

Analisis Kondisi Arrester di Gardu Induk Ujung Berung PT PLN (Persero) Transmisi Jawa Bagian Tengah

ADE KURNIAWAN¹, TEGUH ARFIANTO²
Teknik Elektro¹ Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: kuliahkurniawan@itenas.ac.id

Received DD MM YYYY | Revised DD MM YYYY | Accepted DD MM YYYY

ABSTRAK

Surge Arrester merupakan peralatan yang didesain untuk melindungi peralatan lain dari tegangan surja (baik surja hubung maupun surja petir) dan pengaruh flow current. Sebuah arrester harus mampu bertindak sebagai insulator, mengalirkan beberapa miliampere arus bocor ke tanah pada tegangan sistem dan berubah menjadi konduktor yang sangat baik, mengalirkan ribuan ampere arus surja ke tanah. Adapun tujuan penelitian untuk mengetahui kondisi arrester. Untuk mengetahui kondisi tersebut maka dilakukan pengukuran nilai tahanan insulasi, tahanan pentanahan serta perhitungan suhu klem. Berdasarkan pengujian thermovisi, selisih suhu klem terhadap konduktor adalah 5,14 s.d 8,3 °C. Nilai tahanan insulasi dari arrester pada tegangan operasional adalah 46,3 s.d 339 KΩ berdasarkan hasil yang didapat dari pengujian maka kondisi tersebut masih dalam keadaan baik, sesuai dengan standar PLN karena selisih suhu klem terhadap konduktor < 10 °C.

Kata kunci: arrester, transformator, thermovisi, surja, konduktor

ABSTRACT

Surge Arrester is equipment that is designed to protect other equipment from surge voltage (both connecting and lightning surges) and the influence of flow current. An arrester must be able to act as an insulator, drain several milliamperes of current leaking to the ground at system voltage and turn into an excellent conductor, flowing thousands of amperes of surge current to the ground. The research objective is to determine the condition of arresters. To find out these conditions, measurements of insulation resistance, earth resistance and temperature clamp calculations were taken. Based on thermovision testing, the temperature difference between clamps and conductors is 5.14 to 8.3 °C. The insulation resistance value of the arrester at the operational voltage is 46.3 to 339 KΩ based on the results obtained from the test, the condition is still in good condition, in accordance with PLN standards because of the difference in clamp temperature to the conductor <10 °C.

Keywords: arrester, transformers, thermovisi, lightning, conductor

1. PENDAHULUAN

Suatu tenaga listrik pada dasarnya terdiri dari susunan pembangkit, transmisi dan jaringan distribusi yang terhubung satu sama lain untuk membangkitkan, mentransmisikan dan mendistribusikan tenaga listrik tersebut hingga dapat dimanfaatkan oleh para pelanggan. Karena manfaat dan fungsi suatu sistem tenaga listrik yang sangat vital dalam kehidupan sehari-hari maka pengembangan sistem harus dilakukan melalui perancangan yang matang dan pertimbangan semua aspek terkait secara menyeluruh dalam arti luas sehingga sistem yang akan dibangun dapat dikelola secara optimum, handal, aman dan ekonomis. Gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik bisa terjadi pada level dan tingkat destruksi, Petir dapat mengganggu sistem tenaga listrik, agar dapat daya listrik tersalurkan tidak terputus sepenuhnya diperlukan surge arrester pada Trafo.

Arrester merupakan peralatan yang didesain untuk melindungi peralatan lain dari tegangan surja (baik surja hubung maupun surja petir) dan pengaruh *flow current*. Sebuah arrester harus mampu bertindak sebagai insulator, mengalirkan beberapa miliampere arus bocor ke tanah pada tegangan sistem dan berubah menjadi konduktor yang sangat baik, mengalirkan ribuan ampere arus surja ke tanah. **(Hutauruk, 1991)**. Togar Timoteus Gultom, telah membahas tentang kemampuan arrester dalam melindungi peralatan trafo pada gardu induk dalam jurnalnya "Optimasi Jarak Maksimum Penempatan *Lightning Arrester* Sebagai Proteksi Transformator Pada Gardu Induk" dengan menggunakan pendekatan Huatauruk **(Togar, 2017)**. Ernesto Perez, dkk, juga membahas tentang optimasi kemampuan arrester dan pengaruhnya sesuai dengan jarak penempatannya dalam jurnalnya "Optimizing the Surge Arresters Location for Improving Lightning Induced Voltage Performance of Distribution Network" **(Ernesto, 2007)**

Berdasarkan pembahasan yang telah dijelaskan oleh ketiga sumber jurnal maka peneliti mengadakan penelitian kualitas arrester di Gardu Induk Ujung Berung untuk menganalisis kondisi arrester di Gardu Induk Ujung Berung PT PLN (Persero) transmisi Jawa bagian tengah.

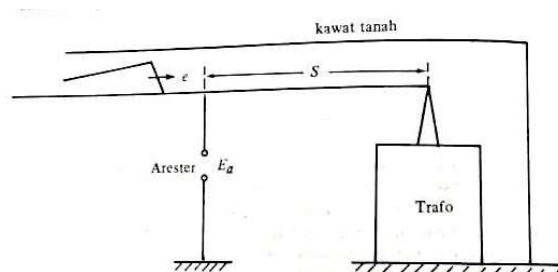
2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Lightnig Arester (LA) / Arester

Arrester memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Pada tegangan operasi (rms):
 - a. Arester bersifat sebagai insulator.
 - b. Arus bocor ke tanah tetap ada, namun dalam orde mili-Ampere. Arus bocor ini mayoritas adalah arus kapasitif.
2. Pada saat terjadi surja petir/ surja hubung:
 - a. Arester bersifat konduktif, dengan nilai resistansi sangat rendah.
 - b. Arester mengalirkan arus surja ke tanah dalam orde kilo-Ampere.
 - c. Arester segera bersifat insulator setelah surja berhasil dilewatkan, sehingga menghilangkan pengaruh follow current. **(PLN, 2014)**

B. Jarak Maksimum Arrester dan Trafo yang Dihubungkan Dengan Saluran Udara



Letak Arrester terhadap Trafo ditunjukkan oleh gambar 1.

Gambar 1. Letak Arrester Terhadap Trafo

$$E_a = A t + A(t - 2 S / v) \quad (1)$$

Keterangan :

E_a = Tegangan percik arrester (*arrester sparkover voltage*)

E_p = Tegangan pada jepitan trafo

A = de/dt = kecuraman gel datang dan dianggap konstan

S = Jarak antara arrester dengan trafo

v = kecepatan merambat gelombang

C. Perhitungan Suhu Klem dan Suhu Konduktor

$$\Delta T = \left(\frac{I_{Maks}}{I_{Thermovisi}} \right)^2 (T_{klem} - T_{Konduktor}) \quad (2)$$

Keterangan :

I_{Maks} = Arus maksimal

$I_{Thermovisi}$ = Arus saat thermovisi

ΔT = Selisih suhu klem terhadap konduktor

T_{klem} = Suhu klem

$T_{Konduktor}$ = Suhu konduktor

3. METODOLOGI

3.1 Flow Chart Metode Penelitian

Dalam menyusun laporan penelitian mengenai "Analisis Kondisi Arrester di GI Ujung Berung PT PLN (Persero) Transmisi Jawa Bagian Tengah" maka penulis melakukan penelitian secara sistematis. Penulis melakukan observasi lapangan, pengumpulan data, analisis serta kesimpulan dan dapat dijelaskan melalui flowchart



Gambar 2. Flow Chart Metodologi Penelitian

4. PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

4.1 Pengukuran Thermovisi

Data hasil pengukuran thermovisi diambil sampel arrester pada bay 2 di gardu induk 150 kV Ujung Berung dengan menggunakan perangkat kamera thermovisi merek SATIR model D300

Tabel 1. Pengukuran Thermovisi

No	Objek/ Instalasi		Body LA	Suhu saat shooting (°C)	
				klem	konduktor
1	Terminal LA Fasa	R	23,8	22,8	19,5
2		S	23,8	22,3	19,7
3		T	23,3	24,8	19,5

4.1.1 Perhitungan Selisih Suhu Klem Terhadap Suhu Konduktor

Perhitungan selisih suhu klem terhadap konduktor menggunakan persamaan

$$\Delta T = \left(\frac{I_{Maks}}{I_{Thermovisi}} \right)^2 (T_{klem} - T_{Konduktor})$$

Tabel 2. Perhitungan Selisih Suhu Klem Terhadap Konduktor

No	Instalasi		I_{Maks} (A)	$I_{Shoting}$ (A)	T_{klem} (°C)	$T_{Konduktor}$ (°C)	ΔT (°C)
1	Terminal	R	869	696	22,8	19,5	5,14
2	LA	S	869	696	22,3	19,7	4,05
3	Phasa	T	869	696	24,8	19,5	8,26

Dari hasil perhitungan selisih suhu klem terhadap konduktor <10 derajat, berdasarkan dari PLN SK DIR 520 2014. Maka keadaan klem dan kondoktur di arester berada pada kondisi baik.

4.2. Data Pengujian Tahanan Insulasi

Pengukuran nilai tahanan insulasi bertujuan untuk mengetahui kemampuan insulasi dari lightning arrester pada tegangan operasional. Titik pengujiannya ada pada 3 titik yaitu sebagai berikut :

- Tahanan insulasi arrester dari terminal atas hingga *ground*. (atas-bawah)
- Tahan insulasi pada setiap stack lightning arrester. (atas-tanah)
- Tahanan insulasi insulator dudukan / post insulator. (bawah-tanah)

Tabel 3 Pengujian Tahanan Insulasi 2013

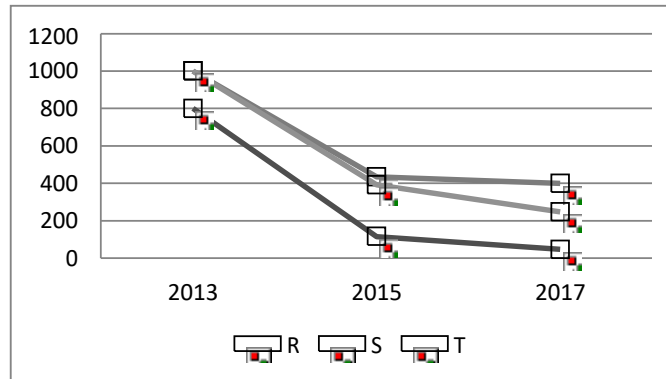
Titik ukur	Standar	Fasa R		Fasa S		Fasa T	
		Th. Lalu (KΩ)	Hasil Ukur (KΩ)	Th. Lalu (KΩ)	Hasil Ukur (KΩ)	Th. Lalu (KΩ)	Hasil Ukur (KΩ)
Atas – bawah	1kV/1 MΩ	>100	>100	>100	>100	>100	>100
Atas – tanah		>100	>100	>100	>100	>100	>100
Bawah – tanah		1000	1000	15	800	1200	1000

Tabel 4 Pengujian Tahanan Insulasi 2015

Titik ukur	Standar	Fasa R		Fasa S		Fasa T	
		Th. Lalu (KΩ)	Hasil Ukur (KΩ)	Th. Lalu (KΩ)	Hasil Ukur (KΩ)	Th. Lalu (KΩ)	Hasil Ukur (KΩ)
Atas – bawah	1kV/1 MΩ	>100	>100	>100	>100	>100	>100
Atas – tanah		>100	>100	>100	>100	>100	>100
Bawah – tanah		1000	435	800	115	1000	391

Tabel 5 Pengujian Tahanan Insulasi 2017

Titik ukur	Standar	Fasa R		Fasa S		Fasa T	
		Th. Lalu (KΩ)	Hasil Ukur (KΩ)	Th. Lalu (KΩ)	Hasil Ukur (KΩ)	Th. Lalu (KΩ)	Hasil Ukur (KΩ)
Atas – bawah	1kV/1 MΩ	>100	>100	>100	>100	>100	>100
Atas – tanah		>100	>100	>100	>100	>100	>100
Bawah – tanah		435	339	115	46,3	391	247



Gambar 3. Pengujian Tahanan Insulasi

Berdasarkan grafik diatas, nilai tahanan insulasi terjadi penurunan setiap tahunnya. Hal ini dapat terjadi karena penurunan fungsi akibat faktor lingkungan sekitar arester yang menyebabkan Bertambahnya polutan disekitar arester.

4.3 Pengujian Tahanan Pentanahan

Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui kondisi sistem pentanahan lightning arrester. Nilai pentanahan yang tinggi menunjukkan adanya anomali pada sistem pentanahan lightning arrester.

Tabel 6. Pengujian Tahanan Pentanahan Tahun 2013

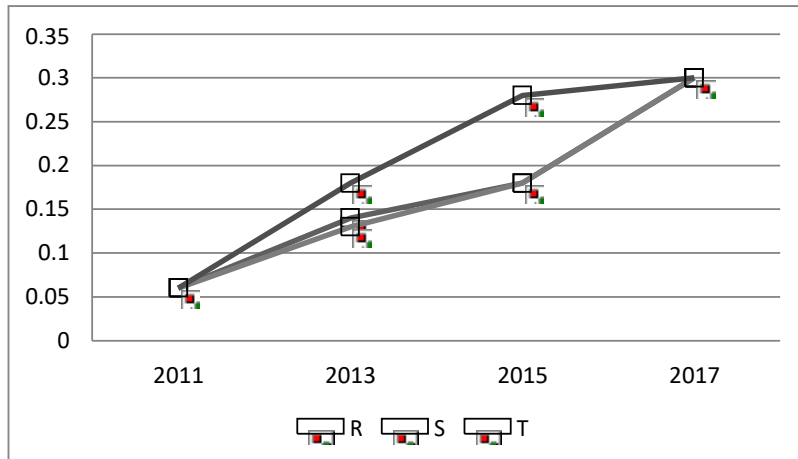
Titik ukur	Fasa R			Fasa S		Fasa T	
	Standar	Th. Lalu (Ω)	Hasil Ukur (Ω)	Th. Lalu (Ω)	Hasil Ukur (Ω)	Th. Lalu (Ω)	Hasil Ukur (Ω)
Tahanan Pentanahan	<1Ω	0,06	0,14	0,06	0,13	0,06	0,18

Tabel 7. Pengujian Tahanan Pentanahan Tahun 2015

Titik ukur	Fasa R			Fasa S		Fasa T	
	standar	Th. Lalu (Ω)	Hasil Ukur (Ω)	Th. Lalu (Ω)	Hasil Ukur (Ω)	Th. Lalu (Ω)	Hasil Ukur (Ω)
Tahanan Pentanahan	<1Ω	0,14	0,18	0,13	0,18	0,18	0,28

Tabel 8. Pengujian Tahanan Pentanahan Tahun 2017

Titik ukur	Fasa R			Fasa S		Fasa T	
	standar	Th. Lalu (Ω)	Hasil Ukur (Ω)	Th. Lalu (Ω)	Hasil Ukur (Ω)	Th. Lalu (Ω)	Hasil Ukur (Ω)
Tahanan Pentanahan	<1Ω	0,18	0,30	0,18	0,30	0,28	0,30



Gambar 3. Pengujian Tahanan Pentanahan

Berdasarkan grafik diatas, nilai tahanan pentanahan mengalami kenaikan setiap tahunnya, kondisi lingkungan dan faktor cuaca yang mempengaruhi kelembapan tanah menyebabkan nilai resistansi tanah meningkat setiap tahun.

4.4 Analisis Optimasi Penempatan Lightning Arrester

Penempatan lightning arrester harus sedekat mungkin dengan peralatan yang harus dilindungi. Tetapi untuk mendapatkan cakupan perlindungan yang optimal, maka lightning arrester ditempatkan pada jarak yang sudah ditentukan agar peralatan dapat terlindungi.

Data Arrester :

$E_p = 650 \text{ kV} = \text{SPLN : 1978 Bagian 4}$

$E_a = 460 \text{ kV} = \text{SPLN : 1978 Bagian 4}$

$A = 1.000 \text{ kV}/\mu\text{s} = (\text{Recommendation for Lightning Arrester, 99})$

$v = 300 \text{ m}/\mu\text{s} = \text{Kecepatan rambat gelombang}$

$$E_p = E_a + 2 \times A(S/v)$$

Maka jarak arrester penghantar dengan arrester trafo (S) adalah:

$$650 = 460 + 2 \times 1.000(S/300)$$

$$S/300 = 190/2000$$

$$S = \left(\frac{190}{2000}\right) \times 300$$

$$S = 28,5 \text{ meter}$$

Jarak dari perhitungan arrester penghantar dengan arrester trafo adalah 28.5 meter, sedangkan jarak pada lapangan sejauh 8 meter, dari hasil perhitungan, kinerja lightning arrester dapat melindungi peralatan yang ada pada gardu induk Ujung Berung.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengujian dan perhitungan kondisi arrester di gardu induk 150 KV dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengujian thermovisi, selisih suhu klem terhadap konduktor adalah 5,14 s.d 8,3 °C. Kondisi tersebut masih dalam keadaan baik, sesuai dengan standar PLN SK DIR 520 (2014) karena selisih suhu klem terhadap konduktor < 10 °C.
2. Nilai tahanan insulasi dari arrester pada tegangan operasional adalah 46,3 s.d 339 K Ω pada setiap pasanya.
3. Terdapat peningkatan pada hasil pengujian tahanan pentanahan tahun 2013, 2015 dan 2017 karena faktor kondisi lingkungan, banyaknya polutan dan seringnya peralatan diberi tegangan. Peningkatan tahanan arrester terjadi secara wajar sehingga tidak ada anomali pada tahanan pentanahan.
4. Berdasarkan perhitungan, jarak lindung maksimum arrester terhadap peralatan adalah 28,5 meter. Sedangkan yang terpasang di lapangan 4 meter, sehingga arester berada dalam kondisi maksimum dalam melindungi peralatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya sampaikan kepada PT.PLN (Persero) Area Bandung yang sudah memberikan kesempatan untuk melaksanakan dan menyelesaikan kegiatan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Gultom, Togar Timoteus, (2017). *Optimasi Jarak Maksimum Penempatan Lightning Arrester Sebagai Proteksi Transformator Pada Gardu Induk*, Medan.
- Hutauruk. (1991). *Gelombang Berjalan dan Proteksi Surja*. Erlangga. Jakarta.
- PT. PLN (Persero) (2014). *Buku Pedoman Pemeliharaan Lightning Arrester*, Jakarta.
- PT. PLN (Persero) (2014). *Himpunan Buku Pedoman Pemeliharaan Primer Gardu Induk*. Jakarta.
- PT. PLN (Persero) (2010). *Buku Pedoman Pemeliharaan dan Asesmen Kondisi Peralatan Sistem Tenaga Lightning Arrester*, Jakarta
- PT. PLN (Persero) (1981). *Buku Petunjuk Operasi & Memelihara Peralatan, PT PLN Pembangkitan dan Penyaluran Jawa Bagian Barat*, Jakarta.
- Ernesto P., Andres D., Diego U., Horacio T., (2007) Optimizing the Surge Arresters Location for Improving Lightning Induced Voltage Performance of Distribution Network. *IEEE Power Engineering Society General Meeting*