

# ANALISA PENEMPATAN *LIGHTNING ARRESTER* SESUDAH *CUT OUT* UNTUK MENGURANGI GANGGUAN TEGANGAN LEBIH PADA TRAF0 KL 0074 DI PT. PLN (Persero) ULP KLUNGKUNG

Irwan Kurnia Yulianto<sup>1</sup>, I Wayan Rinas<sup>2</sup>, I Made Suartika<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

<sup>3</sup>Email : [irwankurniayulianto@gmail.com](mailto:irwankurniayulianto@gmail.com) , [rinas@unud.ac.id](mailto:rinas@unud.ac.id) , [madesuartika@unud.ac.id](mailto:madesuartika@unud.ac.id)

## ABSTRAK

Di mana tercatat menurut data BMKG tahun 2019 di Bali Timur terjadi sambaran petir sebanyak 15.000-30.000. Hal ini memberikan potensi sambaran petir pada saluran distribusi 20 kV yang cukup tinggi. Sambaran ini akan menyebabkan gangguan pada penyulang kalau penempatan *lightning arrester* pada trafo distribusi tidak tepat. Peralatan yang di gunakan untuk memproteksi peralatan dari gangguan surja petir salah satunya adalah *lightning arrester*. *Lightning arrester* yang di gunakan pada gardu KL 0074 di tempatkan sesudah *cut out*. Saluran udara tegangan menengah penyulang Losan di hubungkan dengan *A3CS cable* sejauh 8,5 km dan *MVTIC cable* sejauh 2,02 km, yang di hubungkan dengan gardu KL 0074. Jarak antara transformator KL 0074 dengan *lightning arrester* sejauh 3,75 meter, sehingga perlu di kaji lebih jauh guna mengetahui apakah perlindungan yang dihasilkan oleh *lightning arrester* sudah optimal atau belum. Hasil analisi di dapatkan bahwa *lightning arrester* dengan jarak pemasangan sejauh 0,34 meter dari transformator masih mampu memotong surja petir, dengan hasil tegangan percik sebesar 124,977,4 Volt akan tetapi tegangan percik tersebut dalam batas toleransi tegangan percik *lightning arrester* 125 kV.

**Kata Kunci:** *Lightning Arrester*, Jarak Penempatan, Surja Petir

## ABSTRACT

Where it was recorded that according to BMKG data in 2019 in East Bali there were 15,000-30,000 lightning strikes. This gives the potential for lightning strike on a 20 kV distribution line which is quite high. This connection will cause interference to the feeder if the lightning arrester is placed on the distribution transformer incorrectly. The equipment used to protect equipment from lightning surge disturbances, one of which is a lightning arrester. The lightning arrester used in the KL 0074 substation is in place after the cut out. The Losan medium-voltage aerial feeder is connected by an A3CS cable for 8.5 km and an MVTIC cable for a distance of 2.02 km which is connected to the KL 0074 substation. The distance between the KL 0074 transformer and the lightning arrester is 3.75 meters, so it needs to be examined further to find out whether the protection generated by the lightning arrester is optimal or not. The result off he analysis show that the lightning arrester with an instalation distance of 0.34 meters from the transformer is still able to cut the lightning surge, with the resulting splash voltage of 124.977.4 Volts but the spark voltage is within the tolerance limit of the 125 kV lightning arrester splash voltage.

**Keywords:** *Lightning Arrester*, Placement Distance, Lightning Surge

## 1. PENDAHULUAN

PT. PLN (Persero) khususnya di Unit Layanan Pelanggan Klungkung rutin melakukan pemeliharaan agar listrik yang disalurkan ke konsumen dapat digunakan secara optimal, yang terdiri dari Transformator Distribusi 20 kV/400V, dan peralatan-peralatan lainnya seperti Lighting Arrester, Isolator, Tiang, FCO, MCCB, NH FUSE, kabel A3C dengan tipe NFA2XYS-T 150 mm<sup>2</sup> x 3 + 90 mm<sup>2</sup> dan A3CS 150 mm<sup>2</sup> [1].

Trafo Distribusi sebagai komponen utama pada konstruksi Gardu Distribusi berfungsi mentransformasikan tegangan saluran distribusi 20 kV menjadi tegangan rendah 220/380 Volt sehingga siap di distribusikan ke pelanggan tegangan rendah. Gardu KL 0074 yang berada di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Klungkung sering mengalami gangguan akibat impuls petir (PT. PLN UP3 Bali Timur), PLN buku 1 Kriteria Desain *Engginerig* Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik juga menyatakan pemasangan *feeder* yang pendek sebaiknya pemasangan *lightning arrester* berada sebelum *Fuse Cut Out*. Pemasangan *lightning arrester* sebelum *cut out* yaitu pengamanan terhadap surja petir tidak di pengaruhi oleh kemungkinan *Fuse Cut Out* putus, sedangkan untuk pemasangan *lightning arrester* sesudah *Fuse Cut Out* yaitu jika *lightning arrester* rusak atau gagal *Fuse Cut out* putus tidak memadamkan system [2]

## 2. Kajian Pustaka

### 2.1 Gardu Distribusi

Pada dasarnya gardu distribusi adalah trafo atau transformator yang berfungsi sebagai pengubah tegangan. Trafo ini dapat berupa trafo satu fasa atau tiga fasa. Selain trafo, terdapat juga peralatan pendukung lainnya yaitu *arester*, *sekring* (pelebur) dan panel tegangan rendah.

### 2.2 Transformator

Trafo adalah suatu alat listrik yang merubah tegangan suatu arus bolak-balik dari satu rangkaian ke rangkaian lainnya. Seperangkat perangkat statis berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, mengubah tegangan dan arus bolak-balik .antara dua belitan atau lebih pada frekuensi yang sama. Dan

biasanya pada nilai tegangan dan arus yang berbeda.

### 2.3 Sistem Proteksi

Proteksi gardu adalah suatu alat yang berguna untuk mengamankan transformator dari gangguan arus lebih atau hubungan singkat dan mengurangi kerusakan pada transformator [3]. Peralatan proteksi pada gardu portal mempunyai peranan masing-masing. Peralatan proteksi pada gardu portal adalah sebagai berikut:

- 1) *Fuse Cut Out (FCO)*
- 2) *Lightning Arrester*

### 2.4 Tegangan Sistem Maksimum

Tegangan sistem tertinggi pada umumnya di ambil harga 110% dari harga tegangan nominal sistem distribusi [4]

$$V_{max} = V_{nominal} \times 110\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

$V_{max}$  = Tegangan maksimum (V)

### 2.5 Koefisien Pentanahan Arrester

Sistem yang di bumikan, koefisien pentanahannya adalah 0,8 (*arrester* 80%) dan sistem yang tidak dibumikan langsung koefisien pembumiannya 1,0 (*arrester* 100%). Tegangan pengenalan dari suatu *arrester* merupakan tegangan rms fasa ke fasa tertinggi di kalikan dengan koefisien pembumian [5]

### 2.6 Tegangan Pengenal Lightning Arrester

Tegangan pengenalan dari *Lightning Arrester* adalah tegangan dimana *Arrester* dapat bekerja sesuai dengan karakternya. *Lightning arrester* seharusnya tidak bekerja pada tegangan maksimum sistem, tetapi dapat secara efektif memutuskan tindak lanjut dari sistem. *Lightning arrester* umumnya tidak berfungsi jika ada gangguan fase ke tanah. karena tegangan pengenalnya lebih tinggi dari tegangan gangguan fasa ke tanah [6].

## 2.7 Arus Pelepasan

Puncak arus impuls adalah 8/20 μs menurut standar, dan digunakan untuk mengklasifikasikan arester. Arus puncak nominal umumnya:

$$I_a = \frac{2E - E_a}{Z + R} \dots\dots\dots(2)$$

$$R = \frac{Tegangan\ Nominal}{Arus\ Nominal} \dots\dots\dots(3)$$

## 2.8 Tegangan Impuls

Tegangan impuls sangat di perlukan dalam menguji tegangan akibat tekanan internal dan eksternal dan untuk memeriksa mekanisme tembus. Tegangan impuls dibangkitkan dengan menggeser muatan kapasitor tegangan menengah (melalui celah bola) pada rangkaian resistor dan kapasitor [7]. Nilai puncak tegangan impuls bisa ditentukan dengan bantuan pengukur atau dengan rangkaian elektronik yang di kombinasikan dengan pembagian tegangan. Alat ukur tegangan impuls yang digunakan adalah *oscilloscope* sinar katoda yang memungkinkan penentuan nilai sesaat dengan membagi tegangan. [8].

## 2.9 Fungsi Pengujian

Tegangan lebih yang disebabkan oleh pelepasan muatan oleh petir di sebut sebagai tegangan lebih luar. Tegangan lebih ini memiliki bentuk gelombang aperiodik yang dilemahkan seperti saat melepaskan muatan kapasitor melalui resistansi yang induktif.[9]. Besarnya tegangan impuls yang akan diterapkan pada alat-alat listrik untuk menguji ketahanan pada petir ditentukan dalam standar. Hal ini tergantung pada tempat di sirkuit, semakin dekat peralatan ke sumber petir dan semakin besar kemungkinan terkena petir, semakin tinggi tegangan yang diterapkan. [10].

## 2.10 Tingkat Isolasi Dasar (TID)

TID atau Tingkat Isolasi Dasar menyatakan tingkat isolasi terhadap petir, sehingga penggunaan arester dalam koordinasi isolasi bisa memberikan hasil yang maksimal [11]. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan perbandingan TID dengan tegangan sistem maksimum.

**Tabel 1. Perbandingan TID dengan tegangan sistem (SPLN 7 1978)**

Unom	20kV	66kV	150 kV
Um	24 kV	72,5 kV	170 kV
TID	125 kV	325 kV	650 kV

Harga puncak surja petir yang memasuki pembangkit datang dari saluran yang dibatasi oleh TID saluran. Dengan mengingat variasi tegangan *flasover* dan probabilitas tembus isolator, maka 20% untuk faktor keamanannya, sehingga harga Faktor Perlindungan (FP) adalah:

$$FP = 1,2 \times TID \dots\dots\dots(4)$$

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Analisis Data

Penelitian ini di lakukan di PT. PLN (Persero) ULP Klungkung. Proses penelitian ini dimulai pada tanggal 16 Desember 2019.

Tahapan menganalisi data yang digunakan sebagai berikut:

1. Menentukan tegangan pengenalan *lightning arrester*
2. Menentukan arus pelepasan *lightning arrester*
3. Menentukan jarak *lightning arrester* dengan transformator
4. Melakukan simulasi *lightning arrester* dengan menggunakan *software* E-TAP

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Pengaruh Penempatan *Lightning Arrester* Terhadap Trafo Distribusi KL 0074 PLN ULP Klungkung

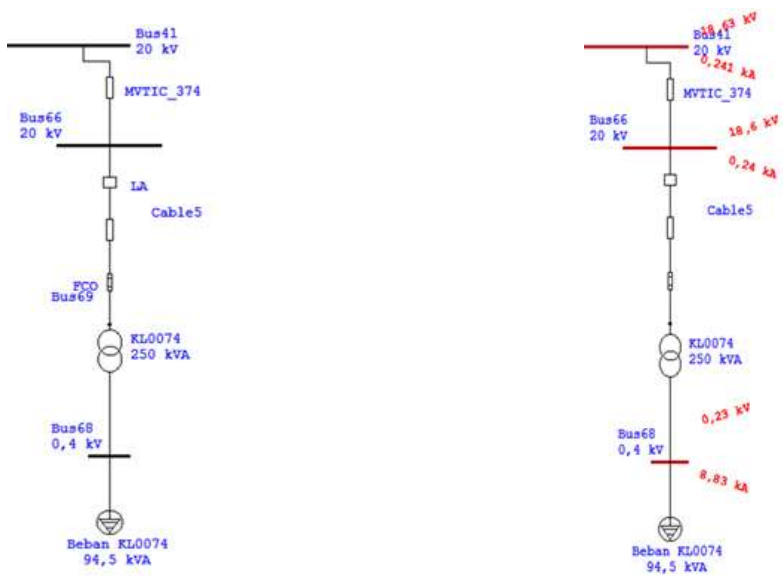
Pada penelitian ini ada beberapa langkah sistematis perhitungan yang akan digunakan untuk dianalisis diantaranya menentukan tegangan pengenalan *lightning arrester* ( $E_a$ ), menentukan arus pelepasan *lightning arrester*, menentukan jarak *lightning arrester* ke Transformator Distribusi KL 0074 PLN ULP Klungkung, menentukan waktu percik *lightning arrester* dan tegangan tertinggi yang tiba pada transformator, analisis data dari hasil perhitungan menggunakan *software* ETAP sebagai berikut:



(A) Pemodelan lightning arrester sesudah cut out (B) Hasil runnig etap sesudah cut out

**Gambar 1.** Simulasi Lightning arrester pada KL 0074 (34 cm dari transformator)

A) Pemodelan lightning arrester sebelum cut out (B) Hasil runnig etap sebelum cut out



**Gambar 2.** Simulasi Lightning arrester pada KL 0074 (3,75 m dari transformator)

Dari data penempatan lightning arrester pada KL 0074, di ketahui letak lightning arrester dengan trafo sejauh 0,34 m dan 3,75 m sebagai peralatan yang dilindungi. Didapatkan hasil sebagai berikut:

**Tabel 2.** Perbandingan Simulasi Pemasangan Lightning Arrester Se jauh 0,34 m dan 3,75 m

No	Indikator	0,34 m	3,75 m
1	Tegangan	18,6 kV	18,44 kV
2	Arus	0,24 kA	0,238 kA

#### 4.4.1 Menentukan Tegangan Pengenal Lightning Arrester (Ea)

Sebelum menentukan tegangan pengenal Lightning Arrester, didapatkan dengan memakai persamaan 5.

$$Ea = (V_{\text{kerja arrester}} \times \text{Koefisien Pentanahan}) \times 100\%$$

$$Ea = (20.000 \text{ volt} \times 0,817) \times 100\%$$

$$Ea = 16.340 \text{ volt}$$

Berdasarkan perhitungan menentukan Tegangan pengenal *lightning arrester* di dapatkan tegangan sebesar 16.340 V, dapat di lihat pada Tabel3 sebagai berikut.

**Tabel 3.** Harga Maksimum Tegangan Lebih Gelombang Petir

Arrester rating kV	Front steepness FOW kV/ μs	10 kA Light-and heavy-Duty and 5 kA, Serie A	
		Std. kV, peak	FOW.kV, peak
1	2	3	4
10,5	76	38	418
12	100	43	50
15	124	54	62
18	150	65	75
21	176	76	88
24	200	87	100
27	224	97	112

Sumber : PT. PLN (Persero)

#### 4.4.2 Menentukan arus pelepasan *Lightning Arrester*

Nilai arus pelepasan *lightning arrester* dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$I_a = \frac{2(150) - 21}{400 + 2.77}$$

$$I_a = 6.92 \text{ kA}$$

Hambatan saluran dapat ditentukan sebagai berikut

$$R = \frac{20.000 \text{ volt}}{7,22 \text{ ampere}} = 2,77 \Omega$$

#### 4.4.3 Menentukan Jarak *Lightning Arrester* ke Trafo Distribusi KL 0074 PLN ULP Klungkung

Untuk menentukan jarak *Lightning Arrester* ke Trafo Distribusi KL 0074 PLN ULP Klungkung dapat dihitung dengan persamaan (Hutauruk 1989:113) sebagai berikut:

$$EP = EA + 2 \frac{A.S}{v}$$

$$125 = 100 + 2 \frac{1000 \text{ s}}{300}$$

$$S = \frac{25}{6,66} \text{ 3,75 meter}$$

#### 4.4.4 Menentukan Waktu Percik *Lightning Arrester* dan Tegangan Tertinggi Yang Tiba Pada Transformator

Data eksisting *lightning arrester* pada transformator KL 0074 dapat di lihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Data eksisting pada transformator KL 0074

Tegangan sistem (kV)	TID <i>Lightning arrester</i> (kV)	Kecepatan Rambat Surja (m/μdet)	Kecepatan Rambat Surja(UGC) (m/μdet)
20	125	300	15

Tabel di atas adalah data eksisting pada transformator KL 0074 di PT. PLN (Persero) ULP Klungkung. Berdasar data Tabel tersebut dapat di hitung dengan memakai persamaan 6.

$$t_{s0} = \frac{E_a + 2.A.\frac{S}{v}}{2A}$$

$$125kV = E_a + 2 \times 1000 \text{ meter} / \mu s \times \frac{3,75 \text{ meter}}{300 \text{ meter} / \mu s}$$

$$E_a = 125.000 - 2,5 = 124.997,5 \text{ Volt}$$

$$125kV = E_a + 2 \times 1000 \text{ meter} / \mu s \times \frac{34 \text{ centi meter}}{300 \text{ meter} / \mu s}$$

$$E_a = 125.000 - 22,6 = 124.977,4 \text{ Volt}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas dengan menggunakan persamaan 6 maka di dapatkan hasil Tabel 5. sebagai berikut:

**Tabel 5.** Perbandingan Hasil Simulasi Pemasangan *Lightning Arrester* Sejauh 34 CM dan 3,75 M

No	Indikator	0,34 m	3,75 m
1	Tegangan	18,6 kV	18,44 kV
2	Arus	0,24 kA	0,238 kA
3	Tegangan Percik	124.977,4 Volt	124.997,5 Volt

Data dari Tabel 5 di dapatkan perhitungan dan simulasi pemasangan *lightning arrester* dengan jarak pemasang 0,34 m dan 3,75 m. Penempatan *lightning arrester* memiliki pengaruh terhadap

tegangan percik akan tetapi tidak berpengaruh terhadap kinerja *arrester* dalam mengamankan transformator.

Berdasarkan SPLN 7 1978 dengan perpedoman pasal tiga tentang "Penetapan Tingkat Isolasi Transformator dan Penangkap Petir" harus di pasang sedekat mungkin dengan trafo yaitu tidak melebihi 6 meter. Jadi dapat di analisis bahwa pemasangan *lightning arrester* dengan jarak 0,34 m dan 3,75 m dari peralatan masih mampu bekerja memotong surja petir. Pembuktian secara teori dengan persamaan 6. Di dapatkan bahwa tegangan percik *arrester* yang di pasang sejauh 0,34 m sebesar 124.977,4 Volt dan 3,75 m sebesar 124.997,5 Volt masih dalam batas toleransi tegangan percik *arrester*, Akan tetapi jika surja yang terjadi terus menerus dan tegangan tidak dapat di potong secara maksimal akan menyebabkan transformator lebih cepat terjadi kebocoran minyak transformator

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi penelitian untuk mengetahui pengaruh penempatan *lightning arrester* pada gardu KL 0074 ULP Klungkung di mana pada kondisi eksisting *arrester* di tempatkan sejauh 3,75 m menghasilkan tegangan percik 124.997,5 V. Setelah reposisi *lightning arrester* pada gardu KL 0074 untuk memproteksi transformator di peroleh jarak sejauh 0,34 meter dengan arus pelepasan sebesar 6,92 kA, menghasilkan tegangan percik 124.977,4 V mengalami penurunan sebesar 0,008%, dimana *arrester* masih mampu memotong surja petir. Hal ini sesuai dengan SPLN 7: 1978 yang menetapkan tingkat. isolasi dasar sebesar 125 kV.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rezon Arif B. 2010. "*Lightning Arrester*" (tugas akhir). Semarang: Universitas Diponegoro
- [2] Handra, Julian 2016. "Studi Penempatan *Lightning Arrester* Dari Tegangan Lebih Pada Transformator *Feeder* Pondok Pinang Wilayah Kerja PT. PLN

- (Persero) Rayon Tabing" (tugas akhir). Padang: Politeknik Negeri Padang
- [3] Wardana, Aziz Nurrochma Subari, Arkhan. 2014. "Perbandingan Pengaruh Penempatan *Arrester* Sebelum dan Sesudah FCO Sebagai Pengaman Transformator 3 Fasa Terhadap Gangguan Surja Petir Di Penyulang Pandean Lamper 5 Rayon Semarang Timur" (tugas akhir). Semarang: Universitas Diponegoro
- [4] SPLN 7. 1978. "Pedoman Pemilih Tingkat Isolasi Transformator dan Penangkap Petir". Jakarta: PT. PLN (Persero)
- [5] Buku 1 PLN 2010. "Kriteria Disain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik". Jakarta: PT. PLN (Persero)
- [6] Buku 4 PLN. 2010. "Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik" Jakarta: PT. PLN (Persero)
- [7] Abidin, Zainal. 2017. "Studi Analisis Gangguan Petir Terhadap Kinerja *Arrester* Pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah 20 KV Menggunakan *Alternative Transient Program (ATP)*" (tugas akhir). Lamongan: Universitas Islam Lamongan
- [8] Team O & M. 1981. "Operasidan Memelihara Peralatan". Jawa Barat dan Jakarta: PLN Pembangkitan
- [9] SPLN D.5.006. 2013. "Pedoman Pemilihan *Arrester* Untuk Jaringan Distribusi 20 kV". Jakarta: PT. PLN (Persero)
- [10] T. S. Hutauruk. 1991. "Gelombang Berjalan dan Proteksi Surja". Jakarta: Erlangga
- [11] Parera, L. M. 2009. "Analisis Perlindungan Transformator Distribusi Yang Efektif Terhadap Surja Petir" (tugas akhir). Ambon: Politeknik Negeri Ambon