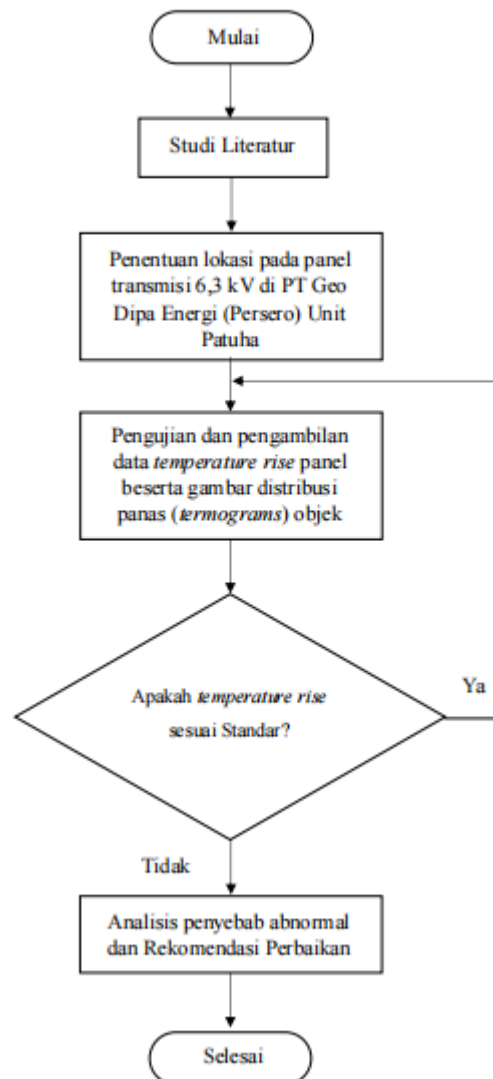


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas metode penyelesaian dalam penelitian yang terdiri dari diagram alir penelitian, komponen penelitian yang digunakan, metode penelitian, dan jadwal penelitian yang dibutuhkan selama penelitian.

1.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa tahapan dalam proses penyelesaian penelitian yang dilaksanakan. Berikut di bawah ini Gambar 3.1 merupakan diagram alir (*flowchart*) dari penelitian yang dilaksanakan.



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

Dalam proses penyelesaian penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang dilakukan, antara lain:

1. Melakukan studi literatur yaitu mengumpulkan referensi seperti makalah, paper, buku, dan laporan penelitian yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas. Penelitian terkait yang digunakan tentang *infrared thermography* yaitu dari Kartono dan kawan-kawan tahun 2018, Irfan Ullah *et al.* tahun 2018, Slamet Wahyudi dan kawan-kawan tahun 2019, dan Ali Mahmudi dan Parno Raharjo tahun 2020.
2. Penentuan lokasi yaitu di ruangan MV *switchgear* transmisi 6.3 kV yang didampingi langsung oleh *user* dan mengumpulkan data spesifikasi alat seperti *cubicle*, *thermal window*, dan alat penunjang lain yang berhubungan dengan penelitian.
3. Melakukan pengujian *thermography* untuk mendapatkan data *temperature rise* pada terminasi kabel koneksi panel kubikel serta gambar distribusi panas (termograms) dan pengambilan data kondisi panel kubikel seperti tegangan, arus, ketidakseimbangan arus dan tegangan.
4. Menghasilkan analisis akhir dan kesimpulan yang merupakan solusi dari permasalahan penelitian serta sekaligus menjadikan saran untuk kedepannya di perusahaan itu.

1.2 Komponen Penelitian

Dalam penelitian ini diperlukan beberapa alat dan bahan yang digunakan yaitu data sekunder yang merupakan data yang diperoleh melalui referensi Pustaka yang berhubungan dengan penelitian laporan skripsi ini. Selain literatur sebagai referensi penelitian, data sekunder yang diperoleh adalah data teknis spesifikasi peralatan yang akan digunakan serta data pengujian *thermography* yang sudah dilakukan pada bulan sebelumnya.

1.2.1 Panel Kubikel

Dalam penelitian ini melakukan pengujian *thermography* pada terminasi kabel koneksi panel kubikel MV *switchgear* transmisi 6.3 kV dengan memanfaatkan *infrared thermography* pada alat uji *thermal imaging* FLIR T530. Berikut di bawah ini merupakan Tabel 3.1 data spesifikasi panel kubikel 6.3 kV.

Tabel 3.1 Data Spesifikasi Panel Kubikel

Type	<i>Schneider Electric</i>
Equipment Name	6 kV Unit Service MV Board
Equipment No.	P1BBA
Project Ref No.	6016IE
Rated Voltage/ Nominal Voltage Frequency	7.2 kV Rated/ 6.3 kV 50 Hz Service
Rated Current	1250 A
Environmental Temperature	Min -5°C Max 40°C
Rated Short Circuit Current	25 kA – 1sec
IP Rating	IP41
Overall Dimension (HxWxD)	2730mm x 10904mm x 1725mm
Weight	16760 Kg
Year Built	2013

1.2.2 Thermal Imager

Adapun komponen (alat) yang digunakan dalam penelitian dengan metode *infrared thermography* adalah *thermal imager* dengan tipe FLIR T530 yang berfungsi untuk mengukur suhu kabel koneksi pada panel kubikel dan menghasilkan gambar distribusi panas (termograms) setelah tangkapan gambar objek ditransfer melalui *software* FLIR *Thermal Studio* tanpa menyentuh komponennya (*Non-Destructive Testing*). Berikut Gambar 3.1 merupakan *thermal imager* yang digunakan dalam pengujian *infrared thermography*.



Gambar 3.2 Thermal Imager FLIR T530

Adapun spesifikasi singkat alat *thermal imager* FLIR T530 seperti Tabel 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3.2 Spesifikasi Singkat *Thermal Imager FLIR T530*

Fitur Kamera	Keterangan
<i>IR Resolution</i>	320 x 240 (76.800 <i>pixels</i>)
<i>Thermal Sensitivity/NETD</i>	< 40 mK, 24° @ 30°C (86°F)
<i>Accuracy</i>	±2°C (±3,6°F) or ±2% of reading
<i>Digital Camera</i>	5 MP, with built-in LED photo/video lamp
<i>Display</i>	4", 640 x 480 <i>pixels</i> touchscreen LCD with auto-rotation
<i>Storage Media</i>	Removable SD card
<i>Battery type</i>	Li-ion battery, charged in camera or on separate charger
<i>Battery Voltage</i>	3,6 V

1.2.3 Thermal Window

Pengujian *infrared thermography* dilakukan melalui *thermal window* yang merupakan jendela dengan berbentuk bulat pada umumnya dengan ukuran yang berbeda-beda sesuai kebutuhan. Pengujian *infrared thermography* melalui *thermal window* perlu dilakukan *setting* pada kamera *thermal* dengan mengukur terlebih dahulu suhu yang dihasilkan pada *thermal window*. Berikut Gambar 3.2 merupakan *thermal window* yang digunakan pada pengujian *infrared thermography*.

Gambar 3.3 *Thermal Window IRW-4C*

Berikut di bawah ini merupakan Tabel 3.3 spesifikasi *thermal window* tipe IRW-4C.

Tabel 3.3 Spesifikasi Singkat *Thermal Window IRW-4C*

Manufacturer Specs	Information
General Specifications	
<i>NEMA Environment Type</i>	<i>Type 4/12 (outdoor/indoor)</i>
<i>Maximum Operating Temperature</i>	500°F/260°C
Size Specifications	
<i>Overall Height</i>	136.5mm (5.37")
<i>Overall Width</i>	127.44mm (5.01")
<i>Overall Thickness</i>	29.25mm (1.15")
<i>Required Actual Hole Diameter (Nominal)</i>	114.3mm (4-1/2")
Optic Specifications	
<i>Crystal Insert Diameter</i>	95mm (3.74")
<i>Viewing Aperture Diameter</i>	89mm (3.50")
<i>Viewing Aperture Area</i>	6221mm ² (9.64in ²)
<i>Window Thickness</i>	2mm (0.07")
<i>Optic Maximum Temperature</i>	1355.6°C (2474°F)
<i>Body Material</i>	<i>Anodized Aluminum</i>
<i>Gasket Material</i>	<i>Silicone</i>
<i>Hardware Material</i>	<i>Steel</i>
Rating & Testing	
<i>UL 50/ NEMA Environment Rating</i>	<i>Type 4/12</i>
<i>Arc Flash Testing, IEC 62271-200 (KEMA)</i>	5kV, 63kA for Cycles at 60Hz
<i>IP Rating, IEC 60529 (TUV)</i>	IP67
<i>Maximum Pullout Strength</i>	1678 kg (3700 lbs)

1.3 Metode Penelitian

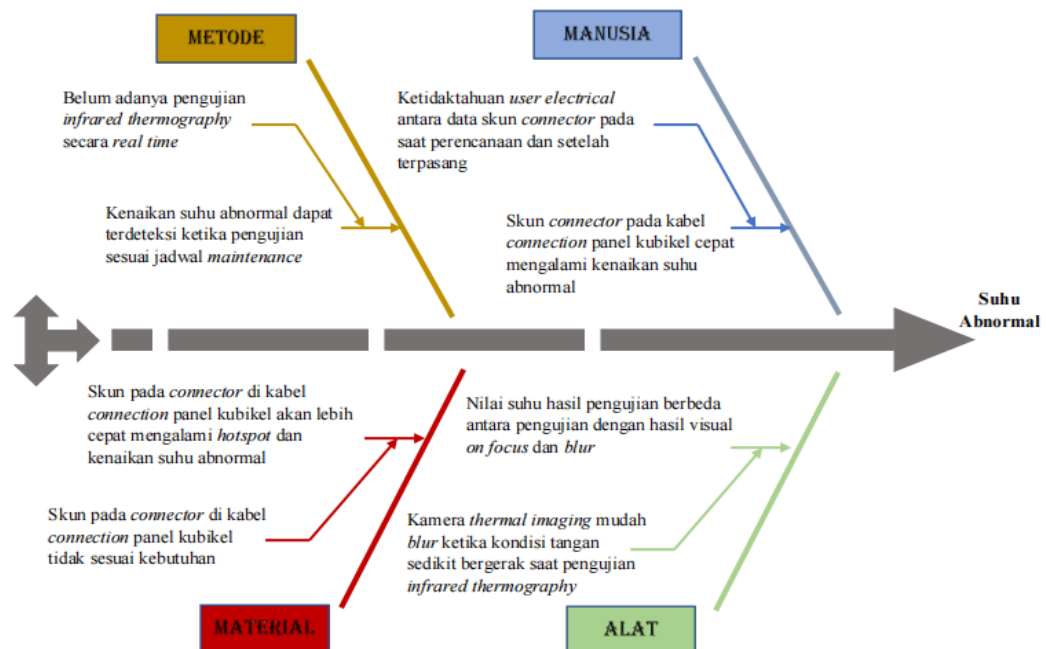
Pada penelitian ini menggunakan pengujian *infrared thermography* kualitatif dan kuantitatif untuk menentukan kondisi terminasi kabel koneksi panel kubikel menggunakan alat *thermal imager* FLIR T530, dan metode diagram *Fishbone* dalam mengetahui faktor sebab dan akibat. Dalam analisa pengukuran *thermal* digunakan standar NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*). Berikut Tabel 3.4 merupakan standar NEMA yang digunakan dalam pengukuran.

Tabel 3.4 *Temperature Rise* dan Nilai *Standard of Thermography Inspection*

FLIR

Temperature Rise (°C)	Priority	Grade
< 10	Normal	0
10 – 30	Monitor	1
30 – 50	Rencanakan Perbaikan Segera	2
> 50	Perbaikan Segera	3

Metode *fishbone* yang digunakan dalam mengetahui sebab dan akibat dari permasalahan yang sedang diteliti di terminasi kabel koneksi panel kubikel MV *switchgear* transmisi 6.3 kV. Berikut Gambar 3.4 diagram *fishbone* yang digunakan dalam mengetahui sebab dan akibat permasalahan.



Gambar 3.4 Diagram *Fishbone*

Dalam melakukan pengujian *thermography* perlu memperhatikan beberapa hal sebagai berikut.

1. Persiapan Kerja
 - a. Siapkan PTW, alat kerja, dan dokumen pendukung lainnya
 - b. Koordinasi dengan operator untuk mencegah dampak pekerjaan saat operasi
 - c. Gunakan APD yang sesuai (sarung tangan katun, kacamata, dll).
2. Langkah Kerja
 - a. Membuka *thermal window* panel listrik dengan hati-hati
 - b. Mengarahkan *thermal imaging* pada bagian komponen kubikel untuk diperiksa tingkat kenaikan suhu komponen *connector* pada panel kubikel.
3. Penyelesaian Pekerjaan
 - a. Menutup kembali *thermal window* panel listrik
 - b. Mengumpulkan dan mengembalikan peralatan pekerjaan sesuai tempatnya
 - c. Bersihkan area kerja dan tutup dokumen perizinan yang terkait.