Jurnal IlmiahTeknik Elektro UML
Vol. 1, No.1, Oktober 2020
e-ISSN 2746 - 1750

Analisis Susut Energi Pada Titik Sambung Ring Penyulang Sepat Menggunakan Thermovision Di PT PLN (Persero) Rayon Kota Metro

Dasweptia Dj[1], Jeckson[2], Arif Fauzan Serio Lago[3]

[1,2,3]Program Studi Teknik Elektro,Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Lampung
Jl. H. Zainal Abidin Pagar Alam No.14 Bandar Lampung 35142
Email : dasweptiadj@gmail.com

Abstract

In electric energy dispatch process, interference were often found especially at medium voltage network. One of major problem from this processis the loss of electricsl energy which called losses. Losses caused be technical and non technical factors.One causes of the factor itself come from poor connecting point. This paper presents losses calculating with the result which caused by poot connecting point. Power loss count by long and cross sectional area at the connecting point. It also infected by the amount of load current flowing at that point. The biggest value of power loss occur at the connecting point which use joint sleeve. Otherwise, the smallest value of power loss occur at the connecting point which use compression connector (CCO).

Key word : power loss, medium voltage, connecting point, distribution,thermovision

1. Pendahuluan

Perusahaan Listrik Negara (Persero) atau disingkat PT PLN adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang diberikan tugas dan wewenang sebagai pengelola usaha ketenagalistrikan di Indonesia mulai dari pembangkit, transmisi dan distribusi sampai kepada penjualan dan pelayanan pelanggan. Peningkatan mutu pelayanan dan pencapaian target adalah suatu hal yang wajib bagi suatu unit kerja khususnya bagi PT PLN (Persero) Rayon Kota Metro. Salah satu hal yang terkait adalah pada jaringan distribusi untuk menyalurkan tenaga listrik secara kontinyuitas dengan standar nilai tegangan dan frekuensi yang sudah ditentukan dan itu merupakan nilai jual dan pendapatan bagi perusahaan ini.

Dalam proses penyaluran energi listrik khususnya pada tegangan menengah seringkali mengalami masalah. Salah satu permasalahan dalam penyaluran energi listrik adalah hilangnya energi listrik atau yang disebut dengan *losses*. Hilangnya energi listrik dapat disebabkan dari faktor teknis maupun non teknis. Salah satu penyebab dari faktor itu sendiri adalah pada titik sambung yang kurang baik. Oleh karena itu perlu adanya inspeksi terkait titik sambung pada sebuah jaringan guna dilakukannya perbaikan sebagai upaya penurunan nilai susut pada sebuah jaringan agar energi listrik yang disalurkan tetap optimal hingga ke ujung jaringan.

Tujuan dari penelitian ini untuk melakukan perhitungan besarnya kerugian energi (Watt) pada titik sambung menggunakan alat thermovision.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Jaringan Tenaga Listrik

Pada pendistribusian tenaga listrik ke pengguna tenaga listrik di suatu kawasan, penggunaan sistem Tegangan Menengah sebagai jaringan utama adalah upaya utama menghindarkan rugi-rugi penyaluran (losses) dengan kualitas persyaratan tegangan yang harus dipenuhi oleh PT PLN Persero. Pada jaringan tegangan menengah juga digunakan konektor untuk menyambung kawat penghantar tersebut.

Berikut adalah jenis - jenis konektor yang digunakan :

a. *Joint sleeve*
b. *Paralel groove*
c. *Compression connector*
d. *Live line connector*

Susut energi (Rugi Daya) merupakan hilangnya daya tahanan pada penghantar. Susut daya dapat disebabkan karena rugi pada tahanan itu sendiri dan faktor lainnya. Susut Daya dinyatakan oleh persamaan:

$$P = I^2 x R \quad (1)$$

P = Susut Energi (Watt)
I = Arus (A)
R = Resistansi / Hambatan Bahan (Ω)

Resistansi (R) merupakan daya hambat listrik suatu material yang dialiri arus listrik. Untuk

bahan yang sama maka resistansi berbanding lurus dengan panjang (L) dan berbanding terbalik dengan luas penampang (A). Untuk menghilangkan kebergantungan harga resistansi terhadap ukuran bahan maka resistansi dinormalisasikan yaitu dengan membagi resistansi (R) dengan panjang (L) dan luas penampang (1/A) sehingga diperoleh besaran resistivitas (ρ).

Resistivitas (ρ) adalah kemampuan suatu bahan untuk mengantarkan arus listrik yang bergantung terhadap besarnya medan istrik dan kerapatan arus. Semakin besar resistivitas suatu bahan maka semakin besar pula medan listrik yang dibutuhkan untuk menimbulkan sebuah kerapatan arus. Maka, bisa dinyatakan sebagai berikut :

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2)$$

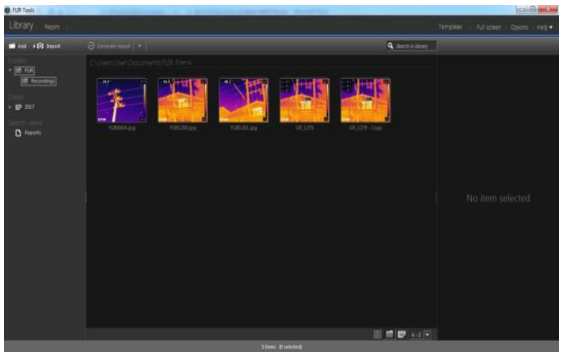
R = Resistansi / Hambatan bahan (Ω)
ρ = Resistivitas/Tahanan Jenis (Ωmm²/m)
L = Panjang penghantar (m)
A = Luas penampang (mm²)

Pada umumnya ada tiga faktor yang mempengaruhi tahanan konduktor yaitu, temperatur, campuran bahan, dan tekanan mekanis. Tahanan pada beberapa bahan konduktor (terutama pada bahan logam murni) akan bertambah dengan kenaikan temperatur. Perubahan tahanan bahan per ohm per derajat celcius dengan adanya perubahan temperatur dinamakan koefisien temperatur tahanan bahan dan dinyatakan dengan α. Tahanan konduktor akan berubah sesuai dengan perubahan temperatur sesuai dengan persamaan berikut :

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (3)$$
$$R_1 = R_0 \times (1 + \alpha \times \Delta t) \quad (4)$$

Δt = Selisih suhu antara temperatur titik sambung dan penampang (℃)
t_2 = Suhu titik sambung (℃)
t_1 = Suhu penampang (℃)
R_1 = Hambatan akhir (Ω)
R_0 = Hambatan awal (Ω)
α = Koefisien suhu

Alat thermovision yang digunakan adalah Thermal Camera Merk Flir Type E50. Penggunaan alat tersebut digunakan pada beban puncak yaitu pada malam hari, apabila suatu objek setelah dilakukan thermovison menunjukan suhu >50˚C maka objek tersebut bisa dikatakan dalam kondisi abnormal. Untuk menganalisis hasil dari kamera dapat menggunakan aplikasi *Flir Tools*. Selain untuk menganalisis aplikasi tersebut juga bisa untuk membuat laporan hasil daripada kamera tersebut.



Gambar 1. Tampilan Aplikasi Flir Tools

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perhitungan titik sambung menggunakan *joint sleeve* pada TM10 *Point* 3 & 4

Dari inspeksi di TM10 *Point* 3 & 4 yang telah dilakukan diperoleh data sebagai berikut :

Koefisien suhu bahan aluminium = $0{,}0036/℃$

Tahanan jenis bahan aluminium = 0,0328 Ωmm²/m

Panjang titik sambung (*Joint Sleeve*) = $17{,}5 \text{ x } 10^{-2}$ m

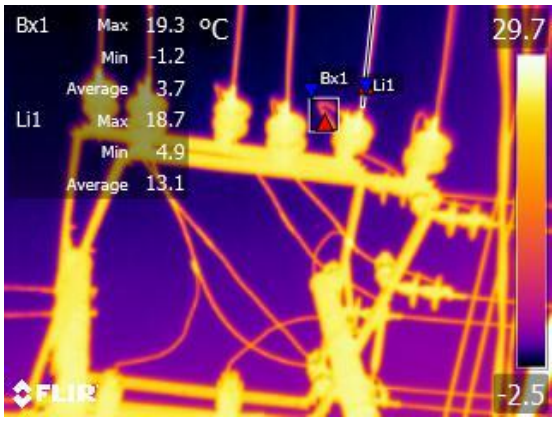
Luas penampang penghantar = 150 mm²

Arus yang terukur pada Phasa R = 196 A

Arus yang terukur pada Phasa S = 196 A

Arus yang terukur pada Phasa T = 196 A

Perhitungan Titik Sambung TM10 *Point* 3 & 4 Phasa R



Gambar 2. Hasil Inspeksi TM10 *Point* 3 & 4 Phasa R Thermovison *Infrared*

Perhitungan hambatan phasa R di TM10 :

$$R = \rho \frac{L}{A}$$
$$\text{R} = 0{,}0328\ \Omega\text{mm}^2/\text{m}\ \frac{17{,}5.10^{-2}\ \text{m}}{150\ \text{mm}^2}$$
$$\text{R} = \frac{0{,}00574\ \Omega\text{mm}^2}{150\ \text{mm}^2}$$
$$\text{R} = 3{,}82667 \text{ x } 10^{-5}\ \Omega$$
$$R_1 = R_0 \times (1 + \alpha \times \Delta t)$$
$$\text{R}_1 = 3{,}82667.10^{-5}\ \Omega \times (1 + 0{,}00216)$$
$$\text{R}_1 = 3{,}82667.10^{-5}\ \Omega \times 1{,}00216$$
$$\text{R}_1 = 3{,}83493.10^{-5}\ \Omega$$

Perhitungan susut energi

$P = I^2 \, x \, R$

$\mathrm{P} = (196)^2 \text{ A x } 3{,}83493.10^{-5}\ \Omega$

$\mathrm{P} = 1{,}4732 \text{ Watt}$

Pada Perhitungan Titik Sambung TM10 Point 3 & 4 Phasa S & T juga menggunakan rumus yang sama. Sehingga berdasarkan perhitungan diatas total energi yang hilang pada TM10 Point 3 & 4 sebesar 4,4895 Watt

3.2 Perhitungan titik sambung menggunakan *paralel groove* pada TM5 *Point* 128.

Dari inspeksi di TM5 *Point* 128 yang telah dilakukan diperoleh data sebagai berikut :

Koefisien suhu bahan aluminium = $0{,}0036/℃$

Tahanan jenis bahan aluminium = 0,0328 Ωmm²/m

Panjang titik sambung (*Paralel Groove*) = $8{,}8 \text{ x } 10^{-2}$ m

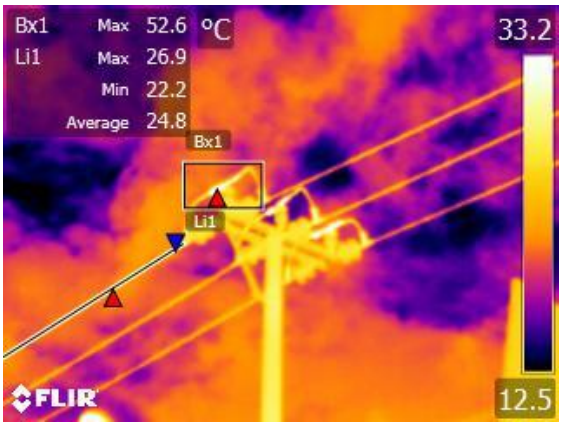
Luas penampang penghantar = 2 x 150 mm²

Arus yang terukur pada Phasa R = 179,9 A

Arus yang terukur pada Phasa S = 183,2 A

Arus yang terukur pada Phasa T = 178,7 A

Perhitungan Titik Sambung TM5 *Point* 128 Phasa R



Gambar 3. Hasil Inspeksi TM5 *Point* 128 Phasa R Thermovison *Infrared*

Perhitungan hambatan phasa R di TM5 :

$R = \rho \frac{L}{A}$ (16)

$\mathrm{R} = 0{,}0328\ \Omega\mathrm{mm}^2/\mathrm{m}\ \frac{8{,}8.10^{-2}\ \mathrm{m}}{2 \text{ x } 150\ \mathrm{mm}^2}$ (17)

$\mathrm{R} = \frac{0{,}002886\ \Omega\mathrm{mm}^2}{300\ \mathrm{mm}^2}$ (18)

$\mathrm{R} = 9{,}62133 \text{ x } 10^{-6}\ \Omega$ (19)

$R_1 = R_0 \times (1 + \alpha \times \Delta t)$ (20)

$\mathrm{R}_1 = 9{,}6213.10^{-6}\ \Omega \times (1 + 0{,}09252)$ (21)

$\mathrm{R}_1 = 9{,}6213.10^{-6}\ \Omega \times 1{,}09252$ (22)

$\mathrm{R}_1 = 1{,}05115.10^{-5}\ \Omega$ (23)

Perhitungan susut energi

$P = I^2 \, x \, R$ (24)

$\mathrm{P} = (179{,}9)^2 \text{ A x } 1{,}05115.10^{-5}\ \Omega$ (25)

$\mathrm{P} = 0{,}34 \text{ Watt}$ (26)

Pada Perhitungan Titik Sambung TM5 *Point* 128 Phasa S & T juga menggunakan rumus yang sama. Sehingga berdasarkan perhitungan diatas total energi yang hilang pada TM10 TM5 *Point* 128 sebesar 1,012 Watt

3.3 Perhitungan titik sambung menggunakan *Compression Connector (CCO)* pada Gardu Portal MT0334 *Point* 162.

Dari inspeksi di Gardu Portal MT0334 *Point* 162 yang telah dilakukan diperoleh data sebagai berikut :

Koefisien suhu bahan aluminium = $0{,}0036/℃$

Tahanan jenis bahan aluminium = 0,0328 Ωmm²/m

Panjang titik sambung (*CCO*) = $4{,}5 \text{ x } 10^{-2}$ m

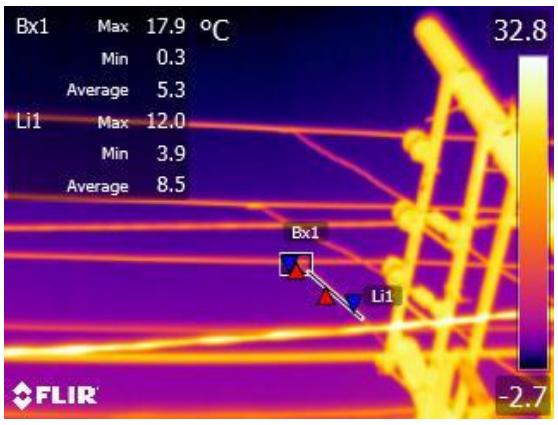
Luas penampang penghantar = 150 mm² + 70 mm²

Arus yang terukur pada Phasa R = 2,7 A

Arus yang terukur pada Phasa S = 2,9 A

Arus yang terukur pada Phasa T = 2,4 A

Perhitungan Titik Sambung Gardu Portal MT0334 *Point* 162 Phasa R



Gambar 4. Hasil Inspeksi Gardu Portal MT0334 *Point* 162 Phasa R Thermovison *Infrared*

Perhitungan hambatan phasa R di Gardu Portal MT0334:

$R = \rho \frac{L}{A}$ (26)

$\mathrm{R} = 0{,}0328\ \Omega\mathrm{mm}^2/\mathrm{m}\ \frac{4{,}5.10^{-2}\ \mathrm{m}}{(150+70)\ \mathrm{mm}^2}$ (27)

$\mathrm{R} = \frac{0{,}001476\ \Omega\mathrm{mm}^2}{220\ \mathrm{mm}^2}$ (28)

$\mathrm{R} = 6{,}70909 \text{ x } 10^{-6}\ \Omega$ (29)

$R_1 = R_0 \times (1 + \alpha \times \Delta t)$ (30)

$\mathrm{R}_1 = 6{,}70909.10^{-6}\ \Omega \times (1 + 0{,}02124)$ (31)

$\mathrm{R}_1 = 6{,}70909.10^{-6}\ \Omega \times 1{,}02124$ (32)

$\mathrm{R}_1 = 6{,}85159.10^{-6}\ \Omega$ (33)

Perhitungan susut energi

$P = I^2 \, x \, R$ (34)

$P = (2,7)^2$ A x $6,85159.10^{-6}$ Ω (35)

P = 0,00005 Watt (37)

Pada Perhitungan Titik Sambung Gardu Portal MT0334 *Point* 162 Phasa S & T juga menggunakan rumus yang sama. Sehingga berdasarkan perhitungan diatas total energi yang hilang pada Gardu Portal MT0334 *Point* 162 sebesar 1,48 x 10^{-4} Watt

3.4 Perhitungan titik sambung menggunakan *Live Line Connector (LLC)* pada Gardu Portal MT0108 *Point* 130 & 131.

Dari inspeksi di Gardu Portal MT0108 *Point* 130 & 131 yang telah dilakukan diperoleh data sebagai berikut :

Koefisien suhu bahan aluminium = $0,0036/℃$

Tahanan jenis bahan aluminium = 0,0328 Ωmm²/m

Panjang titik sambung (*LLC 150/70mm²*) = $(3,6 + 3,8)$ x 10^{-2} m

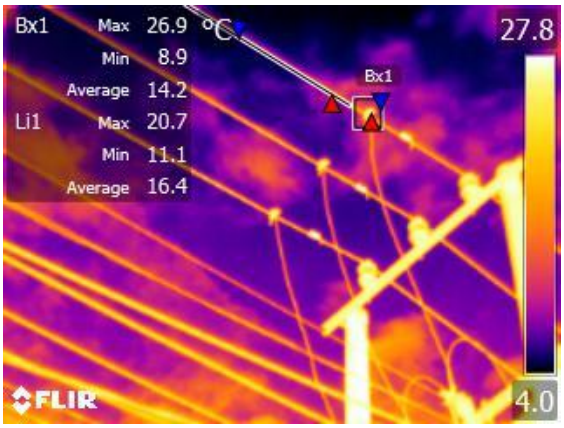
Luas penampang penghantar = 150 mm² + 70 mm²

Arus yang terukur pada Phasa R = 1,1 A

Arus yang terukur pada Phasa S = 1,5 A

Arus yang terukur pada Phasa T = 1 A

Perhitungan Titik Sambung Gardu Portal MT0108 *Point* 130 & 131 Phasa R



Gambar 4. Hasil Inspeksi Gardu Portal MT0108 *Point* 130 & 131 Phasa R Thermovison *Infrared*

Perhitungan hambatan phasa R di Gardu Portal MT0108 :

$R = \rho \frac{L}{A}$

R = 0,0328 Ωmm²/m $\frac{(3,6+3,8).10^{-2}\text{m}}{(150+70)\ \text{mm}^2}$

R = $\frac{0,002427\ \Omega\text{mm}^2}{220\ \text{mm}^2}$

R = 1,10327 x 10^{-5} Ω

$R_1 = R_0 \times (1 + \alpha \times \Delta t)$

$R_1 = 1,10327.10^{-5}\ \Omega \times (1 + 0,02232)$

$R_1 = 1,10327.10^{-5}\ \Omega \times 1,02232$

$R_1 = 1,1279.10^{-5}\ \Omega$

Perhitungan susut energi

$P = I^2 \, x \, R$

$P = (1,1)^2$ A x $1,1279.10^{-5}$ Ω

P = 0,00001 Watt

Pada Perhitungan Titik Sambung Gardu Portal MT0108 *Point* 130 & 131 Phasa S & T juga menggunakan rumus yang sama. Sehingga berdasarkan perhitungan diatas total energi yang hilang pada Gardu Portal MT0108 *Point* 130 & 131 sebesar 0,5 x 10^{-4} Watt

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan mengenai hilangnya energi pada titik sambung, maka total energi yang hilang pada Penyulang Sepat Ring 1 adalah sebesar 93,9067 Watt.

Pada penelitian yang dilakukan, hambatan pada titik sambung sangat dipengaruhi oleh panjang dan luas dari alat yang digunakan pada titik sambung tersebut.

Untuk energi yang hilang pada titik sambung dipengaruhi oleh besarnya hambatan dan arus yang mengalir pada titik sambung tersebut.

Daftar Pustaka

Giancoli, D.C. 2001. *Fisika Jilid 2. Edisi Kelima*. Diterjemahkan Dra. Yuhliza Hanum, M. Eng. Jakarta: Erlangga.

Standar Perusahaan Umum Listrik Negara, SPLN 41-8, Jakarta, 1981

Standar Perusahaan Umum Listrik Negara, SPLN D3.002-1, Jakarta, 2007

PT PLN (Persero). 2010. *Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik.* Jakarta : PT PLN (Persero)

PT PLN (Persero). 2010. *Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik.* Jakarta : PT PLN (Persero)

Zuhal. 2000. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta : Gramedia