



## Analisis Kemampuan Arrester untuk Pengaman pada Gardu Trafo Disribusi 20KV di PT PLN Mattoanging

### INFO PENULIS

Adnan Japaruddin  
Universitas Muhammadiyah Makassar  
[adnanjaparuddin@gmail.com](mailto:adnanjaparuddin@gmail.com)

Ibnu Aenun  
Universitas Muhammadiyah Makassar  
[ibnuann2000@gmail.com](mailto:ibnuann2000@gmail.com)

Abd. Hafid  
Universitas Muhammadiyah Makassar  
[Abdulhafif@unismuh.ac.id](mailto:Abdulhafif@unismuh.ac.id)

Andi Faharuddin  
Universitas Muhammadiyah Makassar  
[afaharuddin@gmail.com](mailto:afaharuddin@gmail.com)

### INFO ARTIKEL

ISSN: 3026-3603  
Vol. 2, No. 1 April 2024  
<http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst>

© 2024 Arden Jaya Publisher All rights reserved

### **Saran Penulisan Referensi:**

Japaruddin, A., Aenun, I., Hafid, A., & Faharuddin, A. (2024). Analisis Kemampuan Arrester untuk Pengaman pada Gardu Trafo Disribusi 20KV di PT PLN Mattoanging. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2 (1), 72-78.

### **Abstrak**

*Arrester* adalah peralatan pengaman instalasi dari gangguan tegangan lebih akibat sambaran petir (Lightning Surge) maupun oleh surja hubung (Switching Surge). Transformator/ trafo tenaga berfungsi untuk menyalurkan tenaga/ daya listrik dengan menaikkan atau menurunkan tegangan di Trafo Distribusi. Penelitian ini fokus pada peralatan Gardu Tafo Distribusi yaitu *arrester* tipe SL2T48 yang terhubung dengan transformator (trafo) tipe SPLND3.002-1 Perlindungan yang baik diperoleh bila *arrester* ditempatkan sedekat mungkin pada jepitan trafo. Tetapi, dalam praktek *arrester* itu harus ditempatkan dengan jarak  $S$  dari trafo yang dilindungi. Karena itu, jarak tersebut ditentukan agar perlindungan dapat berlangsung dengan baik. Jarak *arrester* dengan trafo yang dipakai di gardu Trafo Distribusi MATTOANGIN 20KV adalah 3 m. Penempatan *arrester* ( $S$ ) dipengaruhi oleh tegangan jepit trafo ( $E_p$ ) sebesar 125 KV, tegangan percik *areester* ( $E_a$ ) sebesar 100 KV, kecuraman gelombang datang ( $A$ ) sebesar 1000 dv/ dt, dan kecepatan rambat gelombang ( $v$ ), karena gelombang berjalan pada kawat udara mempunyai kecepatan tetap dengan kecepatan sama dengan kecepatan cahaya yaitu 300 m/ $\mu$ dt. Untuk mungetahui kemampuan *lighting arrester* dalam melindungi peralatan trafo saat terjadi surja petir pada saluran transmisi PT . PLN (persero) MATTOANGIN 20 KV Jarak maksimum *arrester* dengan trafo  $S$  yang terpasang pada gardu Trafo Distribusi 20 KV adalah 3,75 m. Dari hasil analisis matematis, pemasangan dari *arrester* tipe SL2T48 mampu melindungi trafo dari gangguan surja petir dan surja hubung dengan tegangan sampai 138,32 KV. Karena dilapangan berjarak 3 m, sedangkan hasil hitungan matematis pemasangan *arrester* jaraknya 3,75 m dengan trafo, masih pada dalam standar maksimum (aman).

**Kata kunci :** Tegangan lebih, *Arrester*, Transformator, Jarak *Arrester*

### Abstract

An arrester is equipment that protects installations from overvoltage disturbances due to lightning strikes or switching surges. The transformer/power transformer functions to distribute electrical energy/power by increasing or decreasing the voltage in the Distribution Transformer. This research focuses on Distribution Tafo Substation equipment, namely the SL2T48 type arrester connected to the SPLND3.002-1 type transformer. Good protection is obtained if the arrester is placed as close as possible to the transformer clamp. However, in practice the arrester must be placed at a distance  $S$  from the protected transformer. Therefore, this distance is determined so that protection can take place properly. The distance between the arrester and the transformer used in the MATTOANGIN 20KV Distribution Transformer substation is 3 m. The placement of the arrester ( $S$ ) is influenced by the transformer clamp voltage ( $E_p$ ) of 125 KV, the arrester spark voltage ( $E_a$ ) of 100 KV, the steepness of the incident wave ( $A$ ) of 1000 dv/dt, and the wave propagation speed ( $v$ ), because the waves traveling in air have a constant speed with a speed equal to the speed of light, namely 300 m/ $\mu$ s. To find out the ability of lightning arresters to protect transformer equipment when lightning surges occur on PT transmission lines. PLN (Persero) MATTOANGIN 20 KV The maximum distance between the arrester and the  $S$  transformer installed at the 20 KV Distribution Transformer substation is 3.75 m. From the results of mathematical analysis, the installation of the SL2T48 type arrester is able to protect the transformer from lightning surges and circuit surges with voltages up to 138.32 KV. Because in the field the distance is 3 m, while the mathematical results of installing the arrester are 3.75 m away from the transformer, it is still within the maximum (safe) standard

**Keywords:** overvoltage, *Arrester*, Tranformer, *Arrester* distance

## A. Pendahuluan

PLN merupakan pemasok listrik terbesar di Indonesia. Transmisi tenaga listrik pada jalur transmisi dan distribusi tidak lepas dari gangguan-gangguan yang dapat mengganggu proses pendistribusian tenaga listrik baik secara internal maupun eksternal. Oleh karena itu, diperlukan alat pelindung diri untuk melindunginya. Salah satu gangguan luar yang menyebabkan kegagalan peralatan jaringan transmisi adalah petir, Secara umum alasan penggolongan gangguan pada sistem kelistrikan adalah karena adanya gangguan yang berasal dari dalam atau luar. Sedangkan gangguan internal adalah gangguan yang berasal dari dalam sistem itu sendiri, seperti kerusakan material perangkat akibat proses penuaan, sedangkan gangguan eksternal adalah gangguan eksternal.. sistemnya seperti sambaran petir. Untuk gangguan akibat sambaran petir akan mengakibatkan tegangan lebih pada jaringan. harus dapat melindungi peralatan sistem tenaga listrik dengan membatasi lonjakan tegangan berlebih yang masuk. dan mengalirkan ke tanah (Pikaloka, 2018)

Kebutuhan listrik meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan kesajtraan masyarakat. Evolusi permintaan listrik dan kemampuan infrastruktur yang ada berarti bahwa keamanan system yang berkelanjutan sangat diperlukan untuk mencapai tingkat kontinuitas system ketenagakerjaan yang tinggi dalam sistem jaringan listrik skala besar. Untuk mencapai hasil koordinasi terbaaik, sangat penting untuk menjamin keamanan di pusat beban dan generator. aneka macam wilayah sebab terjadinya penambahan beban yang tersambung. untuk menyampaikan pelayanan yang baik serta agar tak menyebabkan kerugian di konsumen, Perusahaan Listrik Negara (PLN) harus menjaga kualitas tegangan di jaringan. oleh sebab itu perlu dilakukan upaya-upaya (Pikaloka, 2018)

### 1. Definisi (Lightning Arrester)

Penangkal petir (*Lightning arrester*) adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk melindungi suatu system tenaga dari tegangan berlebih akibat petri. Pelindung lonjakan petir ini melindungi satu daya dengan membatasi lonjakan tegangan yang mengalir masuk dan mengalirkan ke luar ke tanah (Dani, 2021).

Fungsi utama dari lightning *Arrester* adalah melakukan pembatasan nilai tegangan pada peralatan yang dilindunginya. Panjang lead yang menghubungkan *arrester* pun diperhitungkan,

karena inductive voltage pada lead ini ketika terjadi surge akan mempengaruhi nilai tegangan total paralel terhadap peralatan yang dilindungi (Dani, 2021)

**2. Karakteristik (Lightning arrester)**

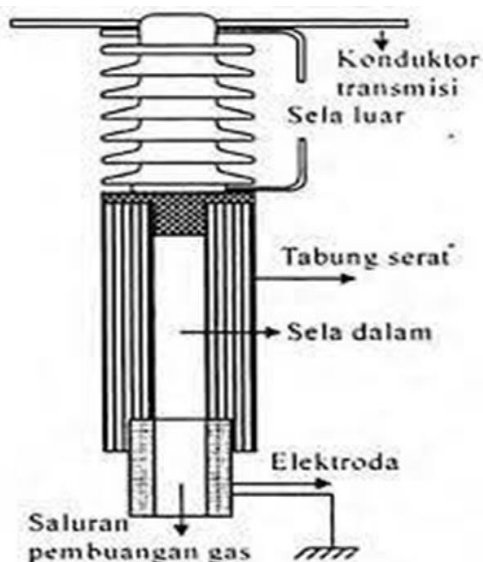
Untuk menentukan tegangan terminal dari perlengkapan yang dilindungi, arester adalah alat pelindung yang dapat diandalkan saat ini. Sehingga perlu diketahui secara jelas karakteristik dari Arrester tersebut adalah.

- a. Memiliki tegangan dasar (terukur) dan frekuensi 50 Hz yang tidak dapat dilampaui.
- b. Memiliki karakteristik yang dibatasi oleh tegangan saat dilewatkan oleh berbagai macam arus petir
- c. Memiliki batas thermis

Dari karakteristik ketiga karakteristik batas termal tersebut, adalah kemampuan untuk melakukan arus lonjakan yang terjadi secara berulang-ulang, misalnya rangkaian lonjakan tanpa menaikkan suhu. Meskipun kemampuan arester untuk mentransmisikan arus telah mencapai 65-100 kA, kemampuan untuk melakukan lonjakan rangkaian bahkan lebih penting ketika saluran menjadi panjang dan mengandung daya dalam jumlah besar (Manihuruk et al., 2021)

**3. Arrester Eksplusi**

Arrester jenis ekspulsi atau tabung pelindung pada prinsipnya terdiri dari sela percik yang berada dalam tabung serat dan sela percik batang yang berada di luar, di udara atau disebut sela seri



**Gambar 1.** Elemen-elemen katub ekspulsi

**4. Jenis Penempatan Arrester Peralatan**

Penempatan Arrester yang baik adalah menempatkan arrester sedekat mungkin dengan peralatan yang dilindungi digunakan persamaan sebagai berikut

$$E_p = e_a + \frac{2xAvv}{v} \dots \dots \dots (1)$$

**5. Transformator**

Transformator merupakan suatu alt listrik yang mengubah tegangan arus bolak-balik dari satu tingkat ke tingkat lainnya melalui suatu gandingan magnet dan berdasarkan prinsip-prinsip induksi electromagnet dimana perbandingan tegangan antara sisi primer dan sisi sekunder berbanding lurus dengan perbandingan jumlah lilitan dan berbanding terbalik dengan arusnya, transformator terdiri atas 8 sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder (Irwan Nas, 2017)

## 6. Prinsip Kerja Transformator

Cara kerja transformator yaitu berdasarkan hukum arus (Ampere) dan hukum dasar elektro medan maknet (faraday), adalah tegangan listrik dapat menimbulkan medan magnet dan sebaliknya medan magnet dapat menimbulkan arus listrik. Jika pada salah satu lilitan pada trafo diberi arus ac (bolak-balik), maka besaran garis gaya magnet berubahubah. Akibatnya pada sisi primer terjadi induksi. Bidang sekunder menerima garis gaya magnet dari sisi primer yang jumlahnya berubah-ubah pula (Syamsul, 2021)

## 7. Jenis-Jenis Transformator

Transformator dapat dibedakan berdasarkan pasangan kumparan atau lilitannya menjadi:

- Transformator satu belitan
- Transformator dua belitan
- Transformator tiga belitan

Transformator satu belitan adalah lilitan primer merupakan bagian dari lilitan sekunder atau sebaliknya, Trafo satu belitan ini lebih dikenal sebagai "auto trafo atau trafo hemat", Trafo dua belitan adalah trafo yang mempunyai dua belitan yaitu sisi tegangan tinggi dan sisi tegangan rendah dimana kumparan sekunder dan primer berdiri sendiri. Trafo tiga belitan adalah trafo yang mempunyai belitan primer, sekunder dan tersier, masing-masing berdiri sendiri pada tegangan yang berbeda (NAS, 2017)

## 8. Transformator Berdasarkan Fungsi

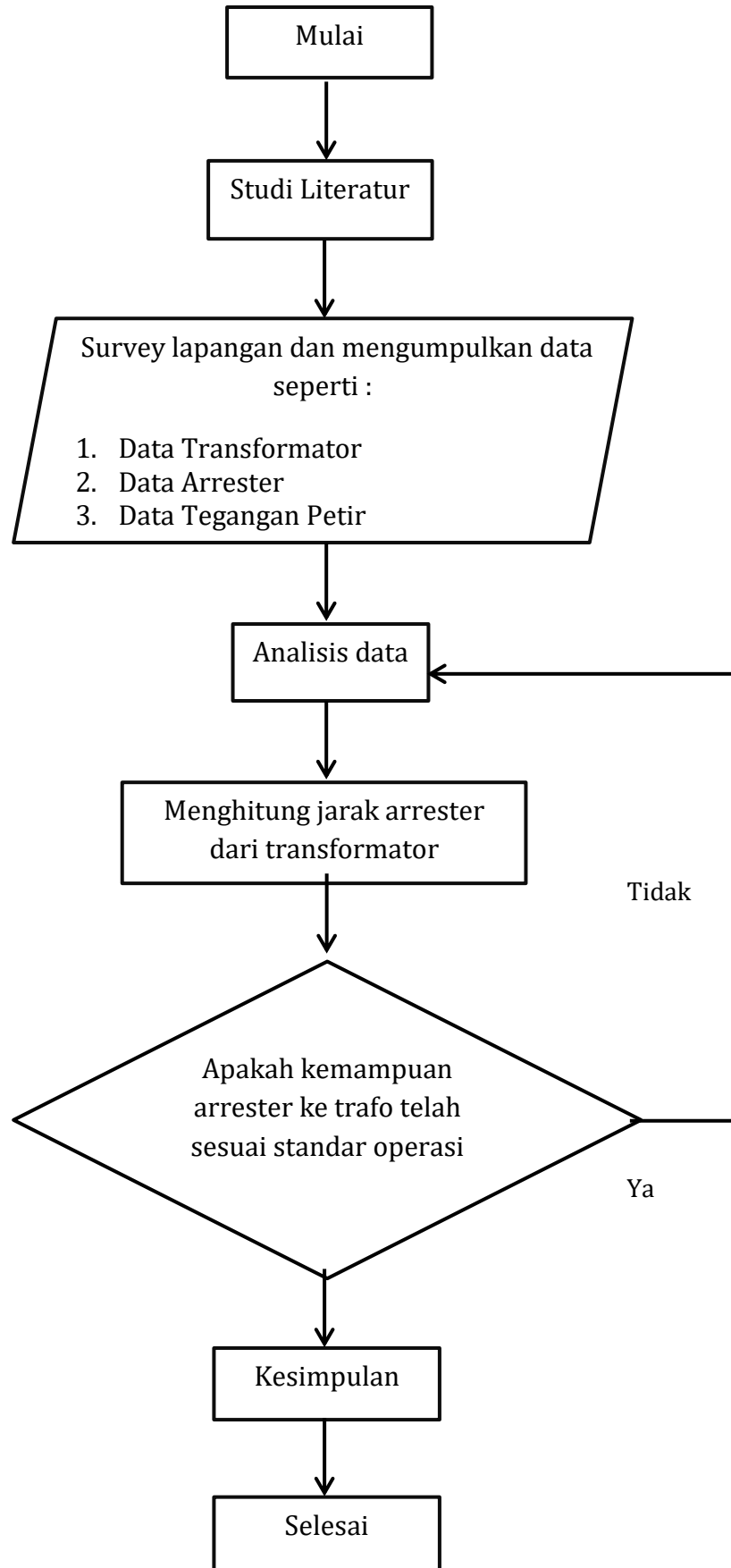
Menurut fungsinya Transformator dibagi atas: Transformator daya, Transformator distribusi, Transformator pengukuran, Transformator elektronik. Transformator daya adalah trafo yang digunakan untuk pemasok daya, Transformator daya mempunyai dua fungsi yaitu menaikkan tegangan listrik (step-up) dan menurunkan tegangan listrik (step down), trafo daya tidak dapat digunakan langsung untuk menyuplai beban, karena sisi tegangan rendahnya masih lebih tinggi dari tegangan beban, sedangkan sisi tegangan tingginya merupakan tegangan transmisi, trafo berfungsi sebagai step-up pada system dimana tegangan keluaran lebih tinggi dari pada tegangan masukan (misalnya pada pengiriman penyaluran daya) dan sebaliknya trafo berfungsi sebagai step-down jika tegangan keluaran lebih rendah dari pada tegangan masukan misalnya menerima/mengeluarkan daya (Nas, 2017)

## B. Metodologi

Pada penelitian, teknik analisa data yang dilakukan pada analisa naratif serta simulasi. Data-data yang diperoleh asal suatu instansi pada bentuk data lengkap. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan beberapa referensi pada bentuk jurnal yang memiliki kaitan dengan judul tugas akhir, selanjutnya melakukan pengambilan data di PT. PLN (Persero) ULP Mattoangin.

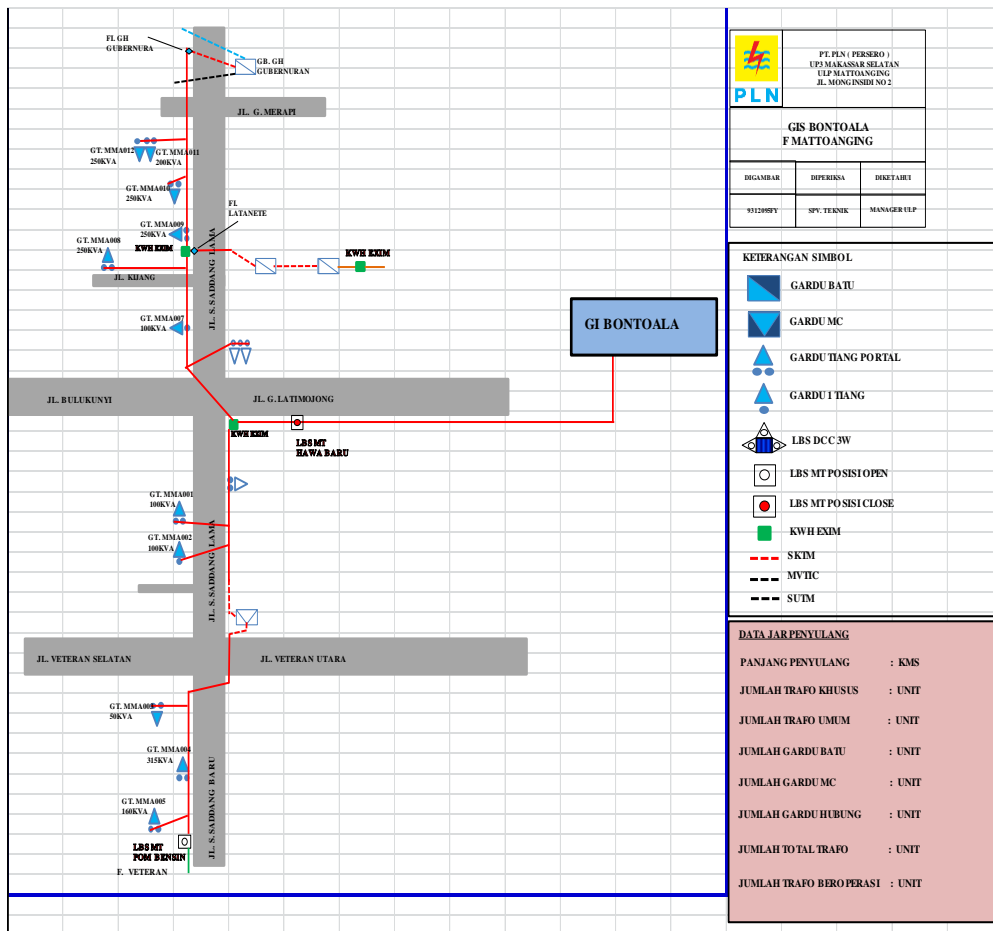
1. Menentukan jarak Lightning arrester ke transformator
2. Menentukan karakteristik lokasi lightning arrester dengan tingkat isolasi peralatan yang dilindungi menggunakan teori pantulan berulang
3. Menentukan waktu percik arrester dan tegangan tertinggi yang tiba pada transformator
4. Mengetahui mampukah lightning arrester mengisolir gangguan surja, sehingga transformator tetap aman

Rumus yang di gunakan untuk menentukan jarak maksimum antara arester dengan trafo adalah  $E_p = E_a + 2 A S \sqrt{v}$  sesuai dengan rumus di atas maka, jarak penempatan arester (S) di pengaruhi oleh tegangan jepit trafo ( $E_p$ ), tegangan percik arrester ( $E_a$ ), kecuraman gelombang datang (A), dan kecepatan rambat gelombang (v).



**Gambar 2.** Flowchart Penelitian

C. Hasil dan Pembahasan



Gambar 3. Single Diagram Wilayah Mattoangin

1. Data penelitian pada Transformator yang terhubung ke Arrester

Tabel 1. Hasil data penelitian transformator yang terhubung ke arrester

Tegangan Sistem (KV)	Bil Transformator (KV)	Bil Lightning Arrester (KV)	Tegangan Percik (KV)	Jarak Arrester ke Transformator	Kecepatan rambat surja (M/μdet)
20 KV	125	175	100	3	300

2. Menentukan waktu pada saat Arrester mengalami percikan

Tabel 2. Kecuraman gelombang berdasarkan waktunya

NO	Waktu/ t(μdet)	Kecuraman Gelombang e (dv/dt)
1	0	0
2	25	111,1
3	50	111,1
4	75	259,2
5	100	259,2
6	125	308,5
7	150	308,5
8	175	584,1
9	200	584,1

### 3. Analisis kenaikan tegangan pada trafo

**Tabel 3.** Hasil analisis kenaikan tegangan pada trafo

No	Waktu t/ $\mu$ det	Kecuraman Gelombang e (dv/dt)
1	0	0
2	0	0
3	50	0,22
4	100	0,22
5	150	59,42
6	200	59,42
7	250	138,32
8	300	138,32

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa besar tegangan pada trafo juga mengalami terus berbanding lurus dengan kenaikan atau bertambahnya waktu. Tegangan pelepasan ditentukan dari perhitungan  $4,55 \times 24 \text{ KV} = 109,2$  ditambahkan dengan toleransi 20% menjadi 131,4 KV lebih tinggi dari BIL yang dilindungi.

Tegangan pada trafo akan mengalami penurunan setelah arrester memercik pada 572  $\mu$ det. Dan karena BIL Transformator 125 KV, sedangkan tegangan yang timbul puncaknya sampai 138,32 KV pada 300  $\mu$ det, maka arrester masih mampu melindungi Trafo tersebut.

## D. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan “kemampuan arrester untuk pengaman pada trafo pada gardu distribusi 20 KV MATTOANGIN” dapat di simpulkan sebagai berikut:

- Dari hasil matematis, jarak pemasangan dari arrester tipe SL 2T48 masih mampu melindungi trafo dari gangguan surja petir dan surja hubung, dengan jarak maksimum 3,75 m, sedangkan jarak yang ada dilapangan adalah 3m.
- Dari hasil perhitungan matematis, tegangan yang timbul puncaknya sampai 138,32 KV 300  $\mu$ det , dan karena BIL trafo 125 KV maka arrester masih mampu melindungi trafo tersebut dari tegangan berlebihan dari sambaran petir.

## Saran

- Pemasangan arrester berdasarkan jaraknya dengan trafo masih dalam batas aman yaitu antara jarak 3 m sampai 3,75 m.
- Untuk menjaga sistem agar selalu pada kondisi aman dan baik maka perlu dilakukan perawatan pada sistem agar dapat bekerja dengan optimal.

## E. Referensi

- Dani, A. G. M. (2021). Identifikasi Bahaya Menggunakan Metode Hazard And Operability Study (Hazop) Pada Pekerjaan Pemasangan Arrester Teknisi Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (Pdkb) Pt. Pln (Persero) Up3 Demak. 30601700092.
- IRWAN NAS. (2017). ANALISIS PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI PT PLN (PERSERO) RAYON JENEPONTO.
- Manihuruk, J., Simorangkir, T., & Sitanggang, N. L. (2021). Studi Kemampuan Arrester Untuk Pengaman Transformator Pada Gardu Induk Tanjung Morawa 150 KV. Jurnal ELPOTECS, 4(1), 16–25.
- NAS, I. (2017). Analisis Penambahan Trafo Distribusi Di PT PLN ( PERSERO) RAYON JENEPONTO.
- Pikaloka, T. V. (2018). Desain Rangkaian Pelipat Tegangan 6 Kv Marx Generator Empat Tingkat sebagai Catu Tegangan Generator Surja.
- SYAMSUL, M. A. (2021). ANALISIS PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI GEDUNG IQRA UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR. 6.