

Studi Analisis Gangguan Petir Terhadap Kinerja *Arrester* Pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah 20 KV Menggunakan Alternative Transient Program (ATP)

Zainal Abidin *)

*) Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Lamongan.
e-mail :, zainalabidin@unisla.ac.id

Abstrak

Surja (*surge*) Petir merupakan faktor yang lebih dominan dalam menimbulkan tegangan lebih transien pada jaringan tenaga listrik dengan tingkat tegangan di bawah 230 kV, dibandingkan dengan faktor surja hubung. Untuk menentukan penempatan arrester diketahui dari pencarian data gangguan yang terjadi di PT.PLN (Persero) Rayon Sidayu karena kadar tanah lembab dan banyak pohon-pohon besar pada feeder Lowayu. Oleh karena itu, pemahaman tentang pengaruh sambaran petir yang terjadi di jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV sangat diperlukan agar efek sambaran petir bisa diantisipasi sehingga peralatan dan komponen yang ada di jaringan ditribusi tersebut tidak rusak. Pada penelitian ini, dilakukan simulasi sambaran petir terhadap jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV Feeder (penyulang) Lowayu pada PT.PLN (Persero) Rayon Sidayu.. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tagangan lebih di tunjukan program ATP adalah 67 kV. Nilai tersebut juga bisa dihitung dengan teori gelombang berjalan dan gelombang pantul dan terjadi tegangan lebih di fasa trafo 291 adalah 66,25 kV sehingga erorr yang terjadi ketika surge petir mencapai 1,1875%.

Kata Kunci: *Arrester 20 kV, Surge petir, Feeder Lowayu.*

I. PENDAHULUAN

Gangguan yang disebabkan oleh surja (*surge*) petir memang tidak bisa diprediksi tetapi bisa kita perkirakan dari wilayah yang biasanya terkena dampak induksi tersebut, maka dari itu nantinya penempatan alat tegangan menengah yang alatnya dapat difungsikan sebagai proteksi petir akan di pantau lebih dan untuk jenis-jenis alat tegangan menengah yang akan dipakai harus sesuai setandarisasi nasional maupun internasional agar kinerja suatu alat bisa bekerja lebih optimal. Dengan menggunakan simulasi ATP (*Alternative Transient Progam*) perusahaan bisa melihat lebih kondisi yang biasanya terkena dampak induksi petir, dalam progam tersebut bisa disimulasikan kondisi penyulang yang biasanya terkena sambaran petir, perhitungan beban dan perhitungan arus bisa dibaca dari simulasi tersebut apakah terjadi arus lebih atau bebaan berkurang, dan nantinya ketika sudah dilakukan simulasi perusahaan bisa mengindikasi tempat-tempat yang harus di pasang proteksi petir sehingga gangguan bisa di minimalisir.

Surja petir merupakan faktor yang lebih dominan dalam menimbulkan tegangan lebih transien pada jaringan tenaga listrik dengan tingkat tegangan di bawah 230 kV, dibandingkan dengan faktor surja hubung. Sedangkan pada tingkat tegangan 230 kV ke atas, surja hubung merupakan faktor yang lebih dominan dalam menimbulkan tegangan lebih transien dibandingkan dengan faktor surja petir. Maka penelitian mengenai tegangan lebih transien akibat sambaran petir yang terjadi di sepanjang saluran distribusi tegangan menengah 20 kV sangat diperlukan untuk mengetahui

profil dan karakteristik tegangan lebih tersebut. Karena informasi mengenai profil dan karakteristik tegangan lebih transien yang terjadi pada suatu jaringan tenaga listrik diperlukan sekali dalam perencanaan koordinasi isolasi dan sistem proteksi.

Rumusan Masalah.

Bagaimana mengidentifikasi lokasi surja (*surge*) petir yang sering terjadi pada jaringan distribusi 20 Kv di PT. PLN (Persero) Rayon sidayu?

Bagaimana simulasi *surge* petir terhadap kinerja arrester pada tegangan 20 kV menggunakan ATP versi 6.1 tahun 2005 ?

Tujuan

Untuk mengidentifikasi lokasi yang terjadi surja petir sehingga nantinya arrester bisa di pasang untuk melindungi peralatan listrik distribusi tegangan menengah.

Untuk melihat surja (*surge*) petir terhadap kinerja arrester pada simulasi ATP versi 6.1 tahun 2005 sehingga nantinya arrester bisa teridentifikasi kualitas yang harus di pasang pada lokasi tertentu yang sering terjadi surja (*surge*) petir dengan kapasitas atau model arrester tertentu.

II. METODOLOGI

Dalam penelitian ini metode yang digunakan meliputi perancangan analisa data, agar diperoleh data dan informasi yang akurat. Mulai dari pengumpulan data, perancangan, penulisan, pengujian, hingga analisis hasil sistem. Dalam penelitian ini data di ambil dari PT PLN (Persero) Rayon Sidayu Gresik.

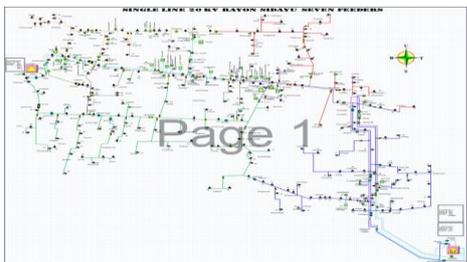
Untuk mengetahui penempatan pemasangan *arrester* diketahui dengan cara mencari data dari gangguan di PT. PLN (Persero) Unit Sidayu, dalam penelitian ini kami menggunakan progam (ATP) untuk simulasi tegangan lebih yang di sebabkan oleh induksi sambaran petir, untuk lebih khususnya kami hanya meneliti 1 penyulang distribusi yang sangat sering terjadi gangguan yaitu penyulang lowayu dengan melihat kondisi dan keadaan alam dimana tempat-tempat yang sering terjadi gangguan adalah tempat tertentu saja.

Permasalahan yang dikaji pada penelitian ini adalah mengenai distribusi tegangan lebih transien yang terjadi pada jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV pada Rayon Sidayu Gresik terutama di Penyulang Lowayu, pada saat terjadi sambaran petir pada saluran tersebut, untuk itu dilakukan simulasi terhadap jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV penyulang Lowayu Rayon Sidayu Gresik dengan menggunakan ATP versi 6.1 tahun 2005.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Penelitian

Data diambil dari PT PLN (Persero) Rayon Sidayu yang berada di jalan pahlawan No.26, Asem papak, kecamatan Sidayu, Kabupaten Gresik. PT. PLN (Persero) Rayon Sidayu adalah Cabang Perusahaan Listrik Negara bagian distribusi listrik yang meliputi 7 *feeders* (Penyulang) yaitu *Feeder* Ujung Pangkah, *Feeder* Dukun, *Feeder* Indosat, *Feeder* Bluri, *Feeder* Hatni, *Feeder* Lowayu dan *Feeder* Sadang. Dalam Rayon Sidayu ada 307 trafo, 44 LBS (*Load Break System*), 42 CO Brand dan 8 *Recloser*. Suplai tegangan dari Garduk Induk paciran dan Gardu Induk Manyar, GI paciran dengan Arus Trafo GI 60 MVA, setting PMT 400 A yang meliputi 4 *Feeders* (lihat gambar 4.1). kemudian untuk GI Manyar menyuplai dengan 2 trafo, trafo pertama menyuplai 2 *feeders* dengan arus trafo 60 MVA dan setting PMT 320 A. Lalu trafo yang kedua di kuskan untuk *feeder* Indosat dengan arus travo 60 MVA dan setting PMT 400 A.



Gambar 1. Single Line PT.PLN (Persero) Rayon Sidayu

Untuk Mengidentifikasi surja (*surge*) petir terhadap kinerja *arrester* pada sistem distrbusi maka di perlukan data penyulang yang sering terjadi surja (*surge*) petir, oleh karena itu perlunya pengujian melalui simulasi ini agar bisa menempatkan titik daerah yang harus di pasang *arrester*. Petir memang tidak bisa

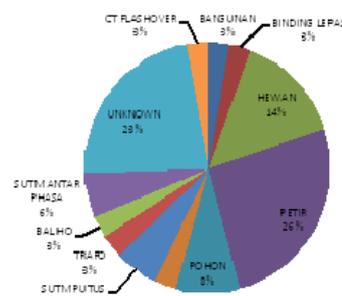
dilihat atau mengirakan kapan akan menyambar, tapi petir dapat di perkirakan daerah mana yanga kan disambar ketika terjadi cuaca buruk.

Untuk perencanaan simulasi ini saya mengambil data gangguan yang terjadi di Unit sidayu area Gresik, memang banyak sekali gangguan yang di akibatkan problem lainnya tapi kali ini peneliti akan lebih fokus ke bagian gangguan petir karena hampir 26% terjadi.

Berikut data-data gangguan di Unit Sidayu area Gresik:

Tabel 1. Data gangguan penyulang di PT.PLN (Persero) Rayon Sidayu tahun 2016.

eeders (Penyulang)	Model Gangguan								
	Ukn ow	Ban gun an	SUTM Putus	Bali ho	Poh on	Traf o	Peti r	Binding Lepas	Hew an
Dukun	2	1	0	1	1	0	1	0	0
Indosat	1	0	2	0	1	1	2	0	1
Bluri	1	0	2	0	1	0	1	1	1
Hatni	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Lowayu	2	0	0	0	1	0	4	0	1
Sadang	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Ujung Pangkah	2	0	0	0	0	0	0	0	0



Gambar 2. Presentase Gangguan di Unit Sidayu Area Gresik

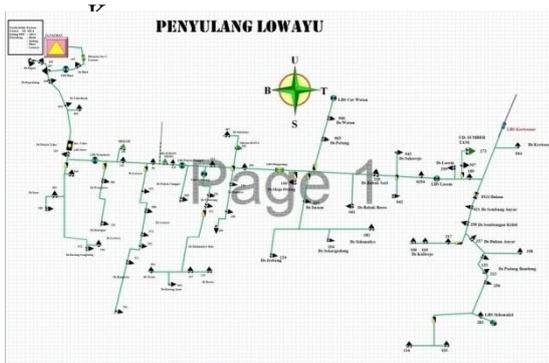
Dari data diatas presentase gangguan yang terjadi akibat petir tahun 2016 dan paling banyak terjadi mencapai 26%. untuk wilayah penyulang yang sering terkena surja petir adalah penyulang Lowayu dengan banyak trafo yang terpasang sejumlah 76 trafo dengan sistem pengamanan hanya 10 LBS (*Load Break System*), 12 CO Brand dan 1 *recloser*. Dari banyak kemungkinan daerah ini sering terjadi petir karena lokasi tersebut berada di dataran tinggi dan banyak tumbuhan pohon besar dengan daerah yang kadar tanah lembab maka dari itu petir sering menyambar di area penyulang lowayu, oleh karena itu *arrester* yang perlu dipasang adalah model *Distribution tipe* karena model ini sangat efisien dipasang di jaringan distribusi dibandingkan dengan *arrester* model line tipe.

Dalam percobaan simulasi ini penyulang lowayu sangat cocok untuk di jadikan penelitian untuk perancangan simulasi saat terjadi petir dan sekaligus

mengetahui pengamana surja (*surge*) petir ketika terpasang arrester.

Pada kenyataannya petir tidak bisa diprediksi. Petir bisa menyambar dimana saja dan dengan spesifikasi gelombang impuls yang sangat bervariasi. Oleh karenanya, pada penelitian ini, akan disimulasikan berbagai kondisi yang mungkin terjadi.

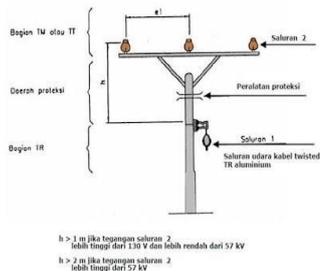
Untuk mensimulasikan surja (*surge*) petir dan kinerja Arrester pada sistem distribusi kali ini saya mengambil data penyulang yang sering terjadi surja petir yaitu penyulang lowayu, dengan banyak trafo yang terpasang sejumlah 76 trafo dengan sistem pengamanan hanya 10 LBS (*Load Break System*), 12 CO Brand dan 1 recloser. Berikut gambar Penyulang lowayu distribusi 3 fasa denga tegangan 20 KV.



Gambar 3. feeders Lowayu.

Konfigurasi Konduktor pada Tiang

Dalam simulasi penelitian ini digunakan tipe tiang B1 pada jaringan 3 fasa penyulang Lowayu Gardu Induk paciran.



Gambar 4. Konfigurasi konduktor pada tiang

Sistem distribusi di suplai oleh saluran transmisi. Data untuk sumber tegangan Jaringan Tegangan Menengah 3 fasa, 20 KV, GI paciran penyulang Lowayu yaitu : frekuensi 50 Hz, tegangan 150 kV, AC 3 fasa, titik netral sumber di tanahkan dan perbedan sudut antar fasa diasumsikan 120 drajat.

Transformator GI

Frequency : 50 Hz, Daya : 60 MVA, Tegangan sisi primer : 150 kV, Tegangan sisi sekunder : 20 kV, Arus sisi primer : 105 A, Arus sisi sekunder : 866 A, dan Impedansi : 12,9%

Transformator di saluran GI Paciran Penyulang Lowayu

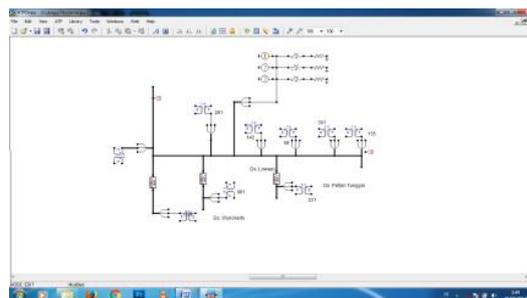
Di sepanjang saluran 3 fasa GI Paciran Penyulang Lowayu terdapat 76 Transformator 3 fasa dan 59 Transformator 1 fasa. Penghantar yang digunakan untuk Jaringan Tegangan Menengah 3 fasa, 20 kV, GI Paciran Penyulang Lowayu adalah jenis AAAC dengan ukuran penampang 240 mm², 150 mm² dan 70 mm² dengan jarak antar tiang distribusi yaitu 50 m.

Simulasi

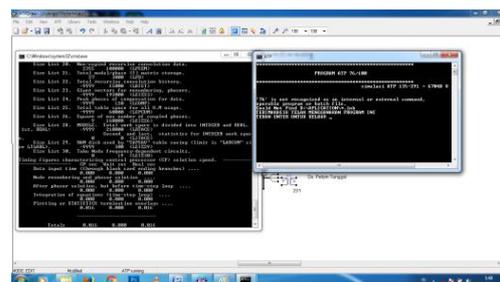
Pada penelitian ini digunakan program ATP (*Alternative Transient Program*) untuk mensimulasikan surja (*surge*) petir serta kinerja arester pada penyulang Lowayu. Untuk simulasi ini peneliti menempatkan pada area desa lowayu feeders Lowayu. Gambar jaringan tegangan menengah 3 fasa, 20 KV, pada program ATP ditunjukkan sebagai berikut.



Gambar 5. Area Distribusi Desa Lowayu



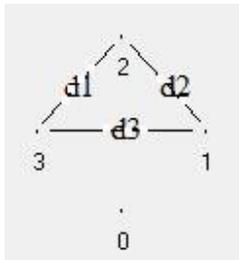
Gambar 6. sirkuit pada Program ATP



gambar 7. Runing Program ATP

Variabel yang divariasikan pertama adalah lokasi sambaran petir. Dilakukan simulasi sambaran petir di setiap lokasi yang biasanya terjadi sambaran petir, lokasi tersebut adalah pada trafo 291 hingga travo 135 .

Sebagai bahan untuk perhitungan, diambil sebuah nilai yaitu ketika petir menyambar fasa trafo 58 di titik travo 142. Kemudian dilakukan pengukuran tegangan lebih fasa trafo 58 di titik trafo 291. Dari hasil simulasi dengan ATP diperoleh nilai tegangan lebih surja petir yang timbul sebesar 67048 V. Nilai tersebut bisa dihitung dengan teori gelombang berjalan dan gelombang pantul maka harus menghitung nilai induktansi dan kapasitansi saluran terlebih dahulu. Nilai induktansi dan kapasitansi saluran bisa kita hitung jika kita tahu nilai d1, d2, dan d3 .



Gambar 8. Konfigurasi kawat jaringan distribusi 3 fasa

Jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV penyulang Lowayu menggunakan kawat yang sudah standart pemakaian yaitu dengan spesifikasi sebagai berikut:

luas penampang. : 240 mm²

GMR : 6.6238 mm = 0.66238 cm
(Sabdulah,2005)

diameter : 20 mm = 2 cm

jari-jari : 10 mm = 1 cm

d1, d2 : 84.383 cm

d3 : 111.6 cm

maka nilai induktansi dan kapasitansinya adalah,

$$d_{eq} = \sqrt[3]{d_1 d_2 d_3}$$

$$d_{eq} = \sqrt[3]{84.838 \times 84.838 \times 111.6}$$

$$d_{eq} = 92.624 \text{ cm}$$

$$d_s = 0.66238 \text{ cm}$$

$$L = 2 \times 10^{-7} \ln \left(\frac{d_{eq}}{d_s} \right)$$

$$L = 2 \times 10^{-7} \ln \left(\frac{92.624}{0.66238} \right)$$

$$L = 9.881 \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$C = \frac{2\pi k}{\ln \left(\frac{d_{eq}}{r} \right)}$$

$$C = \frac{2 \times \pi \times 8.85 \times 10^{-12}}{\ln \left(\frac{92.624}{1} \right)}$$

$$C = 12.279 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

Setelah diketahui nilai induktansi dan kapasitansi saluran, maka bisa dihitung nilai impedansi karakteristiknya (Z_c).

$$Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{9.881 \times 10^{-7}}{12.279 \times 10^{-12}}}$$

$$Z_c = 28.36736 \Omega$$

Nilai koefisien pantul di ujung penerima bisa dengan persamaan 2.6, dengan asumsi nilai impedansi di ujung penerima adalah impedansi standar

(default) 500 Ω ,

maka

$$\rho_R = \frac{Z_R - Z_c}{Z_R + Z_c}$$

$$\rho_R = \frac{500 - 28.36736}{500 + 28.36736}$$

$$\rho_R = 0.892623$$

Karena

$$V^- = \rho_R \cdot V^+$$

maka

$$V^- = 0.892623 \times 35 \text{ kV}$$

$$V^- = 31.251805 \text{ kV}$$

sehingga tegangan di ujung penerima, dalam hal ini adalah fasa trafo 58 di titik trafo 291, adalah:

$$V = V^+ + V^-$$

$$V = 35 + 31.251805$$

$$V = 66.251805 \text{ kV}$$

maka error yang terjadi Sebesar,

$$error = \frac{67.048 - 66.251805}{67.048} \times 100\%$$

$$error = 1.1875\%$$

IV. PENUTUP

Kesimpulan

Penempatan lokasi arrester bisa di ketahui dengan cara mendata lokasi yang sering terjadi sambaran petir dari data yang didapat adalah feeder (penyulang) Lowayu di area PT.PLN (Persero) Rayon Sidayu dengan jumlah gangguan petir mencapai 26%. Dengan banyak trafo yang terpasang sejumlah 76 trafo dengan sistem pengamanan hanya 10 LBS (*Load Break System*), 12 CO Brand dan 1 recloser. Dari banyak kemungkinan daerah ini sering terjadi petir karena lokasi tersebut berada di dataran tinggi dan banyak tumbuhan pohon besar dengan daerah yang kadar tanah lembab maka dari itu petir sering menyambar di area penyulang lowayu, oleh karena itu arrester yang perlu dipasang adalah model *Distribution tipe*.

Dalam simulasi pada trafo 291 hingga travo 135 Sebagai bahan untuk perhitungan, diambil sebuah nilai yaitu ketika petir menyambar fasa trafo 58 di titik travo 142. Kemudian dilakukan pengukuran tegangan lebih fasa trafo 58 di titik trafo 291. Dari hasil simulasi dengan ATP diperoleh nilai tegangan lebih surja petir yang timbul sebesar 67048 V. Nilai tersebut bisa dihitung dengan teori gelombang berjalan dan gelombang pantul dan terjadi tegangan lebih di fasa trafo 291 adalah 66,25 kV sehingga erorr yang terjadi ketika surge petir mencapai 1,1875%.

PUSTAKA

- Arismunandar, A. (2001). *Teknik Tegangan Tinggi*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Buku Pedoman Standar Konstruksi Jaringan Distribusi PLN*, PLN Distribusi Jawa Tengah, Semarang, 1992.
- Hutauruk, T.S., “*Gelombang Berjalan dan Proteksi Surja*”, Erlangga, Jakarta, 1989. IEEE Std 1410
- Hidayanto, Fuad, *Perhitungan Outage Rate Akibat Sambaran Petir tidak Langsung Pada Saluran Distibusi 20 KV*, Skripsi S1, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, 2007.
- Sanabria, Rodriguez, D, Robles, Ramos, C, *Lightning and Lightning Arrester Simulation in Electrical power distribution Systems*. Agustus 2004.
- Surge Arrester Technologies*.
<http://www.srcdevices.com>, Des.2004.
- Woodworth Jonathan, “*Distribution System Response to a Lightning Strike*,” *Arrester Works, Arrester Facts* 029, pp 1-8, Juli 2008.
- http://www.google.co.id/SNI_03-7015-2004.pdf.
- Kursus Operasi dan Pemeliharaan Distribusi TM, PT.PLN (PERSERO) Jasa Pendidikan dan Pelatihan, 1997.

