

KELAYAKAN PEMUTUS TENAGA 150 KV BERDASARKAN UJI TAHANAN ISOLASI DAN TAHANAN KONTAK

Rizky Fiqliyarli Rezyan¹, Arnisa Stefanie²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
^{1,2}Jalan HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat, 41361, Indonesia

¹rizkyrezyann@gmail.com
²arnisa.stefanie@staff.unsika.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 14-05-2024
revisi : 31-05-2024
diterima : 04-06-2024
dipublish : 30-06-2024

ABSTRAK

Pemutus tenaga merupakan komponen yang sangat penting dalam infrastruktur sistem tenaga listrik yang membutuhkan pengujian tahanan isolasi dan tahanan kontak guna menjamin kerjanya yang aman dan efektif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai keberhasilan pemutus tenaga 150 kV dengan menggunakan uji tahanan isolasi dan tahanan kontak sebagai indikator. Metode pengumpulan data meliputi wawancara dengan pakar, telaah literatur, serta observasi langsung terhadap pemutus tenaga yang sedang diuji. Pengujian tahanan isolasi dilakukan dengan menggunakan alat pengujian isolasi, sementara untuk tahanan kontak digunakan alat uji MOM 690. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tahanan isolasi dan tahanan kontak dari pemutus tenaga 150 kV memenuhi standar yang ditetapkan oleh pabrikan. Dianjurkan untuk menjadwalkan pengujian secara berkala guna memastikan bahwa peralatan tetap berfungsi dengan baik. Keberadaan pengujian tahanan isolasi dan tahanan kontak dalam memelihara kinerja yang aman dan efektif dari pemutus tenaga juga ditekankan dalam penelitian ini. Dengan demikian, penelitian ini memberikan pemahaman yang komprehensif tentang pentingnya pengujian tahanan isolasi dan tahanan kontak untuk menjaga keandalan pemutus tenaga serta mencegah potensi kerusakan dan kecelakaan yang mungkin terjadi.

Kata kunci : Pemutus tenaga; pengujian; kinerja; tahanan isolasi; tahanan kontak

ABSTRACT

The circuit breaker is a crucial component in the electric power system infrastructure that requires insulation resistance and contact resistance testing to ensure its safe and effective performance. The purpose of this research is to assess the success of a 150 kV circuit breaker using insulation resistance and contact resistance tests as indicators. Data collection methods include expert interviews, literature review, and direct observation of the tested circuit breaker. Insulation resistance testing is conducted using insulation testing equipment, while contact resistance is measured using an MOM 690 test device. The research results indicate that the insulation resistance and contact resistance values of the 150 kV circuit breaker meet the standards set by the manufacturer. It is recommended to schedule periodic testing to ensure that the equipment continues to function properly. The importance of insulation resistance and contact resistance testing in maintaining the safe and effective performance of the circuit breaker is also emphasized in this study. Therefore, this research provides a comprehensive understanding of the importance of insulation resistance and contact resistance testing in maintaining the reliability of circuit breakers and preventing potential damage and accidents.

Keywords : Power circuit breakers; testing; performance; insulation resistance; contact resistance

PENDAHULUAN

Tingginya kebutuhan akan listrik menjadi suatu alasan dibutuhkannya gardu induk, dimana instrumen ini berfungsi menyalurkan listrik. Terdapat berbagai komponen didalam gardu induk, namun pada penelitian ini akan membahas mengenai pemutus tenaga (PMT). Pemutus tenaga sendiri melindungi gardu induk pada penyaluran listrik sebagai switching atau pengaman utama dan bekerja sebagai pemutus atau penghubung ketika aliran arus dalam keadaan berbeban di saluran transmisi (Deden Emil Salam, 2021). Pada penelitian sebelumnya terdapat beberapa konduktor yang mengalami hambatan terhadap arus listrik yang mengalir dan menyebabkan terjadinya panas (Farras Sumarna et al., 2021). Dengan melakukan pengujian tahanan isolasi kita mendapati nilai dari fragmen yang terhubung dengan case pada ground, fasa pada badan, dan

tegangan (Ariyanto, 2019). Di penelitian ini menunjukkan jumlah arus bocor yang mengalir melalui isolasi dapat dipengaruhi oleh keberadaan kotoran yang menempel pada insulasi serta suhu dan kelembaban di lingkungan sekitar pemutus tenaga (Robbani et al., 2020). Selain mengetahui nilai tahanan isolasi, penelitian ini juga menguji nilai tahanan kontak dengan mendapatkan nilai hambatan pada pemutus tenaga (Prabowo Darminto, 2022).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa baik pemutus tenaga 150 kV beroperasi dengan menggunakan uji tahanan isolasi dan kontak sebagai indikator utama. Pemutus tenaga 150 kV yang digunakan untuk distribusi listrik di gardu induk termasuk dalam ruang lingkup penelitian ini. Penelitian ini diharapkan memberikan gambaran menyeluruh tentang kondisi operasional pemutus tenaga, serta bagaimana pengujian tahanan isolasi dan

tahanan kontak sangat penting untuk menjaga keandalan dan keselamatan sistem tenaga listrik.

TEORI

Pemutus Tenaga

Dalam upaya perlindungan sistem daya akan adanya kegagalan, maka diperlukan adanya pemutus tenaga. Kegagalan dalam hal ini mampu berdampak pada dinamis, keseimbangan termal, dan magnetik. Ketika ditempatkan di bawah beban maka akan menjadi switchgear yang merupakan kegunaan utama perangkat ini. Saat jaringan mengalami gangguan arus, perangkat ini dapat dibuka dan ditutup (Susanto et al., 2021). Pemutus tenaga biasanya berfungsi sebagai alat untuk membuka atau menutup arus listrik dalam situasi berbeban. Mereka juga memiliki kemampuan untuk membuka atau menutup saat terjadi arus gangguan hubung singkat pada jaringan atau peralatan lainnya (Mengenal Arti Dan Makna Logo PLN - Sahitya.Id, n.d.). Jika PMT tidak berfungsi saat terjadi kerusakan, hal tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan lainnya (A. Fikri et al., 2021).



Gambar 1. Pemutus tenaga

Prinsip kerja pemutus tenaga adalah ketika dalam kondisi normal dapat digunakan oleh operator untuk berkomunikasi dan melakukan perawatan. Dalam situasi tidak normal atau gangguan, transformer arus tetap mampu mengenali adanya arus berlebihan. Setelah itu, gangguan akan ditangkap relay lalu rangkaian trip circuit akan ditutup. Setelah trip coil diberi energi, mekanik yang menggerakkan pemutus tenaga menerima instruksi relay agar terbuka, lalu pemutus tenaga mulai membuka kontak. Dengan demikian, gangguan akan hilang (Ari Susanto, 2021). Berdasarkan standar IEC (International Electrotechnical Vocabulary) 441-14-20, Circuit Breaker atau Pemutus Tenaga dapat dijelaskan sebagai perangkat mekanis yang memiliki kemampuan untuk menghubungkan, memutuskan, dan mengendalikan arus listrik dalam keadaan normal, serta untuk memutuskan arus secara otomatis dalam situasi gangguan atau kondisi abnormal seperti korsleting (Akhmad & Jamin, 2021).

Tahanan Isolasi

Terdapat sebuah tahanan diantara sepasang kawat saluran, kabel yang saling diisolasi, dan sebuah kawat saluran dengan tanah yang disebut tahanan isolasi. Grounding atau pengujian tahanan isolasi memiliki tujuan guna mendapatkan nilai tahanan akan adanya arus yang bocor diantara badan case dengan terminal atas fasa (Makkulau et al., 2018). Pengukuran tahanan isolasi dalam PMT bertujuan untuk memantau lima nilai utama kebocoran arus antara terminal input dan output terhadap tanah (Setiawan et al., 2021). Pemeriksaan secara berkala terhadap resistansi isolasi dapat dilakukan dengan menggunakan alat Megger yang memberikan pembacaan

langsung dalam satuan mega Ohm (Seminar et al., 2020).



Gambar 2. Tahanan isolasi pada pemutus tenaga

Nilai tahanan isolasi pemutus tenaga diukur dengan alat pengukur. Nilai ini dihitung antara bagian yang diberi tegangan atau fasa terhadap badan atau case yang ditanahkan dan antara terminal atas dan bawah pada fasa yang sama. Nilai yang lebih tinggi menunjukkan tahanan isolasi yang lebih baik, dan nilai yang lebih rendah menunjukkan bahwa pemutus tenaga akan mengalami kegagalan isolasi (Ariyanto, 2019). Nilai minimal suhu pengoperasian untuk tahanan isolasi pemutus tenaga yakni "1 kilo volt = 1 Mega Ohm." Jumlah diizinkan arus untuk tiap kV sama dengan 1 mA, ini sesuai dengan Buku Pemeliharaan Peralatan SE.032/PST/1984 dan standar VDE (Katalog 228/4) (Arsyi Saputra et al., 2022).

Tahanan Kontak

Bertemunya antara beberapa konduktor menghasilkan hambatan terhadap arus yang mengalir melalui mereka, yang mengakibatkan terjadinya panas dan menyebabkan kerugian teknis (Abadi et al., 2022). Banyaknya titik sambungan yang akhirnya menjadi suatu rangkaian tenaga listrik disebut tahanan kontak. Pengertian sambungan merujuk ketika bertemunya dua fisik konduktor yang

mana mengalirkan arus dengan tidak adanya hambatan yang mengganggu (Badruzzaman & Stefanie, 2021).



Gambar 3. Tahanan kontak pada pemutus tenaga

Pemeriksaan tahanan kontak dilakukan untuk menentukan nilai resistansi (R) dalam rentang dari mili-ohm hingga mikro-ohm (M. M. Fikri et al., 2021). Prinsip dasar tahanan kontak mirip dengan alat pengukur resistansi murni (R_{dc}), di mana pada kontak yang tertutup atau terhubung mengalirkan arus listrik searah (DC) (Cahyani & Stefanie, 2024). Ketika kaidah Hukum Ohm = $I \times R$ terpenuhi oleh tahanan konduktor, maka sambungan konduktor dengan pemutus tenaga dianggap sebagai tahanan kontak. Prinsipnya hampir sama dengan alat ukur tahanan murni, tetapi pada tahanan kontak, arus yang dialirkan lebih besar $I = 100$ amperemeter. Oleh karena itu, sangat penting untuk menjaga tahanan kontak agar nilainya memenuhi syarat sebagai tahanan kontak. Karena pembagi 100 amp akan memudahkan untuk menghitung nilai tahanan kontak dan lebih cepat, gunakan arus 100 amp. Harap diperhatikan bahwa arus yang dihasilkan tidak sama dengan batasan skala. Jika tidak, kemungkinan akan terjadi overload dan hasilnya tidak sesuai dengan kenyataannya (Prabowo Darminto, 2022).

METODOLOGI

Peneliti menggunakan metode pendekatan kualitatif dan metode pengumpulan data meliputi, wawancara, observasi, dan studi literatur. Wawancara dilakukan dengan para ahli dan praktisi di bidang tenaga listrik untuk mengumpulkan informasi mengenai masalah umum, solusi yang diterapkan, dan standar operasional pemutus sirkuit. Pengamatan langsung dilakukan untuk mengumpulkan data empiris mengenai kondisi operasional pemutus sirkuit. Peneliti mengamati proses pengujian tahanan isolasi dan tahanan kontak, mencatat detail yang relevan, dan mengevaluasi kondisi fisik pemutus sirkuit dan lingkungan sekitarnya. Pengamatan ini memastikan bahwa hasil pengujian mencerminkan kondisi dunia nyata. Selain itu, penelitian ini juga mencakup tinjauan literatur tentang pemutus tenaga untuk mendukung analisis dan kesimpulan yang diperoleh dari pengujian. Data yang diperoleh dari pengujian tersebut kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kondisi operasi pemutus tenaga. Ada beberapa pengujian yang terdapat di penelitian ini, diantaranya:

1. Pengujian Tahanan Isolasi

Insulation tester (*megger*) digunakan pada tahanan isolasi, dengan memakai berbagai macam tipe seperti canggih, sederhana, dan menengah, dimana insulator tester memiliki spesifikasi yang berbeda. Beberapa display yang tersedia adalah digital murni, analog, dan semi digital. Meskipun ada tipe sederhana, ada juga yang canggih di front panel. Namun, prinsip kerjanya sama untuk semua.



Gambar 5. Insulation tester merk kyoritsu

Terdapat tahapan-tahapan penggunaan alat insulation tester merk Kyoritsu:

- a. Memasang baterai
 - b. Uji skrup koreksi dan *on/off*
 - c. Mengontrol skala analog
 - d. Mengukur tegangan arus bolak balik dan searah.
2. Pengujian Tahanan Kontak

MOM 690 merupakan alat uji yang digunakan dalam uji ini, hal tersebut karena pada alat ukur tegangan dan sumber arusnya menyediakan sistem elektronik, sehingga hasil dapat terbaca dengan teliti dan baik secara digital. Dalam penentuan nilai uji menggunakan arus 100 ampere, dikarenakan saat penghitungan pembagian akan lebih mudah dan cepat. Terdapat hal yang menjadi perhatian khusus seperti penggunaan skala, guna menghindari mendapatkan hasil yang sama antara arus yang diperoleh dengan batas skala, hal ini menyebabkan terjadinya overload serta hasil penunjukannya tidak seperti keadaan nyata.



Gambar 6. Alat uji tahanan kontak merk MOM690

Tahapan-tahapan menggunakan alat ukur tahanan kontak merk Mom690:

- Alat ukur dihubungkan ke tanah serta objek yang diukur ke tanah.
- Untuk mengukur, sambungkan terminal kedua sisi instrument (+) dan (-).
- Hubungkan kabel ukur MVolt dengan jarak paling dekat untuk mengukur objek.
- Setelah semuanya selesai, letakkan sakelar pada posisi on.
- Tekan sakelar pengubah dari ampere ke ohm.
- Gunakan sakelar berskala 200 ampere serta gandakan hasil tersebut.
- Posisikan pembangkit arus hingga menunjukkan 100 ampere.
- Penunjukan harus dicatat dan diakurasikan dengan skala pembatas. Berisi metode baru atau lama yang dimodifikasi bagaimana penelitian dilakukan, bahan serta peralatan utama dan rancangan penelitian/ percobaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Pembahasan Pengujian Tahanan Isolasi

Hasil data pengujian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai tahanan isolasi masing - masing memiliki fasa yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh kondisi isolator. Jika isolator terpapar debu dan menjadi kotor maka kemampuannya berkurang. Apabila nilai di atas standar, perbedaan nilai ini tidak berdampak pada pemutus tenaga. Hasil uji tahanan isolasi pemutus tenaga di bay Trafo 1 GI Parungmulya menunjukkan bahwa fasa R dan T berada di bawah 150 MΩ, dan fasa S di atas 150 MΩ. Setelah menghitung kebocoran arus untuk fasa T, R, dan S, hasilnya jauh di bawah nilai kebocoran arus sesuai batas perizinan, sebesar 1 kV = 1 mA.

Tabel 1. Data Pengujian Tahanan Isolasi Bay Trafo 1 GI Parungmulya Tahun 2023

Titik Ukur	Fasa R		Fasa S		Fasa T	
	Tahun Lalu	Hasil Ukur	Tahun Lalu	Hasil Ukur	Tahun Lalu	Hasil Ukur
	Atas – Bawah PMT OFF	41,200	57,300	32,300	289,000	55,900
Atas – Tanah PMT OFF	15,000	56,300	2,930	96,900	46,900	55,300
Bawah – Tanah PMT OFF	103,000	111,000	87,700	302,000	48,100	154,000

Pengujian materi isolasi terhadap pemutus tenaga menunjukkan status keadaannya, yang mana termasuk dalam keadaan baik ataupun aman berdasarkan standar pabrikan, penilaian tersebut didapat dari nilai kebocoran arus dan tahanan isolasi. Jika nilai tahanan isolasi jauh di atas standar, nilai kebocoran diantara terminal bawah, atas, dan tanah akan diminimalkan. Ketika pengukuran dilakukan, ada kemungkinan bahwa jipit alat uji tidak berada di tempat yang benar atau bahwa

debu yang menempel pada peralatan membuatnya sulit diambil nilainya.

Perhitungan Hasil Pengujian Tahanan Isolasi

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

1. Perhitungan arus bocor titik ukur atas - bawah

$$\text{Fasa R: Arus bocor (I)} = (5000 \text{ V}) / (57300 \text{ M}\Omega) = 0,0000873 \text{ mA}$$

$$\text{Fasa S: Arus bocor (I)} = (5000 \text{ V}) / (289000 \text{ M}\Omega) = 0,0000173 \text{ mA}$$

$$\text{Fasa T: Arus bocor (I)} = (5000 \text{ V}) / (55500 \text{ M}\Omega) = 0,0000901 \text{ mA}$$

2. Perhitungan arus bocor titik ukur atas – ground

$$\text{Fasa R: Arus bocor (I)} = (5000 \text{ V}) / (56300 \text{ M}\Omega) = 0,0000888 \text{ mA}$$

$$\text{Fasa S: Arus bocor (I)} = (5000 \text{ V}) / (96900 \text{ M}\Omega) = 0,0000516 \text{ mA}$$

$$\text{Fasa T: Arus bocor (I)} = (5000 \text{ V}) / (55300 \text{ M}\Omega) = 0,0000904 \text{ mA}$$

Hasil dan Pembahasan Pengujian Tahanan Kontak

Tabel 2. Data Pengujian Tahanan Kontak Bay Trafo 1 GI Parungmuya Tahun 2023

Titik Ukur	Fasa R		Fasa S		Fasa T	
	Tahun Lalu	Hasil Ukur	Tahun Lalu	Hasil Ukur	Tahun Lalu	Hasil Ukur
Atas – Bawah PMT OFF	28	26	26	24	27	27

Jika nilai tahanan kontak pada bay trafo 1 GI Parungmulya fasa T, R, dan S seluruhnya di bawah 50 $\mu\Omega$, maka klem harus diperbaiki. Sesuai dengan standar IEC 60694, nilai R harus di bawah 50 $\mu\Omega$ / 120 % nilai FAT atau penilaian pengujian pabrikan. Jika nilai ini melebihi standar, yaitu di atas 50 $\mu\Omega$, maka klem harus diperbaiki.

Dikhawatirkan panas dari alat kontak akan menyebabkan kerusakan pada pemutus tenaga jika dipaksakan berfungsi (Susanto, Kurnianto, & Rajagukguk, 2021).

Hasil perhitungan rugi-rugi daya menunjukkan kecilnya titik sambungan di kontak menyebabkan adanya kerugian, dilihat berdasarkan nilai uji tahanan kontak yang mencapai ketentuan standar. Setiap fasa memiliki nilai di atas 50 $\mu\Omega$. Beberapa penyebab diantaranya umur pemutus tenaga, alat ukur, sanitasi terminal ketika uji, tak terhubungnya kontak, suhu lingkungan, atau kelalaian teknisi (Badruzzaman & Stefanie, 2021). Nilai tahanan kontak yang dihasilkan berkorelasi positif dengan jumlah rugi yang ditimbulkan.

Perhitungan Hasil Pengujian Tahanan Kontak

Setelah mengetahui nilai tahanan kontak dan arus injeksi 100A atau 200A, diketahui kerugiannya:

1. Fase R: $W = (100 \text{ A})^2 \times 26 \mu\Omega$
 $= 10000 \times (26 \times 0,000001\Omega)$
 $= 10000 \times 0,000026 \Omega = 0,26 \text{ W}$
2. Fase S: $W = (100 \text{ A})^2 \times 24 \mu\Omega$
 $= 10000 \times (24 \times 0,000001\Omega)$
 $= 10000 \times 0,000024 \Omega = 0,24 \text{ W}$
3. Fase T: $W = (100 \text{ A})^2 \times 27 \mu\Omega$
 $= 10000 \times (27 \times 0,000001\Omega)$
 $= 10000 \times 0,000027 \Omega = 0,27 \text{ W}$

KESIMPULAN

Uji tahanan isolasi telah mencapai standar yang diwajibkan, hasil yang didapat di atas 150 kV. Karena pada nilai tahanan isolasi itu sendiri minimal 150 M Ω atau sebanding dengan 150 kV. Ini menunjukkan bahwa isolasi dapat digunakan dan pemutus tenaga bekerja dapat berfungsi dengan normal. Untuk uji tahanan kontak pada pemutus tenaga 150 kV. sudah sampai

standar yang ditetapkan senilai di bawah dari 50 $\mu\Omega$, dapat diartikan peralatan tahanan masih terpasang dalam kondisi aman. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kedua pengujian telah memenuhi standar yang di tetapkan. Dengan kata lain, penelitian ini berperan dalam menjamin bahwa pemutus tenaga beroperasi dengan aman dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, M. N., Sulo, B. D., & Melfazen, O. (2022). Sistem Informasi Analisis Pengaruh Tahanan Kontak Pada Pemutus Tenaga (Pmt) Tegangan Tinggi Terhadap Rugi-Rugi Daya Penghantar. *Science Electro*, 14(3).
- Akhmad, S. S., & Jamin, A. S. (2021). Pengujian Tahanan Isolasi Pada Pemutus Tenaga (Pmt) 20 Kv Di Gardu Induk Tello 150 Kv. *Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika (SNTEI)*, September, 40–43.
- Ariyanto, E. (2019). Analisis Hasil Pengujian Tahanan Isolasi dan Keserempakan Pemutus Tenaga 150 kV Bay Palur 1 dan Palur 2 Gardu Induk Gondangrejo. *ANALISIS HASIL PENGUJIAN TAHANAN ISOLASI DAN KESEREMPAKAN PEMUTUS TENAGA 150 KV BAY PALUR 1 DAN PALUR 2 GARDU INDUK GONDANGREJO*.
- Arsyi Saputra, D., Imam Agung, A., & Isnur Haryudo, S. (2022). Analisis Kelayakan Pemutus Tenaga Bay Trafo 2 Berdasarkan Hasil Uji Shutdown Measurement Analisis Kelayakan Pemutus Tenaga Bay Trafo 2 Berdasarkan Hasil Uji Shutdown Measurement Di Gardu Induk 150 KV Kenjeran Surabaya. *Jurnal Teknik Elektro*, 11, 440–446.
- Badruzzaman, R., & Stefanie, A. (2021). Analysis of Contact Resistance Test for PMT Bay Kuningan II 70KV at Sunyaragi Substation. *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 5(2), 116–138. <https://doi.org/10.21070/jeeeu.v5i2.1396>
- Cahyani, R. A., & Stefanie, A. (2024). 1,2,3 2. *10(3)*, 742–747.
- Deden Emil Salam, E. M. (2021). Analisis Uji Kelayakan PMT Pada Jaringan Tenaga LISTRIK 150 KV. *Jurnal Kehumasan P-ISSN:*, 4(2), 1–9.
- Farras Sumarna, Z., Ahmad, E., Hamidi, Z., Teknik, J., Uin, E., Gunung, S., & Bandung, D. (2021). *Analisis Pengukuran Tahanan Kontak dan Tahanan Pertanahan Pada Pemutus Tenaga (PMT) Analysis of Contact Resistance Measurement and Grounding Resistance on Circuit Breaker. November 2021*, 191–200.
- Fikri, A., Rudito, H., & Usman. (2021). Analisis Pengujian Pemutus Tenaga (PMT) Bay Punagaya Dalam Pemeliharaan Dua Tahunan di Gardu Induk Tallasa. *Jurnal.Poliupg.Ac.Id*, September, 2–6.
- Fikri, M. M., Bangsa, I. A., & Ilmi, U. (2021). Pengujian Tahanan Kontak Pemutus Tenaga 70 KV Di Gardu Induk Rengas Dengklok Karawang. *JE-Unisla*, 6(2), 6. <https://doi.org/10.30736/je-unisla.v6i2.688>
- Makkulau, A., Pasra, N., & Siswanto, R. R. (2018). Pengujian Tahanan Isolasi Dan Rasio Pada Trafo Ps T15 Pt Indonesia Power Up Mrica. *Jurnal Energi & Kelistrikan*, 10(1), 20–25.
- Mengenal Arti dan Makna Logo PLN - Sahitya.id*. (n.d.).
- Prabowo Darminto. (2022). Analisis Pengukuran Tahanan Kontak dan Tahanan Pertanahan Pada Pemutus Tenaga. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika*, 1(2), 15–22. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v1i2.474>
- Robbani, M. F., Nugroho, D., & Gunawan, G. (2020). Penentuan Kelayakan Tahanan Isolasi Pada Transformator 60 MVA Di Gardu Induk 150 kV Tegal Dengan Menggunakan Indeks Polarisasi,

- Tangen Delta, Dan Breakdown Voltage. *Elektrika*, 12(2), 60. <https://doi.org/10.26623/elektrika.v12i2.2721>
- Seminar, P., Nciet, N., & Conference, N. (2020). ANALISA TAHANAN ISOLASI TRANSFORMATOR 3 DI PT. PLN (Persero) GARDU INDUK 150 KV Pati. *Prosiding Seminar Nasional NCIET*, 1(1), 141–149. <https://doi.org/10.32497/nciet.v1i1.72>
- Setiawan, T. G., Nisworo, S., & ... (2021). Uji Hambatan Isolasi dan Pemeliharaan Peralatan Pemutus Tenaga (PMT) pada Gardu Induk Secang 150 kV. ... " *Seminar Nasional Riset*
- Susanto, A., Kurnianto, R., & Rajagukguk, M. (2021). Analisa Kelayakan Pemutus Tenaga (Pmt) 150 Kv Berdasarkan Hasil Uji Tahanan Isolasi, Tahanan Kontak Dan Keserempakan Kontak Di Gardu Induk Singkawang. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1), 1–8.