

# ANALISIS JARINGAN LISTRIK 20 KV BERDASARKAN NILAI SAIDI-SAIFI TERHADAP PEMASANGAN TABUNG *URGENT CUT OUT* DI PT. PLN (PERSERO) ULP BINJAI TIMUR

Naya Sari Saragih<sup>1</sup>, Parlin Siagian<sup>2</sup>, Muhammad Fahreza<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi

<sup>1,2,3</sup>Jln. Komputer, Kota Semarang, 50272, Indonesia

email: nayasarisaragih119@gmail.com

*Abstract — PT PLN (Persero) is a state electricity company that plays a crucial role in the distribution of electricity for the needs of the community, including supporting transportation activities, electronic devices at home/office/school/hospital, and, of course, electricity for a better life. In the current era, the challenges and demands for service and the reliability of electricity supply from customers are very high. In such conditions, the speed of handling during power disturbances becomes a benchmark, so both preventive and corrective work needs to be improved to maintain the reliability of the electricity supply, considering the values of SAIDI-SAIFI, Recovery Time, and ENS in electrical disturbances. In the distribution of electrical energy to consumers, there is a protective device called FCO (Fuse Cut Out). According to SPLN 64:1985 and SPLN D3.026:2017, FCO is a protective device that operates when there is an excess current disturbance. This device will disconnect one electrical circuit from another when the current passing through exceeds its working capacity. The working principle of FCO is to melt the fuse link inside the FCO tube, causing the FCO to detach. FCO is installed in the 20 kV distribution network, serving as protection for distribution transformers and network protection at branching points.*

**Abstrak –** PT PLN (Persero) merupakan suatu Perusahaan Listrik Negara yang menjadi peranan penting terhadap Penyaluran Listrik untuk kebutuhan masyarakat baik pendukung aktivitas berkendaraan, peralatan elektronik dirumah/kantor/sekolah/ rumah sakit dan pastinya listrik untuk kehidupan yang lebih baik. Dimasa kini tantangan dan tuntutan pelayanan dan keandalan pasokan energi listrik dari pelanggan sangatlah tinggi. Dengan kondisi seperti ini dibutuhkan kecepatan penanganan saat terjadi gangguan listrik menjadi tolak ukur tersendiri sehingga pekerjaan yang bersifat preventif maupun korektif perlu ditingkatkan sebagai salah satu upaya menjaga keandalan pasokan listrik dengan memperhatikan nilai SAIDI-SAIFI pelaksanaan *Recovery Time* dan ENS pada gangguan kelistrikan. Dalam pendistribusian energi listrik ke konsumen terdapat suatu alat proteksi yang disebut FCO (*Fuse Cut Out*). Sesuai SPLN 64 : 1985 dan SPLN D3.026:2017, dimana FCO merupakan peralatan proteksi yang bekerja apabila terjadi gangguan arus lebih. Alat ini akan memutuskan rangkaian listrik yang satu dengan yang lain apabila dilewati arus yang melewati kapasitas kerjanya. Prinsip kerja FCO adalah dengan melelehkan (meleburkan) fuse link yang terdapat di dalam tabung FCO sehingga FCO terlepas, FCO dipasang pada jaringan distribusi 20 kV yang berfungsi sebagai proteksi trafo distribusi dan proteksi jaringan di titik percabangan.

**Kata Kunci –** Keandalan, SAIDI-SAIFI, *Recovery Time*, ENS, FCO.

## I. PENDAHULUAN

Pada zaman yang semakin maju ini semua aktivitas kehidupan manusia semakin meningkat, sehingga manusia harus menyesuaikan perkembangan zaman yang ada dengan mengikuti perkembangan teknologi atau peralatan modern sebagai pendukung keberlangsungan dan kelancaran aktivitas yang dilaksanakan baik kebutuhan Pribadi, Sosial dan Umum. Sebagai Perusahaan milik negara PT PLN (Persero) harus siap menyesuaikan perkembangan tersebut khususnya dalam penyaluran kebutuhan listrik pada masyarakat [1].

Berdasarkan Visi PT PLN (Persero) yaitu Menjadi Perusahaan Listrik Terkemuka se-Asia Tenggara dan #1 Pilihan Pelanggan untuk Solusi Energi. Dimana PLN senantiasa menjadi garda terdepan untuk soal kelistrikan yang disalurkan, terutama percepatan penanganan saat terjadi gangguan listrik menjadi tolak ukur tersendiri sehingga pekerjaan yang bersifat preventif maupun korektif perlu ditingkatkan sebagai salah satu upaya menjaga keandalan pasokan listrik khususnya pada PT PLN (Persero) di ULP Binjai Timur untuk percepatan penanganan gangguan keandalan khususnya pada kerusakan FCO.

Dalam pendistribusian energi listrik ke konsumen terdapat suatu alat proteksi yang disebut FCO (*Fuse Cut Out*). Sesuai SPLN 64 : 1985 dan SPLN D3.026:2017, dimana FCO merupakan peralatan proteksi yang bekerja apabila terjadi gangguan arus lebih. Alat ini akan memutuskan rangkaian listrik yang satu dengan yang lain apabila dilewati arus yang melewati kapasitas kerjanya. Prinsip kerja FCO adalah dengan melelehkan (meleburkan) *Fuse Link* yang terdapat di dalam tabung FCO sehingga FCO terlepas, FCO dipasang pada jaringan distribusi 20 kV (Tegangan Menengah) yang berfungsi sebagai proteksi trafo distribusi dan proteksi jaringan di titik percabangan (lateral).

Persiapan dan kesiapan terus dilakukan oleh PT PLN (Persero) khusus pada PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Binjai di ULP Binjai Timur terutama dalam melaksanakan percepatan gangguan yang hingga sampai saat ini masih ada menemukan gangguan atau tidak andalnya FCO yang terpasang di jaringan 20 kV, antara lain rusak/terbakar/pecah pada tabung FCO sehingga untuk penyelesaian dan percepatan proses pemulihan pemadaman yang mempengaruhi nilai SAIDI-SAIFI, pelaksanaan *Recovery Time* dan ENS beserta percepatan pengambilan/permintaan ketersediaan material FCO, maka

salah satunya ditangani dengan menggunakan Tabung *Urgent Cut Out*.

## II. PENELITIAN YANG TERKAIT

### A. Jaringan Sistem Distribusi

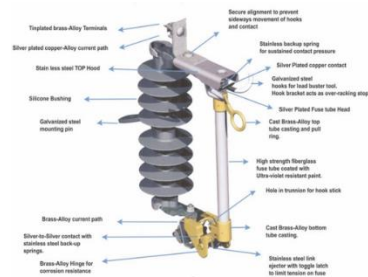
Sistem ini dapat menggunakan saluran udara, kabel udara, maupun kabel tanah sesuai dengan tingkat keandalan yang diinginkan dan kondisi serta situasi lingkungan. Saluran distribusi ini direntangkan sepanjang daerah yang akan di suplai tenaga listrik sampai ke pusat beban. Jaringan Sistem Distribusi terbagi menjadi 2 (dua) yaitu Jaringan Sistem Distribusi Primer dan Jaringan Sistem Distribusi Sekunder. Dimana Sistem Jaringan Distribusi Primer adalah jaringan distribusi daya listrik yang bertegangan menengah (20 kV) [3]. Jaringan distribusi primer tersebut merupakan jaringan penyulang. Jaringan distribusi primer berawal dari sisi sekunder trafo daya yang terpasang pada gardu induk hingga ke sisi primer trafo distribusi yang terpasang pada tiang-tiang saluran [4].

### B. Keandalan Sistem Jaringan Listrik Distribusi

Keandalan atau *reliability* menyatakan kemungkinan suatu peralatan (*device*) yang bekerja sesuai standarnya dalam selang waktu dan kondisi tertentu. Analisa bentuk kegagalan merupakan suatu analisa bagian dari sistem atau peralatan yang dapat gagal, bentuk kegagalan yang mungkin, efek masing-masing, bentuk kegagalan dari sistem yang kompleks. Keandalan dalam sistem distribusi merupakan suatu ukuran tingkat pelayanan penyedia tenaga listrik dari sistem ke konsumen, yang mana untuk ukuran keandalan ini dapat dilihat dari seberapa banyak atau seberapa sering sistem mengalami pemadaman dan juga seberapa lama sistem mengalami pemadaman serta seberapa cepat waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk memulihkan kembali kondisi dari saat terjadinya pemadaman [5].

### C. FCO (*Fuse Cut Out*)

*Fuse* (Pelebur) merupakan suatu alat pemutus dengan melakukan peleburan bagian dari komponennya yang telah dirancang khusus dan disesuaikan ukuran rasionya, membuka rangkaian dimana pelebur tersebut terpasang dan memutuskan arus bila arus yang dilalui melebihi suatu nilai tertentu dalam waktu yang cukup. FCO adalah suatu peralatan proteksi jaringan yang terdapat di jaringan distribusi, FCO merupakan pemutus rangkaian berbeban dengan jaringan, caranya dengan meleburkan salah satu bagiannya berupa kawat lebur (*Fuse Link*), sehingga bila terjadi arus beban lebih (*Over Load Current*) yang mengalir melebihi dari batas maksimum, yang disebabkan karena hubung singkat (*Short Circuit*) atau beban lebih (*Over Load*) maka *Fuse Link* bisa lebur dan segera memutus rangkaian yang terkena gangguan. Perlengkapan *Fuse* ini terdiri dari sebuah rumah *Fuse* (*Fuse support*), pemegang *Fuse* (*Fuse holder*) dan *Fuse Link* [6].



Gbr 1. Bagian *Fuse Cut Out*

Konstruksi dari FCO ini jauh lebih sederhana bila dibandingkan dengan pemutus beban (*circuit breaker*) yang terdapat di Gardu Induk (*sub-station*). FCO ini hanya dapat memutuskan satu saluran kawat jaringan di dalam satu alat. Apabila diperlukan pemutus saluran tiga fasa maka dibutuhkan FCO sebanyak tiga buah. Perlengkapan *Fuse* ini terdiri dari sebuah rumah *Fuse* (*Fuse support*), pemegang *Fuse* (*Fuse holder*) dan *Fuse Link* [6].

### D. SAIDI – SAIFI

Penentuan keandalan sistem distribusi ditentukan oleh data frekuensi pemadaman rata-rata/*System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) dan data lama pemadaman rata-rata/*System Average Interruption Duration Index* (SAIDI). Dalam hal ini dalam menentukan keandalan sistem distribusi diperlukan beberapa metode-metode perhitungan untuk mendapatkan indeks keandalan dalam periode waktu [7].

### E. Standarisasi nilai SAIDI – SAIFI

Ukuran keandalan yang mengacu pada SPLN 52-3 [8] disusun berdasarkan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menghidupkan kembali sistem setelah mengalami pemutusan karena gangguan. Tingkatan keandalan tersebut adalah:

#### 1. Tingkat Pertama.

Dimungkinkan padam berjam-jam, yaitu waktu yang diperlukan untuk mencari dan memperbaiki bagian yang rusak karena adanya gangguan

#### 2. Tingkat Kedua.

Padam beberapa jam, yaitu waktu yang diperlukan untuk mengirim petugas ke lapangan, melokalisir gangguan dan melakukan manipulasi untuk dapat menghidupkan sementara dari arah atau saluran yang lain.

#### 3. Tingkat Ketiga.

Padam beberapa menit, manipulasi oleh petugas yang stand by di gardu atau dilakukan deteksi/pengukuran dan pelaksanaan manipulasi jarak jauh.

#### 4. Tingkat Keempat.

Padam beberapa detik, pengamanan dan manipulasi secara otomatis.

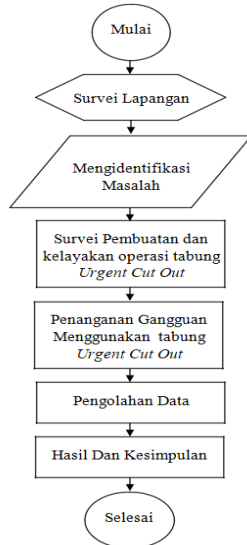
#### 5. Tingkat Kelima.

Tanpa padam, dilengkapi instalasi cadangan terpisah dan otomatis.

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Langkah Penelitian

Secara garis besar tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan pada diagram alir berikut:



Gbr. 2 Diagram Alir Penelitian

TABEL I  
PENGANTIAN FCO BERDASARKAN JENIS GANGGUAN

No.	Jenis Gangguan	Jumlah	Persentase
1	Over Current	9	31
2	Over Voltage	13	45
3	Ground Fault	7	24
Total		29	100

TABEL II  
PENYEBAB OVER VOLTAGE

No.	Over Voltage	Jumlah	Persentase
1	Hewan Terbang	9	69
2	Sambaran Petir	4	31
Total		13	100

TABEL III  
PENYEBAB OVER CURRENT

No.	Over Current	Jumlah	Persentase
1	Fuse Link Tidak Standar	4	44
2	Trafo Kontak	5	56
Total		9	100

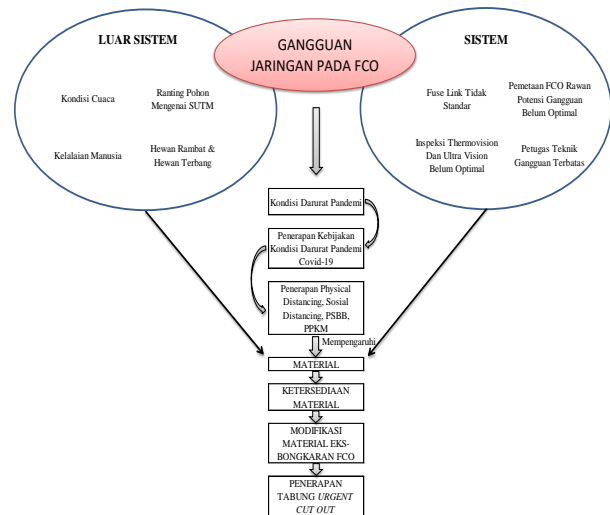
TABEL IV  
PENYEBAB GROUND FAULT

No.	Ground Fault	Jumlah	persentase
1	Ranting Pohon	6	86
2	Gardu Beton Lembab	1	14
Total		7	100

TABEL V

PENGANTIAN FCO BERDASARKAN PENYEBAB GANGGUAN

No.	Penyebab Gangguan	Jumlah	persentase
1	Hewan Terbang	9	31
2	Sambaran Petir	4	14
3	Fuse Link Tidak Standar	4	14
4	Trafo Kontak	5	17
5	Ranting Pohon	6	21
6	Gardu Beton Lembab	1	3
Total		29	100



Gbr. 3 Alir Tindak lanjut Menggunakan Tabung Urgent Cut Out

Data kajian nilai SAIDI-SAIFI dan Recovery Time terhadap penggunaan objek penelitian.

TABEL VI  
DATA PEMADAMAN GARDU DISTRIBUSI BR 241

No.	Data	Nilai
1	Jumlah Padam	1x
2	Durasi Padam	60 Menit
3	Pelanggan Padam	25 Pelanggan
4	Total Pelanggan	120 Pelanggan

$$SAIDI = \frac{60 \times 25}{120} = 12,5 \text{ Menit}$$

$$SAIFI = \frac{1 \times 25}{120} = 0,2 \text{ x}$$

$$Recovery Time = \frac{60}{25} = 2,4 \text{ Menit/Pelanggan}$$

$$ENS = 5.676,13 \text{ kWh}$$

TABEL VII  
DATA PEMADAMAN GARDU DISTRIBUSI BR 202

No.	Data	Nilai
1	Jumlah Padam	1x
2	Durasi Padam	60 Menit
3	Pelanggan Padam	10 Pelanggan
4	Total Pelanggan	80 Pelanggan

$$SAIDI = \frac{60 \times 10}{80} = 7,5 \text{ Menit}$$

$$SAIFI = \frac{1 \times 10}{80} = 0,12 \times$$

$$Recovery Time = \frac{60}{10} = 6 \text{ Menit/Pelanggan}$$

$$ENS = 4.764,42 \text{ kWh}$$

TABEL VIII

DATA PEMADAMAN GARDU DISTRIBUSI BR 390

No.	Data	Nilai
1	Jumlah Padam	1x
2	Durasi Padam	60 Menit
3	Pelanggan Padam	8 Pelanggan
4	Total Pelanggan	50 elanggan

#### IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Data Analisis Penelitian

Berdasarkan daftar monitoring gangguan FCO, berikut merupakan penyebab terjadinya FCO terbakar antara lain

1. Luar Sistem (Faktor Eksternal).
  - a. Kondisi cuaca.
  - b. Kelalaian manusia.
  - c. Ranting pohon mengenai SUTM.
  - d. Hewan rambat dan hewan terbang.
2. Sistem (Faktor Internal).
  - a. Fuse Link tidak standar.
  - b. Inspeksi Thermovision dan Ultra Vision belum optimal.
  - c. Pemetaan FCO rawan potensi gangguan belum optimal.
  - d. Petugas teknik gangguan terbatas.

Untuk hasil rekapitan kWh dan Rupiah terselamatkan dari pemasangan tabung Urgent Cut Out diperoleh bahwa :

1. Jumlah kWh Terselamatkan = 15.676 kWh
2. Jumlah Rupiah Terselamatkan = Rp 21.193.314,-
3. Biaya produksi = Rp 44.000,-

Apabila penanganan gangguan tabung FCO yang rusak/terbakar/pecah harus diganti dengan FCO yang baru (komplit) membutuhkan waktu untuk proses pengantiannya dan ketersediaan material yang ada di gudang unit, maka apabila untuk melakukan permintaan ketersediaan material dari ULP ke UP3 terkait belum tentu bisa tersedia langsung terhadap permintaan tersebut, maka dengan menggunakan tabung Urgent Cut Out ini diperoleh perhitungan efisiensi rupiah real terselamatkan sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Rupiah Real} &= \text{Jumlah Rupiah Terselamatkan} - \\ &\text{Biaya produksi} \\ &= \text{Rp 21.193.314} - \text{Rp 44.000} \\ &= \text{Rp 21.149.314,-} \end{aligned}$$

Berdasarkan perolehan perhitungan efisiensi rupiah real terselamatkan terhadap pemasangan tabung Urgent Cut Out ini, maka diperoleh perhitungan efisiensi kWh real terselamatkan sebesar :

$$\text{Efisiensi kWh Real} = \text{Efisiensi Rupiah Real} : \text{Rupiah Per kWh}$$

$$\begin{aligned} &= \text{Rp 21.149.314} : \text{Rp 1.352} \\ &= 15.643 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Rekapitulasi nilai SAIDI, SAIFI, ENS dan Recovery Time.

TABEL IX

REKAPAN NILAI SAIDI, SAIFI, ENS DAN RECOVERY TIME

No	Nilai	Satuan	BR 241	BR 202	BR 390
1	Durasi Padam	Menit	60	60	60
2	Beban	Ampere	193	162	178
3	Pelanggan Padam	Pelanggan	25	10	8
4	Total Pelanggan Dilayani	Pelanggan	120	80	50
5	SAIDI	Menit	12,5	7,5	9,6
6	SAIFI	Kali (x)	0,2	0,12	0,16
7	ENS	kWh	5.676,13	4.764,42	5.234,98
8	Rupiah Terselamatkan	Rupiah	7.674.127	6.441.495	7.077.692
9	Recovery Time	Menit/Pelanggan	2,4	6	7,5

TABEL X

INDIKATOR NILAI SAIDI, SAIFI, RECOVERY TIME DAN ENS

No	Faktor Penyebab	Indikator	Efektivitas			
			SAIDI	SAIFI	Recovery Time	ENS
1	Durasi Padam	Naik/Bertambah		-		
		Turun/Berkurang		-		
2	Jumlah Padam	Naik/Bertambah	-		-	-
		Turun/Berkurang	-		-	-
3	Jumlah Pelanggan Padam	Naik/Bertambah				-
		Turun/Berkurang				-
4	Jumlah Pelanggan Dilayani	Naik/Bertambah			-	-
		Turun/Berkurang			-	-
5	Beban (Ampere)	Naik/Bertambah	-	-	-	
		Turun/Berkurang	-	-	-	

##### Keterangan

- = Tidak Berpengaruh
- ↑ = Semakin Besar
- ↓ = Semakin Kecil
- = Semakin Buruk
- = Semakin Buruk

Maka dari data tabel 1 dan tabel 2 dapat dinyatakan beberapa hal sebagai berikut ini :

- a. Penekanan nilai SAIDI dan meminimalisir daerah pemadaman.
  - b. Mengganggu nilai SAIFI dan berpeluang pemadaman berulang.
  - c. Memperkecil nilai ENS.
  - d. Percepatan *Recovery time* dan mempermudah petugas terhadap ketersediaan material.
1. Memanfaatkan material eks bongkaran tabung FCO.
  2. Menjaga keandalan sistem dan peralatan proteksi 20 kV dikarenakan tetap terpasangnya sistem proteksi pada jaringan tersebut.
  3. Menjaga kontinuitas kelistrikan dan pelayanan terhadap kepuasan pelanggan.

#### B. Data Analisis Risiko

Berdasarkan implementasi pemasangan Objek Penelitian yang telah dilaksanakan selama jangka waktu yang direncanakan, maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan diantaranya sebagai berikut:

1. Dalam penanganan gangguan pada FCO yang rusak/terbakar/pecah dilakukan dengan penggantian material khususnya tabung FCO tersebut, Selain percepatan penanganan gangguan dipengaruhi dengan jarak tempuh, percepatan tersebut dipengaruhi juga oleh ketersediaan material, kondisi medan yang dilalui dan jumlah petugas teknik yang tersedia terhadap jumlah gangguan yang dilayani pada saat tersebut.
2. Alat ini belum diuji coba pemasangannya untuk jangka waktu yang lama, oleh karena itu sesuai dengan namanya yang bersifat urgen maka hendaknya pemasangannya bersifat sementara (*temporary*) dan pada objek penelitian ini pemasangan berdurasi 1 (satu) bulan kemudian kembali dilakukan penggantian material dengan FCO yang baru sehingga menyebabkan pemadaman kembali.
3. Mengingat banyaknya jenis-jenis FCO saat ini yang terpasang maka kemungkinan ketidaksesuaian ukuran panjang dan lebar gantungan (*Hang*) FCO terhadap objek penelitian ini dapat saja terjadi, namun hal ini dapat diantisipasi dengan mengukur kembali panjang tabung FCO eksisting dan memotong pipa sesuai dengan kebutuhan.
4. Pada saat penyambungan pipa dan soket hendaknya dipasang sekuat mungkin agar tidak ada celah air yang dapat masuk ke dalam tabung FCO sehingga menyebabkan *short circuit*, oleh karena itu alangkah baiknya memberikan lem perekat sehingga dapat menutupi celah-celah sambungan soket pipa dengan tabung pipa paralon.
5. Selain pemberian lem perekat antara pipa dan soket, sambungan tersebut akan tetap berpeluang juga terjadinya *short circuit* apabila penggunaan tabung *Urgent Cut Out*

tersebut digunakan untuk jangka panjang dikarenakan adanya sambungan tersebut

## V.KESIMPULAN

### A. Kesimpulan

1. Berdasarkan implementasi pemasangan Tabung *Urgent Cut Out* pada 3 titik di 3 lokasi maka diperoleh :
  - a. Jumlah kWh Terselamatkan = 15.676 kWh
  - b. Jumlah Rupiah Terselamatkan = Rp 21.193.314,-
  - c. Biaya produksi = Rp 44.000,-
  - d. Efisiensi Rupiah Real = Rp 21.149.314,-
  - e. Efisiensi kWh Real = 15.643 kWh
2. Tabung *Urgent Cut Out* menjadi solusi sementara tepat guna terhadap gangguan yang terjadi pada tabung FCO yang rusak/terbakar/pecah.
3. Tabung *Urgent Cut Out* sengaja dirancang bersifat sementara dan tidak permanen dengan tujuan agar FCO dapat diganti secara komplit karena holder dan tabung FCO merupakan satu kesatuan yang utuh dan tidak dapat dipisahkan.

### B. Saran

1. Tabung *Urgent Cut Out* berpeluang timbulnya celah air akibat sambungan antara soket pipa terhadap pipa paralon, maka direkomendasikan untuk tidak menggunakan soket pipa sebagai sambungan pipa paralon ke bagian atas (*Sturdy Ferrules*) dan bagian bawah (*Rugged Attachment Hook For Loadbuster*) pada FCO. Melainkan pipa paralon langsung dihubungkan ke bagian *Sturdy Ferrules* dan bagian *Rugged Attachment Hook For Loadbuster*.
2. Dilakukannya pengujian kembali terhadap Tabung *Urgent Cut Out* tersebut dengan melakukan pengujian tembus tegangan pada tingkat insulasi terhadap tegangan ketahanan sebesar 125 kV sesuai dengan ketentuan SPLN D3.026:2017 perihal Spesifikasi *Fuse Cut Out*. Apabila pengujian tembus tegangan yang dilakukan terhadap Tabung *Urgent Cut Out* tersebut sesuai dengan SPLN D3.026:2017, maka tabung *Urgent Cut Out* dapat direkomendasikan untuk dipergunakan dalam jangka panjang dengan memperhatikan secara rutin atau pun bertahap terhadap pemasangannya.

## I.DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. D. SULISTYOWATI, "ANALISIS KEPUASAN PELANGGAN TERHADAP PELAYANAN MIGRASI LISTRIK PASCABAYAR KE PRABAYAR PT PLN (PERSERO) RAYON SINTANG." Fakultas Ekonomi & Bisnis, 2019.
- [2] PT. PLN (Persero), *SPLN NO.68-2 : Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian Dua: Sistem Distribusi*. Jakarta, 1986.
- [3] R. T. Jurnal, "Analisa Nilai Saidi Saifi Sebagai Indeks Keandalan Penyediaan Tenaga Listrik Pada Penyulang Cahaya Pt. Pln (Persero) Area Ciputat: Ibnu Hajar; Muhammad Hasbi Pratama," *energi & kelistrikan*, vol. 10, no. 1, pp. 70–77, 2018.
- [4] S. Saodah, "Evaluasi keandalan sistem distribusi tenaga listrik berdasarkan saidi dan saifi," in *Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi*, 2008, pp. 45–51.
- [5] G. A. P. Yoga, "Analisa Keandalan Sistem Tenaga Listrik Di Wilayah Lampung Berdasarkan Ketersediaan Daya Pada Tahun

2016,” 2017.

[6] E. Energi, “Sekring Putus,” 2013.  
<https://ezkhelenergy.blogspot.com/2013/11/fuse-cut-out.html>.  
(accessed Sep. 06, 2023).

[7] PT. PLN (Persero), *SPLN No.59: Keandalan pada Sistem Distribusi 20 KV dan 6 KV*. Jakarta, 1985.

[8] PT. PLN (Persero), *SPLN No.52-3: Pola Pengamanan Sistem*. Jakarta, 1983.