

LAPORAN PENELITIAN

**KINERJA PENEMPATAN ARRESTER SEBAGAI PELINDUNG
TEGANGAN LEBIH PETIR PADA GARDU INDUK BUNGERAN**



**OLEH
CHOIRUL RIZAL
NIDN. 0024126201
R. AHMAD YANI
NIDN. 020367601**

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

LAPORAN PENELITIAN

Judul : Kinerja Penempatan Arrester Sebagai Pelindung Tegangan Lebih Petir Pada Gardu Induk Bungaran

Nama Ketua Peneliti : Ir. Choirul, MT.
NIDN : 0024126201
Pangkat / Gol. / Jabatan : / IV.b / Lektor kepala
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Telepon/HP/Faksimili : - / 08127846460
e-mail : Choirulrizal1962@gmail.com

Nama Anggota Peneliti : R.Ahmad Yani, ST., MT
NIDN : 0203067601
Pangkat / Gol. / Jabatan : Penata/ III.b /Lektor
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Telepon/HP/Faksimili : - / 081367332800
e-mail : rayazhari@yahoo.com

Tempat Penelitian : Gardu Induk Bungaran Palembang
Waktu Penelitian : Agustus – Oktober 2019
Biaya Penelitian : Rp. 7.500.000,-
Sumber Dana : Universitas Palembang

Palembang, November 2019

Mengetahui :
Dekan Fakultas Teknik,

Peneliti,



Ir. S.S. Purwanto, MT.
NIDN. 0022115001


Ir. Choirul Rizal, MT.
NIDN. 0024126201



Dr. Ir. Asmawati, M.Si.
NIDN. 0223056101

DAFTAR ISI

	Halaman
Daftar Isi	<i>iii</i>
Kata Pengantar	<i>iv</i>
Daftar Gambar	<i>v</i>
Bab 1. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Manfaat Penelitian.....	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
Bab 2. Tinjauan Pustaka	3
2.1. Konsep Sistem Kontrol	3
2.2. Sistem Kontrol Loop Terbuka(Open-Loop Control System).....	6
2.3. Sistem Kontrol Berumpan Balik (Close-Loop Control System).....	10
2.4. Aplikasi system kontrol	10
2.5. Komponen-komponen Panel Gas Detector.....	
2.6. Desain Perancangan dan Penelitian.....	
2.7. Material dan Alat Kerja.....	
Bab 3. Metode Penelitian	12
3.1. Studi Literatur	12
3.2. Metode Pengumpulan Data	13
Bab 4. Analisa dan Pembahasan	14
4.1. Implementasi dan Pengujian.....	14
4.2. Tahapan Pembuatan Aplikasi	15
4.3. Tampilan Akhir Aplikasi	18
Bab 5. Kesimpulan	20
5.1. Kesimpulan	20
Daftar Pustaka	21

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena Berkat Rahmat dan Karunianya penulis dapat menyelesaikan Laporan Penelitian yang berjudul ***“Kinerja Penempatan Arrester Sebagai Pelindung Tegangan Lebih Petir Pada Gardu Induk Bungaran”***

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada LPPM Universitas Palembang yang telah memberikan saran, petunjuk, motivasi dan membimbing dalam menyelesaikan penulisan Laporan Penelitian ini, serta semua pihak yang telah membantu hingga selesainya Laporan Penelitian ini.

Akhirnya tidak ada yang sempurna kecuali Allah SWT. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang membangun dalam rangka penyempurnaan Laporan Penelitian ini. Kiranya Laporan Penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, November 2019

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pick Line Vacuum	6
Gambar 2. Interface Board	7
Gambar 3. Gear Putih dan Biru	7
Gambar 4. Spacer dan Cover Kaset	8
Gambar 5. Configuration Bill Size dan Singularity Tidak Tepat	8
Gambar 6. Sensor Dispenser Modul	8
Gambar 7. D-Whell Shaft	9
Gambar 8. Slank Tube	9
Gambar 9. Feed Module (Hopper)	9
Gambar 10. Pembuatan Layar Utama	15
Gambar 11. Penginisialisasian Bahasa	16
Gambar 12. Penginisialisasian Warna	16
Gambar 13. Penginisialisasian	16
Gambar 14. Penginisialisasian Durasi dan Logo	17
Gambar 15. Pembuatan Judul Error Display	17
Gambar 16. Pembuatan Error Place 1	17
Gambar 17. Pembuatan Error Place 2	18
Gambar 18. Tampilan Input Kode Error	18
Gambar 19. Tampilan Contoh Aplikasi	18
Gambar 20. Tampilan Penjelasan dalam Bahasa Inggris	19

BAB I

PENDAHULUAN

Dalam operasi penyaluran tenaga listrik sering mengalami gangguan, sehingga kontinuitas pelayanan terganggu, oleh karena itulah perlu dibuat sistem proteksi yang anadal, Salah satu gangguan yang sering terjadi adalah sambaran petir, yang mana sambaran petir ini akan mengakibatkan kenaikan tegangan sistem sehingga kan merusak peralatan, untuk cepat mengisolir gangguan tersebut perlu dipasang suatu peralatan yaitu berupa arrester yang dapat segera mengisolir arus gangguan tersebut dalam waktu yang cepat.

Yang mana arrester merupakan alat pelindung bagi peralatan sistem tenaga listrik yang bekerja membatasi surya tegangan lebih yang datang dan mengalirkannya ketanah. Dimana pada keadaan normal arrester bekerja sebagai isolator^(1,3,4).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Petir

Petir adalah suatu peristiwa alam berupa pelepasan muatan listrik diudara yang dapat terjadi antara pusat-pusat dalam suatu awan dengan tanah. Pelepasan antara muatan-muatan dan pelepasan muatan antara awan dengan tanah disebut sambaran petir ke tanah. Sambaran petir yang lebih besar sering terjadi diwaktu hari sedang hujan. Karena pergeseran dengan udara, sekumpulan awan dapat memperoleh muatan listrik yang sangat kuat sehingga dapat menimbulkan sambaran petir yang besar dari awan yang lain yang muatannya berlawanan. Secara garis besar petir merupakan proses alam yang terjadi diatmosfer pada waktu hujan.



Gambar.2.1 Fenomena Petir

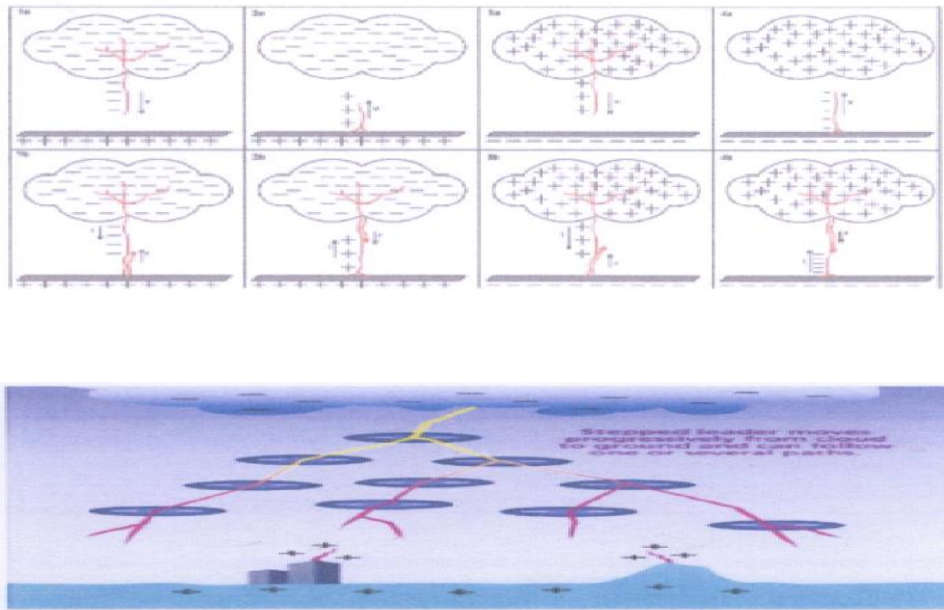
2.2. Mekanisme Terjadinya Petir

Pada keadaan tertentu, dalam lapisan atmosfer bumi terdapat gerakan angin keatas membawa udara lembab. Makin tinggi dari muka bumi, makin rendah tekanan dan suhunya. Uap air mengkondensasi menjadi titik air, dan membentuk awan.

Angin keras yang meniup keatas membawa awan lebih tinggi. Pada ketinggian ± 5 km, membeku menjadi kristal es yang turun lagi karena adanya gravitasi bumi. Karena Tetesan air mengalami pergeseran horizontal maupun vertikal, maka terjadilah pemisahan muatan listrik. Tetesan air yang bermuatan positif biasanya berada dibagian atas, dan yang bermuatan negatif dibagian bawah.

Denagna adanya awan yang bermuatan akan timbul muatan induksi pada muka bumi, hingga timbul medan listrik. Mengingat dimensinya, bumi dianggap rata terhadap awan. Jadi awan dan bumi dapat dianggap sebagai kedua plat kondensator. Jika medan listrik yang terjadi melebihi mean tembus udara, maka akan terjadi pelepasan muatan. Pada saat itulah terjadi petir.

Kondisi ketidak mantapan didalam atmosfer, dapat saja timbul akibat pemisahan tidak seperti diatas. Misalnya muatan yang terjadi berpisah kearah horizontal, yang kemudian menimbulkan pelepasan muatan antara dua awan. Atau pemisahan muatan vertikal tersebut terjadi sebaliknya, sehingga arah discharge muatan atau petir juga terbalik^(2,3,4).



Gambar.2.2. Proses terjadinya petir

2.3. Penangkap Petir Atau Arrester

Sambaran petir pada jaringan hantaran udara merupakan suntikan muatan listrik yang dapat menimbulkan kenaikan tegangan pada jaringan tegangan lebih berbentuk gelombang impuls dan merambat keujung-ujung jaringan seperti ditunjukkan pada gambar (2.3) dibawah ini.



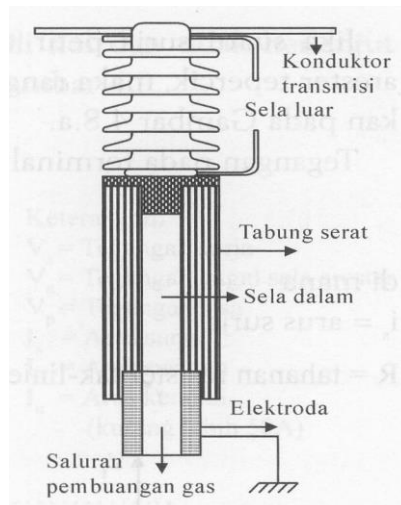
Gambar.2.3. Sambaran Tegangan Surja Petir

Jika tegangan lebih surja petir tiba disuatu gardu maka tegangan lebih tersebut akan merusak isolasi peralatan di gardu induk. Oleh karena itu perlu dibuat alat perlindungan agar tegangan surja yang tiba digardu induk tidak melebihi kekuatan isolasi peralatan gardu. Pada keadaan normal pelindung bekerja sebagai isolator dan pada saat petir mengenai jaringan, maka perlindungan berubah menjadi konduktor untuk mengalirkan muatan surja petir ketanah.

Lighting Arrester(LA) disingkat arrester dan merupakan kunci dalam koordinasi isolasi suatu sistem tenaga listrik. Bila surja datang ke gardu induk arrester bekerja melepaskan muatan listrik serta mengurangu tegangan abnormal yang akan mengenai peralatan dalam gardu induk. Bila terjadi tegangan lebih pada jaringan arrester akan bekerka dengan menalikan arus ketanah^(1,3).

Adapun persyaratan yang harus dipenuhi oleh arrester adalah sebagai berikut:

- a. Tegangan percikan (spark over voltage) dan tegangan pelepasannya (discharge voltage) dan tegangan terminalnya pada waktu pelepasan harus cukup rendah. Sehingga dapat mengamankan isolasi peralatan.
- b. Arrester harus mampu memutuskan arus dinamik dan dapat bekerja terus menerus seperti semula. Batas dari tegangan sistem dimana memutuskan arus semula ini masih mungkin disebut tegangan dasar dari arrester.



Gambar.2.4.Lighting Arrester Jenis Ekspulsi

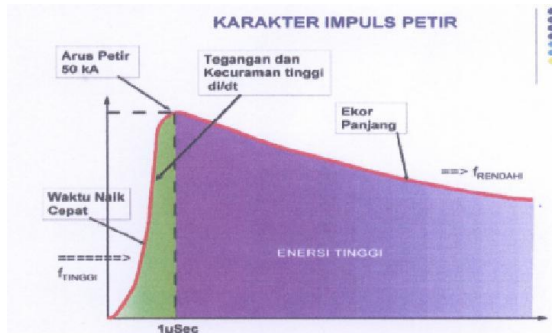
BAB III

METEDOLOGI

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian merupakan langkah-langkah yang ditempuh sebagai bahan kajian pada bab selanjutnya, selain disesuaikan dengan metode penelitian yang akan digunakan, cara-cara pengumpulan data yang harus dipenuhi tujuan penelitian yaitu menganalisa penerapan teori penunjang sebagai pembuktian kebenarannya.

1. Studi literatur Melalui pembahasan dengan literatur yang ada yang berkaitan dengan tema penelitian.
2. Studi Lapangan yaitu dengan mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam proses untuk penelitian, dimana metode ini yang digunakan pada penelitian yang dilakukan, dengan mengumpulkan data, lalu mengklarifikasikannya, mengolah data yang didapat, mendapatkan hasil yang diinginkan, lalu dianalisa dan terakhir dirumuskan untuk diambil kesimpulan.

Langkah-langkah perhitungan penentuan letak arrester:



Formulasi yang digunakan pada penelitian ini adalah :

-Tegangan dasar Arrester , $E_r = \alpha \cdot \beta \cdot V_m$ (1-1)

Dimana : α = Koefisien pembumian

B = Toleransi fluktuasi tegangan

V_m = Tegangan maksimum sistem

- Arus pelepasan, $I_a = \frac{2V - V_a}{Z}$ (1-2)

Dimana : I_a = Arus pelepasan Arrester (KA)

V = Tegangan datang surya

V_a = Tegangan terminal arrester

Z = Impedansi surja pada kawat transmisi (Ohm)

Dengan

$Z = 60 \ln (2.h / r)$ (1-3)

Dimana : h = Tinggi konduktor dari permukaan tanah

r = Jari –jari konduktor

Besarnya harga puncak surja petir yang memasuki transformator dibatasi tegangan flash over dan isolasi konduktor dan probabilitas tembus isolasi dengan harga V yaitu:

$$V = 1,2 \times (\text{tegangan flash over dari impuls isolator})$$

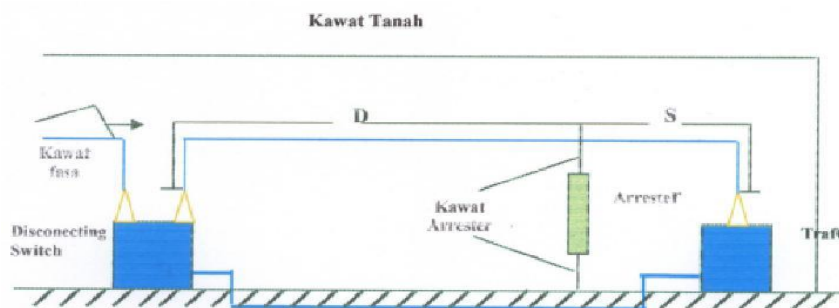
-Penentuan jarak arrester pada peralatan yang dilindungi, ditentukan persamaan:

$$E_p = E_a + \frac{2 \cdot A \cdot S}{V} \dots\dots\dots(1-4)$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data-data pada gardu induk Bungaran.



- Transformator : 70/20 KV
- Made in / Merk : Korea /UNINDO
- Year of Manufaktur : 1991
- Frekuensi : 50 Hz
- Power : 15 MVA
- BIL of Winding :

 - HV : 650 KV
 - HVN : 95 KV
 - LV : 125 KV
 - LVN : 60 KV

Data Arrester

- Buatan : Swedia
- Tahun : 2001

Rating Tegangan : 144 KV
 Arus Pelepasan Nominal : 10 KA
 Tegangan Pelepasan : 460 KV
 Merk / Type : EMP / IMB 75
 No Seri : K456 – 14/15/16

Perhitungan:

Tegangan yang digunakan 70 KV sistem tiga fasa diketanahkan efektif, tegangan yang digunakan sebesar 80 % dari tegangan maksimum. Besarnya tegangan dasar ini dipengaruhi oleh besarnya tegangan fasa ke tanah pada saat terjadi gangguan satu fasa ke tanah. Maka tegangan maksimum fasa ke fasa adalah $V_m = 70 \text{ KV}$ dan $\beta = 110$ sehingga E_t dapat dihitung :

$$\begin{aligned}
 E_t &= \alpha \cdot \beta \cdot V_m \\
 E_t &= 80 \% \cdot 110 \% \cdot 70 \\
 &= 61,6 \text{ KV}.
 \end{aligned}$$

Perhitungan arus pelepasan Nominal Arrester

Dimana $h = 6 \text{ m}$, $r = 25 \times 10^{-3}$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka } Z &= 60 \ln (2 \cdot h / r) \\
 &= 60 \ln (2 \cdot 6 / 25 \cdot 10^{-3}) \\
 &= 370 \text{ ohm}
 \end{aligned}$$

Isolator yang digunakan isolator rantai dengan tegangan 1185 KV sebanyak 13 buah, sehingga tegangannya adalah:

$$\begin{aligned}
 V &= 1,2 \times 1185 \text{ KV} \\
 &= 1422 \text{ KV}
 \end{aligned}$$

maka didapat arus pelepasan arrester adalah :

$$\begin{aligned}
 I_a &= \frac{2V - V_a}{Z} \\
 &= \frac{2(1422) - 460}{370} \\
 &= 5,1 \text{ KA}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian jarak arrester pada sistem 70 KV dapat dihitung sebagai berikut:

$$E_p = E_a + \frac{2 \cdot A \cdot S}{V}$$
$$650 = 460 + \frac{2 \cdot 500 \cdot S}{300}$$
$$S = 57 \text{ m}$$

Jika jarak yang akan dipasang sejauh 5 m maka:

$$E_p = E_a + \frac{2 \cdot A \cdot S}{V}$$
$$= 460 + \frac{2 \cdot 500 \cdot (5)}{300}$$
$$= 476,67 \text{ KV}$$

Jika transformator daya 70 KV tegangan maksimalnya adalah sebesar 650 KV maka selisih yang didapat sebesar (Δ):

$$(\Delta) = 650 \text{ KV} - 476,67 \text{ KV}$$
$$= 173,33 \text{ KV}$$

BAB V

PENUTUP

Dari hasil pembahasan maka kesimpulan yang diperoleh bahwa dengan mendapatkan jarak maksimum 57 m, maka kita dapat meletakkan posisi arrester pada posisi yang diinginkan dengan memperhitungkan berapa besar sisih tegangan yang ada sehingga peralatan dapat terlindungi disini diambil posisi aman 5 meter dengan selisih tegangan sebesar 173,33 KV, dan dengan arus pelepasan arrester dari perhitungan sebesar 5,1 KA maka arrester yang dapat digunakan adalah arrester yang mempunyai arus pelepasan sebesar 10 KA sesuai dengan standar IEC.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hutaeruk, TS, 1989 M E E, Gelombang Berjalan dan Proteksi Surja, ITB, PT. Erlangga
2. Tobing Bonggas L, 2003, Peralatan Tegangan Tinggi, Jakarta, P.T. Gramedia Pustaka Utama.
3. Diesendorf, 1974, Insulation Coordination in Hight Voltage Electric Power System, Butterworths, London.
4. Prof. D.V. Razevig, High Voltage Engineering, Khana Publisher Delhi.
5. IEEE Standard 80/1976,IEEEGUIDE FOR Safety in Substation Grounding, N.Y, 1976.

6. M. Titarenko, I. Naskov-Dukelsky, Protective Relaying in Electric Power Systems, Foreign Language Publishing House, Moscow