

SKRIPSI
ANALISIS RATING *LIGHTNING* ARESTER SEBAGAI PROTEKSI
PERALATAN LISTRIK PADA GARDU INDUK JAKABARING



Merupakan Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Telah Dipertahankan di Depan Dewan
11 Agustus 2022

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
Purwanto Engga Pratama
132018089

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2022

SKRIPSI
**ANALISIS RATING *LIGHTNING ARRESTER* SEBAGAI
PROTEKSI PERALATAN LISTRIK PADA GARDU INDUK
JAKABARING**



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan
11 Agustus 2022

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
PURWANTO ENNGA PRATAMA

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1 .

Taufik Barlian, ST., M.Eng
NIDN. 0218017202

Penguji 1

Bengawan Alfaresi, S.T., M.T.,IPM
NIDN. 0205118504

Pembimbing 2

Wiwin A. Oktaviani, ST., M.Sc
NIDN. 00021073001

Penguji 2

Nila Pratiwi, S.T., M.T
NIDN. 0225089101

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik
Elektro

Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T.,IPM
NIDN. 0227077004

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik

Taufik Barlian, ST., M.Eng
NIDN. 0218017202

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.



Palembang, 11 Agustus 2022

Purwanto Engga Pratama

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin. Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini berjudul “**Analisis Rating Lightning Arester Sebagai Proteksi Peralatan Listrik Pada Gardu Induk Jakabaring**” Skripsi ini di susun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Sarjana Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat di selesaikan dengan baik atas dukungan, dorongan, nasihat dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

- Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing 1 Skripsi penulis yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasihat, dan pengarahan kepada penulis sehingga dapat selesainya skripsi ini.
- Ibu Wiwin A.Oktaviani, S.T., M.Sc selaku dosen pembimbing 2 Skripsi penulis yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, nasihat, dan pengarahan kepada penulis sehingga dapat selesainya skripsi ini.

Tidak lupa pula ucapan terimakasih penulis kepada pihak yang berperan dalam membantu penyelesaian skripsi ini, yaitu :

1. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Taufik Barlian, S.T, M.Eng selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Feby Ardianto, S.T., Mcs, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak dan ibu Staf Dosen Universitas Muhammadiyah Palembang Terkhusus pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.

5. Bapak dan ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Seluruh keluarga besar yang telah mendukung dan memotivasi penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu
7. Teman teman di lingkungan teknik elektro yang telah memberikan bantuan berupa informasi sehingga memudahkan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT, Membalas segala kebaikan yang telah diberikan dalam penyelesaian penulisan skripsi ini. Akhir kata kesempurnaan hanya milik Allah SWT penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun penulis berharap dapat memberikan yang terbaik dan bermanfaat bagi banyak pihak.

Palembang, 11 Agustus 2022
Penulis,

Purwanto Engga Pratama

A B S T R A K

ANALISIS RATING *LIGHTNING ARRESTER* SEBAGAI PROTEKSI PERALATAN PADA GARDU INDUK JAKABARING

Purwanto Engga Pratama

*Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang
E-mail : purwantoenggapratama@gmail.com*

Arester adalah pengaman peralatan listrik dari gangguan akibat sambaran petir (*lightning surge*) maupun surja hubung (*switching surge*). Penelitian ini berfokus pada *Lightning Arester* tipe SB 150/10.3-0 yang terhubung dengan Transformator tipe P060LECC77-01 pada Gardu Induk Jakabaring. Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kemampuan *lightning arester* terhadap tegangan lebih yang masuk ke peralatan dan mengetahui berapa batas jarak maksimum antara *lightning arester* dengan transformator pada Gardu Induk Jakabaring. Metode analisa pantulan berulang yang dapat digunakan untuk menentukan jarak maksimum *arester* dengan peralatan serta untuk mengetahui kemampuan *arester* sebagai proteksi peralatan pada gardu induk Jakabaring. Dari hasil perhitungan analisis rating *lightning arester* sebagai proteksi peralatan pada gardu induk Jakabaring di dapatkan hasil yang cukup baik dimana jarak optimum *arester* dengan trafo sejauh 15,2 meter. Dengan TID transformator sebesar 750kV, tegangan tertinggi yang tiba pada transformator puncaknya mencapai 761,9 kV pada waktu percik 10,94 μ det maka dengan hasil ini dapat disimpulkan bahwa *lightning arester* masih mampu melindungi transformator dengan toleransi maksimal 20% dari TID transformator.

Kata Kunci : *Arester*, Transformator, Rating Arester, Tegangan Lebih

A B S T R A C T

ANALISIS RATING *LIGHTNING ARRESTER* SEBAGAI PROTEKSI PERALATAN PADA GARDU INDUK JAKABARING

Purwanto Engga Pratama

*Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang
E-mail : purwantoenggapratama@gmail.com*

The arrester is a safety device for electrical equipment from disturbances due to lightning strikes and switching surges. This research focuses on Lightning Arrest type SB 150/10.3-0 which is connected to Transformer type P060LECC77-01 at the Jakabaring Substation. Based on the formulation of the problem, the purpose of this study is to determine the ability of the lightning arrester to overvoltage that enters the equipment and to find out what is the maximum distance limit between the lightning arrester and the transformer at the Jakabaring Substation. Repeated reflection analysis method that can be used to determine the maximum distance of the arrester with the equipment and to determine the ability of the arrester as equipment protection at the Jakabaring substation. From the calculation results of the lightning arrester rating analysis as equipment protection at the Jakabaring substation, quite good results are obtained where the optimum distance between the arrester and the transformer is 15.2 meters. With a transformer TID of 750kV, the highest voltage that arrives at the peak transformer reaches 761.9 kV at a flash time of 10.94 s, with this result it can be concluded that the lightning arrester is still able to protect the transformer with a maximum tolerance of 20% of the transformer TID.

Keywords: Arrester, Transformer, Arrester Rating, Overvoltage

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
A B S T R A K	vi
A B S T R A C T	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
Latar Belakang.....	1
Rumusan Permasalahan.....	3
Tujuan Penelitian	3
Manfaat Penelitian	3
Batasan Masalah	3
Metode Penelitian	4
Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
Surja Petir	6
Mekanisme Terjadinya petir	6
Parameter Petir	6
Tegangan Lebih Petir	7
Peralatan Yang Dilindungi	8
<i>Lightning Arester</i>	8
Kontruksi <i>Lightning Arester</i>	9
Bagian - Bagian <i>Lightning Arrester</i>	10
Prinsip Kerja <i>Lightning Arester</i>	11
Pengenal <i>Arester</i>	12
Menentukan (Tegangan pengenal) <i>Arester</i>	14

Menentukan Arus Pelepasan <i>Impuls</i> Dari <i>Arester</i>	15
Jarak Lindung <i>Arester</i>	16
Koordinasi Isolasi	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	19
Tempat dan Waktu	19
Metode Penelitian	19
Objek Penelitian.....	20
<i>Flowchart</i> Penelitian	21
Langkah-Langkah Penelitian	22
Pengolahan Data	22
BAB 4 PERHITUNGAN DAN ANALISA	24
Data Penelitian.....	24
Spesifikasi <i>Arester</i> yang terpasang	24
Karakteristik <i>Lightning Arester</i>	24
Spesifikasi Transformator Daya.....	25
Perhitungan.....	26
Perhitungan Tegangan Sistem Maksimum	26
Perhitungan Tegangan Pengenal <i>Arester</i>	27
Perhitungan Arus Pelepasan <i>Arester</i> Pada Transformator 60 MVA GI Jakabaring.....	27
Perhitungan Jarak maksimum <i>Lightning Arester</i> dengan Transformator	28
Perhitungan dan Analisis Tegangan Percik <i>Arester</i>	30
Analisa Hasil Perhitungan	33
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	35
Kesimpulan.....	35
Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konstruksi <i>Lightning Arrester</i>	9
Gambar 2. 2 Keping Blok <i>Varistor Zink Oxide</i>	10
Gambar 2. 3 Bagian - Bagian <i>Lightning Arrester</i>	11
Gambar 3. 1 <i>Flowcahrt</i> Penelitian.....	21
Gambar 3. 2 Diagram Tangga <i>Arrester</i> Dengan Trafo.....	23
Gambar 4. 1 <i>Nameplate Lightning Arrester</i> GI Jakabaring.....	25
Gambar 4. 2 <i>Nameplate</i> Transformator Daya GI Jakabaring.....	26
Gambar 4. 3 Kontruksi Diagram Tangga	26
Gambar 4. 4 Grafik Jarak <i>Lightning Arrester</i>	29
Gambar 4. 5 Diagram Tangga Kecuraman Gelombang <i>Lightning Arrester</i> Dan Transformator 60 MVA.....	31
Gambar 4. 6 Grafik Kecuraman Gelombang Berdasarkan Waktu	33

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Spesifikasi <i>Lightning Arester</i> GI Jakabaring	24
Tabel 4. 2 Karakteristik <i>Lightning Arester</i>	24
Tabel 4. 3 Spesifikasi Transformator Daya GI Jakabaring	25
Tabel 4. 4 Besar Tegangan Terhadap Jarak Yang Diberikan.....	29
Tabel 4. 5 Kecuraman Gelombang Berdasarkan Waktu.....	32
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan	33

BAB 1

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Energi listrik menjadi salah satu sumber kehidupan manusia modern karena energi listrik sangat dibutuhkan baik di industri maupun di kehidupan masyarakat. Energi listrik sangat diperlukan bagi kehidupan manusia serta semakin meningkatnya pertumbuhan ekonomi maka kebutuhan energi listrik pula akan semakin meningkat perkembangan permintaan tenaga listrik serta kemampuan infrastruktur yang tersedia maka dibutuhkan pengamanan sistem secara terus menerus agar diperoleh keandalan sistem sebagai pengamanan di pusat beban dan pembangkit. PLN merupakan perusahaan penyuplai listrik terbesar di Indonesia Masalah utama yang mulai dihadapi PLN adalah krisis energi yang mengglobal. Seiring dengan kenaikan harga minyak dan energi lainnya, PT PLN perlu melakukan efisiensi di semua sektor, terutama sektor penyediaan tenaga listrik. Kondisi Geografis Indonesia yang terdiri dari banyak kepulauan dan merupakan negara Tropis mengakibatkan sebagian besar wilayah di Indonesia memiliki kelembaban sangat tinggi selain itu Indonesia juga terletak di garis khatulistiwa mengakibatkan sebagian wilayah di Indonesia rentan terhadap sambaran petir. karena semakin meningkatnya permintaan energi listrik maka harus di dukung dengan infrastruktur yg memadai, sebagai komponen pelindung bagi infrastruktur jaringan listrik. (Marlanfar, 2020)

Salah satu infrastruktur listrik yang rentan terhadap sambaran petir adalah komponen peralatan pada Gardu Induk maka diperlukan komponen yang dapat melindunginya dari kerusakan. Sistem proteksi memegang peranan penting ketika sistem operasi energi listrik terganggu dengan adanya sistem proteksi yang diharapkan dapat meminimalisir daerah yang mengalami gangguan dan berfungsi sebagai pengamanan peralatan listrik, dan memenuhi kriteria yang ekonomis sebagai penyedia Energi listrik berkualitas tinggi. Namun jika terjadi kegagalan operasional sistem proteksi pada tenaga listrik, semua tujuan ini tidak akan

tercapai. Kesalahan dalam operasi sistem proteksi atau malfungsi karena perilaku sistem tidak selalu disebabkan oleh kekeliruan selama pengaturan atau kekeliruan dalam pengoperasian sistem, dan pengoperasian sistem yang sesuai prosedur. Dalam proses pendistribusian energi listrik pada sistem transmisi tidak dapat diisolasi dari gangguan internal dan eksternal, diperlukan perangkat yang dapat melindunginya. Salah satu gangguan yang menyebabkan kegagalan peralatan pada sistem transmisi adalah sambaran petir, Alat yang biasa digunakan untuk melindungi dari kerusakan akibat sambaran petir disebut penangkal petir (*Lightning Arrester*), dan alat ini biasanya dipasang pada gardu induk dan saluran transmisi dari lonjakan tegangan. (Maruli Ch.M Barasa, 2017)

Karena gardu induk beroperasi pada sistem tegangan tinggi, kerusakan langsung atau tidak langsung pada saluran listrik atau saluran tanah akibat sambaran petir dapat mengakibatkan kerusakan yang sangat fatal. terhadap peralatan di Gardu Induk tersebut dan akan mengganggu terhadap pelayanan ke konsumen listrik (Marlanfar, 2020).

Peralatan seperti *Lightning Arrester* biasanya Alat ini dipasang di gardu induk dan jaringan listrik untuk melindungi peralatan di gardu induk dan jaringan listrik dari surja dan surja petir. (Ibnu Hajar, 2017)

Kegagalan sistem tenaga listrik bervariasi dalam besaran dan jenisnya. Kegagalan sistem tenaga listrik merupakan kondisi yang tidak normal karena keadaan ini dapat mengganggu kelangsungan pelayanan penyediaan tenaga listrik, dapat disebabkan oleh gangguan *eksternal* maupun *internal*. Salah satu contoh gangguan dari dalam misalnya kerusakan material peralatan yang di sebabkan proses penuaan dan gangguan yang berasal dari luar sistem seperti sambaran petir yang dapat mengakibatkan tegangan lebih pada jaringan. (Dewa Putu Yudha Prawira, 2018)

Lightning Arrester biasanya di pasang pada bagian terdepan pada komponen atau Peralatan - Peralatan yang terletak di gardu induk untuk membantu melindungi peralatan dari sambaran petir. Dengan memasang alat pengaman (penangkal petir), maka dapat diketahui bahwa jumlah energi yang mengenai alat tersebut dan merupakan cara tercepat untuk melepaskan muatan listrik. Selain itu

lightning arrester harus dapat melindungi peralatan dari tegangan listrik yang berlebihan dengan cara membatasi lonjakan dan meneruskannya kedalam tanah.

Pada penelitian ini akan menganalisis rating *lightning arrester* sebagai proteksi peralatan – peralatan yang terdapat pada gardu induk.

Rumusan Permasalahan

Adapun permasalahan pada perencanaan penelitian Skripsi ini adalah :

1. Bagaimana proteksi *lightning Arrester* terhadap tegangan lebih yang tiba pada Transformator daya, yang di akibatkan oleh surja petir pada Gardu induk Jakabaring.
2. Berapa batas jarak aman antara *lightning arrester* dengan transformator pada Gardu Induk Jakabaring

Tujuan Penelitian

Adapun rumusan permasalahan tersebut, maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui kemampuan *lightning arrester* terhadap tegangan lebih yang masuk ke peralatan pada Gardu Induk Jakabaring
2. Mengetahui berapa batas jarak aman antara *lightning arrester* dengan transformator pada Gardu Induk Jakabaring.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini akan membantu berbagai pihak, antara lain::

1. Bagi perusahaan dan pekerja perusahaan, dapat menganalisis rating *Lightning Arrester* serta kemampuannya sebagai Proteksi peralatan pada Gardu Induk Jakabaring.
2. Bagi penulis, dapat bermanfaat bagi pengalaman serta dapat menjadi pembelajaran.
3. Bagi pihak kampus dapat menjadi pembelajaran atau referensi bagi yang membutuhkan.

Batasan Masalah

Dari uraian rumusan permasalahan dan tujuan dari penelitian di atas, ruang lingkup penelitian ini yaitu:

1. *Lightning Arester* pada Penelitian ini yaitu *Lightning Arester* pada Gardu Induk Jakabaring
2. Perhitungan dan analisa ini hanya membahas peralatan lightning arester yang terhubung dengan transformator daya yang di lakukan di Gardu Induk Jakabaring

Metode Penelitian

Di Dalam penelitian ini, penulis melakukan survei dan pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode sebagai berikut:

1. Studi literatur

Dalam metode penelitian ini, penulis mengumpulkan bahan tulisan dari perpustakaan terkait untuk mendukung penelitian ini.

2. Studi Lapangan

Di dalam metode penelitian ini penulis mendiskusikan kepada pegawai PLN di Gardu Induk Jakabaring dan Dosen pembimbing Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Sistematika Penulisan

Bab 1: Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian yang dilakukan, dan cara penulisan laporan. penelitian secara sistematis.

Bab 2: Bab ini menjelaskan teori yang mendasari terkait dengan judul penelitian.

Bab 3: Bab ini menjelaskan bagan dan metode penelitian, termasuk waktu dan tempat penelitian, langkah - langkah dalam proses penelitian.

Bab 4: Bab ini menyajikan hasil penelitian, perhitungan, dan pembahasan yang berkaitan dengan judul penelitian.

Bab 5: Bab ini merupakan kesimpulan yang memberikan kesimpulan dan saran terkait dengan judul penelitian. Data dan perhitungan dalam penelitian ini hanya untuk penangkal petir dan trafo gardu induk Jakabaring.

DAFTAR PUSTAKA

- Cecillia Stevanny, F. M. (2017). Analisa Sambaran Petir Terhadap Kinerja Arester Pada Transformator Daya 150 kV Menggunakan Program ATP. *Jom FTeknik*, vol 4 no.1.
- Dewa Putu Yudha Prawira, I. G. (2018). Analisa Lightning Arester Akibat Uprating Transformator 150/20 kV dari 30 MVA ke 60 MVA Di Gardu Induk Sanur. *E-Jurnal Spektrum*, 207-208.
- Hutahuruk, I. T. (1989). Gelombang Berjalan Dan Proteksi Surja. Jakarta: Erlangga.
- Ibnu Hajar, E. R. (2017). Kajian Pemasangan Lightning Arester Pada Sisi HV Transformator Daya Unit Satu Gardu Induk Teluk Betung. *Jurnal Ilmiah Energi Dan kelistrikan*, 101-179.
- M.S. Paraisu, F. L. (2013). Analisa Rating Lightning Arester Pada Jaringan Transmisi 70Kv Tomohon-Teling. *e-Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*.
- Marlanfar, Y. Y. (2020). Analisa Penempatan Lightning Arester pada Gardu Induk Tanjung Morawa. *Buletin Utama Teknik*, vol.15 no 3, 1.
- Maruli Ch.M Barasa, L. S. (2017). Analisis Kinerja Lightning Arester Pada Jaringan Transmisi 150 kV Sistem Minahasa Pada Penyulang Kwangkooan-Lopana. *E-Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 1.
- Nur Pamudji. (2014). Buku Pedoman *Trafo Tenaga*. Jakarta: PT PLN (persero).
- Pamudji, N. (2014). Pedoman Pemeliharaan *Lightning Arester PT. PLN* (Persero). Jakarta: Keputusan Direktur no 113.K/DIR/2010 DAN 114.K/DIR/2010.
- Rifky Labado, M. P. (2015). Analisis Penempatan Arrester Terhadap Efektifitas Proteksi Transformator Pada PT. PLN (Persero) P3B Jawa - BaliAPP salatiga Gardu Induk 150 kV Bantul. *Jurnal Elektrikal*, 79-87.
- Standar PT PLN (Persero). (2014). *Pedoman Pemilihan Arrester Untuk Jaringan Transmisi 66 kV, 150 kV, 275 Kv, dan 500 kV*. Jakarta Selatan: PT PLN (PERSERO) No. K/DIR/2014.