

# ANALISIS THERMOVISI UNTUK MENEMUKAN *HOT POINT*

## GARDU INDUK 150 KV KENTUNGAN BERBASISKAN PEMROGRAMAN MATLAB

Restu Aji Rilo Pambudi, Ramadoni Syahputra, Anna Nur Azilah Chamim  
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Kasihan,  
Bantul, Yogyakarta 55183  
Email: Restuaji9@gmail.com

---

### Intisari

Pengukuran menggunakan thermovisi merupakan bagian dari pemeliharaan yang dilakukan pada peralatan gardu induk. Thermovisi berfungsi untuk memvisualisasikan dan mendeteksi titik panas (*hot point*) yang terdapat pada peralatan dengan teknologi inframerah. Pengukuran menggunakan thermovisi juga memiliki kelemahan dalam memperoleh suhu yang sebenarnya. Hal ini disebabkan karena nilai emisivitas pada objek yang diukur bervariasi antara 0 hingga 1. Tugas akhir ini membahas tentang metode validasi untuk menguji bahwa pengukuran yang dilakukan apakah telah akurat dan presisi menggunakan perhitungan manual dan menggunakan *software* Matlab dengan parameter yang digunakan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan dari 21 sambungan, 18 sambungan pada terminal dalam kondisi baik dan 3 sambungan dalam terminal dalam kondisi untuk dilakukan pemeriksaan saat pemeliharaan.

Nilai emisivitas pada peralatan gardu induk berbeda-beda meskipun menggunakan 1 jenis material dikarenakan beberapa faktor, dengan nilai akurasi pada bay trafo 3 sebesar 96,44 % dan nilai presisi sebesar 1,05%. Hasilnya menunjukkan nilai akurasi dan presisi yang baik, sehingga metode uji validasi perhitungan dapat digunakan.

Kata Kunci : Thermovisi, Gardu Induk, Emisivitas, Akurasi, Presisi, Validasi, Matlab

---

### 1. PENDAHULUAN

Gardu Induk kentungan merupakan gardu induk yang berbeban besar. Gardu induk ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah Sleman dan Jogja. Oleh karena itu Inspeksi harus dilakukan secara teratur, agar dapat menjaga kondisi gardu induk dapat beroperasi dengan baik. Salah satu inspeksi yang dilakukan adalah pengukuran suhu menggunakan thermovisi.

Dalam salah satu buku PLN yaitu *Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga PLN No. 0520-2.K/DIR/2014 (2014)*. Disebutkan berbagai prosedur yang harus dilakukan untuk merawat trafo sebagai mana mestinya. salah satu prosedur pemeliharaan trafo yaitu pengukuran thermovisi. Thermovisi merupakan alat yang digunakan untuk pendeteksian suhu, selain itu thermovisi juga dapat

memvisualisasikan titik panas pada objek menggunakan sinar inframerah /Infrared.

Dengan pengamatan menggunakan thermovisi dapat dilakukan analisis untuk mengetahui apakah terjadi gangguan atau tidak. Sehingga dapat dilakukan upaya pencegahan atau penanganan terhadap ancaman kerusakan yang terjadi pada transformator sesuai dengan prosedur yang sudah ditentukan.

Thermovisi merupakan salah satu kegiatan yang sangat penting dalam inspeksi gardu induk. Oleh karena dibutuhkan validasi apakah pengukuran menggunakan thermovisi sudah memiliki akurasi dan presisi yang baik. Untuk memudahkan dalam perhitungan digunakan aplikasi kalkulator sederhana menggunakan matlab.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Gardu Induk

Gardu Induk adalah salah satu komponen yang memegang peranan yang sangat penting dalam sistem penyaluran tenaga listrik, karena merupakan penghubung pelayanan tenaga listrik ke konsumen. Menurut Kementerian Pendidikan dan kebudayaan Republik Indonesia (2013 :4) Fungsi Gardu Induk adalah:

1. Mengubah tenaga listrik tegangan tinggi yang satu ke tegangan tinggi yang lainnya atau tegangan menengah.
2. Pengukuran, pengawasan, operasi serta pengaturan pengaman sistem tenaga listrik.
3. Pengaturan daya ke gardu-gardu induk lain melalui tegangan tinggi dan gardu-gardu distribusi melalui gawai tegangan menengah.

### 2.2 Thermovisi /Thermovision

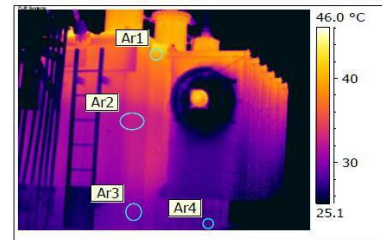
Untuk pengecekan dan pemeliharaan secara berkala salah satunya adalah dengan mengamati suhu komponen menggunakan alat thermovisi atau *Thermal Camera*. Alat ini menggunakan sinar Inframerah yang dipancarkan oleh Thermovisi sehingga pada display thermovisi akan terlihat besaran suhu beserta letak titik panasnya.

Prinsip kerja pengukuran alat ini adalah dengan cara mengukur nilai perbandingan energi yang telah diradiasikan oleh objek (gelombang elektromagnet) terhadap energi yang telah diradiasikan oleh benda hitam pada suhu dan gelombang yang sama. Radiasi adalah gelombang elektromagnetik hasil dari panas suatu objek yang terdiri dari Foton. Foton tersebut akan mengeksitasi elektron dari objek yang telah dikenainya sehingga memiliki tingkat energi yang lebih tinggi.

Setiap benda memiliki nilai emisivitas yang beragam, nilai emisivitas tersebut berkisar antara nilai 0 dan 1. Seperti *aluminium conductor galvanized steel*

*reinforced (ACSR)* memiliki nilai emisivitas sebesar 0,5.

Dalam *Buku Pedoman Pemeliharaan PLN No. 0520-2.K/DIR/2014 (2014)*, dijelaskan prosedur pemeliharaan terhadap peralatan atau aset PLN di Gardu Induk, salah satunya adalah pengukuran menggunakan Thermovisi. Berikut ini terdapat beberapa contoh pengukuran menggunakan alat thermovisi.



**Gambar 2. 1** Pengukuran thermovisi pada maintank dan radiator

(Sumber: Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga PLN No. 0520-2.K/DIR/2014 (2014))

### 2.3 Analisis Inspeksi dan Evaluasi

Pada poin ini akan di jelaskan mengenai analisis inspeksi dan evaluasi pada gardu induk berdasarkan *buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga PLN No. 0520-2.K/DIR/2014 (2014)*. Pada Tabel 2.1 merupakan tabel untuk mengevaluasi hasil pengukuran menggunakan thermovisi,

**Tabel 2. 1** Parameter Analisis Thermovisi

No.	Lokasi	Kondisi	Rekomendasi
1.	<b>Maintank</b>		
	Pola Gradien suhu Maintank	Normal	
		Tidak Normal	Uji DGA
2.	<b>OLTC</b>		
	Pola gradien suhu tanki	Normal	-
		Tidak Normal	Uji DGA
3.	<b>Radiator</b>		
	Pola gradien suhu radiator	Normal	-
		Tidak Normal	Check valve radiator dan kebersihan

**Tabel 2. 2** Parameter Analisis Thermovisi (lanjutan)

4.	Bushing		
	Perbandingan suhu antar fasa	1°C – 5°C	Perlu Investigasi lanjut, karena memungkinkan adanya ketidaknormalan
		6°C– 15°C	Mengidentifikasi adanya defisiensi, perlu dijadwalkan perbaikan
		>16°C	Ketidaknormalan Mayor, perlu dilakukan perbaikan segera
		>90°C	Lakukan investigasi penyebabnya

#### 2.4 Perhitungan Klem dan Konduktor

Selisih suhu yang didapat dari bagian klem dan konduktor dapat menjadi parameter untuk menentukan apakah perlu ada langkah tindak lanjut yang harus dilakukan atau tidak. Menurut buku PLN *Buku Pedoman Pemeliharaan PLN No. 0520-2.K/DIR/2014 (2014)* halaman 69 rumus perhitungan yang digunakan adalah perhitungan 2.1 berikut ini.

$$|\Delta T|_{\max} = (I_{\max} / I_{\text{beban}})^2 \times |\Delta T| \dots(2.1)$$

Keterangan:

- |\Delta T|\_{\max} : Selisih suhu saat beban tertinggi
- I\_{\max} : Beban tertinggi yang pernah dicapai
- I\_{\text{beban}} : Beban saat pengukuran
- |\Delta T| : Selisih suhu konduktor dan klem

Pada tabel 2.2 berikut ini merupakan parameter dan rekomendasi tindakan yang ada pada buku pedoman pemeliharaan trafo tenaga.

**Tabel 2. 3** Parameter & Rekomendasi themovisi pada klem dan konduktor

No	\Delta T (°C)	Rekomendasi
1.	<10°C	Kondisi normal
2.	10°C - 25°C	Perlu dilakukan pengukuran satu bulan lagi
3.	25°C - 40°C	Perlu direncanakan perbaikan
4.	40°C - 70°C	Perlu dilakukan perbaikan segera
5.	>70°C	Kondisi darurat

#### 2.5 Nilai Emisivitas

Setiap permukaan sebuah material pasti memiliki nilai emisivitas dengan nilai yang berbeda-beda, Emisivitas adalah energi Infra merah yang dipancarkan oleh *black body* dalam bentuk panjang gelombang dan suhu yang sama.

Rumus yang digunakan untuk perhitungan nilai emisivitas adalah Hukum Stefan Boltzman tentang perpindahan kalor radiasi

$$P = e \cdot \sigma \cdot T^4 \rightarrow e = \frac{P}{\sigma \cdot T^4} \dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

- P = energy thermal conductivity (Aluminium = 237 W/m.K)
- e = Emisivitas
- \sigma = konstanta Stefan Boltzman = 5,672x10^{-8} Watt m^{-2} K^{-4}
- T = Suhu Mutlak (K)

#### 2.6 Validasi Metode analisis

“Validasi metode analisis adalah suatu tindakan penilaian terhadap parameter tertentu, berdasarkan percobaan laboratorium, untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya” (Harmita,2004 ;117).Terdapat beberapa indikator analisis yang harus dipertimbangkan dalam metode analisis, pada penelitian ini menggunakan indikator berikut ini dalam menentukan validasi metode analisis:

##### a. Presisi

“Uji presisi adalah ukuran yang menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil pengukuran, yang dihitung berdasarkan nilai *Standard Reference Material* (SRM). Persentase presisi recovery dinyatakan dengan *Coefficient of Variation* (CV) dan *Relative Standard Deviation* (RSD). Jika CV pada perhitungan < (kurang dari) 2 % maka dapat dinyatakan bahwa metode tersebut mempunyai presisi yang baik” (Ibrahim Ahmad Atawani : 2018). Untuk perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$CV = \frac{\text{Standard Deviation}}{\text{Nilai SRM}} \times 100\% \dots\dots(2.3)$$

Sedangkan pada *Standard Deviation* (SD) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x - a)^2}{n - 1}}$$

**b. Akurasi**

Uji akurasi adalah ukuran yang digunakan untuk menunjukkan kedekatan dari hasil analisis dengan *Standard Reference Material* (SRM) yang sebenarnya. Atau dengan kata lain, Akurasi adalah besarnya penyimpangan data dari hasil uji dengan nilai sebenarnya. Maka untuk mencapai akurasi yang baik, dapat dilakukan dengan mengurangi *error* sistematis tersebut. Perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ bias} = \left( \frac{(\alpha) - \text{nilai SRM}}{\text{nilai SRM}} \right) \times 100\%$$

Dari persamaan di atas, akurasi dapat dihitung sebagai berikut:

$$\% \text{ akurasi} = 100 \% - \% \text{ bias} \dots (2.4)$$

**2.7 Matlab**

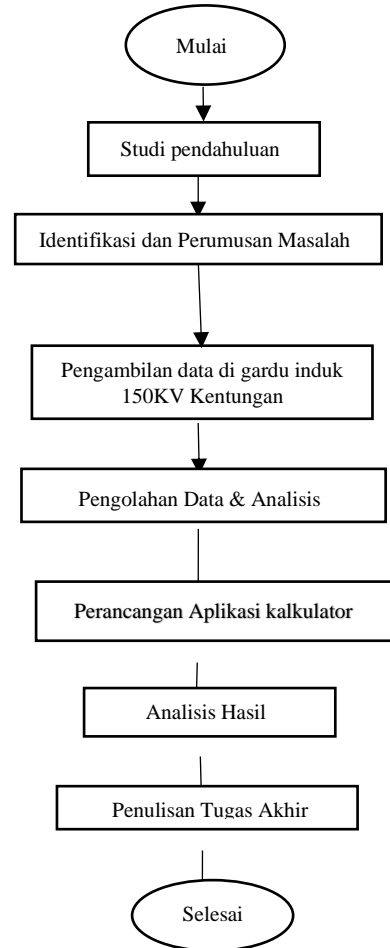
“Matlab merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dikembangkan oleh Mathworks dan dikhususkan untuk komputasi numerik, visualisasi, dan pemrograman. Dengan memanfaatkan MATLAB, pengguna dapat melakukan analisis data, mengembangkan algoritma, dan membuat model maupun aplikasi. Bahasa, *tools* dan fungsi-fungsi *built-in* akan memudahkan pengguna untuk mengeksplorasi berbagai pendekatan dan memperoleh solusi dengan lebih cepat dibandingkan apabila menggunakan *spreadsheets* atau bahasa pemrograman tradisional seperti C/C++ atau Java.” (Rani,Septia :2013).

Dalam penelitian ini digunakan matlab *Graphic User Ineterface* (GUI) untuk memudahkan perhitungan.

**3. Metode Penelitian**

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode kuantitatif, hasil dari penelitian ini adalah nilai validasi metode analisis dan prediksi terhadap

keandalan dari bahan alat yang diukur Langkah-langkah yang dilakukan penulis dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Flowchart

**4. Hasil Pembahasan Dan Analisis**

**4.1 Perhitungan Suhu klem dan Konduktor**

Penelitian ini dilakukan di Gardu Induk 150 kV Kentungan. hasil pengukuran dan pengambilan data dilakukan oleh teknisi Gardu Induk Kentungan menggunakan alat ukur Thermovisi dengan Merek SATIR D300.

Pada tabel 4.1 berikut ini merupakan perhitungan selisih suhu klem dan konduktor pada trafo 3 menggunakan perhitungan 2.1 beserta rekomendasi tindakan berdasarkan tabel 2.2

Tabel 4.1 Pengukuran Klem dan Konduktor trafo 3

Obyek / instalasi	I Max	I beban	Suhu Peralatan	Suhu Konduktor	$ \Delta T _{max}$	Tindak Lanjut (Kondisi)
Bay Trafo 3 60 MVA	$I_m^2$ (A)	$I_s^2$ (A)	$T_{kls}$ (C°)	$T_{kds}$ (C°)	(C°)	
Body bushing Primer Phasa R	136	136	26	27	1	BAIK
Body bushing Primer Phasa S	136	136	28	26	2	BAIK
Body bushing Primer Phasa T	136	136	25	26	1	BAIK
Body bushing Sekunder Phasa R	926	844	34	26	10	BAIK
Body bushing Sekunder Phasa S	926	844	34	27	8	BAIK
Body bushing Sekunder Phasa T	926	844	34	28	7	BAIK
Body bushing Tersier Phasa R	926	844	33	26	8	BAIK
Body bushing Tersier Phasa S	926	844	33	26	8	BAIK
Body bushing Tersier Phasa T	926	844	33	26	8	BAIK
Terminal Bushing primer Phasa R	136	136	25	27	2	BAIK
Terminal Bushing primer Phasa S	136	136	23	26	3	BAIK
Terminal Bushing primer Phasa T	136	136	23	26	3	BAIK
Terminal Bushing sekunder Phasa R	926	844	36	26	12	UKUR 1 BULAN LAGI
Terminal Bushing sekunder Phasa S	926	844	36	27	11	UKUR 1 BULAN LAGI
Terminal Bushing sekunder Phasa T	926	844	37	28	11	UKUR 1 BULAN LAGI
Terminal Bushing tertier Phasa R	926	844	30	26	5	BAIK
Terminal Bushing tertier Phasa S	926	844	31	26	6	BAIK
Terminal Bushing tertier Phasa T	926	844	31	26	6	BAIK
Sepatu kabel Therminating 20 KV Phasa R	926	844	30	28	2	BAIK
Sepatu kabel Therminating 20 KV Phasa S	926	844	30	29	1	BAIK
Sepatu kabel Therminating 20 KV Phasa T	926	844	31	26	6	BAIK
Sepatu kabel Therminating kubikel incoming 20 KV Phasa R	926	844		26	-31	BAIK
Sepatu kabel Therminating kubikel incoming 20 KV Phasa S	926	844		26	-31	BAIK
Sepatu kabel Therminating kubikel incoming 20 KV Phasa T	926	844		26	-31	BAIK

Dari 22 sampel, terdapat 19 titik dalam kondisi yang baik. Sedangkan 3 titik berada pada kondisi ukur 1 bulan lagi. Pada bagian center tap, konduktor tidak diukur. Berdasarkan keterangan petugas gardu induk, center tap tidak diukur dikarenakan letaknya di dalam, sehingga ketika diukur menggunakan termovisi ditakutkan hasilnya kurang akurat.

### 4.2 Perhitungan Emisivitas

Berdasarkan data yang didapat dari Gardu Induk 150 kV kentungan, nilai emisivitas pada titik pengukuran tidak direkap oleh teknisi, sehingga untuk mendapatkan nilai

emisivitas digunakan perhitungan menggunakan rumus 2.2. Perhitungan nilai emisivitas pada bagian konduktor pada trafo 3 dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Perhitungan Nilai Emisivitas

Objek Instalasi	Suhu Konduktor	Emisivitas
Bay Trafo 3 60 MVA		
Center Tap bushing primer Phasa R	27	0.5148
Center Tap bushing primer Phasa S	26	0.5217
Center Tap bushing primer Phasa T	26	0.5217
Center Tap bushing sekunder Phasa R	26	0.5217
Center Tap bushing sekunder Phasa S	27	0.5148
Center Tap bushing sekunder Phasa T	28	0.5080
Center Tap bushing tertier Phasa R	26	0.5217
Center Tap bushing tertier Phasa S	26	0.5217
Center Tap bushing tertier Phasa T	26	0.5217
Body bushing Primer Phasa R	27	0.5148
Body bushing Primer Phasa S	26	0.5217
Body bushing Primer Phasa T	26	0.5217
Body bushing Sekunder Phasa R	26	0.5217
Body bushing Sekunder Phasa S	27	0.5148
Body bushing Sekunder Phasa T	28	0.5080
Body bushing Tersier Phasa R	26	0.5217
Body bushing Tersier Phasa S	26	0.5217
Body bushing Tersier Phasa T	26	0.5217
Terminal Bushing primer Phasa R	27	0.5148
Terminal Bushing primer Phasa S	26	0.5217
Terminal Bushing primer Phasa T	26	0.5217
Terminal Bushing sekunder Phasa R	26	0.5217
Terminal Bushing sekunder Phasa S	27	0.5148
Terminal Bushing sekunder Phasa T	28	0.5080
Terminal Bushing tertier Phasa R	26	0.5217
Terminal Bushing tertier Phasa S	26	0.5217
Terminal Bushing tertier Phasa T	26	0.5217
Sepatu kabel Therminating 20 KV Phasa R	28	0.5080
Sepatu kabel Therminating 20 KV Phasa S	29	0.5013
Sepatu kabel Therminating 20 KV Phasa T	26	0.5217
Rata-rata	26.57	0.5178

Berdasarkan tabel 4.2 tentang pengukuran nilai emisivitas pada trafo3, trafo 3 memiliki suhu rata-rata sebesar 26,57 dengan nilai emisivitas sebesar 0,5178.

### 4.3 Validasi Metode Analisis

Menurut Himma Firdaus & Tri Widiyanti (2008:75) disebutkan bawah

validasi merupakan pengujian beserta pengadaan bukti yang objektif dimana persyaratan tertentu untuk maksud tertentu dapat dipenuhi. Tujuan utama dari suatu pengujian laboratorium adalah menghasilkan data hasil uji yang valid.

Hasil uji yang valid dapat digambarkan bahwa hasil uji tersebut mempunyai presisi (*precision*) dan akurasi (*accuracy*) yang baik. Metode uji mempunyai peranan penting untuk mendapatkan hasil uji yang memiliki nilai presisi dan akurasi yang baik.

#### a. Presisi

Menurut Ibrahim Ahmad Atawani (2018:59) Uji Presisi merupakan derajat kesesuaian antara hasil pengukuran yang dihitung berdasarkan nilai *standard reference material* (SRM). SRM yang digunakan adalah emisivitas Aluminium dengan nilai emisivitas sebesar 0,5. Pengujian presisi ini biasanya dinyatakan dengan *Coefficient Of Variation* (CV). Jika hasil Uji presisi ini <2% (kurang dari 2%), maka dapat dinyatakan bahwa metode tersebut memiliki tingkat presisi yang baik.

Pada tabel 4.3 berikut ini merupakan Uji presisi pada trafo 3.

Nama Obyek	$x$	$\alpha$	$(x-a)$	$(x-a)^2$
Center Tap Bushing Primer Fasa R	0.5148	0.5178	-0.003	0.00000900
Center Tap Bushing Primer Fasa S	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
Center Tap Bushing Primer Fasa T	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
Center Tap Bushing Sekunder Pasa R	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
Center Tap Bushing Sekunder Fasa S	0.5148	0.5178	-0.003	0.00000900
Center Tap Bushing Sekunder Fasa T	0.5080	0.5178	-0.0098	0.00009604
Center Tap bushing tertier Fasa R	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
Center Tap bushing tertier Fasa S	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
Center Tap bushing tertier Fasa T	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
- Body bushing Primer Fasa R	0.5148	0.5178	-0.0030	0.00000900
- Body bushing Primer Fasa S	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
- Body bushing Primer Fasa T	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
- Body bushing Sekunder Fasa R	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
- Body bushing Sekunder Fasa S	0.5148	0.5178	-0.0030	0.00000900
- Body bushing Sekunder Fasa T	0.5080	0.5178	-0.0098	0.00009604
- Body bushing Tersier Fasa R	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
- Body bushing Tersier Fasa S	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
- Body bushing Tersier Fasa T	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
- Terminal Bushing primer Fasa R	0.5148	0.5178	-0.0030	0.00000900
- Terminal Bushing primer Fasa S	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
- Terminal Bushing primer Fasa T	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
- Terminal Bushing sekunder Fasa R	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
- Terminal Bushing sekunder Fasa S	0.5148	0.5178	-0.0030	0.00000900
- Terminal Bushing sekunder Fasa T	0.5080	0.5178	-0.0098	0.00009604
- Terminal Bushing tertier Fasa R	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
- Terminal Bushing tertier Fasa S	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
- Terminal Bushing tertier Fasa T	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
- Sepatu kabel Therminating 20 KV Fasa R	0.5080	0.5178	-0.0098	0.00009604
- Sepatu kabel Therminating 20 KV Fasa S	0.5013	0.5178	-0.0165	0.00027225
- Sepatu kabel Therminating 20 KV Fasa T	0.5217	0.5178	0.0039	0.00001521
$\sum (x - a)^2$				0.00079410
$SD = \sqrt{\frac{\sum (x - a)^2}{n - 1}}$				0.0000273828
$CV = \frac{\text{Standard Devitition}}{\text{Nilai SRM}} \times 100\%$				1.05%

Berdasarkan tabel 4.3 di atas dapat diketahui bahwa trafo 3 memiliki nilai CV sebesar 1,05 %. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa hasil pengukuran thermovisi pada trafo 3 memiliki tingkat presisi yang baik.

#### b. Akurasi

Tabel 4.3 Uji Presisi Pada Trafo 3

Menurut Ibrahim Ahmad Atawani (2018:66) uji akurasi merupakan ukuran yang digunakan untuk menunjukkan derajat kedekatan antara hasil analisis dengan *Standar Reference Material (SRM)* yang sebenarnya. Bias hasil uji dari metode uji yang dievaluasi terhadap nilai sebenarnya menggambarkan seberapa tinggi tingkat akurasi dari metode uji tersebut. Berikut ini merupakan perhitungan tingkat akurasi pada trafo 3 menggunakan perhitungan 2.4.

$$\% \text{ Bias} = \frac{a - \text{Nilai SRM}}{\text{Nilai SRM}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,5178 - 0,5}{0,5} \times 100\% = 3,56\%$$

Maka nilai akurasi hasil pengukuran pada trafo 3 adalah  $100\% - 3,34\% = 96,44\%$

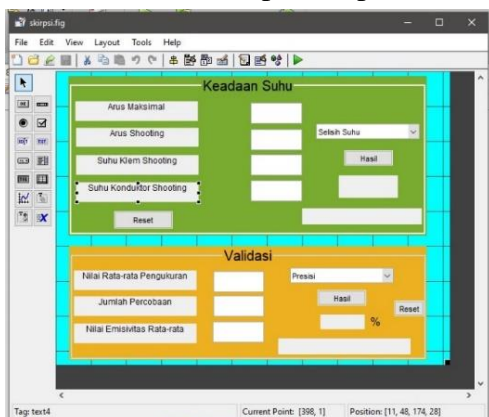
#### 4.4 Aplikasi Kalkulator Matlab

Untuk memudahkan dalam perhitungan, dibuat aplikasi sederhana menggunakan matlab. Dalam pembuatan aplikasi digunakan matlab GUI dengan percabangan IF Else.

Pada matlab GUI, pembuatan aplikasi dibuat tampilan terlebih dahulu, baru kemudian dimasukkan source code agar program dapat berjalan sesuai dengan keinginan pengguna.

Gambar 4.1 berikut ini merupakan tampilan dari aplikasi kalkulator yang dibuat menggunakan matlab GUI

Gambar 4.1 Tampilan Aplikasi



Pada gambar 4.2 berikut ini merupakan source code pada perhitungan selisih suhu antara klem dan konduktor

Gambar 4.2 Source Code

```

if operator == 1
    hasil = ((angka1 / angka2) *
    (angka1 / angka2)) * (angka4 -
    angka3);
    if hasil <= 10
        set(handles.text8,
        'string', 'Kondisi Baik ');
    elseif hasil <= 25 && hasil >= 11
        set(handles.text8, 'string', 'Dila
        kukan pengukuran lagi ');
    elseif hasil <= 40 && hasil >= 26
        set(handles.text8, 'string', 'Dire
        ncanakan Perbaikan ');
    elseif hasil <= 70 && hasil >= 41
        set(handles.text8, 'string', 'Dila
        kukan Perbaikan Segera ');
    else hasil >= 71
        set(handles.text8, 'string', 'Daru
        rat ');
    end;

```

Dari gambar 4.2 dapat diketahui bahwa pada perhitungan klem dan konduktor digunakan percabangan *if* dan *Else*. Hasil

#### 4.5 Perhitungan Menggunakan Aplikasi

Pada gambar 4.3 berikut ini akan ditampilkan perhitungan menggunakan aplikasi pada bay trafo 3.

Gambar 4.3 Perhitungan Bay Trafo 3



Pada gambar 4.3 merupakan perhitungan pada bay trafo 3, pada menu selisih suhu, nilai yang dihitung adalah bagian body bushing primer phasa R. Hasilnya menunjukkan nilai sebesar 1 °C.

#### 4.6 Perbandingan Hasil Perhitungan

Pada tabel 4.4 berikut ini akan ditampilkan perbandingan perhitungan antara perhitungan secara manual dan perhitungan menggunakan aplikasi.

Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Perhitungan

Perhitungan	Selisih Suhu( °C)	Emisi vitas	Akurasi (%)	Presisi (%)
Manual	1	0.5148	96,48	1,05
Aplikasi	1	0.5148	96,48	1,046

Dari tabel 4.4 dapat diketahui bahwa perhitungan menggunakan aplikasi memiliki nilai yang sama jika di bandingkan dengan perhitungan manual. Perbedaan terjadi karena masalah pembulatan angka. Oleh karena itu perhitungan menggunakan aplikasi dapat dikatakan akurat.

### 5. KESIMPULAN

1. Hasil perhitungan selisih suhu antara bagian klem dan bagian konduktor di bay trafo 2, trafo 3 dan trafo 4 menunjukkan hasil yang beragam, dari 66 pengukuran, terdapat 62 sambungan dalam kondisi yang normal, serta 4 sambungan dalam kondisi pemeriksaan saat pemeliharaan. Dari ke 4 sambungan tersebut, 3 sambungan terdapat pada trafo 3 dan 1 sambungan terdapat pada trafo 4. Kondisi-kondisi tersebut dapat menjadi acuan untuk tindakan selanjutnya dalam perawatan Gardu Induk 150 kV Kentungan.
2. Semakin besar nilai akurasi, maka semakin baik alat tersebut digunakan. Nilai akurasi pada bay trafo 2 sebesar 96,98%, bay trafo 3 sebesar 96,44 % dan bay trafo 4 sebesar 95,36%. Sedangkan untuk Presisi dari hasil pengukuran

menunjukkan nilai presisi pada bay trafo sebesar 1,98%, bay trafo 3 sebesar 1,05% dan bay trafo 4 sebesar 1,75%.

3. Pada penelitian ini dibuat aplikasi menggunakan matlab. Matlab yang digunakan adalah jenis *Graphic User Interface* (GUI). Dalam perancangannya dibuat desain terlebih dulu. Beberapa *handles* yang digunakan adalah *pop up menu*, *static text*, *edit text* dan *push button*. Setelah selesai baru kemudian di tulis *source code* agar aplikasi dapat berjalan sesuai keinginan. Dalam aplikasi ini penulis menggunakan metode percabangan *IF* dan *Else*.
4. Berdasarkan hasil perhitungan kemudian dibandingkan antara perhitungan manual dan perhitungan menggunakan aplikasi, dapat diketahui bahwa keduanya menunjukkan hasil yang sama. Keduanya sama-sama menunjukkan hasil yang akurat.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M.Mustaghfirin (2013).“Gardu Induk Semester 3”. Jakarta:Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Atwani, Ibrahim Ahmad (2018). “Analisis Thermovisi untuk Menentukan Hot Point pada Gardu Induk 150 kV Bantul”. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Dita, Mudmainnah Farah dan Basuki Widodo (2013). “ Karakteristik Aliran Panas dalam Logam Penghantar Listrik”. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Fitrian, Luqman Bhanu.(2017). “Perancangan Elektromiograf Dilengkapi Bluetooth Untuk Koneksi Dengan Personal Komputer”. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.



- Harmita, (2004). “Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode Dan Cara Perhitungannya”. Jakarta: Majalah Ilmu Kefarmasian, Vol, I, No.3, 117-135.
- Hima, Firdaus dan Widianti Tri (2008) “Metoda Pengukuran Emisivitas Bahan dengan Menggunakan Kamera Inframerah”. Tangerang Banten: Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian-LIPI.
- Jhonson, Alex. *Thermal Imaging - Scanning for Hot Spots- Criteria For Response*. Fluke Corporation
- Mathworks. “Create a Simple App using GUIDE”  
[https://www.mathworks.com/help/matlab/creating\\_guis/about-the-simple-guide-gui-example.html](https://www.mathworks.com/help/matlab/creating_guis/about-the-simple-guide-gui-example.html)  
 [diakses 12 September 2019]
- PLN , (2014) *Buku Pedomaan Pemeliharaan*, No. 0520-2.K/DIR. PT PLN (PERSERO).  
*Penjelasan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 ed. 2014*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan
- Roni Putra, Ramadhani. (2018). “Thermovisi Dalam Melihat *Hot point* Pada Gardu Induk 150 kV Palur”. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rani, Septia. (2013). “*Modul Pelatihan Pemrograman MATLAB*”. Yogyakarta : Himpasikom UGM.
- Satir, (2017) *Datasheet User Manual: e80,D300 Thermal Imagers*, Satir Europe (Ireland) Co. Ltd.