

ANALISIS KEDIP TEGANGAN AKIBAT ARUS HUBUNG SINGKAT PADA PENYULANG GARDU INDUK KIARACONDONG

Hamdani¹, Syafruddin², Rizaldy³

Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala

Abstrak

Kedip tegangan (Voltage Sag) merupakan salah satu jenis gangguan yang dapat menurunkan kualitas daya pada sistem distribusi, karena pada umumnya variasi tegangan yang timbul karena adanya kedip tegangan pada sistem distribusi akan mempengaruhi kinerja yang sangat sensitif terhadap adanya perubahan tegangan. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk menganalisa terjadinya kedip tegangan pada penyulang di Gardu Induk Kiaraconcong yang ditimbulkan karena adanya gangguan hubung singkat, jenis gangguan hubung singkat yang sering terjadi adalah gangguan satu fasa ke tanah, fasa-fasa dan tiga fasa. Trans Studio Bandung merupakan salah satu wahana mendapatkan suplai tenaga listrik dari transformator 150/20 kV yang berada di Gardu Induk Kiaraconcong. Pada sistem distribusi ini sering kali ditemukan gangguan listrik yang salah satunya disebabkan oleh arus hubung singkat. Gangguan hubung singkat yang biasanya terjadi pada sistem distribusi salah satunya dapat disebabkan adanya kedip tegangan yang akan dirasakan oleh pelanggan. Titik lokasi gangguan untuk analisis perhitungan kedip tegangan diasumsikan 25%, 50%, 75%, dan 100% dari panjang penyulang.

Kata kunci: Kedip, tegangan, sistem, gangguan, arus.

Abstract

Voltage sag is one type of disturbance that can reduce the quality of power in the distribution system, because in general the voltage variations that arise due to voltage sags in the distribution system will affect performance which is very sensitive to changes in voltage. The purpose of writing this thesis is to analyze the occurrence of voltage dips in the feeders at Kiaraconcong Substation which are caused by short circuit faults. The types of short circuit faults that often occur are single-phase to ground faults, phase-to-phase and three-phase faults. Trans Studio Bandung is one of the recreational parks that receives electricity from a 150/20 kV transformer located at GI Kiaraconcong. In this distribution system, electrical disturbances are often found, one of which is caused by short circuit currents. One of the short circuit disturbances that usually occurs in distribution systems can be caused by voltage sags that will be felt by customers. Fault location points for voltage sag calculation analysis are assumed to be 25%, 50%, 75%, and 100% of the feeder length.

Keywords: Voltage, sag, system, disturbance, current.

1. PENDAHULUAN

Perseroan Terbatas Perusahaan Listrik Negara atau disingkat PT. PLN merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam bidang penyedia tenaga listrik nasional.

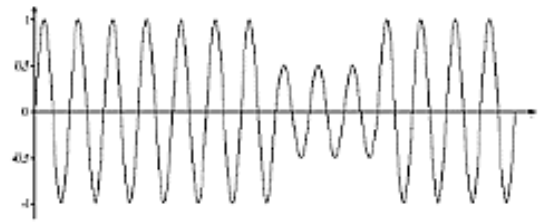
Dalam penyuplaian listrik menuju beban-beban yang diinginkan maka PT. PLN memerlukan sebuah kualitas tegangan yang baik, ekonomis, dan aman. Sistem distribusi adalah hal yang paling banyak mengalami gangguan, sehingga masalah utama dalam operasi sistem distribusi yaitu mengatasi gangguan. Jumlah gangguan dalam sistem distribusi relatif lebih banyak dibandingkan dengan jumlah gangguan pada bagian sistem yang lain, seperti pada saluran transmisi, unit pembangkit dan transformator pada gardu induk[3].

Trans Studio Bandung (TSB) sebagai salah satu taman hiburan indoor terbesar di Indonesia sangat bergantung pada pasokan listrik yang disediakan oleh PT PLN. Seperti para konsumen lainnya, TSB pun tidak lepas dari risiko gangguan. Gangguan yang terjadi dapat mengakibatkan risiko terkecil hingga risiko yang besar. Salah satu gangguan pada system distribusi PLN ke TSB adalah terjadinya kedip tegangan[1][4].

1.1 Tinjauan Pustaka

Kedip Tegangan

Kedip tegangan adalah gangguan hubung singkat dalam sistem distribusi tenaga listrik yang menyebabkan penurunan tegangan dalam waktu yang relatif singkat.



Gambar 1 Siklus Kedip Tegangan

Kedip tegangan dapat disebabkan oleh dua hal, yaitu adanya gangguan hubung singkat pada jaringan tenaga listrik itu sendiri, dan adanya perubahan beban secara mendadak (seperti switching beban dan pengasutan motor induksi). Meskipun berlangsung dalam waktu yang relatif singkat, peristiwa kedip tegang ini dapat memberikan dampak tidak berfungsinya peralatan elektronika yang sensitif dan peka terhadap variasi tegangan.

Untuk menghitung kedip tegangan terlebih dulu dihitung tegangan urutan positif, negatif, dan nol. Nilai tegangan urutan yang didapatkan dalam bentuk bilangan kompleks dan polar. Adapun perhitungan yang digunakan dalam kedip tegangan yaitu :

- Tegangan urutan positif

$$V_{1rel} = \left(\frac{V_{bus}}{\sqrt{3}} \right) - \left(\frac{I_{fL-G}}{3} \right) \cdot n \cdot Z_{1peny} \cdot \cos \theta \quad (1)$$

$$V_{1imj} = 0 - \left(\frac{I_{fL-G}}{3} \right) \cdot n \cdot Z_{1peny} \cdot \sin \theta \quad (2)$$

- Tegangan urutan negative

$$V_{2rel} = - \left(\frac{I_{fL-G}}{3} \right) \cdot n \cdot Z_{1peny} \cdot \cos \theta \quad (3)$$

$$V_{2imj} = - \left(\frac{I_{fL-G}}{3} \right) \cdot n \cdot Z_{1peny} \cdot \sin \theta \quad (4)$$

- Tegangan urutan nol

$$V_{0riel} = 0 - \left(\frac{I_{fL-G}}{3} \right) \cdot n \cdot Z_{1peny} \cdot \cos \theta \quad (5)$$

$$V_{0imj} = 0 - \left(\frac{I_{fL-G}}{3} \right) \cdot n \cdot Z_{1peny} \cdot \sin \theta \quad (6)$$

Gangguan Hubung Singkat

Pada umumnya lebih dari 70 % kedip tegangan terjadi karena gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah yang terjadi disuatu titik pada sistem.

Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah ini dapat menyebabkan terjadinya kedip tegangan pada penyulang yang lain dari gardu induk yang sama. Pada umumnya gangguan tersebut terjadi akibat sambaran petir, cabang pohon yang menyentuh saluran SUTM, dan kontak dari hewan seperti burung.

Arus gangguan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan umum [3] :

$$I = \frac{V}{Z} \quad (7)$$

Keterangan:

I = Arus Hubung Singkat (Amp)
 V = Tegangan Sumber (volt)
 Z = Impedansi Jaringan (ohm)

Impedansi Sumber

Diketahui nilai kapasitas daya hubung singkat (MVA) berdasarkan hasil yang terdapat pada Gardu Induk. Dengan mengambil Kapasitas daya hubung singkat dapat dihitung impedansi sumber pada persamaan sebagai berikut [3] :

$$X_s = \frac{kV^2}{MVA} \quad (8)$$

Keterangan :

X_s = Impedansi Sumber (ohm)
 kV^2 = Tegangan sisi primer (volt)
 MVA = Daya hubung singkat (Amp)

Dari persamaan 8 untuk menghitung impedansi sumber di sisi sekunder yaitu di sisi 20 KV maka :

$$X_{s \text{ sisi } 20 \text{ kV}} = \frac{kV^2 (\text{sisi sekunder})}{kV^2 (\text{sisi primer})} \times X_s \quad \dots (9)$$

Perhitungan Reaktansi Trafo

Reaktansi Trafo didapatkan dengan menghitung ohm pada 100 % nya melalui persamaan sebagai berikut.

$$X_{t \text{ pada } 100\%} = \frac{kV^2}{MVA (\text{trafo})} \quad (10)$$

- Reaktansi urutan positif ;
 $X_{t1} = \% \text{ yang diketahui } \times X_t (\text{pada } 100 \%)$
- Reaktansi urutan negatif ;
 $X_{t0} = 3 \times X_{t1}$ (untuk trafo yang memiliki belitan delta)
 Untuk trafo yang tidak mempunyai belitan delta maka nilai X_{t0} berkisar antara 9 – 14.

Perhitungan Impedansi Penyulang

Untuk perhitungan impedansi penyulang, perhitungannya tergantung dari besarnya impedansi per km dari penyulang yang akan dihitung. Digunakanlah persamaan sebagai berikut.

$$Z = R + jX \quad (11)$$

Untuk menghitung impedansi penyulang di titik gangguan yang terjadi pada lokasi % panjang penyulang digunakan rumus :

$$Z_n = n \times L \times Z/\text{km} \quad (12)$$

Keterangan :

Z_n = Impedansi penyulang sejauh % Panjang penyulang ohm)

n = Lokasi gangguan dalam % panjang penyulang

L = Panjang penyulang (km)

Z/km = Impedansi panjang penyulang per km

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menerapkan langkah kerja sebagai berikut :

- Menghitung impedansi sumber, dimana sumber yang dimaksud yaitu trafo tenaga. Data yang dibutuhkan untuk menghitung impedansi sumber adalah data kV pada sisi sekunder dan MVA hubung singkat.
- Menghitung reaktansi urutan transformator. Data yang dibutuhkan untuk menghitung reaktansi urutan positif, reaktansi urutan negatif, dan reaktansi urutan nol trafo adalah data reaktansi trafo dan % impedansi trafo.
- Menghitung impedansi urutan penyulang di titik 25%, 50%, 75%, 100% dari panjang penyulang. Data yang dibutuhkan untuk menghitung impedansi urutan penyulang adalah Panjang saluran yang terganggu, impedansi urutan penghantar
- Menghitung impedansi urutan ekuivalen jaringan . Data yang dibutuhkan adalah data impedansi sumber, reaktansi urutan trafo, tahanan tanah trafo , impedansi urutan penyulang.
- Menghitung arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah.
- Menghitung kedip tegangan. Data yang dibutuhkan adalah tegangan

dalam bilangan riil dan tegangan dalam bilangan imajiner.

3. HASIL PEMBAHASAN

Tabel 1. Data Trafo Gardu Induk Kiaracondong

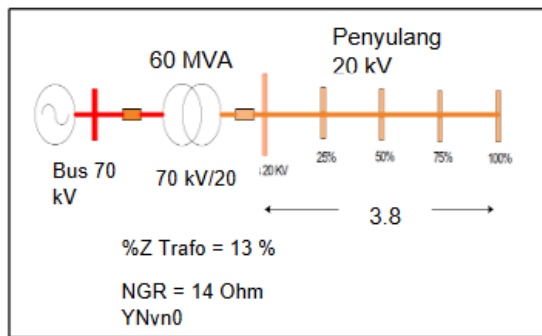
Spesifikasi	Transformator
Merk	Pauwels Trafo
Daya	60 MVA
Tegangan	70/20 kV
Impedansi	13 %
Tahanan	14 Ohm
Hubungan belitan	Yyn0
Frekuensi	50 Hz
Menyuplai pada penyulang	KSM (<i>Express</i>)

Sumber : PT PLN Persero UP3 Bandung

Tabel 2. Reaktansi Penghantar Tegangan 20 Kv

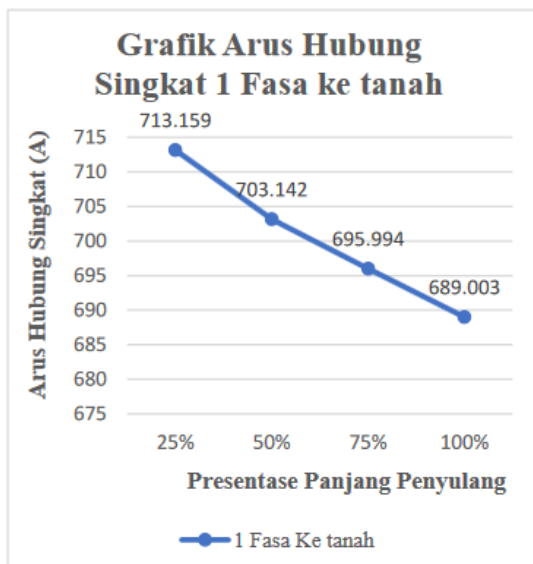
Jenis Penghantar	Impedansi Urutan Positif dan Negatif (ohm/km)	Impedansi Urutan Nol (ohm/km)	Panjang penghantar (km)
N2XSEFG BY 240 mm	(0,118 + j0,095) Ω/km	(0,255 + j0,024) Ω/km	3,8 km

Gambar 1. Penyulang KSM



Gambar 1. Penyulang KSM

Perhitungan arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah di Penyulang KSM yang menyuplai tegangan ke Trans Studio Bandung dengan panjang total saluran 3,8 km di rangkum dalam grafik sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik arus gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah

Perhitungan kedip tegangan di Penyulang KSM yang menyuplai tegangan ke Trans Studio Bandung dengan panjang total saluran 3,8 km di rangkum dalam grafik sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik kedip tegangan

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini yaitu ;

- Dari perhitungan diperoleh arus gangguan hubung singkat 1 fasa ketanah per panjang penyulang 25%, 50%, 75%, dan 100% secara berurutan adalah 713,159 \angle (29,569) $^{\circ}$ A; 703,142 \angle (-29,374) $^{\circ}$ A; 695,994 \angle (-29,313) $^{\circ}$ A; 689,003 \angle (-29,258) $^{\circ}$ A.
- Kedip tegangan dan presentase kedip tegangan akibat gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah per panjang penyulang 25%, 50%, 75% dan 100% secara berutan adalah : 11516,933 \angle 0.016 $^{\circ}$ V sebesar 57,58%; 11428,597 \angle 0.061 $^{\circ}$ V sebesar 57,14%; 11283,031 \angle 0.137 $^{\circ}$ V sebesar 56,41%; 11082,788 \angle 0.259 $^{\circ}$ V sebesar 55,41%.

Daftar Pustaka

- [1] Ahmad Ardianto, "Analisa Kedip Tegangan Akibat Gangguan Hubung Singkat Pada Saluran Distribusi 20 Kv Di Penyulang Sragen 1," 2018.
- [2] James .W Nilsson. 2015. Electric Circuit Tenth Edition. New Jersey
- [3] Asri Indah Lestari, "Analisis Kedip Tegangan Akibat Gangguan Hubung Singkat pada Sistem Jaringan Distribusi 20 kV di Penyulang Kenari Gardu Induk Seduduk Putih," ELECTRICIAN Vol. 13, No.1, 2019.
- [4] Wiharya,. Suyono H,. "Analisis Voltage Sag pada Sistem Tenaga Listrik PT. Petrochina International Ltd.Sorong". EECCIS Vol. 1, No.1, 2014.
- [5] Ikhwannul K (2013, 06 Juni). Definisi voltage sag. <https://ikkkholis27.wordpress.com/2013/06/06/voltage-sag-voltage-dip-2/>
- [6] Dugan, C. Roger, McGranaghan, F. Mark, Santoso, Surya dan Beaty, Wayne. H., "Electrical Power Systems Quality", Second Edition, 2004
- [7] Iksan, V. A. 2016. Analisis Kedip Tegangan Pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 kV Akibat Gangguan Hubung Singkat pada Penyulang Pedan 1 Klaten. Surakarta: Skripsi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [8] Kume, J., Lisi, F., & Silimang, S. 2016. Analisa Gangguan Hubung Singkat Saluran Kabel Bawah Tanah Tegangan 20 kV Penyulang SL 3GI Teling Manado. E-Journal Teknik Elektro dan Komputer Vol. 5 NO. 4, 46-52.
- [9] Dasatrio, Y: 2015:Dasar Teknik Kelistrikan:Arus Kuat Dan Arus Lemah: Makassar: Javalitera
- [10] Khikam, M, K. 2021.Analisa Kualitas Daya Di Cv. Wana Indo Raya Trafo 197kVA. E-Journal Teknik Elektro.