

Studi Potensi Kedip Tegangan Pada SUTM 20 KV Di Penyulang Nginden Yang Disebabkan Oleh Hewan

Reza Sarwo Widagdo¹, Aris Heri Andriawan², Muhammad Ryan Amiril³

Departemen Of Electrical Engineering, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

rezawidgdo@untag-sby.ac.id, arispo@untag_sby.ac.id, amirilryan7@gmail.com

Abstract

The electric power distribution system is an important element in providing reliable electrical energy for the industrial and household sectors. The 20 kV medium voltage distribution system plays an important role in channeling energy from the substation to the load, but in its operation it is not free from various disturbances, one of which is voltage dip. Voltage sag is momentary decrease in the voltage that can occur due to a short circuit or sudden change in load. This research focuses on the analysis of voltage sags that occurs in the 20kV distribution system due to short circuits disturbances caused by animal contact with case study on the Nginden feeder which is supplied by a 150/20 kV power transformer from the main substation. Common short circuit faults include 1 phase to ground, 2 phases to phase, and 3 phases symmetry faults, with causes including lightning strikes, tree branches, animal contact, and switching faults. The results of research show that for single phase fault to ground, short circuit current value of 19.17 Amperes was recorded, a voltage dip of 11,547.6 Volts, and a voltage drop of 57.73%. In a 2 phase to phase fault, the short circuit current value is 19.22 Amperes, with a voltage sag of 11,041 Volts and a voltage drop of 55.20%. Meanwhile, for symmetrical 3-phase faults, even though the short circuit current is the highest, namely 19.24 Amperes. The voltage sag is very small, only 260 Volts, with a voltage drop of only 1.3%. This happens because symmetry disturbances affect all phases equally, so that the system remains stable even though disturbances occur. Results of study show that voltage stability and power quality are greatly influence by characteristics of disturbance. Through this analysis, possible to understand the influence disturbances on system voltage and the importance of proper protection system planning to minimize the negative impacts they cause. Therefore, voltage sag analysis is important step in improving the reliability and quality of electric power distribution system.

Keywords: Distribution systems, Medium voltage, Animal contact, Voltage flicker, Short circuit, Power quality.

Abstract

Sistem distribusi tenaga listrik yang memiliki peranan krusial dalam menjamin keandalan pasokan energi listrik bagi sektor industri maupun rumah tangga. Sistem distribusi tegangan menengah 20 kV berperan penting dalam menyalurkan energi dari gardu induk menuju beban, namun dalam operasionalnya tidak lepas dari berbagai gangguan, salah satunya ialah kedip tegangan. Pengertian kedip tegangan merupakan penurunan tegangan sesaat yang dapat terjadi akibat hubung singkat maupun perubahan beban secara tiba-tiba. Penelitian ini berfokus pada analisis kedip tegangan yang terjadi di suatu sistem distribusi bertegangan 20 kV yang diakibatkan oleh hubung singkat yang di sebabkan oleh kontak hewan dengan studi kasus pada penyulang Nginden yang pasok transformator yang bertenaga 150/20kV dari Gardu Induk. Gangguan hubung singkat sering terjadi pada gangguan 1 fasa ke tanah, 2 fasa ke fasa, dan 3 fasa simetri, dengan penyebab antara lain sambaran petir, cabang pohon, kontak hewan, serta gangguan switching. Hasil penelitian menunjukkan 19,17 ampere untuk hubung singkat 1 fasa ketanah, kedip tegangannya sebesar 11.547,6 Volt, dan penurunan tegangan sebesar 57,73%. Untuk hubung singkat 2 fasa ke fasa nilainya adalah 19,22 Ampere, dengan kedip tegangan sebesar 11.041 Volt dan penurunan tegangan sebesar 55,20%. Sedangkan untuk gangguan 3 fasa simetri, meskipun arus hubung singkatnya adalah yang tertinggi yaitu 19,24 Ampere, kedip tegangannya sangat kecil, hanya 260 Volt, dengan penurunan tegangan hanya 1,3%. Hal ini terjadi karena gangguan simetri memengaruhi semua fasa secara seimbang, sehingga sistem tetap stabil meskipun terjadi gangguan. Hasil studi menunjukkan bahwa kestabilan tegangan dan kualitas daya sangat dipengaruhi oleh karakteristik gangguan, melalui analisis ini, dapat dipahami pengaruh gangguan terhadap tegangan sistem serta pentingnya perencanaan sistem proteksi yang tepat untuk meminimalkan dampak negatif yang ditimbulkan. Oleh karena itu, analisis kedip tegangan menjadi langkah penting dalam peningkatan keandalan dan kualitas sistem distribusi tenaga listrik.

Keywords: Sistem Distribusi, Tegangan Menengah, Kontak hewan, Kedip Tegangan, Hubung Singkat, Kualitas Daya.

I. PENDAHULUAN

Sistem distribusi tenaga listrik adalah salah satu komponen vital dalam penyediaan energi listrik yang andal bagi berbagai kebutuhan, baik sektor industri maupun rumah tangga. Salah satu tingkatan distribusi yang umum digunakan adalah sistem distribus tegangan menengah, yaitu 20 kV. Sistem distribusi ini secara umum dibagi dua, adalah jaringan listrik primer dan sekunder. Jaringan primer, yang dikenal sebagai Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 150 kV, membentang dari transformator menuju gardu induk. Sementara itu, jaringan distribusi sekunder, atau Jaringan Tegangan Rendah (JTR) 20 kV, menghubungkan transformator distribusi ke konsumen atau beban.

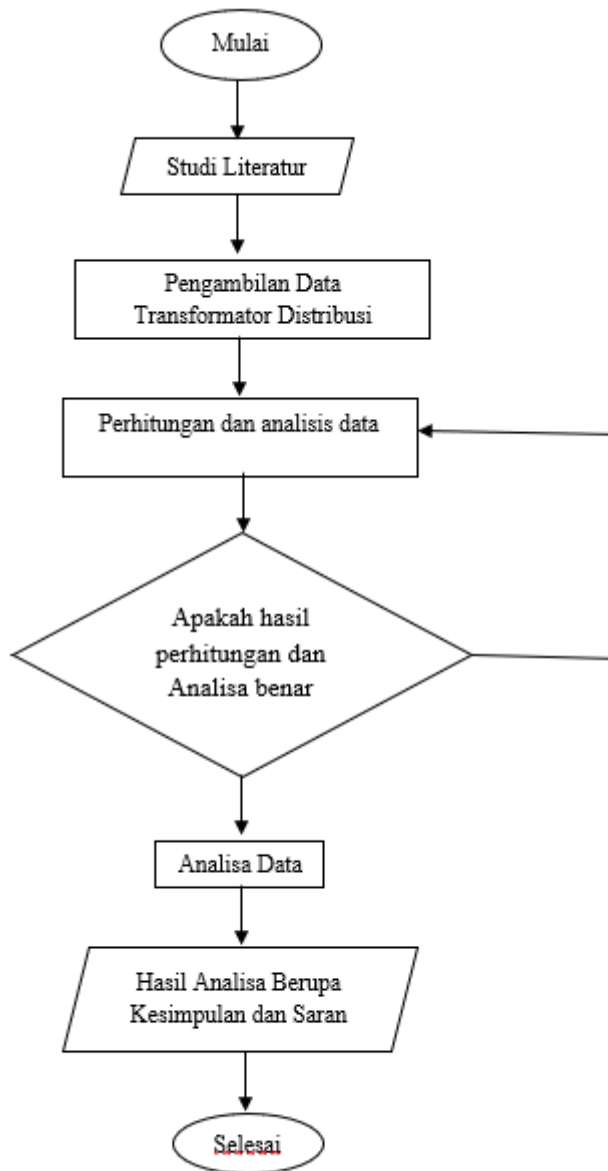
Meskipun dirancang guna memasok listrik yang baik, sistem distribusi ini tidak luput dari berbagai gangguan yang dapat mengganggu operasionalnya. Salah satu gangguan signifikan yang sering terjadi adalah kedip tegangan (voltage dip) akibat hubung singkat yang disebabkan oleh kontak hewan. Kedip tegangan ini ditandai dengan perubahan mendadak pada level tegangan listrik, yang dapat berupa penurunan tegangan (voltage sag) atau peningkatan tegangan (voltage swell) yang bersifat sementara. Kondisi ini umumnya terjadi dikarenakan gangguan pada sistem, salah satunya Adalah hubung singkat. Menurut IEEE 1159-1995, berisi kedip tegangan didefinisikan sebagai turunnya nilai tegangannya RMS dari 0,1 pu hingga 0,9 pu dengan berdurasi 0,5detik sampai 1menit.

Pentingnya analisis kedip tegangan pada sistem distribusi tenaga listrik 20 kV menjadi sangat jelas mengingat dampak yang ditimbulkannya. Dengan melakukan analisis ini, pemahaman tentang bagaimana hubung singkat memengaruhi kestabilan tegangan dalam sistem distribusi dapat diperoleh, serta langkah-langkah mitigasi yang tepat dapat ditentukan untuk meminimalkan dampak negatifnya. Penyulang Nginden adalah penyulang dipasok oleh tranfo tegangan 150/20kV dari Gardu Induk, sering mengalami kedip tegangan akibat hubung singkat yang disebabkan oleh hewan.

II. METODE PENELITIAN

A. Metode

Penelitian berikut menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Penelitian bertujuan untuk mempelajari kedip tegangan yang diakibatkan oleh hubung singkat yang di sebabkan kontak hewan pada penyulang Nginden 20 kV di PT. PLN UP3 Surabaya Selatan. Data penelitian ini didapat dari dokumen resmi PT.PLN dan dari survei lapangan. Informasi yang didapat yaitu mencakup panjang penyulang, tegangan, dan arus nominal penyulangapa. Selain itu, studi literatur dilakukan untuk memberikan fondasi teori dan metodologi ilmiah untuk memecahkan masalah yang dihadapi.



Gambar 1 Flowcart

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Table 1. Data Trafo GI Sukolilo

Daya	60MVA
Tegangan Primer	150kV
Tegangan Sekunder	20kV
Impedansi	11,67%
Tegangan primer	150kv
Vector Ground	Ynyn0(d)

Table 2. Data Penyulang Nginden

Tegangan	20kV
Panjang Penyulang	7,7 km
Jenis Penghantar	ACSR
Luas Penampang	150 mm ²
Tahanan	0,5 Ohm

3.1 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Transformator

Gangguan hubung singkat yang biasanya terjadi yaitu meliputi gangguan 1 fasa ke tanah, 2 fasa ke fasa, dan 3 fasa simetri. Perhitungan hubung singkatnya dimulai dengan menentukan MVA_{sc} (arus hubung singkat pada trafo)

$$MVA_{sc} = \sqrt{3} \times 150 \times 60 = 15.588 \text{ MVA.}$$

3.2 Perhitungan Impedansi Sumber

Menghitung impedansi sumber sisi sekunder (20kV), impedansi sumber sisi primer (150kV) harus diketahui terlebih dahulu. Dengan hasil diatas hasil dari hubung singkat bus 150 kV yaitu 15.588 MVA.

$$X_s(\text{sisi } 150\text{kV}) = \frac{150^2}{15.588} = 1,443 \text{ ohm}$$

Selanjutnya, untuk mengetahui impedansi sumber pada sisi 20kV

$$X_s(\text{sisi } 20\text{kV}) = \frac{\left(\frac{20}{\sqrt{3}}\right)^2}{\left(\frac{150}{\sqrt{3}}\right)^2} \times 1,443 = 0,192 \text{ ohm}$$

3.3 Perhitungan Reaktansi Transformator

Reaktansi transformator yang bertenaga 150/20kV pada Gardu Induk Sukolilo adalah 11,67%. Nilai reaktansi transformatornya bisa diketahui setelah nilai reaktansi pada urutan positif, urutan negatif, dan urutan nolnya didapatkan. Pertama, dihitung nilai reaktansi pada 100% :

$$X_t(\text{pada } 100\%) = \frac{20^2}{60} = 6,67 \Omega$$

Maka, nilai reaktansinya adalah :

a. Reaktansi Urutan Positif dan Negatif ($X_{t0} = X_{t1}$) :

$$X_t = 11,67\% \times 6,67 = 0,778 \Omega$$

b. Reaktansi Urutan Nol (X_{t0}) :

Berdasarkan spesifikasi trafo memiliki vector group YN yn0 (d), maka :

$$X_{t0} = 3 \times 0,778 = 2,334 \Omega$$

3.4 Perhitungan Impedansi Penyulang

Menghitung impedansi penyulang dimana diketahui nilai jenis dari penghantarnya, luas penampang, dan panjang jaringannya. Penyulang Nginden menggunakan penghantar jenis ACSR dengan luas penampangnya yaitu 150 mm^2 dengan panjang penyulangnya 7,7 Km. Dimana nilai ketetapan impedansi penyulang sudah ditentukan pada SPLN 64 : 1985 dengan impedansi urutan positif dan negatif yaitu $0,2162 + j 0,3305$ dan impedansi urutan nol yaitu $0,3631 + j 1,6180$.

$$\begin{aligned} Z_{1 \text{ penyulang}} &= Z_{2 \text{ penyulang}} = (0,10 \times 7.700) \times (0,2162 + j0,3305) \\ &= 0,166 + j0,254\Omega \\ Z_{0 \text{ penyulang}} &= (0,10 \times 7.700) \times (0,3631 + j1,618) \\ &= 0,279 + j1,245 \end{aligned}$$

3.5 Perhitungan Impedansi Ekuivalen Jaringan

Impedansi ekuivalen urutan positif dan negatif

$$\begin{aligned} Z_{1 \text{ eki}} &= j0,192 + j0,778 + (0,166 + j0,254) \\ &= 0,166 + j1,224 \end{aligned}$$

Impedansi ekuivalen urutan nol

$$\begin{aligned} Z_{0 \text{ eki}} &= j2,334 + (3 \times 0,5) + (0,279 + j1,245) \\ &= 1,779 + j3,579 \end{aligned}$$

3.6 Perhitungan Arus Hubung Singkat

Perhitungan arus hubung singkatnya dilakukan untuk tiga jenis gangguan yaitu 1 fasa ke tanah, 2 fasa ke fasa, dan 3 fasa simetri. Dalam perhitungan ini, resistansi hewan (Z_h) diasumsikan sebesar 600 Ohm.

3.6.1 Arus Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah

$$I_{1\emptyset} = \frac{(20.000/\sqrt{3})}{2(0,166 + j1,224) + (2,779 + j3,579) + (600 + j0)} = 19,17 \angle 0,58^\circ \text{ A}$$

3.6.2 Arus Hubung Singkat 2 Fasa ke Fasa

$$I_{2\emptyset} = \frac{11.547}{2(0,166 + j1,224) + (600 + j0)} = 19,22 \angle 0,23^\circ \text{ A}$$

3.6.3 Arus Hubung Singkat 3 Fasa Simetri

$$I_{3\emptyset} = \frac{(20000/\sqrt{3})}{(0,166 + j1,224) + (600 + j0)} = 19,244 \angle 0,12^\circ \text{ A}$$

Dari hasil perhitungan, maka bisa dibuat perbandingan dari besarnya arus gangguan seperti pada tabel dibawah :

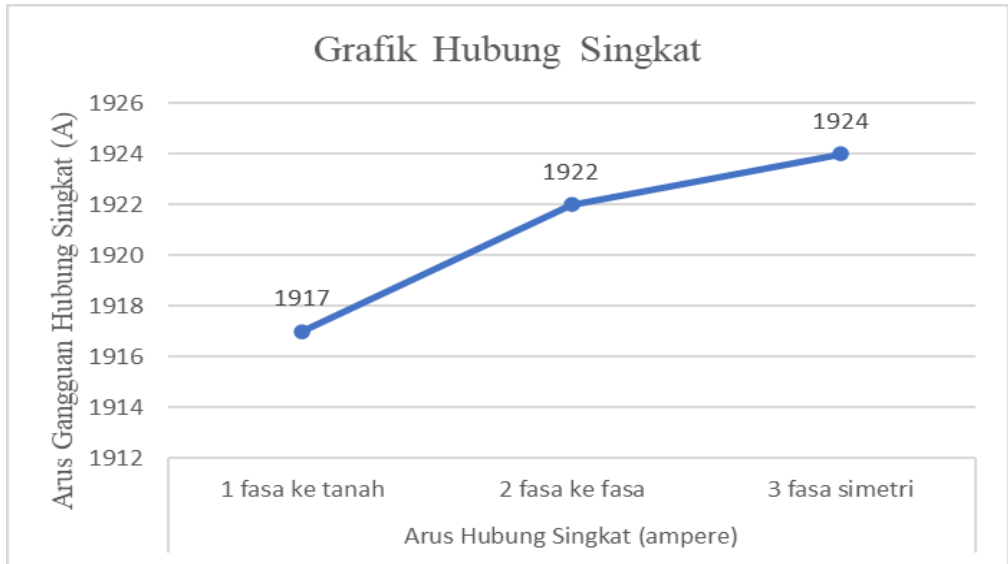
Table 3. Arus Hubung Singkat

Arus Hubung Singkat (Ampere)		
1 fasa ke tanah	2 fasa ke fasa	3 fasa simetri

$19,17 < 0,58^\circ \text{ A}$	$19,22 < 0,23^\circ \text{ A}$	$19,24 < 0,12^\circ \text{ A}$
--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

Dari Tabel di atas dapat digambarkan grafik perbandingan antara arus hubung singkat 1 fasa ke tanah, 2 fasa ke fasa, dan 3 fasa simetri seperti pada Gambar dibawah ini

Gambar 2. Grafik Arus Hubung Singkat



3.7 Perhitungan Setting OCR

Pada penyulang Nginden, digunakan relay arus lebih dengan kurva *standard inverse* dengan ketentuan arus *setting* sebesar 1,05 hingga 1,2 kali arus nominal, memiliki beban 480 A, dan rasio CT 1000/5. Untuk mengetahui nilai dari arus setting relay arus lebihnya, dapat diketahui dengan persamaan berikut :

$$I_{set} (primer) = 1,2 \times 480 = 576 \text{ A.}$$

Nilai di atas adalah nilai setelan pada arus di sisi primernya. Untuk memperoleh nilai pada setelan arus di sisi sekunder menggunakan rumus dibawah ini :

$$I_{set} (sekunder) = 576 \times \frac{1}{1000/5} = 2,88 \text{ A.}$$

Sehingga didapat nilai setelan arus pada sisi sekunder sebesar 2,88 Ampere. Pada setiap setelan arus OCR terdapat arus faktor pengalih yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$I_{set} (sekunder) \times \text{ arus pengalih} = 2,88 \times 7 = 20,16 \text{ A.}$$

Jadi, arus pengalih pada OCR adalah 20,16 A. Ini berarti bahwa saat sistem distribusi mengalami gangguan hubung singkat yang arusnya mencapai nilai 20,16 Ampere OCR akan bekerja secara otomatis untuk memutus aliran listrik.

3.8 Gangguan Kedip Tegangan 1 Fasa ke Tanah.

Kedip tegangan saat ada gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah bisa diperoleh dengan rumus yang melibatkan tegangan pada urutan positif, negatif, dan nol.

Jika diperoleh $I_f 1\Phi = 19,17 \angle 0,58^\circ$ A Ampere.

Impedansi penyulang urutan positif (Z_1) = $R + jX = (0,166 + j1,224) = 1,235 \angle 82,27^\circ$.

Impedansi penyulang urutan nol (Z_0) = $R + jX = (1,779 + j3,579) = 3,997 \angle 63,57^\circ$.

1. Tegangan Urutan Positif:

$$V_{1\ riel} = (20000/\sqrt{3}) - ((19,17/3) \times 10\% \times 1,235 \times \cos(0,58 + 82,27)) = 11.546,9 \text{ V}$$

$$V_{1\ imj} = 0 - ((19,17/3) \times 10\% \times 1,235 \times \sin(0,58 + 82,27)) = 0,851 \text{ V}$$

2. Tegangan Urutan Negatif

$$V_{2\ riel} = -((19,17/3) \times 10\% \times 1,235 \times \cos(0,58 + 82,27)) = (-0,098) \text{ V}$$

$$V_{2\ imj} = -((19,17/3) \times 10\% \times 1,235 \times \sin(0,58 + 82,27)) = (-0,851) \text{ V}$$

3. Tegangan Urutan Nol

$$V_{0\ riel} = 0 - ((19,17/3) \times 10\% \times 3,997 \times \cos(0,58 + 63,57)) = 1,11 \text{ V}$$

$$V_{0\ imj} = 0 - ((19,17/3) \times 10\% \times 3,997 \times \sin(0,58 + 63,57)) = 2,29 \text{ V}$$

Kedip tegangan pada saat gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah :

$$\Delta V_{riel} = 11.546,9 + (-0,098) + 1,11 = 11.547,6 \text{ V}$$

$$\Delta V_{imj} = 0,851 + (-0,851) + 2,29 = 2,29 \text{ V}$$

$$V_{dip1\Phi} = \sqrt{11.547,6^2 + 2,29^2} \angle \tan^{-1} \left(\frac{2,29}{11.547,6} \right) = 11.547,6 \angle (0,0011^\circ) \text{ V}$$

3.9 Gangguan Kedip Tegangan 3 Fasa ke Simetri

Perhitungan kedip tegangan pada saat gangguan hubung singkat 2 fasa ke fasa melibatkan tegangan urutan positif dan negatif, serta tegangan tiap fasa.

Diperoleh $I_f 2\Phi = 19,22 \angle 0,23^\circ$ A

Impedansi penyulang (Z) = $R + jX = (0,166 + j1,224) = 1,235 \angle 82,27^\circ$

1. Tegangan Urutan Positif:

$$V_{1\ riel} = (20000 / \sqrt{3}) - (19,22 \times 10\% \times 1,235 \times \cos(0,23 + 82,27)) = 11.546 \text{ V}$$

$$V_{1\ imj} = 0 - (19,22 \times 10\% \times 1,235 \times \sin(0,23 + 82,27)) = 2,35 \text{ V}$$

$$V_1 = \sqrt{(11.546)^2 + (2,35)^2} \angle \tan^{-1} \left(\frac{2,35}{11.546} \right) = 11.546 \angle (0,00020^\circ) \text{ V}$$

2. Tegangan Urutan Negatif:

$$V_{2\ riel} = (20000 / \sqrt{3}) - (19,22 \times 10\% \times 1,235 \times \cos(0,23 + 82,27)) = 11.546 \text{ V}$$

$$V_{2\ imj} = (20000 / \sqrt{3}) - (19,22 \times 10\% \times 1,235 \times \sin(0,23 + 82,27)) = 11.544 \text{ V}$$

$$V_2 = \sqrt{(11.546)^2 + (11.544)^2} \angle \tan^{-1} \left(\frac{11.544}{11.546} \right) = 16.326 \angle (44,99^\circ) \text{ V}$$

3. Tegangan di Fasa R:

$$V_{R\ riel} = V_{1\ imj} + V_{2\ riel} = 11.546 + 11.546 = 23.092 \text{ V}$$

$$V_{R\ imj} = V_{1\ imj} + V_{2\ riel} = 2,35 + 11.544 = 11.546,35 \text{ V}$$

$$V_R = \sqrt{(23.092)^2 + (11.546,35)^2} \angle \tan^{-1} \left(\frac{11.546,35}{23.092} \right) = 25.81 \angle 26,56^\circ \text{ V}$$

4. Tegangan di Fasa S:

$$V_{S \text{ rielt}} = 11.546 \cos(240+(0,00020)) + 16.326 \cos(120+44,99) = (-9.996) \text{ V}$$

$$V_{S \text{ imj}} = 11.546 \sin(240+(0,00020)) + 16.326 \sin(120+44,99) = (-5.770) \text{ V}$$

$$V_S = \sqrt{(-9.996)^2 + (-5.770)^2} \angle \tan^{-1} \left(\frac{-5.770}{(-9.996)} \right) = 11.541 \angle 29,99^\circ \text{ V}$$

5. Tegangan di Fasa T:

$$V_{T \text{ rielt}} = 11.546 \cos(120+(0,00015)) + 16.326 \cos(240+44,99) = (-1.550) \text{ V}$$

$$V_{T \text{ imj}} = 11.546 \sin(120+(0,00015)) + 16.326 \sin(240+44,99) = (-5.772) \text{ V}$$

$$V_T = \sqrt{(-1.550)^2 + (-5.772)^2} \angle \tan^{-1} \left(\frac{-5.772}{-1.550} \right) = 5.976 \angle 74,96^\circ \text{ V}$$

Kedip tegangan pada saat gangguan hubung singkat 2 fasa di fasa S dan fasa T:

$$V_{dip2\phi} = \sqrt{(-7.996)^2 + (-1.550)^2 + (-5.270)^2 + (-5.272)^2} \angle \tan^{-1} \left(\frac{(-5.270)-(-5.272)}{(-7.996)-(-1.550)} \right) \\ = 11.041 \angle (-0,03)^\circ \text{ V}$$

3.10 Gangguan Kedip Tegangan 3 Fasa Simetri

Untuk mencari nilai dari kedip tegangan saat terjadi hubung singkat 3 fasa simetri, dapat dicari dengan rumus :

$$V_{dip3\phi} = \sqrt{(n \cdot Z_1 \cdot Z_h)^2} \times I_{3\phi}$$

Jika diperoleh $I_{3\phi} = 19,24$

Impedansi penyulang urutan positif (Z_1) = $R + jX = (0,166 + j1,224) = 1,235$.

Maka perhitungan kedip tegangan adalah:

$$V_{dip3\phi} = \sqrt{((10\% \times 0,166)^2 + (10\% \times 1,224)^2 + (10\% \times 600)^2} \times 19,24 \times \sqrt{3} = 260 \text{ V}$$

Hasil dari perhitungan diatas untuk gangguan 1 fasa ke tanah, 2 fasa ke fasa, dan 3 fasa simetri, dapat disimpulkan perbandingan dari besarnya kedip tegangan terhadap jenis gangguannya :

Table 4. Kedip tegangan

Kedip Tegangan(Volt)		
1 fasa ke tanah	2 fasa ke fasa	3 fasa simetri
11.457,	11.041	260

3.11 Penurunan Tegangan Kedip

Untuk mengetahui besarnya penurunan kedip tegangan yang terjadi, maka dihitung :

Penurunan tegangan pada 1 fasa ke tanah:

$$\% V_{dip1\phi} = \frac{11.547,6}{20.000} \times 100\% = 57,73\%$$

Penurunan tegangan pada 2 fasa ke fasa:

$$\% V_{dip\ 2\phi} = \frac{11.401}{20.000} \times 100\% = 55,20\%$$

Penurunan tegangan pada 3 fasa simetri:

$$\% V_{dip\ 3\phi} = \frac{260}{20.000} \times 100\% = 1,3\%$$

Tabel berikut merangkum hasil perhitungan arus hubung singkat, kedip tegangan, dan persentase penurunan tegangan untuk setiap jenis gangguan:

Tabel 5. Hasil Perhitungan

Gangguan	Hubung Singkat (Ampere)	Kedip tegangan (Volt)	Presentase penurunan (%)
1 Fasa ke Tanah	19,17	11.547,6	57,73
2 Fasa ke Fasa	19,22	11.041	55,20
3 Fasa Simetri	19,24	260	1,3

Tabel diatas menampilkan hasil dari perhitungan 3 jenis gangguan sistem tenaga listrik terhadap nilai arus pada hubung singkat, kedip tegangan, dan presentase penurunan tegangannya. Jenis gangguan yang dianalisis yaitu gangguan 1 fasa ke tanah, 2 fasa ke fasa, dan 3 fasa simetri. Gangguan 1 fasa ke tanah memberikan dampak penurunan tegangan paling besar. Gangguan 2 fasa ke fasa menunjukkan penurunan yang juga signifikan, namun sedikit lebih kecil. Gangguan 3 fasa simetri memiliki pengaruh terkecil terhadap tegangan karena sifatnya yang seimbang antar fasa.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan untuk gangguan 1 fasa ke tanah, yaitu sebesar 19,17 Ampere, kedip tegangan sebesar 11.547,6 Volt, dan penurunan tegangan sebesar 57,73%. Pada gangguan 2 fasa ke fasa, nilai arus hubung singkat adalah 19,22 Ampere, dengan kedip tegangan sebesar 11.041 Volt dan penurunan tegangan sebesar 55,20%. Sedangkan untuk gangguan 3 fasa simetri, sebesar 19,24 Ampere, kedip tegangannya, sebesar 260 Volt, dengan penurunan tegangan hanya 1,3%. Hal ini terjadi karena gangguan simetri memengaruhi semua fasa secara seimbang, sehingga sistem tetap stabil meskipun terjadi gangguan.

Dengan demikian maka saran yang dapat diberikan terhadap masalah yang di analisa adalah Untuk melihat pengaruh hubung singkat terhadap kedip tegangan yang terjadi di jaringan perlu dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan simulasi berbasis komputer untuk melihat dampak terhadap komponen lainnya. Penelitian lanjutan bisa dilakukan dengan membandingkan dengan penyulang lain yang melayani beban Industri sehingga dampak kedip tegangan bisa berpengaruh lebih besar.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Effendi, A. (2014). Studi Analisa Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa Ke Tanah Pada SUTT 150 KV Untuk Setting Relay OCR (Aplikasi GI PIP-PAUH LIMO). *Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 95-104
- [2] M. Ali, F. Hunaini, I. Robandi, and N. Sutantra, "Optimization of active steering control on vehicle with steer Kunder, P., Paserba, J., Ajarapu, V., Andersson, G., Bose, A., Canizares, C., ... & Vittal, V. (2004). IEEE/CIGRE Joint Task Force on Stability Terms and Definitions, Definition and Classification of Power System Stability. *IEEE Trans. Power Syst*, 19(3), 1387-1401.
- [3] McGranaghan, M. F., Mueller, D. R., & Samotyj, M. J. (1993). Voltage sags in industrial systems. *IEEE Transactions on industry applications*, 29(2), 397 403

-
- [4] Sianipar, R. (2016). Mengurangi gangguan kedip tegangan pada peralatan industri. *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*.
- [5] Hermanto, F., Karnoto, K., & Sukmadi, T. (2013). Analisis Jatuh Tegangan Dan Arus Hubung Singkat Pada Jaringan Tegangan Menengah Pt Rum. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2(4), 882-889.
- [6] Syahputra, R. (2016). Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik. *LP3M UMY, Yogyakarta*, 249-256
- [7] P. T. Pln and P. Ulp, “State of The Art Total Transformator Menggunakan Microsoft Excel (Master Manajemen Transformator),” vol. 2, no. 2, 2023.
- [8] Novia, C., Tasmono, H., & Widagdo, R. S. (2023, May). ANALISA SETTING RELAY PADA PENYULANG SIMO KWAGEAN. In *Senakama: Prosiding Seminar Nasional Karya Ilmiah Mahasiswa* (Vol. 2, No. 1, pp. 641-651).uh8u
- [9] W. F. Galla, A. S. Sampeallo, and J. I. Daris, “Analisis Gangguan Hubung Singkat Pada Saluran Udara 20 Kv Di Penyulang Naioni Pt. Pln (Persero) Ulp Kupang Untuk Menentukan Kapasitas Pemutusan Fuse Cut Out Menggunakan Etap 12.6,” *J. Media Elektro*, vol. IX, no. 2, pp. 101–112, 2020, doi: 10.35508/jme.v0i0.3208.
- [10] T. Elektro, F. Teknik, and U. M. Yogyakarta, “KOORDINASI PENEMPATAN PERALATAN PROTEKSI JENIS ARUS LEBIH (OCR) DAN PELEBUR (FCO) DI PENYULANG DI GARDU INDUK 150/20 KV GEJAYAN YOGYAKARTA”.
- [11] R. S. W. Candra Novia, Hadi Tasmono, “ANALISA SETTING RELAY PADA PENYULANG SIMO KWAGEAN,” *Pros. Senakama*, vol. 2, pp. 641–651, 2023.