

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Dalam penyusunan laporan akhir ini, metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif. Metode deskriptif digunakan untuk menjelaskan cara Pemutus Tenaga (PMT) 70 kV mengamankan sistem penyaluran menuju Gardu Induk Bukti Siguntang 1 pada sistem proteksi di Gardu Induk Keramasan, sedangkan metode kuantitatif digunakan untuk menganalisa kinerja kelayakan Pemutus Tenaga (PMT) 70 kV berdasarkan data hasil pengujian yang diperoleh di lapangan.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Adapun waktu dan tempat penelitian sebagai berikut:

Nama Perusahaan : PT. PLN (Persero) Gardu Induk Keramasan

Alamat Perusahaan : Jl. Kimarogan Lrg. Rawasari, RT.34/RW.07, Kemang

Agung, Kec. Kertapati, Kota Palembang, Sumatera Selatan

Waktu Penelitian : 7 Mei 2026 – 12 Juni 2026

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian dalam laporan akhir ini adalah Pemutus Tenaga (PMT) 70 kV dengan merk ABB tipe HPL 72.5B1 yang digunakan sebagai utama dari gangguan arus pada Gardu Bukit Siguntang 1 yang terpasang di Gardu Induk Keramasan. PMT ini berfungsi untuk memutus rangkaian listrik apabila terjadinya arus lebih atau gangguan arus pada rangkaian listrik.

PMT (Pemutus Tenaga) bekerja dengan cara menghubungkan dan memutuskan rangkaian listrik melalui mekanisme operasi yang dikendalikan oleh sistem kontrol dan proteksi. Dalam kondisi normal, PMT berada pada posisi tertutup (*close*) sehingga arus listrik dapat mengalir dari sisi sumber ke sisi beban.



Gambar 3. 1 Pemutus Tenaga 70 kV

Ketika terjadi gangguan pada sistem tenaga listrik, relai proteksi mendeteksi adanya kondisi abnormal seperti hubung singkat atau arus lebih. Relai kemudian mengirimkan sinyal trip ke kumparan trip (*trip coil*) PMT. Setelah menerima sinyal tersebut, mekanisme penggerak PMT bekerja untuk membuka kontak utama sehingga aliran arus terputus dan bagian sistem yang mengalami gangguan dapat diisolasi.

Pada saat kontak PMT membuka, timbul busur api akibat pemutusan arus. Untuk mencegah kerusakan peralatan dan memastikan pemutusan berlangsung sempurna, PMT dilengkapi media pemadam busur api, seperti gas SF₆, vakum, atau media lainnya sesuai jenis PMT yang digunakan.

3.4 Alat dan Bahan Pelaksanaan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini diperlukan alat dan bahan penelitian untuk mendukung proses pengumpulan data, pengolahan data, serta penyusunan laporan akhir. Alat penelitian digunakan sebagai sarana pendukung dalam proses penelitian, sedangkan bahan penelitian berupa data teknis dan referensi yang digunakan sebagai dasar perbandingan dan analisa.

3.4.1 Alat Penelitian

Alat penelitian merupakan sarana pendukung yang digunakan dalam proses pengumpulan data, dokumentasi, pengolahan data perbandingan data, analisa, serta penyusunan laporan akhir. Dalam penelitian ini, alat yang digunakan tidak digunakan untuk melakukan pengujian langsung terhadap PMT, tetapi digunakan untuk membantu proses pencatatan dan analisa data teknis yang diperoleh dari lapangan:

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Laptop

Laptop digunakan untuk pengolahan data hasil pengujian PMT 70 kV, penyusunan laporan akhir, serta penyimpanan dokumen dan data yang berkaitan dengan penelitian.

2. Ponsel

Ponsel digunakan sebagai alat dokumentasi untuk mengambil gambar atau mencatat informasi penting yang berkaitan dengan kegiatan observasi lapangan selama diperbolehkan pihak terkait.

3. Kalkulator

Kalkulator digunakan untuk membantu proses perhitungan data penelitian, seperti perhitungan hasil pengujian, maupun perhitungan lain yang dapat mendukung analisa data.

3.4.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak merupakan aplikasi yang digunakan untuk mendukung proses pengolahan data, penyusunan laporan, serta pencarian informasi yang berkaitan dengan penelitian. Dalam penelitian ini, perangkat lunak digunakan untuk membantu proses analisa data hasil pengujian PMT 70 kV, pengolahan dokumen penelitian, serta memperoleh referensi yang relevan sebagai landasan teori dan bahan pendukung penelitian.

Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai

berikut:

1. *Microsoft Word*

Microsoft Word digunakan untuk menyusun, mengedit, dan memformat laporan akhir sesuai dengan pedoman penulisan yang berlaku.

2. *Browser (Google Chrome)*

Browser digunakan untuk mengakses berbagai sumber referensi, seperti jurnal, buku elektronik, standar teknis, dan informasi pendukung lainnya yang berkaitan dengan PMT 70 kV dan sistem proteksi tenaga listrik.

3.4.3 Bahan Penelitian

Bahan penelitian merupakan data, dokumen, dan referensi yang digunakan sebagai dasar dalam melakukan analisa pada laporan akhir ini. Bahan penelitian diperoleh dari data lapangan di ULTG Keramasan serta dari studi literatur yang berkaitan dengan Pemutus Tenaga (PMT) 70 kV.

Adapun bahan penelitian yang digunakan dalam penyusunan laporan akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Data Spesifikasi Pemutus Tenaga (PMT) 70 kV

Name plat digunakan untuk mengetahui spesifikasi teknis PMT yang terpasang di lapangan, seperti merek, tipe, dan rating arus.

2. Data Hasil Pengujian PMT

Data hasil pengujian PMT digunakan sebagai acuan untuk mengetahui nilai tahanan isolasi, tahanan kontak, dan keserempakan kontak pada PMT yang terpasang di Gardu Induk Keramasan. Data ini kemudian digunakan sebagai perbandingan dan analisa kinerja pada PMT 70 kV.

3. Buku Pedoman Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT)

Buku pemeliharaan PMT merupakan dokumen standar yang digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi hasil pengujian PMT, baik dari standar internal PLN, manual pabrikan, maupun standar teknis yang berlaku.

4. Literatur Pendukung

Literatur pendukung berupa buku, jurnal ilmiah, laporan penelitian, tugas akhir, dan referensi lain yang berkaitan dengan PMT serta sistem proteksi tenaga listrik yang digunakan sebagai landasan teori dalam penelitian.

5. Dokumen Pendukung dari Lapangan

Dokumen pendukung digunakan untuk memperkuat data penelitian, seperti *single line diagram*, gambar PMT 70 kV dan dokumen teknis lain yang berkaitan dengan sistem proteksi di Gardu Induk Keramasan

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan tahapan yang dilakukan dalam penyusunan laporan akhir agar proses penelitian berjalan secara terarah dan sistematis. Tahapan ini dimulai dari pengumpulan referensi, pengambilan data lapangan, pengolahan data, hingga analisis hasil perhitungan.

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur, pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan kajian berbagai referensi yang berkaitan dengan PMT 70 kV, sistem proteksi tenaga listrik, metode pengujian PMT, serta standar pemeliharaan dan pengujian yang berlaku. Studi literatur dilakukan melalui buku, jurnal, standar teknis, dan dokumen pendukung lainnya.
2. Mengidentifikasi objek penelitian dengan mempelajari kondisi PMT 70 kV yang menjadi objek penelitian di Gardu Induk Keramasan, meliputi fungsi PMT dalam sistem proteksi, spesifikasi teknis, serta posisinya pada sistem penyaluran tenaga listrik.
3. Mengumpulkan data yang akan digunakan dalam penelitian seperti data spesifikasi PMT 70 kV, data hasil pengujian PMT 70 kV, standar pemeliharaan 70 kV, serta literatur pendukung lainnya.
4. Melakukan pengolahan data berdasarkan jenis pengujian sehingga memudahkan proses analisis. Data disajikan dalam bentuk tabel maupun

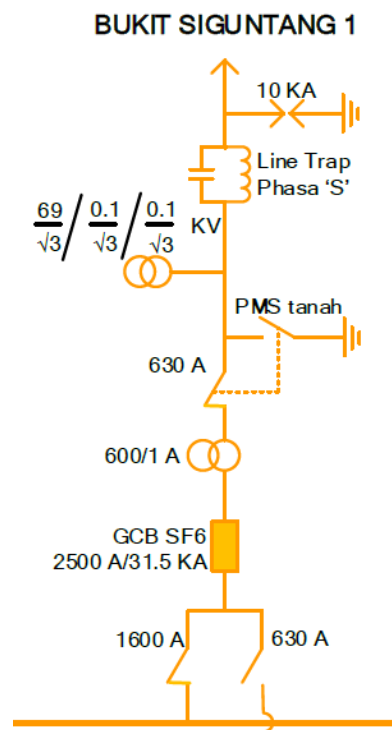
uraian deskriptif.

5. Melakukan analisis hasil pengujian PMT 70 kV, seperti pengujian tahanan isolasi, tahanan kontak, dan keserempakan kontak PMT.
6. Melakukan perbandingan dengan standar pemeliharaan dan pengujian PMT yang berlaku untuk mengetahui kondisi PMT terhadap Batasan yang ditetapkan.
7. Mengevaluasi kinerja dan kelayakan PMT untuk mengetahui kinerja kelayakan PMT 70 kV dalam menjalankan fungsi proteksi dalam memutus arus gangguan pada sistem tenaga listrik.
8. Menarik Kesimpulan berdasarkan hasil penelitian serta memberikan saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengoperasian dan pemeliharaan PMT 70 kV di Gardu Induk Keramasan.

3.6 Single Line Diagram Gardu Induk Keramasan

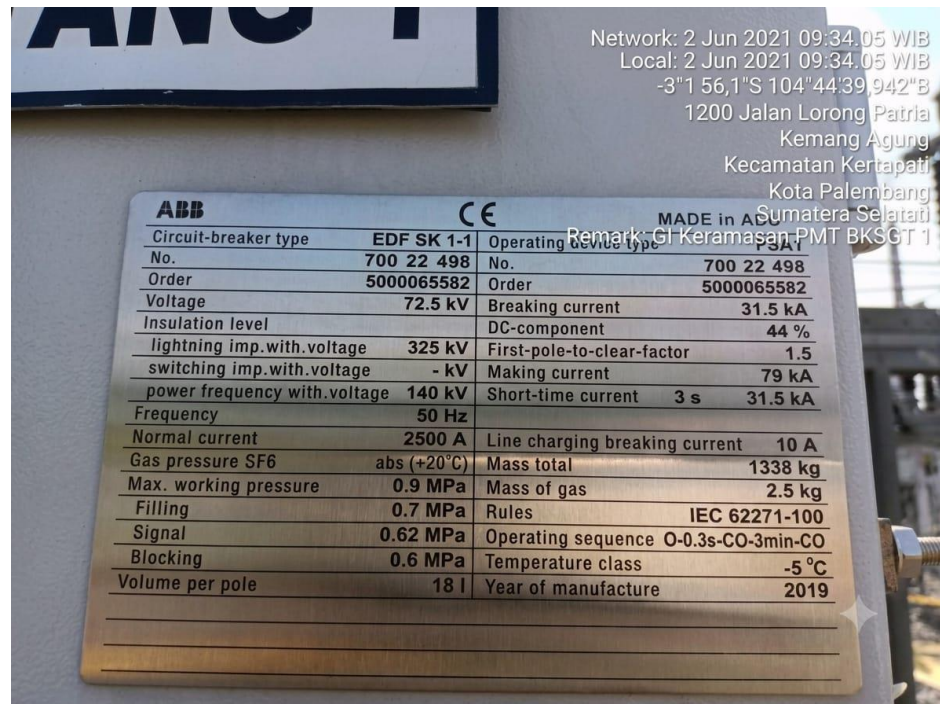
Single Line Diagram (SLD) merupakan representasi grafis dari sistem tenaga listrik yang menggunakan garis Tunggal untuk menggambarkan jalur aliran listrik, menunjukkan hubungan antar komponen dan juga membantu menganalisis sistem.

Adapun penelitian ini dilakukan pada bagian *Single Line Diagram* Gardu Induk Keramasan di Bukit Siguntang 1 seperti pada gambar berikut:



Gambar 3. 3 *Single Line Diagram* Bukit Siguntang 1

3.7 Data Name Plat PMT 70 kV di Gardu Induk Keramasan



Gambar 3. 4 Data PMT 70 kV di Gardu Induk Keramasan

Tabel 3. 1 Data Name Plate Pemutus Tenaga (PMT) 70 kV

Circuit-breaker type	EDF SK 1-1
Operation	Spring
No.	700 22 498
Order	5000065582
Voltage	72.5 kV
Breaking current	31.5 kA
Insulation level-Lightning impulse withstand voltage	325 kV
DC-component	44%
First-pole-to-clear-factor	1.5
Making current	79 kA

Power frequency withstand voltage	140 kV
Short-time current	31.5 kA / 3 s
Frequency	50 Hz
Normal current	2500 A
Line charging breaking current	10 A
Gas pressure SF6	abs (+20°C)
Mass total	1338 kg
Max. Working pressure	0.9 Mpa
Mass of gas	22.5 kg
Filling pressure	0.7 Mpa
Rules	IEC 62271-100
Signal	0.62 Mpa
Operating sequence	O-0.3s-CO-3min-CO
Blocking	0.6 Mpa
Temperature class	-5°C
Volume per pole	18 l
Year of manufacture	2019

3.8 Pengujian Tahanan Isolasi

Tahanan isolasi adalah besarnya hambatan listrik (resistansi) yang diberikan. Oleh material isolator terhadap aliran arus listrik. Tahanan ini menunjukkan kemampuan suatu bahan atau sistem isolasi dalam menghambat kebocoran arus listrik dari konduktor ke tanah atau ke bagian lain yang tidak seharusnya dialiri arus. Tahanan isolasi pada pemutus tenaga (PMT) merupakan prosedur evaluasi kelistrikan yang dilakukan untuk menentukan kualitas media isolasi antara komponen aktif bertegangan, seperti terminal atas dan bawah, terhadap bagian yang dihubungkan ke tanah, termasuk hadan (case) PMT.

Proses ini dilakukan menggunakan alat ukur khusus insulation. *Insulation tester* untuk memperoleh nilai resistansi isolasi. Nilai tahanan isolasi yang tinggi

mengindikasikan integritas isolasi yang baik, sedangkan nilai rendah menunjukkan adanya potensi kebocoran arus (leakage current) yang dapat menurunkan kinerja operasional sistem dan menimbulkan risiko hubung singkat atau gangguan sistem tenaga. Berikut ini merupakan tahapan pelaksanaan pengujian tahanan isolasi sesuai dengan Instruksi Kerja (IK) PLN:

1. Persiapkan dan instalasi alat ukur Megger MIT 1025-Sambungkan kabel merah ke terminal positif (+), kabel hitam ke terminal negatif (-), dan kabel biru ke terminal GUARD, yang berfungsi untuk mengurangi pengaruh arus bocor selama proses pengujian.
2. Lakukan pengecekan kondisi baterai dengan melihat indikator baterai yang terletak di bagian kanan atas layar LCD pada alat ukur.
3. Pastikan daya baterai dalam kondisi optimal sebelum memulai pengukuran agar hasil pengujian yang diperoleh tetap akurat dan andal.

(Untuk pengukuran tahanan isolasi terminal atas-bawah)

4. Sambungkan kabel dari terminal positif (+) pada alat ukur ke terminal bagian atas PMT.
5. Sambungkan kabel dari terminal negatif (-) pada alat ukur ke terminal bagian bawah PMT.

(Untuk pengukuran tahanan isolasi PMT terminal atas-ground)

6. Sambungkan kabel dari terminal positif (+) pada alat ukur ke terminal bagian atas PM
7. Sambungkan kabel dari terminal negatif (-) pada alat ukur ke grounding system atau tanah sebagai referensi potensial nol.

(Untuk pengukuran tahanan isolasi PMT terminal bawah-ground)

8. Hubungkan kabel dari terminal positif (+) pada alat ukur ke terminal bagian bawah PMT.
9. Sambungkan kabel dari terminal negatif (-) pada alat ukur ke sistem pentanahan (ground).

10. Pilih mode pengujian IR(1) dengan cara memutar saklar pemilih mode (mode

selector switch) pada alat ukur ke posisi yang sesuai.

11. Atur tegangan uji sebesar 5 kV dengan memutar saklar pengatur tegangan (voltage input switch) ke posisi 5 kV.
12. Tekan tombol “TEST” dan tahan selama sekitar 3 detik untuk memulai pengujian.
13. Biarkan pengujian berjalan selama 1 (satu) menit agar nilai resistansi isolasi dapat stabil.
14. Catat hasil pengukuran yang tampil pada layar alat ke dalam formulir. Pemeliharaan yang telah disediakan.
15. Tekan tombol “SAVE” untuk menyimpan hasil pengujian, lalu tunggu hingga lampu indikator “discharge” padam sebagai tanda proses selesai.
16. Untuk mematikan alat, putar saklar pengatur tegangan dari posisi 5 kV ke posisi “OFF”.
17. Lepaskan seluruh sambungan pengujian baik dari PMT maupun alat ukur.
18. Proses pengujian selesai dilakukan

3.9 Pengujian Tahanan Kontak

Tahanan kontak (Contact Resistance) adalah besar hambatan listrik yang terjadi pada sambungan atau titik kontak antar konduktor logam saat arus listrik mengalir. Nilai tahanan ini sangat penting karena dapat memengaruhi performa sistem secara keseluruhan, terutama dalam hal efisiensi penghantaran arus dan potensi timbulnya panas berlebih akibat rugi daya.

Sambungan antara konduktor dan PMT atau peralatan lain memiliki nilai tahanan kontak yang harus memenuhi prinsip dasar Hukum Ohm, yaitu hubungan antara tegangan, arus, dan resistansi. Pengukuran tahanan kontak dilakukan menggunakan alat ukur khusus yang prinsip kerjanya mirip dengan alat pengukur tahanan DC murni (R_{dc}). Namun, perbedaannya terletak pada arus uji yang digunakan, di mana untuk pengukuran tahanan kontak diperlukan arus yang lebih tinggi, yaitu sekitar 100 ampere, guna mendapatkan hasil yang representatif terhadap kondisi operasi

aktual. Berikut ini merupakan langkah – langkah pengujian atau pengukuran tahanan kontak sesuai dengan Instruksi Kerja (IK) PLN:

1. Rakit sistem pengujian menggunakan alat ukur tahanan kontak CBA 1000-
Hubungkan kabel pentanahan dari terminal grounding alat ke sistem tanah (ground). Sambungkan kabel daya (Power) untuk suplai alat ukur, namun jangan sambungkan ke sumber tegangan selama proses pengkabelan. Masih berlangsung. Kemudian, pasang kabel arus pada terminal input micro-ohmmeter, serta pasang kabel sensing tegangan, yaitu kabel ke terminal output micro-ohmmeter.
2. Pastikan salah satu sisi PMT telah ditanahkan (grounded) dan PMT dalam kondisi tertutup (closed position) sebelum pengujian dilakukan.
3. Verifikasi ulang: Apakah PMT sudah ditanahkan di salah satu sisi? Apakah PMT berada dalam posisi tertutup? Pastikan kedua kondisi ini telah terpenuhi sebelum melanjutkan proses pengukuran..
(Untuk pengukuran tahanan kontak dilakukan setiap Phasa dan PMT kondisi close)
4. Sambungkan kabel arus ke terminal atas PMT, dan kabel arus satunya ke terminal bawah PMT..
5. Hubungkan kabel sensing ke terminal atas PMT dan kabel sensing satunya ke terminal bawah PMT, dengan posisi kabel sensing berada di antara kabel arus tersebut.
6. Sambungkan kabel daya ke sumber listrik, lalu aktifkan alat pengujian dengan menekan tombol “Switch ON”,
7. Pada tampilan pengaturan perangkat, nonaktifkan opsi SM 0 (mode Continuous) dan SM 14 (current clamp).
8. Atur nilai arus pengujian menggunakan tombol navigasi (), atau gunakan setting arus yang sudah tersimpan sebelumnya, kemudian pilih salah satu arus uji sebesar 100 A, 200 A, atau 300 A.
9. Untuk memulai pengujian, tekan tombol START. Selama proses berlangsung, akan muncul indikator LED merah berkedip, LED hijau menyala, dan buzzer

berbunyi (jika diaktifkan)

10. Hasil pengukuran akan muncul di layar dalam beberapa detik, tersimpan secara otomatis, dan dapat langsung dicetak atau dilanjutkan ke pengujian berikutnya.
11. Catat hasil pengujian pada Form Pemeliharaan yang telah dipersiapkan.
12. Setelah selesai, matikan alat dengan menekan tombol “Switch OFF”,
13. Terakhir, lepaskan seluruh sambungan kabel antara alat ukur dan PMT untuk menyelesaikan proses pengujian

3.10 Pengujian Keserempakan Kontak

Keserempakan pada PMT (Pemutus Tenaga) mengacu pada kemampuan ketiga fasa (R, S, T) untuk bekerja secara simultan atau hampir bersamaan dalam proses pembukaan (trip) maupun penutupan (close). Keserempakan sangat penting untuk menjaga stabilitas sistem tenaga listrik, menghindari ketidakseimbangan beban antar fasa, serta mencegah terjadinya lonjakan arus atau tegangan yang bisa merusak peralatan jaringan.

Pada PMT jenis Single Pole, setiap kutub (fasa R, S, dan T) memiliki aktuator atau sistem penggerak tersendiri yang bekerja secara independen. Artinya, saat sistem penggerak diaktifkan, baik untuk membuka maupun menutup sirkuit, masing-masing kontak akan bergerak secara terpisah dan tidak selalu dalam waktu yang bersamaan. Oleh karena itu, diperlukan pengujian keserempakan untuk memastikan bahwa selisih waktu operasi antar fasa masih berada dalam batas standar yang diperbolehkan.

Pengujian keserempakan dilakukan dengan mengukur waktu operasi masing-masing fasa saat PMT melakukan proses opening maupun closing. Hasil pengukuran tersebut digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan waktu kerja yang signifikan antar kontak PMT. Semakin kecil selisih waktu operasi antar fasa, maka semakin baik tingkat keserempakan PMT dalam bekerja pada sistem tenaga listrik.

Ketidaksesuaian waktu operasi antar fasa dapat disebabkan oleh beberapa faktor,

seperti kondisi mekanik PMT, keausan komponen penggerak, kekencangan pegas, maupun gangguan pada sistem kontrol dan aktuator. Jika selisih waktu operasi melebihi standar yang ditentukan, maka dapat mempengaruhi kinerja sistem proteksi serta menurunkan keandalan PMT dalam mengamankan sistem tenaga listrik. Oleh karena itu, analisis terhadap hasil pengujian keserempakan menjadi salah satu langkah penting untuk mengetahui kondisi operasional PMT agar tetap layak digunakan pada sistem tenaga listrik.

Berikut merupakan langkah – langkah pengujian keserempakan kontak PMT sesuai dengan Instruksi Kerja (IK) PLN:

1. Persiapan Alat dan Rangkaian Awal:

- Rangkai Circuit Breaker Analyzer CBA 1000 dan sambungkan kabel pentanahan alat uji ke grounding untuk keselamatan.
- Pasang kabel suplai daya (power) ke perangkat pengujian.
- Hubungkan output terminal pengukuran “BREAKER CONTACTS” untuk masing-masing fasa PMT (R, S, dan T) ke terminal sensing pada CBA 1000 kabel merah ke terminal atas dan kabel hitam ke terminal bawah PMT untuk setiap fasa.
- Sambungkan kabel kontrol tegangan 110 VDC dari port merah (standby) pada blok “BREAKER COILS” ke terminal kontrol C untuk Close, 01 untuk Open1, dan 02 untuk Open2.
- Pasang kabel hitam ke port output Close (C), Open1 (01), dan Open2 (02), lalu hubungkan ke koil-koil aktuasi PMT sesuai fungsinya.

2. Kondisi PMT dan Grounding:

- Pastikan PMT telah ditanahkan minimal pada salah satu sisi dan dalam kondisi tertutup sebelum pengujian dilakukan untuk menghindari tegangan sisa atau bahaya kelistrikan.

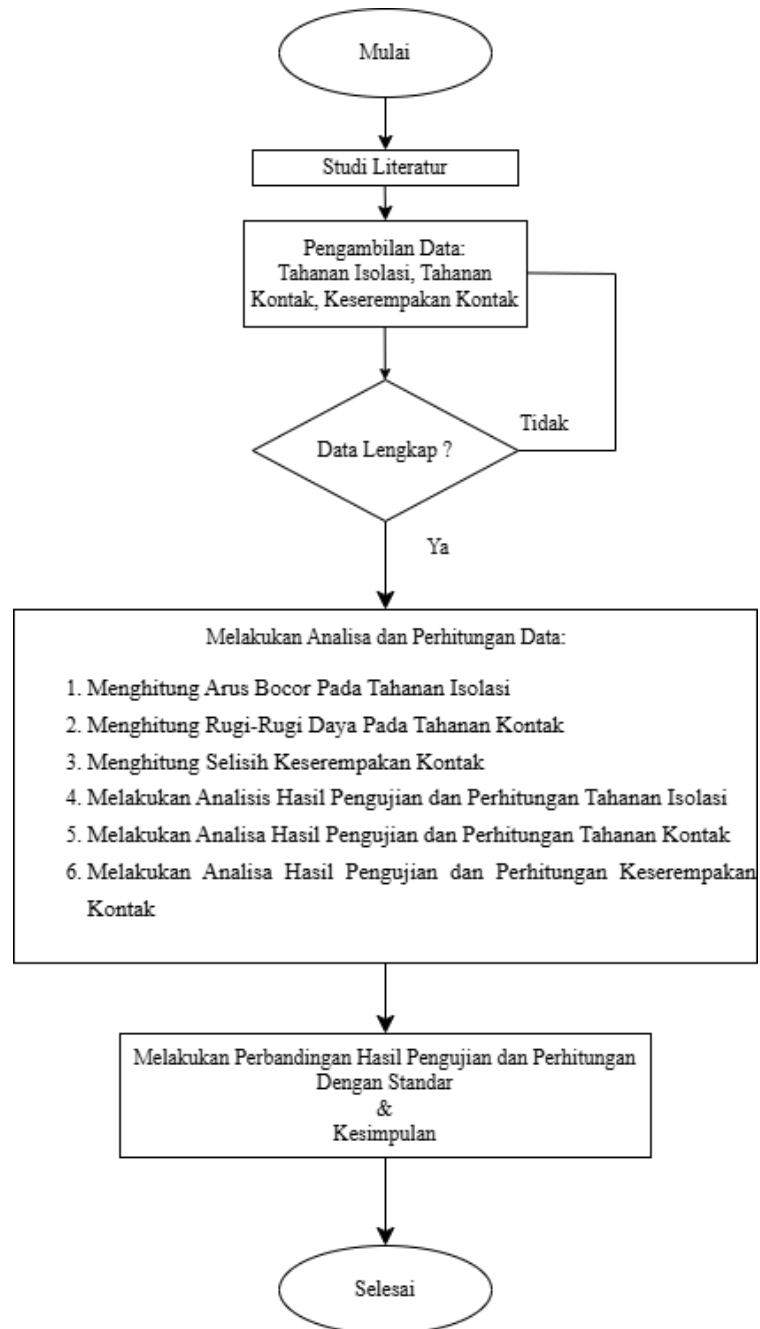
3. Verifikasi Rangkaian dan Proses Pengujian:

- Lakukan pengecekan akhir seluruh koneksi, termasuk jalur sensing waktu pada fasa R, S, dan T.

- Mulai proses pengujian melalui CBA 1000 dengan mengaktifkan perintah Close dan
 - Open dari perangkat untuk mencatat waktu operasi tiap pole. Amati dan rekam waktu operasional buka dan tutup dari masing-masing fasa pada tampilan CBA 1000.
4. Evaluasi dan Dokumentasi:
- Nilai keserempakan dihitung dari selisih waktu buka/tutup antar fasa. Jika nilai selisih melebihi batas toleransi (biasanya 10 ms), maka dilakukan penyesuaian aktuator PMT.
 - Catat seluruh hasil pengujian pada Form Pemeliharaan sesuai format standar.

3.11 Flowchart Penelitian

Adapun *Flowchart* Penelitian pada laporan akhir ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 5 *Flowchart* Penelitian

Berdasarkan *flowchart* penelitian pada **Gambar 3.5** menunjukkan urutan tahapan penelitian yang dilakukan dalam menganalisis kinerja Pemutus Tenaga (PMT) 70 kV pada sistem proteksi di Gardu Induk Keramasan PT. PLN. Tahapan penelitian tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. Mulai

Tahap ini merupakan awal dari pelaksanaan penelitian. Pada tahap ini ditentukan objek penelitian, yaitu PMT 70 kV di Gardu Induk Keramasan pada bay penghantar Bukit Siguntang 1, serta disusun rencana penelitian yang meliputi tujuan, metode, dan tahapan pelaksanaan penelitian sehingga proses penelitian dapat berjalan secara sistematis.

2. Studi Literatur

Tahap studi literatur dilakukan untuk memperoleh landasan teori yang berkaitan dengan penelitian. Referensi yang digunakan meliputi buku, jurnal ilmiah, standar PLN, serta dokumen teknis yang membahas mengenai prinsip kerja PMT, sistem proteksi gardu induk, prosedur pengujian tahanan isolasi, tahanan kontak, dan keserempakan kontak, serta standar pemeliharaan PMT. Hasil studi literatur digunakan sebagai dasar dalam menganalisis data hasil pengujian dan membandingkannya dengan standar yang berlaku.

3. Pengambilan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data penelitian yang diperoleh secara langsung di Gardu Induk Keramasan. Data yang dikumpulkan merupakan hasil pengujian PMT 70 kV yang meliputi data tahanan isolasi, tahanan kontak, dan keserempakan kontak. Selain data hasil pengujian, pengumpulan data juga dilakukan melalui observasi lapangan dan dokumentasi selama proses pemeliharaan PMT. Data tersebut menjadi dasar dalam proses analisis dan perhitungan pada tahap selanjutnya.

4. Pemeriksaan Kelengkapan Data

Data hasil pengujian yang telah diperoleh selanjutnya diperiksa untuk memastikan bahwa seluruh data yang dibutuhkan dalam penelitian telah

tersedia dan dapat digunakan dalam proses analisis. Pemeriksaan dilakukan terhadap kelengkapan setiap parameter pengujian serta kesesuaian data dengan kebutuhan penelitian. Apabila data belum lengkap atau terdapat data yang tidak sesuai, maka dilakukan pengumpulan data kembali hingga seluruh data yang diperlukan telah terpenuhi. Sebaliknya, apabila data telah lengkap, maka penelitian dilanjutkan ke tahap analisis dan perhitungan data.

5. Melakukan Analisa dan Perhitungan Data

Tahap ini merupakan inti dari penelitian. Data hasil pengujian yang telah diperoleh dianalisis melalui beberapa hasil pengujian dan perhitungan untuk mengetahui kondisi PMT secara kuantitatif. Hasil pengujian didapatkan berdasarkan data yang didapat dan perhitungan yang dilakukan meliputi perhitungan arus bocor berdasarkan nilai tahanan isolasi menggunakan Hukum Ohm, perhitungan rugi-rugi daya berdasarkan nilai tahanan kontak menggunakan persamaan daya listrik, serta perhitungan selisih waktu operasi (Δt) pada pengujian keserempakan kontak untuk mengetahui tingkat keserempakan operasi antar fasa. Hasil perhitungan tersebut selanjutnya digunakan sebagai parameter pendukung dalam mengevaluasi kondisi PMT.

6. Perbandingan Hasil Pengujian dan Perhitungan dengan Standar & Penarikan Kesimpulan

Tahap selanjutnya adalah membandingkan hasil pengujian dan hasil perhitungan dengan standar pemeliharaan PMT yang berlaku. Nilai tahanan isolasi dibandingkan dengan batas minimum tahanan isolasi, nilai tahanan kontak dibandingkan dengan batas maksimum tahanan kontak yang diizinkan, sedangkan hasil pengujian keserempakan kontak dibandingkan dengan batas toleransi selisih waktu operasi antar fasa. Selain itu, hasil perhitungan arus bocor, rugi-rugi daya, dan selisih waktu operasi digunakan sebagai pendukung dalam mengevaluasi kondisi PMT. Berdasarkan hasil perbandingan tersebut, dilakukan penarikan kesimpulan mengenai kondisi, kelayakan operasi, serta keandalan PMT 70 kV di Gardu Induk Keramasan.

7. Selesai

Tahap ini merupakan akhir dari rangkaian penelitian. Setelah seluruh tahapan selesai dilaksanakan dan kesimpulan telah diperoleh, maka penelitian dinyatakan selesai. Hasil penelitian selanjutnya disusun dalam bentuk laporan akhir sebagai dokumentasi ilmiah yang memuat hasil analisis dan pembahasan mengenai kondisi PMT 70 kV di Gardu Induk Keramasan.