

ANALISIS HUBUNG SINGKAT PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH 20 kV

Yusup Pantu¹, Ekawati M. Ohee², Jakobus Kariongan³, Marthen Liga⁴, Aris Sampe⁵, Rosalina N. Revassy⁶

^{1,2,3,4,5,6} Teknik Elektro, Universitas Cenderawasih, Indonesia
Email: pantuyusup07@gmail.com

Info Artikel

Histori Artikel:
Diterima Jan 02, 2024
Direvisi Jan 015, 2024
Disetujui Feb 15, 2024

ABSTRACT

PT. PLN ULP Genyem is a unit that provides electricity services in Jayapura Regency, as a means to distribute electricity from substations to consumers of PT. PLN (Persero) ULP Genyem has several feeders, then to facilitate the author in this study, the author narrowed down the data taken from PT. PLN ULP Genyem Jayapura Regency. 20 kV PLN ULP Genyem distribution system on Nimobokrang Feeder 1. The purpose of this research project is to determine the magnitude of the 3-phase, 2-phase, and 1-phase short-circuit fault currents to the ground. The method used is short circuit MVA. The data taken is in the form of secondary data taken from the ORYA hydropower plant and PT. PLN (Persero) ULP Genyem City. The initial step of data processing is to calculate the impedance, calculate the short circuit fault current. The calculation results obtained are the largest short-circuit fault current caused by a 3-phase short-circuit fault at 0% feeder length, which is 4787.38 A, and while the smallest short-circuit fault current is caused by a 1-phase short-circuit fault at 100% feeder length, which is 279.23 A. The farther the distance of the fault point, the smaller the short-circuit fault current that occurs and vice versa, the closer the distance of the fault point, the greater the short-circuit fault current that occurs.
Keywords: Short circuit fault current, Distribution, Nimbokrang 1

ABSTRAK

PT. PLN ULP Genyem adalah unit yang memberikan pelayanan listrik di Kabupaten Jayapura, sebagai sarana untuk mendistribusikan listrik dari gardu induk ke konsumen PT. PLN (Persero) ULP Genyem mempunyai beberapa feeder (penyulang), selanjutnya untuk memudahkan penulis dalam penelitian ini maka penulis mempersempit data yang diambil berasal dari PT. PLN ULP Genyem Kabupaten Jayapura. Sistem distribusi 20 kV PLN ULP Genyem pada Penyulang Nimobokrang 1. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui besarnya arus gangguan hubung singkat 3 fasa, 2 fasa, dan 1 fasa ke tanah. Metode yang digunakan adalah MVA hubung singkat. Adapun data yang diambil berupa data sekunder yang diambil dari PLTA ORYA dan PT. PLN (Persero) ULP Genyem Kota. Langkah awal pemrosesan data yaitu, menghitung impedansi, menghitung arus gangguan hubung singkat. Hasil perhitungan yang diperoleh adalah arus gangguan hubung singkat terbesar disebabkan oleh gangguan hubung singkat 3 fasa pada 0% panjang penyulang yaitu 4787,38 A Dan Sedangkan arus gangguan hubung singkat terkecil disebabkan oleh gangguan hubung singkat 1 fasa pada 100% panjang penyulang yaitu 279,23 A. Semakin jauh jarak titik gangguan maka semakin kecil arus gangguan hubung singkat yang terjadi begitupun sebaliknya, semakin dekat jarak titik gangguan maka semakin besar arus gangguan hubung singkat yang terjadi.

Kata Kunci: Arus gangguan hubung singkat, Distribusi, Nimbokrang 1

Penulis Korespondensi:

Yusup Pantu,
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Cenderawasih,
Email: pantuyusup07@gmail.com

1. PENDAHULUAN

PT. PLN (Persero) merupakan perusahaan dibawah naungan BUMN yang berwenang dalam pembangkitan dan pendistribusian tenaga listrik. PT PLN (Persero) selalu berusaha untuk memberikan pelayanan yang terbaik sehingga dapat memuaskan semua pelanggannya, mengingat pada masa sekarang ini listrik bisa dikatakan sebagai salah satu kebutuhan utama bagi penunjang dan pemenuhan kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat dari waktu ke waktu (Crystallo Graphy., 2016).

Perusahaan Listrik Negara atau PT. PLN (Persero) adalah perusahaan yang dikelola oleh Pemerintah dan merupakan perusahaan yang bergerak dibidang jasa. PT. PLN (Persero) ini sendiri didirikan dengan tujuan untuk melayani masyarakat dalam bidang ketenagalistrikan dan juga untuk memperoleh keuntungan agar kegiatan pada perusahaan ini dapat terus berlangsung. Perusahaan ini memiliki kegiatan utama yaitu mendistribusikan tenaga listrik untuk memenuhi kebutuhan yang bervariasi seperti kebutuhan untuk rumah tangga, sosial, ataupun industri.

Dalam kondisi normal, arus akan mengalir melalui seluruh elemen yang terhubung dalam sistem tenaga listrik dengan nilai yang sudah diperkirakan agar sesuai dengan kemampuan masing- masing elemen. Suatu sistem tenaga listrik dapat dianalisis dengan menghitung nilai tegangan dan arus pada sistem tersebut, baik dalam keadaan normal maupun dalam keadaan abnormal (Wahyudi Yanto., 2009).

Namun, sistem tenaga listrik tidak selalu dalam kondisi normal, gangguan dapat terjadi akibat adanya kerusakan instalasi saluran, kerusakan yang diakibatkan alam, serta kerusakan akibat ulah manusia. Gangguan itu sendiri dapat didefinisikan sebagai keadaan dimana arus yang mengalir pada saluran menjadi sangat besar melebihi kemampuan saluran tersebut yang dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan sehingga membuat pendistribusian daya terganggu, kecelakaan kerja, ataupun kematian. Dalam keadaan lainnya, nilai tegangan juga akan berubah sehingga menyebabkan kegagalan

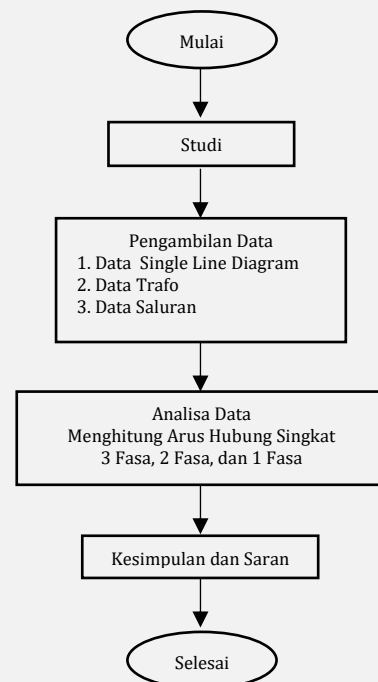
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data yang diperlukan untuk melakukan perhitungan pada analisis hubung singkat yaitu

pada peralatan apabila tegangan dibawah nilai minimum. Hasilnya, perbedaan potensial dari sistem netral akan meningkat (Gaffaret al., 2022).

Oleh karena itu, apabila terjadi gangguan pada jaringan sistem distribusi baik yang disengaja maupun tidak disengaja akan menimbulkan kerugian bagi masyarakat. Gangguan tersebut tidak hanya merugikan masyarakat, namun PT. PLN (Persero) itu sendiri juga mengalami kerugian. Semakin lama gangguan (padam) listrik terjadi, maka semakin besar juga kerugian yang dialami PT. PLN (Persero). Dengan adanya prediksi lokasi gangguan, diharapkan titik gangguan dapat lebih mudah ditemukan dan dapat segera diatasi sehingga dapat mempersingkat waktu terjadinya gangguan dan meminimalisir kerugian yang dialami PT. PLN (Persero) khususnya pada PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Genyem.

2. METODE PENELITIAN



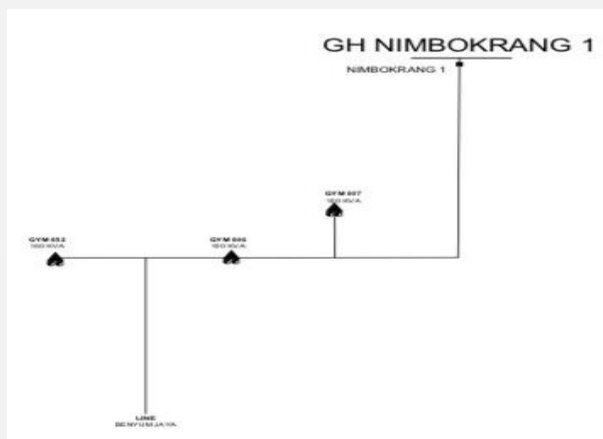
Gambar 1. Diagram Alir

panjang saluran, pembebanan trafo, luas penampang kabel, pada penyulang Nimbokrang 1 berdasarkan data yang dikumpulkan ada beberapa data yaitu sebagai berikut.

Tabel 1. Data Analisis Hubung Singkat

Nama Penyulang	Panjang Penyulang (kms)	Kabel Konduktor		Impedansi	Urutan impedansi
		Ddd Typ	Pemampung		
Nitrobison 1	3.25	AAAC 150 mm	160 mm	Z ₂ =Z ₁	0.0142 +/- 0.3305
				Z ₀	0.3631 +/- 1.6190

3.1 Single Line Diagram Penyulang



Gambar 2. Single Line Diagram Penyulang Nimbokrang 1

3.2 Menghitung Impedansi Sumber

Data Hubung Singkat di bus sisi primer (70 kV) di Gardu Induk Orya adalah sebesar 25 kA. Maka impedansi sumber (X_S) berdasarkan persamaan (2.1) dan (2.2) adalah

$$MVA_{SC} = \sqrt{3} \times 70 \text{ kV} \times 25 \text{ kA} = 3031,0889 \text{ MVA}$$

$$X_s (\text{primer}) = \frac{kV^2}{MVA}$$

$$X_s (\text{primer}) = \frac{70^2}{3031,0889} = \frac{4.900}{3031,0889}$$

$$X_s (\text{primer}) = 1,616581 \Omega$$

Untuk mengkonversikan impedansi yang terletak di sisi 70 kV ke 20 kV, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.2):

$$X_s (\text{sekunder}) = \frac{kV (\text{sisi sekunder trafo})^2}{kV (\text{sisi primer trafo})^2} \times$$

$$X_s (\text{sisi primer})$$

$$X_s (\text{sekunder}) = \frac{20^2}{70^2} \times 1,616581 \Omega$$

$$X_s (\text{sekunder}) = 0,131966 \Omega$$

3.3 Menghitung Reaktansi Trafo

Besarnya reaktansi trafo tenaga satu di Gardu Induk Orya adalah 11,4 %, agar dapat mengetahui besarnya nilai reaktansi urutan positif, negatif dan reaktansi urutan nol dalam ohm, maka perlu dihitung dulu besar nilai ohm pada 100 % nya. Besarnya nilai ohm pada 100 % melalui persamaan (2.3):

$$X_t (\text{Pada 100\%}) = \frac{kV^2}{MVA \text{ Trafo}}$$

$$X_t (\text{Pada 100\%}) = \frac{20^2}{20}$$

$$X_t (\text{Pada 100\%}) = 20 \Omega$$

Nilai reaktansi trafo:

- Reaktansi urutan positif (X_{t1}=X_{t2}), dengan Z = 11,4% maka:

$$X_{t1} = X_{t2} = 11,4\% \times 20 \Omega = 2,28 \Omega$$

- Reaktansi urutan nol (X_{t0})

Data transformator mempunyai hubungan Ynyn0 yang mempunyai belitan delta didalamnya, maka menggunakan persamaan (2.5):

$$X_{t0} = 3 \times X_{t1}. \text{ Jadi } X_{t0} = 3 \times 2,28 \Omega. \text{ Maka nilai reaktansi transformator adalah } X_{t0} = 6,84 \Omega$$

3.4 Menghitung Impedansi Penyulang (Z penyulang)

Panjang Penyulang Nimbokrang 1 adalah 3,25 kms, dengan impedansi saluran.

$$Z_1 = Z_2 = (0,2162 + j0,3305) \Omega/km \times 3,25 \text{ kms} = 0,668 + j0,70265 \Omega$$

$$Z_0 = (0,3631 + j1,6180) \Omega/km \times 3,25 \text{ kms} = 1,121 + j1,074125 \Omega$$

Nilai impedansi Penyulang urutan positif dan negatif Line 1 memakai nilai Z₁ = Z₂ = 0,668 + j 1,021 Ω untuk lokasi gangguan dengan jarak 0% sampai dengan 100% panjang Penyulang, disusun pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2. Perhitungan Z penyulang Urutan Positif dan Negatif

Jarak Saluran (%)	Kms	Impedansi untuk positif dan negatif (Z1 dan Z2)	
		Rumus	Hasil
0%	0,000	0,00 × (0,70265 + j1,074125) Ω	0 + j0 Ω
10%	0,325	0,30 × (0,70265 + j1,074125) Ω	0,70 + j2,519 Ω
20%	0,650	0,60 × (0,70265 + j1,074125) Ω	0,140 + j2,148 Ω
30%	0,975	0,90 × (0,70265 + j1,074125) Ω	0,211 + j3,274 Ω
40%	1,300	1,20 × (0,70265 + j1,074125) Ω	0,281 + j3,849 Ω
50%	1,625	1,50 × (0,70265 + j1,074125) Ω	0,351 + j4,499 Ω
60%	1,950	1,80 × (0,70265 + j1,074125) Ω	0,421 + j5,099 Ω
70%	2,275	2,10 × (0,70265 + j1,074125) Ω	0,491 + j5,648 Ω
80%	2,600	2,40 × (0,70265 + j1,074125) Ω	0,562 + j6,217 Ω
90%	2,925	2,70 × (0,70265 + j1,074125) Ω	0,632 + j6,764 Ω
100%	3,250	3,00 × (0,70265 + j1,074125) Ω	0,703 + j7,345 Ω

Tabel 3. Perhitungan Impedansi Saluran Urutan Nol

Jarak Saluran		Impedansi untuk positif dan negatif (Z1 dan Z2)	
(%)	Kms	Rumus	Hasil
0%	0,000	$0,00 \times (1,180075 + j1,52585)^\Omega$	$0 + j0^\Omega$
10%	0,325	$0,10 \times (1,180075 + j1,52585)^\Omega$	$0,118 + j0,1526^\Omega$
20%	0,650	$0,20 \times (1,180075 + j1,52585)^\Omega$	$0,236 + j0,3052^\Omega$
30%	0,975	$0,30 \times (1,180075 + j1,52585)^\Omega$	$0,354 + j0,4578^\Omega$
40%	1,300	$0,40 \times (1,180075 + j1,52585)^\Omega$	$0,472 + j0,6104^\Omega$
50%	1,625	$0,50 \times (1,180075 + j1,52585)^\Omega$	$0,590 + j0,763^\Omega$
60%	1,950	$0,60 \times (1,180075 + j1,52585)^\Omega$	$0,708 + j0,915^\Omega$
70%	2,275	$0,70 \times (1,180075 + j1,52585)^\Omega$	$0,826 + j1,068^\Omega$
80%	2,600	$0,80 \times (1,180075 + j1,52585)^\Omega$	$0,944 + j1,221^\Omega$
90%	2,925	$0,90 \times (1,180075 + j1,52585)^\Omega$	$1,062 + j1,373^\Omega$
100%	3,250	$1,00 \times (1,180075 + j1,52585)^\Omega$	$1,180 + j1,526^\Omega$

3.5 Menghitung Impedansi Ekuivalen Jaringan

Perhitungan Impedansi Ekuivalen Jaringan ($Z_{1eq} = Z_{2eq}$ dan Z_{0eq})

Perhitungan impedansi ekuivalen jaringan ($Z_{1eq} = Z_{2eq}$) menggunakan persamaan:

$$Z_{1eq} = Z_{2eq} = X_s(\text{sisi } 20 \text{ kV}) + X_{T1} + Z_1 \text{ penyulang}$$

$$= j 0,131966 + j 2,28 + Z_1 \text{ penyulang}$$

$= j 2,412 + (R + jX)_1$ % jarak penyulang
 Dengan demikian nilai impedansi ekuivalen urutan positif dan negative memakai nilai $Z_{1eq} = Z_{2eq} = j 2,412 + (R + jX)_1 \Omega$ untuk lokasi gangguan dengan jarak 0% sampai dengan 100% panjang Penyulang sebagai berikut:

Tabel 4. Perhitungan Impedansi Ekuivalen ($Z_{1eq} = Z_{2eq}$)

Jarak Saluran		Impedansi untuk positif dan negatif (Z1 dan Z2)	
(%)	Kms	Rumus	Hasil
0%	0,000	$(2,412 + 0,000 + j0,000)^\Omega$	$0,000 + j2,412^\Omega$
10%	0,325	$(2,412 + 0,070 + j0,107)^\Omega$	$0,070 + j2,519^\Omega$
20%	0,650	$(2,412 + 0,169 + j0,258)^\Omega$	$0,140 + j2,670^\Omega$
30%	0,975	$(2,412 + 0,211 + j0,322)^\Omega$	$0,211 + j2,734^\Omega$
40%	1,300	$(2,412 + 0,281 + j0,430)^\Omega$	$0,281 + j2,842^\Omega$
50%	1,625	$(2,412 + 0,351 + j0,537)^\Omega$	$0,351 + j2,949^\Omega$
60%	1,950	$(2,412 + 0,422 + j0,644)^\Omega$	$0,422 + j3,056^\Omega$
70%	2,275	$(2,412 + 0,492 + j0,752)^\Omega$	$0,492 + j3,164^\Omega$
80%	2,600	$(2,412 + 0,562 + j0,859)^\Omega$	$0,562 + j3,271^\Omega$
90%	2,925	$(2,412 + 0,632 + j0,967)^\Omega$	$0,632 + j3,379^\Omega$
100%	3,250	$(2,412 + 0,703 + j1,074)^\Omega$	$0,703 + j3,486^\Omega$

Perhitungan Impedansi Ekuivalen Urutan Nol Jaringan (Z_{0eq})

Perhitungan impedansi ekuivalen urutan nol jaringan (Z_{0eq}) menggunakan persamaan:

$$Z_{0eq} = Z_{T0} + 3R_N + Z_0 \text{ penyulang}$$

$$= j 6,84 + (3 \times 40) + Z_0 \text{ penyulang}$$

$= j 6,84 + 120 + (R + jX)_0 \text{ penyulang}$
 Dengan demikian nilai impedansi ekuivalen urutan nol memakai nilai $Z_{0eq} = j 6,84 + 120 + (R + jX)_0 \Omega$ untuk lokasi gangguan dengan jarak 0% sampai dengan 100% panjang Penyulang, sebagai berikut:

Tabel 5. Perhitungan Impedansi Ekuivale Nol (Z_{0eq})

Jarak Saluran		Impedansi untuk positif dan negatif (Z1 dan Z2)	
(%)	Kms	Rumus	Hasil
0%	0,000	$(2,412 + 0,000 + j0,000)^\Omega$	$120,000 - j63,640^\Omega$
10%	0,325	$(2,412 + 0,070 + j0,107)^\Omega$	$120,118 - j73,662^\Omega$
24%	0,780	$(2,412 + 0,169 + j0,258)^\Omega$	$120,237 - j83,102^\Omega$
30%	0,975	$(2,412 + 0,211 + j0,322)^\Omega$	$120,354 - j84,148^\Omega$
40%	1,300	$(2,412 + 0,281 + j0,430)^\Omega$	$120,590 - j94,012^\Omega$
50%	1,625	$(2,412 + 0,351 + j0,537)^\Omega$	$120,830 - j94,649^\Omega$
60%	1,950	$(2,412 + 0,422 + j0,644)^\Omega$	$120,945 - j109,495^\Omega$
70%	2,275	$(2,412 + 0,492 + j0,752)^\Omega$	$120,994 - j111,047^\Omega$
80%	2,600	$(2,412 + 0,562 + j0,859)^\Omega$	$121,036 - j114,827^\Omega$
90%	2,925	$(2,412 + 0,632 + j0,967)^\Omega$	$121,062 - j116,573^\Omega$
100%	3,250	$(2,412 + 0,703 + j1,074)^\Omega$	$121,180 - j120,999^\Omega$

3.6 Menghitung Arus Hubung Singkat 3 Fasa

Untuk menghitung arus hubung singkat 3 fasa yaitu dengan menggunakan persamaan:

$$I_{3 \text{ fasa}} = \frac{V_{ph}}{Z_{1eq}}$$

Dimana nilai $V_{ph} = \frac{20.000}{\sqrt{3}} = 11.547,00538379$

Nilai $Z_{1eq} = Z_{2eq}$ digunakan hasil perhitungan pada Tabel 4.8 Sehingga untuk lokasi gangguan dengan jarak 0% sampai dengan 100% diperoleh sebagai berikut.

Tabel 6. Perhitungan Arus Hubung Singkat 3, 2 dan 1 Fasa

Jarak Saluran (%)	kms	Arus Hubung Singkat (A)		
		3 Fasa	2 Fasa	1 Fasa
0%	0,000	4787,38	4146,00	287,32
10%	0,325	4581,49	3967,69	286,53
24%	0,780	4316,51	3738,21	285,42
30%	0,975	4210,68	3646,55	284,94
40%	1,300	4043,80	3502,04	284,14
50%	1,625	3888,04	3367,14	283,33
60%	1,950	3742,49	3241,09	282,52
70%	2,275	3606,35	3123,19	281,70
80%	2,600	3478,84	3012,76	280,88
90%	2,925	3359,28	2909,22	280,06
100%	3,250	3247,01	2811,99	279,23

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, besar arus gangguan hubung singkat pada jaringan 20 KV di Penyulang Nimbokrang 1 adalah sebesar 4787,38 A untuk 3 fasa, 4146,00 A untuk 2 fasa, dan 287,32 A untuk 1 fasa. Dari hasil perhitungan, dapat disimpulkan bahwa arus gangguan hubung singkat dipengaruhi oleh jarak titik gangguan. Semakin jauh jarak titik gangguan, semakin kecil arus gangguan hubung singkatnya, dan begitu pula sebaliknya. Berdasarkan kesimpulan ini, disarankan agar dilakukan pengecekan secara berkala pada peralatan proteksi yang terpasang di saluran. Hal ini bertujuan untuk menghindari kegagalan operasi pada sistem proteksi bila terjadi gangguan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Crystallography, X. D. (2016). *No Title No Title No Title*. 1–23.
- [2] Gaffar, A., Agussalim, A., & Arisandi, D. (2022). Analisis Gangguan Hubung Singkat Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Di Gardu Induk Panakkukang. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 1(2), 156. <https://doi.org/10.31963/elekterika.v1i2.1221>.

- [3] Kevin Gabriel Manopo, Hans Tumaliang, Sartje Silimang Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Manado, 95115, Indonesia
- [4] PLTA ORYA. (2024).
- [5] PT. PLN (Persero) ULP Genyem. (2024).
- [6] SPLN. (1985). Spln 64: 1985 Petunjuk Pemilihan dan Penggunaan Pelebur pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah. Departemen Pertambangan Dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara, No.172/DIR, 64. <http://www.pln-litbang.co.id/perpustakaan>
- [7] Vertex Elektro, Vol.12, No.02, Tahun 2020 (Agustus) p-ISSN. 1979-9772 e-ISSN. 2714-7487
- [8] Wahyudiyanto, D. B. (2009). Laporan kerja praktek pemeliharaan trafo distribusi dan program management pendataan kva trafo pt.pln (persero) apj bandung.