

**STUDI PENGGUNAAN ARRESTER SEBAGAI PENGAMAN
TRANSFORMATOR DI GARDU INDUK
NEW JAKABARING PALEMBANG**



SKRIPSI

**Disusun untuk memenuhi kurikulum pada Tingkat Sarjana
Strata-1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti Palembang**

Oleh :

**M. REDO MEIDIANSYAH
1323110023**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2020**

**STUDI PENGGUNAAN ARRESTER SEBAGAI PENGAMAN
TRANSFORMATOR DI GARDU INDUK
NEW JAKABARING PALEMBANG**



SKRIPSI

**Disusun untuk memenuhi kurikulum pada Tingkat Sarjana
Strata-1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti Palembang**

Oleh :



**M. REDO MEIDIANSYAH
1323110023**

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

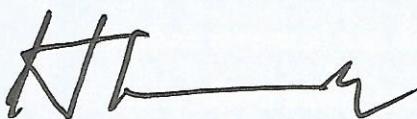
2020

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : M. Redo Meidiansyah
Nomor Pokok : 1323110023
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata -1 (S1)
Judul Skripsi : Studi Penggunaan Arrester Sebagai Pengaman
Transformator Di Gardu Induk New Jakabaring
Palembang

Disetujui Oleh

Pembimbing I,



Ir. H. Ishak Effendi, MT

Pembimbing II,



Dina Fitria, ST. MT

Palembang, 24 Februari 2020

Mengetahui,



Dekan Fakultas Teknik

Ir. H. Ishak Effendi, MT

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,



Ir. H. Herman, MT

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **M. Redo Meidiansyah**
NIM : **1323110023**
Program Studi : **Teknik Elektro**
Fakultas : **Teknik**
Judul Skripsi : **Studi Penggunaan Arrester Sebagai Pengaman
Transformator Di Gardu Induk New Jakabaring
Palembang**

Dengan ini menyatakan :

- Hasil penulisan skripsi yang telah saya buat merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Jika terdapat kata-kata dan rumusan yang sama itu hanya dijadikan reverensi dan dimasukkan dalam Daftar Pustaka.
- Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan dan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang “Sistem Pendidikan Nasional” pasal 25, ayat 2 dan pasal 70.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, 24 Februari 2020



M. Redo Meidiansyah

“Maka hadapkanlah wajahmu dengan lurus kepada agama (Allah); (tetaplah atas) fitrah Allah yang telah menciptakan manusia menurut fitrah itu. Tidak ada perubahan pada fitrah Allah. (itulah) agama yang lurus; tetapi kebanyakan manusia tidak mengetahui.” (QS. AR-RUM : 30)

Karya Tulis ini Saya Persembahan Kepada :

- ⊕ *Allah SWT, Segala puji bagi engkau, Tuhan Semesta Alam, atas rahmat dan ridhonya skripsi ini dapat penulis selesaikan.*
- ⊕ *Nabi Muhammad SAW, suri tauladan kita untuk menjalani kehidupan di dunia.*
- ⊕ *Kedua orang tua yang saya cintai yang tak henti-henti mendoakan anaknya untuk menjadi lebih baik.*
- ⊕ *Saudara saudari ku yang telah membantu dalam doa, semangat dan materiel.*
- ⊕ *Dosen-dosen yang telah banyak membimbing, membantu dan mengarahkan penulis dalam menyusun skripsi ini.*
- ⊕ *Teman-teman seangkatan yang tak akan terlupakan.*

ABSTRAK

Tegangan lebih petir merupakan tegangan lebih periodik yang disebabkan karena sebab luar (External Over Voltage). Arester adalah peralatan pengaman instalasi dari gangguan tegangan lebih akibat sambaran petir (Lightning Surge) maupun oleh surja hubung (*Switching Surge*). Transformator/ trafo tenaga berfungsi untuk menyalurkan tenaga/ daya listrik dengan menaikkan atau menurunkan tegangan di Gardu Induk. Penelitian ini fokus pada peralatan Gardu Induk yaitu arester tipe SB 150/10.3-0 yang terhubung dengan transformator (trafo) tipe PO60LEC777-01. Perlindungan yang baik diperoleh bila arester ditempatkan sedekat mungkin pada jepitan trafo. Tetapi, dalam praktek arester itu harus ditempatkan dengan jarak S dari trafo yang dilindungi. Karena itu, jarak tersebut ditentukan agar perlindungan dapat berlangsung dengan baik. Jarak arester dengan trafo yang dipakai di gardu Induk New Jakabaring 150 KV adalah 3 m. Penempatan arester (S) dipengaruhi oleh tegangan jepit trafo (Ep) sebesar 715 KV, tegangan percik arester (Ea) sebesar 650 KV, kecuraman gelombang datang (A) sebesar 1000 dv/ dt, dan kecepatan rambat gelombang (v), karena gelombang berjalan pada kawat udara mempunyai kecepatan tetap dengan kecepatan sama dengan kecepatan cahaya yaitu 300 m/ μ dt (Hutauruk, 1991:2). Jarak Optimum arester dengan trafo daya (S) yang Dihitung pada gardu induk New Jakabaring 150 KV adalah 22,48 m . Sedangkan untuk arrester yang terpasang pada trafo Phasa R,S,T berfungsi melindungi trafo dan peralatan gardu induk adalah 25 m sangat jauh dari batas maksimum. Namun karena ada 3 arrester sebagai proteksi trafo dan peralatan listrik dikatakan dapat melindungi trafo dan alat listrik gardu induk.

Kata Kunci : Arrester, Transformator, Jarak Arrester, Tegangan Lebih

ABSTRACT

Lightning overvoltages are periodic over-stresses caused by external causes. Arrester is an installation safety equipment from overvoltage disturbance due to Surge Lightning or Surge Switching. Power transformer / transformer functions to supply power / electricity by increasing or reducing the voltage at the main station. This research focuses on substation equipment namely SB 150 / 10.3-0 arrester connected to transformer (transformer) type PO60LEC777-01. Good protection is obtained when the arrester is placed as close as possible to the transformer clamp. However, in practice the arrester must be located at a distance S from the protected transformer. Therefore, the distance is determined so that protection can be done correctly. The distance between the arrester and the transformer used at the New Jakabaring 150 KV substation is 3 m. The placement of the arrester (S) is affected by the transformer pin voltage (E_p) 715 KV, the arrester spark voltage (E_a) of 650 KV, the steepness of the incoming wave (A) $1000 \frac{dv}{dt}$, and the wave velocity of the wave (v), due to the wave travel of the aerial wire has a fixed speed with the same speed as the speed of light that is $300 \text{ m} / \mu\text{dt}$ (Hutauruk, 1991: 2). The optimum distance of the arrester to the Transformer (S) power transformer installed in the New Jakabaring150 KV substation is 22,48 m . As for arresters mounted on transformers Phase R, S, T serves to protect the transformer and substation equipment is 25 m very far from the maximum limit. However, because there are 3 arresters for the protection of transformers and electrical equipment it is said to be able to protect transformers and electrical substations.

Keywords: *Arrester, Transformer, Arrester Distance, Overvoltage*

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT tuhan semesta alam yang telah melancarkan penulis untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Sholawat juga tiada henti dipanjatkan kepada nabi besar kita Nabi Muhammad Shallallau ‘alaihi wasallam. Alhamdullilah penulis telah menyelesaikan sebuah karya tulis skripsi yang berjudul “*Studi Penggunaan Arester Sebagai Pengaman Trafo pada Gardu Induk Jakabaring Palembang 150 KV*” . Penulis mengucapkan terima kasih yang amat teramat banyak kepada Bapak **Ir. H. Ishak Effendi, MT** selaku Dosen Pembimbing utama dan Ibu **Dina Fitria, ST. MT** selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah banyak membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih karena telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dan bantuan yang sangat berharga selama ini kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Manisah, MP selaku Rektor Universitas Tridinanti Palembang.
2. Bapak Ir. H. Ishak Effendi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
3. Ketua Program Studi Teknik Elektro Bapak Ir. H. Herman, MT dan Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Bapak Muhammad Helmi, ST. MT Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
4. Dosen Pembimbing Utama Bapak Ir. H. Ishak Effendi, MT dan Dosen Pembimbing Anggota Ibu Dina Fitria, ST. MT.

5. Orang Tua dan saudara saya yang selalu memberikan dukungan doa, semangat dan juga materilnya.
6. Dosen dan Staf Administrasi Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
7. Rekan-rekan se-angkatan 2013 dan semua teman mahasiswa Teknik Elektro maupun Jurusan lain di Universitas Tridinanti

Tugas Akhir ini sangatlah jauh dari kesempurnaan mengingat keterbatasan waktu, kesempatan serta pengetahuan yang penulis miliki. Harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan bagi mahasiswa di Jurusan Teknik Elektro Universitas Tridinanti Palembang.

Palembang, 24 Februari 2020

Penulis



M. Redo Meidiansyah

DAFTAR ISI

Halaman

JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Penelitian.....	2
1.4 Tujuan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Arrester	4
2.1.1 Bagian-bagian Arrester	8
2.1.2 Karakteristik Arrester.....	9
2.1.3 Pemilihan Tingkat Isolasi Dasar (BIL)	11
2.1.4 Jarak Penempatan Arrester dengan Peralatan	13
2.2 Tegangan Impuls.....	13

2.2.1 Keperluan dan Fungsi Pengujian	14
2.2.2 Bentuk Tegangan Impuls	14
2.3 Teori Penghitungan Jarak Maksimum	17
2.3.1 Penggunaan Teori Pantulan Berulang untuk Menentukan Jarak Maksimum Arrester dan Peralatan	17
2.3.2 Jarak Maksimum Arester dan Trafo yang Dihubungkan dengan Saluran Udara	17
2.3.3 Menentukan Panjang Kabel Maksimum Penghubung Arester Antara Arester dan Transformator Menurut Teori Witzke- Bliss.....	20
2.3.4 Jarak Maksimum antara Arester dan Pemutus Daya dan Transformator Menurut Teori Clayton-Powell	20
2.4 Transformator / Trafo Tenaga.....	22
2.5 Surja Hubung (<i>Switching Surge</i>)	23

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian	24
3.2 Peralatan yang Diteliti.....	25
3.3 Obyek Penelitian.....	27
3.4 Lokasi dan Waktu Penelitian	27
3.4.1 Lokasi Penelitian.....	27
3.4.2 Waktu Penelitian.....	27
3.5 Langkah-langkah Penelitian.....	27
3.6 Teknik Analisis Data.....	29

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil	30
4.2 Pembahasan.....	31

4.2.1 Lightning Arrester yang terpasang pada Gardu Induk New Jakabaring 150 kV	31
4.2.2 Penentuan Letak Optimum Lightning Arrester.....	32
4.2.3 Perhitungan Jarak Optimum Lightning Arrester dengan Peralatan yang Dilindungi.....	33
4.2.4 Analisis Tegangan Percik Arester.....	34

BAB IV KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan	41
----------------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Arus melalui Arrester	5
Gambar 2.2 Tegangan dan Arus melalui Arrester	6
Gambar 2.3 Penampang Arester	8
Gambar 2.4 Karekteristik tahanan katup	9
Gambar 2.5 Karakteristik Arus Tegangan	10
Gambar 2.6 Bentuk tegangan impuls	16
Gambar 2.7 Skema Jarak Transformator dan Arester dengan Jarak S.....	18
Gambar 2.8 Diagram tangga antara arester dan trafo	22
Gambar 3.1 Bentuk Fisik Arrester tipe SB 150/10.3-0.....	25
Gambar 3.2. Bentuk fisik trafo Gardu Induk New Jakabaring	26
Gambar 4.1 Konstruksi Diagram tangga.....	30
Gambar 4.2 Analisis Diagram Tangga.....	34
Gambar 4.3 Grafik Kecuraman Gelombang Berdasarkan Waktu.....	36
Gambar 4.4 Grafik Naik Tegangan pada Trafo	39

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1. Perbandingan BIL dengan Tagangan Sistem	12
Tabel 3.1. Nameplate Ligthning Arrester	26
Tabel 4.1. Kecuraman Gelombang berdasarkan waktunya	36
Tabel 4.2. Naik Tegangan Pada Trafo	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam sistem tenaga listrik, gardu induk merupakan suatu tempat untuk mengumpulkan dan menyalurkan tenaga/energi listrik dari pembangkit ke konsumen melalui jaringan distribusi, serta merupakan peralatan transformasi tegangan yaitu dari tegangan tinggi ke tegangan menengah. Karena gardu induk bekerja pada sistem 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.

Dengan memasang alat pengaman dapat diketahui besar energi kilat/petir yang mengenai peralatan, karena kilat selalu mencari jalan terpendek untuk melepaskan muatan listrik selain itu alat pengaman harus dapat melindungi peralatan sistem tenaga listrik dengan cara membatasi surja tegangan lebih yang datang dan mengalirkan ke tanah.

Untuk menentukan jarak maksimum yang diizinkan antara arester 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 arester dan peralatan, dan juga untuk menentukan panjang maksimum dari kabel penghubung peralatan

dengan saluran transmisi. Gardu Induk New Jakabaring Palembang 150 KV, dimana disitu terdapat peralatan trafo dan arester yang penempatannya mempunyai jarak tertentu. Oleh karena itu, dari uraian di atas maka penelitian tentang arester akan disusun dalam sebuah skripsi dengan judul “STUDI PENGGUNAAN ARESTER UNTUK PENGAMAN TRAFO PADA GARDU INDUK NEW JAKABARING PALEMBANG 150 KV”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari penjelasan latar belakang diatas maka permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana penggunaan arrester sebagai pengaman transformator di Gardu Induk New Jakabaring Palembang?

1.3 Batasan Masalah

Dari identifikasi permasalahan yang ada dan untuk memperoleh gambaran yang jelas tentang ruang lingkup penelitian dan kedalaman pembahasan, maka penelitian ini akan membatasi masalah pada kemampuan arrester berdasarkan pada penempatan jarak arrester dengan trafo sebagai alat pelindung terhadap gangguan surja petir atau *switching* pada Gardu Induk New Jakabaring 150 KV.

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan penelitian ini adalah untuk untuk mengetahui penggunaan arrester sebagai pengaman trafo pada Gardu Induk Jakabaring 150 KV.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan dapat digunakan sebagai referensi penghitungan secara matematis dalam menentukan jarak arester dengan peralatan yang dilindungi dalam hal ini adalah trafo.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penelitian digunakan untuk memudahkan penulis dalam menyusun laporan penelitian dan memudahkan pembaca untuk mengikuti alur laporan penelitian ini, maka sistematika penelitiannya adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan tentang latar belakang, permasalahan, batasan permasalahan, tujuan penulisan, manfaat penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Menjelaskan tentang arester, pembangkitan tegangan impuls, gardu induk dan hasil-hasil penelitian yang berhubungan dengan masalah di atas.

BAB III METODE PENELITIAN

Menjelaskan tentang metode penelitian, bahan dan alat penelitian, rangkaian pengujian arester, pembagi tegangan, lokasi dan waktu penelitian, dan jalannya penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan tentang data penelitian dan Pembahasan hasil penelitian.

BAB V PENUTUP

Menjelaskan tentang kesimpulan hasil dari pembahasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Arikunto, Suharsimi. 2013. *Posedur penelitian, suatu pendekatan praktik.* Jakarta: Rineka Cipta
- [2]. Arismunandar, A. 1993. Teknik Tenaga Listrik Jilid II. PT. Pradnya Paramitha.Jakarta.
- [3]. Arismunandar, A. 2000. Teknik Tenaga Listrik Jilid I. PT. Pradnya Paramitha.Jakarta.
- [4]. Cahyaningsih, Tri. 2005. Skripsi Arester Sebagai Sistem Pengaman Tegangan Lebih Pada Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 KV. TE FT UNNES. Semarang.
- [5]. Harjanto, D. (2010). Optimasi Penempatan Arrester Terhadap Tegangan Lebih Transien Pada Transformator Daya Menggunakan PSO (Particle Swarm Optimization).
- [6]. Hermagasantos. 1994. Teknik Tegangan Tinggi. PT. Rosda Jayaputra. Jakarta.
- Marsudi, Djiteng. 2005. Pembangkitan Energi Listrik. Erlangga. Jakarta.
- [7]. Hutaurok. T.S. 1991. Gelombang Berjalan dan Proteksi Surja. Erlangga.Jakarta.
- [8]. Lightning Protection and Detection System on Power Transmission and Distribution Lines. Persero Diklat Semarang. Bandung
- [9]. PT. PLN and Laboratory of High Voltage and Current Engineering ITB. 2004.
- [10]. Rahmawati, Y. (2012). Optimasi Peletakkan Arester Pada Saluran Distribusi Kabel Cabang Tunggal Akibat Surja Petir Gelombang Penuh. TEKNO, 1(1).
- [11]. Sinaga, Herman. 1992. Model Arester SiC Menggunakan model Arester ZnO IEEE WG 3.4.11. Tersedia di:<http://puslit.petra.ac.id/journals/electrical/>
- [12]. Team O & M. 1981. Operasi dan Memelihara Peralatan. PLN Pembangkitan Jawa Barat dan Jakarta
- [13]. Tobing, L. Bonggas. 2003. Dasar Teknik Pengujian Tegangan Tinggi. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [14]. Tobing, B. L. (2003). Peralatan Tegangan Tinggi. Gramedia Pustaka Utama.