

# Analisis Hasil Pengukuran Hotspot pada Bay Kapasitor dengan Metode Thermovisi di GarduInduk Bandung Utara

**KHAIR RIFO MASIANTO<sup>1</sup>, DINI FAUZIAH<sup>2</sup>**

Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Email : khairifo00@gmail.com

Received DD MM YYYY | Revised DD MM YYYY | Accepted DD MM YYYY

## **ABSTRAK**

*Energi listrik yang diperlukan oleh masyarakat memiliki persyaratan basis yang harus terpenuhi oleh penyedia dan pemasok pusat, yaitu dapat mencukupi kebutuhan energi listrik dengan kualitas dan kontinuitas yang baik. Salah satu gangguan yang sering dialami yaitu suhu panas pada bagian sambungan merupakan berkaitan erat dengan proteksi dan keandalan sistem yang ada di switchyard. Pengukuran secara langsung dengan 5 peralatan terminal selama 5 bulan dilakukan pada saat pengecekan rutin bulanan dengan mengukur hasil thermovisi yaitu peralatan Bay Kapasitor dari suhu klem kenaikan tertinggi yaitu Terminal Reaktor arah Kapasitor dibulan September mencapai 41.7°C, dan suhu konduktor kenaikan tertinggi yaitu Terminal CT arah LA dibulan Oktober mencapai 34°C. Sehingga menentukan selisih klem-konduktor saat pemeliharaan peralatan bay kapasitor dengan titik panas tertinggi yaitu Terminal Reaktor arah Kapasitor dibulan September mencapai 11.6°C kondisi tersebut ketidaknormalan mayor, sehingga dilakukan tindakan perbaikan segera.*

**Kata kunci:** Bay Kapasitor, Suhu Panas, Titik Panas, Thermovisi.

## **ABSTRACT**

*The electrical energy needed by the community has basic requirements that must be met by central providers and suppliers, namely being able to meet the needs of electrical energy with quality and continuity. One of the problems that are often experienced is the hot temperature at the connection. Direct measurements with 5 terminals for 5 months during routine checks by measuring the results of thermovision, namely the Bay Capacitor equipment from the highest increase in the clamping temperature, namely the Reactor Terminal in the Capacitor direction in September reaching 41.7°C, and the highest conductor temperature increasing, namely the CT Terminal in the LA direction in October reaching 41.7°C. 34°C. Thus determining the difference between clamps and conductors during maintenance of capacitor bay equipment with the highest hot point, namely the Capacitor Reactor Terminal in September reaching 11.6°C, this condition was a major abnormality, so immediate corrective action was taken.*

**Keywords:** Capacitor Bay, Hot temperature, Hotspot, Thermovision.

## 1. PENDAHULUAN

Kondisi kehidupan modern energi listrik sangat berperan dalam industri maupun masyarakat biasa. Energi listrik yang diperlukan oleh masyarakat memiliki persyaratan basis yang harus terpenuhi oleh penyedia dan pemasok energi listrik, yaitu dapat mencukupi kebutuhan energilistrik dengan kualitas dan kontinuitas yang baik. Terdapat dengan cara melakukan pemeliharaan secara berkala guna menjaga kondisi setiap peralatan agar dapat berfungsi dengan baik dan andal, sehingga dapat mencegah gangguan yang dapat mengakibatkan kerusakan pada sistem **(Putra, Roni. R., & Umar, 2018)**.

Salah satu gangguan yang sering dialami yaitu suhu panas pada bagian sambungan terminalantar kabel konduktor dengan peralatan pada gardu induk. Suhu pada titik panas (*hotspot*) iniberkaitan erat dengan proteksi dan keandalan sistem yang ada di switchyard. Saat pengoperasian berlangsung peralatan gardu induk yang ada di switchyard sering mengalami pemanasan karena kerugian arus mengalir dalam konduktor yang disebabkan oleh hambatan serta banyaknya peralatan yang sudah tua. Faktor gangguan dari alam dan jarak antar peralatan switchyard yang saling berdekatan juga dapat menyebabkan suhu panas pada bagian sambungan dan bagian terminal. Hal ini bisa berakibat fatal terhadap peralatan jika terjadi terus menerus tanpa adanya pemeriksaan rutin **(Anwar, 2019)**.

Peralatan digital pada era ini 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 keadaan sistem pada peralatan bay kapasitor merupakan suatu area ditempat terpasangnya peralatan instalasi transmisi listrik yang sebutan namanya disesuaikan dengan tujuan dan nama peralatan utama terpasang di kapasitor. Misalnya pemeriksaan sambungan pada switchyard dengan metode thermovisi. Berfungsi untuk memvisualisasikan dan mendeteksi suhu pada suatu objek yang ditangkap dan ditampilkan ke sebuah display dengan teknologi inframerah. Alat yang digunakan untuk memvisualisasikan suhu panas pada sambungan klem dan konduktor rangkaian listrik di *switchyard* dalam kondisi beban **(Putra, Roni. R., & Umar, 2018)**.

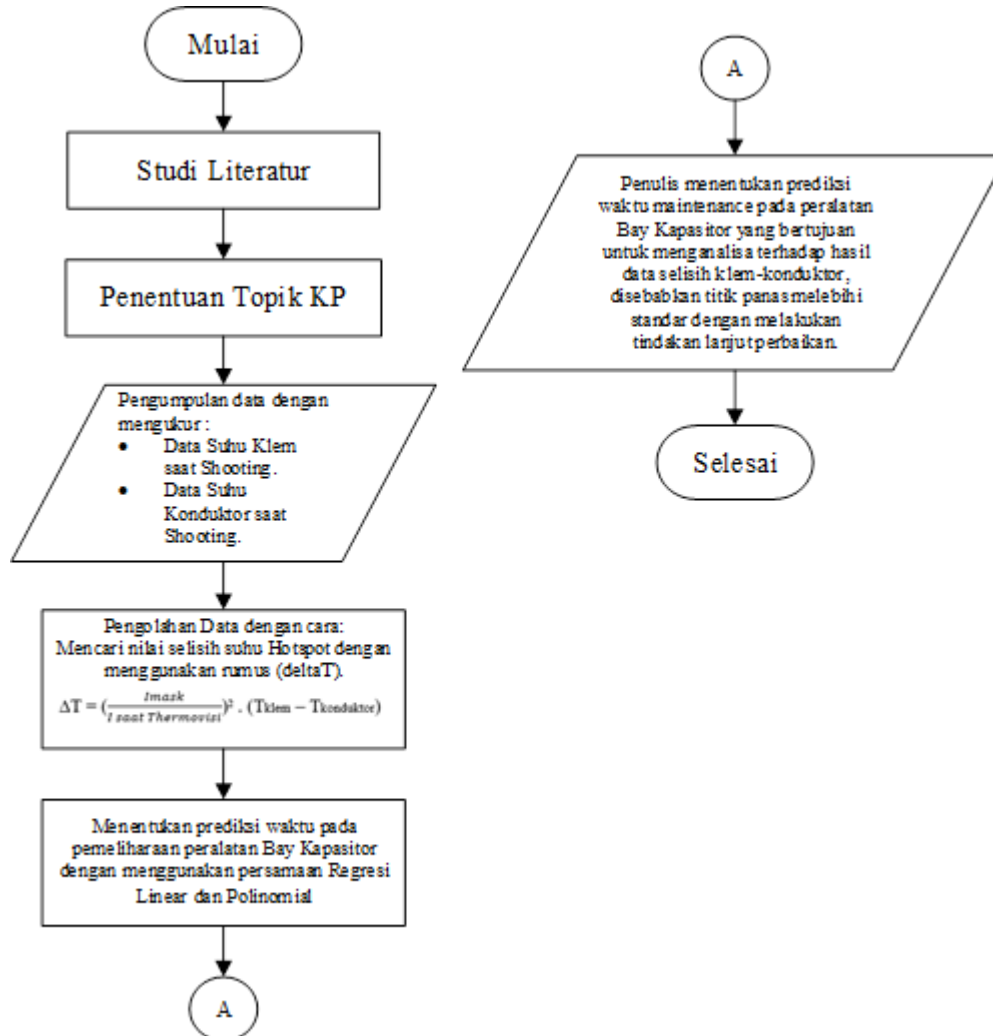
Untuk itu penulis ingin mengoptimalkan pemantauan pemeliharaan dengan mengukur secara langsung dengan 5 peralatan terminal selama 5 bulan, yaitu sejak bulan Juni 2021 hingga Oktober 2021, pengukuran ini dilakukan pada saat pengecekan rutin bulanan dengan mengukur suhu klem dan konduktor. Sebab dapat mengetahui kapan harus direncanakan perbaikan pada peralatan tersebut. Dan menentukan nilai titik panas selisih suhu klem- konduktor dengan menggunakan rumus Delta T, setelah itu menentukan prediksi *maintenance* pada peralatan di Bay Kapasitor dengan menggunakan metode regresi linear dan regresi polinomial.

Dalam Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan dan memperkirakan *maintenance* pada peralatan bay kapasitor saat terjadi titik panas berlebihan dengan membandingkan metode regresi linear dan regresi polinomial, sehingga penggunaan peralatan Bay Kapasitor dapat menentukan jadwal perbaikan yang baik, agar peralatan di Gardu Induk aman digunakan dalam jangkauan lama dan meminimalisir kerusakan pada peralatan lain.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Perancangan Penelitian

Dalam Penelitian ini dilakukan perancangan Adapun diagram alir ditunjukkan pada gambar berikut.



**Gambar 1. Diagram Alir Pengukuran Hotspot pada Bay Kapasitor**

Gambar 1. merupakan Metodologi yang digunakan pada penelitian ini, dimulai dari studi literatur, penentuan topik kerja praktek dan penulis mencari, mempelajari dan mengumpulkan teori serta bahan-bahan yang mendukung bagi penulis untuk menunjang penelitian ini. Adapun hal hal yang harus dikumpulkan untuk menganalisa hasil dengan mengukur:

1. Data Suhu Klem saat shooting
2. Data Suhu Konduktor saat shooting

Dan pengolahan data dengan mencari selisih suhu klem-konduktor dengan menggunakan rumus  $\Delta T$  yaitu:

$$\Delta T = \left(\frac{I_{mask}}{I \text{ saat Thermovisi}}\right)^2 \cdot (T_{klem} - T_{konduktor})$$

Keterangan:

- $\Delta T$  = Selisih Suhu klem terhadap konduktor
- Imaks = Arus Maksimal
- Isaat thermovisi = Arus saat Thermovisi
- Tklem = Suhu Klem
- Tkonduktor = Suhu Konduktor

Setelah mendapatkan hasil titik panas selisih suhu klem-konduktor menentukan prediksi waktu pada *maintenance* (pemeliharaan) pada peralatan Bay Kapasitor dengan menggunakan persamaan Regresi Linear dan Regresi Polinomial, terdapat rumus pada dibawah ini:

1. Regresi Linear

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \dots\dots\dots(1)$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \dots\dots\dots(2)$$

$$y = f(x) = a + bx \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- $n$  = banyak jenis
- data  $\sum x$  = jumlah variabel  $x$
- $\sum y$  = jumlah variabel  $y$
- $\sum x^2$  = jumlah variabel  $x$  kuadrat
- $\sum xy$  = jumlah dari perkalian variabel  $x$  dengan variabel  $y$

2. Regresi Polinomial

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_{m-1}x^{m-1} + a_mx^m \dots\dots\dots(4.4)$$

$$n a_0 + a_1 \sum x_i + a_2 \sum x_i^2 + \dots + a_m \sum x_i^m = \sum y_i$$

$$a_0 \sum x_i + a_1 \sum x_i^2 + a_2 \sum x_i^3 + \dots + a_m \sum x_i^{m+1} = \sum x_i y_i$$

$$a_0 \sum x_i^2 + a_1 \sum x_i^3 + a_2 \sum x_i^4 + \dots + a_m \sum x_i^{m+2} = \sum x_i^2 y_i$$

.....

$$a_0 \sum x_i^m + a_1 \sum x_i^{m+1} + a_2 \sum x_i^{m+2} + \dots + a_m \sum x_i^{m+m} = \sum x_i^m y_i$$

Atau, dapat disusun dalam bentuk perkalian matriks, sebagai berikut.

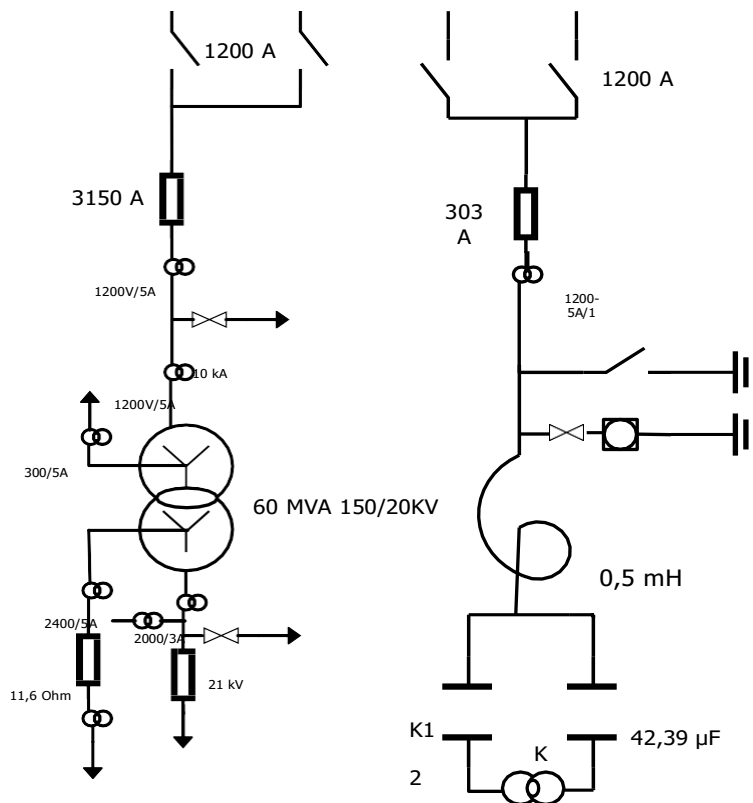
$$\begin{bmatrix} n & \sum x_i & \sum x_i^2 & \dots & \sum x_i^m \\ \sum x_i & \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \dots & \sum x_i^{m+1} \\ \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \sum x_i^4 & \dots & \sum x_i^{m+2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum x_i^m & \sum x_i^{m+1} & \sum x_i^{m+2} & \dots & \sum x_i^{m+m} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum y_i \\ \sum x_i y_i \\ \sum x_i^2 y_i \\ \dots \\ \sum x_i^m y_i \end{bmatrix}$$

- Keterangan :
- N = Banyak sampel
  - k = orde yang diinginkan

- $\sum xi$  = Jumlah variabel X
- $\sum xi^2$  = Jumlah variabel X kuadrat
- $\sum xi^m$  = Jumlah variabel X dari pangkat m
- $\sum yi$  = Jumlah variabel Y
- $\sum xi yi$  = Jumlah dari perkalian variabel Y dengan variable X
- $\sum xi^2 yi$  = Jumlah dari perkalian variabel Y dengan variable X kuadrat
- $\sum xi^m yi$  = Jumlah dari perkalian variabel Y dengan variable X pangkat m

Mencari prediksi waktu dengan menggunakan regresi linear dan regresi polinomial. Melakukan analisa terhadap persamaan uji regresi dengan data perhitungan manual menentukan prediksi waktu *maintenance* peralatan di Bay kapasitor yang mana datanya baik digunakan untuk bulan kedepannya, dan bila disebabkan titik panas melebihi standar melakukan langkah-langkah tindakan rekomendasi apa yang dilakukan oleh pihak HAR.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

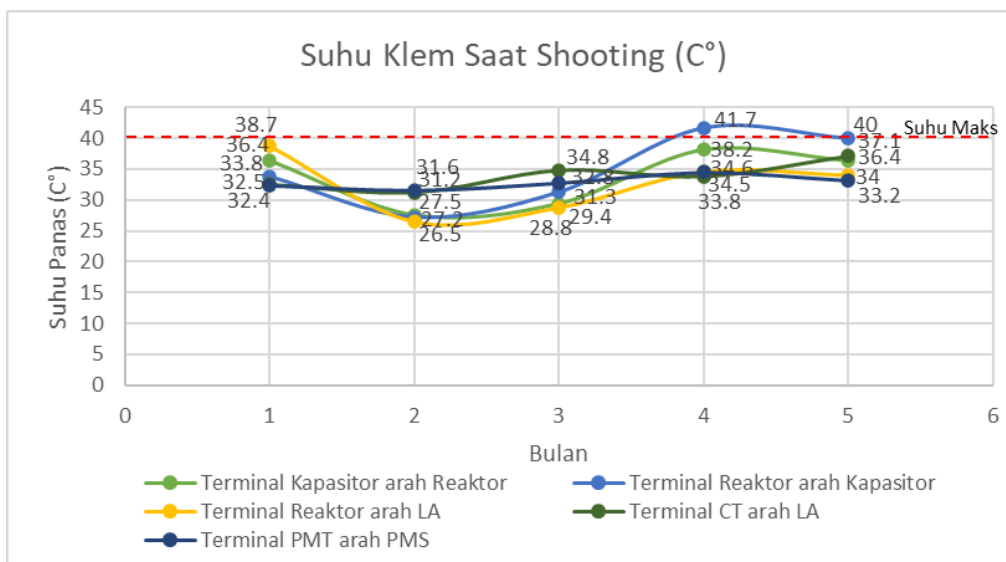


**Gambar 2. Struktur Single Line pada Bay Kapasitor**

Sistem jaringan pada Gardu Induk Bandung Utara berhubungan dengan kedua gardu yaitu dari sisi baratnya adalah GI Padalarang Baru sedangkan dari sisi timurnya adalah GI Dago Pakar. Dari Gardu Induk udara sendiri memiliki 10 bay penghantar meliputi 4 bay Penghantar, 4 bay Transformator dengan kapasitas 60 MVA 150/20kV, 1 bay Kopel, dan 1 bay Kapasitor. Tetapi dalam topik kerja praktek ingin memperdalam mengenai bay kapasitor yang mempunyai banyak peralatan yang digunakan di gardu induk Bandung Utara (**Buku Pintar GIBDUTR, 2017**).

Peralatan tersebut sering menggunakan sistem rel ganda untuk mengurangi pemadaman beban dan bisa menjadi backup saat terjadi perubahan sistem karena pemeliharaan atau karena adanya gangguan. Akibat dari serangan hama, tersangkutnya layangan, dan sering terjadi akibat suhu panas berlebihan saat musim kemarau panjang. Dari pihak Gardu Induk tersebut sering mengukur suhu dengan menggunakan alat Thermovisi yang dapat diketahui suhunya yang ada dilayar tersebut, sehingga dapat diinput ke dalam grafik rekap hasil thermovisi Gardu Induk Bandung Utara.

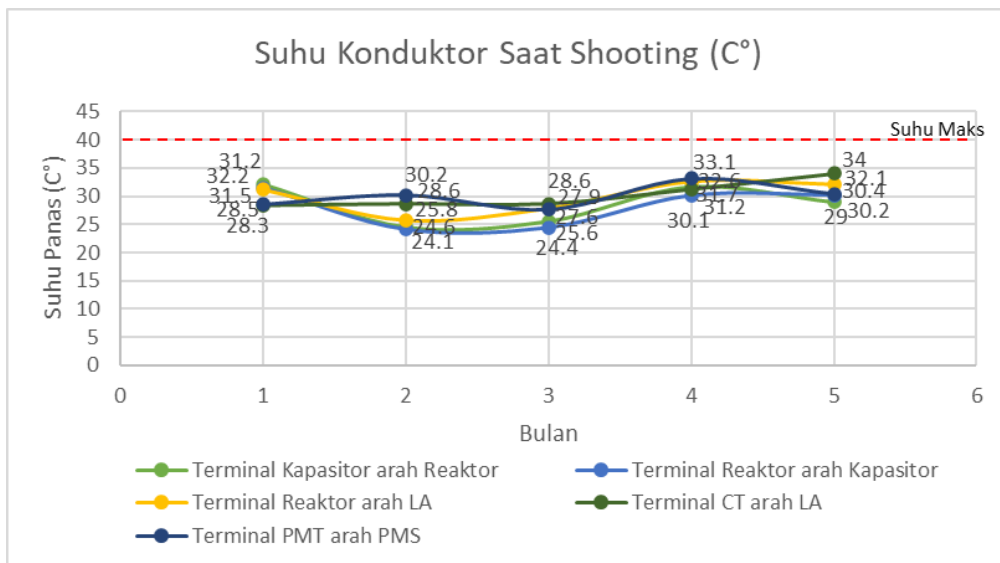
### 3.1 Grafik Pengukuran Suhu Panas secara Keseluruhan:



**Gambar 3. Grafik Suhu Klem saat Shooting**

Berdasarkan gambar 3 terlihat dari suhu klem terjadi kenaikan suhu panas tertinggi di bulan September yaitu peralatan Terminal Reaktor arah Kapasitor dengan temperatur 41,7°C dan menurun suhu panas dengan temperatur 40°C pada bulan Oktober terjadi suhu panas melebihi maksimal, sehingga dilakukan tindakan perbaikan segera. Sebab temperatur suhu meningkat dilingkungan Gardu Induk dan mengalir arus tegangan yang cukup tinggi pada sambungan fasa R, fasa S dan fasa T, dengan suhu panas melebihi maksimal dari pada biasanya.

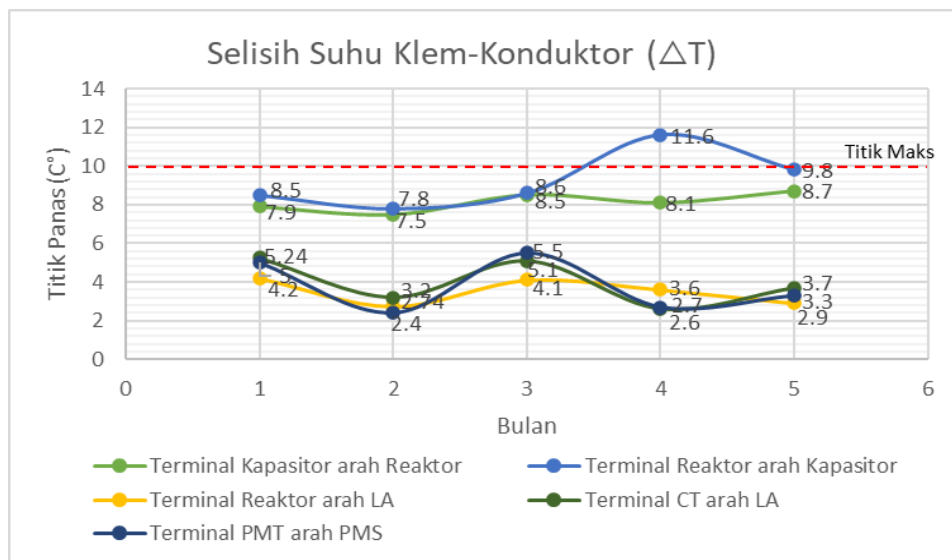
*Analisis Hasil Pengukuran Hotspot pada Bay Kapasitor dengan Metode Thermovisi di Gardu Induk Bandung Utara*



**Gambar 4. Grafik Suhu Konduktor saat Shooting**

Berdasarkan gambar 4 terlihat dari suhu konduktor terjadi kenaikan suhu panas tertinggi dibulan September yaitu peralatan Terminal PMT arah PMS dengan temperatur 33,1°C dan dibulan Oktober yaitu peralatan Terminal CT (*Current Transformer*) arah LA (*Lightning Arrester*) dengan temperatur 34°C. Dari pihak uji kerja HAR melakukan merencanakan perbaikan kedepannya yang bertujuan untuk menjaga kondisi aman digunakan dalam jangkauan lama dan meminimalisir kerusakan pada sambungan konduktor.

**3.2 Data Pengolahan Data Selisih Suhu Klem-Konduktor**

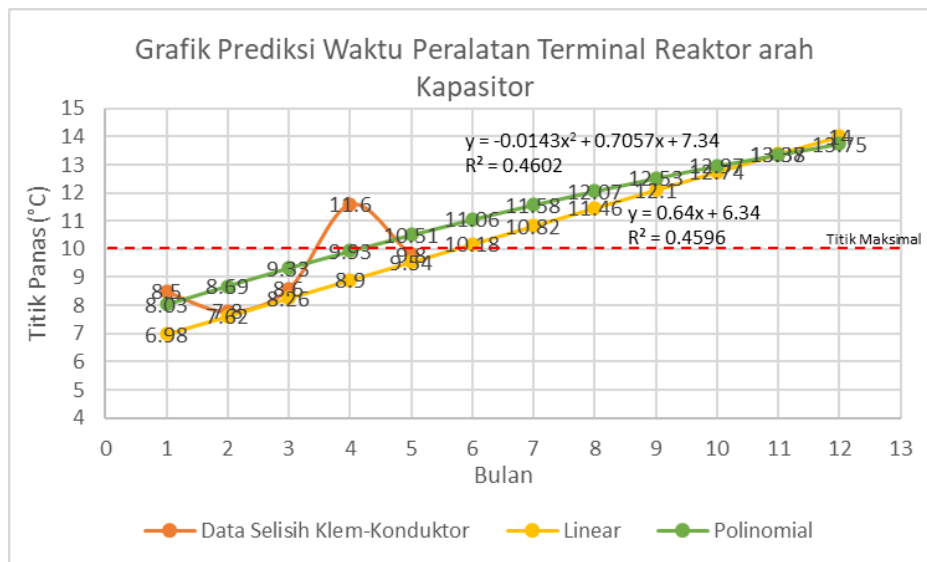


**Gambar 5. Grafik Selisih Suhu Klem-Konduktor**

Berdasarkan gambar 5 terlihat dari suhu klem-konduktor secara keseluruhan dari bulan Juni –Oktober 2021, semua kondisi titik panas baik digunakan untuk kegunaan masing-masing alat dalam titik panas mencapai 0°C-10°C (maksimal <10° titik normalnya). terkecuali pada bulan September yaitu peralatan Terminal Reaktor arah Kapasitor dengan titik panas mencapai 11.6°C kondisi tersebut ketidaknormalan mayor, disebabkan karena

phasa suhu panas klem saat *shooting* sangat tinggi mencapai 41,7°C (melebihi suhu maksimal). Sehingga dilakukan tindakan perbaikan segera.

### 3.3 Prediksi Maintenance Peralatan Terminal Reaktor arah Kapasitor



**Gambar 6. Grafik Prediksi Waktu Peralatan T Reaktor arah Kapasitor**

Berdasarkan gambar 6 merupakan prediksi grafik selisih klem-konduktor, regresi linear dan regresi polinomial pada peralatan Terminal Reaktor arah Kapasitor, yang mempunyai titik panas tertinggi terjadi dibulan September mencapai temperatur 11,6°C dan titik panas terendah terjadi dibulan Juli mencapai temperatur 7,8°C. Dalam bentuk grafik perhitungan regresi linear dengan persamaan nilai  $f(x) = 0.64x + 6.34$  dan regresi polinomial persamaan nilai  $f(x) = -0.0143x^2 + 0.7057x + 7.34$  memasukan variabel x prediksi waktu dari bulan Juni2021 – Mei 2022. Dilihat perhitungan kedua regresi dibawah ini:

**Tabel 1. Perhitungan Regresi Linear**

x	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	x.y
1	8,5	1	72,25	8,5
2	7,8	4	60,84	15,6
3	8,6	9	73,96	25,8
4	11,6	16	134,56	46,4
5	9,8	25	96,04	49
15	46,3	55	437,65	145,84

$$b = \frac{(5 \times 145,84) - (15 \times 46,3)}{(5 \times 55) - (15^2)} = 0,64 \quad \begin{matrix} y = a + bx \\ y = 6,34 + 0,64x \end{matrix}$$

$$a = \frac{46,3}{5} - (0,64 \times \frac{15}{5}) = 6,34$$



**Tabel 2. Perhitungan Regresi Polinomial**

Xk	Xk <sup>2</sup>	Xk <sup>3</sup>	Xk <sup>4</sup>	Yk	Xk.Yk	Xk <sup>2</sup> .Yk
1	1	1	1	8,5	8,5	8,5
2	4	8	16	7,8	15,6	31,2
3	9	27	81	8,6	25,8	77,4
4	16	64	256	11,6	46,4	185,6
5	25	125	625	9,8	49	245
15	55	225	979	46,3	145,84	547,7

$$\begin{aligned}
 & \begin{bmatrix} 5 & 15 & 55 \\ 15 & 55 & 225 \\ 55 & 225 & 979 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 46,3 \\ 145,84 \\ 547,7 \end{bmatrix} \\
 & \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 & 15 & 55 \\ 15 & 55 & 225 \\ 55 & 225 & 979 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 46,3 \\ 145,84 \\ 547,7 \end{bmatrix} \\
 & \begin{matrix} a_2 = - \\ 0,0143 \\ a_1 = 0,7057 \\ a_0 = 7,34 \end{matrix} \\
 & y = 7,34 + 0,7057x - 0,0143x^2
 \end{aligned}$$

Dengan menghasilkan prediksi waktu selama 12 bulan dalam bentuk grafik linear dan polinomial pada peralatan Terminal Reaktor arah Kapasitor. Titik panas pada *maintenance* peralatan lebih baik menggunakan persamaan regresi linear dibanding dengan persamaan regresi polinomial. karena berdasarkan grafik diatas titik panas terendah mencapai 6,98°C (linear) dan 8,03°C (polinomial) sedangkan titik panas tertinggi mencapai 14°C (linear) dan 13,75°C (polinomial). sehingga prediksi waktu kenaikan titik panas melebihi maksimal dalam waktu singkat berbeda 1 bulan mencapai 10,51°C (polinomial) dibulan Oktober 2021 dan dibulan November 2021 mencapai 10,18°C (linear).

Kondisi *maintenance* peralatan Terminal Kapasitor arah Reaktor dan Terminal Reaktor arah Kapasitor dengan prediksi waktu titik panas menggunakan persamaan regresi linear dan polinomial tersebut dapat ketidaknormalan mayor perlu diperbaiki segera. Tindakan yang dilanjuti oleh pihak HAR dengan melakukan pengukuran kembali bila masih tetap selisih klem-konduktor suhu panas melebihi maksimal pada ketiga sambungan fasa. Apabila titik panas masih tetap tidak ada perubahan, melakukan servis dan pemeriksaan lebih lanjut, agar peralatan di bay kapasitor aman digunakan dalam jangkauan lama dan meminimalisir kerusakan pada peralatan lain.

#### 4. KESIMPULAN

Dapat dilihat dari pengukuran suhu klem kenaikan suhu panas tertinggi yaitu peralatan Terminal Reaktor arah Kapasitor di bulan September mencapai 41,7°C sedangkan suhu konduktor kenaikan suhu panas tertinggi yaitu peralatan Terminal CT arah LA di bulan Oktober mencapai 34°C. Setelah melakukan pengukuran, menentukan selisih suhu klem-konduktor pada *maintenance* peralatan di Bay Kapasitor. Terdapat pada peralatan Terminal Reaktor arah Kapasitor dibulan September mengalami titik panas melebihi mencapai 11,6°C kondisi tersebut ketidaknormalan mayor. Tindakan yang dilanjuti oleh pihak HAR dengan melakukan Pengukuran kembali kedua sambungan klem-konduktor. Apabila titik panas masih tetap tidak ada perubahan, melakukan servis dan pemeriksaan lebih lanjut, agar peralatan di bay kapasitor aman digunakan dalam jangkauan lama dan meminimalisir kerusakan pada peralatan lain.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak terkait yaitu UPT Bandung dan Gardu Induk Bandung Utara yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan kerja praktek.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anwar, B., & Agus Supardi, S. T. (2019). Penentuan Hot Point dengan menggunakan metode thermovisi pada gardu induk 150 kV Purwodadi (Doctoral dissertation, Jurnal Muhammadiyah Surakarta).
- Buku Pintar Gardu Induk Bandung Utara (2017). Peralatan Bay Kapasitor. PT PLN (Persero) UPT Bandung.
- Direksi PT PLN (PERSERO) (2014). Himpunan Buku Pedoman Pemeliharaan Peralatan Primer Gardu Induk KEPCO No.0520-2.SK DIR 2014.
- Fartika, D., Erlina, E., & Christiono, C. (2020). Menentukan Dan Melihat Titik Hotspot Pada Tower 150 kV Di Pasar Kemis Baru-Pasar Kemis Lama Dengan Menggunakan Metode Thermovisi (Doctoral dissertation, Jurnal INSTITUT TEKNOLOGI PLN).
- Indra, Riyan Laksono (2020). Pengaruh Suhu Lebih Terhadap LIFETIME Baterai 220 VDC UNIT 3 PT. INDONESIA POWER SURALAYA PGU, ELKOMIKA Jurnal, Institut Teknologi Nasional. Bandung.
- Lutfi, M. Fazawi. (2020). Analisa Penentuan Hot Point dan Monitoring Peralatan dengan Metode Thermovisi pada GI 150 kV Glugur. Jurnal Elektro Tegangan Tinggi Muhammadiyah Surakarta.
- Putra, Roni. R., & Umar, S.T. (2018). Thermovisi Dalam Melihat Hot Point Pada Gardu Induk 150 kV Palur (Doctoral dissertation, Jurnal Elektro Tegangan Tinggi Muhammadiyah Surakarta).