

ANALISA ARRESTER TRANSFORMATOR 60 MVA 150 KV / 20 KV DI GARDU INDUK TITI KUNING MEDAN

Oleh Joslen Sinaga ¹⁾

Jhonson Siburian ²⁾

Jumari ³⁾

Irwan Ompusungu ⁴⁾

Universitas Darma Agung, Medan ^{1,2,3,4)}

E-mail: josinaga1977@gmail.com ¹⁾

jhonsonsiburian@gmail.com ²⁾

62jumarieska@gmail.com ³⁾

irwan.ompusunggu@yahoo.com ⁴⁾

ABSTRACT

The transformer is the main equipment in the electric power system that functions to distribute electrical energy from high voltage to low voltage, or vice versa according to the function of the transformer installed. To maintain the continuity of the transformer's reliability from the dangers of surges and lightning, an electrical device is needed, namely an arrester that is useful for protecting the transformer from the danger of lightning strikes. The Medan area has a rainy season which is often accompanied by lightning, and the current flowing from the lightning is quite strong, so that the arrester is the mainstay for the operation of the transformer. To maintain the quality of the transformer, annual maintenance is carried out once a year for all equipment including arresters. The installed arrester is quite good with a nominal current of 20 kA, and leakage current testing is also carried out 4 times, so that the results are more precise, so that the operation of the arrester is still reliable, and the transformer operating life can last a long time.

Keywords: *Transformer, Lightning Surge, Arrester.*

ABSTRAK

Transformator merupakan peralatan utama dalam sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan energi listrik dari tegangan tinggi menjadi tegangan rendah, atau sebaliknya sesuai dengan fungsi transformator tersebut dipasang. Untuk menjaga kontinuitas kehandalan Transformator dari bahaya surja hubung maupun petir, dibutuhkan alat listrik yaitu arrester yang berguna untuk melindungi transformator dari bahaya sambaran petir. Daerah Medan merupakan daerah yang memiliki musim hujan yang sering disertai dengan petir, dan arus yang mengalir dari petir tersebut cukup kuat, sehingga arrester merupakan handalan bagi operasi transformator tersebut. Untuk menjaga kualitas Transformator dilakukan pemeliharaan tahunan satu kali dalam setahun terhadap seluruh peralatan termasuk arrester. Arrester yang terpasang sudah cukup baik dengan arus nominal 20 kA, dan juga dilakukan pengujian arus bocor sebanyak 4 kali, sehingga hasil lebih presisi, sehingga pengoperasian arrester masih handal, dan umur operasi Transformator dapat bertahan lama.

Kata Kunci: *Transformator, Surja Petir, Arrester.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Surja petir atau surja hubung



Gambar 1.1 Mekanisme terjadinya petir

Petir adalah pelepasan muatan yang terjadi antara awan, dalam awan atau antara awan dengan tanah. Dimana dalam awan terdapat muatan positif dan muatan negatif, jika muatan ini bertemu maka akan terjadi tarik menarik yang dapat menimbulkan kilat di awan, begitu juga kalau muatan negatif dan muatan positif dekat akan terjadi tolak menolak, juga akan terjadi ledakan / kilat. Bumi merupakan gudang muatan positif maupun negatif, jika pelepasan muatan dari petir dekat dengan bumi, maka akan terjadi sambaran petir ke bumi.

1.2. Bahaya Petir terhadap Peralatan

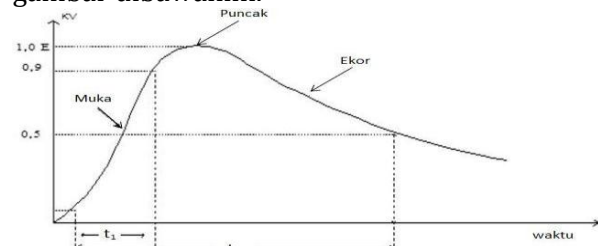
Petir atau surja hubung Transformator adalah peralatan yang terpasang di Gardu Induk diperlukan sistem proteksi yang bagus Relay utama, relai bantu, dan dijuga transformator terlindungi dari petir.

Pentingnya arrester ini untuk menjaga peralatan listrik yang terpasang dengan sifat sebagai isolator, dan menjadi konduktor sesaat setelah dirasakan arus petir, maupun surja hubung di peralatan.

Bila petir mengenai langsung ke penghantar, kemungkinan besar penghantar tersebut akan putus karena gelombang petir yang menimbulkan tegangan impuls melebihi BIL (Basic Insulation Level) dari penghantar. Kalau petir yang mengenai penghantar bukan sambaran langsung tetapi induksi dari petir, gerak dari gelombang petir itu menjalar ke segala arah dengan perkataan lain terjadi gelombang berjalan sepanjang jaringan yang menuju suatu titik lain yang dapat menetralkan arus petir tersebut yaitu menuju ke titik pentanahan.

Karakteristik standar gelombang surja petir, dimana t_1 menggambarkan waktu

muka gelombang dan t_2 menunjukkan waktu ekorgelombang ditunjukkan pada gambar dibawahini.



Gambar 1.2. Bentuk gelombang berjalan dari surja petir

Dalam suatu sistem tenaga listrik, berbagai peralatan seperti transformator, saklar daya, dsb, memiliki tegangan tembus (*breakdown voltage*) yang berlainan dan dengan demikian mempunyai karakteristik tegangan - waktu ($v - t$) yang juga tidak sama. Untuk menjaga dari peralatan listrik yang terpasang, dibutuhkan peralatan yang dapat berfungsi sebagai isolasi, dan dapat berubah menjadi konduktor di saat terjadi surja hubung dengan koordinasi peralatan yang tepat sesuai dengan fungsinya alat pelindungnya. Untuk pengamanan terhadap sambaran petir, dipakailah kawat tanah dengan tahanan tanah yang serendah mungkin. Selain itu, dipakai alat pengamanan yang cocok (arrester) untuk gelombang yang merambat ke dalam gardu induk. Peralatan sistem itupun harus mempunyai ketahanan isolasi yang cukup sesuai dengan sistem pengamannya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Transformator Daya

Transformator daya digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan. Di gardu induk, transformator daya berfungsi menurunkan tegangan, sedangkan di pusat pembangkit, transformator daya berfungsi menaikkan tegangan.

Ada 2 jenis transformator daya yaitu transformator 1Φ dan transformator 3Φ . Jika transformator 3Φ dibandingkan dengan tiga buah transformator 1Φ yang berkapasitas sama, maka ternyata berat transformator 3Φ hanya kira-kira 80% dari berat total transformator 1Φ . Transformator 3Φ juga lebih menguntungkan dalam hal pondasi, pengawatan (wiring), dan ruang

yang dibutuhkan.



Gambar 2.1. Transformator daya yang terpasang pada GI Titi Kuning

2.2. Teknologi Lightning Arrester

Teknologi LA sudah dikembangkan sejak 100 tahun silam, bersamaan dengan dimulainya penggunaan listrik secara masal. Secara ringkas sejarah perkembangan LA adalah sebagai berikut:

1892 – 1908 : Penggunaan Air Gaps

1908 – 1930 : Multiple gaps dengan

resistor 1920 – 1930: Lead Oxide dengan resistor

1930 – 1960 : Passive Gapped Silicon Carbide (SiC)

1960 – 1982 : Active Gapped Silicon Carbide (SiC)

1976 – sekarang : Zinc Oxide (ZnO) tanpa gap

1985 – sekarang : Zinc Oxide (ZnO) tanpa gap dengan housing polymer

Keping ZnO memiliki karakteristik kerja yang jauh lebih baik dibandingkan generasi pendahulunya yang menggunakan SiC-terseri dengan gap. Mayoritas LA di sistem transmisi PLN telah menggunakan teknologi keping ZnO tanpa gap, atau dikenal juga sebagai MOSA- Metal Oxide Surge Arresters. Di beberapa tempat di Indonesia, MOSA dengan housing polymer sudah mulai digunakan.



Gambar 2.2. Keping Zinc Oxide

Setiap keping ZnO memiliki nilai residual voltage saat dilewati arus surja bergantung pada diameter keping tersebut. Sebagai contoh pada keping dengan diameter 32 mm, nilai residual voltasenya sebesar 450 V/mm, sementara untuk diameter 70 mm nilai residual voltage menurun menjadi 280 V/mm. Hal ini berarti, pada satu keping ZnO dengan diameter 70 mm dan tinggi 45 mm terdapat kemampuan residual voltage sebesar 12.5 kV. Bila nilai residual voltage yang diinginkan sebesar 823 kV, maka diperlukan 66 keping ZnO tersusun ke atas. Hal ini akan menyebabkan tinggi LA mencapai 3 meter, dimana kestabilan mekanis LA tidak baik, oleh karenanya LA juga didesain untuk dipasang bertingkat (stacked).

2.3. Klasifikasi Arrester pada jaringan transmisi

Pada jaringan transmisi, Lightning Arrester dikelompokkan berdasarkan pemasangannya, yaitu :

1. Lightning Arrester di Gardu Induk (non GIS)
2. Lightning Arrester di Saluran Transmisi

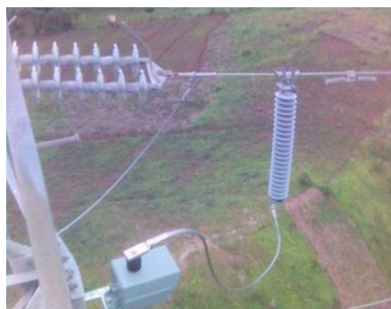




Gambar 2.3 Arrester dengan housing porselen (kiri) dan housing polymer (kanan)



Gambar 2.5. Housing / sangkar Arrester



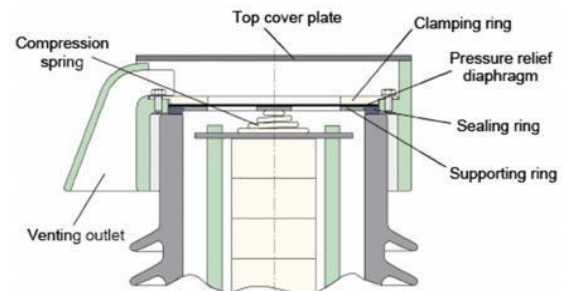
Gambar 2.4 Arrester di jaringan transmisi dengan gap (kiri) dan tanpa adanya gap (kanan)

2.4. Housing / Sangkar Arrester

Tumpukan keping ZnO ditaruh dalam sangkar rod, umumnya terbuat dari FRP (Fiber Glass Reinforced Plastic). Spring Kompresing dipasang pada kedua ujung kolom active part untuk memastikan susunan keping memiliki ketahanan mekanis. Kompartemen sangkar terbuat dari porselen ataupun polymer. Alumunium flange direkatkan pada kedua ujung sangkar dengan menggunakan semen.

2.5. Sealing dan Pressure Relief Sistem

Sealing ring dan *pressure relief diaphragm* dipasang di kedua ujung arrester. *Sealing ring* terbuat dari material sintetis sementara *pressure relief diaphragm* terbuat dari steel/ nikel dengan kualitas tinggi. *Pressure relief* bekerja sebagai katup pelepasan tekanan internal pada saat arrester mengalirkan arus lebih surja.



Gambar 2.6 Sealing dan Pressure Relief Sistem pada arrester

2.6 Grading Ring

Pemasangan Grading ring diperlukan pada arrester dengan ketinggian > 1.5 meter atau pada arrester yang dipasang bertingkat. Grading ring berfungsi sebagai kontrol distribusi medan listrik sepanjang permukaan arrester. Medan listrik pada bagian yang dekat dengan tegangan akan lebih tinggi, sehingga stress pada active part di posisi tersebut jauh lebih tinggi dibandingkan pada posisi di bawahnya. Stress ini dapat menyebabkan degradasi pada komponen active part.



Gambar 2.7 Grading ring pada arrester

Pemilihan ukuran grading ring perlu mempertimbangkan jarak antar fasa. Jarak aman antar konduktor harus sama dengan jarak antar grading ring antar fasa dari arrester.

2.6. Peralatan Monitoring dan Insulator Dudukan

Pada arrester terpasang peralatan monitoring yaitu counter untuk menghitung jumlah kerja Arrester dan meter arus bocor total pada arrester. Sebelum diketanahkan, kawat pentanahan dilewatkan dahulu pada peralatan monitoring, sehingga insulator dudukan arrester perlu dipasang baik pada kedua jung peralatan monitor, maupun pada dudukan LA, agar arus yang melalui LA hanya melewati kawat pentanahan.



Gambar 2.8 Counter Arrester



Gambar 2.9 Insulator dudukan arrester

3. METODE PELAKSANAAN

3.1 Pengukuran Arus Bocor

Untuk meningkatkan performa peralatan arrester yang terpasang, dibutuhkan pengujian Leakage Current Measurement (LCM) atau yang disebut

pengujian arus bocor pada arrester.

Pengukuran LCM atau arus bocor menggunakan alat yang dinamakan doble 500, dengan kemampuan mengukur total arrester leakage current 200-16000 μA , arus resistif 0 – 9000 μA , dengan akurasi $\pm 5\%$ atau 5 μA .



Gambar 3.1. Doble 500 dengan bentuk fisik (kiri) dan Tampilan atas (kanan)



Gambar 3.2. Pengujian arus bocor pada arrester menggunakan Doble 500

Cara pelaksanaan pengukuran:

- Pengukuran dilaksanakan minimal 4 kali dengan posisi probe yang berbeda (posisidepan – belakang – samping kiri dan samping kanan).
- Hasil ukur arus bocor resistive adalah nilai rata-rata dari keempat pengukuran.

Pengujian ini mengacu kepada *KEPDIR 0520 Buku Pedoman Pemeliharaan Primer Gardu Induk* tentang pengujian Lightning Arrester dengan acuan sebagai berikut :

Tabel 3.2. Batasan Nilai arus bocor resistif maksimum dengan pendekatan statistik sesuai KEPDIR 0520

KV	I res, max
	(μ A)
70	100
150	150
500	250

Pengujian arus bocor pada arrester dilakukan sebanyak 4 kali, dengan harapan dapat nilai arus bocor yang lebih presisi lagi. Besar nilai arus bocor dari hasil uji dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\sum_{n=1}^n I_{rata-rata\ korektif} = \frac{I_{korektif\ n}}{1^n}$$

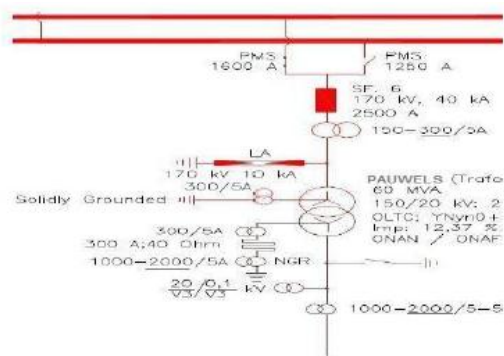
Dimana :

I rata-rata resistif = arus rata - rata resistif(μ A)

I resistif = Arus bocor hasil pengujian (μ A)

3.2 Single Line Diagram TD-4 GI Titi Kuning

Single Line Diagram GI Titi Kuning menunjukkan letak antara arrester dengan objek yang dilindungi (transformator daya) dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.3. Letak arrester terhadap objek yang dilindungi di GI Titi Kuning



Gambar 3.4. Name plate dan posisi Lightning Arrester yang terpasang

a. Spesifikasi Lightning Arrester yang terpasang adalah :

- Merek : TRIDELTA
- Tipe : SBKC138/20.4
- Ur : 138 kV
- Uc : 110 kV
- Frekuensi : 48-62 Hz
- In : 20 kA
- LDC : 4
- Is : 63 kA
- Standart : IEC 60099-4



Gambar 3.5 Transformator Daya dan nameplate Transformator

- b. Spesifikasi Transformator Daya adalah :
- Kapasitas : 60 MVA
 - No Seri : 3011150096
 - Tahun Pembuatan : 2016
 - Tahun Operasi : 2017
 - Rasio : 150/20
 - Arus Nominal : 230,9/1732,1
 - A Impedansi : 12,142 %

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Jumlah Sambaran Petir di Kota Medan

Kota Medan merupakan daerah yang mengalami sambaran petir dengan kerapatan sambaran petir yang cukup tinggi, sehingga sangat perlu untuk mengamankan peralatan dari gangguan surja petir maupun surja hubung. Dengan data Iso Keraunic Level (IKL) di kota Medan khususnya Gardu Induk Titi Kuning dapat dihitung :

$$N = 0,15 \text{ IKL}$$

Dimana :

N = Jumlah sambaran petir per km² pertahun
IKL = 61,34

Sehingga :

$$N = 0,15 \times 61,34 = 9,201 \text{ /km/tahun}$$

4.1.1. Tegangan pengenalan

Suatu sistem yang bekerja dengan tegangan maksimum 1,1 kali atau 110% dari tegangan nominalnya. Hal yang diperhatikan dari Arrester adalah koefisien pembumian, nilainya bergantung dari sistem pembumiannya. Sistem yang tidak dibumikan nilai koefisien pembumiannya adalah 1,0. Sistem yang dibumikan efektif nilainya $\leq 0,8$. Untuk yang dibumikan tidak efektif nilai koefisien pembumiannya adalah 0,8 – 1,0. Sistem pentahanan pada Gardu Induk Titi Kuning adalah efektif, sehingga tegangan nominal Arrester didapat:

$$E_r = \alpha \cdot \beta \cdot U_m$$

Dimana :

$\alpha = 0,8$ (Koefisien Pembumian)

$\beta = 1,1$ (Faktor Fluktuatif)

$U_m = 150 \text{ kV}$ (Tegangan sistem)

Sehingga :

$$E_r = \alpha \cdot \beta \cdot U_m$$

$$= 0,8 \times 1,1 \times 150 \text{ kV}$$

$$= 132 \text{ Kv}$$

Dari hasil diatas maka nilai tegangan pengenalnya harus mendekati nilai 132 kV, dan pada Transformator Daya 4 GI Titi Kuning terpasang 138 kV. Tegangan pengenal pada Arrester lebih baik dimana pada saat surja petir dengan arus besar dan menyentuh di tegangan 138 kV sudah mulai kerja, sehingga arus petir lebih cepat untuk dilewatkan melalui Arrester.

4.1.2. Arus Pelepasan

Pada konduktor AC3 dengan luas 630 mm² dengan menggunakan tegangan standar gelombang petir yang diasumsikan 1000 kV dan tegangan kerja Arrester adalah 132 kV. Nilai tahanan dari Arrester adalah 6,6 ohm. Jarak antara konduktor terhadap permukaan bumi adalah 3 meter, maka impedansi surja petir bisa diperoleh dengan menggunakan persamaan :

$$Z = 60 \ln 2h / r (\Omega)$$

Dimana :

$h = 3 \text{ (m)}$ (Tinggi dari konduktor ke tanah)

$$r = \sqrt{\frac{630}{\pi}} \quad \text{(Jari-jari konduktor)}$$

$$r = 14,16 \text{ mm} = 0,01416 \text{ m}$$

$r = 14,16 \text{ mm} = 0,01416 \text{ m}$

sehingga:

$$= 60 \ln 2h / r (\Omega)$$

$$= 60 \ln (2 \times 3 \text{ m} / 0,01416 \text{ m})$$

$$= 362,946 \Omega$$

Sehingga arus pelepasan Arrester dapat dihitung berdasarkan persamaan :

$$I_\alpha = \frac{2U_d - U_A}{Z}$$

Dimana :

$$U_\alpha = 1000 \text{ kV}$$

$$U_A = 132 \text{ kV}$$

$$I_\alpha = \frac{2 \times 1000000 - 132000}{362,946}$$

$$= 5146,77 \text{ Ampere}$$

Arrester yang terpasang di harus dapat melewati arus 5146,77 A, dan Arrester yang terpasang kelas arus 20 kA sampai dengan batas arus 63 kA. Kapasitas arus pelepasan dari Arrester semakin besar maka semakin baik perlindungan dari Arrester tersebut. Nilai ini telah sesuai

dengan kebutuhan pada gardu induk tersebut.

4.1.3. Tegangan Sisa

Tegangan sisa atau residual voltage dihasilkan dari perhitungan dapat diperoleh

$$: V = I \times R$$

dimana:

$$I = 5146,77 \text{ A}$$

$$R = 6,6 \text{ ohm}$$

Sehingga:

$$V = 5146,77 \text{ A} \times 6,6 \text{ Ohm} \\ = 33,97 \text{ kV}$$

Berdasarkan perhitungan di atas tegangan sisa didapat 33,97 kV. Untuk tegangan sisa masih dibawah Tingkat Isolasi Dasar dari Arrester yaitu 460 kV, sehingga sudah memenuhi kebutuhan proteksi.

4.1.4. Jarak Pemasangan Arrester

Transformator beroperasi di tegangan transmisi 150 kV dengan BIL 650 kV, dan Arrester dengan tegangan percik 460 kV dengan kecepatan 300m/ μ s, pemasangan jarak maksimum Arrester yang aman pada GI Titi Kuning Transformator Daya empat dapat dihitung, yaitu :

$$S = \frac{v (E_p - E_a)}{2A}$$

dimana :

S = jarak (m)

$E_p = 650 \text{ kV}$ (BIL Trafo) $E_a = 460 \text{ kV}$

$A = 1000 \text{ kV}/\mu\text{s}$ $v = 300 \text{ m}/\mu\text{s}$

sehingga :

$$S = \frac{300 \frac{m}{\mu s} (650 \text{ kV} - 460 \text{ kV})}{2 \times 1000 \text{ kV}/\mu\text{s}}$$

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

Dari hasil perhitungan jarak maksimum pemasangan Arrester 28,5 meter. Semakin dekat jarak pemasangan Arrester dengan transformator maka semakin baik. Jarak pemasangan Arrester dengan transformator empat di GI Titi Kuning adalah 3 meter, sehingga tegangan yang

tiba pada transformator daya dapat dihitung :

$$E_p = E_a + 2 \frac{AS}{v}$$

dimana :

$$E_a = 460 \text{ kV}$$

$$A = 1000 \text{ kV}/\mu\text{s}$$

$$S = 3 \text{ m}$$

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

sehingga :

$$E_p = 460 \text{ kV} + 2 \frac{1000 \frac{kV}{\mu s} \times 3 \text{ m}}{300 \text{ m}/\mu\text{s}} \quad E_p = 480 \text{ kV}$$

Dari Nilai diatas didapat nilai tegangan pada terminal adalah 480 kV. Basic Insulation Level (BIL) transformator daya unit empat di GI Titi Kuning adalah 650 kV. Hasil nilai perhitungan masih dibawah nilai BIL Transformator daya empat GI Titi Kuning, sehingga masih aman dalam batas operasi.

4.2 Hasil Uji Arus Bocor

Untuk menjaga kehandalan pengoperasian Arrester dibutuhkan pengujian arus bocor pada arrester yang terpasang, sehingga terjamin kualitas operasional arrester.

$$\sum_{n=1}^4 I_{rata-rata \text{ korektif}} = \frac{I_{korektif n}}{1^n}$$

Dimana pengujian dilakukan menggunakan Doble 500, dengan memperoleh hasil sebagai berikut :

➤ **Phasa R** : ke-1 : 127

μA , ke-2 : 127

μA ke-3 : 134

μA ke-4 : 111

μA

$$\sum_{n=1}^4 I_{rata-rata \text{ korektif phasa R}} \\ = \frac{127 + 127 + 134 + 111}{4} \\ = 124,75 \mu\text{A}$$

Dengan menggunakan KEPDIR 0520 dimana nilai arus bocor maksimum pada 150 kV yaitu 150 μA , sehingga persentase

yang diperoleh :

$$\text{Persentase} = \frac{124,75}{150} \times 100\% = 83,17 \%$$

Kesimpulan hasil operasinal arrester fasa R masih beroperasi baik.

- **Fasa S :** ke-1 : 101 μA , ke-2 : 101 μA
ke-3 : 106 μA , ke-4 : 102 μA

$$\sum_{n=1}^4 I_{\text{rata-rata korektif fasa S}} = \frac{101 + 101 + 106 + 102}{4} = 102,5 \mu\text{A}$$

Dengan menggunakan KEPDIR 0520 dimana nilai arus bocor maksimum pada 150 kV yaitu 150 μA , sehingga persentase yang diperoleh :

$$\text{Persentase} = \frac{102,5}{150} \times 100\% = 68,33 \%$$

Kesimpulan hasil uji arus bocor, arrester fasa S masih beroperasi baik.

- **Fasa T :** ke-1 : 114 μA , ke-2 : 120 μA
ke-3 : 134 μA , ke-4 : 133 μA

$$\sum_{n=1}^4 I_{\text{rata-rata korektif fasa R}} = \frac{114 + 120 + 134 + 133}{4} = 125,25 \mu\text{A}$$

Dengan menggunakan KEPDIR 0520 dimana nilai arus bocor maksimum pada sistem 150 kV yaitu 150 μA , sehingga persentase yang diperoleh :

$$\text{Persentase} = \frac{125,25}{150} \times 100\% = 83,5 \%$$

Kesimpulan hasil uji arus bocor, arrester fasa R masih beroperasi baik.

Kesimpulan hasil pengujian arrester yang terpasang dapat dilihat dalam tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Kesimpulan Hasil Uji Arus Bocor pada Arrester TD-4 di GI Titi Kuning

No	Pengujian arus bocor Arrester	Hasil Uji Arus Bocor I(Res) Corrective (μA)				Rata-rata Icorr (μA)	% dari Icorr max (150 μA)	Pada J Tomoho KesimElpeuk Itarno Wibowo Ihw Prasetyo
		Ke- 1	Ke- 2	Ke- 3	Ke-4			
1	Fasa R	127	127	134	111	124,75	83,17	BaPiekrindu Pandean
2	Fasa S	101	101	106	102	102,5	68,33	Bateikrhada
3	Fasa T	114	120	134	133	125,25	83,5	BaMedia Dieksemb

5. SIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan dari : “Analisa jarak lindung Arrester pada Transformator 60 MVA, 150/20 kV di Garu Induk Titi Kuning”, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Menurut perhitungan analisa kerja Arrester masih berada dalam batas aman sesuai dengan analisis matematis diperoleh :
Tegangan pengenalan = 132 kV
Arus Pelepasan = 5,15 kA
Tegangan sisa = 33,97 kV
2. Jarak pemasangan Arrester secara matematis 28,5 m, terpasang 3 meter dari Transformator di Gardu Induk Titi Kuning, sehingga lebih baik lagi melindungi transformator dari gangguan surja hubung.
3. Pengujian arus bocor pada Arrester dibutuhkan pada sistem 150 kV, dimana hasil pengujian Arrester fasa R,S,T masih berfungsi dengan baik (dibawah 100 %) dari batas arus bocor maksimum 150 μA , sehingga dapat menjaga kehandalan operasional sistem.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Pamudji Nur, *Himpunan Buku Pedoman Pemeliharaan Primer GI*, KEPDIR 0520 2.K.DIR., Jakarta, 2014
- Tobing, L., Bonggas. *Peralatan Tegangan Tinggi*, Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta, 2012
- Theraja. B. L & Theraja A. K, *A Text Book of Electrical Technology*, Hand Book,

- Nirja Construction & Development, 1994.
- Hajar Ibnu, Rahman Eko, *Kajian Pemasangan Lightning Arrester pada sisi HV Transformator Daya Unit Satu Gardu Induk Teluk Betung*, Jurnal STT-PLN, 2017
- Parasisu M.S, Lisi F, Patras L.S, Silimang S, *Analisa Rating Lightning Arresteraringan Transmisi 70 kVn-Teling*, E-Jurnal Teknik dan Komputer, 2013
- an Ernanto, Assafar Luqman, M.Toni, *Evaluasi ngan Gardu Induk 150 kV Lamper di Trafo III 60 mVA p gangguan surja petir*, *Elektrika*, Vol. 5 No. 2, er 2012
- Siburian Jhonson, Purba Jaya Lukita, *Sistem Penangkal Petir Pada Gedung Kemang Gallery Medan*, Jurnal Teknologi Energi UDA, Vol. 9 no.1, 2020
- T. Gonan, *Electric Power Transmision System Engineering Analysis and Design*, California State University Sacramento, A Wiley-Interscience Publication, California, 1988.
- International Standart IEC 60099-4, *Surge ArreTERS*, Commission Electrotechnique Internationale, 2006
- KEPDIR 0520, *Buku Pedoman Pemeliharaan Lightning Arrester*, PT.PLN (Persero), PDM/PGI/12:2014