



Pengujian Tahanan Kontak dan Tahanan Isolasi PMS 150 kV Bay Penghantar Selayang 1 di Gardu Induk Paya Geli

Genhard Leonardo Situmorang

Universitas Negeri Medan

Anzila Nada Zahra

Universitas Negeri Medan

Desman Jonto Sinaga

Universitas Negeri Medan

Arwadi Sinuraya

Universitas Negeri Medan

Alamat: Jl. William Iskandar Ps. V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20221

Korespondensi penulis: genhardleo@gmail.com

Abstrak. *This study aims to evaluate the condition of the isolation resistance and contact resistance of the 150 kV Bus A Selayang 1 Conductor Separator (PMS) at the Paya Geli Substation as part of the 2 and 5 year HAR maintenance program. Insulation resistance testing was performed using a TENTECH insulation tester with a test voltage of 3 kV DC, while contact resistance was measured using a micro-ohmmeter with an injection current of 100 A in accordance with KEPDIR 0520-2.K/DIR/2014. The test results showed that the insulation resistance was in the order of hundreds of gigaohms with a leakage current of around 10^{-9} A, so that all phases met the minimum limit of 0.5 GΩ. The contact resistance values of 43.24 μΩ, 27.09 μΩ, and 35.90 μΩ were also below the 100 μΩ threshold with very small power loss, so that the 150 kV PMS was declared to be in very good condition and operational and supported power transmission reliability, but still required periodic monitoring and maintenance to prevent performance degradation in the future.*

Keywords: 150 kV PMS; Insulation Resistance; Contact Resistance.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kondisi tahanan isolasi dan tahanan kontak Pemisah (PMS) Bus A 150 kV Bay Penghantar Selayang 1 di Gardu Induk Paya Geli sebagai bagian dari program pemeliharaan HAR 2 dan 5 tahunan. Pengujian tahanan isolasi dilakukan menggunakan insulation tester TENTECH dengan tegangan uji 3 kV DC, sedangkan tahanan kontak diukur menggunakan micro-ohmmeter dengan arus injeksi 100 A sesuai acuan KEPDIR 0520-2.K/DIR/2014. Hasil pengujian menunjukkan tahanan isolasi berada pada orde ratusan gigaohm dengan arus bocor sekitar 10^{-9} A, sehingga seluruh fasa memenuhi batas minimal 0,5 GΩ. Nilai tahanan kontak sebesar 43,24 μΩ, 27,09 μΩ, dan 35,90 μΩ juga berada di bawah ambang 100 μΩ dengan rugi daya sangat kecil, sehingga PMS 150 kV dinyatakan dalam kondisi sangat baik dan layak operasi dan mendukung keandalan penyaluran daya, namun tetap memerlukan pemantauan dan pemeliharaan berkala untuk mencegah degradasi performa di masa mendatang.

Kata Kunci: PMS 150 kV; Tahanan Isolasi; Tahanan Kontak.

PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik di berbagai sektor, keandalan sistem transmisi tenaga listrik menjadi aspek krusial dalam menjaga kontinuitas pasokan listrik kepada pelanggan. Gardu Induk (GI) Paya Geli, yang berada di bawah naungan Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) Binjai, sebagai salah satu elemen penting dalam jaringan transmisi 150 kV di wilayah Sumatera Utara, memiliki peran strategis dalam menyalurkan daya listrik dari pusat pembangkit menuju sistem distribusi. Kinerja optimal dari peralatan utama di gardu induk, seperti Pemisah Sirkuit (PMS), sangat bergantung pada kualitas pemeliharaan dan pengujian yang dilakukan secara berkala.

Dalam upaya menjaga keandalan sistem transmisi, Pemeliharaan *Highly Available Redundant* (HAR) 5 Tahunan menjadi salah satu bentuk pemeliharaan preventif yang bertujuan memastikan peralatan tetap berfungsi dengan baik. Salah satu prosedur penting dalam pemeliharaan ini adalah pengujian tahanan isolasi dan tahanan kontak pada PMS Bus A Bay Penghantar 150 kV Selayang 1. Pengujian ini dilakukan untuk mendeteksi adanya degradasi pada bahan isolasi serta peningkatan resistansi kontak yang berpotensi menyebabkan gangguan pada sistem tenaga listrik.

Pengujian tahanan isolasi berperan dalam mengevaluasi kemampuan isolasi listrik pada PMS, yang jika tidak memenuhi standar Kepdir 0520, dapat menyebabkan kebocoran arus dan gangguan pada sistem. Sementara itu, pengujian tahanan kontak bertujuan memastikan bahwa sambungan antar komponen memiliki resistansi rendah, sehingga mencegah terjadinya *overheating* yang berpotensi merusak peralatan. Dengan pelaksanaan pengujian ini, potensi gangguan akibat penurunan kualitas isolasi dan koneksi mekanis dapat diminimalisir, sehingga mendukung stabilitas dan keandalan jaringan transmisi.

Hal ini tidak hanya memberikan wawasan teknis terkait prosedur pemeliharaan, tetapi juga menanamkan pemahaman mendalam mengenai pentingnya pemeliharaan berkala dan penerapan K3 dalam menjaga keandalan sistem ketenagalistrikan.

KAJIAN TEORITIS

1. Pemisah (PMS)

Pemisah atau *Disconnecting Switch* (PMS) merupakan peralatan proteksi penting dalam sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk memisahkan peralatan listrik dari sumber tegangan dalam kondisi tanpa beban. Fungsi utamanya adalah sebagai pemisah peralatan yang memungkinkan isolasi suatu bagian instalasi agar aman dilakukan pemeliharaan atau perbaikan tanpa risiko kejutan listrik (PT PLN (Persero), 2022). Menurut IEC (*International Electrotechnical Vocabulary* – IEC 60050-441) Pemisah atau *disconnecter* menurut adalah suatu perangkat saklar mekanik yang dalam posisi terbuka menyediakan jarak isolasi sesuai dengan persyaratan teknis untuk menjamin pemisahan listrik yang aman. IEEE menyatakan bahwa PMS berfungsi sebagai bagian dari sistem proteksi, memberikan isolasi yang aman dan dapat diverifikasi secara visual, serta berperan penting dalam mendukung keselamatan kerja dan keandalan operasi sistem tenaga listrik. Fungsi PMS dalam konteks IEEE lebih menekankan pada aspek keamanan operasi dan inspeksi, serta kepastian bahwa tidak ada aliran listrik pada peralatan yang sedang dilakukan perawatan.

Secara umum, PMS terbagi menjadi dua fungsi utama, yaitu sebagai pemisah peralatan untuk mengisolasi peralatan dari sumber tegangan dan sebagai pemisah tanah (pisau pentanahan) untuk melindungi dari tegangan induksi atau tegangan sisa. Komponen utama PMS meliputi isolator (*dielektrik*), dengan kontak utama (pisau/klem), mekanisme penggerak (manual, motorik, atau pneumatik), serta sistem pentanahan dan kontrol sekunder. PMS terpasang di antara sumber tenaga listrik dan PMT (PMS Bus) serta di antara PMT dan beban (PMS *Line*/ Kabel) dilengkapi dengan PMS Tanah (*Earthing Switch*). Untuk tujuan tertentu PMS *Line*/ Kabel dilengkapi dengan PMS Tanah. Umumnya antara PMS *Line*/ Kabel dan PMS Tanah terdapat alat yang disebut *interlock*.

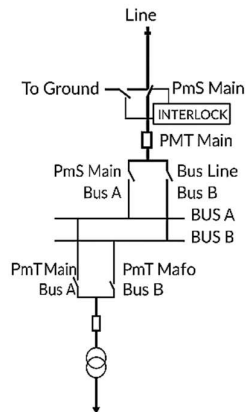
Selain itu, PMS juga berfungsi sebagai pemisah tanah (*earthing switch*), yaitu untuk membuang tegangan induksi atau sisa yang masih ada setelah sistem diputus dari sumbernya, guna menjamin keselamatan personel yang bekerja di sekitar peralatan (Soedjarwanto et al.,

2024). PMS tidak dirancang untuk memutus arus beban atau arus gangguan, sehingga hanya boleh dioperasikan dalam kondisi tidak berbeban (Rochman, 2024).

Prinsip kerja PMS didasarkan pada mekanisme buka-tutup yang berfungsi sebagai saklar pemisah pada sistem tenaga listrik dalam kondisi tidak bertegangan. Saat akan dilakukan pemeliharaan, PMS dibuka terlebih dahulu untuk memutus aliran tegangan ke peralatan, memastikan tidak ada arus yang mengalir. Setelah itu, saklar pembumian (*earthing switch*) diaktifkan untuk mengalirkan tegangan sisa atau induksi ke tanah (PT PLN (Persero), 2022). Pengoperasiannya dapat dilakukan secara manual menggunakan tuas, atau secara otomatis dengan motor listrik dan tekanan udara (*Pneumatic*), tergantung pada desain dan kebutuhan sistem (PT PLN (Persero), 2022). Prinsip kerja ini menekankan aspek keselamatan dan keandalan dalam pengoperasian sistem tenaga listrik bertegangan tinggi.

2. Penempatan Posisi Pemisah

Sesuai dengan penempatannya di daerah mana Pemisah tersebut dipasang, PMS dapat dibagi menjadi:



Gambar 1. Singel Line Diagram Penempatan Pemisah (PMS)

1. Pemisah Penghantar (*Line Disconnect Switch*) yang dipasang pada sisi penghantar atau saluran transmisi dan berfungsi untuk memisahkan saluran dari peralatan lain dalam kondisi tidak bertegangan. Jenis pemisah ini umumnya dilengkapi dengan pemisah tanah untuk menjamin keamanan selama pekerjaan pemeliharaan dilakukan (PT PLN (Persero), 2022).
2. Pemisah Rel (*Bus Disconnect Switch*) ditempatkan pada sisi rel atau busbar dan digunakan untuk mengisolasi sebagian dari sistem rel agar dapat dilakukan manuver atau pemeliharaan tanpa mengganggu keseluruhan sistem kelistrikan. Penempatan ini penting untuk fleksibilitas dan keandalan operasi sistem (PT PLN (Persero), 2022).
3. Pemisah Kabel (*Cable Disconnect Switch*) diposisikan antara pemutus tenaga (PMT) dan beban, pemisah kabel berfungsi untuk mengisolasi bagian kabel dari sistem utama sehingga pekerjaan pemeliharaan atau pengujian dapat dilakukan dengan aman dan efisien (PT PLN (Persero), 2022).
4. Pemisah Seksi (*Sectionalizer*) digunakan untuk membagi satu rel utama menjadi beberapa bagian (seksi), memungkinkan sebagian rel dimatikan tanpa memengaruhi bagian lainnya. Hal ini sangat berguna untuk meningkatkan kontinuitas pelayanan dan fleksibilitas sistem distribusi (PT PLN (Persero), 2022).
5. Pemisah Tanah (*Earthing Switch*) berfungsi menghubungkan konduktor ke tanah guna membuang tegangan induksi atau sisa setelah pemisah utama dibuka.

3. Pengujian Tahanan Isolasi dan Kontak

Pengujian tahanan isolasi bertujuan untuk memastikan bahwa isolasi pada peralatan listrik mampu menahan tegangan kerja tanpa mengalami kerusakan Menurut (Waghole, 2023), pengujian ini penting untuk mendeteksi degradasi isolasi yang dapat menyebabkan kegagalan peralatan dan risiko keselamatan. Salah satu metode yang umum digunakan adalah pengukuran menggunakan megohmmeter dengan tegangan uji DC, di mana nilai tahanan dicatat dalam megaohm ($M\Omega$) hingga gigaohm ($G\Omega$).

Standar internasional, seperti VDE 228/4, menetapkan bahwa nilai tahanan isolasi minimum yang dapat diterima untuk peralatan listrik adalah $1 M\Omega$ per kilovolt (kV) dari tegangan uji yang diterapkan (Hermawan et al., 2025). Nilai tahanan isolasi yang tinggi menunjukkan kondisi isolasi yang baik, sedangkan nilai yang rendah dapat mengindikasikan adanya kelembaban, kontaminasi, atau kerusakan pada isolasi (Rochman, 2024).

Selain itu, pengujian tahanan isolasi juga dapat dilakukan dengan metode pengukuran non-kontak yang memanfaatkan deteksi pelepasan parsial (*partial discharge*) menggunakan sensor elektromagnetik dan akustik. Metode ini memungkinkan diagnosis jarak jauh terhadap kondisi isolasi peralatan tegangan tinggi tanpa perlu pemutusan sistem (Ivanov et al., 2021).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pendekatan pengukuran langsung di lapangan yang bertepatan dengan pemeliharaan pada PMS BUS A 150 kV bay penghantar Selayang 1 di Gardu Induk Paya Geli yang bertujuan untuk menjaga keandalan sistem proteksi dan pemutusan tenaga di gardu induk.

Pengujian tahanan isolasi dilakukan menggunakan alat *High Voltage Insulation Tester* merek TENTECH yang mampu melakukan pengukuran hingga tegangan tinggi 10 kV. Dalam pengujian ini, tegangan uji yang diterapkan adalah sebesar 3 kV ke komponen isolator. Pengukuran dilakukan pada kondisi *shutdown*, dengan satu terminal dihubungkan ke konduktor dan terminal lainnya ke tanah. Pengujian ini juga membantu mendeteksi degradasi isolator secara dini, sebelum terjadi gangguan serius. nilai tahanan isolasi yang dianggap layak pada sistem 150 kV harus berada di atas $1000 M\Omega$.

Pengujian tahanan kontak dilakukan dengan menggunakan micro-ohmmeter OMICRON CPC 100, yang mengalirkan arus DC besar 100 A, melalui titik kontak PMS. Pengujian dilakukan saat PMS berada dalam posisi tertutup (*close*), dan pengukuran dilakukan pada ketiga fasa (R, S, T). Nilai tahanan kontak yang tinggi adalah indikator utama dari kontak yang longgar, berkarat, atau mengalami oksidasi, yang dapat menyebabkan pemanasan berlebih (*local hotspot*) saat arus besar mengalir, memicu kerusakan komponen, bahkan potensi kebakaran (Landry et al., 2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian tahanan isolasi pada PMS dilakukan untuk mengukur besar tahanan isolasi antara terminal atas dan *ground*. Selama pengujian berlangsung, PMS berada dalam posisi terbuka (*open*). Berdasarkan ketentuan yang tercantum dalam Surat Keputusan Direksi 520/Pedoman Pemeliharaan Pemisah (PMS) (Nur Pamudji, 2014), batas minimum tahanan isolasi pada PMS 150 kV ditetapkan menggunakan rumus: " $1 \text{ kilo Volt} = 1 \text{ Mega Ohm } (M\Omega)$ " pada suhu operasi. Dalam hal ini, 1 kV mengacu pada tegangan fasa ke tanah, dengan arus bocor maksimum yang diizinkan sebesar 1 mA untuk setiap 1 kV. Dengan demikian, untuk PMS bertegangan operasi 150 kV, nilai minimal tahanan isolasinya adalah $0,5 G\Omega$.

1. Hasil Pengujian Tahanan Isolasi dan Tahanan Kontak

Hasil pengujian tahanan isolasi dan kontak PMT 150 kV PT. PLN (Persero) ULTG Binjai Jargi Paya Geli pada beberapa titik pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi

No	Titik Ukur Tahanan Isolasi	Standart	Fasa	Hasil Pengukuran	Kondisi
1	Atas - <i>Ground</i>	1kV=1MΩ Kepdir 0520	R	349 GΩ	Sesuai Standar
2	Atas - <i>Ground</i>	1kV=1MΩ Kepdir 0520	S	441 GΩ	Sesuai Standar
3	Atas - <i>Ground</i>	1kV=1MΩ Kepdir 0520	T	501 GΩ	Sesuai Standar

Tabel 2. Hasil Pengukuran Tahanan Kontak

No	Nilai <i>Inject</i>	Standart	Fasa	Hasil Pengukuran	Kondisi
1	Arus Injeksi 100 A	$R < 100 \mu\Omega$	R	349 GΩ	Sesuai Standart
2	Arus Injeksi 100 A	$R < 100 \mu\Omega$	S	441 GΩ	Sesuai Standart
3	Arus Injeksi 100 A	$R < 100 \mu\Omega$	T	501 GΩ	Sesuai Standart

2. Evaluasi Hasil Pengujian Tahanan Isolasi Dan Tahanan Kontak

Nilai tahanan isolasi dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$I = \frac{V}{R}$$

dan diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\text{Fasa R} = I_{R=\frac{3000V}{349 \times 10^9}} = 8,59 \times 10^{-9}$$

$$\text{Fasa S} = I_{S=\frac{3000V}{441 \times 10^9}} = 6,80 \times 10^{-9}$$

$$\text{Fasa T} = I_{R=\frac{3000V}{441 \times 10^9}} = 8,59 \times 10^{-9}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa arus bocor pada ketiga fasa berada pada nilai 10^{-9} A. Nilai ini menunjukkan kemampuan isolasi yang sangat baik, di mana bahan dielektrik mampu menahan tegangan tinggi tanpa terjadi kebocoran arus yang signifikan. Nilai tahanan isolasi yang tinggi dan arus bocor yang sangat kecil mengindikasikan bahwa permukaan isolator dalam keadaan bersih, bebas dari kelembaban, dan tidak mengalami degradasi. Berdasarkan ketentuan KEPDIR 0520-2.K/DIR/2014, seluruh hasil pengujian memenuhi syarat kelayakan dan dapat dinyatakan bahwa PMS 150 kV Bus A GI Paya Geli dalam kondisi sangat baik (*excellent condition*) serta layak operasi.

Nilai tahanan kontak dihitung berdasarkan hubungan antara tegangan jatuh dan arus uji:

$$I = \frac{V}{R}$$

Untuk menganalisis potensi rugi daya akibat tahanan kontak, digunakan persamaan:

$$P_{loss} = I^2 \times R.$$

Berdasarkan hasil tersebut, dilakukan perhitungan rugi daya pada masing-masing fasa sebagai berikut:

$$\text{Fasa R} = P_{R=I^2 \times R} = (100)^2 \times 43,24 \times 10^{-6} = 0,4324W$$

$$\text{Fasa S} = P_{S=I^2 \times R} = (100)^2 \times 27,09 \times 10^{-6} = 0,2709W$$

$$\text{Fasa T} = P_{T=I^2 \times R} = (100)^2 \times 35,90 \times 10^{-6} = 0,3590W$$

Nilai rugi daya pada tiap fasa menunjukkan nilai yang sangat kecil, yang berarti tidak menimbulkan kenaikan suhu signifikan pada titik kontak. Hal ini menunjukkan bahwa sambungan mekanis antar konduktor masih dalam kondisi baik, tekanan kontak cukup, serta tidak terdapat indikasi korosi atau oksidasi yang dapat meningkatkan resistansi. Berdasarkan ketentuan KEPDIR 0520-2.K/DIR/2014, seluruh hasil pengujian memenuhi syarat kelayakan dan dapat dinyatakan bahwa PMS 150 kV Bus A GI Paya Geli dalam kondisi sangat baik serta layak operasi.

3. Evaluasi Terhadap Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Nilai Tahanan

Nilai tahanan kontak pada peralatan listrik dipengaruhi oleh beberapa faktor utama seperti tekanan kontak, kondisi permukaan, jenis material, dan suhu operasi. Tekanan kontak yang besar akan memperluas area sentuhan antar konduktor sehingga menurunkan nilai tahanan, sedangkan tekanan yang rendah justru meningkatkan hambatan. Permukaan kontak yang kotor, teroksidasi, atau berkarat menambah hambatan karena terbentuknya lapisan isolatif yang menghalangi aliran arus. Jenis material juga berpengaruh, di mana logam seperti tembaga atau perak memiliki tahanan lebih rendah dibandingkan logam yang mudah teroksidasi seperti aluminium. Selain itu, kenaikan suhu selama operasi dapat menyebabkan pemuatan logam dan oksidasi permukaan, yang pada akhirnya meningkatkan nilai tahanan kontak dan menurunkan efisiensi penghantaran arus listrik. (Gonibala dkk., 2018).

Tahanan isolasi menggambarkan seberapa besar kemampuan suatu bahan isolator dalam menghambat arus bocor yang terjadi antara dua titik dengan beda potensial. Nilai tahanan yang tinggi menunjukkan isolasi yang baik, sedangkan nilai yang rendah mengindikasikan adanya degradasi, kontaminasi, atau kerusakan pada sistem isolasi. Selain kelembaban, suhu lingkungan juga sangat mempengaruhi. Secara umum, bahan isolator memiliki koefisien resistivitas negatif terhadap suhu, artinya semakin tinggi suhu, semakin kecil tahanan isolasinya. Hal ini disebabkan karena peningkatan suhu memperbesar agitasi termal dalam material isolasi, yang menyebabkan loncatan elektron menjadi lebih mudah terjadi, sehingga arus bocor meningkat (Soedjarwanto et al., 2024). Kebersihan permukaan isolator juga merupakan aspek yang krusial. Kondisi fisik dan usia isolator juga tidak boleh diabaikan. Isolator yang telah lama digunakan cenderung mengalami degradasi akibat tekanan listrik berulang, kejutan tegangan (*transien*), serta beban lingkungan seperti sinar UV, ozon, dan hujan asam. Degradasi ini menyebabkan mikro-retak pada permukaan atau *volume* material yang membuka jalur-jalur konduktif baru. Akibatnya, nilai tahanan isolasi akan menurun meskipun kondisi lingkungan tampak baik (Nur Pamudji, Kepdir No. 0520.K/DIR/2014 2014).

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, analisis, dan evaluasi terhadap Pemisah (PMS) Bus A Bay Penghantar 150 kV Selayang 1 di Gardu Induk Paya Geli, diperoleh kesimpulan yaitu: Nilai tahanan isolasi yang diperoleh pada fasa R, S, dan T masing-masing sebesar 349 GΩ, 441 GΩ, dan 501 GΩ. Nilai tersebut jauh di atas batas minimal 0,5 GΩ sebagaimana ketentuan KEPDIR 0520-2.K/DIR/2014, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem isolasi PMS berada dalam kondisi

sangat baik, bebas dari kebocoran arus, dan mampu menahan tegangan tinggi tanpa terjadi gangguan dielektrik.

Pengujian tahanan kontak menghasilkan nilai 43,24 $\mu\Omega$ (fasa R), 27,09 $\mu\Omega$ (fasa S), dan 35,90 $\mu\Omega$ (fasa T), yang masih berada di bawah ambang batas 100 $\mu\Omega$ sesuai acuan standar PLN. Nilai ini menunjukkan bahwa permukaan kontak dalam kondisi bersih, tekanan mekanis antar terminal masih optimal, dan konduktivitas listrik antar konduktor sangat baik. Hasil perhitungan rugi daya menunjukkan nilai 0,4324 W, 0,2709 W, dan 0,3590 W pada masing-masing fasa, yang tergolong sangat kecil sehingga tidak berpotensi menimbulkan kenaikan temperatur lokal (hotspot).

Nilai tahanan isolasi dipengaruhi oleh suhu lingkungan, kelembaban udara, kondisi permukaan isolator, serta tingkat kebersihan dan penuaan bahan isolasi. Peningkatan suhu dan kelembaban akan menurunkan resistivitas bahan dielektrik, sedangkan isolator yang kering dan bersih menghasilkan tahanan isolasi yang tinggi. Sementara itu, nilai tahanan kontak dipengaruhi oleh tekanan mekanis antar terminal, luas bidang sentuh, kondisi permukaan konduktor, dan kestabilan sambungan mekanik. Tekanan kontak yang optimal serta permukaan konduktor yang bersih dan bebas oksidasi menjaga nilai tahanan kontak tetap rendah. Berdasarkan hasil pengujian, seluruh faktor tersebut berada dalam kondisi ideal sehingga PMS Bus A Bay Penghantar 150 kV Selayang 1 dinyatakan layak operasi dan memenuhi standar kelayakan teknis PLN serta IEEE Std C37.100-1992.

2. Saran

Berdasarkan pelaksanaan kerja praktik industri di Gardu Induk Paya Geli, disarankan agar pengujian tahanan isolasi dan tahanan kontak PMS Bus A Bay Penghantar 150 kV Selayang 1 dilakukan secara berkala dengan pencatatan hasil dalam bentuk trend record beserta data parameter lingkungan (suhu, kelembaban, dan kondisi permukaan isolator) serta didukung perawatan preventif rutin seperti pembersihan isolator, pemeriksaan kekencangan baut terminal, dan pelumasan mekanik, sehingga potensi degradasi isolasi maupun sambungan dapat terdeteksi lebih dini dan keandalan peralatan tetap terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Gonibala, M. A. A., Silimang, S., & Patras, L. S. (2018). Analisis Pengujian Unjuk Kerja Pemisah (Disconnecting Switch) di Gardu Induk 150kV Otam. *Jurnal Teknik Elektro*, 2, 1–10.
- Hermawan, N. Y., Fajri, A. K., & Samaratunga, L. (2025). *Validation Insulation Resistance Testing and Reliability Assessment of 6 kV Current Transformers for High Voltage Applications*. 21(01).
- IEEE Standard Definitions for Power Switchgear. (1992). IEEE Standard Definitions for Power Switchgear. *IEEE Std C37.100-1992*, 1992, 80.
- Ivanov, D. A., Sadykov, M. F., Yaroslavsky, D. A., Golenishchev-Kutuzov, A. V., & Galieva, T. G. (2021). Non-contact methods for high-voltage insulation equipment diagnosis during operation. *Energies*, 14(18). <https://doi.org/10.3390/en14185670>
- Landry, M., Turcotte, O., & Brikci, F. (2008). A complete strategy for conducting dynamic contact resistance measurements on HV circuit breakers. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 23(2), 710–716. <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2008.917694>
- Nur Pamudji. (2014). *Kepdir 0520-2 K Dir 2014*.
- PT PLN (Persero). (2022). *Pedoman Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik PT PLN (Persero) di Regional Jawa Madura Bali*. 1–130.

- Rochman, W. K. J. (2024). Kelayakan Pemisah (Disconnect Switch) 500 Kv Berdasarkan Hasil UjiTahanan Isolasi Dan Tahanan Kontak Pada Pltu Buton Adipala. *Journal Of Social Science Research*, 4(3), 9253–9264.
- Soedjarwanto, N., Kenya Excellentia Kines, & Saka Arif Aulia. (2024). Analisis Tahanan Kontak pada Pemisah (PMS) 150 kV Berdasarkan Hasil Pemeliharaan di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Sutami. *Jurnal Teknik Ilmu Dan Aplikasi*, 5(2), 34–40. <https://doi.org/10.33795/jtia.v5i2.4821>
- Tobing, B. L. (2012). *Peralatan tegangan tinggi* (Edisi ke-2). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Waghole, D. (2023). *A brief review on Insulation Resistance testing*. June. <https://doi.org/10.37896/JBSV23.5/2140>