

PENGURANGAN SUSUT ENERGI LISTRIK PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI

A.Muid Fabanyo

Dosen Program Studi Teknik Elektro
Universitas Sains dan Teknologi Jayapura
Email : amdfab@gmail.com

ABSTRAK

Strategi dan analisis yang diakibatkan oleh faktor non teknis sebagaimana hasil penelitian terhadap rugi-rugi transformator pada sistem pada sistem kelistrikan kabupaten Nabire khususnya pada penyulang RRI yaitu bulan Juli 2010= 34.445,911 kWh, bulan Agustus 2010 = 56.273,206 kWh, bulan September 2010 = 42.537,239 kWh, bulan Oktober 2010 = 98.513,696 kWh, bulan Nopember 2010= 26.120,478 kWh dan bulan Desember 2010 = 40.760,717 kWh. Berdasarkan hasil yang diperoleh selama 6 bulan menunjukkan bahwa pada bulan oktober 2010 merupakan tingkat kerugian terhadap kWh produksi tinggi atau Rugi-rugi yang tertinggi.

Analisis pengurangan susut energi yang diakibatkan oleh rugi-rugi akibat faktor teknis khususnya pada JTM (Jaringan Tegangan Menengah), Trafo termasuk JTR (Jaringan Tegangan Rendah) menunjukkan angka yang tidak melebihi ketentuan standar yaitu 3.038 kWh (0,1 %) hingga 21.088 kWh(0,7 %) sesuai dengan jumlah kWh yang dihasilkan. Sedangkan khususnya untuk sambungan rumah terdapat rugi-rugi yang melebihi ketentuan standar yang ditetapkan (bulan Oktober yaitu > 1 %) dari standar yaitu mencapai 2,3 %. Meningkatnya rugi-rugi teknik pada sambungan rumah disebabkan oleh semakin bertambahnya jumlah pelanggan yang tersambung (pelanggan baru) setelah adanya penambahan kapasitas mesin pembangkit di daerah Kalibobo Nabire.

Kata kunci : Susut Energi, Distribusi, Transformator

A. Pendahuluan

1. Latar Belakang

Listrik merupakan suatu kebutuhan yang penting dalam kehidupan. Dengan energi listrik, banyak pekerjaan akan lebih mudah untuk dilaksanakan. Mengingat pentingnya energi listrik bagi kehidupan orang banyak dan bagi pembangunan nasional, maka suatu sistem tenaga listrik harus bisa melayani pelanggan secara baik, dalam arti sistem tenaga listrik tersebut aman dan handal yaitu tidak membahayakan manusia dan lingkungannya serta dapat melayani pelanggan secara memuaskan misalnya dalam segi kontinuitas dan kualitasnya. Hal ini akan bisa terwujud apabila proses perencanaan, pelaksanaan pembangunan, pengoperasian dan pemeliharaan, suatu sistem tenaga listrik senantiasa mengikuti ketentuan standard teknik yang berlaku, selain itu pembangunan sistem tenaga listrik dilaksanakan oleh pihak-pihak yang ahli di bidangnya.

Penyusutan energi pada sistem kelistrikan secara alamiah pasti adanya, akan tetapi tidak

dapat di tekan hingga menjadi 0 % (nol persen). Berdasarkan standar nasional rugi-rugi pada transmisi dan distribusi idealnya berkisar 8 s/d 10 %. Menyadari hal itu, PT.PLN (Persero) merencanakan suatu program usaha pengurangan susut energi listrik untuk peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik pada sistem distribusi tenaga listrik. Hal tersebut adalah suatu gagasan yang sangat tepat mengingat peningkatan efisiensi penggunaan energi sudah merupakan suatu kebutuhan PLN sendiri. Untuk melakukan hal tersebut, PLN mencanangkan program penurunan susut energi listrik secara nasional yang merupakan bagian dari program PLN dalam peningkatan efisiensi atau yang lebih dikenal dengan nama *Efficiency Drive Program (EDP)* yang telah menetapkan bahwa target bagi perusahaan diharapkan mencapai rasio operasi sebesar 97,50%. Besarnya rugi-rugi (peningkatan susut) dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya karena tidak seimbang nya pertumbuhan jaringan dengan pertumbuhan beban dan juga oleh terbatasnya

penyambungan baru serta dapat dipengaruhi oleh faktor alam. Kondisi rugi-rugi (losses) di PT.PLN. (Persero) Cabang Manokwari Ranting kabupaten Nabire tergolong tinggi. Jika bisa menekan rugi-rugi setidaknya 2 persen maka, PT.PLN akan mendapatkan penghematan sebesar triliunan rupiah.

Secara umum sistem kelistrikan kabupaten Nabire terdiri dari 4 penyulang, yaitu penyulang RRI, penyulang DPR, penyulang RSUD, dan penyulang Kota Lama. Berdasarkan keempat penyulang tersebut penyulang RRI adalah penyulang yang terpanjang yaitu 24,650 kms atau 29 % dari total 83,227 panjang penyulang, dengan jumlah konsumen yaitu 4.167 pelanggan atau 48 % dari total 8.532 pelanggan.

2. Perumusan Masalah

Besarnya susut energi yang diakibatkan adanya rugi-rugi teknik yang perlu diperhitungkan dan dianalisis pada jaringan distribusi pada Sistem Kelistrikan PT.PLN (Persero) Cabang Manokwari Ranting Nabire, khususnya pada penyulang RRI

3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini lebih fokus kepada pengurangan susut energi yang terjadi akibat dan dampak yang terjadi terutama rugi-rugi transformator pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM), Rugi-rugi Besi dan Rugi-Rugi Tembaga., Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan rugi-rugi Sambungan Rumah (SR).

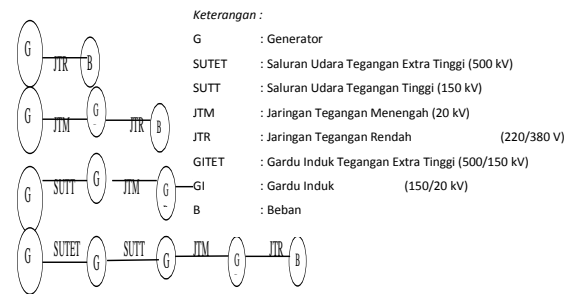
4. Manfaat penelitian

Diharapkan dengan penelitian akan memberikan gambaran terhadap besarnya kerugian akibat faktor teknik maupun non teknik menjadi perhatian yang serius. Ditinjau dari sisi manfaat akan memberikan kualitas layanan yang lebih baik dengan memperkecil tingkatan rugi-rugi yang terjadi dengan pertimbangan terhadap jumlah beban yang seimbang disetiap penyulang yg ada sebagaimana perkembangan dan pertumbuhan system kelistrikan di kabupaten Nabire.

B. Tinjauan Pustaka

1. Sistem Tenaga Listrik Secara Umum

Sistem tenaga listrik adalah kumpulan / gabungan dari komponen-komponen atau alat-alat listrik seperti generator, transformator, saluran transmisi, saluran distribusi dan beban yang saling berhubungan merupakan satu kesatuan sehingga membentuk suatu sistem. Sistem tersebut mencakup Sistem Pembangkit, Sistem Transmisi dan Sistem Distribusi sebagaimana terlihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1 Skema Sistem Tenaga Listrik

1. Sistem Distribusi

Penyaluran energi listrik melalui saluran Distribusi merupakan dapat menimbulkan terjadinya rugi-rugi energi listrik.

2. Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

Saluran udara tegangan menengah berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi.

3. Jaringan Tegangan Rendah (JTR)

Jaringan tegangan rendah (JTR) berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke konsumen tegangan rendah. Tegangan rendah yang digunakan PLN adalah 127/220 dan 220/380 volt. System yang digunakan untuk JTR adalah system radial dan konfigurasiya adalah fasa-tiga, empat kawat, dimana sebuah kawat keempat merupakan kawat netral yang dihubungkan pada titik netral trafo distribusi. Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah terdiri dari 2 saluran yaitu : Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR) berupa jaringan kawat tak berisolasi (konduktor telanjang) dan kabel pilin udara (NFA2X-T) dan Saluran kabel tegangan rendah Kabel yang digunakan adalah kebel berisolasi XLPE dan dikenal dengan nama **Twisted Cable**.

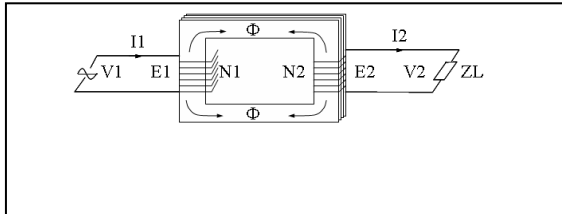
4. Sambungan Pelayanan / sambungan rumah (SR)

Sambungan pelayanan terdiri dari sambungan rumah (sambungan listrik tegangan rendah 1 dan 3 fasa), sambungan listrik tegangan menengah dan sambungan listrik tegangan tinggi

5. Transformator

Transformator adalah suatu peralatan listrik yang melalui induksi elektromagnetis, mentransformasikan tegangan dan arus bolak-balik diantara dua belitan atau lebih pada frekuensi yang sama besar dan biasanya pada

nilai arus dan tegangan yang berbeda¹. Menurut Ir. Ahmad Mulyadi², Transformator adalah peralatan pada tenaga listrik yang berfungsi untuk memindahkan/menyalurkan tenaga listrik tegangan rendah ke tegangan menengah atau sebaliknya. Prinsip kerja trafo dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2 Prinsip kerja transformator

Berdasarkan pada azas elektromagnetik yaitu apabila pada kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan arus bolak-balik V1 maka akan mengalir arus listrik I1. Arus tersebut menghasilkan sejumlah fluksi medan magnet bolak-balik Φ yang mengalir melalui inti besi feromagnet, dan menginduksi kumparan primer dan kumparan sekunder suatu tegangan induksi (emf). Oleh karena itu pada kumparan primer timbul GGL induksi sebesar

$$e1 = - N1 \frac{d\Phi}{dt}$$

dan pada kumparan sekunder juga mengalir GGL induksi sebesar

$$e2 = - N2 \frac{d\Phi}{dt}$$

Jika dibandingkan GGL induksi primer e1 dengan GGL induksi di kumparan sekunder e2, maka :



$$\frac{e1}{e2} = \frac{- N1 \frac{d\Phi}{dt}}{- N2 \frac{d\Phi}{dt}} = \frac{N1}{N2}$$

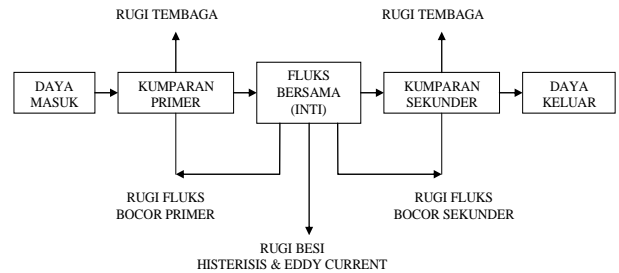
Jadi, $\frac{E1}{E2} = \frac{N1}{N2}$

¹ Dikutip dari. *Materi Kursus Pengatur Operasi Dasar*. PT.PLN. (Persero) Udiklat Semarang ,2004.

² Ahmad Mulyadi.Ir.*Pemeliharaan Trafo dan Gardu Distribusi*,PT.PLN. (Persero) Udiklat Makassar ,2004.

E1, E2 : Harga efektif tegangan induksi di primer dan sekunder N1, E2: Lilitan kumparan primer dan sekunder.

Rugi-rugi transformator di bagi menjadi dua yaitu Rugi-rugi tak berbeban (watt) Dan Rugi-rugi Berbeban (watt) berbeban adalah rugi-rugi atau daya yang di serap pada frekuensinya ketika arus mengalir sama dengan arus beban dan tegangan salah satu sisi di hubungan singkat. Rugi-rugi pada transformator dapat dilihat pada gambar 3 sebagai berikut :



Gambar 3 Skema Rugi – rugi Trafo

C. Metode Penelitian

1. Pengolahan data Sekunder

Adapun data-data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu :

- *Data aset per Unit terdiri dari:*
 - 1)Jaringan Tegangan Menengah(JTM).termasuk jumlah dan panjang penyulang (kms).
 - 2)Trafo Distribusi. Terdiri dari Jumlah Trafo Distribusi, Kapasitas Trafo Distribusi (kVA), Kapasitas total Trafo Distribusi (kVA), Kapasitas rata-rata Trafo Distribusi (kVA / Trafo)
 - 3)Jaringan Tegangan Rendah (JTR) terdiri dari Panjang Total Jaringan Tegangan Rendah (kms) mencakup Jumlah Jurusan Tegangan Rendah, Panjang rata-rata Jurusan Tegangan Rendah
 - 4)Sambungan Rumah (SR) terdiri dari Jumlah pelanggan dan Panjang Sambungan Rumah (km)
- *Data Penjualan / Pembelian per Unit (KWh Produksi, Pemakaian sendiri dan KWh (yg dibuat rekening)*

2. Analisa Data

Metode analisa yang digunakan dalam membahas permasalahan adalah :

$$E losses(\%) = \frac{Ein - Eout}{Ein} X 100 \%$$

- a. Rugi-rugi pada jaringan tegangan menengah yaitu :

$$S_{PN\%} = \frac{100 \times S_{PN}}{ESJ_{TM}} \quad [\%]$$

- b. Rugi-rugi pada trafo distribusi yaitu :

$$S_{Trf\%} = \frac{100 \times S_{Trf}}{ESJ_{TM}} \quad [\%]$$

- c. Rugi-rugi pada jaringan tegangan rendah yaitu :

$$S_{JR\%} = \frac{100 \times S_{JR}}{ESJ_{TN}} \quad [\%]$$

- d. Rugi-rugi pada sambungan rumah yaitu :

$$S_{SR\%} = \frac{100 \times S_{SR}}{ESJ_{TM}} \quad [\%]$$

Rugi-rugi (Dist) = Rugi-rugi (JTM) + Rugi-rugi (TRF) + Rugi-rugi (JTR) + Rugi-rugi (SR)

D. Hasil dan Pembahasan

Meningkatnya pelanggan PT PLN (persero) terutama di kabupaten Nabire semakin meningkatkan dan mempengaruhi meningkatnya Rugi-rugi (losses) terutama pada empat penyulang yaitu : penyulang RRI, penyulang DPR, penyulang RSUD dan penyulang Kota Lama. Pada tahun 2006 PT.PLN Nabire menambah suplai dengan penambahan mesin pembangkit dengan kapasitas 4.540 KW di Kali Bobo yang dihubungkan secara interkoneksi dengan pembangkit yang lama.

1. Perhitungan Rugi Teknik Distribusi di Penyulang RRI.

Perhitungan dan analisis terhadap rugi-rugi pada jaringan distribusi, dibagi menjadi 4 bagian yaitu Rugi-rugi Teknik pada Jaringan Tegangan Menengah meliputi : Rugi Teknik pada Transformator, Jaringan Tegangan Rendah dan pada Sambungan Rumah

a. Perhitungan Susut Teknik Tegangan Menengah.

- Bulan Juli 2010

1) Hitung Energi per Penyulang TM (E_{PN})

$$E_{PN} = \frac{ESJ_{TM}}{\sum N_{PN_i}} \quad [kWh]$$

$$E_{PN} = \frac{2.438.230}{4} = 609557,5 [kWh]$$

2) Hitung Arus Rata-rata per Penyulang TM (I_{PN})

$$I_{PN} = \frac{E_{PN}}{\sqrt{3} \times 20 \times LF \times PF \times T} \quad [Ampere]$$

$$I_{PN} = \frac{609557,5}{\sqrt{3} \times 20 \times 0,65 \times 0,85 \times 720} = \frac{609557,5}{13780,196} \quad [Ampere]$$

$$I_{PN} = 44,234307 \quad [Ampere]$$

3) Hitung Resistansi Penyulang TM Ekuivalen per km (R_{PNe})

$$R_{PNe} = \frac{\sum (r_{PN_i} \times L_{PN_i})}{L_{PN_{total}}} \quad [ohm / km] \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} R_{PNe} \\ L_{PN_{total}} \end{matrix}} \right\} i = 1 \div n$$

$$L_{PN_{total}} = \sum L_{PN_i} \quad [km]$$

$$R_{PNe} = \frac{(0,007938) + (0,10976) + (0,00236643)}{24,650} = \frac{0,120064}{24,650} [ohm / km]$$

$$R_{PNe} = \frac{(0,00126 \times 6,3) + (0,00686 \times 16) + (0,001007 \times 2,35)}{24,650} [ohm / km]$$

$$R_{PNe} = 0,004871 \quad [ohm / km]$$

4) Hitung Susut Energi Penyulang TM (S_{PN})

$$I_{PN_{eq}} = I_{PN} \times f_{kor} \quad [Ampere]$$

$$S_{PN} = 2 \times I_{PN_{eq}}^2 \times R_{PNe} \times LLF \times T \times L_{PN_{total}} \quad [kWh]$$

$$S_{PN\%} = \frac{100 \times S_{PN}}{ESJ_{TM}} \quad [\%]$$

$$f_{kor} = 0,20 \div 1,20$$

$$PF_{SUTM} = 0,85;$$

$$PF_{SKTM} = 0,90;$$

$$LF = 0,65$$

$$LLF = 0,3 LF + 0,7 LF^2$$

$$I_{PN_{eq}} = 44,234307 \times 0,20 \text{ [Ampere]}$$

$$= 8,846861 \text{ [Ampere]}$$

$$S_{PN} = 2 \times (8,846861)^2 \times 0,004871 \times (0,3 \times 0,65 + 0,7 \times (0,65)^2) \times 720 \times 24,650$$

$$= 2 \times 78,266957 \times 0,004871 \times (0,195 + 0,29575) \times 720 \times 24,650$$

$$= 2 \times 78,266957 \times 0,004871 \times 0,49075 \times 720 \times 24,650$$

$$= 6640,727901 \text{ kWh}$$

$$S_{PN\%} = \frac{100 \times 6640,727901}{2.438.230} = 0,272359 \text{ [%]}$$

Perhitungan Susut tegangan menengah untuk bulan Agustus – Desember 2010 dilakukan sama dengan dengan perhitungan bulan Juli tersebut diatas.

b. Perhitungan Susut Teknik Transformator

• Bulan Juli 2010

$$k = \frac{ESJ_{TV} - J_{ual_{TV}} - S_{TV}}{\sum_{i=1}^n (KT_{TV_i} \times N_{TV_i}) \times PF \times LF \times T}$$

$$S_{TV} = \left(\sum_{i=1}^n N_{TV_i} \cdot S_{Fe_i} + k^2 \cdot LLF \cdot \sum_{i=1}^n N_{TV_i} \cdot S_{Cu_i} \right) \times T \text{ [kWh]}$$

$$S_{TV\%} = \frac{100 \times S_{TV}}{ESJ_{TV}} \text{ [%]}$$

$$k = \frac{2.438.230 - 2.165.412 - 6640,7279}{(25 \times 5 + 50 \times 12 + 100 \times 5 + 160 \times 6 + 200 \times 3 + 250 \times 1) \times 0,85 \times 0,65 \times 720}$$

$$= \frac{266.177}{(125 + 600 + 500 + 960 + 600 + 250) \times 0,85 \times 0,65 \times 720}$$

$$= \frac{266.177}{3035 \times 0,85 \times 0,65 \times 720}$$

$$= \frac{266.177}{1207323}$$

$$= 0,22046898$$

$$S_{Trf} = \{(5 \times 0,098) + (12 \times 0,170) + (5 \times 0,310) + (6 \times 0,430) + (3 \times 0,115) + (1 \times 0,626)\}$$

$$+ \left\{ \begin{array}{l} (0,22046898)^2 \times 0,49075 \times (5 \times 0,553) + (12 \times 0,950) + (5 \times 1,675) + (6 \times 2,175) \\ + (3 \times 2,675) + (1 \times 3,125) \end{array} \right\} \times 720$$

$$= (8,83 + 1,11492077) \times 720$$

$$= 7160,34296 \text{ kWh}$$

$$S_{Trf\%} = \frac{100 \times 7160,34296}{2.438.230} = \frac{7160,34296}{2.438.230} = 0,29366971 \text{ [%]}$$

Perhitungan Susut Transformator untuk bulan Agustus – Desember 2010 dilakukan sbgmana perhitungan bulan Juli tersebut diatas.

c. Perhitungan Susut Teknik Tegangan Rendah

• Bulan Juli 2010

1) Hitung Energi Rata-rata per Jurusan TR (E_{JR})

$$E_{JR} = \frac{ESJ_{TM} - J_{ual_{TM}} - S_{PN} - S_{Trf}}{\sum_{i=1}^n N_{JR_i}} \text{ [kWh]}$$

$$E_{JR} = \frac{2.438.230 - 2.165.412 - 6640,727901 - 7160,342958}{82} \text{ [kWh]}$$

$$= \frac{259016,929141}{82}$$

$$= 3158,743038 \text{ kWh}$$

2) Hitung Resistansi Jaringan TR Ekuivalen per km (R_{JR_e})

$$R_{JR_e} = \frac{\sum_{i=1}^n (r_{JR_i} \times L_{JR_i})}{L_{JR_{total}}} \text{ [ohm / km]}$$

$$L_{JR_{total}} = \sum_{i=1}^n L_{JR_i} \text{ [km]}$$

$$R_{JR_e} = \frac{(0,00533 \times 6,220) + (0,00206 \times 0,850) + (0,01751 \times 10,050)}{17,12}$$

$$= \frac{0,033153 + 0,001751 + 0,175975}{17,12} = \frac{0,210879}{17,12}$$

$$= 0,012318 \text{ [ohm / km]}$$

$$L_{JR_{total}} = 6,220 + 0,850 + 10,050 = 17,12 \text{ [km]}$$

3) Hitung Arus per Jurusan TR (I_{JR})

$$I_{JR} = \frac{E_{JR} \times f_{korTR}}{LF \times PF_{SUTR} \times T \times \sqrt{3} \times 0,38} \text{ [Ampere]}$$

$$PF_{SUTR} = 0,85 \div 0,95$$

$$f_{korTR} = 0,40 \div 1,20$$

$$I_{JR} = \frac{3158,743038 \times 0,40}{0,65 \times 0,85 \times 720 \times \sqrt{3} \times 0,38}$$

$$= \frac{1263,497215}{261,823757} = 4,825755 \text{ Ampere}$$

4) Hitung Susut Energi Jaringan TR (S_{JR})

$$S_{JR} = 3 \times I_{JR}^2 \times R_{JR_e} \times LLF \times T \times L_{JR_{total}} \text{ [kWh]}$$

$$S_{JR\%} = \frac{100 \times S_{JR}}{ESJ_{TN}} \text{ [%]}$$

$$S_{JR} = 3 \times (4,825755)^2 \times 0,012318 \times 0,49075 \times 720 \times 17,12 \text{ [kWh]}$$

$$= 5205,687277 \text{ kWh}$$

$$S_{JR\%} = \frac{100 \times 5205,687277}{2.438.230} = 0,213503 \text{ [%]}$$

Perhitungan untuk bulan Agustus – Desember 2010 sebagaimana bulan Juli di atas.

d. Perhitungan Susut Teknik Sambungan Rumah

- Bulan Juli 2010

1) Hitung Energi Rata-rata per SR (E_{SR})

$$E_{SR} = \frac{ESJ_{TM} - \text{Jual}_{TM} - \text{Jual}_{TRBesar} - S_{PN} - S_{Trf} - S_{JR}}{\sum \text{Kons}_{<41,50}} \quad [kWh]$$

$$E_{SR} = \frac{2.438.230 - 2.165.412 - 6.640.727901 - 7.160.342958 - 5205.687277}{4167}$$

$$= \frac{253811,241865}{4167} = 60,909825 \quad [kWh]$$

2) Hitung Resistansi SR Ekuivalen per km

(R_{SR_e});

$$R_{SR_e} = \frac{\sum_{i=1}^n (r_{SR_i} \times L_{SR_i})}{L_{SR_{total}}} \quad [ohm / km]$$

$$L_{SR_{total}} = \sum_{i=1}^n L_{SR_i} \quad [km]$$

$$R_{SR_e} = \frac{0,437535 \times 145,845}{145,845} = \frac{63,812292}{145,845}$$

$$= 0,437535 \quad [ohm / km]$$

3) Hitung Arus per SR (I_{SR})

$$I_{SR} = \frac{60,909825}{0,65 \times 0,85 \times 720 \times 0,220}$$

$$= \frac{60,909825}{87,516} = 0,695985 \quad [Ampere]$$

Hitung Susut Energi Sambungan Rumah

$$(S_{SR}) L_{SR_{total}} = \sum_{i=1}^n (L_{SR_i} \times N_{SR_i}) \quad [km]$$

$$S_{SR} = 2 \times I_{SR}^2 \times R_{SR_e} \times LLF \times T \times L_{SR_{total}} \times f_{korSR} \quad [kWh]$$

$$S_{SR\%} = \frac{100 \times S_{SR}}{ESJ_{TM}} \quad [\%]$$

$$S_{SR} = 2 \times (0,695985)^2 \times 0,437535 \times 0,49075 \times 720 \times 145,845 \times 0,7068$$

$$= 15.439,153 \quad [kWh]$$

$$S_{SR\%} = \frac{100 \times 15.439,153}{2.438.230} = 0,633 \quad [\%]$$

Perhitungan Susut Tegangan Sambungan Rumah untuk bulan Agustus – Desember 2010 dilakukan sebagaimana perhitungan bulan Juli tersebut diatas.

e. Perhitungan Susut Total Penyulang RRI (S_{Tek})

$$S_{Tek} = S_{PN} + S_{Trf} + S_{JR} + S_{SR} \quad [kWh]$$

Dari hasil analisa perhitungan losses teknik pada penyulang RRI dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar grafik rugi-rugi sebagai berikut

Tabel 1. Rugi-rugi Teknik Penyulang RRI (kWh)

BULAN	LOSSES JTM	LOSSES TRAF0	LOSSES JTR	LOSSES SR	TOTAL
JULI	6.640,728	7.160,343	5.205,687	15.439,153	34.445,911
AGUSTUS	6.778,073	7.974,146	10.608,215	30.912,772	56.273,206
SEPTEMBER	6.687,826	7.460,641	7.197,101	21.191,671	42.537,239
OKTOBER	7.902,092	9.550,759	21.088,181	59.972,863	98.513,696
NOPEMBER	7.151,356	6.832,414	3.038,272	9.098,436	26.120,478
DESEMBER	7.490,525	7.364,162	6.556,889	19.349,141	40.760,717

Tabel 2. Rugi-Rugi Teknik Penyulang RRI (%)

BULAN	LOSSES JTM	LOSSES TRAF0	LOSSES JTR	LOSSES SR	TOTAL
JULI	0,272	0,294	0,214	0,633	1,413
AGUSTUS	0,275	0,324	0,431	1,255	2,284
SEPTEMBER	0,273	0,305	0,294	0,866	1,738
OKTOBER	0,297	0,359	0,793	2,255	3,704
NOPEMBER	0,283	0,270	0,120	0,360	1,032
DESEMBER	0,289	0,284	0,253	0,747	1,574

Berdasarkan hasil analisis rugi-rugi sebagai tabel 1 dan 2 tersebut diatas menunjukkan bahwa angka rugi teknis tertinggi adalah pada bulan Oktober yaitu 98.513,696 kWh ($\pm 3,7\%$ kWh) yang diproduksi oleh pembangkit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perlu adanya efisiensi terhadap rugi-rugi yang meningkat pada bulan Oktober dan perlu penanganan yang optimal terkait dengan kator teknik dan non teknik. Kondisi ini dapat diperbaiki sehingga pada bulan Nopember terjadi penurunan sebesar 2,6 %.

E. Penutup

1. Kesimpulan

Sesuai dengan hasil analisis terhadap besarnya sust energi yang terjadi akibat rugi-rugi yang ditimbulkan dari system kelistrikan di kabupaten Nabire terutama terkait dengan transformator menunjukkan bahwa kWh yang diproduksi dapat mempengaruhi rugi-rugi teknik yang terjadi di sistem jaringan distribusi.

Hasil analisis menunjukkan khususnya pada Bulan Oktober 2010 termasuk dalam kategori tingkat rugi-rugi yang paling tertinggi dibanding pada bulan lainnya. Hal ini dipengaruhi oleh meningkatnya jumlah rugi-rugi seiring meningkatnya jumlag pelanggan baru. Jika dibandingkan antara rugi-rugi dengan ketentuan standar yang diperbolehkan menunjukkan bahwa rugi-rugi yang bersifat teknik terutama pada penyulang RRI yang terdapat di Jaringan Tegangan Menengah, Trafo

dan Jaringan Tegangan Rendah adalah sesuai standar yang telah ditentukan yaitu antara 3.038 kWh (0,1 %) - 21.088 kWh (0,7%) yang diproduksi. Sedangkan pada sambungan rumah terdapat rugi-rugi yang melebihi standar terutama pada bulan Oktober (> 1 % - 2,3 % terutama rugi-rugi teknik pada sambungan rumah. Kondisi ini disebabkan karena meningkatnya jumlah pelanggan khususnya pemasangan jaringan baru.

2. Saran

Perlu adanya upaya pengurangan rugi-rugi baik akibat faktor Teknik maupun non Teknik. Peningkatan dan layanan konsumen perlu ditingkatkan dengan pola adanya upaya dan kerjasama terhadap masyarakat pengguna sehingga lebih meningkatkan mutu layanan yang lebih baik.

F. Daftar Pustaka

- Anonim, PT.PLN (Persero). 2004. *Pengatur Operasi Sistem Dasar*. Semarang : Udiklat Semarang.
- Anonim, PT.PLN (Persero). 2004. *Pemeliharaan Trafo*. Makassar : PT.PLN (Persero) Udiklat Makassar
- Hutauruk, TS. 2002. *Transmisi Daya Listrik*. Jakarta : Balai Pustaka.
- Hartojo. 2004. *Seminar Losses (Usaha Penurunan Losses Distribusi Secara Komprehensif)*. Jakarta.
- Kadir, Abdul. 2000. *Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Mulyadi, Ahmadi. 2004. *Pemeliharaan Trafo dan dan Gardu Distribusi*. Makassar : Udiklat PT.PLN (Persero).
- Pakpahan, M.Parauli dan Bambang Anggoro, 2004. *Seminar Losses (Perangkat Lunak Untuk Perhitungan Susut Energi)*. Yogyakarta : Institut Teknologi Bandung
- Rasosia, Sam. 2004. *Seminar Losses (Pengurangan Susut Energi Untuk Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik)*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Soemanto, Wasty. 2004. *Pedoman Teknik Penulisan Skripsi*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Tumiran, 2004. *Seminar Losses (Strategi Pengurangan Susut Energi Listrik pada Sistem Distribusi Tenaga listrik)*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada