

Perbaikan Koneksi Klem Transformator Arus untuk Menurunkan Hotspot di Gardu Induk 150 kV Kebasen Bay Brebes I

RENATO ALFAUZI, DINI FAUZIAH

Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung
Email : alfauzirenato1597@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Transformator arus memegang peranan penting dalam pendistribusian listrik, semakin besar kapasitas, maka beban kerja akan semakin berat dan dapat menimbulkan titik panas berlebih sehingga dapat merusak dan mengurangi umur pemakaian transformator arus, untuk mengatasi masalah ini pemeliharaan dan perbaikan pada transformator arus dilakukan secara teratur. Pemeliharaan dan perbaikan ini dilaksanakan di PT PLN GI Kebasen dan ULTG Tegal. Metode yang dilakukan meliputi inspeksi level 1 dan level 2 dengan kamera infrared yang berperan memonitor kondisi peralatan gardu induk dengan suhu sebagai acuannya. Pengukuran dilakukan dengan mengambil data satu kali dalam satu bulan suhu peralatan bay brebes 1 sebanyak 34 data dalam keadaan beban puncak pada malam hari dengan 31 data kondisi baik yaitu memiliki selisih suhu < 10°C dan 3 data kondisi buruk pada transformator arus yaitu memiliki selisih suhu 30°C. Hasil analisis setelah dilakukan perbaikan menunjukkan selisih suhu mengalami penurunan pada transformator arus dari selisih suhu 30 °C menjadi 3 °C sehingga termasuk kondisi baik.

Kata kunci : Inspeksi, Kamera infrared , Suhu, Thermovisi, Transformator arus

ABSTRACT

Current transformers play an important role in the distribution of electricity. The larger the capacity, the heavier the workload will be and can cause excessive hot spots which can damage and reduce the service life of the current transformer. To overcome this problem, maintenance and repairs on current transformers are carried out regularly. This maintenance and repair is carried out at PT PLN GI Kebasen and ULTG Tegal. The methods used include level 1 and level 2 inspections with infrared cameras whose role is to monitor the condition of substation equipment using temperature as a reference. Measurements were carried out by taking data once a month on the temperature of Bay Brebes 1 equipment, 34 data in peak load conditions at night with 31 data in good condition, namely having a temperature difference of <10 °C and 3 data in bad condition on the current transformer, namely having a temperature difference of 30 °C. The results of the analysis after repairs showed that the temperature difference had decreased in the

current transformer from a temperature difference of 30 °C to 3 °C, including good condition.

Key words : *Current transformer, Inspection, Infrared camera, Temperature, Thermovision,*

1. PENDAHULUAN

Seluruh peralatan instalasi ketenagalistrikan dalam pengoperasiannya selalu terpapar oleh faktor – faktor yang menjadikan kondisinya menurun seperti kontak fisik/mekanik, kontak kimia, lingkungan ataupun akibat energi listrik itu sendiri. Untuk menjaga kondisi peralatan instalasi ketenagalistrikan maka kegiatan pemeliharaan perlu dilaksanakan. Kegiatan pemeliharaan secara rutin dapat menjaga kondisi peralatan instalasi ketenaga listrikan tetap optimal dan memperpanjang usia operasional dari suatu peralatan tersebut. Kegiatan monitoring kondisi peralatan tersebut dapat di laksanakan secara visual (langsung) ataupun non-visual (tidak langsung), dan dapat menggunakan panca indra atau dengan bantuan peralatan lain **(PLN, 2014)**.

Suhu akan dihasilkan oleh peralatan instalasi ketenagalistrikan karena adanya arus yang mengalir melaluinya. Hal tersebut karena listrik merupakan suatu energi yang pada dasarnya akan menghasilkan panas. Namun terkadang kondisi dari peralatan instalasi ketenaga listrikan tidak baik sehingga terjadi anomali dalam operasinya, hal ini akan menimbulkan panas yang tak wajar. Panas tak wajar tersebut dapat memperburuk kondisi dari peralatan **(Anwar, 2019)**. Disitulah peran kamera infrared (IR) adalah untuk memonitor kondisi peralatan instalasi ketenagalistrikan dengan suhu peralatan sebagai acuannya.

Transformator memegang peranan yang sangat penting karena berfungsi memindahkan energi listrik dari sisi primer ke sisi sekunder melalui induksi magnet. Semakin besar kapasitas transformator maka beban kerjanya juga akan semakin berat karena dapat menimbulkan panas berlebih yang merupakan masalah utama **(Andayani & Simanjuntak, 2020)** Untuk mengatasi masalah ini, perawatan transformator perlu dilakukan secara berkala seperti inspeksi level 1 dan 2.

Pemeliharaan dan pengoperasian yang tidak benar terhadap CT akan memperpendek umur pemakaian. CT dan akan menimbulkan gangguan / anomali, salah satu gangguan tersebut yaitu suhu panas (*hotspot*). Suhu panas (*hotspot*) pada peralatan gardu induk merupakan sebuah parameter yang dipantau dan di analisa perubahannya setiap saat, terutama pada waktu beban puncak. Selama beroperasi, trafo arus yang menghantarkan arus listrik akan mengalami pemanasan, karena kerugian arus mengalir dalam konduktor yang disebabkan oleh hambatan **(Fartika , 2020)**. Bagian terminal dan sambungan adalah bagian yang sering mengalami pemanasan, terutama antara dua metal berbeda dan penampang konduktor yang mengecil karena korosi dikarenakan kondisi Gardu Induk merupakan pasangan luar yang bertempat daerah pinggir jalan dan persawahan **(Fadillah, 2016)**.

Untuk itu penulis ingin mengoptimalkan pemantauan pemeliharaan pada peralatan gardu induk yang berada di area switchyard dengan salah satunya memperhatikan suhu, karena dari suhu kita dapat mengetahui apakah peralatan tersebut masih berada dalam kondisi baik atau

tidak sekaligus dapat juga mengetahui kapan harus direncanakan perbaikan pada peralatan tersebut.

2. METODE PENGUKURAN

2.1 Diagram alir Metodologi Pengukuran

Metodologi yang dilakukan dalam proses perbaikan hotspot pada klem Trafo arus 150 kV bay Brebes GI Kebasen, ada beberapa tahap yang sebaiknya dilakukan berurutan sebelum melakukan inspeksi level 3 atau shutdown testing/measurement (**Rama, 2018**). Adapun proses pengumpulan data aktual yaitu data suhu pada konduktor dan klem tiap fasa, data arus pada saat pengukuran thermovisi dan arus beban puncak yang diambil dari sistem di Gardu Induk . Setelah proses pengumpulan data sudah di dapatkan maka dilakukan proses metode pengujian. Hal ini bertujuan untuk mengetahui nilai parameter di atas sesuai dengan standar yang digunakan PLN.

FLIR E5-XT Thermal Imaging Camera adalah sebuah alat pengukur untuk mendiagnosis masalah listrik, mekanik, dan bangunan, berkat detektor inframerah piksel 19.200 (160 x 120) dan diperluas (**Teledyne, 2020**). Peningkatan gambar *FLIR MSX* memberikan detail pencitraan termal yang luar biasa sedangkan Wi-Fi bawaan memungkinkan pengguna untuk dengan cepat terhubung dengan aplikasi *FLIR Tools Mobile* untuk berbagi gambar dan mengirim laporan dengan mudah dari lokasi manapun alat tersebut disajikan pada Gambar 1.



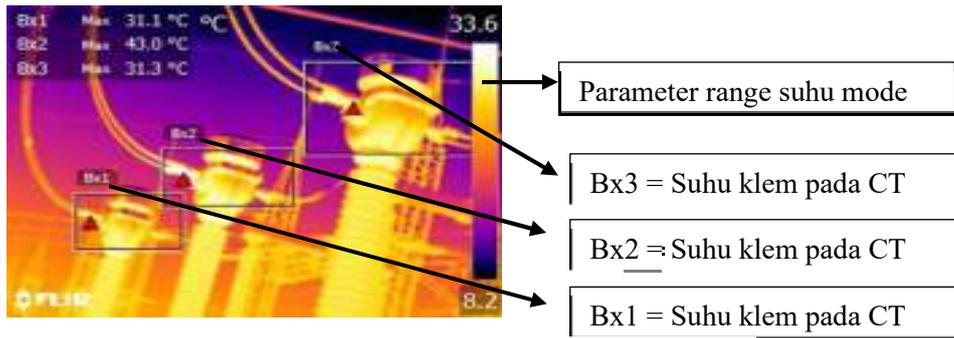
Gambar 1. Flir E5-XT

Dengan didukungnya proses thermovisi oleh alat ukur termal yang profesional dapat memudahkan kami dalam pengambilan data suhu pada peralatan gardu induk Pelaksanaan thermovisi adalah aktifitas pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui temperatur suatu objek yang sedang diamati. Alat yang umumnya digunakan mampu menampilkan gambar suatu objek berdasarkan pencitraan temperaturnya. Tinggi rendahnya temperatur berdasarkan warna hasil pencitraan (**Putra, 2018**).

Langkah – langkah yang diambil ketika melaksanakan thermovisi :

1. Persiapkan perlengkapan APD dan peralatan pengukuran thermovisi.
2. alat pengukuran yang dipakai yaitu *FLIR E5 XT*.
3. Pengukuran dilakukan di Serandang tempat dimana alat – alat gardu induk 150
4. Pengukuran dilakukan pada saat waktu beban puncak, kira kira ketika jam 17.00
5. lakukan pengukuran dengan cara :
 - a. Tekan tombol Power Switch untuk mengaktifkan alatnya.
 - b. Fokuskan lensa ke objek yang akan di ukur ke Gambar 2.

Perbaikan Koneksi Klem Transformator Arus Untuk Menurunkan Hotspot
Di Gardu Induk 150 Kv Kebasen Bay Brebes I



Gambar 2 Tampilan layer FLIR

- c. lalu *shoot* objek dan otomatis nilai pengukuran temperatur tampil dilayar.
 - Menampilkan range warna dengan mode iron
 - Menampilkan shoot pada kotak yaitu Bx1 = Suhu klem pada CT fasa R (°C), Bx2 = Suhu klem pada CT fasa S (°C), Bx3 = Suhu klem pada CT fasa T (°C)
- d. tekan save untuk menyimpan gambar yang telah di ukur.

2.2 Teknik Analisis Data

Perhitungan penulis Adapun penentuan kategori *Hotspot* yang dapat dilihat dari perhitungan suhu thermovisi dengan menggunakan rumus (1) sebagai berikut :

$$\Delta T = \frac{I_{Maks}^2}{(I_{Saat\ thermovisi})^2} \times (T_{klem} - T_{konduktor}) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- ΔT = selisih suhu klem terhadap konduktor
- I maks = arus maksimal
- I saat thermovisi = arus saat thermovisi
- T klem = suhu klem (sambungan)
- T konduktor = suhu konduktor

Kondisi rekomendasi ΔT yang disarankan oleh PT. PLN pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil ΔT Rekomendasi

No	ΔT_{shtr}	Rekomendasi
1.	$<10^{\circ}$	Kondisi normal, pengukuran berikutnya dilakukan sesuai jadwal
2.	$10^{\circ}-25^{\circ}$	Perlu dilakukan pengukuran dua minggu lagi
3.	$25^{\circ}-40^{\circ}$	Perlu dilakukan pengukuran satu minggu lagi dan direncanakan perbaikan dalam periode maksimal dua minggu lagi
4.	$40^{\circ}-70^{\circ}$	Perlu dilakukan pengukuran periode harian dan perbaikan segera dalam periode maksimal tiga hari
5.	$>70^{\circ}$	Kondisi darurat

3. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini penulis melakukan analisis mengenai transformator arus pada Gardu Induk Kebasen. Analisis yang dilakukan mengenai hotspot. Objek yang dianalisis memiliki spesifikasi seperti pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Tabel Data Transformator

Data Trasformator Arus	
Merk dan Tipe CT	ALSTOM, OSKF 170
Tahun Opsai	2 November 2018
Kapasitas Beban In Maksimal	4800 A
Jumlah Core	4 Core
Nilai Masing-Masing Ratio	Terpakai 4000/1 2 Core (Metering & Proteksi) Core 1,2,3,4 : 4000 – 2000/1

3.1 Data Hasil Pengujian Thermovisi

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Sebelum Perbaikan

Bay Brebes	Arus Tertinggi yang pernah dicapai I_m (A)	Arus Saat Shooting I_s (A)	Suhu Peralatan Saat Shooting T ($^{\circ}$ C)	Suhu Konduktor Saat Shooting T ($^{\circ}$ C)	Selisih Suhu Klem Terhadap Konduktor ΔT ($^{\circ}$ C)	Keterangan
Dua Terminal CT Phasa R suhu rata rata	350	245	31,3	30	2	Kondisi Baik

Perbaikan Koneksi Klem Transformator Arus Untuk Menurunkan Hotspot
Di Gardu Induk 150 Kv Kebasen Bay Brebes I

Dua Terminal CT Fasa S suhu rata rata	350	245	47,0	30	35	Kondisi Buruk
Dua Terminal CT Fasa T suhu rata rata	350	245	31,3	30	2	Kondisi Baik

Kegiatan Thermovisi mengindikasikan ada anomali yang terdapat pada fasa S di CT, di gardu induk khususnya Trafo arus sedang mengalami beban tertinggi yang pernah dicapai. Sehingga dapat di hitung selisih antara beban tertinggi dan beban saat pengukuran, dan sebagai hasil dari gambar di atas dapat dilihat dari Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 yang berisi hasil thermovisi sebelum perbaikan. Menyatakan pada dua terminal transformator arus pada fasa R didapatkan nilai suhu pada klem transformator arus sebesar 31,1°C dan nilai suhu konduktor 30 °C dengan begitu maka didapatkan nilai ΔT 2 °C .Kemudian pada dua terminal transformator arus pada fasa T didapatkan nilai suhu pada klem transformator arus sebesar 31,3°C dan nilai suhu konduktor 30 °C dengan begitu maka didapatkan nilai ΔT 2 °C . Untuk dua terminal transformator arus pada fasa S didapatkan nilai suhu pada klem transformator arus sebesar 47,0°C dan nilai suhu konduktor 30 °C dengan begitu maka didapatkan nilai ΔT 35 °C . nilai ini termasuk keterangan kondisi buruk karena tidak sesuai dengan standar PLN No.0520-2.K/DIR.2014. Berdasarkan hasil diatas pada transformator arus fasa S ini memiliki kondisi buruk dan juga didapatkan selisih suhu antara fasa R dan T sebesar 33 °C yang berarti kondisi buruk dikarenakan nilai tersebut tidak memenuhi standar PLN dimana nilai tersebut lebih besar dari 1 °C -- 3°C. Maka dengan kondisi tersebut dinyatakan ketidaknormalan dan perlu dilakukan perbaikan atau pergantian segera. Proses diawali setelah dilakukan nya inspeksi yang dilakukan oleh pihak gardu induk. Bahwa didapatkan permasalahan dalam hal hotspot pada dua terminal transformator arus fasa S dengan kondisi terdapat anomali atau buruk. Setelah itu dilakukan laporan ke pihak ULTG untuk meminta perbaikan pada peralatan tersebut. Setelah itu dari pihak ULTG langsung membuat perencanaan untuk memperbaiki dua terminal transformator arus yang terindikasi hotspot.

Tabel 4 menyajikan data pengujian sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan thermovisi dan terdapat juga standar uji pada tabel tersebut.

Tabel 4. Data Pengujian Sebelum dan Sesudah Perbaikan

No	Bagian Revisi	Suhu Perawatan Sebelum Perbaikan	Suhu Perawatan Setelah Perbaikan	Suhu Konduktor Sebelum Slooting	Suhu Konduktor Setelah Slooting	Seluruh Suhu Sebelum Slooting	Seluruh Suhu Setelah Slooting	Standar Uji PLN SK TMS 52%	Keterangan
		T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	ΔT ₁ (°C)	ΔT ₂ (°C)		
	- Dua Terminal CT Phase R 400-1700 - Bus	31,3	26,9	30	26,4	2	1	<10°C	Kondisi Baik
	- Dua Terminal CT Phase S 400-1700 - Bus	47,0	32,5	30	31	35	3	<10°C	Kondisi Baik
	- Dua Terminal CT Phase T 400-1700 - Bus	31,3	26,3	30	26	2	0	<10°C	Kondisi Baik

Pada analisis diatas hasil yang didapatkan pada suhu dua terminal transformator arus fase R mengalami penurunan dari 31.3 °C menjadi 26,9 °C dan suhu pada konduktor 26,4 °C dan nilai ΔT menurun dari 2 °C menjadi 1 °C. hal ini disebabkan oleh perbaikan yang telah dilakukan dengan cara membersihkan sambungan antara klem transformator arus dan klem konduktor. Dengan penurunan nilai tersebut maka dua terminal pada transformator arus fase R dikategorikan dengan kondisi baik karena memenuhi standar PLN No.0520-2.K/DIR.2014. Untuk suhu dua terminal transformator arus fase S mengalami penurunan dari 47 °C menjadi 32,5 °C. Sebelum perbaikan dua terminal transformator arus fase S dikategorikan dengan kondisi buruk dikarenakan nilai ΔT 35 °C tidak memenuhi standar PLN. Dan setelah melakukan perbaikan nilai ΔT menjadi 3 °C . hal ini disebabkan oleh perbaikan yang telah dilakukan dengan cara membersihkan sambungan antara klem transformator arus dan klem konduktor dengan begitu dua terminal transformator arus pada fase S dikategorikan dengan kondisi baik karena memenuhi standar PLN No.0520-2.K/DIR.2014.

Untuk suhu dua terminal transformator arus fase T mengalami penurunan dari 31.3 °C menjadi 26,3

°C dan suhu pada konduktor 26°C dan nilai ΔT menurun dari 2 °C menjadi 0 . hal ini disebabkan oleh perbaikan yang telah dilakukan dengan cara membersihkan sambungan antara klem transformator arus dan klem konduktor. Dengan penurunan nilai tersebut maka dua terminal pada transformator arus fase T dikategorikan dengan kondisi baik karena memenuhi standar PLN No.0520-2.K/DIR.2014.

Hasil keseluruhan nilai suhu pada dua terminal transformator arus fase R,S,T menunjukkan bahwa transformator arus masih berfungsi dengan normal dikarenakan setelah perbaikan suhu menurun dan memenuhi standar PLN No.0520-2.K/DIR.2014. Untuk kegiatan termovisi ini dilakukan secara berkala pada inspeksi level 1 dan inspeksi level 2 yang memiliki fungsi utama sebagai monitoring peralatan gardu induk.

4. KESIMPULAN

Nilai presentase selisih suhu pada trafo arus fasa S yang terindikasi Hotspot sebelum diperbaiki adalah 35 °C sedangkan pada fasa R dan T hanya 2 °C. Terdapat selisih 33 °C yang berarti kondisi buruk dan jauh dari standar PLN. Setelah perbaikan dilakukan oleh pihak HAR ULTG maka nilai presentase selisih suhu pada trafo arus fasa S menjadi 3 °C fasa R 1 °C dan fasa T 0 °C terdapat selisih 2 °C maka dengan selisih yang didapat bisa dikatakan dengan kondisi baik. Pengaruh dari perbaikan terhadap kinerja transformator arus yang telah dilaksanakan adalah ditandai oleh tabel 5.4 yang menyatakan bahwa kondisi suhu pada trafo arus fasa S berkondisi baik dengan nilai $\Delta T = 3^{\circ}\text{C}$ yang berarti memenuhi standar PLN yang merekomendasikan nilai ΔT harus $< 10^{\circ}\text{C}$ Untuk proses yang dilakukan untuk mengetahui peralatan yang terindikasi hotspot dapat dilakukan proses inspeksi level 1 dan level 2 dengan peralatan thermogun flir yang dilakukan minimal per satu bulan dengan 1 kali untuk peralatan pada tegangan ≤ 150 kV dan minimal per dua minggu 1 kali untuk peralatan pada tegangan ≥ 150 kV. Untuk kondisi tertentu, periode pengukuran dapat dilakukan sesuai kebutuhan. Dan pengukuran pada beban puncak siang dan malam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT PLN (Persero) GI Kebasen dan ULTG Tegal yang telah mengizinkan dan memberi data serta pengalaman kepada penulis untuk keperluan dalam penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Andayani, N., & Simanjuntak, Y. (2020). Analisa Water Content dan Breakdown Voltage Pada Isolasi Minyak. *Teknik Elektro, University Tanjungpura*.
- Anwar, B. (2019). Penentuan HotPoint dengan Menggunakan Metode Thermovisi Pada Gardu Induk 150 KV. *Fakultas Teknik, University Muhammadiyah Surakarta*.
- Fadillah, A. (2016). Analisa Hasil Pengujian Switchgear pada Sistem Kelistrikan.
- Fartika, D. (2020). Menentukan dan Melihat Titik Hotspot pada Tower 150 kV di Pasar Kemis menggunakan Metode Thermovisi. *Fakultas Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan, Institut Teknologi PLN*.
- PLN. (2014). *Pedoman Pemeliharaan*. Indonesia: PT. PLN.
- Putra, R. R. (2018). Thermovisi dalam Melihat Hot Point pada Gardu Induk 150 KV Palur. *Fakultas Teknik, University Muhammadiyah Surakarta*.
- Rama, D. (2018). Optimalisasi IL 1 dan IL 2 untuk Menjaga Keandalan Sistem di Gardu Induk 150 kV Kebasen. *Fakultas Teknik Elektro, University Diponegoro*.
- Teledyne, F. (2020). *User Manual Flir E5-XT*. Retrieved from www.flir.asia.com.