

Technical Study of Arresters in the 20 KV Distribution Network at PT. PLN RAYON TANDES

¹Yusuf Alamsyah Putra, ²Aris Heri Setiawan, ³Izzah Aula Wardah

¹Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

²Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

³Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

e-mail: gprenata@untag-sby.ac.id,

Abstract

Arrester is a device in an electrical system that will protect electrical equipment caused by lightning. Study the characteristics of lightning rods so you can see their performance in protecting transformers during lightning surges. Pay attention to the factors that will influence the voltage and surge current, the distance of the lightning protection, the slope of the incident wave, the speed of the surge wave, and the basic insulation level. The level of failure to protect against lightning occurs because of the basic insulation level of the device and the location of the lightning protection device, in calculating the voltage value. The nominal lightning rod is installed continuously on the lightning rod without affecting its operating characteristics. The rated voltage value of the lightning rod is 22 kV, the rated voltage of the 20 kV lightning rod is 24 kV in the distribution network and the protection factor value is the lightning protection level. After making the protection level value 95.7 kV, the protection factor value with the TID of the 125 kV transformer is determined. The protection factor value is 23.44, the protection factor value is 20% higher than the tolerance factor.

Keywords: Control System, Transformer, Arrester

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Listrik memegang peranan yang sangat penting bagi kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat seiring dengan berkembangnya teknologi. Perkembangan yang pesat ini harus diikuti dengan peningkatan kualitas energi listrik yang dihasilkan harus bermutu dan dapat diandalkan. Gardu Induk sebuah bagian dari sistem pembangkit listrik yang meliputi pembangkit, transmisi dan distribusi. Dalam penyaluran energi listrik perlu adanya pengaman pada setiap komponen listrik. Oleh karena itu Gardu induk membutuhkan peralatan yang mampu melindungi dari sambaran petir, karena sebagian besar gangguan diantara sekian banyak yang terjadi karena surja petir yang terjadi akibat sambaran petir.

Salah satu penyebabnya adalah letak geografis Indonesia yang berada di wilayah khatulistiwa dengan iklim tropis dan kelembaban tinggi menyebabkan kepadatan sambaran petir di Indonesia jauh lebih

besar dibandingkan negara lain. Komponen terpenting dalam sistem distribusi adalah trafo. Trafo berfungsi sebagai step down, menurunkan tegangan dari 20 kV menjadi 400/230 V (tegangan rendah). Karena trafo dihubungkan dengan saluran udara 20 kV dan terletak di tempat terbuka, maka transformator dapat mengalami tegangan lebih yang disebabkan oleh sambaran petir langsung maupun tidak langsung.

Berdasarkan latar belakang dan juga referensi diatas, yang sudah banyak melakukan penelitian tentang lightning arrester pada jaringan distribusi yang sudah dilakukan maka penulis membuat judul penelitian yang saya lakukan ini, dengan judul Kajian Teknis Arrester Pada Jaringan Distribusi 20kV AC 528 Dan AC 829 Di PT.PLN RAYON TANDES Surabaya yang lebih menekankan pada hasil data pengukuran awal pada Penyulang KLN yang sudah dilakukan selama masa penelitian, kemudian dilanjutkan dengan pengukuran jarak arrester yang terdapat di jaringan distribusi 20kV, juga mengetahui hasil pengukuran arus bocor resistif lightning

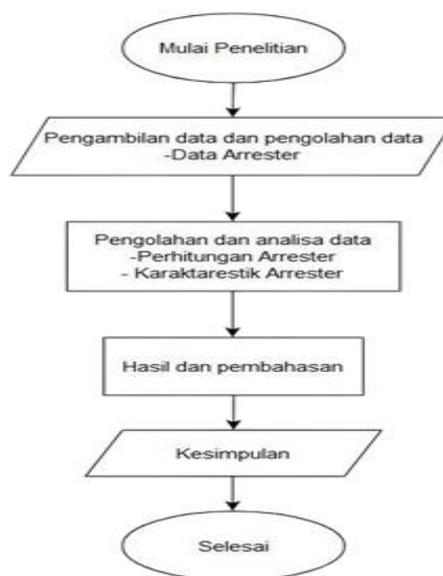
arrester mengetahui kondisi kelayakan lightning arrester dan mengetahui kesalahan pada saat proses pengukuran arus bocor resistif dapat menghasilkan data yang lengkap, dan dapat sebuah alasan untuk mengetahui seberapa penting jarak arrester yang akan digunakan pada jaringan distribusi 20 kV, dan untuk pertimbangan jarak arrester.

METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penulis menggunakan jenis penelitian tegangan pengenalan arrester adalah tegangan dimana arrester masih dapat beroperasi sesuai dengan karakteristiknya. Pelindung lonjakan arus tidak dapat beroperasi pada tegangan sistem maksimum yang dirancang namun mampu mematikan arus sistem secara efektif.

- 1) Tegangan sistem tertinggi, biasanya dianggap 110% tegangan pengenalan sistem.
- 2) Faktor pentanahan yaitu tegangan efektif fasa ke bumi pada kondisi gangguan di tempat pemasangan penangkal petir dengan tegangan efektif tertinggi pada kondisi gangguan. Tegangan pengenalan arrester surja (shutdown) adalah tegangan efektif antar fasa $\times 1,10 \times$ faktor pentanahan.
- 3) Sistem pentanahan langsung mempunyai faktor pentanahan sebesar 0,8. Alat penangkal petir ini disebut alat penangkal petir 80%. Sistem yang tidak diarde secara langsung mempunyai faktor grounding sebesar 1,0.



Gambar 1. Diagram alir

Penulis menerapkan metode penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian lapangan cara kerja alat penangkal petir jika terjadi lonjakan listrik, kemampuan penangkal petir untuk lonjakan tanah serta perhitungan pengoperasian petir yang benar arrester. perangkat perlindungan lonjakan arus jarak ke trafo
2. Merumuskan masalah Permasalahannya adalah jarak proteksi antara penangkal petir dan trafo ketika terjadi lonjakan petir dan karakteristik operasi penangkal petir
3. Penelitian Dokumen penelitian Penelitian teori dasar alat proteksi petir dan karakteristik distribusi gardu induk dan trafo
4. Data utama Gardu distribusi listrik jalur tunggal, jenis trafo dan gambar dalam pencarian dan data sekunder mengumpulkan referensi dari berbagai sumber yang berhubungan dengan penelitian ini.
5. Analisis hasil perhitungan kelayakan penangkal petir dan hitung jarak antara penangkal petir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Untuk membandingkan dan menganalisis sistem distribusi 20 kV di PLN Tandes terhadap konsep koordinasi isolasi, maka perlu diketahui data tegangan pengenal arrester yaitu: Perhitungan Tegangan Pengenal Arrester Sistem distribusi 20 kV penyulang ditanahkan dengan tahanan rendah koefisien pentanahan dipilih 100% (pentanahan tidak efektif) dengan tegangan sistem tertinggi adalah 20 kV.

V_{max} = V_{nominal} x 1,1 (Koefisien Penumbumia) V_{max} = 20 kV x 1,1

V_{max} = 22 kV

Setelah melakukan perhitungan tegangan pengenal selanjutnya adalah:

V_p = V_{max} x 1,0 (Koefisien Pentanahan)

V_p = 22 x 1,0

V_p = 17,6 kV

Perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai tegangan pengenal arrester adalah 22 kV.

$$Z = 60 \ln \frac{2h}{r}$$

$$Z = 60 \ln \frac{2 \times 11 \text{ m}}{5,4 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

$$Z = 491,2 \text{ ohm}$$

Maka besar arus pelepasan pada arrester adalah:

I_a = $\frac{2U_d - U_a}{Z_s}$ I_a = I_a = 3,89 Ka

$$\frac{2 \times 1000 \text{ kV} - 87 \text{ kV}}{491,2 \text{ ohm}}$$

Jadi perolehan arus pelepasan sebesar 3,84 kA sehingga digunakan kelas arus 5 kA. Perhitungan Faktor Perlindungan Setelah dihasilkan nilai tingkat perlindungan sebesar 95,7 dapat dilanjutkan mencari nilai faktor perlindungan adalah:

FP = $\frac{TID - TP \times 100}{TP}$ FP = $\frac{125 \text{ kV} - 95,7 \text{ kV} \times 100}{95,7 \text{ kV}}$ FP = $\frac{29,3 \text{ kV}}{125 \text{ kV}} \times 100$
100% FP = 23,44 %

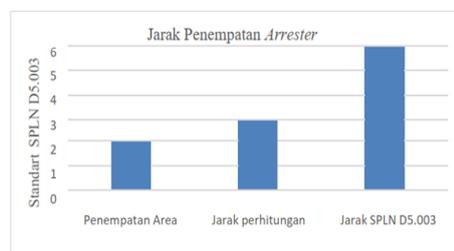
Dari hasil perhitungan didapat nilai sebesar 23,44 %, maka faktor perlindungan lebih dari 20 %, Sehingga pada lightning arrester telah memberikan faktor perlindungan yang cukup baik.

3.2 Perhitungan Jarak Penempatan Arrester

Untuk mengetahui penempatan

lightning arrester maka diketahui jarak lindung dari arrester yang akan dipasang. Karena itu, untuk menentukan jarak lindung (L) maka perlu diketahui kecuraman dari gelombang datang (du/dt) dan besar tegangan gelombang datang pada peralatan (U_t).

du/dt = 500 kV/μs
L = $\frac{96,15 - 87}{2 \times 500} \times 300 = 2,745 \text{ m}$



Gambar 2 Grafik Data Penempatan Arrester

3.3 Pengukuran Arus Bocor Pada Transformator

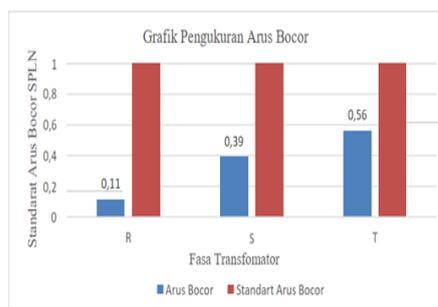
Hasil pengukuran dengan menggunakan alat uji *Clamp On Earth Tester* menunjukkan arus bocor yang dibumikan dari 3 *Lightning Arrester* tersebut.



Tabel 1 Pengukuran Arus Bocor

Fasa	Suhu	Arus Bocor
R	35,8°C	0,10mA
S	36,6°C	0,39mA
T	37,9°C	0,56mA

Berikut hasil grafik pengukuran menggunakan alat *avo clamp on tester* dengan melakukan pengukuran 3 *arrester* yang sudah terpasang pada transformator.



Gambar 2 Grafik Data Arus Bocor
SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari analisis yang arrester dan perhitungan data yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perhitungan jarak *arrester* terhadap transformator sebesar 2,7 meter. Pada letak penempatan dan penyambungan *arrester* dalam pemasangannya dapat disimpulkan bahwa jarak penempatan dan penyambungan arrester masih dalam batas yang diperbolehkan ketika terjadi gangguan sambaran petir, *arrester* tersebut dapat segera mengamankannya dengan mengacu pada SPLN D5.006:2013 “Penetapan Tingkat Isolasi Transformator dan Penangkap Petir” harus di pasang sedekat mungkin dengan trafo yaitu tidak melebihi 6 meter.
2. Nilai Tegangan Pengenal dari *Arrester* ini yang dipasang pada arrester secara kontinyu tanpa mempengaruhi karakteristik kerjanya. Disimpulkan bahwa nilai tegangan pengenal arrester sebesar 22 kV, mendekati nilai standar tegangan pengenal SPLN D5.006:2013 penempatan tingkat isolasi trafo dan penangkap petir, tegangan pengenal pada arrester 20 kV yaitu 24 kV Pada sistem distribusi dan nilai faktor dari perlindungan tingkat dari arrester. Setelah dihasilkannya nilai tingkat perlindungan sebesar 95,7 kV, untuk mencari nilai faktor perlindungan dengan nilai TID transformator sebesar 125kV yang telah ditetapkan. Nilai

faktor perlindungan sebesar 23, 44 % dengan Faktor Perlindungan yang dihasilkan nilainya lebih besar 20% dari faktor toleransinya, sehingga pada pemilihan arrester sudah memberikan faktor perlindungan yang sangat baik dan untuk nilai arus bocor tertinggi terjadi di fasa pada lightning arrester di trafo daya AC 529 Dan AC 829 nilai arus bocor mencapai nilai tersebut sesuai batas standar internasional IEC 61643-1 yaitu sebesar 1mA.

3. Untuk meningkatkan tingkat keandalan proteksi petir dari lightning arrester dapat dilakukan dengan Meningkatkan tahanan isolasi hantaran udara.
4. Adapun beberapa saran yang bisa menjadi acuan untuk kedepannya yaitu agar penempatan Arrester lebih diperhatikan jaraknya, selalu dilakukan pemeliharaan agar penyaluran energy listrik melalui sistem jaringan tegangan menengah tidak mengalami gangguan.

DAFTAR PUSTAKA

- Syakur, A., Warsito, A., & Nilawati, L. (2009). Kinerja arrester akibat induksi sambaran petir pada jaringan tegangan menengah 20 kV. *Transmisi: Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 9-14.
- Putra, C. N., Tasmono, H., & Wardah, I. A. (2022). Analisa kejenuhan dan burden transformator arus penyulang 20kV gardu induk Rungkut trafo 4. *Prosiding Senakama*, 1, 585-594.
- Noufanda, Y. F., Slamet, P., Basyarach, N. A., Ridhoi, A., & Prenata, G. D. (2021). Keandalan sistem jaringan distribusi 20KV di PT. PLN Rayon Ploso menggunakan metode FMEA. *ElSains.JurnalElektro*, 3(2), 53-60.
<https://doi.org/10.30996/elsains.v3i2.5990>
- Dasweptia, D., Hamdani, A. S., & Kurniawan, T. (2022). Pengaruh penempatan lightning arrester sebelum dan sesudah fuse cut out terhadap

- tegangan lebih pada transformator distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) Rayon Tanjung Karang. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 4(1), 18-22. <https://doi.org/10.36269/jtr.v4i1.988>
- Widagdo, R. S., & Andriawan, A. H. (2023). Prediction of age loss on 160 KVA transformer PT. PLN ULP Kenjeran Surabaya using the linear regression method. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, 5(2), 83. <https://doi.org/10.30595/jrre.v5i2.18140>
- Tondok, Y. P., Patras, L. S., & Lisi, F. (2019). Perencanaan transformator distribusi 125 kVA. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 8(2), 83-92.
- Darsono, D., Suyamto, S., & Taufik, T. (2016). Analisis efisiensi trafo frekuensi tinggi pada sumber tegangan tinggi Cockcroft Walton MBE lateks. *Ganendra: Majalah IPTEK Nuklir*, 17(2), 101. <https://doi.org/10.17146/gnd.2014.17.2.2815>.
- Afriyan, V., Wardani, A. L., & Budiono, G. B. G. (2021). Analisa pembebanan transformator di PT. Henson Farma. *El Sains: Jurnal Elektro*, 2(2), 45-52. <https://doi.org/10.30996/elsains.v2i2.4772>
- Rinas, I. W. (2013). Studi analisis arrester dan derating akibat pengaruh THD pada gardu transformator daya di Fakultas Teknik Universitas Udayana. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 11(1).
- SPLN D5.003. (2013). Pedoman pemilihan arrester untuk jaringan distribusi 20kV.
- Bhaskara, I. K. A. Y., Arjana, I. G. D., & Suartika, I. M. (2019). Analisa kegagalan lightning arrester pada penyulang Sulahan Bangli. *Spektrum*, 6(3), 94-100.
- Andriawan, D. (2014). Kinerja arrester yang sudah berusia lebih dari 10 tahun di gardu induk 150 KV Ungaran - Semarang. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2). <https://doi.org/10.15294/jte.v6i2.3582>
- Rusdjaja, T. (2013). Buku pedoman pemeliharaan lightning arrester (LA), 7(2). Naibaho, N. (2017). Analisa sistem pentanahan elektroda ROD, 67. Romadona, B. (2018). Hubungan arus arrester terhadap suhu di GI Wonogiri.