

Analisis Arrester Sebagai Sistem Proteksi Pada Transformator di Gardu Induk Keramasan

by Hermawanto Hermawanto

Submission date: 10-Aug-2024 11:21AM (UTC+0700)

Submission ID: 2429829151

File name: JTMEI_Vol._3_No._3_September_2024_Hal_178-187..pdf (1.51M)

Word count: 2806

Character count: 16813



Analisis Arrester Sebagai Sistem Proteksi Pada Transformator di Gardu Induk Keramasan

Hermawanto¹, Irine Kartik^{2*}, Perawati³, Yudi Irwansi⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Elektro Universitas PGRI Palembang, Indonesia

Jln A.Yani Lrg Gotong royong 9/10 ulu Plaju Palembang

Korespondensi penulis: irinekf@univpgri-palembang.ac.id

Abstract: Lightning overvoltage is a periodic overvoltage caused by external causes. An arrester is equipment that protects installations from overvoltage disturbances due to lightning strikes or electrical surges. The transformer functions to distribute electrical power by increasing or decreasing the voltage at the substation. This research focuses on substation equipment, namely the type 3EP 2150-2PL3 arrester connected to a 100 MVA IBT Transformer. Good protection is obtained if the arrester is placed as close to the transformer as possible. Therefore, this distance is determined so that protection can take place properly. The distance between the arrester and the transformer used at the Keramasan 150 KV substation is 5 m. while from the calculation results it is 22.5 m. based on SPLN 7: 1978 that for a 150 kV system the distance between the lightning catcher and the transformer does not exceed 80 m. This means that the distance between the arrester and the 100 MVA IBT Power Transformer is still within the limits set by PT PLN. The continuity of the spark that occurs in the arrester is still within safe limits and in accordance with mathematical analysis.

Keywords: Arrester, Transformer, and Distance

Abstrak: Tegangan lebih petir merupakan tegangan lebih periodik yang disebabkan karena sebab luar. Arrester adalah peralatan pengamanan instalasi dari gangguan tegangan lebih akibat sambaran petir maupun oleh surja hubung. Transformator berfungsi untuk menyalurkan tenaga daya listrik dengan menaikkan atau menurunkan tegangan di Gardu Induk. Penelitian ini fokus pada peralatan Gardu Induk yaitu arrester tipe 3EP 2150-2PL3 yang terhubung dengan Transformator IBT Daya 100 MVA. Perlindungan yang baik diperoleh bila arrester ditempatkan sedekat mungkin pada trafo. Karena itu, jarak tersebut ditentukan agar perlindungan dapat berlangsung dengan baik. Jarak arrester dengan trafo yang dipakai di Gardu Induk Keramasan 150 KV adalah 5 m, sedangkan dari hasil perhitungan adalah 22,5 m, berdasarkan SPLN 7: 1978 bahwa untuk sistem 150 kV dengan jarak antara penangkap petir dengan transformator tidak melebihi 80 m. Berarti jarak arrester terhadap Transformator IBT Daya 100 MVA masih berada dalam batasan yang telah ditetapkan oleh PT PLN. Berlangsungnya percikan yang terjadi pada arrester masih berada dalam batas aman dan sesuai dengan analisis matematis.

Kata kunci : Arrester, Transformator, dan Jarak

1. LATAR BELAKANG

Dalam sistem tenaga listrik, gardu induk merupakan suatu tempat untuk mengumpulkan dan menyalurkan tenaga/energy listrik dari pembangkit ke konsumen melalui jaringan distribusi, serta merupakan peralatan transfortasi tegangan yaitu dari tegangan tinggi ke tegangan menengah. Karena gardu induk bekerja pada system tegangan tinggi, maka gangguan yang disebabkan oleh tagangan lebih akibat sambaran petir, baik langsung maupun tidak langsung pada kawat transmisi atau kawat tanah akan mengakibatkan rusaknya peralatan yang ada di gardu induk tersebut terutama transformator daya dan pemutus tenaga, sehingga penyaluran energi listrik ke konsumen akan mengalami gangguan.

³

Received Juni 20, 2024; Revised Juli 19, 2024; Accepted Agustus 06, 2024; Online Available: Agustus 09, 2024

(Nasution, Yusmartato, & Armansyah, 2019)

Dalam penyaluran sistem tenaga listrik sering timbul gangguan teknis seperti gangguan keandalan sistem, gangguan hubung singkat, arus lebih yang di akibatkan oleh petir dan sebagainya. Sambaran petir sangat berbahaya untuk komponen-komponen yang terdapat pada pusat listrik yang mengakibatkan kerusakan pada komponen saat terkena surja petir. Oleh karena itu untuk mengamankan tegangan lebih yang di akibatkan oleh petir perlu di pasang pengaman Lightning Arrester. (Husna, Jie, & Zulkaidah, 2022)

⁴ Untuk memperoleh kawasan perlindungan yang lebih baik, maka ada kalanya arrester di tempatkan dengan jarak tertentu dari peralatan transformator (trafo) yang dilindungi. Jarak arrester dengan trafo yang dilindungi berpengaruh terhadap besarnya tegangan yang tiba pada trafo. Jika jarak arrester terlalu jauh, maka tegangan yang tiba pada trafo dapat melebihi tegangan yang dapat dipikulnya. Untuk menentukan jarak maksimum yang diizinkan antara arrester dan peralatan yang dilindungi dikenal beberapa metode. Salah satu metodenya adalah metode pantulan berulang. Metode ini adalah metode pendekatan yang dapat digunakan untuk menentukan jarak maksimum arrester dan peralatan, dan juga untuk menentukan panjang maksimum dari kabel penghubung peralatan dengan saluran transmisi. Gardu Induk Tanjung Morawa 150 KV, dimana disitu terdapat peralatan trafo dan arrester yang penempatannya mempunyai jarak tertentu. (Manihuruk, Simorangkir, & Sitanggang, 2021)

2. KAJIAN TEORITIS

⁶ Pusat pembangkit listrik umumnya dihubungkan dengan saluran transmisi udara yang menyalurkan tenaga listrik dari pusat pembangkit ke pusat pusat konsumsi tenaga listrik, yaitu gardu induk (GI). ⁶ Sedangkan saluran transmisi udara ini rawan sekali terhadap sambaran petir karena berada di areal udara terbuka, oleh karena itu, setiap gardu induk harus ada arrester.

Arrester

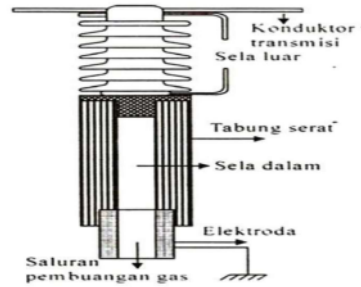
Arrester petir disingkat *arrester* atau sering disebut penangkap petir adalah alat pelindung bagi peralatan system tenaga listrik terhadap surjapetir, sebagai *bypass* sekitar isolasi. *Arrester* membentuk jalan yang mudah dilalui oleh arus kilat atau petir, sehingga tidak timbul tegangan lebih yang tinggi pada peralatan. Jalan

pintas itu harus ⁵ sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu aliran arus daya sistem 50 Hz dan pada kerja berlaku sebagai konduktor, yang dapat melewatkan aliran arus yang tinggi. Setelah surja hilang, *arrester* harus dengan cepat kembali menjadi isolator, sehingga pemutus daya tidak sempat membuka. *Arrester* modern dapat membatasi harga tegangan surja di bawah tingkat isolasi peralatan. Peralatan dapat dilindungi dengan menempatkan *arrester* sedekat mungkin pada peralatan tersebut dan tidak perlu menggunakan alat pelindung pada tiap bagian peralatan yang akan dilindungi. (Agustian & Wibowo, 2018)

Alat pelindung yang paling sempurna adalah *arrester*, pada pokoknya *arrester* ini terdiri dari dua unsure yaitu sela api (*spark gap*) dan tahanan tak linier atau tahanan kran/katup (*valve resistor*). Kedua dihubungkan secara seri. Batas atas dan bawah dari tegangan percikan ditentukan oleh tegangan sistem maksimum dan oleh tingkat isolasi peralatan yang dilindungi, sering kali persoalan ini dapat dipecahkan hanya dengan mengetrapkan cara-cara khusus pengaturan tegangan (*voltage control*). Oleh karena itu sebenarnya *arrester* terdiri dari unsur; sela api, tahanan katup dan sistem pengaturan atau pembagian tegangan (*grading sistem*). (Nasution, Yusmartato, & Armansyah, 2019)

Arrester Jenis Ekspulsi atau Tabung Pelindung

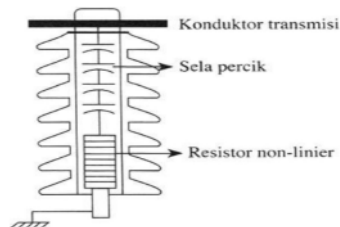
Arrester jenis ekspulsi atau tabung pelindung pada prinsipnya terdiri dari sela percik yang berada dalam tabung serat dan sela percik batang yang berada diluar di udara atau disebut sela seri. Bila ada tegangan surja yang tinggi sampai pada jepitan *arrester* ke dua sela percik, yang diluar dan berada di dalam tabung serat, tembus seketika dan membentuk jalan penghantar dalam bentuk busur api. Jadi *arrester* menjadi konduktor dengan impedansi rendah dan melakukan surja arus dan arus daya sistem bersama-sama. Panas yang timbul karena mengalirnya arus petir menguapkan sedikit bahan dinding tabung serat, sehingga gas yang ditimbulkannya menyembur pada api yang mematakannya pada waktu arus susulan melewati titik nolnya. Arus susulan dalam *arrester* Jenis ini dapat mencapai harga yang tinggi sekali tapi tidak lebih dari setengah gelombang. Jadi tidak menimbulkan gangguan. (Hutauruk, 1991)



Gambar 1 Elemen arrester jenis eksplusi atau tabung

Arrester Jenis Katup

Arrester jenis katup ini terdiri dari sela yang tergabung dengan elemen tahanan yang mempunyai karakteristik tidak linier, Tegangan frekuensi dasar tidak dapat menimbulkan tembus pada sela seri Apabila sela seri tembus pada saat tibanya suatu surja yang cukup tinggi alat tersebut menjadi penghantar. Sela seri itu bisa memutuskan arus susulan. Dalam hal ini dibantu oleh tahanan tak linier yang mempunyai karakteristik tahanan kecil untuk arus susulan dari frekuensi penghantar. (Hutauruk, 1991)



Gambar 2 Elemen Arrester jenis katup

Arrester katup jenis gardu

Arrester katup jenis gardu ini adalah jenis yang paling efisien dan juga paling mahal. Perkataan "gardu" berhubungan dengan pemakaiannya secara umum pada gardu induk besar. Umumnya dipakai untuk melindungi alat-alat yang mahal pada rangkaian-rangkaian mulai dari 2.400Volt sampai 287kV dan lebih tinggi.

Arrester katup Jenis Saluran

Arrester jenis ini lebih murah dari jenis arrester jenis gardu. Kata "saluran" disini bukanlah berarti untuk perlindungan saluran transmisi seperti arrester jenis gardu. Arrester jenis salurna ini juga dipakai pada gardu induk untuk melindungi peralatan yang kurang penting. Arrester jenis ini dipakai pada sistem dengan tegangan 15kV sampai dengan 69kV.

Arrester Katup Jenis Gardu untuk Mesin

Arrester jenis ini khusus untuk melindungi mesin-mesin berputar pemakaiannya untuk tegangan 2,4k V sampai 15kV.

Arrester katup jenis distribusinya untuk mesin-mesin

Arrester jenis ini khusus untuk melindungi mesin-mesin berputar dan juga untuk melindungi transformator dengan pending udara tanpa minyak. Arrester jenis ini dipakai pada peralatan dengan tegangan 120volt sampai 750Volt. (Hutauruk, 1991)

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini penulis melakukan penelitian kuantitatif, dimana penelitian kuantitatif adalah analisis yang menggunakan model-model seperti model matematika, model statistik, dan model ekonometrik. Hasil analisis disajikan dalam bentuk angka-angka yang kemudian dijelaskan dan diinterpretasikan dalam suatu uraian. Penelitian ini diperuntukkan untuk menganalisa suatu Perhitungan Jarak arrester dengan transformator dan tegangan percik pada arrester di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Keramasan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Umum

¹ Gardu Induk Keramasan merupakan simpul didalam sistem tenaga listrik, yang terdiri dari susunan dan rangkaian sejumlah perlengkapan yang dipasang menempati suatu lokasi tertentu untuk menerima dan menyalurkan tenaga listrik, menaikkan dan menurunkan tegangan sesuai dengan tingkat tegangan kerjanya, tempat melakukan kerja *switching* rangkaian suatu sistem tenaga listrik.

Untuk menunjang keandalan sistem tenaga listrik tersebut diperlukan alat pelindung ⁶ peralatan listrik pada Gardu Induk Keramasan dari bahaya tegangan lebih dari luar dan dalam. Alat pelindung tersebut adalah Lightning arrester (LA). Lightning arrester merupakan alat proteksi bagi peralatan listrik terhadap tegangan lebih, yang disebabkan oleh surja hubung dan surja petir. Surja hubung adalah suatu bentuk gangguan yang disebabkan oleh rusaknya suatu peralatan maupun disebabkan oleh kondisi cuaca. Surja petir adalah suatu gangguan yang disebabkan oleh sambaran petir yang menimbulkan tegangan yang relatif tinggi. Lightning

arrester bersifat sebagai *by-pass* di sekitar isolasi yang membentuk jalan dan mudah dilalui arus petir kesistem ⁵ pentanahan sehingga tidak menimbulkan tegangan lebih yang tinggi yang merusak isolasi peralatan listrik. *By-pass* ini harus sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu aliran daya sistem frekuensi 50 Hz. Jadi pada kerja normal arester itu berlaku sebagai isolator dan bila timbul surja dia berlaku sebagai konduktor, jadi melewatkan arus yang tinggi. Setelah surja hilang, arester harus dengan cepat kembali menjadi isolator, sehingga pemutus daya tidak sempat membuka.

Penempatan arester yang baik adalah menempatkan arester sedekat mungkin dengan peralatan yang dilindungi. Untuk mengetahui jarak maksimum pemasangan Lightning arrester (LA) pada transformator dan arus kecuraman gelombang, maka dilakukan penelitian pada PT. PLN (Persero) Gardu Induk Keramasan.

Data Arrester

Tabel 1. Data Arrester

Merk	SIEMENS
Type	3EP 2150-2PL3
Tegangan Nominal	150 kV
Arus Nominal	10 kA
Frekuensi	50 Hz
Buatan	Germany
Tahun Buat	1996

(Sumber : PT PLN (Persero) Gi Keramasan



Gambar 3 Arrester Gardu Induk Keramasan

Data Transformator Daya

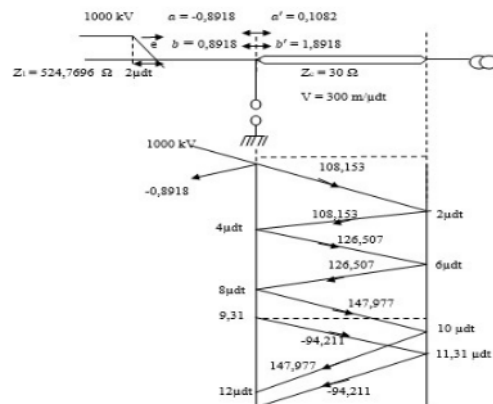
Tabel 2. Data Transformator IBT Daya 100 MVA

Serial Number	3011080013
Year of Manufacture	2009
Standard	IEC 60076
Rated Power	60/ 100 MVA
Cooling	ONAN/ ONAF – 60/ 100%
Frequency	50 Hz
Phases	3
Connection Symbol	Ynd5(yn0)
Tap Changer	MR – M III 500Y – 72,5kV + ED100
Max. Altitude	1000 m
Type Of Oil	NYNAS NYTRO LIBRA
Tingkat Isolasi Dasar	650 kV

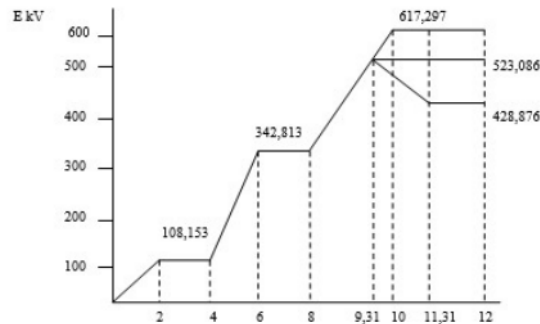
(Sumber : PT PLN (Persero) GI Keramasan)



Gambar 4 Transformator IBT Daya 100 MVA



Gambar 5 Diagram tangga kondisi arrester tidak ada dan ada



Gambar 6 Tegangan Kondisi Arrester tidak ada dan ada

Analisa dan Pembahasan

Untuk hasil perhitungan jarak arrester terhadap Transformator IBT Daya 100 MVA pada Gardu Induk Keramasan Palembang adalah 22,5 m, sedangkan arrester terpasang pada jarak 5 m. Berarti jarak tersebut masih berada dalam batasan yang telah ditetapkan oleh PT.PLN, menurut SPLN 7: 1978 bahwa untuk sistem 150 kV dengan transmisi sirkit ganda jarak antara penangkap petir dengan transformator tidak melebihi 80 m.

Berdasarkan hasil perhitungan tegangan percik arrester, dapat diketahui bahwa tegangan surja akan selalu naik jika arrester tidak terpasang, dimana pada $t = 10 \mu\text{detik}$ dengan nilai $e_{t=10} = 617,297 \text{ kV}$. Setelah arrester terpasang, tegangan surja dapat diredam dengan baik oleh arrester, dimana pada $t = 9,31 \mu\text{detik}$ dengan nilai $e_{t=9,31} = 523,086 \text{ kV}$ kemudian menurun pada $T = 11,31 \mu\text{detik}$ dengan nilai $e_{t=11,31} = 428,876 \text{ k}$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan: “Studi Analisis Arrester Sebagai Sistem Proteksi Pada Transformator di Gardu Induk Keramasan 150 kV”, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jarak arrester terhadap Transformator IBT Daya 100 MVA yang terpasang adalah 5 m, sedangkan dari hasil perhitungan adalah 22,5 m. berdasarkan SPLN 7: 1978 bahwa untuk sistem 150 kV dengan jarak antara penangkap petir dengan transformator tidak melebihi 80 m. Berarti jarak arrester terhadap Transformator IBT Daya 100 MVA masih berada dalam batasan yang telah ditetapkan oleh PT PLN.

2. Berdasarkan hasil perhitungan tegangan percik arrester, dapat diketahui bahwa tegangan surja akan selalu naik jika arrester tidak terpasang, dimana pada $t = 10$ μ detik dengan nilai $e_{t=10} = 617,297$ kV. Setelah arrester terpasang, tegangan surja dapat diredam dengan baik oleh arrester, dimana pada $t = 9,31$ μ detik dengan nilai $e_{t=9,31} = 523,086$ kV kemudian menurun pada $t = 11,31$ μ detik dengan nilai $e_{t=11,31} = 428,876$ kV. Berlangsungnya percikan yang terjadi pada arrester masih berada dalam batas aman dan sesuai dengan analisis matematis.

Saran

Bila dilihat dari hasil perhitungan dan analisis matematis memang arrester masih mampu melindungi transformator, tetapi kemungkinan terjadinya kegagalan perlindungan tetap terjadi, oleh karena itu perawatan dan pemeriksaan arrester harus dilakukan secara berkala

6. DAFTAR REFERENSI

- Agustian, R. (2018). Analisa penempatan jarak arrester sebagai proteksi transformator terhadap tegangan lebih surja petir. *EPSILON: Journal of Electrical Engineering and Information Technology*, 16(1), 5–8.
- Azis, A., & Nurdin, H. A. (2020). Analisa jarak lindung lightning arrester terhadap transformator daya 20 MVA gardu induk Sungai Juaro Palembang. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 7(1), 106–120.
- Febrianti, I. K. (2017). Analisa penurunan faktor kerja transformator daya 30 MVA. *Jurnal Ampere*, 2(1), 18–22.
- Ginting, Y. T., Napitupulu, J., & Pane, A. G. A. (2021). Simulasi tegangan induksi kabel akibat arus petir pada kawat penangkal petir. *JURNAL TEKNOLOGI ENERGI UDA: JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 9(2), 115–122.
- Handoko, S. R. (2023). *Analisa penggunaan lightning arrester (LA) pada sistem tenaga listrik gardu induk 150 kV PLTU Rembang* (Doctoral dissertation, Universitas PGRI Semarang).
- Hibatuillah, M. (2022). *Analisa efisiensi transformator daya 11/150 kV 54 MVA melayani beban pada PLTGU Unit 1 PT. PLN (Persero) UPPK Keramasan Palembang* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Husna, N., Jie, S., Zulkaidah, W. O., & Teknik Elektro, U. H. O. (n.d.). Analisis penggunaan arrester sebagai pengamanan transformator dari sambaran petir.
- Hutauruk, T. (1991). *Gelombang berjalan dan proteksi surja*. Erlangga.

- Ichsan, R. (2015). *Analisa pemasangan jarak antara arrester dan transformator daya di gardu induk Boom Baru PT. PLN (Persero) Palembang* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Kolompoy, A. L., Patras, L. S., & Mangindaan, G. M. C. (2022). *Analisa koordinasi isolasi arrester pada transformator di gardu induk Paniki 150 kV*.
- Labado, R., Mujiman, M., & Pambudi, P. E. (2015). Analisis penempatan arrester terhadap efektivitas proteksi transformator pada PT. PLN (Persero) P3B Jawa-Bali APP Salatiga gardu induk 150 kV Bantul. *Jurnal Elektrikal*, 2(2), 79–87.
- 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.
- Nasution, R., Yusmartato, Y., & Armansyah, A. (2019). Analisa penempatan lightning arrester sebagai pengaman gangguan petir di gardu induk Langsa. *Buletin Utama Teknik*, 14(3), 205–209.
- PT PLN. (1978). *Standar Perusahaan Listrik Umum Negara SPLN 7: 1978 tentang pedoman pemilihan tingkat isolasi transformator dan penangkap petir*.
- Saragih, R., Yusniati, Y., Nasution, R., & Armansyah, A. (2020). Studi peralatan proteksi sambaran petir lightning arrester pada jaringan distribusi 20 kV. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 5(1), 32–37.
- Shoimatussururoh, S. (2022). Pemeliharaan lightning arrester (LA) pada gardu induk Saketi 150 kV di PT. PLN (Persero) ULTG Rangkasbitung. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(5), 520–531.
- Sogen, M. D. T., & ST, M. (2018). Analisis pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap arus netral dan losses pada transformator distribusi di PT PLN (Persero) Area Sorong. *Jurnal Electro Luceat*, 4(1).

Analisis Arrester Sebagai Sistem Proteksi Pada Transformator di Gardu Induk Keramasan

ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

12%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	shoehaymie-xxx.blogspot.com Internet Source	2%
2	www.epsilon.unjani.ac.id Internet Source	2%
3	journal.widyakarya.ac.id Internet Source	2%
4	vdocuments.site Internet Source	2%
5	aloekmantara.blogspot.com Internet Source	2%
6	modifikasimotor10.blogspot.com Internet Source	2%
7	Vicky Andria Kusuma, Hamzah Arof, Sena Sukmananda Suprpto, Bambang Suharto, Rizky Amalia Sinulingga, Fadli Ama. "An internet of things-based touchless parking system using ESP32-CAM", International Journal of Reconfigurable and Embedded Systems (IJRES), 2023	2%

Publication

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 2%
Exclude bibliography	On		