

# Analisis Pengujian Pemutus Tenaga (PMT) Bay Punagaya Dalam Pemeliharaan Dua Tahunan di Gardu Induk Tallasa

Andi Muhammad Fikri<sup>1)</sup>, Hatma Rudito<sup>2)</sup>, Usman<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Listrik, Politeknik Negeri Ujung Pandang

<sup>1</sup>[andimuhfikri5@gmail.com](mailto:andimuhfikri5@gmail.com)

<sup>2</sup>[di2irudito@gmail.com](mailto:di2irudito@gmail.com)

<sup>3</sup>[usman.poliupg@gmail.com](mailto:usman.poliupg@gmail.com)

## Abstrak

Pemutus tenaga (PMT) adalah saklar mekanis yang mampu mengalirkan dan memutus arus beban dalam keadaan normal maupun dalam keadaan abnormal/gangguan sesuai dengan nilai ratingnya. Agar keandalannya terjaga dengan baik, PMT perlu dilakukan pemeliharaan secara berkala. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengujian PMT Bay Punagaya pada saat pemeliharaan berkala, mengetahui bagaimana keandalan dan kelayakan PMT setelah dilakukan pengujian dalam pemeliharaan rutin dua tahunan. Penelitian ini menggunakan data hasil pemeliharaan PMT pada pemeliharaan periode dua tahunan, juga menganalisis pemeliharaan periode sebelumnya tahun 2019. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian tahanan isolasi, pengujian tahanan, keserempakan kontak dan pengujian tahanan pentanahan. Hasil pada pengujian tahanan isolasi berbeda-beda. Nilai kemampuan isolasi dalam 2 periode terakhir pemeliharaan terakhir adalah 2.204 M $\Omega$ /KV, nilai tersebut masih memenuhi standar yaitu  $\geq 1$  M $\Omega$ /KV. Nilai tahanan pentanahan PMT bay Punagaya di Gardu Induk Tallasa terbesar dalam 2 periode pemeliharaan yaitu 0.64  $\Omega$ , nilai tersebut masih memenuhi standar yaitu  $\leq 1$  Ohm. Pada pengujian keserempakan kontak PMT nilainya berbeda-beda dalam setiap periode pemeliharaan, waktu kerja kontak masih berada dalam batas yang diizinkan yaitu di bawah 120 mili detik. Pada tahun 2019 selisih waktu keserempakan kontak pada saat *open* lebih besar daripada *close* sebesar 2 mili detik.

**Keywords:** pemutus tenaga, pengujian tahanan isolasi, tahanan kontak, tahanan pentanahan, keserempakan kontak

## I. PENDAHULUAN

Instalasi sistem tenaga listrik di gardu induk mempunyai beberapa peralatan sebagai pendukung kerjanya. Untuk menjaga keandalan dan keamanan peralatan tersebut, perlu adanya pemeliharaan secara berkala atau rutin. Pemeliharaan merupakan salah satu hal terpenting yang harus diperhatikan dalam pengoperasian sistem transmisi tenaga listrik [1].

Gardu Induk Tallasa memiliki 4 bay penghantar, 3 bay trafo dan 1 bay kopel. Bay penghantar punagaya 2 merupakan salah satu jalur yang mensuplai energi listrik dari Gardu Induk Pungaya ke Gardu Induk Tallasa. Pemutus tenaga (PMT) bay Punagaya menggunakan merk Magrini Galileo, tipe LTB 170 D1 dengan penggerak pegas serta media pemadam busur api dengan menggunakan gas SF<sub>6</sub>. Pabrikan pemutus tenaga (PMT) ini berasal dari Jerman yang diproduksi pada tahun 1994. Serta dioperasikan (*energize*) pertama kali di Gardu Induk Tallasa pada tahun 1995.

Beberapa penelitian yang telah membahas keandalan dari PMT antara lain yaitu [2]–[4]. Ketiga penelitian ini, dalam membandingkan pengukuran pengujian dengan menggunakan buku standar PLN (O&M P3B PMT/001.01 Tahun 2009), untuk menguji kelayakan kinerja PMT. Pada makalah ini, hasil pengujian akan dibandingkan dengan Surat Keputusan Direksi No 520 tahun 2014 tentang

pemeliharaan pemutus tenaga yang dikeluarkan oleh PT. PLN (Persero)

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana keandalan dan kelayakan pemutus tenaga (PMT) bay Punagaya di Gardu Induk Tallasa setelah dilakukan pemeliharaan dua tahunan. Dengan ini diharapkan dapat mengetahui pengaruh pemeliharaan secara berkala terhadap keandalan pemutus tenaga (PMT) dengan membandingkan hasil pengujian dari tahun 2018 sampai dengan 2020.

## II. KAJIAN LITERATUR

Pemutus tenaga (PMT) adalah saklar mekanis yang mampu mengalirkan dan memutus arus beban dalam keadaan normal maupun dalam keadaan abnormal/gangguan sesuai dengan kapasitasnya. Pemutus tenaga merupakan saklar mekanis yang dirancang untuk melihat kondisi dan titik kerusakan pada gardu induk [5]. PMT akan bekerja saat terjadi gangguan, PMT akan membuka (*open*) saat terjadi gangguan hubung singkat pada sistem transmisi di gardu induk [5]. Jika saat terjadi kerusakan dan PMT tidak bekerja maka bisa mengakibatkan adanya kerusakan pada peralatan lain. Karena itu PMT memiliki peralatan yang penting karena jika tidak bisa maka dapat mengganggu pelayanan terhadap masyarakat. Dengan demikian, diharapkan adanya perawatan rutin secara berkala peralatan listrik dapat bekerja lebih lama dengan performa maksimal, sehingga konsumen dapat terlayani dengan baik.

Pengukuran tahanan isolasi pemutus tenaga (PMT) adalah proses pengukuran dengan suatu alat ukur untuk memperoleh nilai tahanan isolasi pemutus tenaga antara bagian yang diberi tegangan (fasa) terhadap badan (*case*) yang ditanahkan maupun antara terminal atas dengan terminal bawah pada fasa yang sama. (Buku Pedoman Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT) No dokumen : PDM/PGI/07:2014;PT PLN (Persero)).

Berdasarkan [6] pengujian tahanan kontak dilakukan untuk mengetahui nilai resistansi pada pemutus tenaga (PMT) yang diakibatkan adanya titik-titik sambungan yang menyebabkan timbulnya rugi-rugi daya. Semakin besar nilai tahanan kontak maka akan semakin besar rugi daya yang ditimbulkan. Rangkaian tenaga listrik sebagian besar terdiri dari banyak titik sambungan. Sambungan adalah dua atau lebih permukaan dari beberapa jenis konduktor bertemu secara fisik sehingga arus/energi listrik dapat disalurkan tanpa hambatan yang berarti. Pertemuan dari beberapa konduktor menyebabkan suatu hambatan/resistan terhadap arus yang melaluinya sehingga akan terjadi panas dan menjadikan kerugian teknis. Rugi ini sangat signifikan jika nilai tahanan kontak tinggi.

Pengujian keserempakan kontak pemutus tenaga (PMT) dilakukan untuk mengetahui waktu kerja PMT secara individu serta untuk mengetahui keserempakan kontak saat membuka maupun menutup. Pemutus tenaga *bay* Punagaya menggunakan tipe *single pole* dengan tujuan apabila terjadi gangguan satu fasa ke tanah PMT dapat trip satu fasa dan dapat *reclose* satu fasa. Saat terjadi gangguan pada penghantar fasa-fasa atau tiga fasa maka PMT harus trip tiga fasa secara serentak. Apabila PMT tidak dapat trip secara serentak akan menyebabkan gangguan pada sistem yang ada di gardu induk [6].

Peralatan ataupun titik netral sistem tenaga listrik yang dihubungkan ke tanah dengan suatu pentanahan yang ada di Gardu Induk dimana sistem pentanahan tersebut dibuat di dalam tanah dengan struktur bentuk *mesh*. Nilai tahanan Pentanahan di Gardu Induk bervariasi besarnya nilai tahanan tanah dapat ditentukan oleh kondisi tanah itu sendiri, misalnya tanah kering tanah cadas, kapur, dsb tahanan tanahanya cukup tinggi nilainya jika dibanding dengan kondisi tanah yang basah. Semakin kecil nilai pentanahannya maka akan semakin baik [6].

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Instrumen Penelitian

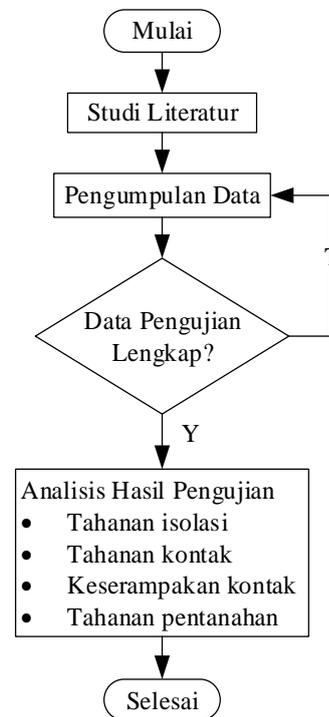
Pada penelitian instrumen yang digunakan meliputi

- a. *Insulation Tester*; merupakan alat yang biasa digunakan untuk mengukur nilai tahanan atau resistansi dari isolasi yang membungkus bahan penghantar yang digunakan pada kabel listrik. Mikro ohmmeter ; kegunaan umum dari alat tersebut adalah, untuk menilai resistansi.

- b. *Earth Tester* ; alat untuk mengukur nilai resistansi dari pentanahan.
- c. *Circuit Breaker Analyzer* ; instrumen yang mengukur parameter pemutus sirkuit.

#### B. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



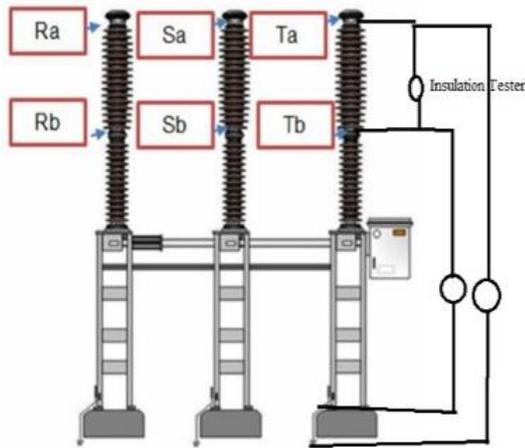
Gambar 1. Prosedur penelitian.

#### C. Teknik Pengujian

- 1) Pengujian tahanan isolasi Rangkaian pengujian tahanan isolasi, ditunjukkan pada Gambar 2.

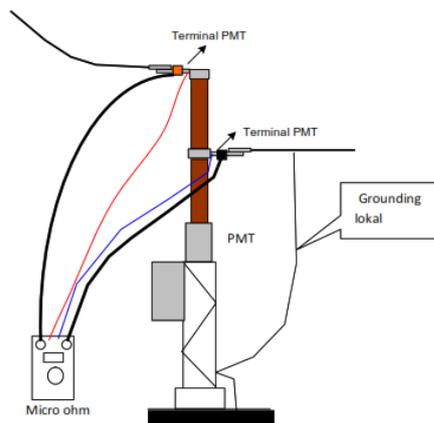
Prosedur pengukuran pengujian tahanan isolasi adalah

- a) Melakukan pengukuran tahanan isolasi PMT kondisi terbuka (*open*) antara lain:
  - (1) Terminal atas ( Ra, Sa, Ta ) terhadap *Cashing (body)*/ tanah.
  - (2) Terminal bawah ( Rb, Sb, Tb) terhadap *cashing (body)*/ tanah
  - (3) Terminal fasa atas – bawah (Ra – Rb, Sa – Sb, Ta-Tb).
- b) Melakukan pengukuran tahanan isolasi PMT kondisi tertutup (*closed*) antara lain :
  - (1) Terminal fasa R/merah (Ra + Rb) terhadap tanah
  - (2) Terminal fasa S / kuning (Sa + Sb) terhadap tanah
  - Terminal fasa T / Biru (Ta + Tb) terhadap tanah.



Gambar 2. Rangkaian pengukuran tahanan isolasi.

- 2) Pengujian tahanan kontak  
Rangkaian pengujian tahanan isolasi, ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.

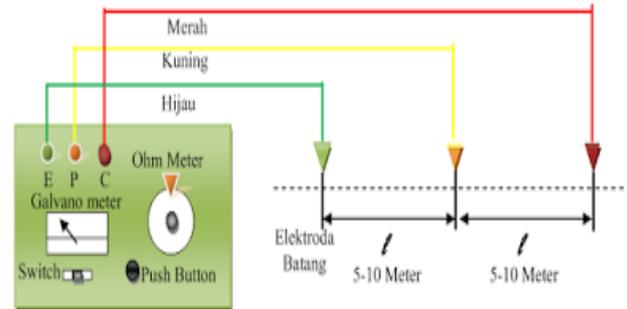


Gambar 2. Rangkaian pengukuran Tahanan kontak di switchyard.

- Prosedur pengukuran pengujian tahanan isolasi adalah
- Menghubungkan Objek yang akan di ukur ke tanah.
  - Menyambungkan terminal (+) dan (-) ke terminal kedua sisi alat yang akan diukur (obyek).
  - Menghubungkan kabel ukur mVolt sedekat mungkin dengan obyek yang akan diukur.
  - Memosisikan saklar on/off ke posisi on.
  - Memilih saklar pada skala 200 ampere dan hasilnya 2x.
  - Mengatur pembangkit arus sehingga display menunjuk angka 100ampere.
  - Menekan saklar pengubah dari ampere ke ohm.
  - Mencatat penunjukan dan di kalibrasikan terhadap skala pembatas.

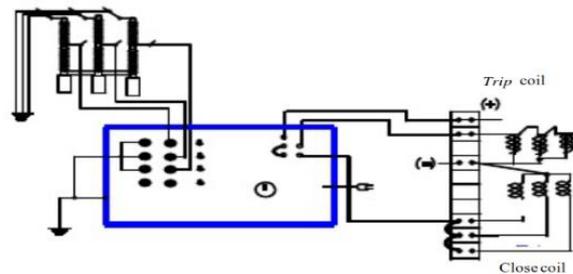
- 3) Pengujian tahanan pentanahan  
Rangkai kabel warna merah, kuning, hijau pada terminal C, P dan E yang ada dialat ukur tersebut, kemudian ujung kabel dirangkai ke alat Bantu pentanahan 2[dua] batang besi yang diberi kode C1 dan P1, sedangkan ujung

kabel warna hijau disambung pada kaki tower, kawat tanah ditanam segaris lurus (seperti pada Gambar 24).



Gambar 3. Rangkaian alat ukur tahanan pentanahan.

- 4) Pengujian keserempakan kontak  
Rangkaian pengujian tahanan isolasi, ditunjukkan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 4. Rangkaian Uji keserempakan.

- Prosedur pengukuran pengujiannya adalah
- Closing Time (Kondisi PMT off / Open)**
    - Posisikan *switch Sequence* pada ( C / Close )
    - Nyalakan *Switch Power*
    - Tekan tombol *ready* hingga lampu LED *ready* menyala.
    - Putar *Switch start*
    - Tunggu sampai beberapa saat hingga printer mencetak
  - Opening Time (Kondisi PMT On / Close)**
    - Posisikan *switch sequence* pada ( O / Open )
    - Nyalakan *switch power*
    - Tekan tombol *ready* hingga lampu LED *ready* menyala
    - Putar *switch start*
    - Tunggu beberapa saat hingga printer mencetak

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Teknik Pengujian

Pengujian tahanan isolasi merupakan proses pengukuran menggunakan suatu alat ukur untuk memperoleh nilai tahanan isolasi pemutus tenaga pada bagian yang diberi tegangan (fasa) terhadap tanah maupun antara terminal atas dengan terminal bawah. Semakin besar nilai tahanan isolasinya maka akan semakin baik. Jika nilai tahanan isolasinya rendah ditakutkan akan adanya kegagalan isolasi pada pemutus tenaga. Proses pengukuran tahanan isolasi dilakukan sesuai prosedur

yang sudah ada, yang pertama adalah pemasangan pentanahan lokal (*local grounding*) kemudian pembersihan permukaan *porcelain bushing* setelah itu baru dilakukan pengukuran tahanan isolasi dalam kondisi terbuka (*open*) dan kondisi tertutup (*close*). Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

**B. Pengujian Tahanan Kontak**

Pengujian tahanan kontak dilakukan untuk mengetahui nilai resistansi pada PMT yang diakibatkan adanya titik-titik sambungan yang menyebabkan timbulnya

rugi-rugi daya. Semakin kecil nilai tahanan kontak maka akan semakin kecil rugi daya yang ditimbulkan. Berikut adalah tabel hasil pengujian tahanan kontak dalam beberapa periode pemeliharaan pada Bay Punagaya. Prinsip dasarnya adalah sama dengan alat ukur tahanan murni (Rdc), tetapi pada tahanan kontak arus yang dialirkan lebih besar 100A. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Data hasil pengukuran tahanan isolasi

Titik Ukur	Fasa R ( MΩ)			Fasa S ( MΩ)			Fasa T ( MΩ)		
	Standar	Tahun lalu	Hasil Ukur	Standar	Tahun 2019	Hasil Ukur	Standar	Tahun 2019	Hasil Ukur
Atas Bawah (MΩ) PMT OFF	1KV/1MΩ	60310	58200	1KV/1MΩ	4411	4820	1KV/1MΩ	259000	248000
Atas – Tanah (MΩ) PMT OFF		11020	10100		4331	4260		124100	103000
Bawah – Tanah (MΩ) PMT OFF		40130	31300		32191	33121		319000	309000

Tabel 2. Hasil pengukuran tahanan kontak.

Titik Ukur	Fasa R ( μΩ)			Fasa S ( μΩ)			Fasa T ( μΩ)		
	Standar	Tahun 2019	Hasil Ukur	Standar	Tahun 2019	Hasil Ukur	Standar	Tahun 2019	Hasil Ukur
Atas Bawah (PMT posisi ON)	75			75			75		
100 A		36	41		60	38		30	49
200 A		34	25		55	20		33	28

Tabel 3. Hasil pengujian tahanan pentanahan.

Titik Ukur	Standard (Ω)	Tahun Lalu (Ω)	Hasil Ukur (Ω)
Terminal Pentanahan	≤ 1	0,58	0,64

Tabel 4. Data hasil pengujian keserempakan kontak.

Pengukuran	Fasa R (ms)			Fasa S (ms)			Fasa T (ms)		
	Standar	Tahun 2019	Hasil Ukur	Standar	Tahun 2019	Hasil Ukur	Standar	Tahun 2019	Hasil Ukur
Close	120	71	66	120	70	66	120	71	70
Open	120	41	35	120	38	35	120	39	17

**C. Pengujian Tahanan Pentanahan**

Titik netral peralatan dalam sistem tenaga listrik akan dihubungkan ke tanah pada sistem pentanahan yang ada di gardu induk. Sistem pentanahan yang ada di gardu induk Tallasa dibuat dalam tanah dengan struktur berbentuk *mesh*. Nilai tahanan pentanahan di gardu induk sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah. Semakin kecil nilai

pentanahannya maka akan semakin baik. Berikut adalah data hasil pengukuran tahanan pentanahan pemutus tenaga bay Punagaya di Gardu Induk Tallasa. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.

**D. Pengujian Keserempakan Kontak**

Pengujian keserempakan kontak pemutus tenaga (PMT) dilakukan untuk mengetahui waktu kerja PMT

secara individu serta untuk mengetahui keserempakan kontak saat membuka maupun menutup. Pemutus tenaga bay Punagaya menggunakan tipe *single pole* dengan tujuan apabila terjadi gangguan satu fasa ke tanah PMT dapat trip satu fasa dan dapat *reclose* satu fasa. Saat terjadi gangguan pada penghantar fasa-fasa atau tiga fasa maka PMT harus trip tiga fasa secara serentak. Apabila PMT tidak dapat trip secara serentak akan menyebabkan gangguan pada sistem yang ada di gardu induk. Berikut adalah data hasil pengujian keserempakan pemutus tenaga (PMT) bay Punagaya dalam beberapa 2 periode pemeliharaan. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.

Berdasarkan standar SPLN No 52-1 1984 waktu maksimum membuka dan menutup kontak PMT untuk sistem 150 kV selama 120 mili detik. Didasarkan dari tabel 4.4 kinerja PMT pada tahun 2019 dan 2020 masih bagus karena masih sesuai standar yang ditetapkan. Waktu kerja kontak PMT pada saat *open* lebih cepat daripada waktu kerja PMT pada saat *close*. Kemudian untuk keserempakan kotak dapat dihitung dengan membandingkan selisih nilai tertinggi dengan nilai terendah. Berdasarkan standar yang telah ditetapkan selisih waktu yang diizinkan adalah < 10 mili detik. Dengan menggunakan persamaan<sup>1</sup> keserempakan kontak PMT pada tahun 2019 dan 2020 adalah sebagai berikut.

Tahun 2019

$$\Delta t_{close} = 71 \text{ ms} - 70 \text{ ms} = 1 \text{ ms}$$

$$\Delta t_{open} = 41 \text{ ms} - 38 \text{ ms} = 3 \text{ ms}$$

Tahun 2020

$$\Delta t_{close} = 70 \text{ ms} - 66 \text{ ms} = 4 \text{ ms}$$

$$\Delta t_{open} = 39 \text{ ms} - 35 \text{ ms} = 4 \text{ ms}$$

Berdasarkan perhitungan diatas pada tahun 2019 selisih waktu keserempakan kontak pada saat *open* lebih besar daripada *close* sebesar 2 ms. Pada tahun 2020 selisih waktu keserempakan kontak pada saat *open* sama-sama memiliki nilai *close* sebesar 4 ms. Hal tersebut tentunya harus dilakukan perawatan yang dilakukan secara terus-menerus agar tetap terjaga dengan baik keserempakan PMT. Jika terdapat nilai yang tidak memenuhi standar yang diizinkan < 10ms maka, perbaikan dapat dilakukan dengan melakukan beberapa pemeriksaan, diantaranya adalah pemeriksaan tegangan kerja, pemeriksaan koil, pemeriksaan auxiliary contact/kontaktor, penggantian part mekanik yang rusak, pemeriksaan roda penggerak dan perbaikan mekanik penggerak. Perbedaan selisih waktu yang terlalu lama akan mengakibatkan adanya lonjakan arus maupun tegangan pada fasa lainnya yang akan menyebabkan rusaknya peralatan lain seperti PMS, trafo dan *lightning arrester* yang terhubung pada PMT tersebut. Pemeliharaan secara berkala dengan melakukan pengujian keserempakan kontak PMT sangat diperlukan agar PMT dapat bekerja secara serempak dan dalam waktu yang cepat, sehingga kerusakan peralatan yang disebabkan tidak serempaknya PMT saat menutup (*close*) maupun membuka (*open*) dapat diminimalisir.

## V. KESIMPULAN

Pengujian tahanan isolasi, tahanan pentanahan dan pengujian keserempakan kontak PMT periode tahun 2019 sampai 2020 nilainya berbeda – beda dan masih di bawah standar yang ditentukan. Pengujian tahanan kontak periode tahun 2019 sampai 2020 khususnya fasa S yang dimana nilai  $60\mu\Omega$  dan mendekati standar yang telah ditentukan. Nilai tahanan kontak tinggi dipengaruhi oleh beberapa yaitu kondisi klem PMT korosif, kondisi kotor (berdebu) dan kondisi sambungan klem kurang kencang. Adapun dari keserempakan kontak pada tahun 2019 selisih waktu keserempakan kontak pada saat *open* lebih besar daripada *close* sebesar 2 ms. Pada tahun 2020 selisih waktu keserempakan kontak pada saat *open* sama-sama memiliki nilai *close* sebesar 4 ms.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Staf PT. PLN (Persero) ULTG Jeneponto, atas kesediaannya mengikutkan penulis dalam proses pengukuran dan *sharing* data

## REFERENSI

- [1] A. P. Alam dan S. T. Aris Budiman, “Analisis Pengujian Pemutus Tenaga Bay Kedungombo 2 Dalam Pemeliharaan Dua Tahunan Di Gardu Induk Purwodadi,” Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.
- [2] I. Pranomo dan A. Supardi, “Analisis Pengujian Pemutus Tenaga Bay Gondangrejo 2 Dalam Pemeliharaan Dua Tahunan di Gardu Induk Palur,” Universitas Muhammadiyah Surakarta, Semarang, 2019.
- [3] R. L. Imani, S. Suprijadi, dan A. Siswanto, “Analisis Hasil Over Houl Pemutus Tenaga (Pmt) 70Kv Pada Bay Arjawinangun 2 Di Pt Pln Persero App Cirebon Gi Kadipaten,” *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)*, vol. 1, no. 1, hal. 618–625, 2018.
- [4] A. Goeritno dan B. I. Syaputra, “Kelayakan Operasi Pemutus Tenaga (PMT) Tegangan Ekstra Tinggi Bermedia Gas Sulphur Hexaflourite (Sf6) Berdasarkan Kualitas Gas, Keserempakan Titik Titik Kontak, dan Parameter Resistans,” *di JUTEKS (Jurnal Teknik Elektro dan Sains)*, vol. 1, no. 1, hal. 1–7, 2014.
- [5] D. I. Amrapali dan W. Kandtikar, “Electronic circuit breaker,” *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) Volume*, vol. 4, 2017.
- [6] PT. PLN (Persero), “Buku Pedoman Pemeliharaan Pemutus Tenaga,” dalam *Nomor Dokumen : PDM/PDGI/07.2014*, Jakarta: PT. PLN (Persero), 2014.