



Analisis Hotspot Pada PMS Busbar I Bay Line 70kv Indramayu 1 Menggunakan Thermovisi

Revi Widyana*

*Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kahuripan Kediri

ARTICLE INFO

Article history:

Received September 08, 2025

Revised September 11, 2025

Accepted September 15, 2025

Available online September 20, 2025

Kata Kunci:

Sistem Transmisi, Thermovisi, Hotspot, Switchyard, Inspeksi

Keywords:

Transmission System, Thermovisi, Hotspot, Switchyard, Inspection



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2025 by Author. Published by Pintarologi Media

ABSTRAK

PT. PLN (Persero) merupakan sebuah perusahaan penyedia jasa kelistrikan Indonesia. Dalam menyalurkan listrik terdapat sistem transmisi. Sistem transmisi sendiri berfungsi untuk menyalurkan listrik dari pembangkitan sebagai sumber penghasil listrik menuju distribusi yang merupakan konsumen listrik. Agar sistem transmisi handal dan efisien, diperlukan inspeksi baik pada jaringan maupun gardu induk. Adanya anomali pada gardu induk menjadi tolak ukur dalam kehandalan sistem, contohnya inspeksi thermovisi. Pengukuran thermovisi merupakan sebuah pengukuran untuk mendeteksi suhu objek untuk mengetahui suhu panas pada sambungan pada komponen switchyard. Titik panas pada komponen switchyard merupakan parameter yang selalu dipantau. Setelah melakukan thermovisi pada bay Line 70kV Indramayu 1 di gardu induk Jatibarang diketahui terdapat hotspot pada bagian klem pisau pemisah (PMS) fasa S sehingga menyebabkan pemanasan pada pisau tersebut. Jika tidak segera dilakukan perbaikan, Hotspot tersebut akan menyebabkan breakdown pada bay tersebut. Nilai tahanan kontak sebelum perbaikan sebesar $648,3 \mu\Omega$. Setelah dilakukan perbaikan, nilai tahanan kontak menjadi $84,4 \mu\Omega$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kontak PMS tersebut kotor dan kontaknya kurang kencang sehingga menimbulkan panas

ABSTRACT

PT. PLN (Persero) is an Indonesian electricity service provider. In distributing electricity, there is a transmission system. The transmission system itself functions to distribute electricity from generation as a source of electricity generation to distribution which is the consumer of electricity. In order for the transmission system to be reliable and efficient, inspections are required on both the network and the substation. The presence of anomalies in the substation is a benchmark for system reliability, for example thermovision inspection. Thermovision measurement is a measurement to detect the temperature of an object to determine the hot temperature at the connection on the switchyard component. Hot spots on the switchyard component are parameters that are always monitored. After conducting thermovision on the 70kV Indramayu 1 Line bay at the Jatibarang substation, it was discovered that there was a hotspot on the S-phase separator knife clamp (PMS) which caused the knife to heat up. If repairs are not carried out immediately, the hotspot will cause a breakdown in the bay. The contact resistance value before repair was $648.3 \mu\Omega$. After repairs, the contact resistance value became $84.4 \mu\Omega$. The research results showed that the PMS contacts were dirty and the contacts were not tight enough, causing heat.

1. Pendahuluan

Energi Listrik merupakan kebutuhan sangat penting untuk manusia dalam kehidupan sehari-hari. Beragam kebutuhan untuk memanfaatkan sumber energi listrik seperti melaksanakan pekerjaan rumah semua menggunakan listrik, untuk pekerjaan lain seperti di kantor lalu kebutuhan listrik dalam industri. Energi listrik dengan kualitas yang baik didapat dengan cara melakukan pemeliharaan secara rutin agar peralatan dapat mencegah gangguan yang akan mengakibatkan kerusakan pada sistem.

Sistem transmisi merupakan sebuah proses penyaluran listrik yang dihasilkan dari pembangkit kondisi tegangan tinggi ataupun ekstra tinggi ke bagian distribusi. Pemeliharaan jaringan listrik tidak jarang dijumpai anomali dimana anomali yang sering yaitu ditemukan suhu panas yang terpusat pada satu

*Corresponding author

E-mail addresses: widyanarevi@gmail.com (Revi Widyana)

titik seperti pada sambungan terminal antar kabel konduktor. Dimana apabila terjadi terus-menerus akan berakibat fatal terhadap peralatan dan dapat mengganggu kerja sistem.

Di zaman serba digital ini, kebutuhan listrik semakin meningkat. PT. PLN (Persero) masih menjadi perusahaan kelas dunia yang menyalurkan listrik ke penduduk seluruh Indonesia. Kebutuhan listrik yang semakin meningkat tersebut harus didukung dengan keandalan peralatan listrik agar penyalurannya terlaksana dengan baik. Peralatan tersebut dapat mengalami kenaikan panas yang meningkatkan ketidaknormalan pada komponen tersebut. Apabila anomali tersebut dibiarkan akan berakibat kerusakan pada komponen.

Salah satu peralatan gardu induk yang sering mengalami titik panas atau hotspot adalah pemisah (PMS), yang berfungsi sebagai saklar pemisah tegangan suatu rangkaian listrik dalam keadaan tanpa beban. PMS digunakan untuk memisahkan circuit breaker atau pemutus (PMT) dari tegangan beban sehingga dapat dilakukan perawatan atau pemeliharaan pada peralatan gardu induk yang mengalami hotspot.

Penulis melakukan thermovisi pada GI Jatibarang. Uji pengukuran ini menggunakan bantuan alat yang bernama thermovisi untuk mengetahui nilai suhu pada pisau klem pemisah (PMS) dengan melihat sinar infrared yang dipancarkan oleh thermal imagers yang kemudian bisa dilihat melalui display monitor pada alat tersebut. Prinsip kerja dari pengukuran ini yaitu, dengan menghitung nilai perbandingan energi yang diradiasikan oleh objek terhadap energi yang diradiasikan oleh benda logam pada suhu dan gelombang yang sama.

Data-data titik hotspot yang diperoleh kemudian dijadikan dasar untuk melakukan perbaikan atau pemeliharaan korektif (corrective maintenance) demi menjaga keandalan dan kinerja sistem transmisi GI Jatibarang yakni dengan mencegah masalah serius yang dapat diakibatkan oleh hotspot tersebut seperti kerusakan peralatan, kebakaran, kecelakaan kerja, kegagalan sistem di GI Jatibarang.

Pengertian Gardu Induk

Gardu Induk adalah salah satu komponen penting dalam sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk mengelola aliran daya dari pembangkit listrik ke jaringan distribusi. Peran utama gardu induk adalah menaikkan atau menurunkan tegangan listrik sesuai kebutuhan sistem. Tegangan yang lebih tinggi digunakan untuk transmisi jarak jauh guna mengurangi kerugian daya, sementara tegangan yang lebih rendah digunakan untuk distribusi ke konsumen akhir. Gardu induk menjadi titik penghubung antara saluran transmisi dan distribusi, memastikan energi listrik dapat dialirkan dengan efisien dan aman.

Komponen utama gardu induk meliputi transformator daya, pemutus sirkit, pengukur tegangan, dan perangkat perlindungan lainnya. Transformator daya adalah perangkat utama yang digunakan untuk mengubah tegangan listrik. Pemutus sirkit digunakan untuk melindungi jaringan dari gangguan seperti arus pendek atau beban berlebih. Selain itu, gardu induk juga dilengkapi dengan sistem kendali dan pemantauan yang memungkinkan operator untuk mengawasi dan mengatur operasi jaringan secara real-time.

Pemisah (PMS)

Pemisah (PMS) merupakan sebuah alat untuk memisahkan tegangan pada peralatan instalasi yang bertegangan tinggi. Dimana prinsip kerja dari PMS sendiri pada dasarnya hampir sama dengan Circuit Breaker (CB), namun perbedaannya yaitu Pemisah (PMS) tidak dapat memutuskan arus gangguan. PMS dipakai untuk membebaskan PMT dari tegangan yang mengalir agar dapat dilakukan perawatan atau pemeliharaan pada PMT tersebut. Terdapat dua macam fungsi dari PMS, yaitu; (a) Pemisah peralatan, berfungsi sebagai pemisah peralatan listrik dari peralatan lain ke peralatan lain yang bertegangan. PMS sendiri hanya bisa ditutup dan dibuka ketika sistem dalam keadaan tidak berbeban. (b) Pemisah Tanah, berfungsi sebagai pemisah saluran tegangan dengan arus tegangan atau induksi tegangan yang dihasilkan oleh penghantar. Hal tersebut diperlukan agar regu pemeliharaan lebih aman saat melakukan pekerjaan pemeliharaan.

Pengukuran Thermovisi

Pengukuran Thermovisi merupakan salah satu dari pengukuran Inspeksi Level 2 (IL2) dimana dilakukan untuk mendeteksi suhu pada komponen peralatan yang ditembak dan ditampilkan di sebuah display dengan teknologi infra red. Dengan pengukuran thermovisi nantinya dapat mendeteksi apabila terdapat selisih suhu yang besar dengan fasa lainnya sehingga dapat diketahui peralatan gardu induk tersebut dalam keadaan normal atau tidak.

Semua peralatan listrik harus memiliki nilai konduktifitas yang tinggi untuk dapat menghantar listrik. Dimana peralatan listrik mayoritas terbuat dari logam, seperti tembaga, aluminium, dan lain sebagainya. Peralatan listrik biasanya memiliki nilai resistansi selain nilai konduktivitasnya yang tinggi. Artinya, jika peralatan listrik tersebut dialiri listrik atau dianggap dapat beroperasi dengan baik maka dapat menimbulkan panas. Hambatan peralatan menyebabkan panas ini terjadi. Kontak bergerak pada peralatan seperti Pemisah (PMS), serta terminal dan sambungan (klem dengan konduktor), merupakan contoh komponen yang sering mengalami pemanasan dan memerlukan perhatian khusus.

Kerusakan pada peralatan gardu induk dan putusnya aliran listrik, yang kemudian dapat menyebabkan putusnya konduktor, merupakan dua contoh gangguan yang disebabkan oleh titik panas. Persamaan berikut dapat digunakan untuk menunjukkan rugi-rugi daya itu sendiri :

$$P = I^2 \cdot R$$

Dimana:

P adalah Rugi-rugi daya (Watt).

I^2 adalah Arus saluran dalam (Ampere). R adalah Resistansi peralatan (Ω)

Pemeriksaan rutin diperlukan untuk mencegah hal-hal ini terjadi. Saat pemeliharaan secara online, disarankan untuk memeriksa semua peralatan. karena peralatan dalam pengoperasian bisa mengetahui tingginya suhu panas yang dihasilkan.

Thermal Imager atau Thermovisi digunakan melalui pembedahan untuk pemeriksaan. Jika suatu peralatan yang telah diukur thermovisi menggunakan thermal imager menunjukkan hasil yang buruk (suhu peralatan terlalu tinggi), maka salah satu cara untuk mengatasi kondisi tersebut adalah dengan memperkuat (mengencangkan) klem dan konduktor atau memperbaiki peralatan listrik tersebut. Beberapa kasus bahkan memungkinkan penggantian peralatan. Pengukuran ini menggunakan sinar infra merah yang dipancarkan oleh pencitra termal.

a Standar Pengukuran Thermovisi

Buku Pedoman Pemeliharaan PLN No. berisi pengukuran untuk thermovisi. 0520-2. K/DIR/2014, yang menjadi acuan tata cara pemeliharaan peralatan PLN di Gardu Induk. Kategori berikut dapat digunakan untuk menginterpretasikan hasil thermovisi sesuai dengan pedoman dalam buku panduan:

Tabel 1: Standar Pengukuran Thermovisi

Kategori	$\Delta T^{\circ}\text{C}$	Rekomendasi
I	$<5^{\circ}\text{C}$	Awal Kondisi Panas Berlebihan
II	$5-30^{\circ}\text{C}$	Peningkatan Panas Berlebih
III	$>30^{\circ}\text{C}$	Panas Berlebih (<i>overheating</i>) akut

b Kamera Infrared (thermal imager)

Thermal Imager adalah alat yang dapat digunakan untuk pemeliharaan prediktif untuk melihat seberapa baik peralatan bekerja dan tampilannya sehingga kemungkinan kerusakan dapat dikurangi. Salah satu teknologi non- kontak untuk pengujian non-destruktif adalah teknologi termografi. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur suhu peralatan listrik tanpa harus menyentuhnya. Hal ini dapat terjadi karena alat ini mengambil radiasi infra merah dari benda yang diukur dan kemudian mengirimkannya kembali ke alat tersebut. Karena kemampuan menghantarkan arus listrik meningkat ketika elektron bergerak, yang dapat mengakibatkan suhu panas pada apa yang ditangkap oleh elektron, maka peralatan listrik yang diukur di sini harus dalam keadaan baik. Berdasarkan skala warna objek, thermal imager biasanya menampilkan suhu tinggi atau rendah. Oleh sebab itu, jika tidak terdapat beda temperatur maka citra infra merah tidak dapat menampilkan perbedaan warna sebagai indikator suhu dan tidak dapat digunakan untuk analisis jika tidak terdapat perbedaan suhu.

Langkah Thermovisi

Pengukuran dapat diukur dari jarak jauh tanpa harus menyentuh objek yang diukur, sebab semua objek akan memancarkan energi berupa inframerah. Suhu objek yang semakin panas akan menandakan molekulnya semakin aktif sehingga energi inframerah yang dihasilkan akan semakin banyak. Dalam thermovisi ada beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain:

1. Berdiri tegak menghadap kamera thermovisi.
2. Pengukuran thermovisi harus teliti dan jelas, tidak boleh ada penghalang dalam pengambil gambar.
3. Baterai kamera thermovisi harus ada.
4. Pengukuran thermovisi harus tetap menggunakan APD, seperti helm safety, wearpack, dan sepatu safety.

Pengambilan thermovisi dilakukan sesuai langkah-langkah berikut:

1. Masukkan baterai ke dalam kompartemen baterai di kamera thermovisi.
2. Pasang lensa tele dan baterai pada kamera thermovisi.
3. Tekan tombol untuk menyalakan kamera.
4. Tunggu sampai proses start-up atau loading selesai.
5. Aturlah nilai-nilai parameter sesuai dengan objek yang akan diamati dan kondisi lingkungan.
6. Pilih alat pengukuran yang akan digunakan misalnya, spot atau box.
7. Arahkan kamera pada objek yang akan diamati.

8. Mengatur fokus dengan memutar focus ring.
9. Tekan tombol save untuk menyimpan gambar.

Suhu Panas

Suhu Panas pada peralatan switchyard, merupakan sebuah parameter yang dipantau dan dianalisis perubahan setiap saat. Hal ini berkaitan erat dengan proteksi dan keandalan sistem yang ada di switchyard. Selama beroperasi, peralatan switchyard yang menghantarkan arus listrik akan mengalami pemanasan. Peralatan instalasi ketenagalistrikan selalu terpapar faktor yang membuat kondisinya menurun seperti kontak fisik/mekanik, kimia, dan lingkungan. Faktor yang dipakai sebagai acuan pemeriksaan adalah suhu peralatan operasional. Suhu yang tak wajar akan dihasilkan oleh peralatan ketenagalistrikan karena listrik merupakan energi yang menghasilkan panas dan memperburuk kondisi peralatan, maka kamera infrared berperan memonitor kondisi peralatan ketenagalistrik dengan suhu peralatan sebagai acuannya.

Pengukuran thermovisi dikerjakan dengan mengambil sampel data satu kali dalam satu bulan untuk suhu peralatan yang terukur pada bay penghantar. Peralatan digital pada era sekarang sudah merambah ke berbagai bidang tak terkecuali pada peralatan listrik, peralatan digital tersebut dapat digunakan untuk memantau dan mendeteksi berbagai keadaan yang terjadi di peralatan listrik, sehingga dapat membantu proses pemeliharaan keandalan sistem, misalnya pemeriksaan sambungan pada klem konduktor dengan thermovisi.

2. METODE

Diagram Alir Penelitian

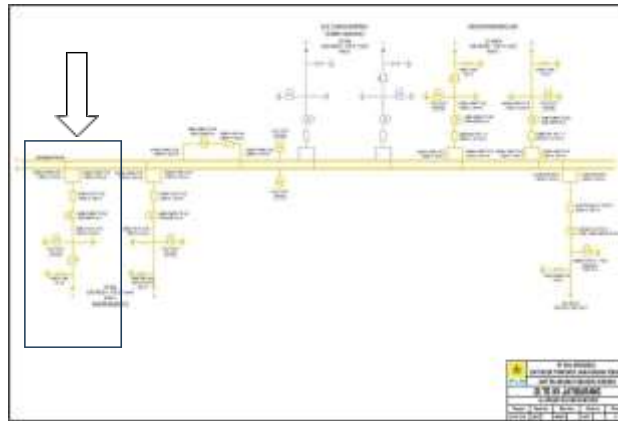
Alur dari penelitian ini adalah dimana penulis melakukan studi literatur pada beberapa sumber penelitian yang telah ada dan juga pada SK DIR. Lalu, peneliti juga melakukan pengukuran thermovisi pada bay yang terdapat di Gardu Induk Jatibarang. Setelah melakukan thermovisi, dilakukan perhitungan dan juga analisis. Setelah mendapatkan hasil apabila hasil Δt baik maka tidak perlu dilakukan perbaikan. Namun apabila hasil Δt tidak baik maka segera direncanakan perbaikan. Setelah perbaikan dilakukan analisis hasil lalu pengambilan kesimpulan. Diagram alir dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1: Bagan Proses Penelitian

Penentuan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dilakukan adalah Gardu Induk Jatibarang 70kV. Pemisah (PMS) yang menjadi objek analisis adalah salah satu Pemisah Busbar pada gardu Induk Jatibarang. Pemisah tersebut terletak pada bay Line 70kV Indramayu 1. Dimana PMS busbar tersebut berfungsi sebagai penyambung dan pemisah penyaluran listrik dalam kondisi tanpa arus beban yang terletak pada sisi penghantar. Berikut ini Single Line Diagram lokasi yang akan dikerjakan.



Gambar 2. Single Line Diagram Gardu Induk Jatibarang 70kV

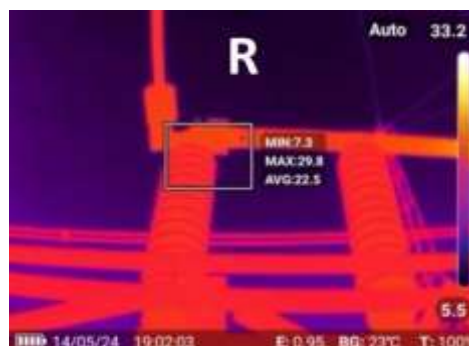
Analisis Data

Untuk sampai pada suatu kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian, analisis data merupakan bagian yang sangat penting dalam metode ilmiah karena dapat memberikan makna yang berguna dalam menyelesaikan permasalahan penelitian. Langkah pertama dalam proses analisis adalah mengumpulkan semua data dari dokumentasi yang ada. Data penelitian kemudian dianalisis dengan baik untuk menghasilkan rekomendasi yang berguna untuk peralatan gardu induk dan untuk memastikan bahwa kesimpulan yang diambil adalah benar dan sejalan dengan penelitian.

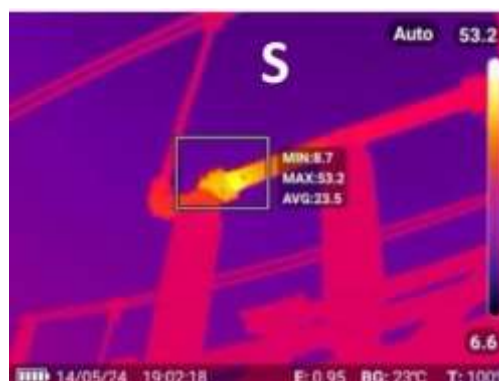
Lokasi titik pengukuran yang diukur adalah bay Line 70kV Indramayu 1. Untuk titik pemeriksaan thermovisi harus memanfaatkan kondisi model Δt dan estimasi pada titik asosiasi antara klem dan konduktor menggunakan thermal imager tipe Fluke TiS75+. Nilai yang dimasukkan selama pengukuran data diperoleh langsung dari pengukuran thermovisi..

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

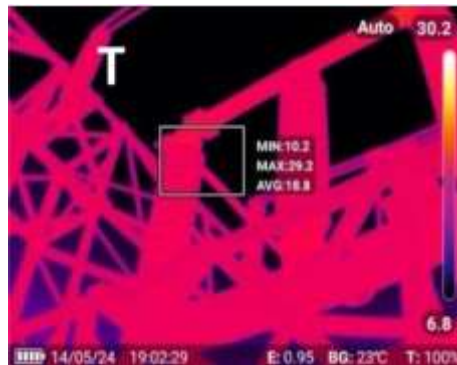
Penemuan Hotspot Bay Line 70kV Indramayu 1



Gambar 3: Hasil Thermovisi Phasa R



Gambar 4: Hasil Thermovisi Phasa S



Gambar 5: Hasil Thermovisi Phasa T

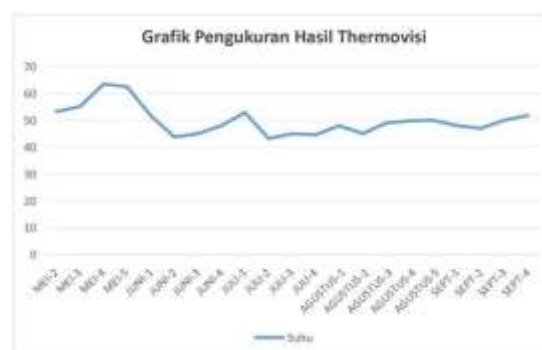


Gambar 6: Hasil Thermovisi Konduktor Tabel 4.1 Hasil Ukur Thermovisi

Tabel 2: Hasil Ukur Thermovisi

Nilai Ukur Thermovisi			
Phasa R	Phasa S	Phasa T	Konduktor
29,8 °C	53,2 °C	29,2 °C	27,5 °C
Perbaikan segera			

Berdasarkan data diatas, rekomendasi perbaikan segera berdasarkan pengukuran thermovisi yang dilakukan sebelum perbaikan memiliki batas perbedaan suhu antar phasa sebesar 24°C. Untuk mendapatkan jadwal padam pada PLN diperlukan waktu, maka setiap minggunya dilakukan pengukuran thermovisi pada Bay Indramayu 1. Berikut grafik hasil pengukuran thermovisi hingga dilakukan perbaikan setiap minggunya



Gambar 7: Grafik Pengukuran Hasil Thermovisi

Pengujian Sebelum Perbaikan

Penyaluran energi listrik sebagian besar terdiri atas banyaknya klem sambungan. Klem sambungan merupakan dua atau lebih permukaan dari beberapa konduktor yang bersambungan secara fisik hingga tenaga listrik bisa dialirkan tanpa hambatan. Pertemuan dari beberapa konduktor akan menjadikan hambatan akan arus yang melewatinya sehingga akan jadi panas yang bisa menjadikan rugi teknis. Rugi teknis ini sangat signifikan apabila memiliki nilai tahanan kontak yang tinggi. Alat ukur tahanan kontak merk Megger terdiri dari sumber arus dan alat ukur tegangan (drop Tegangan pada obyek yang diukur). Dengan sistem elektronik maka pembacaan dapat diketahui dengan baik dan ketelitian yang cukup baik pula (digital).

Banyak titik koneksi yang membentuk sebagian besar rangkaian tenaga listrik. Sambungan adalah perpotongan fisik antara dua atau lebih permukaan berbagai penghantar sehingga arus atau energi listrik dapat disalurkan tanpa hambatan yang berarti. Ketika beberapa konduktor bertemu, mereka menciptakan hambatan terhadap arus yang mengalir melaluinya, sehingga mengakibatkan kerugian panas dan teknis. Jika nilai resistansi kontak yang tinggi, kerugian ini sangat signifikan. Nilai hasil pengukuran tahanan kontak $\leq 120\%$ pada saat pengujian nilai standar pabrikan atau nilai saat pengujian komisioning. Khusus untuk PMS yang tidak memiliki data awal dapat menggunakan nilai standar PMS tipe sejenis atau nilai pengukuran terendah PMS tersebut mengacu pada history pemeliharaan 3 kali periode pemeliharaan sebelumnya.

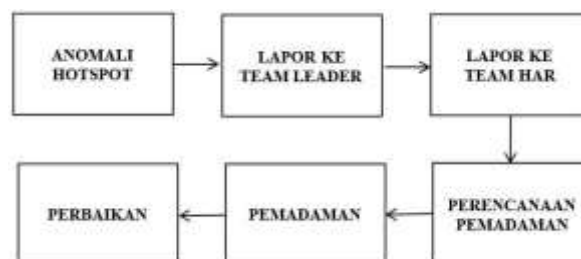
Tabel 3: Hasil Ukur Tahanan Kontak Sebelum Perbaikan

Urutan Fasa	Titik Ukur	Standar PLN	Hasil Uji Sebelum perbaikan	Keterangan
Fasa R	Pisau - Pisau	$< 100 \mu\Omega$	30,4 $\mu\Omega$	Memenuhi standar
	Total		71,5 $\mu\Omega$	
Fasa S	Pisau - Pisau		405,8 $\mu\Omega$	Tidak Memenuhi standar
	Total		648,3 $\mu\Omega$	
Fasa T	Pisau - Pisau		31 $\mu\Omega$	Memenuhi standar
	Total		70,8 $\mu\Omega$	

Dari hasil pengujian tahanan kontak diatas dapat terlihat bahwa pada fasa S terdapat nilai yang sangat besar dibanding pada fasa lainnya. Hal tersebut dapat disebabkan akibat terdapat sambungan yang kurang kencang ataupun korosi pada kontak tersebut sehingga nilai tahanan kontak yang besar.

Penyelesaian Masalah

Berdasarkan pengamatan hasil thermovisi yang terdapat di Gardu Induk Jatibarang terdapat titik panas. Berikut adalah langkah-langkah yang dapat dilakukan saat terjadinya hotspot. Alur perbaikan setelah mendapatkan hasil pengukuran thermovisi menunjukkan selisih yang jauh dari fasa lainnya akan dilaporkan kepada Team Leader. Selanjutnya, Team Leader menugaskan kepada petugas jardi untuk memantau beberapa suhu pada sambungan secara rutin setiap harinya. Setelah memastikan adanya hotspot, Team Leader melaporkan ke pihak tim HARGI (Pemeliharaan Gardu Induk). Nantinya, tim pemeliharaan akan melakukan laporan kepada Kantor Induk bahwa terdapat hotspot hingga dijadwalkan pemadaman.



Gambar 8: Alur Penangan Hotspot

Perbaikan Anomali

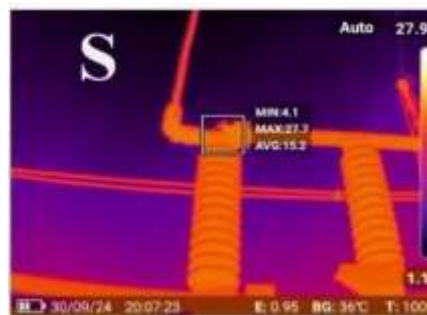
Anomali panas berlebih dapat diatasi dengan cara pemeliharaan shutdown maintenance. Anomali hotspot merupakan anomali yang sering terjadi dimana memiliki dampak yang sangat besar jika tidak segera diselesaikan. Hal tersebut akan menimbulkan gangguan sehingga kehandalan penyaluran listrik

akan berdampak. Anomali hotspot ini adalah kelainan temperatur yang dapat terjadi pada komponen yang dialiri arus listrik. Perbaikan hotspot dapat dilakukan dengan 2 pilihan metode kerja yaitu dengan pemadaman listrik yang dimana dapat dilakukan oleh regu pemeliharaan atau tanpa pemadaman listrik yang dapat dilakukan oleh tim PDKB. Pada tanggal 30 September 2024 dilakukan pemadaman listrik guna memperbaiki hotspot. Regu Pemeliharaan melakukan pembersihan pada kontak PMS Busbar A yang terdapat hotspot. Pembersihan dilakukan dengan digosok dengan amplas hingga memberikan WD ataupun contact cleaner pada PMS.



Gambar 9: Proses Perbaikan Anomali Hotspot

Setelah dilakukan perbaikan, diuji dengan pengujian tahanan kontak dan tahanan isolasi. Didapat hasil yang baik dan telah sesuai standar SK Dir PLN. Hasil thermovisi pun sudah baik yaitu di angka 27,7°C.



Gambar 10: Hasil Thermovisi

Setelah Perbaikan Nilai tahanan kontak setelah dilakukan perbaikanpun telah mengalami penurunan. Nilai tahanan yang awalnya hingga ratusan sekarang telah dibawah 100 $\mu\Omega$. Hal tersebut diperoleh setelah perbaikan dari melakukan pembersihan pada kontak PMS hingga pengencangan pada baut-baut yang terdapat di kontak PMS.

Tabel 4: Hasil Ukur Tahanan Kontak Setelah Perbaikan

Urutan Phasa	Titik Ukur	Standar PLN	Hasil Uji Setelah perbaikan	Keterangan
Phasa R	Pisau - Pisau	<100 $\mu\Omega$	30,4 $\mu\Omega$	Memenuhi standar
	Total		85 $\mu\Omega$	
Phasa S	Pisau - Pisau		29,6 $\mu\Omega$	Memenuhi standar
	Total		84,4 $\mu\Omega$	
Phasa T	Pisau - Pisau		31 $\mu\Omega$	Memenuhi standar
	Total		75 $\mu\Omega$	

4. SIMPULAN

Setelah melakukan thermovisi dan terdapat hotspot, kemudian dilakukan serangkaian pengujian sebelum dan setelah pengujian, dapat disimpulkan bahwa:

- a. Cara yang efektif untuk menganalisa hasil thermovisi dengan melihat nilai yang didapat apabila ΔT antar fasa didapatkan lebih dari 10 maka pada klem tersebut terdapat hotspot. Lalu metode kedua yaitu dengan cara perhitungan. Dimana pada perhitungan tersebut diperlukan nilai arus maksimal pada busbar tersebut, nilai arus saat thermovisi, suhu konduktor, dan suhu klem.
- b. Perbaikan hotspot dilakukan secara off line oleh tim regu pemeliharaan. Perbaikan yang dilakukan dengan mengencangkan baut-baut yang terdapat pada kontak PMS tersebut dan membersihkan kontak PMS dengan amplas dan WD. Dari hasil pengujian tahanan kontak, dapat dilihat bahwa hasil pengujian mengalami penurunan nilai tahanan kontak dari 405,8 $\mu\Omega$ menjadi 29,6 $\mu\Omega$ untuk fasa S.

Saran

- a. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan mengkaji rugi-rugi daya apabila hotspot tidak segera diperbaiki.
- b. Untuk percepatan olah data hasil dari pemeliharaan di pengukuran thermovisi dibutuhkan aplikasi yang terkoneksi langsung oleh tim assesment agar pelaporan peralatan yang terindikasi anomali lebih cepat dan akurat.
- c. Untuk pegawai PLN tetap mengembangkan safety K3 dalam melakukan pekerjaan perbaikan anomali pemisah (PMS) agar keselamatan selalu didapat untuk personil pekerja maupun untuk peralatan dan selalu melaksanakan pemeliharaan sesuai ketentuan yang berlaku.

5. REFERENSI

- Akib, M. N. A, & Ihsanto, E. (2023). Analisis Perbaikan Hotspot Pada SUTT 150kV New Rancakasumba - Ujung Berung T.13 Penghantar I Fasa S Metode PDKB", Jakarta, Universitas Mercu Buana.
- APP Cirebon, (20212). Instruksi kerja pengujian tahanan kontak PMS dengan Digital Low Resistance Ohmmeter (DLRO 600) merk Megger, Cirebon.
- Hermawan, J. (2023). Analisis Rugi-Rugi Daya dan Suhu Hotspot Terhadap Susut Umur Transformator Daya di Gardu Induk Dumai, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Karnoto, R. A. S. & Harmini. (2022). Analisis Titik Panas (Hot Point) Pada Hasil Pengukuran Thermovisi Pada Gardu Induk 150kV Mranggen", Universitas Semarang, 2022.
- Lutfhi, F. M. (2020). Analisa penentuan hot poin dan monitoring peralatan dengan metode thermovisi pada GI 150 kV Glugur Medan, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
- PLN, (2011). Pembidangan Prajabatan Bidang Transmisi", PLN Corporate University, 2011.
- PT.PLN (Persero) (2014). Buku Petunjuk Gardu Induk, SE No.0520-2.K/DIR/2014", Jakarta, PT. PLN (Persero).
- PT.PLN (Persero), (2014). Buku Pedoman Pemeliharaan Pemisah (PMS), SE No.0520- 2K/DIR/2014. Jakarta, PT. PLN (Persero)
- PT.PLN (Persero). (2018) "Instruksi Kerja Inspeksi Jaringan Transmisi dan Gardu Induk menggunakan kamera Thermovisi SATIR D Series.
- Rahman, M. F. (2024). Analisis Penentuan Hotpoint Anomali Hotspot Pada Gardu Induk Cirata 150kV Menggunakan Thermovisi. Universitas Pembangunan Panca Budi