

ANALISA GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PADA FEEDER 10 PAKAN SINAYAN PT. PLN (PERSERO) ULP PAYAKUMBUH

Winda Septiani^{1*}, Erhaneli¹, Arfita Yuana Dewi¹ dan Andi Syofian¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang

Jln. Gajah Mada Jl. Kandis Raya, Kp. Olo, Kec. Nanggalo, Kota Padang, Sumatra Barat 25173

*Email: 2018310015.winda@itp.ac.id

Abstrak

Gangguan hubung singkat adalah gangguan yang terjadi akibat adanya penurunan kekuatan dasar isolasi (*basic insulation strength*) antara sesama kawat fasa atau antara kawat fasa dengan tanah, yang menyebabkan kenaikan arus secara berlebihan atau biasa juga disebut gangguan arus lebih. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung besar arus hubung singkat yang terjadi pada Feeder 10 Pakan Sinayan Payakumbuh, menghitung gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah, fasa ke fasa, dan tiga fasa. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa arus hubung singkat tiga fasa lebih tinggi dari arus hubung singkat satu fasa ketanah, hal tersebut dibuktikan dengan nilai arus gangguan hubung singkat tiga fasa ke tanah pada lokasi gangguan 10 % dari panjang penyulang, adalah sebesar 4276,667 A, pada lokasi gangguan 25% dari panjang penyulang adalah 2660,599 A, pada lokasi gangguan 50% dari panjang penyulang adalah 1614,965 A, pada lokasi gangguan 75% dari panjang penyulang adalah 1157,014 A, pada lokasi gangguan 90% dari panjang penyulang adalah 988,613A sedangkan untuk satu fasa ketanah diperoleh nilai arus gangguan hubung singkat pada lokasi gangguan 10 % dari panjang penyulang, adalah sebesar 281,382 A, pada lokasi gangguan 25% dari panjang penyulang adalah 270,726 A, pada lokasi gangguan 50% dari panjang penyulang adalah 252,099 A, pada lokasi gangguan 75% dari panjang penyulang adalah 233,571 A, pada lokasi gangguan 90% dari panjang penyulang adalah 222,911A.

Kata kunci: Arus Gangguan Hubung Singkat, SUTM

1. PENDAHULUAN

Dalam proses penyaluran energi listrik ke konsumen melalui beberapa tahapan yaitu adanya sumber pembangkit, gardu induk, transmisi dan distribusi. Penyaluran sistem distribusi untuk daerah pedesaan pada umumnya disalurkan melalui saluran udara yang terdiri dari Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) dan Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR). Sistem Distribusi Tegangan Menengah merupakan jaringan utama dalam upaya menghindari rugi-rugi daya (*losses*) dengan kualitas persyaratan tegangan yang harus dipenuhi oleh PT PLN Persero selaku pemegang Kuasa Usaha Utama yang telah diatur dalam UU ketenagalistrikan No 30 tahun 2009. Ditinjau dari kualitasnya untuk daerah-daerah pedesaan baik SUTM ataupun SUTR pada umumnya menggunakan struktur jaringan tipe radial. Dimana tipe ini jika ditinjau dari cara pengoperasian hanya disuply dari satu sumber. Sehingga jika terjadi gangguan akan terjadi pemadaman total sampai ke konsumen.

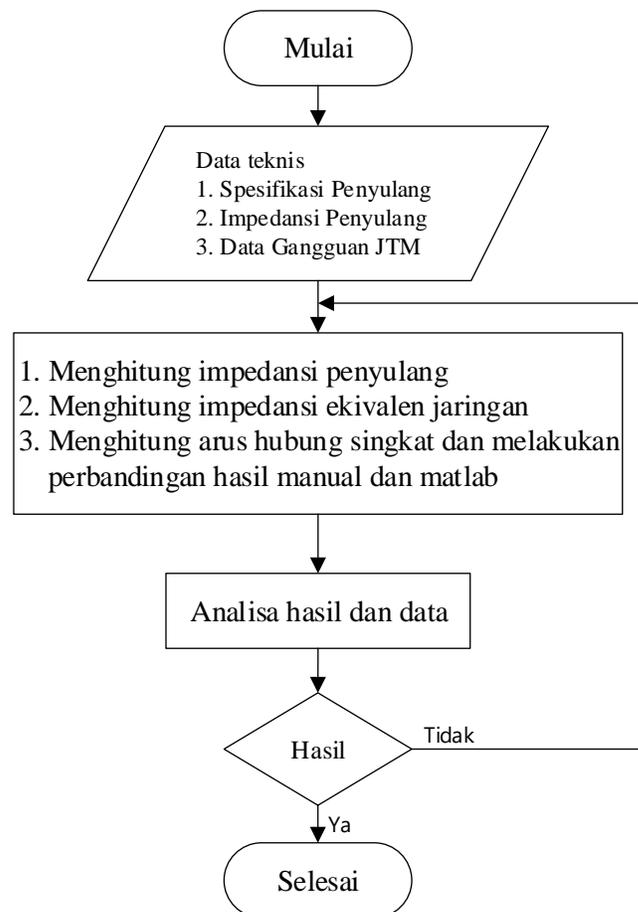
Feeder 10 Pakan Sinayan adalah salah satu Feeder yang ada di PT. PLN (Persero) ULP Payakumbuh. Gangguan yang sering terjadi dikarenakan layang-layang yang menempel pada saluran, binatang yang mejalar pada saluran dan juga ranting pohon yang menempel pada jaringan. Sehingga akan mengakibatkan terjadinya gangguan hubung singkat pada saluran. Dengan sendirinya akan terjadi pemadaman. Gangguan hubung singkat pada saluran udara tegangan menengah (SUTM) terdiri dari beberapa jenis yaitu gangguan hubung singkat tiga fasa, gangguan hubung singkat dua fasa, gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah, gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah (Maisyarah, 2019). Gangguan hubung singkat adalah gangguan yang terjadi akibat adanya penurunan kekuatan dasar isolasi (*basic insulation strength*) antara sesama kawat fasa atau antara kawat fasa dengan tanah, yang menyebabkan kenaikan arus secara berlebihan atau biasa juga disebut gangguan arus lebih (Gardu and Sei, 2018).

Gangguan hubung singkat pada sistem tenaga listrik akan menyebabkan aliran arus menuju titik gangguan akan semakin besar. Besarnya arus listrik yang mengalir pada penghantar dapat merusak peralatan listrik jika tidak dilengkapi dengan sistem pengaman yang baik dan benar. Sehingga jenis gangguan ini diperlukan suatu perencanaan yang khusus untuk dapat mengurangi risiko gangguan

tersebut. Salah satu cara mengatasinya adalah dengan melakukan studi analisis arus gangguan hubung singkat (Ernia, 2017) (Maisyarah, 2019). Dengan demikian dapat diketahui nilai arus gangguan hubung singkat maksimum yang terjadi dalam sistem jaringan yang digunakan. Berdasarkan hal di atas maka dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis akan membahas tentang gangguan hubung singkat yang sering terjadi pada Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) pada Feeder 10 Pakan Sinayan PT. PLN (Persero) ULP Payakumbuh. Dengan menganalisa atau mengkaji gangguan hubung singkat yang sering terjadi pada Feeder 10 Pakan Sinayan ini maka akan dapat menentukan solusi dari penyebab aliran listrik padam di area ULP Payakumbuh.

2. METODOLOGI

Penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui berapa besar arus gangguan hubung singkat yang terjadi pada Feeder 10 Pakan Sinayan ULP Payakumbuh. Untuk mengetahui berapa besar arus gangguan tersebut adalah dengan cara menghitung besar arus hubung singkat yang terjadi akibat terhubungnya kawat satu fasa ke tanah, dua fasa dan tiga fasa. Ini dikarenakan gangguan tersebut yang sering terjadi pada saluran distribusi tegangan menengah.. Untuk gangguan satu fasa ketanah biasanya disebabkan oleh menempelnya ranting pohon pada salah satu kawat fasa, biasa terjadi pada kawat fasa paling pinggir (pinggir kiri atau kanan) sehingga akan terjadi pemdaman. Begitupun gangguan dua fasa penyebabnya adalah menjalarnya binatang antara dua kawat fasa. Sedangkan untuk gangguan tiga fasa jika dibandingkan dengan gangguan dua fasa dan satu fasa ketanah lebih sedikit jumlahnya. Berdasarkan data yang didapat dilapangan sesuai dengan aplikasi penelitian maka dapat dihitung berapa besar arus gangguan yang terjadi akibat dari gangguan hubung singkat tersebut..



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gangguan hubung singkat yang dibahas pada penelitian ini adalah gangguan hubung singkat satu fasa, dua fasa dan tiga fasa. Perhitungan dilakukan berdasarkan panjang penyulang yang diasumsikan pada 10%, 25%, 50%, 75% dan 90% dari panjang saluran. Adapun metode atau langkah-langkah dalam perhitungan arus hubung singkat yaitu menghitung impedansi sumber, impedansi transformator, impedansi penyulang dan impedansi total sebagai berikut :

3.1 Menghitung impedansi sumber :

Untuk dapat mengetahui besarnya gangguan hubung singkat di titik tertentu pada penyulang, maka diperlukan besarnya impedansi pada penyulang. Besarnya impedansi pada penyulang tergantung pada impedansi transformator dan besarnya impedansi transformator tergantung pada impedansi sumber. Untuk menghitung nilai impedansi sumber dapat menggunakan rumus: (Akmal and Abimanyu, 2017)

$$X_s \text{ (sisi 150 kV)} = \frac{kV_{\text{sisi primer}}^2}{MVA_{\text{bus sisi primer}}} = \frac{150^2}{4017} = 5,6 \text{ ohm}$$

Nilai impedansi sum sisi sekunder adalah:

$$X_s \text{ (sisi 20 kV)} = \frac{kV_{\text{sekunder}}^2}{kV_{\text{primer}}^2} \times X_s(\text{primer}) = \frac{20^2}{150^2} \times 5,6 = 0,0995 \text{ ohm}$$

3.2 Reaktansi Transformator

Untuk menghitung nilai reaktansi pada transformator, terlebih dahulu dihitung nilai dari reaktansi transformator dalam kondisi 100 % yang dihitung berdasarkan data-data teknis trafo yang ada dilampirkan sebagai berikut :

$$X_{t(\text{pada } 100\%)} = \frac{kV_{(\text{sisi sekunder})}^2}{MVA} = \frac{20^2}{30} = 13,33 \text{ ohm}$$

Reaktansi urutan positif dan negatif

$$X_{t1} = \% \text{ impedansi transformator} \times X_{t(100\%)} = 11,82\% \times 13,33 = 1,576 \text{ ohm}$$

Reaktansi Urutan nol Transformator

$$X_{t0} = 3 \times X_{t1} = 3 \times 1,576 = 4,728 \text{ ohm}$$

3.3 Impedansi Saluran

Penyulang 10 Pakan Sinayan menggunakan jenis penghantar AAAC dengan luas penampang 150 mm² dan panjang saluran 28,81 km. Impedansi urutan positif (Z₁) dan impedansi urutan negatif (Z₀) adalah 0,2162+j0,3305 Ω/km, dan impedansi urutan nol adalah 0,3441+j1,6180 Ω/km. Kemudian dilakukan perhitungan impedansi saluran untuk panjang saluran 10% , 25%, 50%,75% dan 100% panjang saluran. Hasil perhitungan untuk impedansi urutan positif dan negatif ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan untuk impedansi urutan nol ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Impedansi urutan Positif dan Negatif penyulang 10 Pakan Sinayan

Titik (%)	Jarak (km)	Impedansi Urutan positif dan negatif (Ω)
10	2,881	0,6229 + j0,9522
25	7,2	1,5566 + j2,3796
50	14,40	3,1133 + j4,7592
75	21,61	4,6721 + j7,1421
90	25,93	5,6061 + j8,5699

Tabel 2. Impedansi urutan Nol Penyulang 10 Pakan Sinayan

Titik (%)	Jarak (km)	Impedansi Urutan positif dan negatif (Ω)
10	2,881	0,9913 + 4,6615
25	7,2	2,4775 + j11,6496
50	14,40	4,9550 + j23,2992
75	21,61	7,4360 + j34,9650
90	25,93	7,4360 + j34,9650

Tabel 3. Impedansi ekivalen urutan positif dan negatif penyulang 10 Pakan Sinayan

Titik (%)	Jarak (km)	Impedansi Z_{1eq} & Z_{2eq} (Ω)
10	2,881	0,6229 + j2,6277
25	7,2	1,5566 + j4,0551
50	14,40	3,1133 + j6,4347
75	21,61	4,6721 + j8,8176
90	25,93	5,6061 + j10,2454

Selanjutnya perhitungan Z_{0eq} berdasarkan system pentanahan netral system pasokan dari Gardu Induk dengan pentanahan Tahanan 20 kV = 40 Ω . Maka Z_0 dihitung mulai dari trafo yang diketanahkan, tahanan netral nilai 3 R_N dan impedansi penyulang. Berdasarkan hasil perhitungan nilai impedansi ekivalen urutan nol pada 10 %, 25 %, 50 %, 75 % dan 100 % dari panjang penyulang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Impedansi ekivalen jaringan urutan nol penyulang 10 Pakan Sinayan

Titik (%)	Jarak (km)	Impedansi Z_{0eq} (Ω)
10	2,881	120,9913 + j9,3895
25	7,2	122,4775 + j16,3776
50	14,40	124,9550 + j28,0272
75	21,61	127,4360 + j39,6930
90	28,81	128,9225 + j46,6827

3.4 Menghitung Gangguan Hubung Singkat

Perhitungan gangguan arus hubung singkat pada penyulang 10 pakan sinayan yang hitung hanay untuk gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah, gangguan dua fasa dan tiga fasa dengan asumsi 10 %, 25 %, 50 %, 75 % dan 90 % dari panjang penyulang.

3.4.1 Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah

Hasil perhitungan nilai Z_1 , Z_2 dan Z_0 untuk gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil perhitungan gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah

Titik %	Jarak (km)	Arus Hubung Singkat Satu Fasa ke tanah (A)
10	2,881	281,382
25	7,2	270,726
50	14,40	252,099
75	21,61	233,571
90	25,93	222,911

3.4.2 Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa

Hasil perhitungan nilai Z_1 , Z_2 dan Z_0 untuk gangguan hubung singkat Dua Fasa dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut :

Tabel 6. Gangguan arus hubung singkat dua fasa

Titik %	Jarak (km)	Arus Hubung Singkat Dua Fasa (A)
10	2,881	3710,575
25	7,2	2302,291
50	14,40	1398,895
75	21,61	1002,004
90	25,93	856,164

3.4.3 Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa

Hasil perhitungan nilai Z_1 , Z_2 dan Z_0 untuk gangguan hubung singkat Tiga Fasa dapat dilihat pada Tabel 7. sebagai berikut :

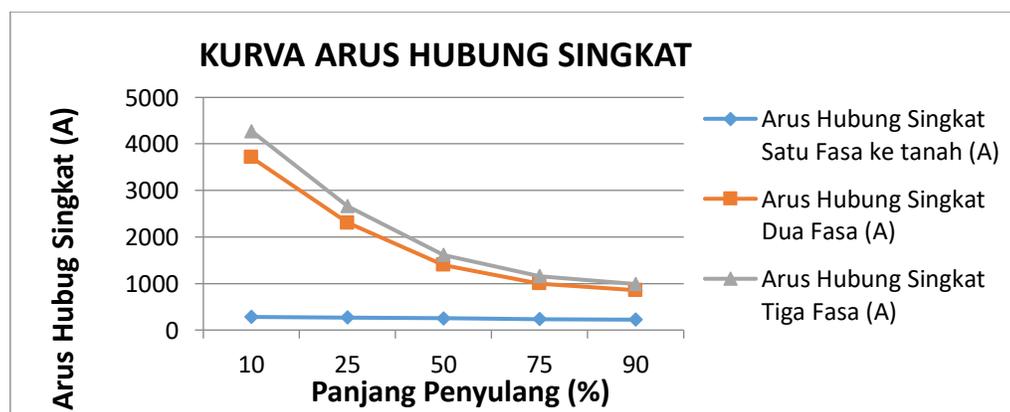
Tabel 7. Gangguan arus hubung singkat tiga fasa

Titik (%)	Jarak (km)	Arus Hubung Singkat Tiga Fasa (A)
10	2,881	4276,667
25	7,2	2660,599
50	14,40	1614,965
75	21,61	1157,014
90	25,93	988,613

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, nilai arus hubung singkat satu fasa ke tanah, dua fasa dan tiga fasa pada saat 10 %, 25 %, 50 %, 75 % dan 90 % dari panjang penyulang, dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Gangguan Arus Hubung Singkat Satu Fasa Ketanah, Dua Fasa, dan Tiga Fasa

Titik %	Jarak (km)	Arus Hubung Singkat Satu Fasa ke tanah (A)	Arus Hubung Singkat Dua Fasa (A)	Arus Hubung Singkat Tiga Fasa (A)
10	2,881	281,382	3710,575	4276,667
25	7,2	270,726	2302,291	2660,599
50	14,40	252,099	1398,895	1614,965
75	21,61	233,571	1002,004	1157,014
90	25,93	222,911	856,164	988,613



Gambar 2. Grafik Arus Hubung Singkat

Dari Tabel 8 dan Gambar 2 dapat dijelaskan bahwa nilai arus gangguan satu fasa ke tanah pada lokasi gangguan 10 % dari panjang penyulang, adalah sebesar 281,382 A, pada lokasi gangguan 25% dari panjang penyulang adalah 270,726 A, pada lokasi gangguan 50% dari panjang penyulang adalah 252,099 A, pada lokasi gangguan 75% dari panjang penyulang adalah 233,571 A, pada lokasi gangguan 90% dari panjang penyulang adalah 222,911A. Nilai arus gangguan hubung singkat dua fasa pada lokasi gangguan 10 % dari panjang penyulang, adalah sebesar 3710,575 A, pada lokasi gangguan 25% dari panjang penyulang adalah 2302,291 A, pada lokasi gangguan 50% dari panjang penyulang adalah 1398,895 A, pada lokasi gangguan 75% dari panjang penyulang adalah 1002,004 A, pada lokasi gangguan 90% dari panjang penyulang adalah 856,164 A. Sedangkan nilai arus gangguan hubung singkat tiga fasa ke tanah pada lokasi gangguan 10 % dari panjang penyulang, adalah sebesar 4276,667 A, pada lokasi gangguan 25% dari panjang penyulang adalah 2660,599 A, pada lokasi gangguan 50% dari panjang penyulang adalah 1614,965 A, pada lokasi gangguan 75% dari panjang penyulang adalah 1157,014 A, pada lokasi gangguan 90% dari panjang penyulang adalah 988,613A

4. KESIMPULAN

Dari ketiga jenis gangguan diatas dapat disimpulkan bahwa semakin jauh jarak titik gangguan dari sumber, maka semakin kecil arus gangguan hubung singkat yang terjadi. Sebaliknya, semakin dekat jarak titik gangguan dari sumber, semakin besar arus gangguan hubung singkatnya. Hal ini membuktikan bahwa besarnya arus gangguan hubung singkat dipengaruhi oleh jauh dekatnya titik gangguan dari sumber.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, A. and Abimanyu, K. (2017) 'Studi Pengaturan Relay Arus Lebih dan Relay Hubung Tanah Penyulang Timor 4 pada Gardu Induk Studi Kasus : Gardu Induk Dawuan', *INFOTRONIK*, 2(1), pp. 34–43.
- Ernia, A.D. (2017) 'Analisa Gangguan Hubung Singkat Pada Sistem Tenaga Listrik Di Pertamina Ep - Central Processing Plant Area Gundih Menggunakan Software Etap 12.6', *Eprints.Ums.Ac.Id* [Preprint]. Available at: http://eprints.ums.ac.id/49284/4/NASKAH_PUBLIKASI_ANA.pdf.
- Gardu, D.I. and Sei, I. (2018) 'Pada Penyulang Transkalimantan', pp. 1–11.
- Maisyarah, L. (2019) 'Analisis Hubung Singkat Pada Saluran Udara Tegangan Menengah 20 Kv (Studi Kasus Pada Penyulang Lg 02 Pt Pln (Persero) Rayon Lhokseumawe) Menggunakan Software Etap 12.6.0', *Jurnal Energi Elektrik*, 8(1), p. 25. doi:10.29103/jee.v8i1.2408.