SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK III - Surabaya, 11 Maret 2023
Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2023.4138

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Analisa Sistem Proteksi Petir Pada Jaringan Transmisi 70-30 Kv Gi Dolopo - Golang

Fatkur Rohman, Trisna Wati

Institu Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: Frohman871@gmail.com

ABSTRACT

Based on the IEEE standard used in this study, the data is quite large in terms of disturbances from lightning strikes. Therefore, the potential disturbance caused by lightning is in dire need of attention. Calculations were carried out using the Anderson method as an IEEE standard. The results of the analysis and calculations carried out using the MATLAB m-file indicated that the SFFOR values in the transmission network for the 150 Kv GI from Ngimbang to Mliwang conductors in 2018-2020 for the number of plates 7-9 were 10,264, 50,975, and 50,975 disturbances/100km/year. These values were still relatively high compared to the IEEE standard of 0.05 disturbances/100km/year. Consequently, the protection system of GI 150 KvNgimbang-Mliwang must be evaluated for the sake of isolator plate improvement. The values of SFFOR and BFOR must be reduced because the greater the number of isolator discs, the greater the optimal lightning impulse voltage capability that the isolator disc can withstand. The number of discs 7 to 9 could only be applied to GI 70 kV Dolopo-Golang 1 and GI 70 kV Dolopo-Golang 2 because two of the flashover values from the three available years (2018-2020) had values less than or equal to 0.05.

Keywords: *lightning performance, critical flash over, shielding failure flash over.*

ABSTRAK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika (SNESTIK) adalah diseminasi Pada jaringan transmisi 70-30 kv Dolopo-golang data gangguan akibat surja petir yang penulis dapat

terbilang cukup tinggi, Yaitu mencapai 642/tahun. Tentunya berdasarkan dari standar IEEE yang merupakan standar yang digunakan dalam penelitian ini data tersebut terbilang cukup besar dari gangguan akan sambaran petir. oleh karena itu potensi gangguan yang disebabkan petir sangat membutuhkan perhatian. Perhitungan dilakukan dengan metode anderson yang digunakan sebagai standar IEEE. Dari hasil analisa dan perhitungan yang dilakukan menggunakan MATLAB m-file diperoleh nilai SFFOR pada jaringan transmisi untuk GI 150 Kv ngimbang menuju penghantar mliwang pada tahun 2018-2020 untuk jumlah piringan 7-9 didapatkan nilai SFFOR 10.264, 50.975, dan 50.975 gangguan/100km/tahun yang mana nilai tersebut masih terbilang tinggi jika dibandingkan dengan standar IEEE yaitu 0,05 gangguan/100km/tahun oleh karena itu untuk GI 150 Kv ngimbang-mliwang dilakukan evaluasi sistem proteksi untuk penambahan jumlah piringan isolator. Agar nilai SFFOR dan BFOR dapat diperkecil, karena Semakin banyak jumlah piringan isolator maka semakin besar kemampuan tegangan optimal impuls petir yang mampu ditahan oleh piringan isolator.Jumlah piringan 7 hingga 9 hanya dapat diaplikasikan untuk GI 70 kV Dolopo - Golang 1 dan GI 70 kV Dolopo - Golang 2 karena dua nilai FLASHOVER dari tiga tahun yang tersedia (2018-2020) memiliki nilai kurang dari sama dengan 0.05.
Kata kunci: lightning performance, critical flash over, shielding failure flash over.

PENDAHULUAN

Sambaran petir merupakan ancaman yang serius bagi sistem tenaga pada jaringan transmisi. Sambaran petir sendiri merupakan penyebab utama gangguan listrik baik sambaran langsung maupun tidak langsungdapat memicu terganggunya jaringan listrik terutama pada sistem jaringan transmisi, tentunya hal ini mengakibatkan terganggunya pengiriman daya ke konsumen dan mengakibatkan kerugian daya yang sangat besar[1]. mengingat bahwa data gangguan akan sambaran petir untuk GI Dolopo-Golang mencapai 642/tahun. Tentunya berdasarkan dari standar IEEE yang merupakan standar yang digunakan dalam penelitian ini data tersebut terbilang cukup besar dari gangguan akan sambaran petir. Hal ini dikarenakan indonesia sendiri terletak disekitar garis kathulistiwa dengan iklim tropis yang memiliki hari guruh pertahun yang cukup tinggi, oleh karena itu potensi gangguan yang disebabkan petir sangat membutuhkan perhatian[3].

Meninjau dari pentingnya sistem proteksi petir pada jaringan listrik terutama pada jaringan saluran transmisi 70-30 kv Dolopo-Golang data gangguan akibat surja petir yang penulis dapat terbilang cukup tinggi. dari data yang ada menunjukkan bahwa tingginya potensi gangguan akan sambaran petir, oleh karna itu perlunya dilakukan pembaruan dan dilakukan analisa perhitungan terhadap jumlah piringan isolator, apakah jumlah piringan isolator berpengaruh akan sistem proteksi pada jaringan transmisi. Karna sampai saat ini belum ada sistem proteksi petir yang sesuai yang dapat digunakan pada daerah yang memiliki iklim tropis yang merupakan standar baku dari PT.PLN.

Oleh sebab itu dalam penelitian ini guna mendapatkan sistem proteksi yang lebih baik pada jaringan transmisi 70-30 kv Gi Dolopo-Golang dilakukan analisa dan perhitungan pada jumlah piringan isolator dengan MATLAB agar hasil perhitungan akurat dan digunakan untuk mengevaluasi lighting performance dengan tepat. Perhitungan dilakukan dengan metode anderson yang digunakan sebagai standar IEEE[3].

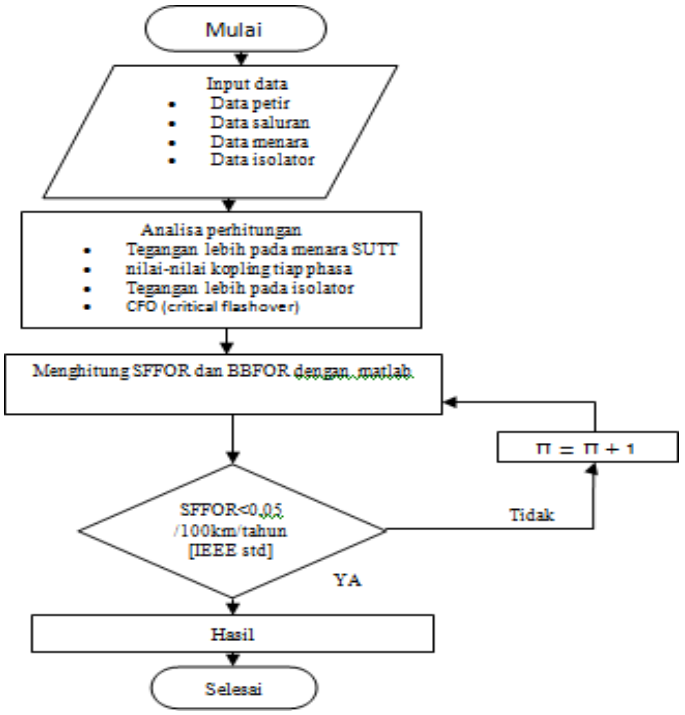
METODE

Penentuan Lokasi

Pada tahapan penentuan lokasi, yang dimana pada tahap ini dicari titik atau daerah pada UPT PLN MADIUN yang memiliki potensi akan gangguan dari sambaran petir terbanyak dengan melakukan analisa dan perbandingan data gangguan dari tiap-tiap GI, yang telah didapatkan dari pihak UPT PLN MADIUN secara daring.

Diagram Alir

Terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan sebelum benar-benar melakukan Analisa, Gambar 1 adalah tahapan didalam diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Alir Analisa Perhitungan dengan Matlab

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perhitungan Faktor Kopling Tiap-Tiap Phasa

Langkah pertama dalam menghitung tegangan lebih menara SUTT adalah dengan menghitung faktor kopling tiap-tiap phasa pada menara.

Berikut ini adalah hasil perhitungan faktor kopling tiap-tiap phasa.

$$C_o = \frac{\sqrt{(b_1.b_2)/(a_1.a_2)}}{\left(2.h_g/\sqrt{d.r}\right)}$$

$$C_o = \frac{\sqrt{(326{,}21.298{,}42)/(300{,}21.253{,}11)}}{\left(2.40/\sqrt{23{,}55.11{,}55}\right)}$$

$$C_o = 0.23286$$

Tabel 1. Perhitungan Faktor Kopling (K)

Fasa	Faktor kopling (K)
RR	0.2328

SS	0.2328
TT	0.2328

Hasil Perhitungan Tegangan Lebih Menara SUTT

Menghitung tegangan lebih pada menara SUTT menggunakan persamaan 2.6 yang digunakan dalam menghitung tegangan lebih pada menara. Dari perhitungan yang dilakukan didapatkan tegangan lebih menara SUTT adalah 174,806 kv, lebih rendah dari tegangan *CFO* untuk piringan 8-12. maka dapat diartikan bahwa sambaran langsung pada menara SUTT 70-150 kv dapat ditahan oleh isolator piringan 8-12.

Menghitung *critical flashover* (CFO)

Kemudian dilakuakan perhitungan dalam menghitung nilai *critical flash over* (CFO) guna menentukan jumlah piringan isolator yang akan dipasang semakin banyak jumlah piringan isolator maka akan semakin besar pula tegangan implus yang dapat ditahan.persamaan yang digunakan 2.9. *CFO* memiliki kapasitas piringan isolator yang berbeda-beda. Semakin banyak jumlah piringan isolator maka tegangan optimal impuls petir yang mampu ditahan oleh piringan isolator semakin besar.

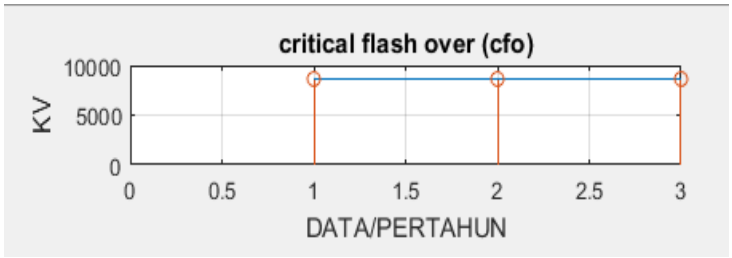
Untuk Jumlah Piringan 7

CFO untuk jumlah piringan 7, spacing isolator 150 kV = 1500 mm dan *time to breakdown* = 2s, sehingga:

$$\text{CFO} = 7.1500\ (0.4 + \frac{0.71}{2^{0.75}})$$

$$CFO = 10500\ (\frac{2}{5} + \frac{71}{100.2^{\frac{3}{4}}})$$

$$CFO = 4200 + \frac{7455\sqrt[4]{2}}{2}$$



Gambar 2. *CFO* untuk jumlah piringan = 7

Dengan jumlah spacing adalah 1500 mm untuk GI 150 kV, spacing 170mm untuk GI 70 kV dan *time to breakdown* 2us, tegangan impuls yang mampu ditahan adalah 8632.76 kV untuk GI Ngimbang – Mliwang 1. Sedangkan untuk GI selain Ngimbang Mliwang adalah 978.38 kV.

Hasil Perhitungan *Shielding Failure Flashover* (SFFOR) Masing-masing Penghantar Di GI 150 kV Ngimbang – Mliwang 1.

Perhitungan nilai sffor untuk GI ngimbang-mliwang 1 untuk gardu induk 150kV Ngimbang menuju penghantar 150 kV Mliwang pada tahun 2018, untuk jumlah piringan = 7, probabilitas peralihan *flashover* = 0,4575, probabilitas kejadian arus puncak maksimum = 0.4487, lebar daerah yang tak terlindungi = 200, kerapatan sambaran ke tanah =$SFFOR$ = 0,5. 04575. 0.4487. 200. 0,1. 5

$SFFOR$ = 10.264 gangguan/100km/tahun. tahun 2019 sebagai berikut:

$SFFOR$ = 0,5 . 1.0195. 1 . 200.0,1 . 5

$SFFOR$ = 50.975 gangguan/100km/tahun. Dan untuk tahun 2020 sebagai berikut:

$SFFOR$ = 0,5 . 1.0111 . 0.991717 . 200 . 0,1 . 5

$SFFOR$ = 50.136 gangguan/100km/tahun.

Tabel 2 *SFFOR* GI 150 kV Ngimbang – Mliwang 1

Jumlah Piringan	2018	2019	2020
7	10.26	50.97	50.13
8	10.26	50.97	50.13
9	10.26	50.97	50.13
10	10.26	50.97	50.13
11	10.26	50.97	50.13
12	10.26	50.97	50.13

Nilai SFFOR baik pada tahun 2018 hingga 2020 lebih dari 0.05 (tidak sesuai dengan standar IEEE 1243-1997) sehingga jumlah piringan 7, 8 dan 9 **tidak dapat digunakan** untuk GI 150 kV Ngimbang – Mliwang 1.

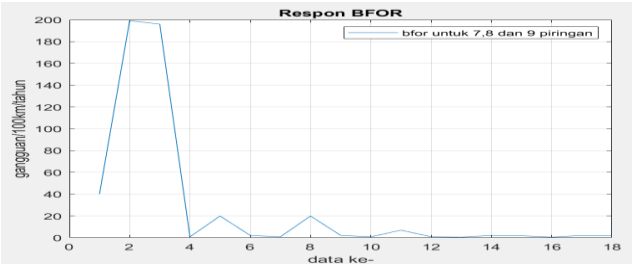
Hasil Perhitungan *Back Flash Over rate* (BFOR) Di GI 150 kv ngimbang-mliwang

Berikut adalah persamaan BFOR yang digunakan pada penelitian ini:

$BFOR$ = 0,6. NL. $P(I)$

Dengan NL yaitu sambaran yang mungkin mengenai struktur pada tahun 2018, untuk jumlah piringan = 7 pada GI 150 KV ngimbang - mliwang adalah 298 sambaran/100km/tahun, dengan P(I) probabilitas kejadian arus petir kritis yaitu 0.224 sehingga:

$BFOR$ = 40.05 gangguan/100km/tahun. Pada tahun 2019 niali $BFOR$ = 199.2 gangguan/100km/ tahun dan untuk tahun 2020 nilai $BFOR$ = 196.03 gangguan/100km/tahun.



Gambar 3. BFOR untuk keseluruhan jumlah piringan

Nilai BFOR berkorelasi dengan data sambaran yang mengenai struktur serta probabilitas arus petir kritis. Nilai BFOR terbesar terdapat pada data ke – 2 yaitu GI 150 KV Ngimbang – Mliwang pada tahun 2019 sebesar 199 gangguan/100km/tahun.

KESIMPULAN

Dengan metode anderson menggunakan MATLAB diperoleh nilai SFFOR untuk GI 150 kV Ngimbang-Mliwang dari tahun 2018-2020 untuk jumlah piringan 7-9 didapatkan nilai untuk SFFOR 10.264, 50.975, 50.975 gangguan/100km/tahun yang mana nilai tersebut lebih tinggi dari standar IEEE yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 0,05 gangguan/100km/tahun oleh karena itu dilakukan evaluasi untuk penambahan isolator pada GI 150 Kv ngimbang-mliwang. Semakin banyak jumlah piringan isolator maka semakin besar kemampuan tegangan optimal impuls petir yang mampu ditahan oleh piringan isolator.Jumlah piringan 7 hingga 9 hanya dapat diaplikasikan untuk GI 70 kV Dolopo - Golang 1 dan GI 70 kV Dolopo - Golang 2 karena dua nilai FLASHOVER dari tiga tahun yang tersedia (2018-2020) memiliki nilai kurang dari sama dengan 0.05. Parameter spacing menjadi salah satu parameter utama yang perlu diperhatikan dalam perencanaan penambahan piringan isolator.

DAFTAR PUSTAKA

[1] [1] P. F. Satria, “Analisis Evaluasi Sistem Proteksi Petir (Lightning Performance) Pada Jaringan Transmisi70 Kv Gardu Induk Sukorejo – Gardu Induk Bangil Analisis Evaluasi Sistem Proteksi Petir (Lightning Performance) Pada Jaringan Transmisi 70 Kv Gardu Induk Sukorejo,” Vol. 9, 2018.

[2] A. Said, “Analysis of 500 kV OHTL polluted insulator string behavior during lightning strokes,” *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 95, pp. 405–416, 2018, doi: 10.1016/j.ijepes.2017.09.010.

[3] T. Muliani, N. M. Seniari, and A. B. Muljono, “Analisa Sistem Proteksi Petir (Lightning Performance) Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV,” *Dielektrika*, vol. 4, no. 2, pp. 85–92, 2017.

[4] A. R. Silva, A. Piantini, D. A. da Silva, and M. Shigihara, “A method for the evaluation of the behavior of a 15 kV insulator under bipolar oscillating impulse voltages,” *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 109, no. August 2018, pp. 307–313, 2019, doi: 10.1016/j.ijepes.2019.02.008.

[5] R. Hariadi and F. Murdiya, “Analysis of Lightning Performance on 345 kV Transmission Lines Using Python Programming,” vol. 3, no. 3, pp. 65–76, 2020.

[6] M. Asadpourahmadchali, M. Niasati, and Y. Alinejad-Beromi, “Improving tower

grounding vs. insulation level to obtain the desired back-flashover rate for HV transmission lines," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 123, no. May, p. 106171, 2020, doi: 10.1016/j.ijepes.2020.106171.

[7] U. Ahmed and M. A. Saqib, "Prospect of voltage uprating of a conservatively designed EHV transmission line," *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 182, no. September 2019, p. 106203, 2020, doi: 10.1016/j.epsr.2020.106203.

[8] A. Said, "Analysis of 500 kV OHTL polluted insulator string behavior during lightning strokes," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 95, pp. 405–416, 2018, doi: 10.1016/j.ijepes.2017.09.010.

[9] J. Internasional and T. Listrik, "Analisis Performa Petir pada Jalur Transmisi 345 kV Menggunakan Pemrograman Python," vol. 3, no. 3, pp. 65–76, 2020.

[10] A. Gangguan *et al.*, "Uin suska riau," 2021.

[11] M. Asadpourahmadchali, M. Niasati, and Y. Alinejad-Beromi, "Improving tower grounding vs. insulation level to obtain the desired back-flashover rate for HV transmission lines," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 123, no. September 2019, 2020, doi: 10.1016/j.ijepes.2020.106171.

[12] X. Qiao, Z. Zhang, R. Sundararajan, X. Jiang, J. Hu, and Z. Fang, "The failure arc paths of the novel device combining an arrester and an insulator under different pollution levels," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 125, no. October 2020, p. 106549, 2021, doi: 10.1016/j.ijepes.2020.106549.

[13] X. Qiao, Z. Zhang, R. Sundararajan, X. Jiang, J. Hu, and Z. Fang, "The failure arc paths of the novel device combining an arrester and an insulator under different pollution levels," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 125, no. September 2020, 2021, doi: 10.1016/j.ijepes.2020.106549.

[14] A. R. Silva, A. Piantini, D. A. da Silva, and M. Shigihara, "A method for the evaluation of the behavior of a 15 kV insulator under bipolar oscillating impulse voltages," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 109, pp. 307–313, 2019, doi: 10.1016/j.ijepes.2019.02.008.

[15] N. Fath, E. P. Laksana, and B. Aceh, "Jurnal Rekayasa Elektrika," vol. 14, no. 36, 2018, doi: 10.17529/jre.v14i3.12150.