Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik
Vol. 1 No. 6 Desember 2023
e-ISSN: 3031-3481, p-ISSN: 3031-5026, Hal 58-64
DOI: https://doi.org/10.61132/venus.v1i6.218

Pemodelan Tegangan Lebih Disebabkan Sambaran Petir Menggunakan Arrester IEEE Dengan Aplikasi ATP-EMTP Pada Studi Kasus Di Nias

Mutiara S. Simanjuntak
Akademi Manajemen Informatika dan Komputer Universal

Aprima Anugerah Matondang
Akademi Manajemen Informatika dan Komputer Universal

Juanto Simangunsong
Akademi Manajemen Informatika dan Komputer Universal

Address : Jl. Setia Budi No. 20D Tanjung Sari Medan
Corresponding author : mutiarasarahwaty16@gmail.com

Abstract. *Lightning has always been a dangerous threat to the equipment of electric power systems consisting of: power plants, substations, transmission lines and distribution lines. Generally, overhead high-voltage transmission lines are exposed to lightning strikes. Therefore, the degree of protection against lightning is determined based on the degree of insulation of the equipment. To prevent damage to equipment due to lightning strikes, arresters are used. In this study, three arrester models were used as comparisons, namely. IEEE arrester model. The system was simulated using Alternative Transients Program (ATP) software. The results showed that the lightning rod was declared successful in protecting the transmission system, where the three lightning rods had a Margin Protection (MP) of arresters that reached 28%. In the simulation, it is known that the IEEE arrester successfully cut off the lightning current in the transmission system so that the transient overvoltage recorded on the transformer does not exceed the Basic Insulation Level ((BIL) trafo.*

Keywords: *ATP, IEEE, BIL, MP*

Abstrak. Petir selalu menjadi ancaman berbahaya bagi peralatan sistem tenaga listrik yang terdiri dari: pembangkit listrik, gardu induk, jalur transmisi dan jalur distribusi. Umumnya saluran transmisi tegangan tinggi di atas kepala terkena sambaran petir. Oleh karena itu tingkat proteksi terhadap petir ditentukan berdasarkan tingkat isolasi peralatan. Untuk mencegah rusaknya peralatan akibat sambaran petir maka digunakanlah arester. Dalam penelitian ini digunakan tiga model arester sebagai pembanding yaitu. Model arester IEEE. Sistem disimulasikan dengan menggunakan software Alternative Transients Program (ATP). Hasilnya menunjukkan bahwa penangkal petir dinyatakan berhasil melindungi sistem transmisi, dimana ketiga penangkal petir tersebut mempunyai Margin Protection (MP) arester yang mencapai 28%. Pada simulasi diketahui bahwa arester IEEE berhasil memutus arus petir pada sistem transmisi sehingga tegangan lebih transien yang tercatat pada trafo tidak melebihi nilai Basic Insulation Level (BIL) trafo.

Kata kunci: ATP, IEEE, BIL, MP

PENDAHULUAN

Petir selalu menjadi ancaman berbahaya terhadap peralatan tenaga listrik seperti: pembangkit listrik, gardu induk, saluran transmisi dan saluran distribusi hingga ke konsumen. Sambaran petir sangat mungkin menimbulkan kerusakan isolasi, oleh Karen itu tingkat isolasi saluran dan peralatan ditentukan berdasarkan kerusakan isolasi. Sebagian besar saluran transmisi udara dapat dilindungi dari sambaran petir langsung dengan satu atau beberapa kabel pelindung yang terletak di atas konduktor fasa. Kabel pelindung ini disebut kabel *ground*, yang dihubungkan dari *ground* menara transmisi untuk menopang saluran tersebut

Received Oktober 25, 2023; Accepted November 28, 2023; Published Desember 31, 2023
* Mutiara S. Simanjuntak, mutiarasarahwaty16@gmail.com

[1]. Untuk mencegah kerusakan digunkanlah arrester. Arrester merupakan pelindung terhadap tegangan lebih yang disebabkan oleh sambaran petir maupun surja hubung sambungan. Dalam keadaan normal, arrester berfungsi sebagai isolator, namun saat tersambar petir, akan bertindak sebagai penghantar yang resistansinya relatif rendah sehingga dapat menghantarkan arus listrik ke tanah. Ketika sudah selesai bertugas, maka arrester harus segera dijadikan isolator agar pemutus arus tidak sempat terbuka.[1], [2]

Kompleksitas uji coba ini membuat peneliti membuat simulasi dalam bentuk *software* untuk memudahkan analisis tegangan transien, yaitu dengan software ATP-EMTP

Software ATP-EMTP juga merupakan perangkat lunak komputer terintegrasi yang dirancang khusus untuk menyelesaikan permasalahan transien pada sistem tenaga listrik, baik untuk rangkaian terpusat, rangkaian terdistribusi maupun kombinasi kedua rangkaian tersebut karena program ini khusus memberikan pemodelan untuk generator, pemutus arus, trafo. , sumber gelombang petir dan pemodelan berbagai jenis saluran transmisi [3]. Software EMTP juga merupakan perangkat lunak komputer terintegrasi yang dirancang khusus untuk menyelesaikan masalah transien pada sistem tenaga listrik, untuk rangkaian terpusat, rangkaian terdistribusi atau kombinasi kedua rangkaian tersebut karena program ini khusus memberikan pemodelan untuk generator, pemutus arus, trafo, penangkal petir. sumber lonjakan dan pemodelan berbagai jenis saluran transmisi [4].

Terkait dengan proyek ini, ditemukan bahwa Kepulauan Nias memiliki ciri geografis seperti laut dan pegunungan yang mempengaruhi perubahan cuaca ekstrim secara tiba-tiba yang menyebabkan banyak gangguan petir. Penelitian ini melakukan simulasi tegangan lebih transien akibat sambaran petir langsung dan tidak langsung pada gardu induk tegangan tinggi untuk proteksi trafo yang disimulasikan menggunakan software ATP/EMTP dengan studi kasus pada Saluran Udara Tegangan Tinggi Gunung Sitoli 70 kV PLN Gunung Sitoli – Teluk Dalam

METODE PENELITIAN

Bagian ini memuat rancangan penelitian meliputi disain penelitian, populasi/ sampel penelitian, teknik dan instrumen pengumpulan data, alat analisis data, dan model penelitian yang digunakan. Metode yang sudah umum tidak perlu dituliskan secara rinci, tetapi cukup merujuk ke referensi acuan (misalnya: rumus uji-F, uji-t, dll). Pengujian validitas dan reliabilitas instrumen penelitian tidak perlu dituliskan secara rinci, tetapi cukup dengan mengungkapkan hasil pengujian dan interpretasinya. Keterangan simbol pada model dituliskan dalam kalimat.

PEMBAHASAN

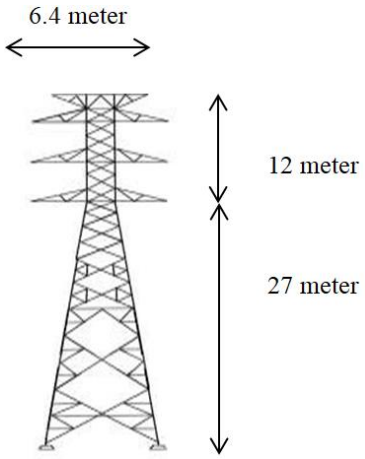
Pemodelan saluran transmisi menggunakan ETMP diselidiki oleh J. A Martinez [5] [6]. Pemanfaatan software ATP-EMTP adalah dengan melakukan simulasi arester tipe MOV (Metal Oxide Varistor) dengan Mode Pinceti dan Mode Fernandes pada diagram garis tunggal 900m dengan tegangan 132 kV pada tiga tower untuk mengevaluasi kinerja mode arester dalam melindungi tower dan jaringan transmisi dari sambaran petir langsung dan tidak langsung [7]. Penelitian lainnya tentang pemodelan penangkal petir menggunakan ATP-EMPT, yaitu menggunakan penangkal petir oksida logam model IEEE untuk menghitung nilai sambaran petir hingga 20 kA [8]. Kemudian menganalisis pengaruh petir pada AIS (Air Insulated Station) 400 kV atau gardu induk dengan menggunakan insulasi udara yang juga disimulasikan dengan software ATP-EMTP [9].

Deskripsi Data

Untuk mengembangkan simulasi sambaran petir langsung dan tidak langsung pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 70 kV Gunung Sitoli-Teluk Dalam, kita harus mendapatkan data dari PLN Wilayah Sumatera Utara. Beberapa data yang diperlukan untuk penelitian ini adalah:

1. Data Menara
2. Spesifikasi Kawat Fasa
3. Data Penangkap
4. Karakteristik Arester
5. Data Transformator

Untuk mendukung simulasi, pertama-tama kita harus merancang desain menara seperti yang ditunjukkan pada Gambar di bawah ini:



Gambar 1.
Saluran Udara Tegangan Tinggi 70Kv

Kalkulasi Saluran Udara Tegangan Tinggi: [10]

1. Rumus impedansi:

$$Z = 30\ln\frac{2(h^2+r^2)}{r^4} \quad (1)$$

Z = Impedansi udara (Ω)

r = Radius menara (m)

2. Rumus lengan menara:

$$Z = 60\ln\frac{2h}{r} \quad (2)$$

3. Rumus fasa lengan menara:

$$Z = 60\ln\frac{2h}{\frac{1}{4}r} \quad (3)$$

Table 1.
Spesifikasi fasa kabel

Conductor	Sectional(mm^2)	Area	Diameter (cm)	Resistant (Ω/km)	Reactance(Ω/km)
Phase Wire	42		2.19	0.1218	0.2971

Table 2.
Spesifikasi Arrester

Type	Maximum Voltage (kV)	Short Cirucit Current (kA)	Uc (kV)	Ur (kV)	Operating Voltage(kV)
PEXLIM0Q72-YV072	77	65	72	58	61.6

Table 3.
Karakteristik arrester IEEE

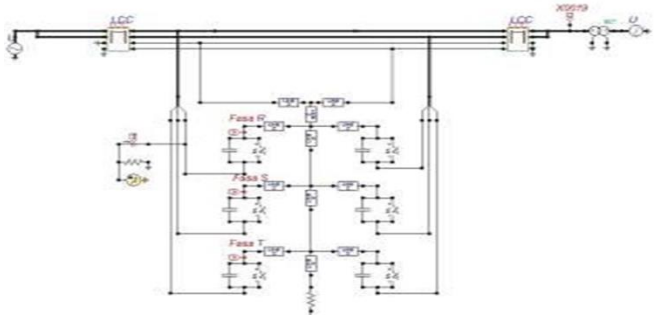
I (A)	A_0	A_1
	V (Volt)	V (Volt)
10	148750	0
100	163710	130730
1000	178500	144500
2000	184960	151980
4000	191250	157250
6000	193460	159460
8000	198730	162520
10000	201960	164730
12000	205020	165750
14000	209270	167960
16000	212500	168980
18000	217777	170000
20000	223210	171020

Table 4.
Karakteristik Trafo

Type	RatedPower (MVA)	Freq(Hz)	Group Vector	Primer Voltage(kV)	Secondary Voltage (kV)	BIL (kV)
PEXLIM 0Q72-	30 MVA	50 Hz	Ynyn0	66	20	140

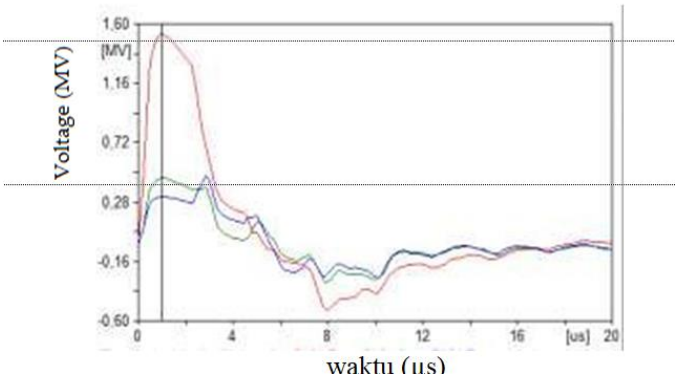
ATP- EMTP

Setelah mendapatkan data dan spesifikasi peralatan dari PT. PLN Medan, data-data tersebut akan diolah dan kemudian dilakukan pemodelan dengan menggunakan software ATP dimana hasil dari pemodelan tersebut kemudian akan dianalisis dengan nilai arus petir yang dapat diubah-ubah. Pemodelan yang dilakukan adalah sumber AC, tower transmisi, isolator, trafo dan IEEE Gambar berikut merupakan rangkaian simulasi dengan kondisi sambaran petir fase R sebelum dilakukan pemasangan pemodelan arester.



Gambar 2.
Simulasi Petir Tanpa Arrester

Ketika petir menyambar salah satu fasa, terjadi tegangan berlebih pada terminal tersebut.

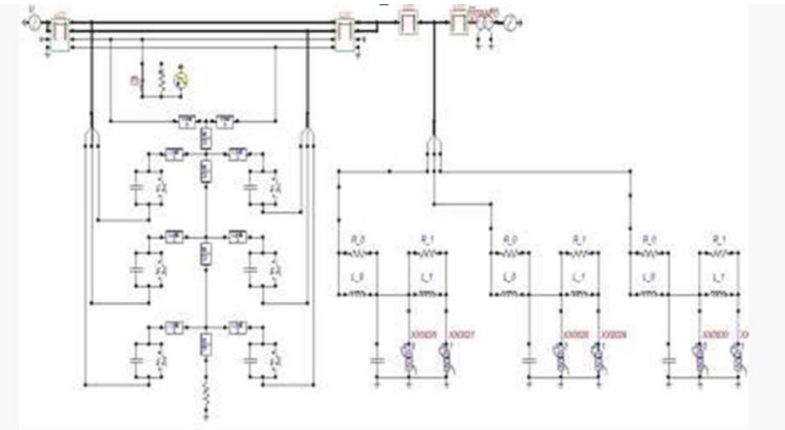


Gambar 3.
Sambaran petir 10 kV di fasa R

Table 5.
Simulasi petir dengan standar IEC tanpa arrester

Lightning Current	**Lightning Wave t_f/t_{tail}**	**Phase**	**Voltage on Phase**	**Voltage on Transformator without Arrester**
(kA)	(µs)		(kV)	**(kV)**
		R	1.519,8	1.275,8
10		S	454,7	456,2
		T	321,9	457,1
20		R	2992,7	2.534,6
		S	922,3	913,8
		T	654,2	944,1
30		R	4.479	3.822
		S	1393,5	1.414,7
		T	988,4	1467
40		R	5.958,7	5.090,4
		S	1.865,4	1.886,7
		T	1.323,9	1.958,3

Berikut adalah simulasi menggunakan arrester IEEE

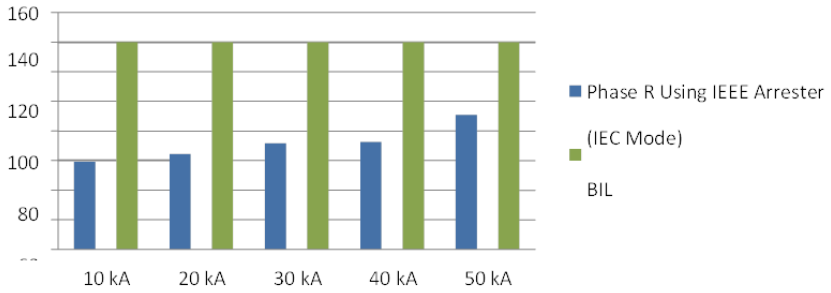


Gambar 4.
Simulasi sambaran petir dengan arrester IEEE

HASIL

Table 6.
Perbandinan BIL trafo dan terminal trafo sebelum dan setelah menggunakan arrester IEEE

Lightning Injection (kA)	Phase R in Terminal Transformator Before Using Arrester (kV)	Phase R in Terminal Transformator After Using IEEE Arrester (kV)	BIL (kV)
	IEC	IEC	
10 Ka	439	59.21	140
20 kA	822	64.61	140
30 kA	1,204	71.57	140
40 kA	1,588	72.69	140



Gambar 5.
Perbandingan sebelum dan setelah menggunakan arrester IEEE

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Sambungan pada kabel fasa menyebabkan kenaikan tegangan lebih besar dibandingkan sambaran pada kabel ground yang timbul pada terminal trafo.
2. Tanpa menggunakan arester, nilai tegangan pada fasa sebesar 1,519 kV pada terminal trafo setelah diberi arus petir sebesar 10 kA dengan Standar IEC. Nilai ini jauh di atas BIL trafo Gardu Induk Teluk Dalam Nias.
3. Penangkal petir dinyatakan berhasil melindungi sistem transmisi. Arester IEEE berhasil melakukan *breakdown* dengan baik sehingga arus transien tidak melebihi nilai BIL trafo yang digunakan.

DAFTAR REFERENSI

Jayendra, R. Lucas, S. Kumarawadu, L. Neelawala, C. Jeevantha and P. Dharmapriya, Intelligent Lightning Warning System, DOI: 10.1109/ICIAFS.2007.4544774.

M. Z. Islam, M. R. Rashed and M. S. U. Yusuf, ATP-EMTP Modeling and Performance Test of Different Type Lightning Arrester on 132 kV Overhead Transmission Tower, DOI: 10.1109/EICT.2017.8275172

Stevenson, William, D. Element of Power System Analysis. North Carolina State University, 1983

V. V. Terzija, M. Popov, V. Stanojevic and Z. Radojevic, EMTP Simulation and Spectral Domain Features of A Long Arc in Free Air, DOI: 10.1049/cp:20050953.

Y. F. Ni, Z. D. Wang and P. Jarman, GIC Simulation Study for Part of UK Transmission System by ATP-EMTP, DOI: 10.1109/PESGM.2017.8274530.