

PENGARUH COUNTERPOISE TERHADAP SAMBARAN PETIR YANG MENYEBABKAN BACK-FLASHOVER MENGGUNAKAN MATLAB r2016a PADA SUTT 150 KV KOTO PANJANG-GARUDA SAKTI

Yosefa Riani¹, Suwitno²

^{1,2}Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Dosen Program Studi Teknik Elektro
Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293
Email: yosefa.riani@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Indonesia is a country in a tropical climate where the number of high lightning days per year is high. Transmission lines are one of the systems often affected by lightning disturbances directly or indirectly by lightning stroke. In this paper to minimize the occurrence of these disturbances, a lightning strike protection system is needed by using one or two grounding wires installed above the phase wire, this ground wire is grounded through the tower body by using a counterpoise grounded a few meters below the tower footing. Then, the simulation is running using the MATLAB r2016a Syntax to reduce the cross-arm voltage then minimize the back-flashover by increasing the size of the grounding electrode. The simulation result shows that the value of crossarm voltage is 2056,1 kV with a resistance value is 9,8 Ohm causes back-flashover. Then the electrode size was added so that the resistance value changed to 5.32 Ohm and the crossarm voltage value decreased by 1323.4 kV so that back-flashover could be minimized.

Keywords: Direct Stroke, Counterpoise, Back-flashover

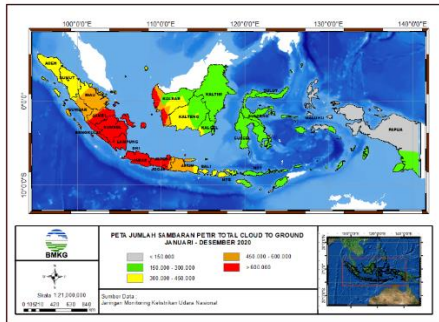
I. Pendahuluan

Indonesia berada pada iklim tropis dimana memiliki hari guruh pertahunnya yang tinggi yaitu sekitar 180-260 guruh pertahunnya. Maka demikian potensi sambaran petir pada bangunan di Indonesia memiliki probabilitas yang tinggi, terutama pada saluran transmisi. Petir dapat dikatakan sebagai fenomena yang tidak dapat diprediksi terjadinya. Sambaran petir memiliki dua jenis sambaran yaitu sambaran secara langsung dan sambaran secara tidak langsung. Jumlah hari guruh pertahunnya dapat dipresentasikan didalam Isokeraunik Level (IKL). (Warmi & Michishita, 2017)

Saluran transmisi adalah salah satu sistem yang sering terkena sambaran petir dikarenakan objek dari menara yang tinggi serta iklim dari penempatan menara transmisi tersebut. Oleh karena itu diperlukan kawat tanah yang dipasang diatas kawat fasa dan diketanahkan melalui badan menara dengan memakai tahanan yang ditanam di bawah kaki menara. Maka dengan demikian dapat mengatasi kemungkinan terjadinya loncatan api yang disebabkan oleh sambaran petir.

Salah satu faktor terjadinya loncatan balik/*back-flashover* oleh sambaran petir secara langsung pada puncak menara disebabkan oleh besarnya nilai tahanan tanah menara sehingga arus gangguan tidak dapat ditanahkan. Maka diperlukan cara untuk menurunkan nilai tahanan tanah dengan menambahkan ukuran batang elektroda sehingga dapat menurunkan tegangan lengan menara (*crossarm*) yang mengakibatkan *back-flashover*.

(Sirad et al., 2018) menjelaskan bahwa terjadinya *back-flashover* dapat dioptimalkan dengan penurunan nilai resistansi tanah. Hasilnya, terdapat perubahan nilai resistansi tanah disetiap penambahan batang tembaga. Pada penelitiannya, sebelum ditambah batang tembaga, tegangan *back-flashover* sebesar 1042,31 kV dengan nilai resistansi sebesar 5,4 Ohm. Kemudian batang tembaga divariasikan dan nilai resistansi menurun. Sehingga nilai *back-flashover* turun menjadi 70 kV.



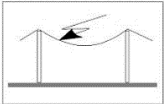
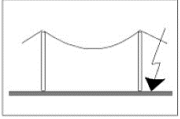
Gambar 1. Isokeraunik Level

Isokeraunik level ini menunjukkan nilai fenomena sambaran petir pertahun pada suatu daerah. Untuk daerah Riau berada pada zona oren artinya total sambaran petir pertahunnya dinilai tinggi. ((PLN Persero, 2010)

IEC 62305-1

Menurut IEC(62305-1, n.d.) efek dari sambaran petir dapat menyebabkan kerusakan struktur bahkan terdapat kerugian yang berdampak pada penghuni dan isinya termasuk kegagalan sistem internal. Kerusakan struktur dapat dilihat di dalam Tabel 1 berikut:

Table 1. Kerusakan dan kerugian yang terjadi akibat sambaran petir langsung

Titik sambaran	Sumber kerusakan	Jenis kerusakan	Jenis kerugian
Saluran yang terhubung ke struktur 	S3	D1	L1, L4 ^a
		D2	L1, L2, L3, L4
		D3	L1 ^b , L2, L4
Di sekitar saluran 	S4	D3	L1 ^b , L2, L4
a : dapat membahayakan hewan b : hanya untuk resiko ledakan dimana kegagalan sistem internal dapat membahayakan nyawa manusia			

Grounding

Fungsi *grounding* adalah untuk membatasi tegangan yang ada antara peralatan dengan peralatan, peralatan dengan tanah, dan meratakan

gradien tegangan yang terjadi pada permukaan tanah akibat arus gangguan yang mengalir ke dalam tanah.

Ketika menggunakan *grounding* jenis counterpoise, resistansi kaki menara dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$R = \sqrt{r\rho} \coth (L \sqrt{r/\rho}) \text{ Ohm} \quad (1)$$

dimana:

r = tahanan kawat tanah (Ohm/meter)

ρ = tahanan jenis tanah (Ohm-meter)

L = panjang elektroda (meter)

II. Metodologi

Perangkat keras yang digunakan ialah laptop Acer Aspire 5 dengan spesifikasi :

Sistem Operasi : Windows 11

RAM : 4 GB

Processor : Intel® Core™ i3-1005G1
CPU @ 1.20GHz 1.19 GHz

Software : MATLAB r2016a

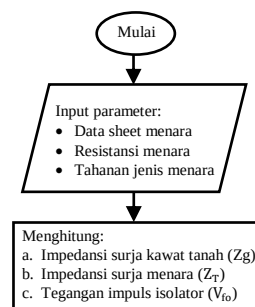
Parameter Simulasi

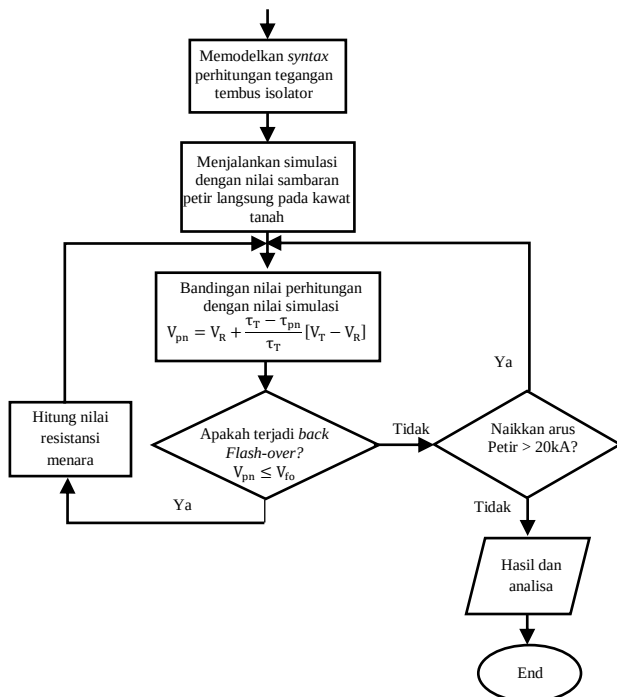
Pada jurnal ini parameter yang digunakan berdasarkan gangguan yang terjadi di salah satu menara SUTT 150kV Koto Panjang-Garuda Sakti di bulan April 2021 yang tersaji pada Tabel 2 berikut,

Table 2. Parameter Simulasi Terjadinya Gangguan

Nama	Keterangan
No. Tower	189
Arus Sambaran	28 kA
Resistansi	9,8 Ohm
Tinggi Menara	33,3 m

Simulasi Kenaikan Nilai Resistansi Menara





Gambar 2. Diagram alir nilai tegangan tembus

Pada gambar 2, penelitian ini melakukan perhitungan nilai tegangan lengan untuk mengetahui tegangan tembus isolator terjadinya *back-flashover*.

III. Hasil dan Pembahasan

Kemudian simulasi dijalankan sehingga hasil yang didapatkan dalam simulasi yaitu nilai tegangan *crossarm*, nilai ukuran penambahan elektroda counterpoise, nilai perbaikan tegangan *crossarm*.

Nilai Tegangan Lengan (Crossarm)

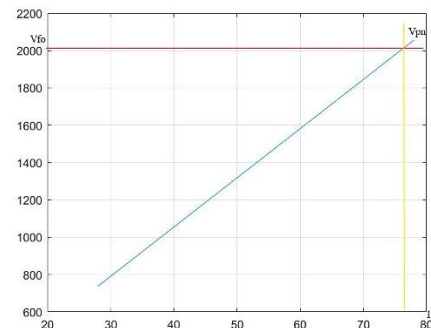
Tabel 3 menunjukkan hasil simulasi nilai tegangan lengan yang melewati batas tegangan tembus isolator (V_{fo}).

Tabel 3. Hasil simulasi perubahan arus sambaran menggunakan simulasi Syntax MATLAB

Arus Sambaran (kA)	Tegangan Crossarm (kV)	Nilai Resistansi (Ohm)	Tegangan Lompatan Api (kV)
28	738,1	9,8	1644,34
53	1397,1	9,8	
78	2056,1	9,8	

Berdasarkan Table 3 dapat kita lihat bahwa pada sambaran 78 kA terjadi *back-flashover* dengan

tegangan lengan menara (*crossarm*) sebesar 2056,1 kV melebihi tegangan lompatan api sebesar 1644,34 kV. Hal ini dikarenakan resistansi pentanahan yang tinggi yaitu sebesar 9,8 Ω .



Gambar 3. Grafik perpotongan tegangan lengan (*crossarm*) dengan tegangan lompatan api

Perbaikan Nilai Pentanahan

Untuk menurunkan tegangan lengan (*crossarm*) yang menyebabkan *back-flashover* maka ditambahkan ukuran elektroda agar nilai pentanahan dapat menurun seperti pada persamaan (1). Dimana perhitungan nilai resistansinya merujuk pada parameter pengukuran GI Koto Panjang-Garuda Sakti berikut:

Panjang elektroda (L) = 20 meter
 Tahanan kawat tanah = 0,05 Ohm/meter
 Tahanan jenis tanah (ρ) = 100 Ohm-meter

$$R = \sqrt{r\rho} \coth(L\sqrt{r/\rho}) \text{ Ohm}$$

$$R = \sqrt{0,05 \times 100} \coth(20\sqrt{0,05/100}) \text{ Ohm}$$

$$R = 5,32 \Omega$$

Tabel 4. Nilai resistansi setelah penambahan ukuran elektroda

Panjang Elektroda (m)	Resistansi (Ohm)
10	10,16
15	6,9
20	5,32

Pada Tabel 4 setelah ditambahkan ukuran elektroda ditambahkan, maka ukuran yang didapatkan ukuran elektroda sepanjang 20 m dengan nilai resistansi sebesar 5,32 Ohm.

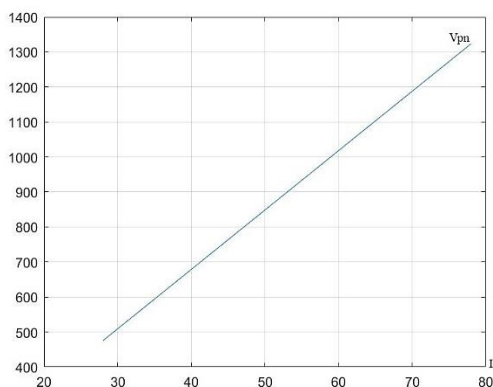
Perbaikan Nilai Resistansi Menara

Setelah ukuran elektroda ditambahkan kemudian simulasi dijalankan kembali maka didapatkan hasil tegangan lengan (*crossarm*) pada Tabel 5 berikut,

Tabel 5. Hasil simulasi tegangan lengan menara (*crossarm*) setelah penambahan ukuran elektroda

Arus Sambaran (kA)	Tegangan Crossarm (kV)	Tegangan Lompatan Api (kV)
28	475,1	1644,34
53	899,2	
78	1323,4	

Dari hasil perbaikan pada Tabel 5 disimpulkan bahwa nilai tegangan lengan (*crossarm*) dapat diturunkan sehingga dapat meminimalisir terjadinya *back-flashover*.



Gambar 4. Grafik perubahan nilai tegangan lengan (*crossarm*)

Grafik pada Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai tegangan lengan (*crossarm*) sama sekali tidak menyentuh nilai tegangan lompatan api yang artinya tidak terjadi *back-flashover* pada nilai pentanahan sebesar 5,32 Ω dengan nilai sambaran 78 kA.

Tabel 6. Hasil nilai tegangan puncak menara dengan tegangan lengan (*crossarm*) sebelum dan sesudah nilai resistansi diubah

Ket.	Kondisi Resistansi Awal (9,8 Ohm)	Kondisi Resistansi Diubah (5,32 Ohm)

Tegangan Menara (kV)	2188,1	1420
Tegangan Lengan (kV)	2056,1	1323,4

IV. Kesimpulan

Hasil simulasi menunjukkan nilai sambaran 78 kA dapat menyebabkan nilai tegangan lengan (*crossarm*) melonjak sehingga terjadi *back-flashover* yaitu sebesar 2056,1 kV dengan nilai resistansi awal 9,8 Ω . Kemudian dilakukan penambahan ukuran elektroda sehingga nilai resistansi berubah menjadi 5,32 Ω dan nilai tegangan lengan menara (*crossarm*) menurun sebesar 1323,4 kV sehingga terjadinya *back-flashover* dapat diminimalisir.

Daftar Pustaka

- 62305-1, IEC. (2011). *BS-EN-62305-1-2011-Protection-against-lightning-Part-1-General-principles.pdf*.
- PLN Persero. (2010). *Grounding Sistem*. 1–21.
- Sirad, M. A. H., Rais, M., Djalal, M. R., & Putri, A. N. (2018). Optimization of grounding resistance to minimize transient currents at 150 kV SULSELBAR system. 2018 *International Conference on Information and Communications Technology, ICOIACT 2018, 2018-Janua(March)*, 572–578. <https://doi.org/10.1109/ICOIACT.2018.8350685>
- Warmi, Y., & Michishita, K. (2017). *Improvement of Lightning Protection Design of 150kV Transmission Lines in West Sumatra in Indonesia*.