



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 3 Tahun 2024 Page 9253-9264

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

## Kelayakan Pemisah (Disconnect Switch) 500 Kv Berdasarkan Hasil Uji Tahanan Isolasi Dan Tahanan Kontak Pada Pltu Buton Adipala

Wisnu Kuncoro Jati Rochman

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang

Email: [2010631160127@student.unsika.ac.id](mailto:2010631160127@student.unsika.ac.id)

### Abstrak

Pemeliharaan instalasi gardu induk sangat penting untuk mengoptimalkan fungsi peralatan, keselamatan pekerja dan penyaluran industri listrik. Pemeliharaan peralatan gardu induk merupakan bagian penting dari manajemen untuk pembangkit listrik dan transmisi. Pemeliharaan peralatan jaringan memainkan peran penting dalam meningkatkan kesehatan perangkat dan menjamin keamanan jaringan listrik. Disconnecting switch atau juga yang disebut pembatas merupakan salah satu komponen penting yang ada di gardu induk. Meskipun struktur dan prinsip operasional dari pemisah relatif sederhana namun pemisah memainkan peranan penting di gardu induk dalam hal desain, konstruksi dan operasi yang aman.

Kata Kunci: *Pemeliharaan, Jaringan Listrik, Gardu Induk*

### Abstract

Maintenance of substation installations is very important to optimize equipment function, worker safety and industrial electricity distribution. Substation equipment maintenance is an important part of management for power generation and transmission. Maintenance of network equipment plays an important role in improving the health of devices and ensuring the security of the power grid. Disconnecting switches or also called limiters are one of the important components in the substation. Although the structure and operational principle of the separator are relatively simple, the separator plays an important role in the substation in terms of design, construction and safe operation.

Keyword: *Maintenance, Electrical Network, Substation*

## PENDAHULUAN

Pemeliharaan ditujukan untuk mencapai kinerja perangkat dengan cara meningkatkan pengoperasian peralatan dan mengurangi biaya pemeliharaan. Model pemeliharaan tersebut sangat penting karena dapat memberikan pemahaman yang lebih pada metode perawatan yang berbeda dengan menentukan pemeriksaan yang paling efektif dari segi biaya maupun frekuensi pemeliharaan. Tujuan dasar pemeliharaan seperti ini yaitu untuk mencapai keseimbangan optimal antara sumber daya dan manfaat pemeliharaan.

Mekanisme pemeliharaan (maintenance) pemisah di gardu induk dapat dilakukan seperti memeriksa isolasi dan penahan kontak, mengontrol pemeriksaan motor dan pasokan listrik secara berkala, memberikan pelumas pada engsel pemisah, memeriksa semua mur, baut, klem dan bagian lain agar diperketat atau dikencangkan dan disesuaikan, serta isolator harus dibersihkan dan diperiksa apakah ada suatu keretakan atau tanda-tanda kerusakan lainnya. Dalam pengoperasian distribusi listrik yang sebenarnya, pemutusan saklar atau pemisah berada di bawah pengaruh lingkungan yang keras dan kondisi iklim yang kompleks. Pada saat terjadi peningkatan waktu pengoperasian yang lebih dari biasanya, terkadang sering terjadi overheat. Ketika menjadi overheat beban yang pada switch harus dibatasi. Kasus-kasus seperti ini dapat mempengaruhi keselamatan pengoperasian jaringan daya yang aman dan memenuhi pasokan listrik. Pemisah yang mengalami kerusakan pastinya berpengaruh pada proses pemeliharaan, kemudian berdampak pada biaya tenaga kerja yang semakin meningkat. Maka pentingnya pemeliharaan (maintenance) pada alat komponen khususnya pemisah harus dilakukan secara rutin dan teratur agar dapat memaksimalkan kinerja dan usia pemisah tersebut. Selain itu jika pemeliharaan komponen terkhususnya pemisahan dilakukan dengan baik maka akan meminimalisir terjadinya gangguan ataupun kerusakan pada sistem distribusi listrik di gardu induk. Pemeliharaan (maintenance) pemisahan di gardu induk terbagi menjadi 3 macam inspeksi yaitu inspeksi level 1 yaitu inspeksi atau pengecekan yang dilakukan dengan menggunakan panca indera dengan pelaksanaan periode tertentu dalam keadaan peralatan bertegangan.

Pemeliharaan inspeksi level 2 yaitu inspeksi/pengecekan yang dilakukan dengan menggunakan alat uji atau alat ukur dalam pelaksanaan pada periode tertentu. Tahapan inspeksi level 2 menghasilkan gambaran lebih lanjut untuk justifikasi kondisi, serta menentukan pemeliharaan lebih lanjut. Inspeksi level 3 yaitu inspeksi/pengecekan yang dilakukan dengan cara shut down atau dibongkar. Inspeksi level 3 merupakan tahap akhir pada metode evaluasi pemeliharaan. Hasil inspeksi level 3 juga menghasilkan rekomendasi akhir tindak lanjut yang berupa program perpanjangan umur dan rencana pengembangan aset, seperti retrofit (rekondisi), refurbish (perbaikan), penggantian (penggantian

komponen) atau penggantian baru.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah serangkaian kegiatan, peraturan dan prosedur yang digunakan oleh penulis dalam mengelola penelitian pada disiplin ilmu tertentu. Metode yang digunakan dalam pelaksanaan kerja praktik adalah dengan metode partisipatif dimana penulis ikut berpartisipasi dalam setiap kegiatan yang ada di PLTU Buton Adipala. Selain itu, menurut Wahid, studi kasus bertujuan untuk memberikan deskripsi utuh tentang objek penelitian. Dalam proses ini, peneliti terlibat langsung dalam meninjau kegiatan yang ada di PLTU Buton Adipala untuk dapat menentukan bagaimana prosedur atau SOP pekerjaan yang ada di PLTU Buton Adipala.

Sumber data dalam penelitian ini dibagi menjadi dua jenis yaitu primer dan sekunder. Data primer diperoleh dengan observasi, wawancara, dan dokumentasi. Data primer didapatkan secara langsung pada saat penulis melakukan program laporan kerja praktik pada PLTU Buton Adipala. Adapun penulis memperoleh data berdasarkan kegiatan pekerjaan yang penulis lakukan selama kerja praktik.

Sementara data sekunder diperoleh dengan kajian kepustakaan (library research) dari artikel, jurnal, maupun buku-buku yang dianggap masih relevan dengan topik penelitian. Data Sekunder didapatkan lewat literatur serta referensi lainnya yang tentunya berkaitan dengan tugas akhir penulis, mulai dari buku yang masih berkaitan dengan topik yang terdapat dalam penulisan ini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Tahanan Isolasi Pada PLTU Buton Adipala

Pengujian tahanan isolasi PMS penting agar dapat mengetahui nilai arus bocor yang terjadi antara bagian yang bertegangan, terminal input dan terminal Keluaran terhadap tanah. Pengujian tahanan isolasi dapat dipengaruhi oleh suhu, kelembaban, dan jalur bocor atau juga kerak kotoran pada bushing sehingga berdampak pada nilai tahanan isolasi sebenarnya.



*Gambar 4. 1 Pengujian Tahanan Isolasi Pada PLTU Buton Adipala*

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Cara untuk mengetahui bahwa PMS aman untuk diberi tegangan dengan mengukur tahanan isolasinya. Arus bocor yang memenuhi ketentuan yang ditetapkan akan memberikan jaminan untuk PMS sehingga terhindar dari kegagalan isolasi. Pengukuran tahanan isolasi dilakukan dengan alat insulation tester . Insulation tester banyak macamnya masing-masing memiliki spesifikasi yang berbeda antara yang satu dengan yang lainnya mulai dari tipe sederhana, menengah sampai dengan yang canggih. Tampilannya juga banyak macamnya mulai dari tampilan analog, semi digital dan digital murni. Pada Front Panel ada yang sederhana dan ada juga yang canggih. Tapi seluruhnya memiliki prinsip kerja yang sama.



*Gambar 4. 2 Insulation Tesser*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Fungsi-fungsi tombol pada alat insulation tester:

1. Saklar pilih (Selector Switch): tegangan uji megger, uji tegangan. Baterai dan pemutus pasokan.
2. Range: pilihan jangkau batas skala pengukuran.
3. Tambol  $\Omega$  LED indikator: LED nyala hijau pengukuran benar, LED mati = pengukuran salah, baterai terlalu lemah.
4. LED nyala: pilihan jangkau batas skala sampai dengan T $\Omega$  (Tera Ohm) terpilih.
5. LED nyala: pilihan jangkau-batas skala sampai dengan 100 M $\Omega$  (Mega Ohm) terpilih

- Skrup koreksi: pengaturan (koreksi) posisi jarum penunjuk pada angka 0.
6. Selector switch (saklar pilih): pengukuran tegangan atau tahanan isolasi.
  7. Analog display: Papan/plat skala penunjukan.
  8. Test prob (-): Kabel pengukuran kutub negatif.
  9. Test prob (+): Kabel pengukuran kutub positif.
  10. Tempat penyimpanan jack konektor kabel.

Hal-hal yang dapat menimbulkan kerusakan pada alat uji apabila alat uji tersebut dipakai untuk mengukur objek pada lokasi yang tegangan induksi listrik di sekitarnya sangat tinggi atau masih adanya muatan residual pada belitan atau kabel. Langkah untuk menetralkan tegangan induksi dengan menghubungkan alat uji dan PMS ke tanah sehingga induksinya hilang.

Tahapan-tahapan menggunakan alat uji insulation tester :

1. Pemasangan Baterai

Sebelum membuka tutup tempat baterai pastikan dulu saklar selector switch pada posisi volt (V) dan saklar pilihan pada posisi mati. Uji kondisi baterai: Setelah baterai terpasang saklar diposisikan pada plat Normally Open skala menunjuk tegangan baterai.

2. Uji hidup/mati dan Fungsi Skrup Koreksi

Bila saklar selector switch pada posisi Ohm ( $\Omega$ ) dan saklar pilihan tidak pada posisi mati berarti alat ukur habis dipakai tetapi belum mati. Kondisi yang benar bila alat tidak dipakai posisi saklar ke posisi volt (V) dan saklar pilihan di posisi mati. Skrup koreksi berfungsi untuk koreksi posisi jarum penunjuk agar tepat pada angka nol (0). Pengaturan dilakukan dalam kondisi alat uji mati dan skrup koreksi diputar arah ke kiri atau ke kanan sehingga jarum tepat menunjuk angka nol.

3. Plat Skala (Analog Display)

Lampu LED pada sisi kanan plat skala adalah indikasi batas jangkauan pilihan skala. Lampu indikasi Ohm ( $\Omega$ ) LED akan menyala bila pengujian tahanan isolasi adalah benar, dan bila tidak menyala berarti rangkaian pengukuran salah atau saat test tegangan ada yang salah.

4. Pengukuran Tegangan Arus Searah Dan Arus Bolak Balik

Tegangan arus searah dan arus bolak balik dengan frekuensi 15 sampai dengan 500 hz dapat diukur dengan alat ini. Pengukuran tegangan dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi tegangan induksi yang masih ada dan secara otomatis berfungsi sebagai rangkaian discharge muatan induksi sebelum pengukuran tahanan isolasi. Turunnya tegangan dapat dipantau dari jarum penunjukan yang bergerak ke angka nol.

Tahapan pengujian tegangan pada alat insulation tester:

1. Posisikan saklar selektor switch pada posisi volt (V).
2. Periksa jarum penunjukan skala, bila belum tepat pada posisi angka nol maka diatur dengan skrup koreksi.
3. Posisikan saklar pilihan pada batas angka yang sesuai, dan untuk amannya saklar pilihan diposisikan mati.
4. Hubungkan kedua prob pada titik ukur.
5. Nilai pengukuran bisa dilihat pada skala.

Prosedur Pengukuran pada alat insulation tester:

1. Posisikan saklar selektor switch pada Ohm ( $\Omega$ ).
2. Atur batas-jangkauan skala  $10\text{ k}\Omega$  -  $1\text{ T}\Omega$  atau  $100\text{ k}\Omega$  -  $100\text{ M}\Omega$  dengan menekan tombol pilihan batas jangkauan "RANGE"
3. Pilih tegangan uji megger dengan nominal  $100\text{ V}$ ,  $250\text{ V}$ ,  $500\text{ V}$ ,  $1.000\text{ V}$ ,  $1.500\text{ V}$ ,  $2.000\text{ V}$ ,  $2.500\text{ V}$  atau  $5.000\text{ V}$  dengan memindah posisi saklar pilihan sesuai dengan kebutuhan. Bila lampu LED menyala menandakan batas jangkauan atas skala  $10\text{ k}\Omega$  -  $1\text{ T}\Omega$  tercapai.
4. Hubungkan titik ukur dengan kedua prob (+) dan (-) dan ditunggu sampai dengan jarum penunjukan berhenti bergerak. Gerak ayun jarum tergantung pada obyek yang diukur tahanan isolasinya dan berkisar antara beberapa saat setelah terjadi kontak sampai dengan 30 detik atau lebih. Pembacaan nilai tahanan yang optimal adalah posisi jarum setelah tombol "ON" ditekan ditambah 1 menit. Hasil pengukuran bisa dibaca pada skala bagian atas Jika lampu LED Ohm ( $\Omega$ )

Menyala hijau maka nilai pengukuran tahanan isolasi benar. Untuk melindungi keamanan alat ukur insulation tester maka pada awal pengukuran dipilih batas jangkauan skala  $100\text{ k}\Omega$  -  $100\text{ M}\Omega$ , melalui tombol "RANGE" Dan lampu LED akan menyala. Ketentuan saat melakukan pengujian tahanan isolasi pada setiap fasanya :

1. Melakukan pengukuran tahanan isolasi PMS kondisi terbuka (open):
  - a. Terminal atas (Ra, Sa, Ta) tanah.

Tabel 4. 1 Data Pengujian Tahanan Isolasi PLTU Buton Adipala Tahun 2023

Tahanan Isolasi(MΩ) <span style="border: 1px solid green; padding: 2px;">5000V</span> <span style="border: 1px solid green; padding: 2px;">0 -&gt; 1000 GΩ</span> Megger : 5000V Standard KV/1 MΩ						
Titik Ukur	Fasa R		Fasa S		Fasa T	
	Tahun Lalu	Hasil Ukur	Tahun Lalu	Hasil Ukur	Tahun Lalu	Hasil Ukur
1. Atas – Tanah PMS MATI	150,000	149,000	180,700	169,000	170,100	190,000

(Sumber : PT PLN (PERSERO))

Setelah nilai tahanan isolasi didapat dari alat ukur lalu dihitung arus bocornya pada tiap fasa, dengan cara tegangan dibagi arus bocornya :

1. Perhitungan arus bocor titik ukur atas – tanah

$$\text{Fasa R : Arus bocor (I)} = \frac{5000 \text{ V}}{149.000 \text{ M}\Omega} = 0,0000335 \text{ mA}$$

$$\text{Fasa S : Arus bocor (I)} = \frac{5000 \text{ V}}{169.000 \text{ M}\Omega} = 0,0000295 \text{ mA}$$

$$\text{Fasa T : Arus bocor (I)} = \frac{5000 \text{ V}}{190.000 \text{ M}\Omega} = 0,0000263 \text{ mA}$$

Dari data hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa setiap fasa memiliki nilai tahanan isolasi yang berbeda-beda. Hal ini terjadi akibat dipengaruhi oleh kondisi pada masing-masing isolator. Jika pada isolator terdapat banyak kotoran atau debu yang menempel akan mempengaruhi kemampuan pada isolasinya. Akan tetapi perbedaan nilai tersebut tidak berpengaruh kepada PMS selama hasil atau nilai yang didapat masih diatas standar yang telah ditentukan. Hasil pengujian tahanan isolasi PMS yang diperoleh pada PLTU Buton Adipala pada fasa R dan T masing-masing berada dibawah nilai 500 MΩ dan fasa S berada diatas nilai 70 MΩ dan hasil perhitungan kebocoran arus baik fasa R, S, dan T nilai yang didapat jauh dibawah nilai kebocoran arus yang dizinkan yaitu 1 kV = 1 mA.

Dari hasil nilai tahanan isolasi dan nilai kebocoran arus yang didapat, maka dapat dipastikan bahwa material isolasi yang diuji pada PMS tersebut masih dalam kondisi baik dan aman sesuai standar VDE (catalogue 228/4). Dengan nilai tahanan isolasi yang berada jauh diatas standar maka nilai kebocoran yang terjadi antara terminal atas dan ground dapat diminimalisir sekecil mungkin. Perbedaan ketika pengukuran terjadi karena saat itu terkadang posisi jipit alat uji tidak bisa maksimal atau terganjal kotoran debu yang menempel diperalatan yang diuji tidak maksimal untuk diambil nilainya.

## Pengujian Tahanan Kontak Pada PLTU Buton Adipala

Hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan pengujian tahanan kontak pada PMS yaitu kebersihan pada kontak-kontak PMS dan pemasangan kontak atas dan kontak bawahnya apakah terhubung dengan baik atau tidak. Jika tidak terpasang dengan baik atau masih adanya celah saat pengontakan kedua kontak maka celah itu dapat menyebabkan percikan api atau busur api sehingga nilai tahanan kontak pada PMS menjadi besar. Setelah dilakukannya proses pengujian pada PMS. Diuji kembali untuk memeriksa kondisi PMS apakah sudah sesuai standar atau tidak. Dan untuk tahanan kontaknya akan dilihat apakah nilainya menurun dan berada pada batas standar atau tidak.

Pengujian tahanan kontak dilakukan dengan alat uji merk MOM 690 terdiri dari sumber arus dan alat ukur tegangan dengan sistem elektronik maka. Pembacaan dapat diketahui dengan baik dan ketelitian yang digital. Digunakannya arus sebesar 100 ampere karena pembagi dengan angka 100 akan memudahkan dalam menentukan nilai tahanan kontak dan lebih cepat.

Harus diperhatikan skala yang digunakan jangan sampai arus yang didapatkan sama dengan batasan skala sehingga kemungkinan akan terjadi overload dan hasil penunjukan tidak sesuai dengan kenyataannya.



*Gambar 4. 3 Pengujian Tahanan Kontak Pada PLTU Buton Adipala*

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tahapan-tahapan pada saat pengujian tahanan kontak :

1. Pastikan PMS dalam keadaan on atau mati.
2. Menghubungkan kabel alat ukur tahanan kontak pada pole PMS.
3. Alat ukur diatur dalam posisi on dan diinjeksikan arus sebesar 100 A atau 200 A, sehingga besaran arus dan tegangan yang dihasilkan memberikan hasil berupa tahanan kontak yang telah diuji.
4. Mengembalikan PMS pada posisi open atau matisetelah pengujian selesai.





Gambar 4. 4 Alat Ukur Tahanan Kontak Merk MOM690

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tahapan-tahapan menggunakan alat ukur tahanan kontak merk Mom690:

1. Hubungkan objek yang akan diukur ke tanah.
2. Hubungkan ke tanah alat ukur yang akan digunakan.
3. Sambungkan terminal (+) dan (-) ke terminal kedua sisi alat yang akan diukur.
4. Hubungkan kabel ukur MVolt sedekat mungkin dengan objek yang akan diukur.
5. Setelah siap posisikan saklar on/matike posisi on.
6. Pilih saklar pada skala 200 ampere dan hasilnya 2x.
7. Atur pembangkit arus sehingga display menunjuk angka 100 ampere.
8. Tekan saklar pengubah dari ampere ke ohm.
9. Catat penunjukan dan diakurasikan terhadap skala pembatas

Tabel 4. 2 Data Pengujian Tahanan Kontak Pada PLTU Buton Adipala Tahun 2023

Tahanan Kontak ( $\mu\Omega$ ) Tegangan uji: 5000V Standard < 50 $\mu\Omega$						
Titik Ukur	Fasa R		Fasa S		Fasa T	
	Tahun Lalu	Hasil Ukur	Tahun Lalu	Hasil Ukur	Tahun Lalu	Hasil Ukur
1. Atas - Bawah	17	15	18	18	24	23

(Sumber : PT PLN (PERSERO))

Setelah nilai tahanan kontak diperoleh dan diketahui nilai arus injeksinya sebesar 100 A, maka rugi - ruginya adalah :

$$\begin{aligned} 1. \text{ Fase R : } W &= (100 \text{ A})^2 \times 15 \mu\Omega \\ &= 10000 \times (15 \times 0,000001\Omega) \\ &= 10000 \times 0,000015 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Fase S : } W &= (100 \text{ A})^2 \times 18 \mu\Omega \\ &= 10000 \times (18 \times 0,000001\Omega) \\ &= 10000 \times 0,000018 \Omega \\ &= 0,18 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Fase T : } W &= (100 \text{ A})^2 \times 23 \mu\Omega \\ &= 10000 \times (23 \times 0,000001\Omega) \\ &= 10000 \times 0,000023 \Omega \\ &= 0,23 \text{ W} \end{aligned}$$

Dari data hasil pengujian diatas untuk hasil tahanan kontak yang diperoleh Pada PLTU Buton Adipala baik pada fasa R, S, dan T semuanya bernilai dibawah 50  $\mu\Omega$ , berarti pada alat kontak PMS yang terpasang masih dalam kondisi baik dan aman sesuai standar IEC 60694 nilai  $R \leq 50 \mu\Omega / 120 \% \text{ Nilai FAT}$  atau nilai pengujian pabrikan. Apabila nilai yang diperoleh melebihi standar yang telah ditentukan yaitu diatas 50  $\mu\Omega$ , maka perlu dilakukan perbaikan pada klem-klem jepitan dan bersihkan pada permukaan kontak, lalu lakukan pengujian ulang. Jika dipaksakan untuk beroperasi, dikhawatirkan terjadi kerusakan pada Pemisah Rel tersebut akibat panas yang ditimbulkan oleh alat kontak.

Dari hasil perhitungan rugi-rugi daya yang diperoleh dapat dilihat bahwa kerugian yang diakibatkan adanya titik-titik sambungan pada kontak sangat kecil. Hal ini dikarenakan hasil pengujian tahanan kontak yang didapat sudah memenuhi standar yang telah ditentukan. Apabila setiap fasa nya bernilai diatas 50  $\mu\Omega$  hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti usia PMS, alat ukur, suhu lingkungan, kebersihan terminal PMS pada saat akan diuji, kontak yang tidak terhubung dengan baik, atau kelalaian teknisi. Semakin kecil nilai tahanan kontak yang dihasilkan maka semakin kecil pula rugi-rugi yang ditimbulkan. Jika nilai tahanan kontak tidak sesuai standar maka diberikan tindakan seperti pembersihan pada klem penghantar PMS, apabila nilainya masih tetap maka dilakukan pengantian.

## SIMPULAN

1. Hasil pengujian nilai Tahanan Isolasi pada Pemisah rel (PMS) 500 KV Pada PLTU Buton Adipala baik fasa R, S, dan T sudah mencapai standar yang telah ditentukan, nilai yang diperoleh dibawah 500 M $\Omega$ . Karena pada nilai Tahanan Isolasi itu sendiri maksimal 500 M $\Omega$  atau sama dengan 500 mA. Artinya isolasi masih layak digunakan dan Pemisah rel dapat bekerja dengan baik.
2. Hasil pengujian nilai Tahanan Kontak pada Pemisah rel 500 KV pada Pada PLTU Buton Adipala baik fasa R, S, dan T sudah mencapai standar yang telah ditentukan yaitu dibawah dari 50  $\mu\Omega$  Artinya alat kontak pemisah rel yang terpasang masih dalam kondisi baik dan aman.

## DAFTAR PUSTAKA

- C. Fang, W. Yan, X. Zhiwei and Y. Zili, "A Survey of Disconnecting Circuit Breaker's Application," International Conference on Smart Grid and Electrical Automation (ICSGEA), pp. 80-84, 2018.
- H. Chen, X. Zhao, M. Tan and S. Sun, "Computer vision-based detection and state recognition for disconnecting switch in substation automation," International Journal of Robotics and Automation, pp. 1-12, 2017.
- D. C. Idoniboyeobu, B. A. Wokoma and V. C. Ibanibo, "Preventive Maintenance For Substation With Aging Equipment," American Journal of Engineering Research (AJER), vol. 7, no. 4, pp. 96-101, 2018.
- M. Sivagamasundari and e. all, "Maintenance Of Connectors And Disconnectors In The EHV System," International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, pp. 2221-2226, 2013.
- D. A. RANDI, "EVALUASI HASIL PEMELIHARAAN PEMISAH DI GARDU," TK Electrical engineering. Electronics Nuclear engineering, 2020.
- P. C. A. Semesta, "Companies House," 25 January 2022. [Online]. Available: <https://companieshouse.id/cipta-agung-semesta>. [Accessed 25 05 2023].
- PT.PLN, Pedoman PMS Final, Jakarta, 2014.
- M. Imaduddin and B. Anthony, "EVALUASI PEMELIHARAAN PEMISAH (PMS) BUS 1 DAN 2 BAY KOPEL 150 KV GARDU INDUK TELUK BETUNG PT. PLN (Persero) ULTG TARAHAN," 7 October 2021. [Online]. Available: <http://eprints.polsri.ac.id/id/eprint/10101>. [Accessed 22 juni 2023].
- A. Siswanto, R. Alfian and E. Subyanta, "ANALISIS KINERJA PMS REL 2 BAY TRAFU 6MENGUNAKAN THERMOVISION METHODEDI GARDU INDUK SUNYARAGI," Jurnal

Ilmiah Foristek, vol. 11, pp. 114-121, 2021.

M. Ridho, "Prinsip Kerja RTU SCADA PT. PLN Persero Rayon Bengkalis," 2020. H. Gabriel, "Mengenal Arti dan Makna Logo PLN," shitya.id, 16 10 2022. [Online]. Available: <https://sahitya.id/arti-dan-makna-logo-pln/>. [Accessed 20 06 2023].

Somantri, Gumilar Rusliwa. "Memahami Metode Kualitatif." *Makara Human Behavior Studies in Asia* 9(2):57. 2005. doi: 10.7454/mssh.v9i2.122.

Fiantika, Feny Rita, Mohammad Wasil, dan Sri Jumiyati. 2022. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Padang: Global Eksekutif Teknologi.