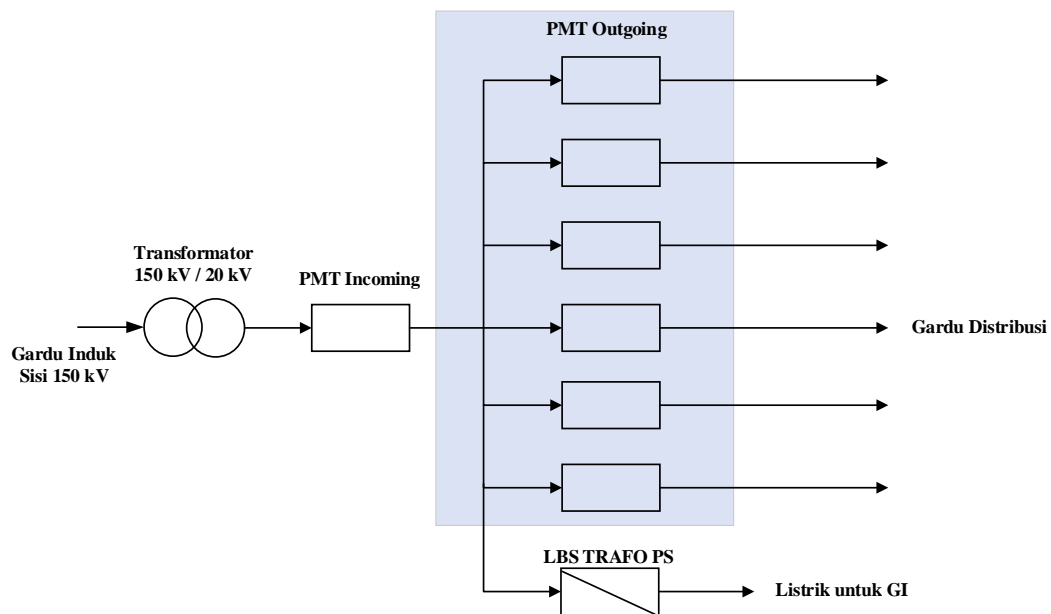


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian adalah rancangan yang disusun dengan cermat untuk menyempurnakan peneliti dalam upaya menemukan solusi atas masalah yang diteliti. Dalam menyempurnakan penelitian yang berjudul “Analisis Pengujian Keserempakan dan *Contact Bounce* Pemutus Tenaga (PMT) 20 kV Menggunakan Breaker Analyzer” ini peneliti menggunakan metode deskriptif analitik. Metode analisis deskriptif merupakan teknik statistik yang bertujuan untuk menganalisis dan menyajikan data sesuai keadaan, tanpa generalisasi atau penarikan kesimpulan yang berlaku secara umum. Pendekatan ini berfokus pada deskripsi atau penggambaran karakteristik data yang telah dikumpulkan. Mengenai desain penelitian yang dilakukan, penelitian ini di dasari dengan blok diagram pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Blok Diagram Gardu Induk 20 kV

Dalam wilayah gardu induk 20 kV, PMT sebagai proteksi utama menjadi komponen krusial dalam sistem pendistribusian listrik. Kinerja PMT sangat penting untuk menjamin ketersediaan dan kontinuitas pasokan listrik pada konsumen. Pengujian keserempakan kontak dan *contact bounce* merupakan salah satu aspek

Alfi Noviar Ilhami, 2025

**ANALISIS PENGUJIAN KESEREMPAKAN DAN CONTACT BOUNCE PEMUTUS TENAGA (PMT) 20KV
MENGUNAKAN BREAKER ANALYZER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

penting yang perlu diperhatikan agar PMT dapat bekerja sesuai standar yang telah ditentukan. Hal ini menandakan bahwa pengujian tersebut sangat penting untuk menentukan kinerja PMT. Penelitian ini dilakukan untuk menguji dan menganalisis hasil pengujian keserempakan dan *contact bounce* yang bertujuan untuk mengevaluasi kemahiran PMT ketika beroperasi. Setelah penelitian dilakukan, hasil analisis yang diperoleh dapat digunakan untuk menunjukkan efektivitas dan menentukan kinerja PMT untuk layak operasi. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk membuktikan kesesuaian kinerja PMT terhadap standar yang berlaku dan spesifikasi sesuai *rating* atau mengidentifikasi potensi masalah pada PMT dan mengembangkan langkah-langkah pencegahan atau perbaikan yang diperlukan. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam upaya menjaga stabilitas sistem distribusi listrik, sehingga dapat memberikan kebutuhan listrik pada masyarakat secara lebih baik dan berkelanjutan.

3.2 Partisipan dan Lokasi Penelitian

3.2.1 Partisipan Penelitian

Menurut Moleong (2010), Partisipan penelitian adalah individu yang memiliki kemampuan untuk memberikan data atau informasi relevan terkait dengan topik penelitian yang telah ditetapkan oleh peneliti.

Pada penelitian ini peneliti melibatkan partisipan seperti *Supervisor* (Ade Arman Ariful A.) yang membantu dalam perizinan pengambilan data untuk penelitian ini, Pengawas Pekerjaan (Simon Seli dan M. Taufiq) yang membantu memberikan pemahaman serta materi yang dibutuhkan untuk penelitian ini serta Petugas Pemeliharaan dan Operator GI 20 kV yang membantu dalam pelaksanaan pengambilan data yang dibutuhkan.

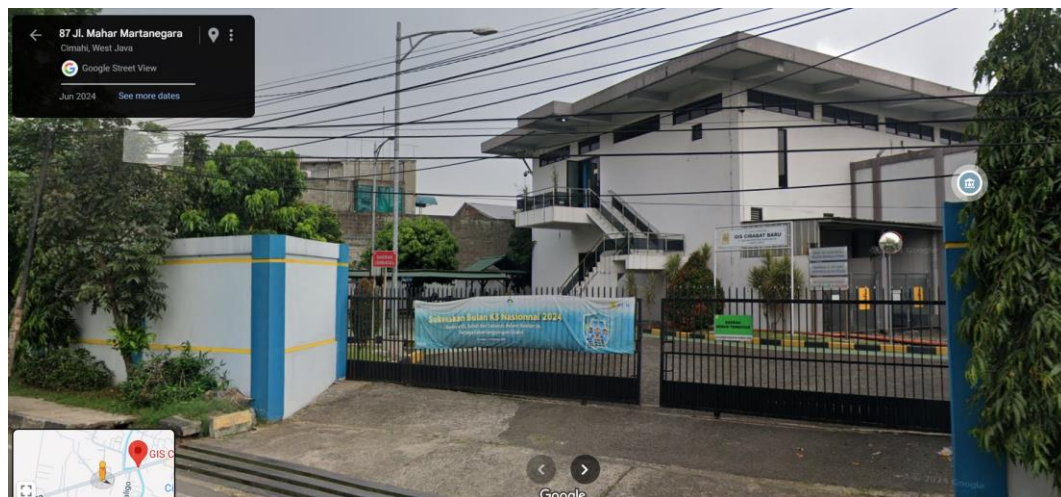
3.2.2 Lokasi Penelitian

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan di gardu induk dibawah pengawasan PT. PLN (Persero) UP2D Jawa Barat, yaitu gardu induk GIS Gedebage dan gardu induk GIS Cibabat Baru. Gardu induk GIS Gedebage berada di dalam wilayah Summarecon Bandung yang berlokasi di Cisaranten Kidul, Gedebage, Kota Bandung, Jawa Barat, 40295. Sementara itu, gardu induk GIS Cibabat Baru

berada di dalam wilayah Cimahi Tengah yang berlokasi di Jalan Mahar Martanegara No. 88 02, Cigugur Tengah, Kecamatan Cimahi Tengah, Kota Cimahi, Jawa Barat, 40522. Visualisasi GIS Gedebage ditunjukkan pada Gambar 3.2 dan GIS Cibabat Baru ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 2 Gardu Induk GIS Gedebage



Gambar 3. 3 Gardu Induk GIS Cibabat Baru

Penelitian ini berfokus pada ruangan sel 20 kV yang di dalamnya terdapat kubikel khusus untuk tegangan 20 kV. Kubikel ini berfungsi untuk membagi, memutus, menghubungkan pengontrol serta proteksi sistem pendistribusian listrik tegangan 20 kV. Secara umum, di dalam kubikel terdiri dari peralatan kontrol, alat

Alfi Noviar Ilhami, 2025

ANALISIS PENGUJIAN KESEREMPAKAN DAN CONTACT BOUNCE PEMUTUS TENAGA (PMT) 20KV MENGGUNAKAN BREAKER ANALYZER

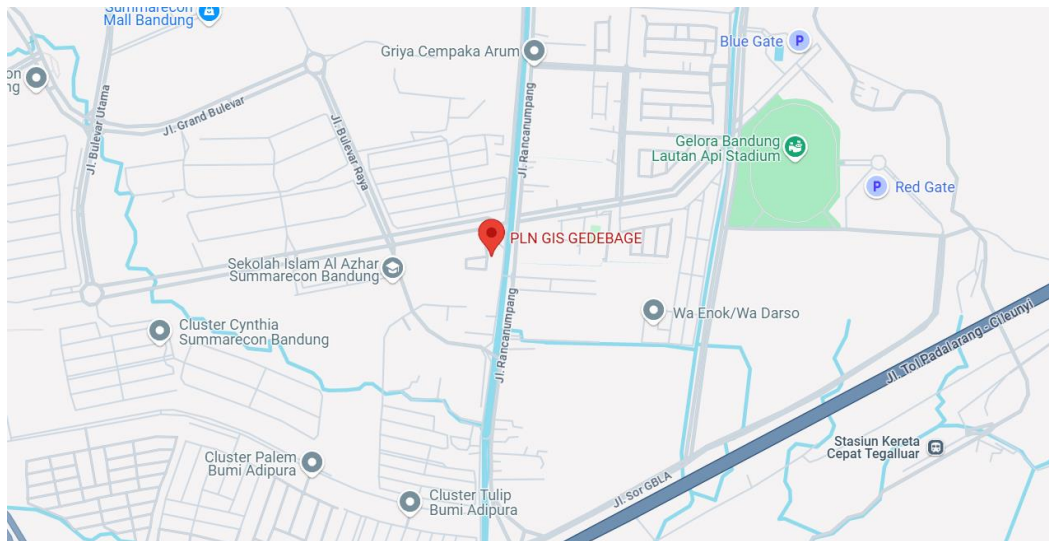
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

pengukuran, proteksi, dan alat isyarat yang bertujuan untuk membantu pengoperasian, pemeliharaan, dan keamanan bagi petugas (Prasetyo & Winarno, 2015). Gambaran kubikel 20 kV ditunjukkan pada Gambar 3.4.



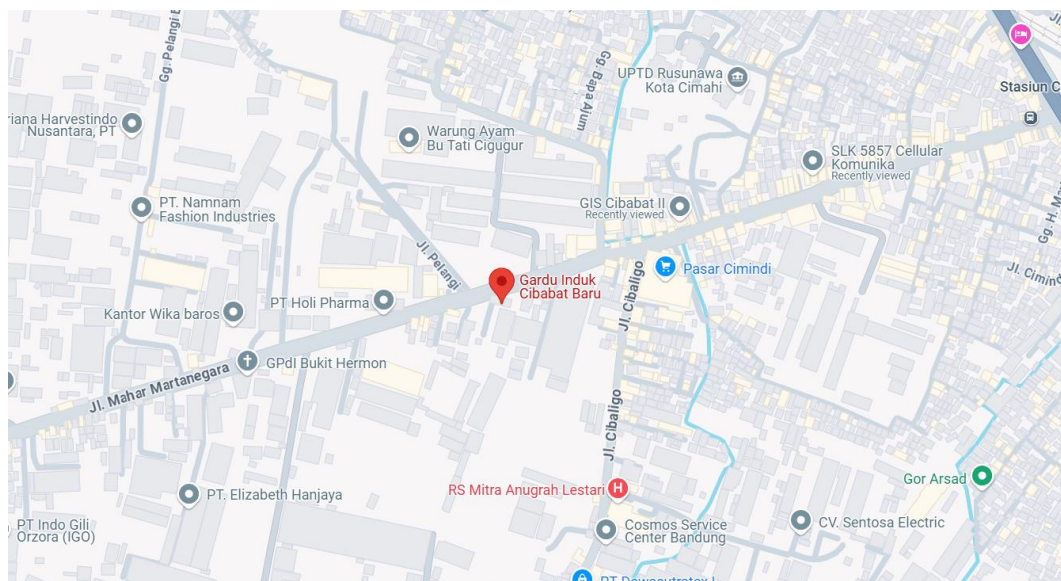
Gambar 3. 4 Kubikel 20 kV

Koordinat lokasi gardu induk GIS Gedebage berada pada *longitude* - 6.959672 dan *latitude* 107.704956 seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Koordinat Gardu Induk GIS Gedebage

Sementara itu, koordinat gardu induk GIS Cibabat Baru berada pada *longitude* -6.898389 dan *latitude* 107.554429 yang ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Koordinat Gardu Induk GIS Cibabat Baru

Alfi Noviar Ilhami, 2025

ANALISIS PENGUJIAN KESEREMPAKAN DAN CONTACT BOUNCE PEMUTUS TENAGA (PMT) 20KV MENGGUNAKAN BREAKER ANALYZER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.3 Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan instrumen yang berkaitan tentang alat pengujian keserempakan dan *contact bounce* PMT dan spesifikasi PMT yang diuji dengan beberapa penjelasan sebagai berikut.

3.3.1. Breaker Analyzer

Untuk menguji kecepatan waktu kerja kontak, keserempakan, serta waktu ketika fenomena *contact bounce* terjadi, digunakan alat uji untuk parameter pengujian tersebut *Digital Circuit Breaker Analyzer CT-6500 S-2. Breaker Analyzer* yang digunakan dalam penelitian ini dibuat oleh pabrikan Vanguard Instruments Co., Inc yang berasal dari California, Amerika Serikat. Gambaran instrumen ini ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Digital Circuit Breaker Analyzer CT-6500 S-2

Breaker Analyzer ini dirancang untuk mengukur kecepatan waktu kerja, keserempakan kontak, dan waktu fenomena *contact bounce* pada PMT. Alat uji ini mampu mengukur serta menganalisis waktu operasi PMT dalam berbagai kondisi, seperti saat PMT *Open (trip)*, *Close (C)*, *Open-Close (O-C)*, *Close-Open (C-O)*, dan *Open-Close-Open (O-C-O)*. Selain itu, terdapat parameter lainnya yang dapat diukur di alat uji ini yang diantaranya *Insert Resistor Contact Open and Close Times*, *Contact Bounce Time*, *Resistor On Time*, dan *Contact Spread Times* (Vanguard, 2012).

3.3.2. Spesifikasi PMT 20 kV GIS Gedebage

Alfi Noviar Ilhami, 2025

ANALISIS PENGUJIAN KESEREMPAKAN DAN CONTACT BOUNCE PEMUTUS TENAGA (PMT) 20KV MENGGUNAKAN BREAKER ANALYZER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Pemeliharaan dan pengujian pertama akan difokuskan pada PMT 20 kV yang berlokasi di GI GIS Gedebage dengan konfigurasi *Three Pole*. PMT ini menggunakan media *vacuum* sebagai media untuk memadamkan busur api listrik dan *spring* sebagai mekanisme untuk menggerakkan kontakannya, seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 PMT 20 kV *Three Pole* GIS Gedebage

Keterangan mengenai spesifikasi dan karakteristik PMT akan diperoleh melalui pemeriksaan langsung dari *nameplate* (papan nama) yang terpasang pada PMT tersebut. Data yang tertera pada *nameplate* akan memberikan detail dari keterangan PMT yang akan di uji. Spesifikasi teknis PMT ABB GIS Gedebage ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Spesifikasi Teknis PMT ABB GIS Gedebage

No	Spesifikasi	
1	Merk PMT	ABB
2	Type	VD4
3	Tahun Pembuatan	2017
4	Buatan	Swiss
5	<i>Rated voltage</i>	24 kV
6	<i>Rated normal current</i>	630 A
7	<i>Rated frequency</i>	50 Hz
8	<i>Rated lightning impulse withstand voltage</i>	4 s
9	<i>Rated duration of short circuit</i>	25 kA
10	<i>DC component of the rated short-circuit breaking current</i>	38%
11	<i>Rated cable-charging breaking current</i>	31,5 A
12	<i>Rated operating sequence</i>	O-0.3 s CO-15 s-CO
13	<i>Opening time</i>	33 ... 60 (ms)
14	<i>Arcing (Bouncing) time</i>	10 ... 15 (ms)
15	<i>Total breaking time</i>	43 ... 75 (ms)
16	<i>Closing time</i>	60 ... 80 (ms)
17	<i>Classification</i>	C2/E2/M2
18	<i>Mass</i>	148 kg
19	<i>Temperature class</i>	-15 °C ... 40°C
20	<i>Shunt release on voltage</i>	110 VDC
21	<i>Shunt release off voltage</i>	110 VDC
22	<i>Charging motor voltage</i>	110 VDC

3.3.3. Spesifikasi PMT 20 kV GIS Cibabat Baru

Pemeliharaan dan pengujian kedua akan difokuskan pada PMT 20 kV yang berlokasi di GI GIS Cibabat Baru dengan konfigurasi *Three Pole*. Dengan konfigurasi yang sama dengan PMT sebelumnya, PMT ini menggunakan media *vacuum* sebagai media untuk memadamkan busur api listrik serta *spring* sebagai mekanisme untuk menggerakkan kontakannya.

Alfi Noviar Ilhami, 2025

ANALISIS PENGUJIAN KESEREMPAKAN DAN CONTACT BOUNCE PEMUTUS TENAGA (PMT) 20KV MENGGUNAKAN BREAKER ANALYZER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

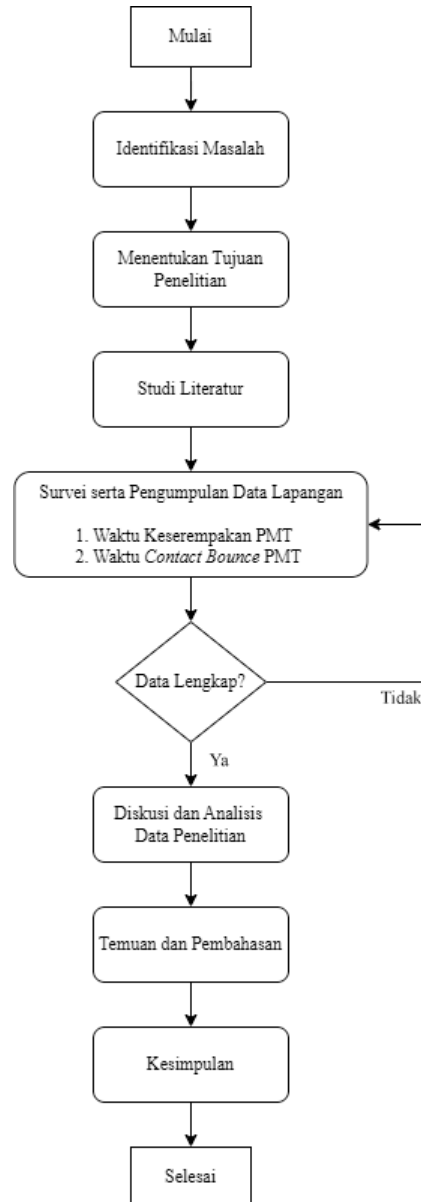
Keterangan mengenai spesifikasi dan karakteristik PMT akan diperoleh melalui pemeriksaan langsung dari *nameplate* yang terpasang pada PMT tersebut. Sama seperti sebelumnya, data yang tertera pada *nameplate* akan memberikan detail dari keterangan PMT yang akan di uji. Spesifikasi PMT GAE Cibabat Baru ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Spesifikasi Teknis PMT GAE GIS Cibabat Baru

No	Spesifikasi	
1	Merk PMT	GAE
2	Type	GV240625TD113127W
3	Tahun Pembuatan	2019
4	Buatan	Indonesia
5	<i>Rated Voltage</i>	24 kV
6	<i>Rated Current</i>	630 A
7	<i>Control Voltage</i>	DC 110V
8	<i>Power Frequency Withstand Voltage</i>	50 kV
9	<i>Lightning Impulse Withstand Voltage</i>	125 kV
10	<i>Duration of Short Circuit</i>	3s
11	<i>Short Circuit Breaking Current</i>	25 kA
12	<i>Making Capacity</i>	62,5 kA
13	<i>Operating Sequence</i>	O- 3,3 s- CO -180 s-CO
14	<i>Closing Time</i>	30 - 60 (ms)
15	<i>Opening Time</i>	20 - 50 (ms)
16	<i>Contact Bounce at Closing</i>	≤ 2 (ms)
17	<i>Standard</i>	IEC 62271-100:2001
18	<i>Mass</i>	183 kg

3.4 Alur Penelitian

Berikut adalah diagram alur (*flowchart*) dari penelitian ini.



Gambar 3. 9 Diagram Alur Penelitian

Berdasarkan diagram alur penelitian pada Gambar 3.9, berikut adalah langkah-langkah penelitian skripsi ini.

1. Identifikasi Masalah

Langkah awal dalam sebuah penelitian adalah mengidentifikasi masalah. Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah hasil pengujian

keseimbangan kontak dan *contact bounce* pada PMT yang akan dianalisis dengan membandingkan hasil pengujian dengan standar yang telah ditentukan.

2. Menentukan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan dicapai adalah mengetahui cara kerja, menganalisis serta evaluasi kinerja PMT sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

3. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan informasi terkait topik penelitian yang bersumber dari jurnal, buku ataupun *website* yang relevan.

4. Survei serta Pengumpulan Data Penelitian

Survei pengumpulan data penelitian dilakukan observasi secara langsung ke lapangan yang berlokasi di Gardu Induk GIS Gedebage dan GIS Cibabat Baru untuk mendapatkan data berupa waktu keseimbangan kontak dan *contact bounce* PMT.

5. Diskusi dan Analisis Data Penelitian

Setelah mendapatkan data yang diperlukan untuk menunjang penelitian, data diolah dan dianalisis dengan melakukan perhitungan manual serta perbandingan dengan standar yang telah ditentukan.

6. Temuan dan Pembahasan

Pada bagian ini akan dipaparkan hasil temuan dan pembahasan yang sudah dianalisis berupa hasil evaluasi dari PMT yang sudah diuji.

7. Kesimpulan

Bagian ini akan membahas ringkasan dari temuan penelitian yang telah dilakukan.

3.5 Analisis Data

Pada penelitian ini, analisis data dilakukan dari mulai pengumpulan data hingga pembuatan kesimpulan dari penelitian. Data yang telah diolah akan dianalisis untuk menentukan kinerja operasi kerja PMT 20 kV.

3.5.1 Tahapan Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang melibatkan pengelolaan data yang dilakukan dengan tahapan seperti berikut.

1. Pengumpulan Data

Data diambil melalui pengujian langsung pada PMT yang sudah selesai dipelihara di gardu induk GIS Gedebage dan GIS Cibabat Baru dengan menggunakan alat uji *Circuit Breaker Analyzer*. Pengujian yang dilakukan meliputi keserempakan waktu buka dan tutup PMT serta waktu *contact bounce* PMT yang terjadi saat PMT membuka dan menutup sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

2. Pengelolaan Data Keserempakan Kontak

Data dari pengujian keserempakan kontak diperoleh dari kecepatan waktu yang dibutuhkan dari setiap kontak masing-masing fasa membuka atau menutup. Setelah itu, diperoleh hasil pengukuran deviasi antar fasa atau *delta time* dari masing-masing fasa yang menunjukkan keserempakan dari suatu PMT.

3. Pengelolaan Data *Contact Bounce*

Data dari pengujian *contact bounce* diperoleh dari waktu pantulan yang terjadi ketika PMT sedang membuka dan menutup. Hasil yang diperoleh akan menentukan kualitas kontak yang ada di dalam media kontak PMT.

4. Analisis Data

Setelah data dari kedua metode pengujian diolah, selanjutnya dilakukan analisis komprehensif dengan membandingkannya terhadap standar yang berlaku untuk menentukan kelayakan PMT.

5. Interpretasi Hasil

Hasil dari keseluruhan analisis kemudian diartikan untuk menentukan evaluasi kinerja PMT serta prioritas pemeliharaan PMT di tahun berikutnya.

3.5.2 Formula dan Standar Analisis Data

Prosedur analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah membandingkan hasil uji dengan standar yang tertera serta menggunakan rumus pada persamaan yang sudah ditetapkan pada buku pedoman pemeliharaan PMT oleh PLN dan buku manual dari masing-masing manufaktur PMT. Analisis perhitungan keserempakan kontak menggunakan rumus pada persamaan berikut.

$$\Delta t = t_{maks} - t_{min} \dots (3.1)$$

Yang dimana,

Δt = Selisih Waktu

t_{maks} = Waktu Tertinggi

t_{min} = Waktu Terendah

Kriteria waktu kerja untuk keserempakan kontak berdasarkan standar yang telah dibuat PLN yang bersumber dari SPLN dan keputusan direksi PLN tentang Pemutus Tenaga beserta masing-masing manufaktur PMT yang bersumber dari *datasheet* PMT ABB VD4 24 kV dan *datasheet* PMT GAE GV24 24 kV pada Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3. 3 Standar Waktu Kerja Keserempakan PMT

No	Pabrikan Pembuat	Tipe	Tegangan (kV)	Open (ms)	Close (ms)	Max. Δt (ms) (KEPDIR)
1	ABB	VD4	24	33 - 60	60 - 80	≤ 10
2	GAE	GV24	24	20 - 50	30 - 60	
SPLN No.52-1,1983				≤ 50	≤ 70	

Sementara itu, kriteria waktu kerja untuk *contact bounce* hanya menggunakan standar dari masing-masing manufaktur PMT yang bersumber pada *datasheet* PMT ABB VD4 24 kV dan *datasheet* PMT GAE GV24 kV pada Tabel 3.4 berikut:

Tabel 3. 4 Standar Waktu Kerja *Contact Bounce*

No	Pabrikan Pembuat	Tipe	Tegangan (kV)	<i>Contact Bouncing Time (ms)</i>
1	ABB	VD4	24	10 ~ 15
2	GAE	GV24	24	≤ 3

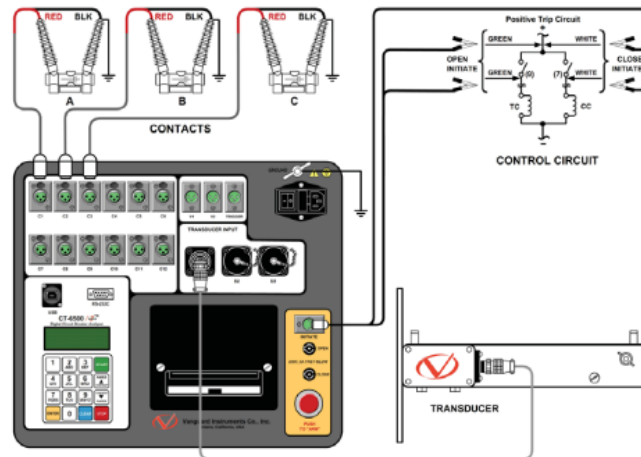
Alfi Noviar Ilhami, 2025

ANALISIS PENGUJIAN KESEREMPAKAN DAN CONTACT BOUNCE PEMUTUS TENAGA (PMT) 20KV MENGGUNAKAN BREAKER ANALYZER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.5.3 Langkah Kerja Pengujian Keserempakan dan *Contact Bounce* PMT

Rangkaian uji keserempakan dan *contact bounce* PMT 20 kV menggunakan *breaker analyzer* ditunjukkan pada Gambar 3.10.



Gambar 3. 10 Rangkaian Uji Keserempakan dan *Contact Bounce*

Tahapan dalam pengujian keserempakan dan *contact bounce* PMT 20 kV di gardu induk GIS Gedebage dan gardu induk GIS Cibabat Baru, sebagai berikut:

1. Sebelum menghubungkan *main contact* pada alat uji, pastikan PMT dalam posisi *close* dan kedua sisi PMT telah terpasang *local grounding* guna mencegah terjadinya tegangan induksi.
2. Terdapat dua cara untuk mengoperasikan alat uji ini, menggunakan baterai internal yang sudah terpasang alat uji atau dengan menghubungkannya dengan sumber tegangan 220V.
3. Rangkai kabel *contacts* untuk dihubungkan pada PMT masing-masing ke kontak fasa R, S, T di *pole* atas dan *pole* bawah PMT.
4. Hubungkan kabel kontrol *initiate* dari alat uji ke rangkaian kontrol yang terdapat pada kotak kontrol PMT di kubikel.
5. Hubungkan *socket main power* dari kubikel ke PMT sebagai sumber tegangan untuk PMT yang akan diuji.
6. Jika menggunakan sumber tegangan 220V, pastikan alat uji berada dalam posisi *Off* sebelum diberi sumber tegangan.

7. Hidupkan alat uji dengan memposisikan saklar *power* pada posisi *On*.
8. Gunakan media *keypad* dan *display* pada alat uji untuk memasukan data serta spesifikasi PMT yang akan di uji.
9. Sebelum menguji PMT, pada alat uji gunakan konfigurasi berikut pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Konfigurasi Alat Uji

<i>Insertion Resistor</i>	<i>No</i>
<i>Timing Windows</i>	<i>1 SEC</i>
<i>Trigger Mode</i>	<i>Internal Trigger</i>
<i>Timing Mode</i>	<i>Open and Close</i>

10. Pastikan PMT dalam kondisi *close* apabila akan melakukan pengujian keserempakan *open time*, demikian sebaliknya. Hal ini dapat dilihat pada indikator yang ada pada PMT.
11. Menekan tombol *start* untuk mengirimkan sinyal dari alat uji pada PMT untuk melakukan pengujian keserempakan dan *contact bounce* PMT dengan kerja kontak *Close* dan *Open*.
12. Catat hasil pengujian keserempakan sekaligus *contact bounce* PMT yang sudah dilakukan.