

## Analisis Penggantian *Fuse Cut Out* (FCO) pada Jaringan Distribusi 20 KV di PT. PLN (PERSERO) UP3 Cikupa

Dendi Agustian, Melti Septiani, Sohhip Romdoni,  
Aldi Bragi Muslim, Hafizh Anzhari, Didik Aribowo

Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, FKIP, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

\*Corresponding author, e-mail: 2283220018@untirta.ac.id<sup>1</sup>

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses penggantian Fuse Cut Out (FCO) pada jaringan distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) UP3 Cikupa guna meningkatkan keandalan sistem distribusi listrik. Fuse Cut Out (FCO) adalah perangkat proteksi yang penting untuk mencegah kerusakan peralatan listrik akibat gangguan arus lebih atau hubung singkat. Pada jaringan distribusi 20 kV, FCO sering mengalami penurunan fungsi akibat usia pakai dan kondisi lingkungan. Dalam penelitian ini, dilakukan evaluasi terhadap kondisi FCO yang ada serta implementasi prosedur penggantian FCO secara tepat dan aman. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif deskriptif dengan pengumpulan data melalui studi literatur, wawancara, observasi lapangan, serta pengujian performa FCO. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penempatan arrester setelah FCO memberikan perlindungan tambahan bagi transformator, pemilihan rating fuse link sesuai kapasitas transformator penting untuk efektivitas proteksi, serta koordinasi pemutusan arus gangguan yang tepat mampu meningkatkan keandalan sistem distribusi. Temuan ini diharapkan dapat membantu PT. PLN (Persero) dalam mengoptimalkan prosedur penggantian FCO untuk mengurangi gangguan dan memperpanjang umur operasional peralatan distribusi.

**Kata Kunci:** *Fuse Cut Out* (FCO); jaringan distribusi 20 kV; proteksi listrik.

**Abstract.** *This study aims to analyze the process of replacing Fuse Cut Out (FCO) on the 20 kV distribution network at PT. PLN (Persero) UP3 Cikupa to enhance the reliability of the electricity distribution system. Fuse Cut Out (FCO) is an essential protective device designed to prevent damage to electrical equipment from overcurrent or short-circuits. In the 20 kV distribution network, FCO often experiences reduced functionality due to aging and environmental conditions. This research evaluates the current condition of FCOs and implements precise and safe FCO replacement procedures. The method used is a descriptive qualitative approach, with data collected through literature review, interviews, field observations, and FCO performance testing. The research findings indicate that placing an arrester after the FCO provides additional protection for transformers, selecting fuse link ratings in accordance with transformer capacity is crucial for effective protection, and proper coordination of fault current interruption significantly improves system reliability. These findings are expected to assist PT. PLN (Persero) in optimizing FCO replacement procedures to reduce disruptions and extend the operational life of distribution equipment.*

**Keywords:** *Fuse Cut Out (FCO); 20 kV distribution network; electrical protection.*

### PENDAHULUAN

Sistem kelistrikan di Indonesia, khususnya yang dikelola oleh PT. PLN (Persero), memainkan peran yang sangat vital dalam penyediaan energi listrik yang andal dan efisien bagi masyarakat dan sektor industri [1]. Salah satu komponen penting dalam jaringan distribusi listrik adalah *Fuse Cut Out* (FCO), yaitu alat proteksi yang digunakan untuk melindungi peralatan listrik dari gangguan hubung singkat atau beban lebih yang dapat menyebabkan kerusakan [2]. *Fuse Cut Out* berfungsi sebagai pengaman dengan memutuskan aliran listrik ketika terjadi gangguan, sehingga mencegah kerusakan yang lebih luas pada sistem distribusi [3].

Jaringan distribusi 20 kV merupakan salah satu bagian dari sistem distribusi listrik yang sangat penting, di mana sering terjadi perubahan beban atau gangguan yang dapat mempengaruhi kinerja sistem [4]. Di PT. PLN (Persero) UP3 Cikupa, penggantian *Fuse Cut Out* menjadi topik yang relevan untuk dianalisis karena alat ini dapat mengalami penurunan fungsi seiring dengan bertambahnya usia, kondisi lingkungan yang ekstrim,

serta faktor-faktor teknis lainnya. Proses penggantian FCO yang tepat sangat penting untuk menjaga kestabilan dan keandalan pasokan listrik, serta mengurangi potensi gangguan yang bisa berdampak pada pelanggan [5].

Selama beberapa tahun terakhir, ditemukan adanya kecenderungan peningkatan jumlah gangguan pada jaringan distribusi 20 kV yang melibatkan FCO, baik yang disebabkan oleh kerusakan mekanis maupun kerusakan akibat usia pakai yang sudah terlalu lama [6]. Oleh karena itu, dilakukan evaluasi terhadap kondisi *Fuse Cut Out* yang ada dan perluasan penggunaan teknologi terbaru dalam penggantian FCO [7]. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keandalan FCO dan menganalisis proses penggantian FCO yang optimal untuk meningkatkan kinerja jaringan distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) UP3 Cikupa.

Dalam upaya meningkatkan keandalan jaringan distribusi, penting untuk memahami faktor-faktor penyebab gangguan pada FCO secara mendalam. Kerusakan mekanis sering kali disebabkan oleh beban

operasional yang tinggi, perubahan cuaca ekstrem, dan paparan lingkungan yang keras, seperti hujan dan kelembapan tinggi.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan solusi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggantian FCO, yang pada gilirannya dapat meningkatkan keandalan sistem distribusi listrik, mengurangi gangguan yang terjadi, serta memperpanjang masa pakai peralatan distribusi listrik yang ada.

## Kajian Teori

### Fuse Cut Out (FCO)

FCO adalah perangkat proteksi yang berfungsi untuk memutuskan sambungan listrik ketika terjadi gangguan arus lebih [8]. Alat ini akan memutuskan aliran listrik antar rangkaian jika arus yang melewati melebihi kapasitas yang telah ditentukan.



Gambar 1. Fuse Cut Out (FCO)

Prinsip kerja FCO adalah ketika terjadi gangguan arus, *fuse* pada *cut out* akan putus. Seperti pada SPLN 64, tabung fuse akan terlepas dari pegangan atas dan menggantung di udara, sehingga aliran arus ke sistem terhenti [4]. Hubungan antara arus dan waktu yang diperlukan untuk melelehnya elemen FCO dikenal sebagai karakteristik arus-waktu. Proses melelehnya elemen FCO disebabkan oleh arus yang mengalir melalui elemen fuse tersebut, dan kecepatan melelehnya elemen FCO bergantung pada besarnya arus yang melaluinya.

FCO berfungsi sebagai pelindung jaringan dari gangguan hubung singkat antar fasa dan antara fasa dengan tanah. Pada sistem distribusi, FCO dipasang untuk melindungi berbagai komponen atau peralatan listrik lainnya, seperti transformator distribusi, kapasitor pada jaringan tegangan menengah, pengatur tegangan menengah, serta titik percabangan pada jaringan tegangan menengah [9].

Umur *fuse cut out* (FCO) dipengaruhi oleh besarnya arus yang mengalir melaluinya. Jika arus yang melewati FCO melebihi batas maksimum, maka umur FCO akan lebih pendek. Oleh karena itu, pemasangan FCO pada jaringan distribusi sebaiknya dipilih dengan kemampuan yang lebih besar daripada kualitas tegangan jaringan, sekitar tiga hingga lima kali arus nominal yang diizinkan. *Fuse cut out* umumnya dipasang sebagai pelindung pada transformator distribusi dan untuk

mengamankan cabang-cabang saluran *feeder* yang mengarah ke jaringan distribusi sekunder.

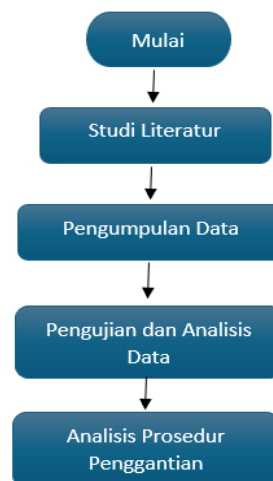
### Jaringan Distribusi Listrik

Sistem distribusi adalah bagian dari sistem tenaga listrik yang bertugas untuk menyalurkan listrik dari sumber utama hingga sampai ke pelanggan. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit dengan tegangan antara 11 kV hingga 24 kV akan ditingkatkan di Gardu Induk (GI) menggunakan transformator menjadi 70 kV, 154 kV, 220 kV, atau 500 kV, dan kemudian disalurkan melalui saluran transmisi. Peningkatan tegangan ini dilakukan untuk mengurangi kerugian daya listrik pada saluran transmisi, karena kerugian daya sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir [10].

Jaringan distribusi terdiri dari dua bagian. Bagian pertama adalah jaringan tegangan menengah atau primer (JTM), yang digunakan untuk menyalurkan daya listrik dari gardu induk subtransmisi menuju gardu distribusi [11]. Pada jaringan distribusi primer ini, biasanya digunakan tiga atau empat kabel untuk sistem tiga fasa. Bagian kedua adalah jaringan tegangan rendah (JTR), yang mengalirkan daya listrik dari gardu distribusi ke pelanggan. Sebelum disalurkan ke pelanggan, tegangan diturunkan melalui transformator distribusi dari 20 kV menjadi 380/220 Volt. Jaringan ini dikenal juga sebagai jaringan distribusi sekunder. Jaringan distribusi sekunder berada di antara transformator distribusi dan sambungan pelayanan (beban), menggunakan penghantar udara terbuka atau kabel dengan sistem tiga fasa empat kawat (tiga kawat fasa dan satu kawat netral) [12].

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan tujuan untuk menganalisis prosedur penggantian *Fuse Cut Out* (FCO) pada jaringan distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) UP3 Cikupa. Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut:



Gambar 2. Flowchart Penelitian

### 1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memahami konsep dasar tentang Fuse Cut Out (FCO), fungsi, dan cara kerjanya dalam sistem distribusi tenaga listrik. Sumber-sumber yang digunakan mencakup buku teks, jurnal ilmiah, serta dokumen teknis dari PT. PLN (Persero) terkait prosedur penggantian FCO dan standar operasional yang berlaku. Penelitian ini juga mengkaji referensi yang relevan mengenai faktor-faktor yang memengaruhi umur dan performa FCO.

### 2. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui wawancara dengan teknisi dan petugas pemeliharaan di PT. PLN (Persero) UP3 Cikupa untuk memahami prosedur penggantian FCO yang diterapkan di lapangan. Selain itu, observasi langsung dilakukan untuk mempelajari tahapan-tahapan penggantian FCO, termasuk proses deteksi kerusakan, pemilihan alat yang digunakan, dan langkah-langkah yang dilakukan untuk memastikan penggantian berjalan dengan aman dan efisien. Pengumpulan data juga mencakup dokumentasi terkait laporan pemeliharaan dan perbaikan FCO.

### 3. Pengujian dan Analisis Data

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kondisi FCO yang ada. Uji kelayakan dan performa dilakukan dengan mengukur arus, tegangan, serta kecepatan pemutusan rangkaian yang dilakukan oleh FCO. Analisis dilakukan untuk mengetahui apakah FCO yang ada berfungsi dengan baik atau sudah perlu diganti. Data yang terkumpul kemudian dianalisis untuk mengevaluasi faktor-faktor yang memengaruhi umur dan keandalannya.

### 4. Analisis Prosedur Penggantian FCO

Berdasarkan hasil wawancara, observasi, dan pengujian, prosedur penggantian FCO dianalisis secara mendalam. Prosedur ini akan dianalisis dari sisi teknis, seperti langkah-langkah penggantian, pemilihan alat yang sesuai, serta kendala yang dihadapi selama proses penggantian. Penelitian ini juga mempertimbangkan aspek keselamatan kerja bagi petugas pemeliharaan dan dampak lingkungan yang mungkin timbul selama penggantian FCO. Faktor-faktor yang dapat memengaruhi efektivitas dan efisiensi penggantian juga akan dikaji, seperti kualitas bahan dan umur FCO.

## HASIL

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan dan wawancara dengan petugas teknis di PT. PLN UP3 Cikupa, proses penggantian FCO dilakukan secara sistematis dan mengikuti prosedur operasi standar (SOP). Tahapan utama yang ditemukan dalam proses penggantian ini meliputi:



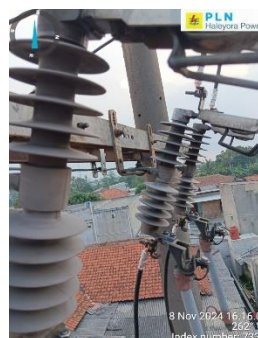
Gambar 3. Flowchart Penggantian FCO

Gambar 4 menunjukkan FCO yang mengalami kerusakan akibat tegangan yang melebihi kapasitas maksimum FCO 20 kV.



Gambar 4. Fuse Cut Out (FCO) Rusak

Gambar 5 menunjukkan kondisi gardu distribusi dengan FCO yang mengalami kerusakan, sementara gambar 6 memperlihatkan kondisi gardu distribusi setelah proses penggantian FCO selesai dilakukan.



Gambar 5. sebelum penggantian FCO



Gambar 6. setelah penggantian FCO

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara dengan petugas teknis di PT. PLN UP3 Cikupa, proses penggantian fuse cut-out (FCO) dan arrester pada jaringan distribusi 20 kV dilakukan dengan mengikuti Standar Operasional Prosedur (SOP) yang

ketat. Prosedur ini dirancang untuk menjaga keandalan sistem distribusi dan memastikan agar gangguan terhadap pelanggan dapat diminimalkan selama proses perbaikan dan pemeliharaan berlangsung. Beberapa poin penting yang dapat diambil dari temuan ini adalah sebagai berikut:

1. Efektivitas Penempatan Arrester Setelah FCO

Dari hasil observasi dan wawancara, ditemukan bahwa penempatan arrester setelah FCO memberikan perlindungan tambahan pada transformator. Posisi ini memungkinkan FCO untuk merespons lebih awal terhadap gangguan, khususnya terhadap arus surja akibat petir, sehingga beban arus yang diteruskan ke arrester dan transformator menjadi lebih rendah. Hal ini mengurangi risiko kerusakan transformator dan memperpanjang usia pakai arrester, yang pada akhirnya menurunkan frekuensi penggantian komponen serta biaya perawatan.

2. Pemilihan Rating FCO Berdasarkan Kapasitas Transformator

Pemilihan rating fuse link pada FCO disesuaikan dengan kapasitas transformator dan nilai arus gangguan yang tercatat. Dari hasil penelitian ini, setiap kapasitas transformator memiliki rating fuse link yang disesuaikan agar dapat memberikan proteksi optimal pada arus lebih atau gangguan. Penyesuaian rating FCO ini sangat penting untuk memastikan perlindungan yang efektif terhadap transformator dan mencegah kerusakan lebih lanjut akibat gangguan arus lebih atau beban berlebih.

3. Kinerja FCO dalam Koordinasi Pemutusan Arus Gangguan

Berdasarkan simulasi dan data dari lapangan, ditemukan bahwa koordinasi pemutusan arus antara FCO di sisi hilir dan hulu harus dilakukan dengan cermat. FCO di sisi hilir (dekat dengan beban) harus bekerja terlebih dahulu untuk memutus arus gangguan, sehingga melindungi FCO di sisi hulu dan mencegah gangguan lebih luas di jaringan distribusi. Koordinasi ini penting untuk memaksimalkan keandalan proteksi sistem distribusi dan meningkatkan umur operasional transformator.

4. Pengamatan Kondisi Gardu Distribusi Sebelum dan Sesudah Penggantian FCO

Dari data lapangan berupa gambar sebelum dan sesudah penggantian FCO, terlihat perubahan signifikan pada kondisi gardu distribusi. Penggantian FCO secara rutin pada titik-titik rawan gangguan membantu mengurangi risiko kerusakan dan memastikan keandalan pasokan listrik ke pelanggan. Hal ini juga sejalan dengan tujuan PT. PLN untuk mengoptimalkan performa gardu distribusi dan mengurangi biaya pemeliharaan yang berkaitan dengan penggantian FCO dan arrester.

bahwa proses penggantian fuse cut-out (FCO) dan arrester pada jaringan distribusi 20 kV di PT. PLN UP3 Cikupa yang dilakukan dengan mengikuti Standar Operasional Prosedur (SOP) secara sistematis berperan signifikan dalam menjaga keandalan dan keamanan sistem distribusi. Penempatan arrester setelah FCO terbukti memberikan perlindungan tambahan bagi transformator, khususnya terhadap arus surja akibat petir, sehingga mengurangi beban arus yang diteruskan ke arrester dan memperpanjang usia pakai komponen. Selain itu, pemilihan rating fuse link pada FCO yang disesuaikan dengan kapasitas transformator dan nilai arus gangguan memberikan proteksi yang optimal, mencegah risiko kerusakan transformator akibat arus lebih atau beban berlebih. Koordinasi kinerja FCO di sisi hilir dan hulu juga penting untuk memastikan pemutusan arus yang tepat dalam kasus gangguan, yang berperan dalam melindungi komponen di jaringan distribusi dan memperpanjang usia transformator. Secara keseluruhan, penerapan prosedur penggantian FCO dan arrester yang sesuai SOP, pemilihan komponen yang tepat, serta perawatan rutin pada gardu distribusi dapat meningkatkan efisiensi operasional, menjaga keandalan jaringan distribusi, dan meminimalkan gangguan bagi pelanggan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. R. Arifin and S. Hermawan, "DILEMATIKA KEBIJAKAN KETENAGALISTRIKAN DALAM USAHA PENYEDIAAN TENAGA LISTRIK DI INDONESIA," *Jurnal Ius Constituendum*, vol. 6, no. 2, 2021, doi: 10.14203/JEP.24.1.2016.29-41.
- [2] A. S. Said, A. Ar, and M. Fadris Maskun, "ANALISIS PERBANDINGAN EFEKTIVITAS PENEMPATAN FUSE CUT OUT (FCO) TERHADAP LIGHTNING ARRESTER (LA) PADA GARDU DISTRIBUSI ULP DAYA," *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, 2022.
- [3] A. Ferdiansyah, T. Rijanto, and R. Harimurti, "Analisis Kinerja Fuse Cut Out Pada Sistem Distribusi 20KV Di PT. PLN (Persero) ULP Karangpilang," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 13, no. 2, 2024.
- [4] P. E. Januar and S. A. Rizal, "Analisis Fuse Cut Out Sebagai Proteksi Penyulang Tondon pada Jaringan Distribusi di PT. PLN (Persero) ULP Rantepao," *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, 2021.
- [5] R. Yusmartato and A. Nasution, "Pemilihan Fuse Cut Out Untuk Pengaman Transformator Distribusi 400 KVA," *Journal of Electrical Technology*, vol. 4, no. 2, 2019.
- [6] Wellem F. Galla, Agusthinus S. Sampeallo, and Julian I. Daris, "ANALISIS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PADA SALURAN UDARA 20 KV DI PENYULANG NAIONI PT. PLN

#### SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan

- (PERSERO) ULP KUPANG UNTUK MENENTUKAN KAPASITAS PEMUTUSAN FUSE CUT OUT MENGGUNAKAN ETAP 12.6,” *Jurnal Media Elektro*, vol. 11, no. 2, 2020.
- [7] D. Hams Imanuel, Y. Ambabunga, and M. M. Lumembang, “ANALISIS FUSE CUT OUT SEBAGAI PENGAMAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI TEGANGAN 20 KV MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP,” *Journal Dynamic saint*, vol. 7, no. 2, 2022, doi: 10.47178/dynamicsaint.v5xx.xxxx.
- [8] A. S. Putu, D. A. Gede, and R. Wayan, “KOMBINASI LA DAN FCO SEBAGAI PENGAMAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI PT. PLN (PERSERO) AREA BALI SELATAN,” *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 8, no. 4, 2021.
- [9] A. F. Irgi and Liliana, “Studi Kelayakan Pengaman Input-Output Trafo Distribusi Fuse Cut Out (FCO) dan NH Fuse di Area Payakumbuh,” *MSI Transaction on Education*, vol. 2, no. 4, 2021.
- [10] D. Agustian, “PEMELIHARAAN JARINGAN DISTRIBUSI SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH (SUTM) 20 KV DENGAN METODE RIGHT OF WAY (ROW) DI PT PLN (PERSERO) ULP SERANG,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3S1, Oct. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3S1.5413.
- [11] D. T. J. Susilo, R. Dewi, E. Suprpto, and S. U. Djufri, “Rancang Kontruksi Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 KV Di Desa Tanjung Kasri Kecamatan Jangkat Kabupaten Merangin Provinsi Jambi,” *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, vol. 6, no. 2, p. 23, Feb. 2024, doi: 10.33087/jepca.v6i2.106.
- [12] Kemendikbud RI, *TEKNIK DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK JILID 1 SMK*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.