

## ANALISIS HOT POINT PANEL LVMDP KAPASITAS 1250 KVA DENGAN METODE INFRARED THERMOGRAPHY

Agus Setiawan<sup>1</sup>, Lili Solihin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

<sup>1,2</sup> Jalan Raya Puspipstek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten, 15310, Indonesia

<sup>1</sup> dosen00935@unpam.ac.id

<sup>2</sup> dosen00860@unpam.ac.id

### INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 04-02-2023

revisi : 13-03-2023

diterima : 20-03-2023

dipublish : 30-06-2023

### ABSTRAK

Proses produksi sangat bergantung pada tersedianya pasokan aliran listrik, kegagalan pada salah satu komponen sistem tenaga listrik akan menyebabkan terhentinya pasokan listrik. Panas yang di hasilkan arus listrik karena adanya tahanan dalam instalasi tenaga listrik dapat menjadi salah satu penyebab terjadinya kegagalan sistem tenaga listrik. Oleh karena itu dengan *infrared thermography* menjadi penting untuk mendeteksi sejak dini kegagalan yang mungkin terjadi. Pengujian ini dilakukan untuk sistem tenaga listrik di industri yang berfokus perlengkapan hubung bagi dan kendali pada panel LVMDP kapasitas 1250 kVA. Standar yang digunakan yaitu *Standart for Infrared Inspection of Electrical System and Rotating Equipment*. Pengujian mendapatkan hasil berupa kategori skala prioritas kondisi komponen yang memerlukan perbaikan. Penelitian ini mempunyai tujuan inspeksi sistem tenaga listrik guna menentukan delta T dan skala prioritas untuk memberikan rekomendasi perbaikan. Penelitian ini menggunakan metode *infrared thermography*. Hasil analisis inspeksi *infrared thermography* diketahui dengan nilai delta T tertinggi ACB LVMDP *Input* dan *Control* dengan nilai *hot point* 44,4°C memiliki delta T 18,2 dengan *priority* 3. Sedangkan untuk bagian lainnya dalam kondisi normal masuk *priority* 4. Rekomendasi tindakan adalah indikasi masalah terdeteksi, rencanakan perbaikan, maka perlu dilakukan rencana perawatan atau perbaikan pada relay ACB LVMDP *Input* dan *Control*.

*Kata kunci: Kegagalan; rekomendasi; pengujian infrared thermography; standar infrared; skala prioritas*

## ABSTRACT

The production process is very dependent on the availability of electricity supply, failure in one of the components of the electric power system will cause a cessation of electricity supply. Heat generated by electric current due to resistance in electric power installations can be one of the causes of failure of the electric power system. Therefore, using infrared thermography is important to detect failures that may occur early. This test was carried out for electric power systems in the industry that focused on connecting equipment and controls on LVMDP panels with a capacity of 1250 kVA. The standard used is the Standard for Infrared Inspection of Electrical System and Rotating Equipment. Testing results in the form of priority scale categories of component conditions that require follow-up. The purpose of this research is to inspect the electric power system to determine the temperature difference and priority scale to provide recommendations for improvement. This study used the infrared thermography method. The results of the infrared thermography inspection analysis show that the highest delta T value is ACB LVMDP Input and Control with a hot point value of 44.4°C and has a delta T of 18.2 with priority 3. Meanwhile, for other parts under normal conditions, they enter priority 4. Action recommendations are indications If a problem is detected, plan for repair, it is necessary to carry out a maintenance or repair plan for the ACB LVMDP Input and Control relay.

*Keywords: Failure; recommendation; infrared thermography testing; infrared standard; priority scale*

## PENDAHULUAN

*Infrared thermography* termasuk ke dalam pengujian jenis NDT (*Non Destructive Test*) penggunaan kamera inframerah untuk menguji komponen listrik, dan mekanik pada seluruh bangunan dan fasilitas. Oleh karena itu *infrared thermography* menjadi penting untuk mendeteksi sejak dini kegagalan yang mungkin terjadi. Pengujian ini dilakukan untuk sistem tenaga listrik di industri yang berfokus perlengkapan hubung bagi dan kendali pada panel LVMDP kapasitas 1250 kVA. Standar yang dipakai adalah *Standart for Infrared Inspection of Electrical System and Rotating Equipment*. Hasil pengujian berupa nilai delta T temperatur dan kategori skala prioritas kondisi komponen yang

memerlukan tindak lanjut. Skala prioritas membantu perusahaan untuk mengambil Tindakan perbaikan yang diperlukan. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan inspeksi sistem tenaga listrik guna menentukan selisih temperatur dan skala prioritas untuk memberikan rekomendasi perbaikan. Penelitian ini menggunakan metode *Infrared thermography (infrared camera)* yaitu pengambilan gambar pola temperatur dengan pencitra termal inframerah (kamera inframerah) perangkat seperti kamera yang mendeteksi, menampilkan, dan merekam pola termal yang tampak di permukaan.

## TEORI

### Sistem Tenaga Listrik

Bagian-bagian sistem tenaga listrik yaitu pembangkit, transmisi, distribusi dan pengguna atau beban yang saling terhubung membentuk satu ke satuan (Syahputra, 2017). Gangguan yang terjadi pada proses penyaluran tenaga listrik akan mengakibatkan kerugian dari pihak penyedia maupun pengguna energi listrik, gangguan berasal dari internal maupun eksternal. Faktor gangguan internal biasanya akibat dari kerusakan salah satu atau lebih komponen tenaga listrik sedangkan dari eksternal umumnya dari faktor alam (Pangestu, 2019). Gangguan biasanya ditandai dengan meningkatnya temperatur di beberapa bagian komponen tenaga listrik seperti pada sambungan terminal, dan kontak hubung (Anwar, 2019). Sambungan umumnya memiliki resistansi yang lebih tinggi dari tahanan konduktor sehingga arus besar yang mengalir mengakibatkan semakin tingginya temperatur (Putra, 2018). *Hot point* merupakan salah satu sumber dari munculnya gelombang harmonik, sehingga resiko kerusakan peralatan akan meningkat (Harishkumar, dkk., 2014).

### Infrared Thermography

Sistem pemeliharaan prediktif yang akhirnya dipilih memungkinkan inspeksi termal genggam cepat otomatis menggunakan deteksi objek 3D dan algoritme estimasi pose, membuat prediksi dengan akurasi 94% pada waktu inferensi 0,006 detik (Venegas, dkk., 2022). *Infrared thermography* menjadi salah satu metode yang digunakan dalam perawatan prediktif. Perawatan prediktif ini menggunakan kamera citra *infrared* (Atawani, 2018).

Rentang panjang gelombang *infrared* yaitu 750 nm hingga 150  $\mu\text{m}$ . *Visual inspection* paling baik dalam mendeteksi kekotoran dan naungan parsial dengan efektivitas 100%. *Infrared thermography* dan *electrical analysis* masing-masing memiliki efektivitas 78% dan 73%, mendeteksi ketiga jenis kondisi yang diteliti (Villalobos, dkk., 2022). Selain itu, IR harus memiliki *spectral* yang mana memiliki perbedaan signifikan, emisivitas temperatur dan relatif ada (Rai, dkk., 2017). Dalam beberapa tahun terakhir, termografi inframerah udara (aIRT), sebagai metode inspeksi yang hemat biaya, telah terbukti menjadi teknik yang andal untuk mendeteksi kegagalan dalam sistem fotovoltaik (PV) (Oliveira dkk., 2022). Termografi inframerah (IRT) adalah teknik yang didasarkan pada akuisisi radiasi termal tubuh menggunakan sensor termal kamera inframerah (IR), yang menghasilkan gambar radiasi inframerah termal yang ditangkap melalui konversi nilai radiasi menjadi nilai temperatur (Garrido dkk., 2018).

Termografer inframerah dapat menggunakan kriteria Delta T (perbedaan temperatur) berikut untuk mengevaluasi keparahan temperatur pengecualian. Kriteria Delta T ini dilaporkan sebagai kenaikan temperatur pengecualian di atas temperatur referensi yang ditentukan, yang biasanya temperatur udara sekitar komponen serupa di bawah kondisi yang sama atau temperatur maksimum yang diizinkan dari komponen:

## METODOLOGI

Infrared thermography pada panel LVMDP kapasitas 1250 kVA mengacu pada *Standart for Infrared Inspection of Electrical System and Rotating Equipment*. Pengujian dilakukan dengan memindai beberapa

komponen yang akan dilakukan penembakan sinar *infrared* menggunakan alat khusus yaitu Fluke *Pti120*. Hasil dari penembakan yang tersimpan berupa gambar dengan pola distribusi temperatur yang kemudian diolah dan dianalisis menggunakan *software* khusus yaitu *Flukeconnect*.

Pengolahan data menggunakan *software* juga menghasilkan keluaran berupa grafik titik penembakan berdasarkan temperatur. *Picture info* yang merupakan informasi detail penembakan memuat tentang waktu pengujian hingga detail nilai temperatur maksimum, minimum serta temperatur area yang dianalisis juga merupakan salah satu keluaran dari analisis yang dilakukan oleh *Software Flukeconnect*. Pengambilan gambar dengan kamera atau gambar visual diperlukan oleh manajemen sebagai bentuk koreksi saat melakukan perbaikan komponen.

*Software* yang digunakan untuk melakukan analisis harus terintegrasi dengan alat yang digunakan. Hasil keluaran dari analisis berupa temperatur dari komponen secara detail baik temperatur maksimum, temperatur minimum dan temperatur rata-rata. Selanjutnya temperatur tersebut dibandingkan dengan temperatur pada *absolute temperature criteria* yang terdapat pada *Standart for Infrared Inspection of Electrical System and Rotating Equipment*. Pada *absolute temperature criteria* terdapat temperatur maksimum, temperatur lingkungan, temperatur kenaikan yang diizinkan pada setiap komponen.

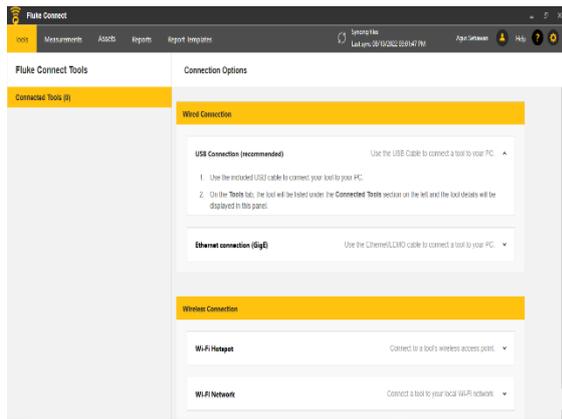
Untuk melakukan analisis maka perlu dilakukan perhitungan selisih temperatur antara hasil analisis dengan temperatur maksimum yang diizinkan pada standar.

Untuk setiap selisih temperatur memiliki *range* yang berbeda. Setiap *range* memiliki skala prioritas dan langkah rekomendasi yang berbeda. Sehingga manajemen bisa melakukan perencanaan *maintenance* untuk komponen dan sistem kelistrikan pada perusahaan. Analisis data dilakukan pada hasil pengolahan data yang sudah dilakukan menggunakan *software flukeconnect* untuk menentukan kriteria delta T pada setiap hasil pengukuran. Kriteria delta T ini akan menjadi pertimbangan untuk setiap tindaklanjut yang harus dilakukan terhadap setiap ketidaknormalan. Rekomendasi tindaklanjut tersebut berdasarkan kategori prioritas sesuai dengan delta T yang di dapat yang sesuai dengan Tabel 1. Alat pada Gambar 1 memiliki akurasi yang tinggi, cara kerja sederhana dengan metode penyimpanan yang mudah. Teknisi apa mengatur jarak pemindaian sesuai keinginan. Pemindahan gambar hasil penembakan dapat dipindahkan dengan mudah.

Alat dan bahan yang digunakan adalah Kamera inframerah Merk *Fluke type Pti120* dan *Software Flukeconnect* seperti yang di tunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Thermal Imager Camera



Gambar 2. Tampilan software flukeconnect

Tabel 1. Spesifikasi Pengujian Pemeliharaan NETA, untuk peralatan listrik (Infraspection Institute, 2008)

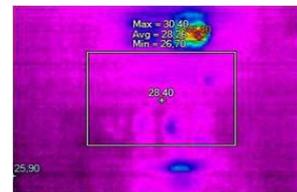
Prioritas	Delta T antara komponen yang sama	Delta T terhadap temperatur lingkungan	Rekomendasi Tindakan
4	1 - 3°C	1°C - 10°C	Tindakan korektif harus diambil pada periode pemeliharaan berikutnya
3	4 - 15°C	11°C - 20°C	Tindakan korektif diperlukan dengan izin penjadwalan
2	---	21°C - 40°C	Pantau sampai tindakan korektif dapat dilakukan ahli
1	>15°C	>40°C	Perbedaan besar, segera perbaiki

Area yang menjadi perhatian utama dalam penelitian ini adalah panel LVMDP kapasitas 1250 kVA pada bagian PHBK (Perangkat Hubung Bagi dan Kendali) karena pada daerah ini merupakan tempat mengalirnya arus yang besar dan berpotensi tinggi menghasilkan panas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data atau pengukuran termografi dilakukan dengan menggunakan alat *thermal imager camera* Fluke PTi120 dilakukan pada beberapa PHBK.

### 1. ACB LVMDP *Input* dan *Control*



Gambar 3. Hasil infrared thermography ACB LVMDP *Input* dan *Control*.

Pada Gambar 3 pengukuran temperatur pada terminal *input* dan rangkaian *control* ACB LVMDV dilakukan karena bagian ini merupakan salah satu bagian paling vital karena berperan sebagai pusat penyaluran energi listrik yang terhubung langsung dengan transformator. Hasil pengukuran ditampilkan pada Tabel 2.

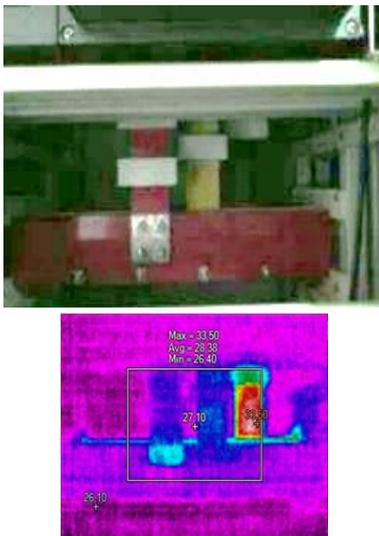
Tabel 2. Hasil pengolahan data ACB LVMDP *input* dan *control*.

Marker Name	Max °C	Min °C	Avg °C	Ems	BG °C
Center box	28,4	28,4	28,4	0,95	22,0
Center point	30,4	26,7	28,3	0,95	22,0
Hot	44,4	44,4	44,4	0,95	22,0
Cold	25,9	25,9	25,9	0,95	22,0

Dari Tabel 2 dapat diketahui beberapa bagian yang disebut *marker name* sebagai

berikut *center point* adalah bagian pada pengukuran yang menjadi pusat ukur dengan nilai *maximum* 28,4 °C, *center box* merupakan bagian pada tengah gambar kotak/box dengan nilai *maximum* 30,4 °C, *hot* adalah titik terpanas pada pengukuran dengan nilai 44,4 °C dan *cold* adalah titik terdingin dari hasil pengukuran dengan nilai 25,9 °C.

### 2. Output ACB



**Gambar 4.** Hasil *Infrared thermography* Output ACB

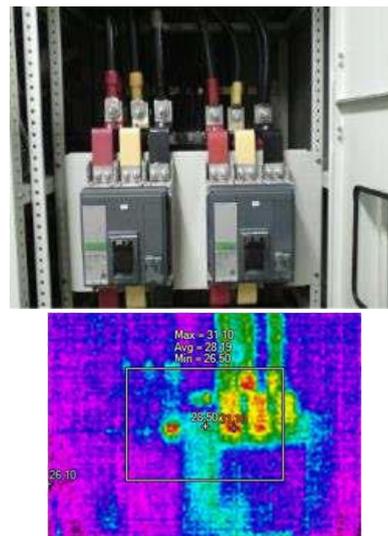
Pada Gambar 4 pengukuran temperatur pada terminal *output* ACB LVMDV berperan sebagai bagian penyaluran energi listrik yang terhubung ke *busbar*. Hasil pengukuran ditampilkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil pengolahan data *output* ACB

Marker Name	Max °C	Min °C	Avg °C	Ems	BG °C
Center box	27,1	27,1	27,1	0,95	22,0
Center point	33,5	26,4	28,4	0,95	22,0
Hot	33,5	33,5	33,5	0,95	22,0
Cold	26,1	26,1	26,1	0,95	22,0

Hasil pengukuran pada *output* ACB diketahui nilai *center box maximum* adalah 27,1 °C, Nilai *center point* 33,5 °C, nilai *hot point* atau titik terpanas 33,5 °C dan titik terdingin atau *cold* adalah 26,1 °C.

### 3. MCCB Capacitor Bank dan MCCB Panel HVAC



**Gambar 5.** Hasil *infrared thermography* capacitor Bank dan MCCB panel HVAC

Pada gambar 6 pengukuran temperatur pada terminal *capacitor bank* dan *MCCB panel HVAC* bagian ini penting karena merupakan bagian *supply* listrik yang terhubung dengan HVAC di mana HVAC merupakan bagian vital dari industri. Hasil pengukuran ditampilkan pada Tabel 4.

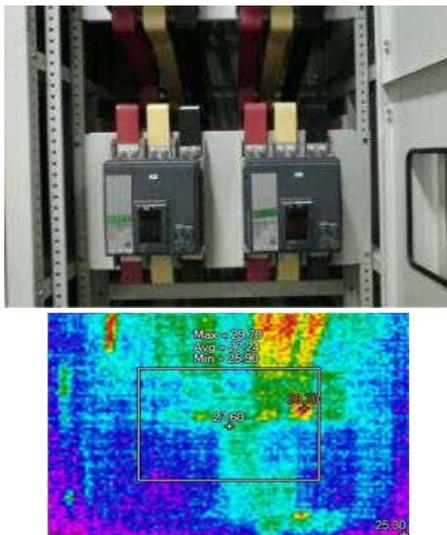
**Tabel 4.** Hasil pengolahan data *capacitor bank* dan MCCB panel HVAC

Marker Name	Max °C	Min °C	Avg °C	Ems	BG °C
Center box	28,5	28,5	28,5	0,95	22,0
Center point	31,1	26,5	28,2	0,95	22,0
Hot	31,1	31,1	31,1	0,95	22,0
Cold	26,1	26,1	26,1	0,95	22,0

Pada Tabel 4 diketahui nilai *center box maximum* adalah 28,5 °C, Nilai *center point* 31,1 °C, nilai *hot point* atau titik terpanas 31,1 °C dan titik terdingin atau *cold* adalah 26,1 °C.

Pada Tabel 5 diketahui nilai *center box maximum* adalah 27,6 °C, Nilai *center point* 29,7 °C, nilai *hot point* atau titik terpanas 31,1 °C dan titik terdingin atau *cold* adalah 25,3 °C.

#### 4. MCCB Panel Produksi dan MCCB Panel Utility



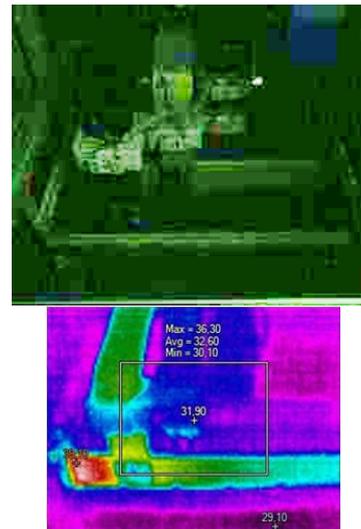
**Gambar 6.** Hasil *Infrared thermography* MCCB Panel Produksi dan MCCB Panel Utility

Pada Gambar 6 pengukuran temperatur pada terminal MCCB Panel Produksi dan MCCB Panel Utility bagian ini penting karena merupakan bagian utama *supply* listrik yang terhubung dengan seluruh mesin produksi dan dan mesin *utility* pendukung produksi di industri. Hasil pengukuran ditampilkan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil pengolahan data MCCB panel produksi dan MCCB panel utility

Marker Name	Max °C	Min °C	Avg °C	Ems	BG °C
Center box	27,6	27,6	27,6	0,95	22,0
Center point	29,7	25,9	27,2	0,95	22,0
Hot	29,7	29,7	29,7	0,95	22,0
Cold	25,3	25,3	25,3	0,95	22,0

#### 5. Busbar Output ACB



**Gambar 7.** Hasil *infrared thermography* busbar output ACB

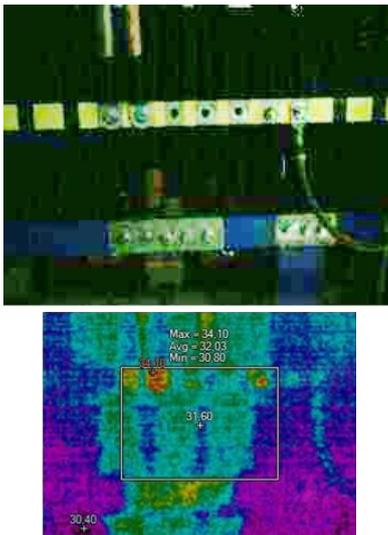
Pada Gambar 7 pengukuran temperatur pada terminal busbar output ACB bagian busbar ini merupakan titik pertemuan dari banyak instalasi sehingga berpotensi tinggi meningkatnya temperatur. Hasil pengukuran ditampilkan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil pengolahan data busbar output ACB

Marker Name	Max °C	Min °C	Avg °C	Ems	BG °C
Center box	31,9	31,9	31,9	0,95	22,0
Center point	36,3	30,1	32,6	0,95	22,0
Hot	39,1	39,1	39,1	0,95	22,0
Cold	29,1	29,1	29,1	0,95	22,0

Pada Tabel 6 diketahui nilai *center box maximum* adalah 31,9 °C, Nilai *center point* 36,3 °C, nilai *hot point* atau titik terpanas 39,1 °C dan titik terdingin atau *cold* adalah 29,1 °C.

### 6. Busbar Input ACB



**Gambar 8.** Hasil *infrared thermography* busbar input ACB

Pada Gambar 8 pengukuran temperatur pada terminal busbar input ACB bagian busbar ini merupakan titik

*supply* utama instalasi sehingga berpotensi tinggi meningkatnya temperatur. Hasil pengukuran ditampilkan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Hasil pengolahan data busbar input ACB

Marker Name	Max °C	Min °C	Avg °C	Ems	BG °C
Center box	31,6	31,6	31,6	0,95	22,0
Center point	34,1	30,8	32,0	0,95	22,0
Hot	34,1	34,1	34,1	0,95	22,0
Cold	30,4	30,4	30,4	0,95	22,0

Pada Tabel 7 diketahui nilai *center box maximum* adalah 31,6 °C, Nilai *center point* 34,1 °C, nilai *hot point* atau titik terpanas 34,1 °C dan titik terdingin atau *cold* adalah 30,4 °C.

### Analisa Data

Analisa data hasil penelitian adalah tahap yang akan membahas tentang menentukan nilai delta T yang di dasarkan pada hasil pengolahan data yang sebelumnya sudah di peroleh.

**Tabel 8.** Hasil Analisa data dan rekomendasi tindakan

Panel LVMDP	Temperatur Max °C	Ambient °C	Delta T °C	Priority	Rekomendasi
ACB LVMDP Input dan Control	44,4	26,2	18,2	3	Tindakan korektif diperlukan dengan izin penjadwalan.
Output ACB	33,5	26,2	7,3	4	
MCCB Capacitor Bank dan MCCB	31,1	26,2	4,9	4	
Panel HVAC					
MCCB Panel Produksi dan MCCB Panel Utility	29,7	26,2	3,5	4	Tindakan korektif harus diambil pada periode pemeliharaan berikutnya
Busbar Output ACB	39,1	31	8,1	4	
Busbar Input ACB	34,1	31	3,1	4	

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang di dapat dari hasil penelitian ini adalah Analisis dilakukan sesuai standar dari *Standart for Infrared Inspection of Electrical System and Rotating Equipment*. Sebagian besar kondisi panel LVMDP 1250 kVA dalam kondisi baik dengan skala prioritas 4. Satu bagian yang memiliki skala prioritas 3 adalah pada bagian ACB LVMDP *Input* dan *Control* dengan nilai *hot point* 44,4°C memiliki delta T 18,2. Rekomendasi untuk bagian ACB LVMDP *Input* dan *Control* adalah tindakan korektif diperlukan dengan izin penjadwalan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Baharuddin. (2019). Penentuan Hot Point dengan menggunakan metode termovisi pada gardu induk 150 kV Purwodadi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Atawani, I. A. (2018). Analisis Thermovisi untuk menemukan Hot Point pada Gardu Induk 150 KV Bantul, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Cardinale-Villalobos, L., Meza, C., Méndez-Porras, A., & Murillo-Soto, L. D. (2022). Quantitative Comparison of Infrared Thermography, Visual Inspection, and Electrical Analysis Techniques on Photovoltaic Modules: A Case Study. *Energies*, 15(5).  
<https://doi.org/10.3390/en15051841>
- de Oliveira, A. K. V., Aghaei, M., & Rütther, R. (2022). Automatic Inspection of Photovoltaic Power Plants Using Aerial Infrared Thermography: A Review. *Energies* 15(6).  
<https://doi.org/10.3390/en15062055>
- Garrido, I., Lagüela, S., & Arias, P. (2018). Infrared thermography's application to infrastructure inspections. *Infrastructures* 3(3).  
<https://doi.org/10.3390/infrastructure3030035>
- Harishkumar, S., Razick, M. V., Mohammed, M. B. (2014). Detection of Hot Spots by Thermal Imaging to Protect Power Equipments. *International Journal of Students Reseach in Technology & Management Vol. 2* (02).
- Infraspection Institute (2008). Standart for Infrared Inspection of Electrical System and Rotating Equipment.
- Pangestu, Adam. (2019). Analisa Pengaruh Perubahan Impedansi Kawat Saluran terhadap Setting Relai Jarak pada Saluran Transmisi 150 KV (GI Paya Pasir), Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Putra, R.R. (2018). Termovisi dalam melihat Hot Point pada Gardu Induk 150kv palur, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rai, M., Tanmoy, M., Yadav, R.K. (2017). Thermal Imaging System and Its Real Time Aplication: a Survey. *Journal of Engineering Technology* 6(02).
- Syahputra, Ramadoni. (2017). Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik, Yogyakarta : LP3M UMY.
- Venegas, P., Ivorra, E., Ortega, M., & de Ocariz, I. S. (2022). Towards the Automation of Infrared Thermography Inspections for Industrial Maintenance Applications. *Sensors*, 22(2).  
<https://doi.org/10.3390/s22020613>