untuk kWh produksi pada penyulang Sumberpucung selama bulan Januari 2017 tercatat sebesar 3068970 kWh dengan jumlah titik bebannya (Node) sebanyak 69 titik. Dengan tipe penghantar yang digunakan adalah XLPE 240 mm², A3C 150 mm², A3C 120 mm², A3C 70 mm², A3C 35mm² dengan spesifikasi Panjang dan nilai resistansi dapat dilihat pada tabel 3.2. Mengacu pada data – data yang ada, maka akan dilakukan perhitungan untuk mencari besarnya susut energi pada penghantar.



Gambar 3. Gambar permodelan single line pada JTM

a. Faktor rugi beban

$$LLF_{JTM} = 0,3 \times LF_{JTM} + 0,7 \times (LF_{JTM})^2$$

$$LLF_{JTM} = 0,3 \times 0,95 + 0,7 \times (0,95)^2 = 0,92$$

b. Beban penyulang

$$E_{in} = kWh_{in JTM} / (t \times FK_{JTM})$$

$$E_{in} = 3068970 / (744 \times 0,85) = 4852,9 \text{ kVA}$$

c. Beban per node

Setelah beban pada pangkal penyulang diketahui maka selanjutnya menghitung beban pada setiap node, sesuai data asset dimana jumlah titik beban node (trafo) adalah 69 titik beban. Berdasarkan rumus (3.3) untuk menghitung beban per node pada penyulang

$$E_{out} = E_{in} / \text{Node}$$

$$E_{out} = 4852,9 / 69 = 70,33 \text{ kVA}$$

d. Beban penyulang ekuivalen

Untuk mengetahui besarnya beban yang melewati penghantar pada penyulang maka dapat dihitung berdasarkan rumus (3.4) beban penyulang ekuivalen adalah

$$E_{EK} = \sqrt{E_{in}^2 + E_{in} \times E_{out} + E_{out}^2 / 3}$$

$$E_{EK} = \sqrt{4852,9^2 + 4852,9 \times 70,33 + 70,33^2 / 3}$$

$$= 2822,34 \text{ kVA}$$

e. Arus rata – rata penghantar penyulang

Didapatkan besarnya beban kVA yang melewati penghantar sebesar 2822,34 kVA. Sesuai data asset, tegangan operasi 3 fasa pada penyulang adalah 20 kV. Dengan menggunakan persamaan (3.5) maka untuk nilai arus rata – rata adalah

$$I = E_{EK JTM} / (\sqrt{3} \times V_{JTM})$$

$$I = 2822,34 / (\sqrt{3} \times 20)$$

$$I = 28223400 / (\sqrt{3} \times 20000) = 81,476 \text{ A}$$

f. Tahanan penghantar

Karena dalam perhitungan ini JTM dimodelkan menjadi suatu penyulang utama (main feeder) dimana titik bebannya (Node) adalah trafo distribusi yang terdapat pada penyulang tersebut dengan asumsi kepadatan beban adalah sama di sepanjang penyulang. Maka, nilai dari tahanan penghantar dihitung berdasarkan nilai yang sebanding dengan nilai resistansi semua penghantar yang ada pada penyulang. Sesuai data asset pada tabel 3.1, maka besarnya tahanan ekuivalen per km ($R_{EK/kms}$) dapat dihitung berdasarkan persamaan (3.6) sebagai berikut:

$$R_{EK/kms} = \frac{R_{total}}{L_{JTM total}}$$

$$R_{EK/kms} = 0,29 \Omega/kms$$

Berdasarkan rumus (3.7) untuk menghitung resistansi ekuivalen total ($R_{EK total}$) penghantar adalah

$$R_{EK total} = L_{JTM total} \times R_{EK/kms}$$

$$R_{EK total} = 60,98 \times 0,29 = 17,7 \Omega$$

g. Rugi daya penghantar

Setelah diketahui besarnya arus rata – rata pada penghantar dan besarnya tahanan pada penghantar maka untuk nilai rugi daya dihitung

bedasarkan persamaan (3.8) maka besarnya rugi daya adalah

$$P_{\text{susut JTM}} = 3 \times I^2 \times R_{\text{EK total}}$$

$$P_{\text{susut JTM}} = 3 \times 81,48^2 \times 17,7 = 352530,4 \text{ W}$$

$$P_{\text{susut JTM}} = 352,5 \text{ kW}$$

h. Susut energi penghantar

Selanjutnya untuk menghitung besarnya susut energi selama satu bulan dihitung berdasarkan persamaan (3.9). untuk besarnya faktor koreksi dan periode waktu didapat berdasarkan data asset yang ada pada tabel 3.1. maka besarnya susut energi pada penghantar penyulang adalah

$$P_{\text{susut kWh}} = P_{\text{susut JTM}} \times t \times \text{LLF}_{\text{JTM}} \times F_{\text{kor}}$$

$$P_{\text{susut kWh}} = 352,5 \times 744 \times 0,92 \times 1$$

$$= 241279 \text{ kWh}$$

susut energi total pada penghantar JTM pada penyulang Sumberpucung pada bulan Januari sebesar 241279 kWh dengan persentase susut energi sebesar 7,9 % dari total kWh produksi.

3.2. Menghitung susut energi Trafo Distribusi

Perhitungan susut Transformator yang dimaksud disini adalah selisih antara daya masuk (P_{in}) dan daya keluar (P_{out}) trafo yang diakibatkan oleh adanya susut inti besi (P_{fe}) dan susut tembaga (P_{cu}) serta efisiensi trafo yang mana efisiensi pada trafo menunjukkan tingkat kinerja trafo pada suatu keadaan. Susut inti besi dianggap konstan karena susut inti besi tidak dipengaruhi pembebanan transformator, sedangkan susut tembaga transformator besarnya tergantung pada arus beban transformator. Mengacu pada data asset tabel (3.3) dan tabel (3.4), maka akan dilakukan perhitungan untuk mencari besarnya susut energi pada trafo distribusi.

1. Trafo distribusi L0002

a. Faktor rugi beban

Bedasarkan rumus (3.19) untuk menghitung faktor rugi beban trafo

$$\text{LLF}_{\text{Trafo}} = 0,3 \times \text{LF}_{\text{Trafo}} + 0,7 \times (\text{LF}_{\text{Trafo}})^2$$

$$\text{LLF}_{\text{Trafo}} = 0,3 \times 0,42 + 0,7 \times (0,42)^2 = 0,25$$

b. Daya keluar trafo (P_{out})

Bedasarkan rumus (3.20) untuk menghitung daya keluar trafo

$$P_{\text{out}} = \text{kWh}_{\text{out trafo}} / (t \times \text{FK})$$

$$P_{\text{out}} = 5240 / (744 \times 0,85) = 8,29 \text{ kVA}$$

c. Faktor utilitas

Bedasarkan rumus (3.21) untuk menghitung faktor utilitas trafo

$$K = \frac{\text{Beban Trafo kVA } (P_{\text{out}})}{\text{KVA trafo}}$$

$$K = \frac{8,29}{100} = 0,0829$$

d. Efisiensi trafo

Bedasarkan rumus (3.22) untuk menghitung efisiensi trafo

$$\eta = (100 - \frac{P_{\text{Fe}} + (K^2 \times P_{\text{Cu}})}{K \times S \times 1000 \times \cos \phi} \times 100)\%$$

$$\eta = (100 - \frac{300 + (0,0829^2 \times 1600)}{0,0829 \times 100 \times 1000 \times 0,85} \times 100)\% = 95,59\%$$

e. Daya masuk trafo (P_{in})

Bedasarkan rumus (3.23) untuk menghitung daya masuk trafo

$$P_{\text{in}} = \frac{P_{\text{out}}}{\eta}$$

$$P_{\text{in}} = \frac{8,29}{95,59\%} = 8,67 \text{ kVA}$$

f. Rugi daya trafo

Bedasarkan rumus (3.24) untuk menghitung rugi daya trafo

$$P_{\text{susut trafo}} = (P_{\text{in}} - P_{\text{out}}) \times \text{FK}$$

$$P_{\text{susut trafo}} = (8,67 - 8,29) \times 0,85 = 0,323 \text{ kW}$$

g. Susut energi trafo

Bedasarkan rumus (3.25) untuk menghitung rugi energi trafo

$$P_{\text{susut kWh trafo}} = P_{\text{susut Trafo}} \times t \times \text{LLF}_{\text{Trafo}} \times F_{\text{kor}}$$

$$P_{\text{susut kWh trafo}} = 0,323 \times 744 \times 0,25 \times 1,1$$

$$= 66 \text{ kWh}$$

Disini penulis hanya menampilkan satu sampel untuk trafo L0002. Dengan menggunakan perhitungan yang sama pada seluruh trafo yang

terpasang pada penyulang sumberpucung, maka akan didapatkan susut total transformator pada bulan januari adalah sebesar 10922 kWh dengan persentase susut sebesar 0,3559 % dari total kWh produksi.

3.3. Total susut energi teknis penyulang Sumberpucung

Setelah melakukan perhitungan susut energi pada penghantar JTM dan trafo distribusi, maka akan didapatkan hasil total susut energi teknis pada penyulang yang merupakan penjumlahan antara susut energi penghantar JTM dengan susut energi trafo distribusi.

$$\text{Susut Energi Total} = P_{\text{susut kWh JTM}} + P_{\text{susut kWh Trafo}}$$

$$= 241279 + 10922$$

$$= 252201 \text{ kWh}$$

Jadi besarnya susut energi total sebesar 252201 kWh

3.4. Perbaikan susut energi pada penyulang Sumberpucung

Setelah dilakukan perhitungan susut energi, maka selanjutnya dibuat upaya untuk melakukan perbaikan susut agar susut energi bisa berkurang. Untuk penghantar JTM upaya perbaikan susut dapat dilakukan dengan cara mengganti penghantar (konduktor) dengan nilai resistansi yang lebih kecil sedangkan pada trafo distribusi dengan cara uprating kapasitas trafo pada transformator yang sudah mencapai over beban (OB) yang memiliki pembebanan diatas 80 % .

3.4.1. perbaikan susut penghantar JTM

Dapat terlihat bahwa nilai susut daya penghantar berbanding lurus dengan nilai resistansi penghantar. semakin kecil nilai resistansi pada penghantar, maka akan semakin kecil pula nilai rugi daya pada penghantar. dalam hal ini penulis mengambil solusi dengan mengganti konduktor A3C 150 mm², A3C 120 mm², A3C 70 mm², dan A3C 35 mm², dengan konduktor yang memiliki nilai resistansi yang lebih kecil dengan asumsi untuk besarnya penampang kabel diseragamkan. Dalam hal ini penulis memilih kabel tipe A3C 185 mm² dengan resistansi sebesar ($R = 0,20 \Omega/\text{km}$). dengan menggunakan perhitungan yang sama untuk menghitung susut energi penghantar adalah

a. Tahanan penghantar

Untuk menghitung resistansi ekuivalen per km ($R_{EK/kms}$) pada penghantar berdasarkan persamaan (3.6) adalah

$$R_{EK/kms} = \frac{R_{total}}{L_{JTM \text{ total}}}$$

$$R_{EK/kms} = \frac{(0,14 \times 0,13) + (0,20 \times 60,85)}{60,98} = 0,20 \Omega/\text{kms}$$

Berdasarkan rumus (3.7) untuk menghitung resistansi ekuivalen total ($R_{EK \text{ total}}$) penghantar adalah

$$R_{EK \text{ total}} = L_{JTM \text{ total}} \times R_{EK/kms}$$

$$R_{EK \text{ total}} = 60,98 \times 0,20 = 12 \Omega$$

b. Rugi daya penghantar

Setelah diketahui besarnya arus rata – rata pada penghantar dan besarnya tahanan pada penghantar maka untuk nilai rugi daya dihitung berdasarkan persamaan (3.8) maka besarnya rugi daya adalah

$$P_{susut \text{ JTM}} = 3 \times I^2 \times R_{EK \text{ total}}$$

$$P_{susut \text{ JTM}} = 3 \times 81,48^2 \times 12 = 239003,7 \text{ W}$$

$$P_{susut \text{ JTM}} = 239 \text{ kW}$$

c. Susut energi penghantar

Selanjutnya untuk menghitung besarnya susut energi selama satu bulan dihitung berdasarkan persamaan (3.9). untuk besarnya faktor koreksi dan periode waktu didapat berdasarkan data aset yang ada pada tabel 3.1. maka besarnya susut energi pada penghantar penyulang adalah

$$P_{Susut \text{ kWh}} = P_{susut \text{ JTM}} \times t \times LLF_{JTM} \times \text{Faktor koreksi}$$

$$P_{Susut \text{ kWh}} = 239 \times 744 \times 0,92 \times 1 = 163591 \text{ kWh}$$

Setelah dilakukan perbaikan susut pada penghantar, susut energi yang semula sebesar 241279 kwh dengan persentase susut 7,9 % turun menjadi sebesar 163591 kWh dengan persentase susut 5,3 %. Dimana dengan metode ini dapat menekan terjadinya susut energi sebesar 77688 kWh dengan persentase 2,6 %

3.4.2. perbaikan susut transformator

Penggunaan transformator yang tepat dapat ditinjau dari kebutuhan bebannya. Terdapat dua beban, yaitu beban rata – rata dan beban puncaknya. Pada pemilihan transformator yang tepat dilihat dari beban puncaknya agar transformator yang digunakan tidak kelebihan beban saat beban puncak.

Menurut SPLN 50, transformator akan bekerja efektif saat transformator dibebani dengan beban tidak lebih dari 80 % dari kapasitas transformatornya. Oleh karena itu untuk perbaikan susut energi pada transformator dapat dilakukan dengan melakukan uprating transformator yang memiliki beban puncak diatas 80 % dengan mempertimbangkan beban puncak sebagai media untuk pemilihan transformator yang tepat.

Berdasarkan data pada tabel 3.5 untuk penyulang sumberpucung terdapat dua buah trafo yang mengalami over beban (OB) saat beban puncak, yaitu pada gardu L0098 dengan pembebanan 89 % dan gardu L0460 dengan pembebanan 81 %.

Maka berdasarkan persamaan (2.8) untuk menghitung rating trafo baru yang akan digunakan adalah

$$\text{Rating Trafo Distribusi} = \frac{\text{Beban Trafo}}{0,8}$$

Maka untuk rating trafo yang baru pada gardu L0098 dan L0460 adalah

$$1. \text{ Rating Trafo L0098} = \frac{141,343}{0,8}$$

$$= 176,67 \text{ kVA} \longrightarrow 200 \text{ kVA}$$

$$2. \text{ Rating Trafo L0098} = \frac{128,843}{0,8}$$

$$= 161,05 \text{ kVA} \longrightarrow 200 \text{ kVA}$$

Setelah di dapatkan trafo dengan kapasitas yang baru, maka dilakukan perhitungan susut energi setelah dilakukan uprating trafo. Sama seperti perhitungan

sebelumnya untuk mencari besarnya susut energi trafo.

setelah dilakukan perbaikan susut pada transformator, susut energi yang semula sebesar 516 kWh dengan persentase susut 0,0168 % pada trafo L0098 dan trafo L0460 turun menjadi sebesar 479 dengan persentase susut 0,00156 %. Dengan susut total transformator pada penyulang menjadi sebesar 10885 kWh dengan persentase susut 0,3547 % dimana dengan metode ini dapat menekan terjadinya susut energi sebesar 37 kWh dengan persentase 0,0012 %

IV. KESIMPULAN

Bedasarkan hasil analisis data pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Besar susut energi teknis pada penghantar JTM adalah 241279 kWh dengan persentase susut sebesar 7,9 % dan susut energi teknis pada Transformator adalah 10922 kWh dengan persentase susut sebesar 0,3559 %. Total susut energi teknis pada penyulang sumberpucung pada penghantar JTM dan transformator adalah 252201 kWh.
2. Besar susut energi teknis setelah perbaikan pada penghantar JTM adalah 163591 kWh dengan persentase susut menjadi 5,3 %, dapat menekan susut sebesar 77688 kWh dengan persentase penurunan susut sebesar 2,6 %. Sedangkan besar susut energi teknis setelah perbaikan pada transformator besar susut energi teknis adalah 10885 kWh dengan persentase susut menjadi 0,3547 %, dapat menekan susut sebesar 37 kWh dengan persentase penurunan susut sebesar 0,0012 %

Daftar Pustaka

- [1] Suhadi, dkk.. 2008. *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1-2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- [2] Muhaimin, Drs.1999. *Bahan-bahan Listrik Untuk Politeknik*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- [3] Sarimun, Wahyudi. 2014. *Buku Saku Pelayanan Teknik*, Jakarta.
- [4] Gussow, Milton. 2002. *Dasar – Dasar Teknik Listrik*, Jakarta: Erlangga.
- [5] Suswanto, Daman. 2009. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*, Universitas Negeri Padang, Padang
- [6] Arifin, zainal. 2007. *Tim Aanalisa Susut*

Distribusi 2007 PT PLN (PERSERO) Distribusi Jawa Barat Dan Banten.

- [7] Wiras, Adiakti. 2014. *Audit Energi Pada Pendistribusian Listrik Di PT PLN Distribusi APJ X Dengan Metode Manajemen Trafo*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- [8] Gonen, Turan. 1986. *Electric Power Distribution System Engineering*. Amerika Serikat : McGraw-Hill,inc.
- [9] Pabla,AS. 1986. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- [10] Subagyo, Pangestu. 1986. *Forcasting konsep dan Aplikasi*. Edisi kedua. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.