

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Terdapat beberapa penelitian tentang penentuan *hot point* menggunakan termovisi yang sudah dilakukan. Maka dari itu penulis menggunakan beberapa penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi dan sebagai batasan masalah agar penelitian dapat lebih terfokus. Penelitian terdahulu yang berkesesuaian dengan topik yang dibahas akan digunakan oleh penulis sebagai pertimbangan dan perbandingan dalam menghadapi permasalahan-permasalahan yang dihadapi dalam penelitian. Berikut beberapa referensi yang digunakan penulis dalam penyusunan tugas akhir.

Buku Pemeliharaan Transformator Tenaga PLN No.0520-2.K/DIR/2014 (2014) dalam buku itu dijelaskan bagaimana perawatan, penanganan ketika terjadi kejadian abnormal terhadap aset PLN terutama trafo. Dalam buku ini juga dijelaskan tentang perawatan trafo menggunakan Thermovisi. Tujuannya yaitu untuk mengetahui suhu yang ada pada trafo, apakah suhunya normal atau abnormal. Dan ketika terjadi sesuatu yang abnormal, maka buku ini bisa digunakan sebagai pedoman bagaimana langkah yang harus dilakukan.

Ramadhani Roni Putra (2018) Universitas Muhammadiyah Surakarta, dalam penelitiannya yang berjudul “*Thermovisi Dalam Melihat Titik Panas Pada Gardu Induk 150 kV Palur*”. Dalam penelitiannya, Penulis menggunakan *thermo imaginers* dengan tipe Fuke Til 10 yang digunakan untuk melakukan pengamatan dan pengambilan data. Dimana dengan alat tersebut dapat diketahui nilai emisivitasnya objek. Sehingga dapat dicari nilai rata-rata emisivitasnya. Untuk membuktikan hasil pengujian, dilakukan perhitungan menggunakan metode validasi untuk mendapatkan nilai akurasi dan presisi yang baik. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa terdapat 33 sambungan dalam kondisi yang baik dan 3 sambungan dalam kondisi pemeriksaan saat pemeliharaan dan 1 sambungan dalam kondisi perencanaan perbaikan. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa kondisi dari peralatan-peralatan gardu induk 150kV dalam kondisi yang sangat baik.

Luqman Bhanu Fitriani, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dalam penelitiannya yang berjudul “*Perancangan Elektromiograf Dilengkapi Bluetooth Untuk Koneksi Dengan Personal Komputer*”. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa Elektromiograf(EMG) adalah instrumen medis yang berfungsi untuk menampilkan bentuk dan mengukur aktifitas otot. Dimana EMG tersebut akan dikirim ke MATLAB GUI secara *realtime*. Sehingga dapat diketahui keadaan otot apakah otot tegang, terlalu lemas, atau mengalami kerusakan sehingga dapat dilakukan penanganan. Metode yang digunakan adalah membandingkan antara alat hasil penelitian dengan Natus Ultra Pro S100. Setelah dilakukan pengujian dengan Natus Ultra Pro S100 didapat nilai *error* terkecil yaitu 0,57% sedangkan *error* yang terbesar yaitu 0.8 %. Dari hasil penelitian tersebut semakin kecil nilai *error* maka alat dapat dinyatakan layak pakai untuk memonitor sinyal EMG.

Ibrahim Ahmad Atawani (2018), melakukan penelitian dengan judul “*Analisis Thermovisi Untuk Menemukan Hot Point Pada Gardu Induk 150 kV Bantul*”. Dalam penelitian tersebut penulis melakukan penelitian menggunakan thermovisi untuk mengetahui nilai emisivitas suatu bahan. Sehingga dapat diuji menggunakan metode validasi. Dari penelitian tersebut didapat nilai akurasi masing-masing bay transformator 1-3 sebesar 98,41%, 98,30%,98,33% dengan nilai presisi sebesar 1,88%, 7,98%, 4.42% dari data tersebut dapat diketahui bahwa kondisi peralatan pada Gardu Induk 150 KV Bantul dalam kondisi baik.

Firdaus Hima dan Widianti Tri (2008), melakukan penelitian dengan judul “*Metoda Pengukuran Emisivitas Bahan dengan Menggunakan Kamera Inframerah*”. Pada penelitian tersebut penulis menggunakan thermovisi untuk mengetahui nilai emisivitas suatu bahan. Pada penelitian tersebut menggunakan metode validasi dengan menggunakan uji presisi dan akurasi. Dari hasil penelitian di dapat tingkat presisi sebesar 0,38% dan tingkat akurasi sebesar 99,89%. Kemudian. Dari hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa metode ini baik untuk digunakan dalam penelitian emisivitas suatu bahan. Sehingga, penelitian dapat dijadikan referensi dalam melakukan penyusunan tugas akhir.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 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) 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 pengamanan sistem tenaga listrik.
3. Pengaturan daya ke gardu-gardu induk lain melalui tegangan tinggi dan gardu-gardu distribusi melalui gawai tegangan menengah.



Gambar 2. 1 Switchyard pada Gardu Induk
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2.2.1 Tipe Gardu Induk

Gardu Induk menurut letak pemasangan peralatan dibagi menjadi:

a. Gardu Induk Pasang Dalam

Adalah gardu induk yang semua peralatannya dipasang di dalam gedung atau ruang tertutup.

b. Gardu Induk Pasang Luar

Adalah Gardu Induk yang hampir semua peralatannya diletakkan di luar, kecuali peralatan kontrol, proteksi, sistem kendali, serta alat bantu lainnya diletakkan di dalam gedung.

c. Gardu Induk Kombinasi a dan b

Adalah Gardu Induk yang peralatan *switch gear* berada di dalam gedung dan sebagian *switch gear* berada di luar gedung seperti gantri (*tie line*) dari SUTT sebelum masuk ke dalam *switch gear* dan transformator berada di luar gedung.

2.2.2 Komponen Utama Gardu Induk

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia (2013) Secara umum gardu induk dilengkapi dengan komponen utama sebagai fasilitas yang diperlukan sesuai dengan tujuannya serta fasilitas pendukung untuk operasi dan pemeliharaan, komponen tersebut antara lain:

a. **Lighting Arrester**

Lighting Arrester berfungsi untuk memproteksi peralatan lain dari tegangan surja, baik surja petir maupun surja hubung.

b. **Pemisah (PMS)**

Terdapat 2 jenis pemisah (PMS) yaitu

1) Pemisah tanah

Pemisah tanah berfungsi untuk mengamankan peralatan lain yang ada pada gardu induk dari tegangan yang ditimbulkan setelah SUTT di putus, atau induksi tegangan dari penghantar.

2) Pemisah Peralatan

Pemisah peralatan berfungsi untuk mengisolasi peralatan listrik dari peralatan yang bertegangan. PMS bekerja dalam kondisi tanpa beban.

c. **Pemutus tenaga (PMT)**

Berfungsi untuk memutuskan hubungan tenaga listrik ketika terjadi gangguan, atau dalam kondisi berbeban. Proses pemutusan ini harus dilakukan secara cepat.

d. **Trafo Arus**

Trafo arus berfungsi untuk menurunkan arus besar pada tegangan tinggi menjadi arus kecil pada tegangan rendah untuk pengukuran dan pengamanan (proteksi).

e. Trafo Tegangan

Trafo tegangan berfungsi untuk menurunkan tegangan tinggi ke tegangan rendah untuk keperluan alat-alat ukur dan pengamanan (proteksi).

f. Trafo Tenaga

Trafo ini berfungsi untuk menyalurkan tenaga (daya) dari tegangan tinggi maupun dalam keadaan sebaliknya (mentransformasikan tegangan).

g. Rail (busbar)

Rail merupakan titik pertemuan dari trafo seperti trafo tenaga, SUTT dan peralatan listrik yang lain untuk menerima serta menyalurkannya. Bahan dari busbar ini umumnya terbuat dari tembaga, ACSR.

h. Panel Kontrol

Dalam gardu induk, terdapat beberapa jenis panel kontrol yang terdiri dari panel kontrol utama, relay dan pemakaian sendiri.

1) Panel kontrol utama

Panel kontrol juga terdiri dari beberapa panel, panel tersebut antara lain panel operasi dan panel instrumen. Untuk panel instrumen terdiri dari alat ukur dan indikator saat gangguan.

2) Panel Relay

Pada panel relay terpasang relay pengaman untuk SUTT, relay pengaman ini digunakan untuk trafo dan sebagainya. Bekerjanya relay dapat diketahui dari penunjukan pada relay itu sendiri dan pada indikator gangguan pada panel kontrol utama.

i. Batere

Sumber tenaga dari batere sangat stabil. Maka dari itu Gardu induk menggunakan batere sebagai sumber tenaga untuk sistem kontrol dan proteksi. Peranan dari batere sangat penting. Karena ketika terjadi gangguan battere akan menjadi sumber tenaga untuk menggerakkan alat-alat kontrol dan proteksi.

j. Sistem Pembumian Titik Netral

Pembumian titik netral suatu sistem dapat diketahui dari petersen, tahanan (*resistor*) atau langsung (*solidy*) yang berfungsi untuk menyalurkan arus gangguan phasa ke bumi pada sistem. Arus yang melalui pembumian merupakan besaran ukur untuk alat proteksi. Trafo yang sisi primer dan sisi sekundernya dikebumikan, maka ketika terjadi gangguan phasa ke bumi di sisi primer selalu dirasakan juga pada sisi sekunder begitupun sebaliknya.

k. Kapasitor

Kapasitor pada gardu induk memiliki fungsi untuk memperbaiki faktor kerja dan tegangan dari jaringan tenaga listrik.

l. Reaktor

Reaktor pada gardu induk memiliki fungsi untuk mengurangi arus hubung singkat dan arus *switching* dalam jaringan tenaga listrik.

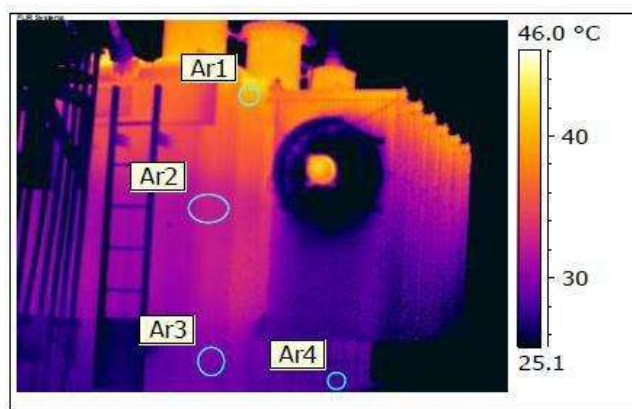
2.3 Thermovisi/Thermovision

Setiap peralatan listrik sebagian besar mempunyai sifat konduktifitas listrik. Dengan kata lain benda tersebut mampu menghantarkan listrik karena berbahan dasar logam. Ketika peralatan tersebut dialiri arus listrik, maka akan timbul panas pada peralatan tersebut. Setiap peralatan memiliki standar panas masing-masing. Ketika peralatan tersebut mengalami panas yang berlebihan(melewati batas toleransi) maka terjadi ke abnormalan pada peralatan tersebut. Jika terus dibiarkan maka peralatan tersebut akan mengalami kerusakan. Maka dari itu pengecekan berkala perlu dilakukan untuk mengetahui keadaan peralatan agar dapat cepat ditangani ketika terjadi keabnormalan.

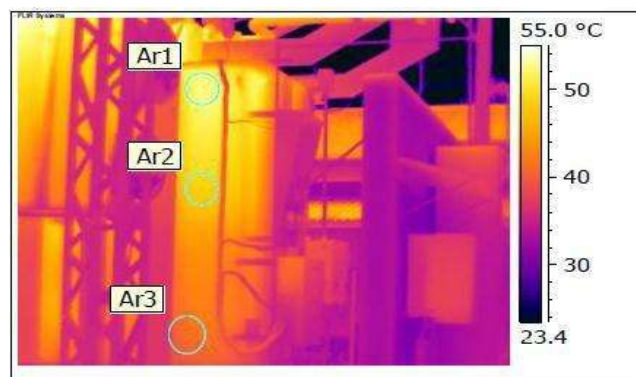
Untuk pengecekan dan pemeliharaan secara berkala salah satunya adalah dengan mengamati suhu komponen menggunakan alat thermovisi atau *Thermal Camera*. Alat ini menggunakan sinar Inframerah yang dipancarkan oleh Thermovisi sehingga akan terlihat besaran suhu beserta letak titik panasnya.

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.

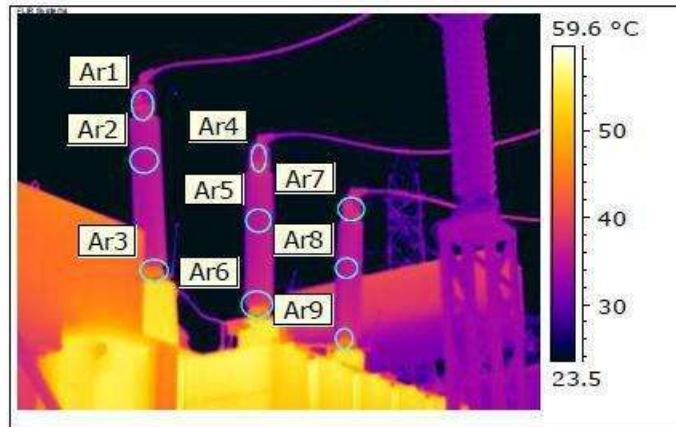
Setiap benda memiliki nilai emisivitas yang beragam, nilai emisivitas tersebut berkisar antara nilai 0 dan 1. Seperti *aluminium conductor galvanized steel reinforced (ACSR)* menurut satir coporation adalah 0,5. Dalam *Buku Pedoman Pemeliharaan PLN No. 0520-2.K/DIR/2014 (2014)*, dijelaskan prosedur pemeliharaan 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. 2 Pengukuran thermovisi pada maintank dan radiator



Gambar 2. 3 Pengukuran thermovisi pada OLTC



Gambar 2. 4 Pengukuran thermovisi pada Bushing

(Sumber: Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga PLN

No. 0520-2.K/DIR/2014 (2014))

Kamera Inframerah digunakan untuk mengukur suhu suatu benda. Kamera *Infrared* bekerja dengan cara memancarkan sinar infra merah ke sebuah objek, kemudian kamera tersebut menangkap kembali radiasi dari objek tersebut. Kamera infra merah memiliki fungsi yang sama dengan termometer, yaitu untuk mengukur suhu. Hanya saja kamera inframerah dapat menampilkan atau memvisualisasikan gambar dan warna dari suhu tersebut.

Ketika kamera Inframerah memancarkan sinar inframerah, objek yang memiliki suhu lebih panas akan memantulkan radiasi inframerah yang lebih banyak. Dengan mengukur jumlah radiasi sinar inframerah dan emisinya tersebut suhu dari sebuah objek dapat dibedakan.

Menurut Akbar Kurbana (2015) Kamera inframerah mengukur suhu objek tersebut menggunakan sensor Thermal Array TPA 81. Kemudian terdapat lensa pemfokus energi pada detektor, fungsinya yaitu untuk mengubah energi menjadi sinyal elektrik yang dapat ditunjukkan dalam unit temperatur yang telah disesuaikan dengan variasi temperatur lingkungan. Selanjutnya akan ditampilkan pada layar termovisi secara visual.

Dengan demikian, Kamera Inframerah berfungsi untuk mengukur suhu pada suatu objek menggunakan sinar inframerah, dimana kamera tersebut memiliki kelebihan yaitu dapat memvisualisasikan suhu tersebut. Berikut terdapat beberapa contoh dari Kamera Inframerah yaitu.

2.3.1 Beberapa Merk Kamera Thermovisi

a. Fluke (TiSeries)

Kamera fluke diproduksi oleh perusahaan *Fluke Corporation*. Harga dari kamera ini relatif lebih mahal jika dibandingkan dengan vendor lain. Kamera Fluke diproduksi dengan berbagai macam series yaitu, Performance Series, Professional Series & Expert Series. Tampilan dari kamera Fluke (TiSeries) akan ditampilkan oleh gambar 2.5 berikut ini.

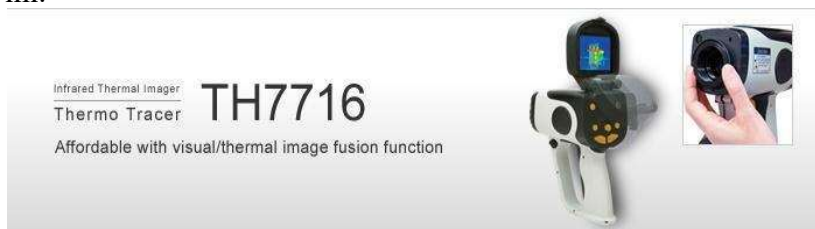


Gambar 2. 5 Fluke Series

(Sumber: http://www.wecl.com.hk/fluke/thermal_imager.html)

b. NEC Thermo Tracer

Kamera ini merupakan produk dalam negeri, kamera ini sudah cukup lengkap untuk memenuhi kebutuhan *electrical/Mechanical Inspection*. Kamera ini diproduksi oleh PT. NEC Indonesia dengan tipe alat yaitu Thermo Tracer. Tampilan dari dari kamera NEC Thermo Tracer akan ditunjukkan oleh gambar 2.6 berikut ini.



Gambar 2. 6 NEC Thermo Tracer

(Sumber: <http://www.infrared.avio.co.jp/en/products/ir-thermo/lineup/th7716/index.html>)

c. SATIR D300

Kamera ini diproduksi oleh PT. Elekrika Rekayasa Energi dengan tipe alat yaitu SATIR D300. Kamera ini adalah kamera termografi multi aplikasi dengan fitur lengkap untuk inspeksi dalam dan luar ruangan. Kamera ini adalah kamera yang digunakan di Gardu Induk 150 kV Pedan dan Gardu Induk 150 kV Kentungan dengan tipe yang digunakan yaitu SATIR D300. Tampilan dari kamera Satir 3000 dapat dilihat pada gambar 2.7 di bawah ini.



. Gambar 2. 7 SATIR D300

(Sumber: Satir Data Sheet D300)

Syarat-syarat dari pengukuran untuk mendapatkan hasil yang baik adalah:

1. Emisivitas objek sebelumnya harus sudah diketahui, dimana nilai emisivitas dari aluminium adalah 0,5, tetapi nilai emisivitas tersebut dapat berubah-ubah seiring waktu .
2. Energi radiasi objek harus cukup besar agar dapat terdeteksi. Menurut Ramadoni Syaputra (2010:18) “Kamera Infrared yang tersedia saat ini telah dapat membedakan perbedaan temperatur yang kecil yaitu sebesar 0,08 °C atau kurang dari °F”.
3. Untuk menghindari gangguan, pengukuran sebaiknya dilakukan sesuai prosedur PLN yaitu pukul 18.00-19.00.

Adapun kelebihan Kamera Infrared adalah sebagai berikut:

1. Tidak mempengaruhi objek yang diukur sama sekali.

2. Objek yang kecil juga dapat terukur.
3. Dapat mengukur transient suhu.
4. Dapat mengukur luasan objek.

Sedangkan kekurangannya adalah sebagai berikut:

1. Yang terukur hanyalah suhu permukaan objek.
2. Ketepatan ukur bisa saja belum akurat dan presisi.

2.4 Analisis Inspeksi dan Evaluasi

Pada Tabel 2.1 merupakan tabel untuk mengevaluasi hasil pengukuran menggunakan thermovisi, sehingga alat yang telah diamati dapat diklasifikasi dalam beberapa kondisi beserta ditindak lanjuti perawatannya.

Tabel 2. 1 Parameter Analisis Thermovisi

No.	Lokasi	Kondisi	Rekomendasi	
1.	Maintank			
		Pola Gradien suhu Maintank	Normal	
			Tidak Normal	Uji DGA Review desain
2.	OLTC			
		Pola gradien suhu tanki	Normal	-
			Tidak Normal	Uji DGA
3.	Radiator			
		Pola gradien suhu radiator	Normal	-
			Tidak Normal	Check valve radiator dan kebersihan
4.	Bushing			
		Perbandingan suhu antar fasa	1°c – 5°c	Perlu Investigasi lanjut, karena memungkinkan adanya ketidaknormalan
			6°c– 15°c	Mengidentifikasi adanya defensiensi, perlu perbaikan

Tabel 2. 2 Parameter Analisis Thermovisi (lanjutan)

		>16°c	Ketidak normalan Mayor, perlu dilakukan perbaikan segera
		>90°c	Lakukan investigasi penyebabnya

2.5 Pengukuran Klem dan Konduktor

Dari hasil pengukuran thermovisi, untuk evaluasi kinerja dari peralatan gardu induk yang dilakukan adalah dengan mengukur selisih suhu antara bagian konduktor dan klem, selisih suhu yang didapat dari bagian peralatan 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.

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

Keterangan:

$|\Delta T|_{\max}$: Selisih suhu saat beban tertinggi

I_{\max} : Beban tertinggi yang pernah dicapai

I_{beban} : Beban saat pengukuran

$|\Delta T|$: Selisih suhu konduktor dan klem

2.5.1 Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN)

SPLN adalah sebuah standar yang ditetapkan oleh perusahaan PT. PLN (Persero). Standard tersebut bersifat wajib. “Standard yang ditetapkan bisa dalam

bentuk aturan, pedoman, instruksi, metode pengujian dan spesifikasi teknis. Sejak 1976, lebih dari 264 standar yang telah berhasil diselesaikan. Ini termasuk 59 standar bidang pembangkit, 99 standar di bidang distribusi, 6 standar dibidang SCADA dan 30 standar di bidang umum” (Tri Aji Bondan Laksono:2012).

PT.PLN (Persero) membuat standar tersebut bertujuan agar standar tersebut menjadi pedoman serta acuan dalam melakukan tindakan yang harus dilakukan terhadap peralatan yang ada pada gardu induk. Standard terhadap kondisi dari thermovisi juga terdapat dalam Buku Pedoman Transformator Tenaga -SK DIR No. 0520-2014. Untuk menentukan tingkat suhu pada peralatan yang ada pada Gardu Induk mengacu pada standard dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini.

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

No.	ΔT (°C)	Rekomendasi
1.	<10°c	Kondisi normal, pengukuran berikutnya dilakukan sesuai jadwal
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

Mengacu pada standar Buku Pedoman Transformator Tenaga 41-7 : 1981 standar dari bahan atau material yang terdapat pada Gardu Induk hampir keseluruhan menggunakan bahan aluminium conductor galvanized steel reinforced (ACSR). Nilai emisivitas yang sudah ditetapkan menurut standar adalah 0,5.

2.5.2 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. Emisivitas juga disebut rasio energi yang diradiasikan oleh permukaan sebuah material. Nilai emisivitas dari suatu material dapat berubah ubah sesuai dengan berjalannya waktu. Hal itu dapat disebabkan karena faktor lingkungan dan pembiasan.

Rumus yang digunakan untuk perhitungan nilai emisivitas adalah Hukum Stefan Boltzman tentang perpindahan kalor radiasi. sebagai berikut:

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

Keterangan:

- P = *energy thermal conductivity* (Alumunium = 237 W/m.K)
- e = Emisivitas
- σ = konstanta Stefan Boltzman = $5,672 \times 10^{-8}$ 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, metode tersebut digunakan sebagai cara penentuannya adalah sebagai berikut :

2.6.1 Presisi (*Precision*)

“Uji presisi adalah ukuran yang menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil pengukuran, yang dihitung berdasarkan nilai *Standard Reference Material* (SRM). Persentase presisi recovery dinyatakan dengan *Coeficient 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” (Atawani 2014). Untuk perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

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

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

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma(x-\alpha)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

- SD = Standard Deviation (Simpangan baku)
- $\Sigma (x-\alpha)^2$ =Jumlah total nilai pengukuran dikurangi rata-rata
- n = Jumlah percobaan
- x = Hasil percobaan
- α = Rata-rata hasil percobaan

2.6.2 Akurasi (*Accuracy*)

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. Bias hasil uji dari metode uji yang dilakukan terhadap nilai SRM menggambarkan seberapa tinggi akurasi dari metode uji tersebut. Akurasi hasil analisis sangat tergantung kepada sebaran *error* sistematis di dalam keseluruhan tahapan analisis.

Maka untuk mencapai akurasi yang baik, dapat dilakukan dengan mengurangi *error* sistematis tersebut. Untuk mengurangi eror sistematis dapat dilakukan dengan cara seperti menggunakan alat yang mempunyai tingkat nilai

kevalidan yang baik, reliabel (konsisten), dilaksanakan dengan baik sesuai prosedur . Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ bias} = \left(\frac{(\alpha) - \text{nilai SRM}}{\text{nilai SRM}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (2.5)$$

Dari persamaan di atas, akurasi dapat dihitung sebagai berikut:

$$\% \text{ akurasi} = 100 \% - \% \text{ bias} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

- % bias = Persentase Nilai Bias
- α = Nilai rata-rata emisivitas
- Nilai SRM = Nilai *Standard Reference Material* (SRM)

2.7 Matlab

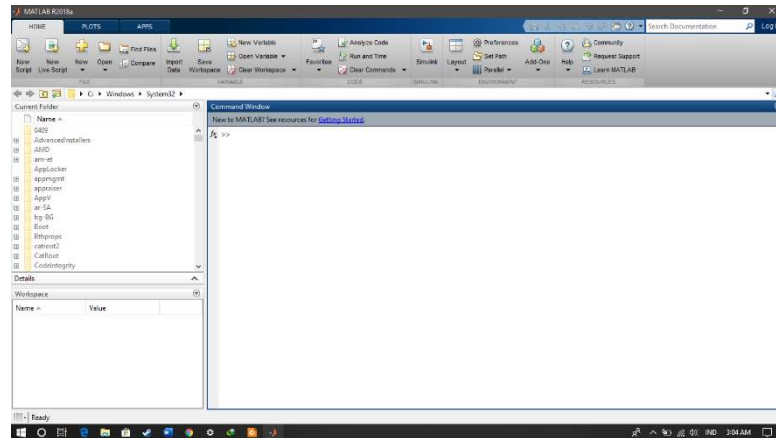
“Matlab merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dikembangkan oleh Mathworks dan dikhususkan untuk komputasi numerik, visualisasi, dan pemrograman. Dengan memanfaatkan MATLAB, pengguna dapat melakukan analisis data, mengembangkan algoritma, dan membuat model maupun aplikasi. Bahasa, *tools* dan fungsi-fungsi *built-in* akan memudahkan pengguna untuk *mengeksporasi* berbagai pendekatan dan memperoleh solusi dengan lebih cepat dibandingkan apabila menggunakan *spreadsheets* atau bahasa pemrograman tradisional seperti C/C++ atau Java. Matlab menggunakan konsep *array/numerik* sebagai standar variabel elemennya tanpa memerlukan pendeklarasian *array* seperti pada bahasa lainnya. Selain itu diintergrasikan dengan aplikasi dan bahasa pemrograman eksternal seperti C, Jawa, .NET, dan Microsoft Exel” (Rani,Septia :2013).

Menurut Fitriani, Luqman Bhanu (2017) Penggunaan Matlab meliputi beberapa bidang, yaitu:

- a. Matematika dan Komputasi
- b. Pembentukan algoritma
- c. Pemodelan, simulasi dan pembuatan prototipe
- d. Akusisi data
- e. Analisis data, eksplorasi, dan visualisasi

f. Grafik keilmuan dan bidang rekayasa

Pada gambar 2.8 berikut ini merupakan tampilan awal ketika matlab pertama kali dibuka.



Gambar 2. 8 Tampilan Awal matlab

Gambar 2.8 merupakan tampilan awal ketika pertama kali matlab dibuka. Berdasarkan gambar tersebut dan modul Pelatihan Pemrograman MATLAB (Rani,Septia:2013) terdapat beberapa menu utama pada matlab yaitu:

- a. *Current Folder* : Berfungsi untuk mengakses file-file direktori yang ada pada saat ini.
- b. *Command Window* : Berfungsi untuk menuliskan sebuah perintah (Sintak program)
- c. *Workspace* : Berfungsi untuk mengeksplorasi data yang sudah dibuat atau *diimport* dari file lain.
- d. *Command History* : Berfungsi untuk melihat kembali perintah yang pernah dimasukan ke *coomand line* .

Menurut Menurut Fitriani, Luqman Bhanu (2017) Matlab, sebagai sebuah sistem terdiri dari 5 bagian utama, yaitu:

1. Development Environment

Terdiri dari sekumpulan perangkat dan fasilitas yang memiliki fungsi untuk membantu pengguna dalam menggunakan fungsi-fungsi dan file matlab. Berberapa perangkat ini merupakan sebuah *graphical user interfaces* (GUI).

Dimana didalamnya adalah matlab desktop dan *Command Window*, *Command history*, sebuah editor dan *debugger*.

2. *Matlab Mathematical Function Library*

Sesuai namanya, pada bagian ini merupakan sekumpulan algoritma yang digunakan untuk menjalankan algoritma komputasi, mulai dari yang dasar seperti : *sin,cos,tan*, dan *complex arithmetic* hingga sampai ke algoritma yang lebih kompleks seperti *matrix inverse*, *eigenvalues*, *bessel funtion*, dan *fast fourier transforms*.

3. *Matlab Language*

Pada bagian ini, terdiri dari suatu *high-level matrix/array language* dengan *cotrol flow statement*, *functions*, *data structures*, *input/output*, dan fitur fitur *objcet oreinted programing*.

4. *Graphics*

Pada bagian ini, memiliki fasititas yang digunakan untuk menampilkan vektor dan matrix dalam wujud grafik.

5. *Matlab Aplikasi*

Merupakan suatu *library* yang memungkinkan program yang sudah dibuat baik dalam bahasa c dan fortan dapat beriknteraksi dengan matlab