E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Analisis Penanganan Partial Discharge Pada Busbar Kubikel 20 KV Sebagai Upaya Pencegahan Gangguan Di Gardu Induk Ende

Ni Putu Mas Pramita Dewi[1], I Wayan Sutama[2], Agus Putu Abiyasa[3], I Wayan Suriana[4]
[1] Universitas Pendidikan Nasional, mitadewi591@gmail.com
[2] Universitas Pendidikan Nasional, wayansutama@undiknas.ac.id
[3] Universitas Pendidikan Nasional, abiyasa@undiknas.ac.id
[4] Universitas Pendidikan Nasional, wayansuriana@undiknas.ac.id

Abstrak

Keandalan sistem distribusi 20 kV sangat dipengaruhi oleh kualitas isolasi kubikel, karena degradasi isolasi dapat memicu *partial discharge* yang berpotensi menyebabkan gangguan luas. Permasalahan terjadi di Gardu Induk Ende PT PLN (Persero) ULTG Flores Timur, fenomena *partial discharge* pada busbar kubikel 20 kV merek ABB tetap muncul meskipun telah dilakukan re-terminasi, sehingga diperlukan evaluasi terhadap efektivitas perbaikan. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-analitis berbasis studi kasus dengan pengujian on-line menggunakan UltraTEV Plus 2 melalui metode TEV *(Transient Earth Voltage)* dan ultrasonik, serta analisis pola PRPD *(Phase Resolved Partial Discharge)* dan persentase penurunan nilai gangguan. Hasil awal menunjukkan nilai *partial discharge* meningkat hingga 38 dB dengan tingkat keyakinan 97%. Investigasi menemukan ketidakterpasangan contact spring dan posisi rubber partition yang tidak sesuai standar. Setelah dilakukan fabrikasi dan pemasangan ulang komponen tersebut, nilai gangguan turun menjadi 8 dB dengan tingkat keberhasilan 78,95%, tanpa indikasi lanjutan. Temuan ini menegaskan pentingnya kesesuaian konstruksi internal dalam meningkatkan keandalan kubikel.

Kata Kunci: *Kubikel, Partial Discharge, Busbar, Keandalan Sistem Distribusi*

Abstract

The reliability of a 20 kV distribution system is highly influenced by the insulation quality of the medium voltage switchgear, as insulation degradation can trigger partial discharge that potentially causes widespread faults. A problem occurred at the Ende Substation of PT PLN (Persero) ULTG Flores Timur, where the partial discharge phenomenon on the busbar of a 20 kV ABB medium voltage switchgear persisted despite re-termination efforts, necessitating an evaluation of the repair's effectiveness. This study employed a descriptive-analytical approach based on a case study, conducting on-line testing with the UltraTEV Plus 2 instrument using TEV (Transient Earth Voltage) and ultrasonic methods, along with an analysis of the PRPD (Phase Resolved Partial Discharge) pattern and the percentage reduction in the discharge value. Initial results showed that the partial discharge value increased to 38 dB with a 97% confidence level. Further investigation revealed the absence of a contact spring and the improper positioning of the rubber partition, which did not comply with standard specifications. Following the fabrication and reinstallation of these components, the discharge value decreased to 8 dB, achieving a success rate of 78.95% with no further indications of anomalies. These findings emphasize the importance of proper internal construction conformity in enhancing the reliability of medium voltage switchgear.

Keywords: *Medium Voltage Switchgear, Partial Discharge, Busbar, Distribution System Reliability*

Corresponding Author:
Ni Putu Mas Pramita Dewi

Universitas Pendidikan Nasional, indraswarimarya@gmail.com

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan pilar utama penggerak perekonomian dan aktivitas sosial masyarakat modern. Di tengah pesatnya perkembangan digital, penggunaan perangkat elektronik meningkat secara signifikan, sehingga dibutuhkan sistem tenaga listrik yang memiliki tingkat keandalan dan kestabilan tinggi dengan gangguan seminimal mungkin. Pada jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV, gardu induk berperan sebagai penghubung interkoneksi antara sistem transmisi dan jaringan distribusi (Latif et al., 2025). Di dalam gardu induk, terdapat kubikel 20 kV yang berfungsi sebagai perangkat switching dan proteksi serta penghubung transformator daya dengan jaringan distribusi 20kV (Patasik et al., 2025). Tingkat keandalan kubikel sangat dipengaruhi oleh kondisi sistem isolasinya, karena kegagalan isolasi dapat memicu gangguan berantai, pemadaman luas, hingga kerusakan aset bernilai tinggi (Ramadhan et al., 2023) .

Salah satu penyebab utama gangguan pada peralatan tegangan menengah kubikel 20kV yaitu penurunan kualitas isolasi (Rahmadani et al., 2022). Salah satu indikasi awal terjadinya penurunan kualitas isolasi adalah timbulnya partial discharge, yaitu pelepasan muatan listrik parsial yang terjadi secara lokal akibat ketidaksempurnaan distribusi medan listrik pada material isolasi (Maarif & Winarso, 2024). Partial discharge merupakan pelepasan muatan listrik sebagian yang terjadi pada celah atau cacat isolasi akibat tegangan tinggi, kontaminasi, kelembapan, maupun sambungan yang kurang sempurna (Sipahutar et al., 2024). Meskipun bersifat lokal dan tidak langsung menyebabkan kegagalan total, partial discharge yang berlangsung terus-menerus dapat mempercepat penuaan isolasi hingga berujung pada kegagalan total *(breakdown).* Oleh karena itu, deteksi dini partial discharge menjadi langkah preventif untuk menghindari kerusakan permanen, ledakan peralatan, serta kerugian energi akibat pemadaman (Nasron et al., 2020).

Permasalahan nyata terjadi di wilayah kerja ULTG Flores Timur, dimana kegagalan isolasi pada kubikel Incoming 20 kV Gardu Induk Maumere menyebabkan ledakan peralatan dan terhentinya beberapa penyulang serta pembangkit. Dampaknya tidak hanya pada aspek teknis, tetapi juga pada nilai Energy Not Served (ENS) dan penurunan kinerja unit. Indikasi serupa kembali ditemukan pada busbar kubikel 20 kV merk ABB di Gardu Induk Ende melalui inspeksi level 1 dan pengujian on-line menggunakan metode Transient Earth Voltage (TEV) (Savira, 2025). Upaya penanganan berupa terminasi ulang sempat dilakukan, namun aktivitas partial discharge kembali muncul pada titik yang sama, sehingga diperlukan analisis yang lebih komprehensif terhadap pola gangguan dan efektivitas tindakan korektif. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat keberhasilan penanganan partial discharge pada busbar kubikel 20 kV menggunakan alat UltraTEV Plus 2, serta mengidentifikasi faktor penyebab berulangnya *partial discharge*.

Berbagai studi sebelumnya menunjukkan bahwa metode Transient Earth Voltage (TEV) merupakan teknik non-intrusif yang efektif untuk mendeteksi aktivitas partial discharge pada kubikel 20 kV(Dedi Tri Laksono et al., 2023), khususnya pada komponen kritis seperti busbar dan PMT yang rentan mengalami degradasi isolasi. Hasil penelitian (Adirawati & Samsurizal, 2023)membuktikan bahwa pengukuran TEV secara on-line mampu mengidentifikasi risiko *partial discharge* secara akurat, di mana nilai di atas ambang batas PLN (>20 dB) mengindikasikan adanya cacat isolasi atau sambungan yang kurang baik. Sementara itu, studi (Reid et al., 2012)melalui perbandingan dengan standar IEC 60270 dan metode UHF menegaskan bahwa TEV memiliki korelasi empiris yang kuat serta keunggulan dalam aspek kepraktisan, non-intrusif, dan kemampuan pelokalisasian sumber gangguan tanpa mengganggu operasi sistem. Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini memperkuat kajian empiris terkait efektivitas TEV dalam menganalisis serta

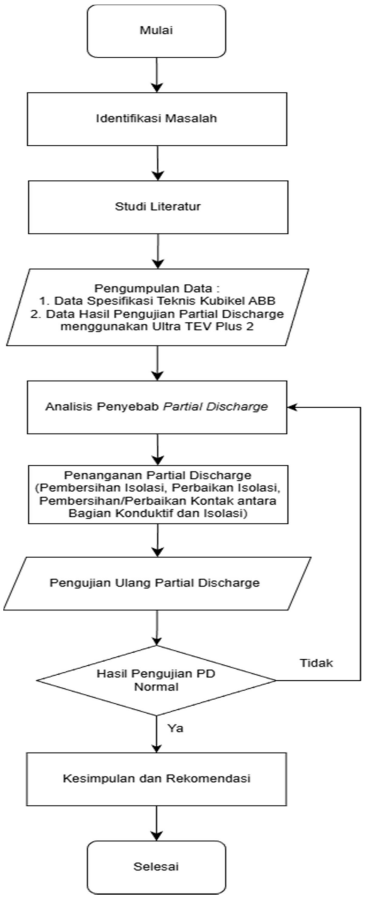
E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

mengevaluasi penanganan *partial discharge* pada busbar kubikel 20 kV sebagai referensi pengelolaan aset serupa di unit lain.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Gardu Induk Ende PT. PLN (Persero) ULTG Flores Timur dengan objek penelitian busbar kubikel 20kV merek ABB. Pengujian dilakukan secara langsung pada kondisi bertegangan menggunakan alat Ultra TEV Plus 2 untuk mendeteksi aktivitas partial discharge melalui metode Transient Earth Voltage (TEV) dan ultrasonik. Pengambilan data berlangsung pada periode bulan Juli 2025 hingga Januari 2026 untuk memperoleh gambaran kondisi aktual peralatan serta perubahan nilai partial discharge sebelum dan sesudah dilakukan penanganan gangguan.

Metode penelitian yang digunakan yaitu deskriptif-analitis dengan pendekatan studi kasus, dikarenakan penelitian ini difokuskan pada satu objek spesifik untuk mengkaji fenomena partial discharge, proses perbaikan, dan efektivitas tindak lanjut yang dilakukan. Sumber data yang digunakan terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung metode TEV dan ultrasonik sebelum dan sesudah perbaikan, dokumentasi visual area busbar, serta wawancara dengan PIC partial discharge kubikel. Data sekunder dikumpulkan dari laporan gangguan, catatan inspeksi rutin, buku panduan, serta referensi ilmiah terkait *partial discharge* pada kubikel. Seluruh data kemudian dianalisis secara sistematis sesuai tahapan penelitian yang disajikan dalam diagram alir pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Berikut ini merupakan penjelasan dari gambar diagram alir yang digunakan sebagai pedoman dalam tahapan melakukan penelitian:

a. **Identifikasi Masalah** merupakan tahap awal penentuan masalah melalui observasi lapangan dan wawancara terkait dengan riwayat kemunculan partial discharge pada kubikel GI Ende yang terus muncul berulang, meskipun tindakan terminasi ulang telah dilakukan sebelumnya.
b. **Studi Literatur** yang meliputi kajian teoritis mengenai fenomena *partial discharge*, karakteristik konstruksi kubikel, serta standar metode pengujian TEV dan ultrasonik berdasarkan referensi dari jurnal ilmiah maupun buku pedoman teknis.
c. **Pengumpulan Data Lapangan** dilakukan dengan menghimpun data spesifikasi teknis dari kubikel ABB, kemudian melakukan pengujian langsung menggunakan instrumen Ultra TEV Plus 2. Parameter yang dicatat mencakup besaran nilai tegangan transien / TEV (dalam dB) beserta *Pulse Per Cycle* (PPC), serta nilai intensitas emisi suara ultrasonik (dalam dBμV).
d. **Analisis Penyebab *Partial Discharge*** dengan cara mengevaluasi hasil pengukuran awal dan observasi fisik untuk mengklasifikasikan jenis gangguan serta pemicu dari *partial discharge* (*surface*, internal, atau *corona*) (Putra et al., 2021). Apabila metode ultrasonik menunjukkan adanya aktivitas *partial discharge* disertai suara khas discharge, maka pemeriksaan difokuskan pada permukaan luar isolasi karena metode ini sensitif terhadap *surface partial discharge*. Sebaliknya, apabila indikasinya masih meragukan, pengujian dilanjutkan menggunakan metode TEV. Jika TEV mendeteksi adanya *partial discharge*, maka inspeksi diarahkan pada bagian konduktif yang terbungkus isolasi, yang berpotensi mengalami cacat konstruksi atau kerusakan internal pada konduktor maupun material isolasi (Karditama et al., 2023).
e. **Tahap Penanganan** yaitu melaksanakan tindakan perbaikan yang disesuaikan dengan analisis dan identifikasi jenis *partial discharge* dan penyebab *partial discharge*. *Surface partial discharge* terdeteksi melalui pengujian ultrasonik pada permukaan luar isolasi. Penanganannya berupa pembersihan pada isolasi, apabila ditemukan kelembapan atau kotoran. Namun, jika ditemukan jejak arus bocor yang menandakan kegagalan isolasi *(breakdown),* maka komponen tersebut wajib diganti. Sementara itu, *internal partial discharge* terdeteksi melalui metode TEV ketika ultrasonik tidak menunjukkan indikasi gangguan. Dengan demikian perlu dilakukan investigasi terhadap kemungkinan adanya rongga (void) antara konduktor dan isolasi, yang selanjutnya ditindaklanjuti dengan perbaikan atau penggantian bagian isolasi yang mengalami cacat (Mika et al., 2019).
f. **Pengujian Ulang** *partial discharge* kembali dilakukan pada tegangan operasi nominal untuk dilakukan perbandingan dengan data awal. Tindakan perbaikan dinyatakan berhasil apabila nilai *partial discharge* mengalami penurunan, berada di bawah ambang batas 20 dB, atau tidak adanya aktivitas *partial discharge* (Adirawati & Samsurizal, 2023). Sebaliknya, jika tidak terjadi perubahan nilai atau hasil uji masih menetap di angka 20 dB, maka investigasi dan analisis ulang wajib dilakukan guna merumuskan metode penanganan lanjutan yang lebih tepat.
g. **Kesimpulan dan Rekomendasi** dilakukan berdasarkan hasil pengujian dan analisis data yang diperoleh mengenai efektivitas tindakan dan saran peningkatan keandalan sistem.

Analisis data dilakukan melalui proses pengelompokan, penelusuran, dan pengolahan data untuk menemukan pola serta hubungan antarvariabel. Pada penelitian ini digunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan membandingkan nilai *partial discharge*

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

sebelum dan sesudah perbaikan berdasarkan hasil pengukuran Ultra TEV Plus 2, serta menghitung persentase penurunannya dengan persamaan:

$$\Delta PD = \frac{PD_{awal} - PD_{akhir}}{PD_{awal}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :
*PD*awal : Hasil Pengukuran *partial discharge* sebelum perbaikan
*PD*akhir : Hasil Pengukuran *partial discharge* setelah perbaikan

Interpretasi Hasil Pengujian menggunakan UltraTEV Plus 2

Berdasarkan standar PT. PLN (Persero), batas normal pengukuran aktivitas partial discharge yaitu di bawah 20 dB. Didalam pelaksanaannya, pengujian menggunakan UltraTEV Plus 2 mengandalkan dua metode utama, yaitu metode ultrasonik untuk mendeteksi surface. Pada pengujian ultrasonik, nilai < 6 dBμV tergolong normal, sedangkan nilai ≥ 6 dBμV memerlukan validasi melalui pengamatan stabilitas pola *Phase Resolved Partial Discharge* (PRPD) klasifikasi alat ukur, serta konfirmasi audio; apabila teridentifikasi positif, maka perlu segera dilakukan inspeksi serta tindakan perbaikan pada sistem isolasi. Sementara itu, metode TEV digunakan untuk mendeteksi internal *partial discharge* dengan parameter amplitudo (dBmV) yang wajib dikomparasikan dengan nilai Pulse Per Cycle (PPC) dan pola PRPD untuk menghindari kesalahan interpretasi. Sebagai contoh, pembacaan amplitudo tinggi (> 30 dB) dengan nilai PPC rendah umumnya sekadar gangguan *noise*, sedangkan lonjakan nilai PPC sering kali diakibatkan oleh interferensi eksternal atau adanya komponen konduktif yang tidak terhubung ke sistem pembumian sehingga memicu terjadinya aktivitas partial discharge (Mustika & Dewi, 2020). Berikut merupakan panduan interpretasi pengukuran metode TEV yang dituangkan dalam bentuk tabel di bawah ini.

<table>
<tr><td rowspan="2">TEV (dB)</td><td colspan="4">Pulse per Cycle (PPC)</td></tr>
<tr><td>< 0,5</td><td>0,5 - 6</td><td>6 - 30</td><td>> 30</td></tr>
<tr><td>0</td><td rowspan="4">Tidak memerlukan perhatian</td><td colspan="3">Tidak memerlukan perhatian</td></tr>
<tr><td>10 - 19</td><td>Kemungkinan PD tingkat Rendah</td><td>Kemungkinan discharge permukaan</td><td rowspan="2">Noise</td></tr>
<tr><td>20 - 29</td><td>Kemungkinan PD tingkat Menengah</td><td>Kemungkinan discharge permukaan</td></tr>
<tr><td>> 30</td><td>Kemungkinan PD tingkat Tinggi</td><td colspan="2">Kemungkinan Logam mengambang / koneksi buruk / kendur</td></tr>
</table>

Gambar 2. Interpretasi Nilai Pengujian Partial Discharge dengan metode TEV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Kubikel di Gardu Induk Ende

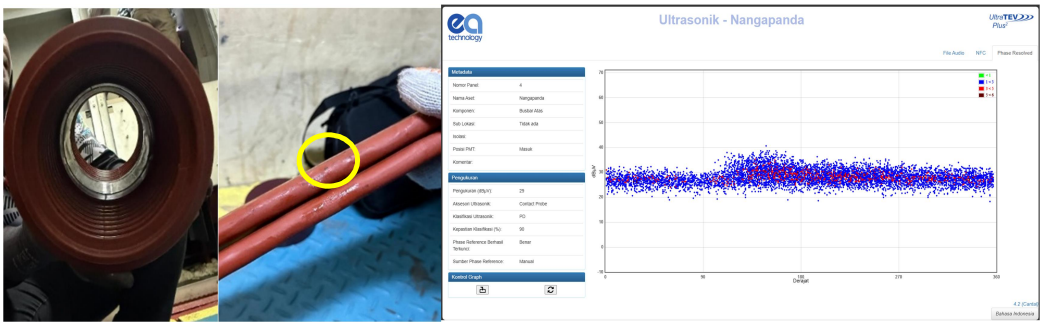
Pada kondisi eksisting di Gardu Induk Ende, indikasi partial discharge terdeteksi pada Kubikel 20kV Outgoing Transformator 2 dengan tipe metal-clad indoor dengan merek ABB UniGear ZS1. Peralatan ini dirancang dengan kompartemen terpisah guna menjamin keandalan operasional dan keamanan tingkat tinggi, serta didukung oleh spesifikasi teknis sesuai standar IEC 62271-200 dengan tegangan pengenal 24 kV. Fitur utama pada kubikel ini terletak pada desain busbar tubular berbahan tembaga atau aluminium yang dilengkapi dengan contact spring (finger contact) untuk menjaga kontinuitas listrik dan mekanis, sekaligus berfungsi meredam getaran serta mendistribusikan medan listrik secara merata guna meminimalkan risiko kegagalan isolasi.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Berdasarkan tren monitoring pada kubikel Outgoing 20 kV ABB di Gardu Induk Ende, indikasi partial discharge pertama kali terdeteksi pada saat inspeksi harian rutin bulan Juni, ditandai dengan suara desisan halus. Observasi dilakukan selama beberapa hari pada kondisi beban puncak maupun dini hari dengan kelembapan tinggi untuk memastikan apakah fenomena tersebut dipengaruhi pembebanan dan faktor lingkungan atau benar merupakan gejala partial discharge. Dikarenakan tidak ditemukan perbedaan signifikan pada variasi waktu dan beban, dilakukan inspeksi lanjutan guna memverifikasi temuan tersebut melalui pengujian menggunakan alat deteksi partial discharge, yang juga merupakan bagian dari program inspeksi rutin bulanan.

Hasil Pengujian *Partial Discharge* Tahap I

Pengujian partial discharge pada kubikel 20 kV dilakukan menggunakan UltraTEV Plus 2 dengan metode ultrasonik, dikarenakan tren pengukuran sebelumnya dengan sensor TEV tidak menunjukkan indikasi gangguan. Pada area busbar atas, pengujian merekam representasi "titik" discharge yang membentuk pola PRPD padat dengan lonjakan intensitas terukur mencapai angka 33 dB pada setengah siklus sinusoidalnya. Berdasarkan karakteristik pembacaan visual dan kuantitatif tersebut, sistem komputasi alat uji secara otomatis mengklasifikasikan temuan ini sebagai masalah partial discharge dengan tingkat kepastian 90%, sehingga mengindikasikan adanya cacat atau ketidaksempurnaan isolasi pada area tersebut.



Gambar 3. Hasil Temuan Anomali pada Busbar dan Pengujian *Partial Discharge*

Upaya Penanganan *Partial Discharge* Tahap I

Upaya penanganan *partial discharge* diawali dengan safety briefing dan penerbitan working permit, dilanjutkan pembebasan tegangan melalui prosedur LOTO dan pemasangan grounding guna menjamin keselamatan kerja. Observasi difokuskan pada kubikel outgoing 20 kV ABB Penyulang Nangapanda, khususnya sisi busbar atas. Pemeriksaan visual menemukan bekas arcing pada terminasi busbar Phasa R, indikasi meleleh ringan, serta fenomena surface sweating pada busbar dan bushing penghubung antar bilik. Temuan ini mengarah pada dugaan adanya celah (void) atau kontak listrik yang kurang sempurna sehingga memicu pemanasan lokal dan kondensasi, sebagai akumulasi degradasi isolasi akibat aktivitas *partial discharge*.



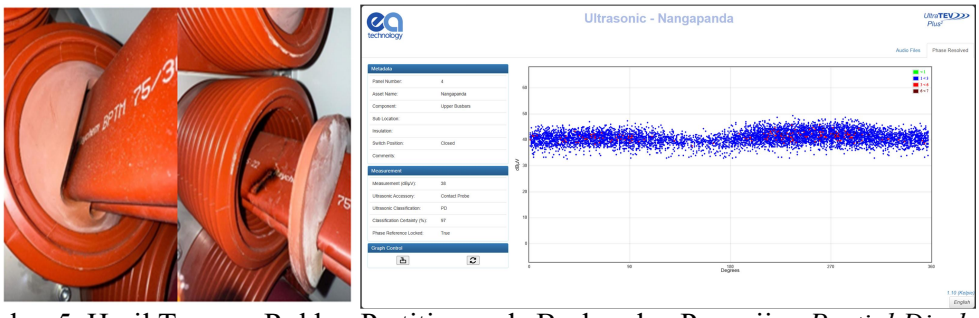
E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Gambar 4. Terminasi pada Busbar dan Hasil Pengujian *Partial Discharge* setelah Penanganan

Sebagai langkah mitigasi utama, tindakan perbaikan dilakukan dengan re-terminasi busbar menggunakan material *heatshrink* (Raychem). Proses meliputi pembongkaran terminasi lama, pembersihan konduktor, pemasangan selongsong baru dengan pemanasan bertahap menggunakan heat gun, serta memastikan tidak ada celah pada permukaan kontak. Setelah terminasi terpasang, dilakukan pengujian tahanan isolasi menggunakan insulation tester yang menunjukkan nilai di atas standar minimum (lebih dari 1000 GΩ), sehingga memenuhi kriteria kelayakan untuk tegangan kerja 20 kV. Busbar kemudian dipasang kembali sesuai standar manufaktur dan dilakukan final check untuk memastikan kebersihan serta kesesuaian konstruksi sebelum diberi tegangan. Pada tahap pemberian tegangan awal terbatas *(energize)*, hasil uji ultrasonik menunjukkan nilai kebisingan 31 dB (presentasi keberhasilan -6,89%) sistem alat uji mengklasifikasikan temuan tersebut sebagai noise biasa, bukan lagi partial discharge, yang diperkuat oleh stabilnya pola grafik PRPD dan hilangnya suara gemericik. Meskipun secara kuantitatif terjadi kenaikan nilai dB, klasifikasi gangguan tidak lagi menunjukkan aktivitas partial discharge.

Hasil Pengujian *Partial Discharge* Tahap II

Setelah penanganan awal partial discharge pada kubikel 20 kV ABB Penyulang Nangapanda, pemantauan berkala tetap dilakukan karena nilai dB masih relatif tinggi. Pengujian ulang menggunakan instrumen UltraTEV Plus 2 justru mencatat peningkatan intensitas emisi dari 31 dB menjadi 38 dB, disertai grafik PRPD yang semakin padat dan tingkat kepastian aktivitas partial discharge yang mencapai 97%. Evaluasi kuantitatif mengonfirmasi kegagalan ini melalui tingkat efektivitas penanganan sebesar -22,58%, yang secara jelas mengindikasikan adanya penurunan kualitas atau kondisi yang memburuk. Hal ini menegaskan bahwa langkah re-terminasi sebelumnya belum mengeliminasi akar penyebab gangguan.



Gambar 5. Hasil Temuan Rubber Partition pada Busbar dan Pengujian *Partial Discharge*

Upaya penanganan lanjutan difokuskan pada evaluasi konstruksi busbar kubikel ABB UniGear ZS1 berdasarkan manual pabrikan. Investigasi menemukan tidak terpasangnya contact spring yang seharusnya menghubungkan busbar dengan metal tube untuk menjaga kontinuitas potensial dan mencegah floating potential yang dapat memicu konsentrasi medan listrik di area triple junction. Selain itu, posisi rubber partition (busbar support) juga tidak sesuai standar sehingga berpotensi menurunkan clearance efektif dan memperbesar stres medan listrik pada isolasi. Kombinasi kedua faktor ini diduga menjadi penyebab utama munculnya kembali partial discharge, sehingga direncanakan pemasangan contact spring (melalui fabrikasi khusus karena tidak tersedia sebagai suku cadang) serta reposisi rubber partition sesuai spesifikasi manufaktur

Upaya Penanganan *Partial Discharge* Tahap II

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Upaya lanjutan penanganan *partial discharge* dilakukan dengan prosedur yang sama seperti pekerjaan sebelumnya. Setelah kubikel dipadamkan dan kompartemen dibuka, ditemukan bahwa posisi rubber partition tidak sesuai dengan buku panduan pabrikan, serta terdapat jejak *discharge* di sekitar terminasi busbar yang berdekatan dengan komponen tersebut. Selain itu, pada bilik kubikel tidak terpasang *contact spring*.



Gambar 6. Pemasangan Fabrikasi Contact Spring dan Pengujian *Partial Discharge setelah* Penanganan

Sebagai langkah mitigasi utama, dilakukan fabrikasi *contact spring* menggunakan material constant force spring berbahan stainless steel. Pekerjaan diawali dengan re-terminasi busbar yang mengalami cacat, penandaan dan penyesuaian titik pemasangan *contact spring*, hingga pemasangan komponen fabrikasi tersebut agar tercipta kontak yang baik antara busbar dan metal tube tanpa celah udara. Selanjutnya dilakukan pengujian tahanan isolasi pada masing-masing phasa, dengan hasil berada jauh di atas standar minimum 20 MΩ untuk sistem 20 kV, sehingga terminasi dinyatakan memenuhi persyaratan teknis. Setelah itu rubber partition diposisikan ulang ke dalam bushing hingga menempel pada metal tube sesuai desain manufaktur. Tahap akhir meliputi *final check*, dilanjutkan pemberian tegangan awal dengan pengujian ultrasonik menggunakan UltraTEV Plus 2. Hasil pengujian menunjukkan penurunan nilai kebisingan sebesar 8 dB dengan interpretasi berubah menjadi noise dan tingkat keyakinan 82%, serta tidak ditemukan indikasi temuan *partial discharge* secara visual maupun akustik. Penurunan nilai dB dan hilangnya indikasi partial discharge menunjukkan bahwa pemasangan fabrikasi contact spring dan reposisi rubber partition memberikan dampak signifikan terhadap perbaikan kondisi isolasi busbar.

Berdasarkan pengujian akhir setelah pemasangan fabrikasi contact spring dan reposisi rubber partition pada busbar kubikel 20 kV merk ABB Penyulang Nangapanda, terjadi penurunan nilai partial discharge dari 38 dB menjadi 8 dB dengan interpretasi berubah menjadi noise, yang menunjukkan keberhasilan penanganan pada titik yang sama. Secara kuantitatif, tingkat keberhasilan mencapai 78,95%, dinilai dari persentase penurunan aktivitas partial discharge, kestabilan operasi pasca-energize, serta tidak ditemukannya kembali indikasi desis maupun kenaikan nilai dB. Meskipun belum mencapai 100% sebagaimana harapan nihilnya nilai ukur, sisa noise dipahami sebagai efek getaran komponen akibat medan magnet arus bolak-balik 50 Hz. Dengan hasil tersebut, metode pemasangan contact spring dan reposisi rubber partition terbukti efektif mengatasi sumber partial discharge dan dapat dijadikan referensi untuk penanganan kasus serupa pada kubikel 20 kV

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis penanganan partial discharge pada busbar kubikel 20 kV merk ABB di Gardu Induk Ende PT PLN (Persero) ULTG Flores Timur, dapat disimpulkan bahwa sumber gangguan berasal dari tidak terpasangnya contact spring

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

serta posisi rubber partition yang tidak sesuai konstruksi pabrikan, sehingga menimbulkan ketidaksempurnaan kontak elektris, ketidakseragaman distribusi medan listrik, peningkatan electric field stress pada area triple junction, dan penurunan creepage distance yang memicu surface discharge; temuan ini diperkuat oleh hasil uji partial discharge, pola PRPD, serta jejak discharge pada area terminasi busbar. Penanganan dilakukan melalui observasi visual, re-terminasi busbar, fabrikasi dan pemasangan contact spring menggunakan material constant force spring sebagai solusi alternatif, reposisi rubber partition, pengujian tahanan isolasi, serta pengujian ulang menggunakan Ultra TEV Plus 2 metode ultrasonik dan TEV, dengan pendekatan berbasis troubleshooting konstruksi kubikel ABB UniGear ZS1. Hasilnya menunjukkan penurunan nilai partial discharge dari 38 dB menjadi 8 dB dengan tingkat keberhasilan 78,95%, interpretasi berubah menjadi *noise* tanpa indikasi lanjutan selama observasi pasca-energize, sehingga metode ini dinilai efektif dalam memperbaiki distribusi medan listrik dan menekan potensi terulangnya partial discharge pada busbar kubikel tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Adirawati, F. A. P., & Samsurizal, S. (2023). Pengaruh Partial Discharge Pada Kubikel Incoming 20 kV dengan Metode TEV. *Seminar Nasional Teknik Elektro*, *3*(1).

Dedi Tri Laksono, Deni Tri Laksono, Monika Faswia Fahmi, Ummul Khair, & Umar Khayam. (2023). Perbandingan Sensor TEV Dan Detektor RC Untuk Pengukuran Partial Discharge Pada Peralatan Tegangan Tinggi. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika*, *2*(1), 275–284. https://doi.org/10.55606/jtmei.v2i1.2432

Karditama, Y. A., Prabandaru, Z. O., Prasetia, H., & Suganda, A. P. (2023). Surface Partial Discharge Phenomenon at Cable Termination in Medium Voltage Cubicle and Low Voltage Side Box of Power Transformer at PLN West Java Transmission Unit. *2023 4th International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS)*, 341–344. https://doi.org/10.1109/ICHVEPS58902.2023.10257392

Latif, N. Y., Indrawan, A. W., Noor, N. A., & Rahmadani, A. (2025). ANALISIS DAMPAK INTEGRASI GARDU INDUK MOUTONG TERHADAP DROP TEGANGAN SISTEM ISOLATED ULP KOTARAYA. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, *13*(3).

Maarif, S., & Winarso, W. (2024). Analisis Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Partial Discharge dan Arus Bocor Pada Kabel Power Incoming 20kV Transformator Daya Gardu Induk Kalibakal. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, *6*(1), 49. https://doi.org/10.30595/jrre.v6i1.20777

Mika, M., Patras, L. S., & Lisi, F. (2019). Perancangan Pendeteksi Partial Discharge Pada Isolasi Padat. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, *8*(3), 161–170.

Mustika, A. D., & Dewi, R. P. (2020). Pengujian Partial Discharge Konfigurasi Elektroda Jarum-Plat Pada Isolasi Udara Menggunakan Metode Elektrik; Detecting Impedance (RC). *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, *9*(2), 36–42.

Nasron, N., Sidik, M. A. B., & Nawawi, Z. (2020). DETEKSI SINYAL DAN TRACK PARTIAL DISCHARGE DENGAN SENSOR ULTRASONIC DAN RANGKAIAN ELEKTRONIK AUTO TUNING. *Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER)*, 897–907.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Patasik, Y., Sultan, A. R., Idris, A. R., & Rahmadani, A. (2025). ANALISIS POLA OPERASI JARINGAN 20 KV PASCA BEROPERASINYA GARDU INDUK MOLIBAGU DI PLN UP3 KOTAMOBAGU. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, *13*(3).

Putra, R. W., Sinaga, H. H., Purwasih, N., Permata, D., Yuniati, Y., & Sitorus, H. B. H. (2021). Partial discharge type detection and identification based on its sources. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *1173*(1), 012022. https://doi.org/10.1088/1757-899X/1173/1/012022

Rahmadani, A., Windarko, N. A., & Raharja, L. P. S. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan serta Kendali Dua Heater pada Kubikel 20 kV Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, *21*(2), 219. https://doi.org/10.24843/MITE.2022.v21i02.P09

Ramadhan, M. B. P., Efendi, Moh. Z., & Nugraha, S. D. (2023). Temperature and Humidity Control System for 20 kV of Cubicle with Multiple Input Multiple Output Fuzzy Logic Controller. *JAREE (Journal on Advanced Research in Electrical Engineering)*, *7*(2). https://doi.org/10.12962/jaree.v7i2.367

Reid, A. J., Judd, M. D., & Duncan, G. (2012). Simultaneous measurement of partial discharge using TEV, IEC60270 and UHF techniques. *2012 IEEE International Symposium on Electrical Insulation*, 439–442. https://doi.org/10.1109/ELINSL.2012.6251506

Savira, V. (2025). ANALISA PENGUJIAN PARTIAL DISCHARGE PADA KUBIKEL TD #1 MENGGUNAKAN METODE TRANSIENT EARTH VOLTAGE DI GARDU INDUK MUARA BUNGO. *Elektrika*, *17*(1), 1–11. https://doi.org/10.26623/elektrika.v17i1.10382

Sipahutar, R. S., Sinaga, H. H., Purwasih, N., & Permata, D. (2024). Pendeteksian dan Identifikasi Jenis Partial Discharge dengan Metode Analisa Pola Phase Resolved Partial Discharge (PRPD). *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Dan Kejuruan*, *17*(2), 130. https://doi.org/10.20961/jiptek.v17i2.57921