

## Analisa Tahanan Isolasi Kabel KMI 4x800 mm<sup>2</sup> Terhadap Terminasi Kabel Power 20kV pada Trafo 3 di Gardu Induk 150kV

Muhammad Lukman Hakim<sup>1</sup>, Edy Sumarno<sup>1</sup>, Himma Firdaus<sup>1</sup>, Yoyok Dwi Setyo Pambudi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang  
<sup>1</sup>Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

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

---

### INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 6 Agustus 2024  
revisi : 5 Oktober 2024  
diterima : 7 November 2024  
dipublish : 30 November 2024

---

### ABSTRAK

PT.PLN (Persero) sebagai Perusahaan Listrik Negara berusaha untuk menyuplai energi listrik listrik yang ada dengan optimal mungkin seiring berkembangnya pertumbuhan ekonomi dan permintaan energi listrik oleh konsumen mak timbul permasalahan yang harus di hadapi oleh PLN, yaitu menyediakan dan menjaga pasokan energi listrik untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Pada penyaluran listrik di gardu induk GIS New Senayan terdapat anomali berupa desis pada panel incoming 20kV yang bersumber dari kabel 20kV dan Sebagian besar kabel incoming 20kV dari trafo memiliki arus bocor yang cukup besar. Jika hal ini dibiarkan dapat merusak kabel dan mengakibatkan gangguan. Oleh karena itu perlu adanya perbaikan terminasi. Tujuan dari penulisan ini adalah menganalisa terminasi kabel incoming 20kV, menjelaskan fungsi dari terminasi kabel incoming 20kV, melakukan pengujian pada terminasi kabel incoming 20kV. Tata cara yang digunakan tata cara riset ini merupakan tata cara kuantitatif. Hal ini karena data yang digunakan dalam penelitian ini dalam bentuk angka dari mulai pengumpulan data, pengolahan data, hingga hasil yang didapat. Pada sebelum perbaikan terminasi nilai arus bocor pada fasa T1 yaitu sebesar 0,27mA dengan tegangan uji 35kV dan pada fasa T3 sebesar 0,83mA dengan tegangan uji 30kV. sesudah dilakukan perbaikan terminasi nilai arus bocor pada fasa T1 sebesar 0,013mA dengan tegangan uji 46kV dan pada fasa T3 sebesar 0,014mA dengan tegangan uji 46kV jadi setelah perbaikan terminasi nilai arus bocor mengalami penurunan.

*Kata kunci : Kabel 20kV; Arus Bocor; Terminasi*

### ABSTRACT

*PT. PLN (Persero) as the State Electricity Company strives to optimally power the existing electrical energy along with the development of economic growth and the demand for electrical energy by consumers so that problems arise that must be faced by PLN, namely providing and maintaining the supply of electrical energy to meet consumer needs. In the electricity broadcast at the GIS New Senayan substation there is an anomaly in the form of hissing on the incoming 20kV panel originating from the 20kV cable and most of the incoming 20kV cable from the transformer*

*has a fairly large leakage current. Suppose this is allowed to damage the cable and cause interference. Therefore, it is necessary to improve termination. The purpose of this paper is to analyze the termination of the incoming 20kV cable, explain the function of the termination of the incoming 20kV cable, and perform tests on the termination of the incoming 20kV cable. The procedure used in this research is a quantitative method. This is because the data used in this study are in the form of numbers, starting from data collection, data processing, to the results that can be obtained. Before repairing the termination, the leakage current value in the T1 phase was 0.27mA with a test voltage of 35kV. In the T3 phase it is 0.83mA with a test voltage of 30kV. before repairing the termination, the value of the leakage current in the T1 phase was 0.013 mA with a 46kV test voltage, and in the T3 phase it was 0.014mA with a 46kV test voltage, so after the termination repair the leakage current value decreased.*

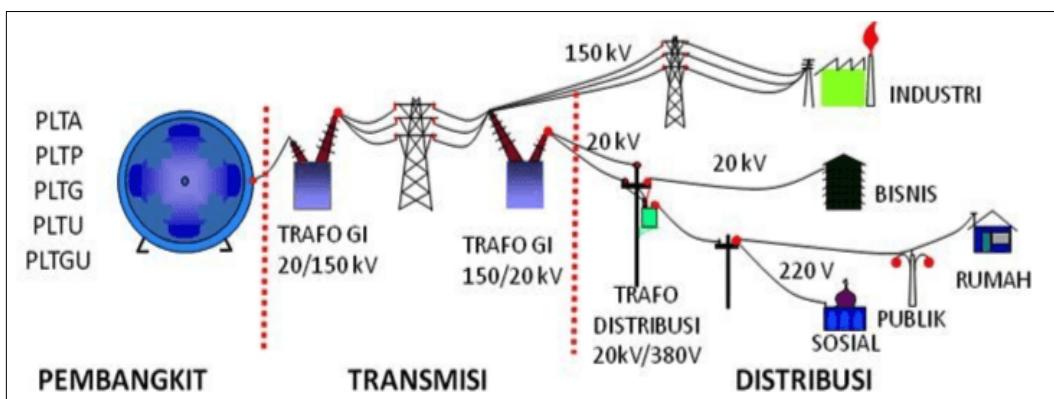
*Keywords : 20kV Cable; Leakage Current; Termination*

## PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang paling penting dan sumber daya ekonomi yang paling penting yang dibutuhkan untuk melakukan bisnis (Agzytia Premana et al., 2020). Di masa depan, kebutuhan listrik akan meningkat seiring dengan pertumbuhan dan perkembangan penduduk, dan peningkatan investasi akan menciptakan berbagai industri baru (Ajizah, 2021) (Mesriana, 2024). Penggunaan listrik merupakan elemen penting dalam kehidupan masyarakat, baik di rumah, penerangan, telekomunikasi maupun industri. PT.PLN (Persero) sebagai Perusahaan Listrik Negara berusaha untuk menyuplai energi listrik yang ada dengan seoptimal mungkin. Seiring berkembangnya pertumbuhan ekonomi dan permintaan energi listrik oleh konsumen maka timbul permasalahan yang harus dihadapi oleh PLN, yaitu menyediakan dan menjaga pasokan energi listrik untuk memenuhi kebutuhan konsumen (PT PLN, 2021). Pada suatu sistem ketenagalistrikan, kendala tidak bisa dihindari meski sulit diperkirakan dengan sebaik-baiknya. Kendala ini diakibatkan terdapatnya kegagalan isolasi pada sistem ketenagalistrikan ataupun terdapatnya kehancuran yang terjalin pada saluran kabel tegangan menengah (Triyanto, 2023). Untuk menghubungkan kabel pada peralatan listrik yang akan digunakan, perlu adanya terminasi atau kontak ujung. Hal ini untuk memenuhi persyaratan teknik yang distandarkan, sehingga dengan demikian kontinuitas penyaluran terjamin (Triyanto, 2023). Untuk menjaga kualitas mutu penyaluran tenaga listrik, maka dilakukan pemeliharaan dan pengecekan secara berkala. Pada penyaluran listrik di gardu induk GIS New Senayan terdapat anomali berupa desis pada panel incoming 20kV yang bersumber dari kabel 20kV dan sebagian besar kabel incoming 20kV dari trafo memiliki arus bocor yang cukup besar. Jika hal ini dibiarkan dapat merusak kabel dan mengakibatkan gangguan. Oleh karena itu perlu adanya perbaikan terminasi (Hardino, 2020)(Karta et al., 2020).

## TEORI

Setelah energi listrik dihasilkan oleh pusat pembangkit, selanjutnya listrik dialirkan melalui Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) dan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) (Hajar et al., 2020). Setelah melewati tahap transmisi ini, listrik kemudian didistribusikan kepada konsumen melalui jaringan distribusi tenaga listrik. Apabila lokasi pembangkit listrik berada jauh dari pusat beban, maka tegangan listrik perlu dinaikkan dari tegangan menengah menjadi tegangan tinggi atau bahkan tegangan ekstra tinggi. Di pusat pembangkit, energi listrik dihasilkan oleh generator dengan tegangan sekitar 16kV (Rizkiana & Saputra, 2024). Tegangan ini kemudian dinaikkan menggunakan transformator step-up di Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi hingga mencapai 500kV untuk dialirkan melalui SUTET menuju pelanggan khusus. Sebelum mencapai pelanggan tersebut, tegangan diturunkan terlebih dahulu menjadi sekitar 150kV menggunakan transformator step-down di gardu induk. Selanjutnya, listrik didistribusikan ke konsumen tegangan menengah melalui jaringan udara tegangan tinggi, dan kembali diturunkan menjadi sekitar 20kV di gardu induk dengan transformator step-down. Ketika listrik mendekati pusat beban atau konsumen umum, tegangan diturunkan lagi dari tegangan menengah ke tegangan rendah oleh trafo *step-down* yang berada di gardu distribusi. Besar tegangan yang diterima konsumen akhir biasanya sebesar 220V untuk kebutuhan rumah tangga dan 380V untuk kebutuhan industri ringan. Gambar 1 menunjukkan skema distribusi energi listrik dari pembangkit sampai dengan distribusi (Corio et al., 2023).



**Gambar 1.** Distribusi energi listrik (Corio et al., 2023)

Jaringan Tegangan Menengah, terdiri dari beberapa jenis, salah satunya adalah SUTM (Saluran Udara Tegangan Menengah), yaitu sistem jaringan listrik yang banyak digunakan di Indonesia karena biayanya yang relatif rendah. SUTM menggunakan konduktor atau kabel terbuka yang dipasang pada tiang besi atau beton dengan isolator, dan harus memenuhi standar keselamatan terkait jarak antar fasa, bangunan, pepohonan, dan manusia, meskipun jenis kabel ini tidak sepenuhnya aman terhadap tegangan sentuh. Sistem ini dirancang untuk mengurangi risiko gangguan sementara, seperti gangguan akibat ranting atau pohon yang menyentuh kabel. Selanjutnya, SKUTM merupakan pengembangan dari SUTM dengan peningkatan aspek keamanan dan keandalan dalam

transmisi listrik 20kV. Sistem ini menggunakan kawat berpilin tanpa memerlukan pelindung mekanis tambahan pada masing-masing fasa, namun tetap memerlukan pertimbangan terhadap kekuatan tiang penyangganya karena menahan beban lebih berat. Sementara itu, SKTM (Saluran Kabel Tegangan Menengah) adalah jaringan distribusi listrik yang paling andal dan aman untuk tegangan menengah, meskipun biaya instalasinya lebih tinggi. Keandalan ini didukung oleh penggunaan isolasi pada setiap fasa serta pelindung mekanis sesuai standar yang berlaku (Mubarrok & Nanndo Yannuansa, 2023).

Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM), merupakan sistem distribusi energi listrik yang dirancang untuk memberikan kenyamanan dan keandalan tinggi, meskipun dengan biaya instalasi yang lebih mahal dibandingkan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM). SKTM menjadi pilihan utama dalam penyaluran listrik karena memiliki risiko gangguan yang lebih rendah terhadap faktor eksternal seperti kondisi lingkungan, serta mampu meningkatkan keamanan sistem kelistrikan. SKTM sendiri terbagi menjadi dua jenis, yaitu kabel bawah tanah (land-based) dan kabel bawah laut (submarine), keduanya menggunakan konstruksi penghantar berisolasi pada setiap fasa serta pelindung mekanis sesuai standar ketenagalistrikan. Salah satu komponen penting dalam sistem kelistrikan adalah isolator, yaitu bahan dielektrik yang berfungsi untuk memisahkan konduktor bertegangan dari struktur penyangga yang dihubungkan ke tanah. Isolator memiliki peran mekanis untuk menahan beban kawat pada saluran udara dan juga berperan sebagai penghalang listrik agar tidak terjadi kebocoran arus atau loncatan listrik akibat medan listrik tinggi seperti korona atau percikan api. Dalam sistem tegangan tinggi, bahan isolasi digunakan untuk memisahkan kabel yang bertegangan, sekaligus harus mampu menahan tekanan mekanis, termal, dan kimia. Bahan ini dipilih berdasarkan ketahanan jangka panjang terhadap kondisi operasi tertentu. Gambar 2 menunjukkan beberapa jenis isolator dalam jaringan tenaga listrik (Baqaruzi & Muhtar, 2020).



**Gambar 2.** Isolator dalam jaringan listrik (Baqaruzi & Muhtar, 2020)

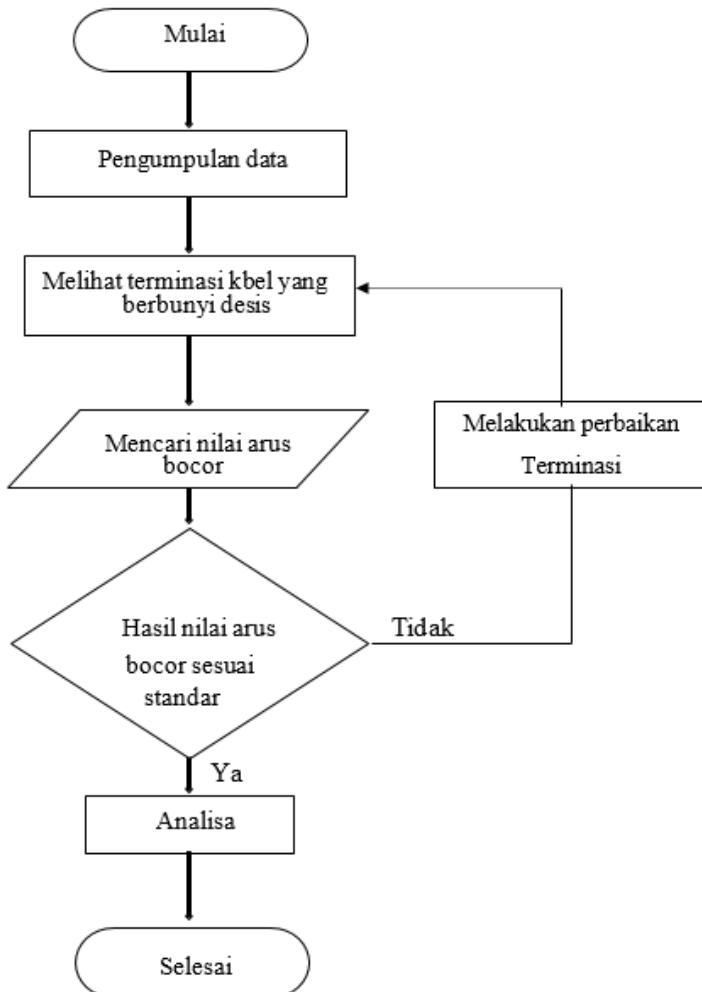
Bahan dielektrik padat banyak digunakan pada berbagai perangkat listrik karena mampu mengisolasi komponen bertegangan dengan efektif. Kriteria bahan dielektrik yang baik antara lain memiliki kerugian dielektrik rendah, kekuatan mekanik tinggi, tahan

terhadap suhu dan bahan kimia, serta tidak mudah menghasilkan gas atau debu. Isolator padat juga memiliki ketahanan terhadap tegangan tembus yang lebih baik dibandingkan isolator berbentuk cair atau gas. Namun, kerusakan pada isolator padat bersifat permanen, tidak seperti pada beberapa jenis isolator cair atau gas yang dapat pulih kembali. Proses kegagalan pada dielektrik padat terjadi karena ikatan atom yang kuat dalam struktur kristalnya terganggu oleh medan listrik tinggi, yang menyebabkan gerakan bebas pembawa muatan, penggandaan muatan, dan pembentukan ruang muatan dalam material. Hal ini menyebabkan disipasi energi yang berujung pada kegagalan listrik atau breakdown. Mekanisme kegagalan ini lebih kompleks dibandingkan kegagalan pada gas karena melibatkan jalur energi dan reaksi internal yang tidak ditemukan dalam isolator gas, sehingga pengujian dan pemahaman terhadap kerusakan bahan dielektrik padat menjadi sangat penting dalam teknik kelistrikan (Mubarrok & Nanndo Yannuansa, 2023).

Kabel listrik merupakan sebuah penghantar arus yang dilapis isolasi untuk menyalurkan energi listrik atau sinyal data dari satu titik ke titik lain. Umumnya kabel terdiri dari konduktor (tembaga atau aluminium) dan isolator seperti PVC atau XLPE, yang mampu menangani tegangan hingga 15kV atau lebih. Tegangan tembus adalah batas minimum yang menyebabkan kerusakan isolasi, di mana arus bocor dapat merusak struktur kimia material dan menyebabkan jalur konduktif (*breakdown*). Oleh karena itu, pengujian tegangan tinggi, seperti High Voltage Test (HV Test), penting untuk menjamin kualitas dan keandalan kabel (Zalfin et al., 2021).

## METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, karena seluruh data yang dikumpulkan, diolah, dan dianalisis disajikan dalam bentuk angka. Untuk mempermudah pelaksanaan penelitian, diperlukan suatu kerangka kerja yang sistematis dan terstruktur dengan tahapan yang jelas. Kerangka kerja ini memuat langkah-langkah yang akan dilakukan dalam upaya menyelesaikan permasalahan yang diteliti. Teknis analisis dalam penelitian ini dimulai setelah dilakukan studi literatur dan pengumpulan data yang relevan. Data-data yang diperoleh kemudian diolah dan dianalisis berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Selanjutnya, penelitian diarahkan untuk merumuskan kesimpulan guna menjawab rumusan masalah yang telah dijabarkan pada Bab I. Adapun langkah-langkah penelitian meliputi: pemilihan Gardu Induk (GI) 150kV New Senayan sebagai lokasi pengambilan data untuk tugas akhir, pelaksanaan observasi di lokasi tersebut, pengambilan data pengukuran sebelum dilakukan perbaikan pada terminasi kabel, kemudian dilanjutkan dengan proses perbaikan pada kabel power 20kV KMI  $1 \times 800\text{mm}^2$  yang sebelumnya menunjukkan hasil di bawah standar. Setelah perbaikan, dilakukan kembali pengambilan data pengukuran untuk melihat perbandingan hasil. Data hasil pengukuran sebelum dan sesudah perbaikan dianalisis untuk kemudian ditarik kesimpulan dari keseluruhan proses penelitian. Gambar 3 merupakan flowchart penelitian yang merupakan planning dari penelitian.



**Gambar 3.** Flowchart penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini, penulis menggunakan sejumlah peralatan yang tersedia di GIS New Senayan untuk mendukung kelancaran proses pengumpulan data. Salah satu objek utama dalam penelitian ini adalah kabel jenis XLPE.

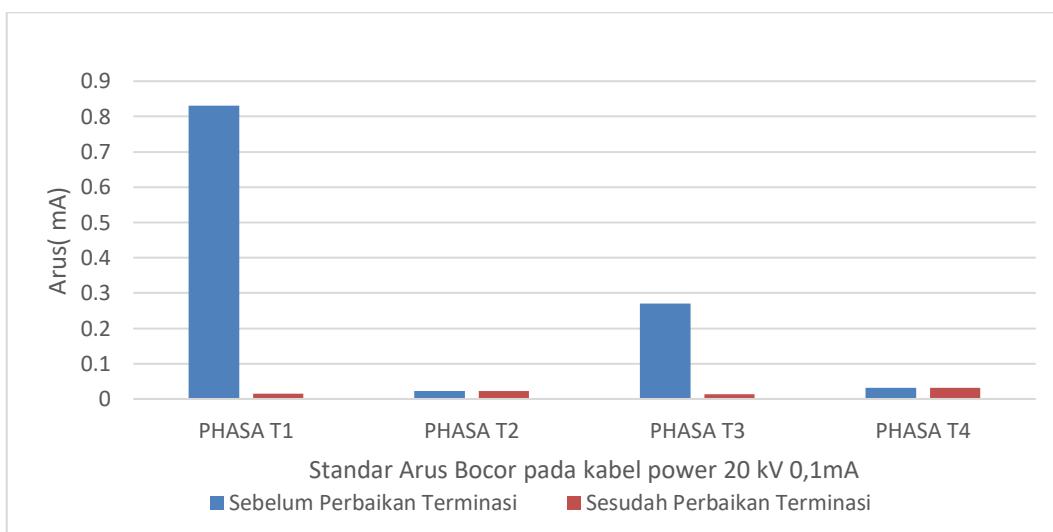
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil infeksi rutin di GIS New Senayan ditemukan adanya anomaly pada kabel power incoming berupa desis dan hasil termovisi yang cukup panas 53°C. Jika hal ini dibiarkan dapat merusak kabel dan mengakibatkan gangguan. Oleh karena itu perlunya pengecekan. Untuk pengecknya kita uji dengan alat HV Test untuk mengetahui arus bocor di kabel KMI 4x800 mm<sup>2</sup>. Gambar 4 berikut ini menunjukkan hasil termovisi sebelum dilakukan perbaikan.



**Gambar 4.** Hasil termovisi sebelum perbaikan

Gambar 5 dibawah menunjukkan bahwa pada Fasa T2 dan T4 tidak mengalami arus bocor yang signifikan atau masih dalam batas standar, sehingga pada fasa T2 dan T3 tidak dilakukan perbaikan terminasi kabel tetapi pada fasa T1 dan T3 di lakukan perbaikan terminasi kabel. Pada sebelum perbaikan terminasi nilai arus bocor pada fasa T1 yaitu sebesar 0,83mA dengan tegangan uji 30kV dan pada fasa T3 sebesar 0,27mA dengan tegangan uji 35kV. sesudah dilakukan perbaikan terminasi nilai arus bocor pada fasa T1 sebesar 0,015mA dengan tegangan uji 46kV dan pada fasa T3 sebesar 0,013mA dengan tegangan uji 46kV jadi setelah perbaikan terminasi nilai arus bocor mengalami penurunan. Pada saat pengujian arus bocor pada kabel 20kV tegangan ujinya berbeda-beda, karena tegangan uji mengikuti kondisi objek yang di uji. Saat pengujian arus bocor sebelum perbaikan terminasi pada fasa T1 dan T3 tegangan ujinya berbda-beda karena nilai arus bocornya sudah besar maka tegangan uji tidak dinaikkan.



**Gambar 5.** Hasil pengukuran HV Test Kabel 20kV

Pengukuran tahanan isolasi kabel, untuk mengetahui nilai resistansi isolasi ataupun tahanan isolasi pada suatu kabel listrik memiliki nilai minimum yaitu:

1000 Ω x Tegangan Kerja

1000 Ω x 20.000 Volt

20.000.000 Ω / 20 M Ω

Kualitas isolasi yang baik dapat ditentukan dari nilai tahanan kabelnya, dimana semakin tinggi nilai tahanan tersebut, maka semakin baik pula fungsi isolasinya. Fungsi utama dari isolasi adalah untuk mencegah perpindahan arus listrik dari penghantar menuju ke tanah atau benda lain yang dapat menyebabkan kebocoran arus. Selain itu, isolasi juga berperan penting dalam mencegah terjadinya perpindahan arus antara dua jenis konduktor yang berbeda, yang dapat menimbulkan hubungan singkat (*short circuit*).

Berdasarkan hasil termografi pada Gambar 4.25, setelah dilakukan perbaikan terminasi kabel, terjadi penurunan suhu yang signifikan. Hasil termovisi menunjukkan suhu pada titik T1 sebesar 40,3°C, T2 sebesar 41,3°C, T3 sebesar 43,6°C, dan T4 sebesar 43,9°C. Sebagai perbandingan, sebelum dilakukan perbaikan, suhu pada titik T1 mencapai 53,6°C, sedangkan titik lainnya memiliki nilai yang relatif sama. Penurunan suhu ini mengindikasikan perbaikan kondisi kabel. Dalam penelitian ini ditemukan bahwa selongsong isolasi berwarna merah mengalami perubahan warna menjadi kehitaman akibat panas berlebih yang disebabkan oleh adanya *partial discharge*. *Partial discharge* sendiri dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kualitas bahan dielektrik, adanya celah atau rongga dalam bahan tersebut, serta ketidak sempurnaan dalam proses terminasi kabel.

Untuk mengetahui lebih lanjut, dilakukan pengujian HV (High Voltage) Test yang menunjukkan adanya arus bocor signifikan disertai percikan, mengindikasikan bahwa terminasi kabel mengalami kerusakan. Setelah pembongkaran, ditemukan bahwa isolasi kabel utama (PE) masih dalam kondisi baik, dan kerusakan hanya terjadi pada selongsong isolasi merah. Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa suara desis pada panel incoming 20kV disebabkan oleh arus bocor yang berasal dari selongsong isolasi merah yang rusak. Setiap jenis isolasi memiliki karakteristik kebocoran arus yang berbeda, tergantung pada nilai resistansi atau tahanan isolasinya. Semakin tinggi nilai resistansi, maka arus bocor yang terjadi akan semakin kecil, sehingga tahanan isolasi berbanding terbalik dengan arus bocor. Sebelum perbaikan, nilai arus bocor pada fasa T1 mencapai 0,83 mA dan fasa T3 sebesar 0,27 mA. Setelah perbaikan, nilai arus bocor turun drastis menjadi 0,015 mA pada T1 dan 0,013 mA pada T3. Penurunan ini menunjukkan bahwa perbaikan terminasi berhasil meningkatkan kualitas isolasi, sehingga nilai arus bocor berada dalam kisaran aman, yaitu rata-rata di bawah 0,1 mA, dan masih memenuhi standar yang ditetapkan.

## KESIMPULAN

Perbaikan terminasi kabel power 20kV nilai arus bocor pada fasa T1 sebesar 0,013mA dan fasa T3 sebesar 0,015mA maka ada penurunan nilai arus bocor setelah perbaikan. Hasil termovisi dan *partial discharge* mengalami penurunan dimana hasil termovisi titik terpanas pada 43°C dan hasil *partial discharge* -6db. Penelitian ini yang menyebabkan bunyi desis pada panel incoming 20kV, yaitu berupa selongsong isolasi merah yang menghitam dan memiliki arus bocor yang cukup besar. Hasil tahanan isolasi memiliki hasil di atas 20MΩ jadi tahanan isolasi pada kabel KMI 4x800mm<sup>2</sup> masih baik digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agyztia Premana, Gian Fitralisma, Andi Yulianto, M. Badruz Zaman, & M. A. Wiryo. (2020). Pemanfaatan Teknologi Informasi Pada Pertumbuhan Ekonomi Dalam Era Disrupsi 4.0. *Journal of Economic and Management (JECMA)*, 2(2), 1–6. <https://doi.org/10.46772/jecma.v1i01.219>
- Ajizah, I. (2021). Urgensi Teknologi Pendidikan : Analisis Kelebihan Dan Kekurangan Teknologi Pendidikan Di Era Revolusi Industri 4.0. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 4(1), 25–36.
- Baqaruzi, S., & Muhtar, A. (2020). Analisis Jatuh Tegangan dan Rugi-rugi Akibat Pengaruh Penggunaan Distributed Generation Pada Sistem Distribusi Primer 20 KV. *E-JOINT (Electronica and Electrical Journal Of Innovation Technology)*, 1(1), 20–26. <https://doi.org/10.35970/e-joint.v1i1.216>
- Corio, D., Maulana, R., Yunesti, P., & Hendri, Z. (2023). *Perencanaan dan Operasi Perencanaan dan Operasi Sistem Tenaga Listrik*.
- Hajar, I., Pasra, N., & Rusmansyah, D. (2020). Analisis Voltage Drop Pada Jaringan Tegangan Rendah Dengan Metode Pecah Beba Pada Gardu KH 007 Di PT PLN (Persero) UP3 Pamekasan. *Sutet*, 10(2), 99–111. <https://doi.org/10.33322/sutet.v10i2.1306>
- Hardino, F. (2020). *mencapai derajat Sarjana S1 Disusun oleh : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta*.
- Karta, A., Imam, A., Widyartono, M., & Chandra, A. (2020). Analisis Kebutuhan Sistem Proteksi Sambaran Petir Pada Gedung Bertingkat. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya*, 09(03), 773–780.
- Mesriana. (2024). *Kebijakan Energi dan Dampak Lingkungan : Menuju Model Berkelanjutan*. 1–13.
- Mubarrok, M. syafik, & Nanndo Yannuansa. (2023). Perawatan Tansformator Distribusi Untuk Menjaga Keandalan Sistem Distribusi Jaringan Listrik. *Elconika: Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 25–33. <https://doi.org/10.33752/elconika.v1i1.3580>
- PT PLN. (2021). *Statistik PLN 2021*, 01001–2206(Juni), 49–58.
- Rizkiana, A. F., & Saputra, Y. M. (2024). Perbaikan Jatuh Tegangan dan Rugi Daya dengan Rekonfigurasi Jaringan Sambungan Rumah dan Rekonduktor Jaringan Tegangan Rendah pada Gardu Distribusi MI-44-150-21 PT PLN ULP Magelang Kota. *Jurnal Listrik, Instrumentasi, Dan Elektronika Terapan*, 5(1), 1.



---

**DOI: <https://doi.org/10.32493/yepei.v2i2.52335>**

---

<https://doi.org/10.22146/juliet.v5i1.87020>

Triyanto, A. (2023). *PROTEKSI SISTEM TENAGA*. UNPAM PRESS.

Zalfin, A., Elektro, J. T., Negeri, P., & Pandang, U. (2021). *Studi pengaruh lekukan kabel terhadap arus listrik*.