

**ANALISIS JARAK LINDUNG ARRESTER DENGAN TRAF0 100 MVA
150/70 kV DI GARDU INDUK KRAMASAN PALEMBANG DENGAN
MENGUNAKAN METODE GELOMBANG BERJALAN**

SKRIPSI



**OLEH
ROY RONALD SITORUS
132014056**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2019**

**ANALISIS JARAK LINDUNG ARRESTER DENGAN TRAF0 100 MVA
150/70 kV DI GARDU INDUK KRAMASAN PALEMBANG DENGAN
MENGUNAKAN METODE GELOMBANG BERJALAN**

SKRIPSI

**Diajukan kepada
Universitas Muhammadiyah Palembang
untuk memenuhi salah satu persyaratan
dalam menyelesaikan program Sarjana Teknik**

**Oleh
Roy Ronald Sitorus
132014056**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2019**

SKRIPSI
ANALISIS JARAK LINDUNG ARRESTER DENGAN TRAF0 100 MVA
150/70 kV DI GARDU INDUK KRAMASAN PALEMBANG DENGAN
MENGUNAKAN METODE GELOMBANG BERJALAN



Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

ROY RONALD SITORUS

13 2014 056

Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
Pada tanggal 15 Februari 2019

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Ir. Abdul Majid, M.T
NIDN : 0231126301

Penguji 1

Erliza Yuniarti, S.T., M.Eng
NIDN : 0230066901

Pembimbing 2

Sofjah, S.T., M.T
NIDN : 0209047302

Penguji 2

Rika Noverianty, S.T., M.T
NIDN : 0214117504

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Egs. Ahmad Roni, M.T
NBM/NIDN : 7630449/022707004

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NBM/NIDN : 8857530/0218017202

Motto dan Persembahan

Motto

- *Kerjakan yang bisa dikerjakan, karena waktu yang berlalu tidak bisa diulang kembali*
- *Bukan kurangnya bakat atau tidak adanya modal yang menghalangi kita jadi sukses, tapi tidak cukupnya keberanian*

Kupersembahkan Skripsiku ini Kepada:

- ❖ *Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik*
- ❖ *Kedua orang tua tercinta Ayahanda Sahat Hasoloan Sitorus dan Ibunda Salma, S.Pd yang senantiasa memberikan doa dalam setiap langkah, selalu memberikan semangat, motivasi serta keiklasan yang menghantarkan aku menjadi seorang sarjana*
- ❖ *Kakakku Devi Yulianti Sitorus, S.Ei., yang selalu memberi dukungan serta semangat.*

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 disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, Februari 2019

Yang Membuat Pernyataan




Roy Ronald Sitorus

ABSTRAK

Ronald Sitorus, Roy. 2019. *Analisis Jarak Lindung Arrester Dengan Trafo 100 MVA 150/70 kV di Gardu Induk Kramasan Palembang Dengan Menggunakan Metode Gelombang Berjalan*. Skripsi. Program Studi Teknik Elektro. Program Sarjana (S1) Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Palembang. Pembimbing (I) Ir. Abdul Majid, M.T., (II) Sofiah, S.T., M.T.

Kata Kunci : Arrester, trafo, gardu induk, gelombang berjalan.

Penelitian yang berjudul Analisis Jarak Lindung Arrester Dengan Trafo 100 MVA 150/70 kV Di Gardu Induk Kramasan Palembang Dengan Menggunakan Metode Gelombang Berjalan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penempatan arrester dan menganalisis penempatan jarak optimal arrester di Gardu Induk Kramasan Palembang. Penelitian ini dilakukan pada bulan November sampai Desember 2018 di Gardu Induk Kramasan Palembang. Metode analisis data yang digunakan untuk menentukan jarak yang optimal antara arrester dengan transformator, dinyatakan dalam persamaan rumus 2.2. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jarak antara arrester dengan trafo sebesar 12,18 meter, sedangkan jarak real di lapangan adalah 2,96 meter yang berarti dibawah standar TID transformator. Dengan jarak tersebut peralatan gardu induk terlindung dengan baik. Untuk mendapatkan perlindungan yang optimal, maka jarak antara arrester dan peralatan (S) harus sekecil mungkin agar E_p yang didapatkan tidak melebihi kekuatan isolasi alat (BIL). Dengan demikian transformator pada Gardu Induk Kramasan Palembang terlindungi dengan baik.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarokatuh

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan penulis kesehatan, kemudahan dan kelancaran dalam membuat Skripsi yang berjudul “Analisis Jarak Lindung Arrester dengan Trafo 100 MVA 150/70 kV di Gardu Induk Kramasan Palembang dengan Menggunakan Metode Gelombang Berjalan” dengan segala keterbatasan dan kekurangan yang penulis miliki skripsi ini selesai dengan waktu yang diharapkan.

Terimakasih kepada Ir. Abdul Majid, M.T dan Sofiah, S.T., M.T selaku pembimbing telah membimbing penulis dengan sebaik-baiknya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini walaupun dengan banyak kekurangan. Ucapan terimakasih juga saya sampaikan kepada:

1. Dr. Abid Djazuli, SE., M.M., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Taufik Barlian, S.T., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Feby Ardianto, M.Cs., selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Seluruh Dosen yang mengajar di Fakultas Teknik Elektro dan Staf Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Pimpinan dan seluruh staf PT. PLN (Persero) UIP3B Sumatera UPT Palembang.
7. Kedua orang tuaku Ayahanda Sahat Hasoloan Sitorus dan Ibunda Salma, S.Pd yang telah mendidik, memberikan semangat dengan penuh kesabaran, memberikan kasih sayang yang tulus serta selalu mendoakan keberhasilanku.
8. Kakakku Devi Yulianti Sitorus, S.Ei yang selalu memberi dukungan serta semangat.

9. Madiany Erika Purnama, S.Pd yang selalu mendampingi, memberikan semangat dan perhatian, serta bantuan.
10. Teman seperjuangan Riansyah Kritobal, Andre Fajar, S.T., M. Febriansyah, S.T., M. Deswanton, S.T., Dede Fauzi, Rian Kurnia Dillah, Dimas Dwi, Tri Noviyanti, S.E & Fresilia Ayu, S.T yang memberikan nasehat serta membantu dalam kesulitan.
11. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2014 yang telah membantu dan memberikan semangat.
12. Teman-teman KKN Posko 119 16 Ulu Palembang.
13. Almamater ku.

Semoga Allah SWT membalas jasa serta budi baik yang setimpal kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Amin. Harapan penulis, semoga karya sederhana ini dapat memberikan sumbangan dan manfaat khususnya bagi pengembangan dunia pendidikan. Kritik dan saran demi kesempurnaan proposal skripsi ini akan penulis terima dengan keikhlasan dan ketulusan hati.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatu.

Palembang, Februari 2019
Penulis.

Roy Ronald Sitorus
NIM 132014056

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Sistematika Penulisan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Gardu Induk	5
2.2. Klasifikasi Gardu Induk	6
2.3. Arrestor	8
2.3.1. Pengertian Arrestor	8
2.3.2. Bagian-bagian Arrestor	10
2.3.3. Jenis-Jenis Arrestor	11
2.3.4. Faktor yang Mempengaruhi Pemakaian Arrestor	15
2.3.5. Karakteristik Arrestor	19
2.3.6. Prinsip Kerja Arrestor	22
2.3.7. Persyaratan yang Harus Dipenuhi Oleh Arrestor	24
2.4. Jarak Arrestor dengan Alat yang Dilindungi	24
2.5. Transformator (Trafo Tenaga)	26
2.6. Metode Gelombang Berjalan (<i>Traveling Wave</i>)	26
2.7. Menara Transmisi	28
2.8. Daftar Istilah dalam Sistem Proteksi	29
BAB 3. METODE PENELITIAN	31
3.1. Metode Pengumpulan Data	31

3.2. Tempat Penelitian	31
3.3. Diagram Alur Pelaksanaan	32
3.4. Peralatan yang Diteliti	32
3.5. Metode Analisa Data	33
BAB 4. PERHITUNGAN DAN ANALISIS	35
4.1. Data dan Perhitungan	35
4.2. Analisis	36
BAB 5. PENUTUP	38
5.1. Kesimpulan	38
5.2. Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	41
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Perbandingan BIL dengan Tegangan Sistem Maksimum.....	19
3.1. Nilai Standar Jarak Arrester berdasarkan SPLN-7: 1978	34
4.1. Data Peralatan Trafo dan Arrester	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Skemarik Diagram Level Tegangan yang Mungkin Timbul pada Peralatan Gardu Induk, Menggunakan LA atau Tidak	10
2.2. Penampang Arrester	10
2.3. Arrester Ekspulsi.....	12
2.4. Arrester Katup.....	13
2.5. Arrester Katup Jenis Gardu	14
2.6. Arrester Katup Jenis Saluran.....	14
2.7. Arrester Katup Jenis Distribusi	15
2.8. Lengkung-Lengkung Tegangan Maksimum Tanah untuk Sistem yang Diketanahkan dengan Impendansi	17
2.9. Karakteristik Volt-Amper dari Arrester terhadap Waktu	20
2.10. Karakteristik Volt-Amper dari Elemen terhadap Katup	20
2.11. LA di Gardu Induk, dengan Housing Porselen Kiri dan Kanan	21
2.12. LA di Saluran Transmisi dengan Gap.....	21
2.13. LA Tanpa Gap.....	22
2.14. Jarak Transformator dan Arrester	25
2.15. Gelombang Berjalan dan Proteksi Surja	27
2.16. Karakteristik Arus Tegangan	28
2.17. Bentuk Menara dan Konfigurasi Penghantar Transmisi Hantaran Udara	29
3.1. Bentuk Fisik Arrester	33
3.2. Jarak Transformator dan Arrester	33
4.1. Bentuk Fisik Arrester Tipe 3EP 2150-2PL3	35
4.2. Single Line Diagram Transformator Gardu Induk Kramasan 150 kV.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Peralatan Trafo 100 MVA	42
2. Data Peralatan Arrester	44
3. Single Line Diagram Transformator Gardu Induk Kramasan 150 kV	46
4. Perhitungan	47
5. Surat Permohonan Izin Penelitian	48
6. Dokumentasi	51
7. Kartu Bimbingan Skripsi	53

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem tenaga listrik adalah hubungan antara listrik (pembangkit) dan konsumen (beban) dimana diantara keduanya terdapat saluran transmisi, gardu induk, dan saluran distribusi sehingga energi listrik yang dihasilkan pusat listrik dapat dipergunakan oleh konsumen. Tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besarnya tidak sama dengan tegangan yang disalurkan pada sistem transmisi. Di dalam gardu induk pembangkit listrik ini selain terdapat energi listrik yang ditransmisikan melalui sistem tegangan tinggi, juga terdapat energi listrik tegangan menengah dan rendah untuk pemakaian sendiri. Gardu induk berfungsi untuk mengatur aliran tenaga listrik dari saluran transmisi ke saluran transmisi yang lain, serta mendistribusikannya ke konsumen dan sebagai tempat untuk mengubah tegangan (menurunkan/menaikan) guna keperluan penyaluran distribusi atau untuk penyaluran transmisi.

Dalam proses penyaluran energi listrik dari gardu induk ke konsumen seringkali terjadi gangguan, gangguan listrik pada gardu induk disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal seperti kurang baiknya peralatan itu sendiri sedangkan faktor eksternal seperti human error dan juga bisa gangguan alam seperti petir, gempa, banjir, angin dan lain - lain. Maka dari itu sistem proteksi pada gardu induk mempunyai peranan sangat penting sebagai pengaman pada peralatan listrik yang terdapat pada gardu induk. Salah satu sistem proteksi pada gardu induk adalah Lightning Arrester.

Lightning Arrester merupakan peralatan yang paling penting untuk melindungi gardu induk dari tegangan tinggi, arrester memiliki peran penting dalam gardu induk untuk membatasi *switching* dan lonjakan petir lalu lonjakan petir dialirkan ke tanah. Dalam sistem tenaga listrik arrester merupakan kunci koordinasi isolasi. Saat surja (*surge*) tiba di gardu induk kemudian arrester akan melepaskan muatan listrik dan tegangan abnormal yang akan mengenai gardu induk dan peralatannya akan berkurang (Sintianingrum, dkk: 2016).

Penempatan arrester untuk tegangan tinggi gardu induk dapat ditentukan dengan beberapa evaluasi dan proses merancang gardu induk, oleh karena itu kegagalan arrester selama *overvoltage* dapat menyebabkan gardu induk berada dalam resiko kerusakan. Setiap sistem tenaga listrik perlu dilindungi dari lonjakan petir, untuk mencegah kerusakan sistem tenaga listrik, dengan perancangan yang baik dan benar sangat penting sebagai pertimbangan perlindungan sistem tenaga listrik. Penentuan posisi optimum arrester sangat mempengaruhi dalam melindungi sistem tenaga listrik dan meminimalisir resiko kegagalan, sehingga memungkinkan pemeliharaan skema perlindungan yang tepat di masing-masing jaringan, sebagai akibatnya biaya perlindungan menjadi berkurang sesuai dengan biaya dari unsur-unsur yang dilindungi.

Prinsip kerja arrester yaitu dalam keadaan normal arrester berlaku sebagai isolator, dan saat timbul tegangan surja alat ini berubah menjadi konduktor yang tahanannya relatif rendah, sehingga dapat menyalurkan kan arus yang tinggi ke tanah. Setelah surja hilang, arrester harus dengan cepat kembali menjadi isolasi. Umumnya arrester dipasang pada setiap ujung saluran udara tegangan tinggi yang memasuki gardu induk (Wiwin, dkk: 2018).

Mengoptimalkan lokasi arrester di jaringan distribusi dapat meningkatkan kinerja dari jaringan distirbusi tersebut dalam melindungi peralan terhadap induksi petir. Untuk mencegah terjadinya hal tersebut maka setiap pemasangan gardu induk harus dilengkapi dengan arrester. Agar mendapatkan hasil terbaik dari arrester diperlukan penempatan arrester yang optimum yang sangat mempengaruhi fungsi dan kinerja arrester tersebut dalam melindungi peralatan dari tegangan lebih.

Salah satu cara mengatasi masalah yang terjadi akibat gangguan alam seperti petir yang menimbulkan tegangan lebih yang akan merusak peralatan dengan pemakaian arrester. Arrester ini harus mampu menyalurkan arus gangguan surja petir yang terjadi secepatnya ke tanah. Dengan demikian, pada sebuah gardu induk sangat diperlukan perlindungan terhadap gangguan surja petir. Penempatan arrester sedekat mungkin dengan peralatan dapat melindungi peralatan dari gangguan tegangan lebih transien. Saat terjadi gelombang berjalan yang menimbulkan tegangan lebih terhadap peralatan yang letaknya sedikit jauh dari arrester maka

peralatan tersebut akan tetap terlindungi, bila jarak arrester masih dalam radius kerja proteksi.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Menganalisis penempatan arrester
2. Menganalisis penempatan jarak optimal arester di Gardu Induk Kramasan Palembang

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini membatasi masalah seperti hanya membahas objek penelitian di Gardu Induk Kramasan Palembang berupa arrester dan travo 100 MVA 150/70 kV.

1.4. Sistematika Penulisan

Dalam pengerjaan penulisan Tugas Akhir ini, penulis berusaha untuk tidak menyimpang dari prosedur yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, saya berusaha semaksimal mungkin dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini sehingga dapat tersusun Tugas Akhir dengan judul disebutkan di muka yang berisi pokok-pokok bahasan seperti berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisi tentang latar belakang, judul, tujuan dan manfaat dari pembahasan, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas tentang teori teori dasar gardu induk dan arester.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas secara rinci mengenai metode pengerjaan skripsi.

BAB 4 HASIL DAN ANALISIS

Pada bab ini menguraikan analisa penempatan jarak arester pada gardu induk

BAB 5 PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari pembahasan bab sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badaruddin. (2012). Studi Penempatan Arrester Di PT.PLN (Persero) Area Bintaro. *Jurnal Teknologi Elektro 3 (1) ISSN 2086-9479*. 32-36.
- Gultom Togar Timoteus. (2017). Optimasi Jarak Maksimum Penempatan Lighting Arrester Sebagai Proteksi Transformator Pada Gardu Induk. *Jurnal Ilmiah Dunia Ilmu 3 (1)*. 41-49.
- Hidayatulloh, R., Juningtyastutu, & Kartono. (2016). Analisa Gangguan Hubung Singkat Pada Jaringan Sutt 150 Kv Jalur Kebasen – Balapulang – Bumiayu Menggunakan Program Etap. *Teknik Elektro Universitas Diponegoro*, 1-19.
- Hutahuruk. (1991). *Gelombang Berjalan Dan Proteksi Surja*. Jakarta: Erlangga.
- Kurniwan, D. (2018). *Analisa Optimal Penentuan Letak Optimum Lightning Arrester Pada Gardu Induk Wonogiri 150 Kv (Skripsi)*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nurhaidi, R., Danial, & Rajaguguk, M. (2015). Penentuan Letak Optimum Arrester Pada Gardu Induk. 1-8.
- Muhlasin, dkk. (2014). Analisa Perlindungan Efektif Terhadap Sambaran Petir Pada Tegangan 70/20 KV Gardu Induk Ploso. *Jurnal Intake 5(1)*. 1-16.
- Maruli, Ch.M. Dkk. (2017). Analisis Kinerja Lightning Arrester Jaringan Transmisi 150 Kv Sistem Minahasa Khususnya Pada Penyulang Kawangkoan-Lopana. *Teknik Elektro Dan Komputer 6 (1) ISSN. 2301-8402*. 7-9
- Muhlasin, Dkk. 2014. Analisa Perlindungan Efektif Terhadap Sambaran Petir Pada Tegangan 70/20 Kv Gardu Induk Ploso. *Jurnal Intake Vol. 5, Nomor 1*, 18-33
- Paraisu, Lisi, Patras, & Silimang. (2013). Analisa Rating Lightning Arrester Pada Jaringan Transmisi 70 Kv Tomohon-Teling. *E-Jurnal Elektro Dan Komputer*, 1-

- Sitepu Raja Putra & Eddy Warman.(2014). Studi Tata Ulang Letak Transformator Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Aplikasi PT.PLN (Persero) Rayon Binjai Timur. *Singuda Ensikom* 7 (1). 16-22.
- Sitianingrum, Dkk. (2016). Simulasi Tegangan Lebih Akibat Sambaran Petir Terhadap Penentuan Jarak Maksimum Untuk Perlindungan Peralatan Pada Gardu Induk. *Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro* 10(1). 54-61.
- SPLN 7. (1978). *Pedoman Pemilihan Tingkat Isolasi Transformator dan Penangkapan Petir*. Jakarta: Perusahaan Umum Listrik Negara.
- Syakur Abdul, Dkk. (2009). Kinerja Arrester Akibat Induksi Sambaran Petir Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 Kv. *Jurnal Teknik Elektro Transmisi Jilid* 11 1. 9-14.
- Warmi Yusreni, Dkk. (2013). Perencanaan Penempatan Arrester Terhadap Efektivitas Proteksi Transformator Pada Gardu Induk 150 Kv Sistem Interkoneksi Sumatera Bagian Tengah - Sumatera Bagian Selatan. *Jurnal Momentum* 15 (2) ISSN 1693-752x. 76-86.
- Wibowo, Dkk. (2012) Evaluasi Perlindungan Gardu Induk 150 Pandean Lamper Di Trafo III 60 MVA Terhadap Gangguan Surja Petir. *Jurnal Media ElektriKA* ISSN 1979-7451 5 (2). 27-41
- Wiwin, Dkk. (2018). Evaluasi Penentuan Jarak Arrester Dan Transformator 30 Mva dengan Metode Diagram Tangga (*Lattice Diagram*). *Jurnal Surya Energy* 2(1). 185-192.