

Pengaruh Sistem Pentanahan Terhadap Arus Gangguan Tanah Pada Sistem Distribusi 20 kV

Muhammad Sidik¹, Sabar Setiawidayat², Mohammad Mukhsim³

¹²³ Universitas Widyagama Malang

e-mail: muhammadsidik.te@gmail.com¹, masdapro@yahoo.com², 07muhsin@gmail.com³

Diterima: 06-06-2020

Disetujui: 11-08-2020

Diterbitkan: 13-08-2020

Abstract

The process of channeling electrical power often experiences problems, including disturbance to the ground. This study aims to analyze the effect of the grounding system on disturbance currents to the ground in a 20 kV distribution system. The earth systems analyzed are solid systems and resistors. Using the comparison method by assessing at tables and graphs using ETAP 12.6 shows that the closer the disturbance location, the greater the ground fault current. The solid grounding on Bus 2 with a distance of 300 m from the plant has a 1 phase to ground fault current of 30,066 kA and for a Resistor system of 29,852 kA. The 2 phase fault current to the ground has a fault current of 30,903 kA for the Solid system and 28,694 kA for the Resistor system..

Keywords: ground system, etap 12.6, land disturbance

Abstrak

Proses penyaluran daya listrik sering mengalami gangguan, diantaranya gangguan ke tanah. Penelitian ini bertujuan menganalisa pengaruh Sistem pentanahan terhadap arus gangguan ke tanah pada sistem distribusi 20 kV. Sistem pentanahan yang dianalisa adalah sistem solid dan resistor. Menggunakan metode perbandingan dengan melihat tabel dan grafik menggunakan ETAP 12.6 menunjukkan bahwa semakin dekat lokasi gangguan maka semakin besar arus gangguan tanahnya. Hasil pentanahan solid pada Bus 2 dengan jarak 300 m dari pembangkit memiliki arus gangguan 1 fasa ke tanah sebesar 30.066 kA. dan untuk sistem Resistor sebesar 29.852 kA. Arus gangguan 2 fasa ke tanah memiliki arus gangguan sebesar 30.903 kA untuk sistem Solid dan 28.694 kA untuk sistem Resistor.

Kata kunci: Sistem Pentanahan, ETAP 12.6, Gangguan Tanah

Pendahuluan

Sistem distribusi tegangan menengah memiliki area yang luas dan dekat konsumen sehingga sangat rentan terjadi gangguan-gangguan yang dapat menyebabkan terganggunya sistem distribusi (Utomo & Raharjo, 2013). Sistem distribusi adalah keseluruhan komponen dari sistem tenaga listrik yang menghubungkan secara langsung antara sumber yang besar dengan konsumen (Basuki, Muksim, & Setiawidayat, 2018). Sistem komponen simetri dapat digunakan untuk Analisa operasi simetris dan asimetris dari sistem tenaga (Alfidin, 2016).

Pada Sistem pentanahan untuk jaringan distribusi 20 kV berdasarkan SPLN 26:1980 bahwa arus gangguan ke Tanah Sebesar 25 A(SPLN 26 : 1980, n.d.). Peneliti telah mengamati bahwa 80% dari gangguan penyaluran energi listrik terjadi karena gangguan dalam sistem distribusi.

Gangguan yang sering timbul pada penyulang adalah gangguan hubung singkat fasa ke fasa 11% dan 1 fasa ke tanah 15% (Suswanto, (2009), Pradhana & Setiawidayat, (2018)). Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh dari jenis impedansi pengetanahan, nilai impedansi pengetanahan, serta lokasi gangguan tanah terhadap arus gangguan tanah (Alfidin, 2016). PLN Rayon Balikpapan Selatan disuplai oleh G.I Industri dan memiliki 30 penyulang, salah satunya penyulang I.3. PT. PLN (Persero) Area Balikpapan – Rayon Balikpapan Selatan khususnya Jaringan Tegangan Menengah memiliki program yaitu Zero Gangguan. Hal inilah yang menjadi ketertarikan peneliti untuk mengangkat topik ini sebagai bahan penelitian yang akan diukur secara kualitatif dan pengembangan bagi perusahaan.

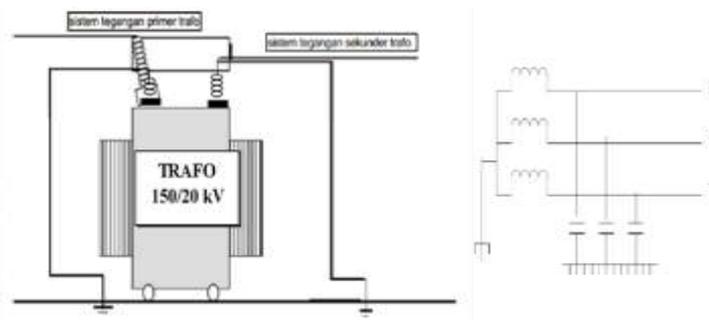
Studi Pustaka (optional)

Sistem pentanahan adalah untuk mengamankan sebuah sistem kelistrikan. Bagian-bagian yang diketanahkan meliputi titik netral suatu sistem tenaga listrik, bagian pembuangan muatan listrik dari arrester, kawat petir pada sepanjang saluran transmisi dan peralatan-peralatan yang pada keadaan normal tidak dialiri arus listrik tetapi berpotensi dialiri arus listrik. Tujuan dari sistem pentanahan antara lain (Hutauruk, T.S, 1999).

- 1) Mengalirkan arus gangguan ke dalam tanah baik arus gangguan yang berasal dari surja hubung maupun surja petir.
- 2) Melindungi manusia dari peralatan-peralatan yang dalam keadaan normal tidak teraliri arus tetapi berpotensi mengalirkan arus saat terjadi gangguan.
- 3) Sistem pentanahan juga berfungsi untuk membatasi tegangan dari fasa-fasa yang tidak terganggu bila terjadi gangguan.
- 4) Menjaga tingkat kinerja peralatan sehingga sistem dapat berjalan dengan baik

A. Metode Pentanahan Netral

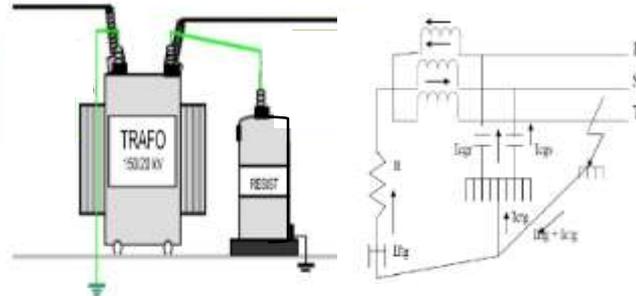
Sistem pentanahan netral menggunakan beberapa metode Grounding pada satu atau beberapa titik. Metode ini dapat dibagi menjadi dua kategori umum: *solid Grounding* dan *impedance grounding*. *Impedance grounding* dapat dibagi lagi menjadi beberapa sub kategori : *reactance grounding*, *resistance grounding*, dan *ground fault neutralizer grounding* tegangan dari fasa – fasa yang tidak terganggu bila terjadi gangguan kawat tanah (Sultan, Mustafa, & Saini, 2012). Adapun sistem pentanahan titik netral ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Pentanahan Langsung

B. Titik Netral ditanahkan Melalui Tahanan (Resistor)

Sistem Pentanahan melalui Resistor dimana ada penambahan pada sisi sekunder trafo dengan resistor. Apabila sistem terjadi arus gangguan tanah besarnya tegangan sistem dan kapasitas sistem dimana semakin besar arus nya maka gangguan tanahnya lebih kecil karena melalui impedansi (Sultan et al., 2012). Adapun sistem pentanahan titik netral ditunjukkan pada gambar 2.



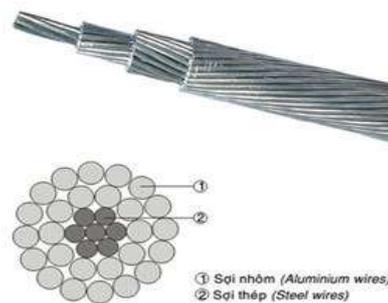
Gambar 2. Pentanahan Melalui Tahanan Resistor

C. Komponen Sistem Pentanahan

Komponen sistem pentanahan secara garis besar terdiri dari dua bagian, yaitu hantaran penghubung dan elektroda pentanahan.

a. Hantaran Penghubung

Hantaran penghubung adalah suatu saluran penghantar (conductor) yang menghubungkan titik kontak pada badan atau kerangka peralatan listrik dengan elektroda bumi. Fungsi hantaran penghubung adalah untuk menyalurkan arus gangguan ke elektroda pada sistem pentanahan. Penghantar yang digunakan dapat berupa penghantar yang berisolasi atau kabel dan juga penghantar yang tidak berisolasi seperti BC (Bare Conductor), ACSR (*Aluminium Conductor Steel Reinforced*). Hantaran penghubung ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Penghantar ACSR dan Penghantar BC

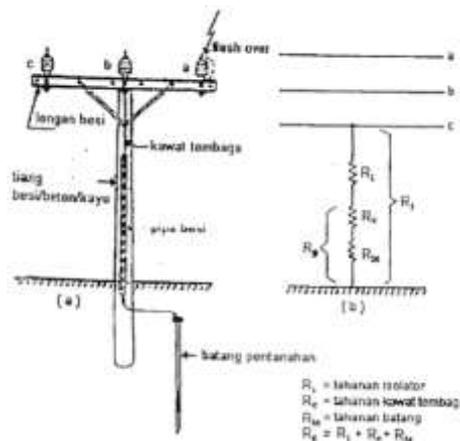
b. Elektroda Pentanahan

Elektroda pentanahan merupakan sebuah penghantar yang ditanam dalam bumi dan mempunyai kontak yang erat dengan bumi dan menyertai hubungan listrik dengan bumi. Elektroda pentanahan tertanam sedemikian rupa dalam tanah berupa elektroda pita, logam, batang konduktor, pipa air minum dari tulang besi beton pada tiang pancang. Pada umumnya elektroda - elektroda pentanahan ditanam sejajar satu sama lainnya

untuk kedalaman beberapa puluh sentimeter didalam tanah. Beberapa macam elektroda pentanahan yang biasa dipakai seperti elektroda batang, elektroda pita, dan elektroda plat.

D. Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah

Gangguan yang sering terjadi pada sistem tenaga listrik merupakan gangguan asimetris sehingga memerlukan metode komponen simetris untuk menganalisa tegangan dan arus pada saat terjadinya gangguan. Gangguan yang terjadi dapat dianalisa dengan menghubungkan singkat semua sumber tegangan yang ada pada sistem dan mengganti titik (node) gangguan dengan sebuah sumber tegangan yang besarnya sama dengan tegangan sesaat sebelum terjadinya gangguan di titik gangguan tersebut (SARI, 2016). Adapun jenis gangguan 1 fasa ke tanah ditunjukkan seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah

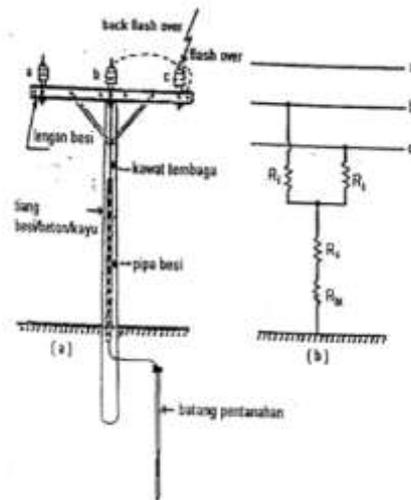
$$I_A = \frac{V_1}{Z_0 + Z_1 + Z_2} = \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- I_A = Arus gangguan tanah
- V_1 = Tegangan di titik gangguan sesaat sebelum terjadinya gangguan
- Z_0 = Impedansi urutan nol dilihat dari titik gangguan
- Z_1 = Impedansi urutan positif dilihat dari titik gangguan
- Z_2 = Impedansi urutan negatif dilihat dari titik gangguan

E. Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa ke Tanah

Gangguan hubung singkat 2 fasa ke tanah, yaitu gangguan yang terjadi ketika kedua fasa terhubung singkat ke tanah (SARI, 2016). Adapun jenis gangguan 2 fasa ke tanah ditunjukkan seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah

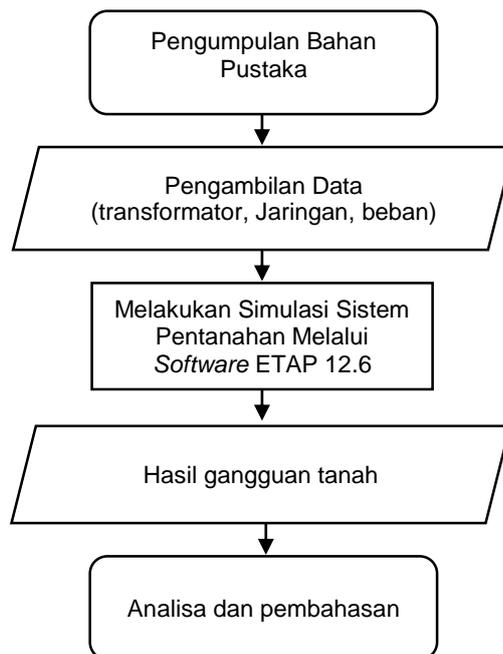
$$I_A = \frac{V_f}{Z_1 + \frac{Z_2 Z_0}{Z_2 + Z_0}} = \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- I_A = Arus gangguan tanah
- V_f = Tegangan di titik gangguan sesaat sebelum terjadinya gangguan
- Z_0 = Impedansi urutan nol dilihat dari titik gangguan
- Z_1 = Impedansi urutan positif dilihat dari titik gangguan
- Z_2 = Impedansi urutan negatif dilihat dari titik gangguan

Metodologi

Tahapan penelitian untuk Simulasi pengaruh sistem pentanahan terhadap arus gangguan tanah menggunakan Etap 12.6 dibagi menjadi tahapan-tahapan. Tahapan tersebut meliputi studi literatur hingga analisis dan pembahasan. Tahapan-tahapan dapat dilihat pada diagram alir seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir

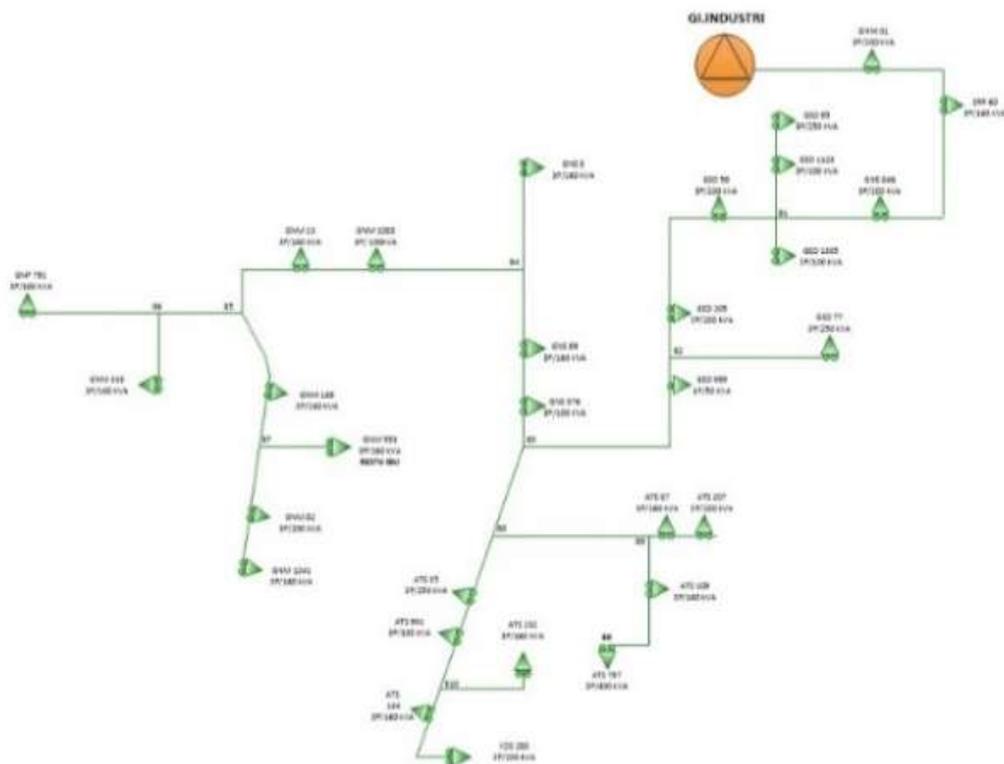
- Pengumpulan bahan pustaka yang berhubungan dengan judul penelitian diantaranya :

- 1) M. K. Hamid and S. Abubakar, "Sistem Pentanahan Pada Transformator Distribusi 20 kV di PT.PLN (Persero) Area Lhokseumawe Rayon Lhoksukon," vol. 1, no. 2, p. 4.

Hasil : Sistem pentanahan pada transformator distribusi 20 kV rayon Lhoksukon PT.PLN (Persero) area Lhokseumawe rayon Lhoksukon menggunakan elektroda batang yang ditanamkan dengan kedalaman 2 meter diperoleh sebesar 2 Ohm dengan menggunakan 4 buah elektroda batang. Kelemahan penelitian ini tidak dijelaskan jenis pentanahan yang dipakai pada transformator.

- 2) Asnawi, "Analisa Gangguan SUTM 20 kV Penyulang Senggiring 3 di PT. PLN (Persero) Area Pontianak."

Hasil : Pada tahun 2017 dari bulan Januari – Juli pada penyulang Senggiring 3 diketahui total gangguan sebanyak 20 kali dalam sebulan. Kelemahan penelitian ini bahwa pemeliharaan jaringan tidak dilakukan secara berkala.

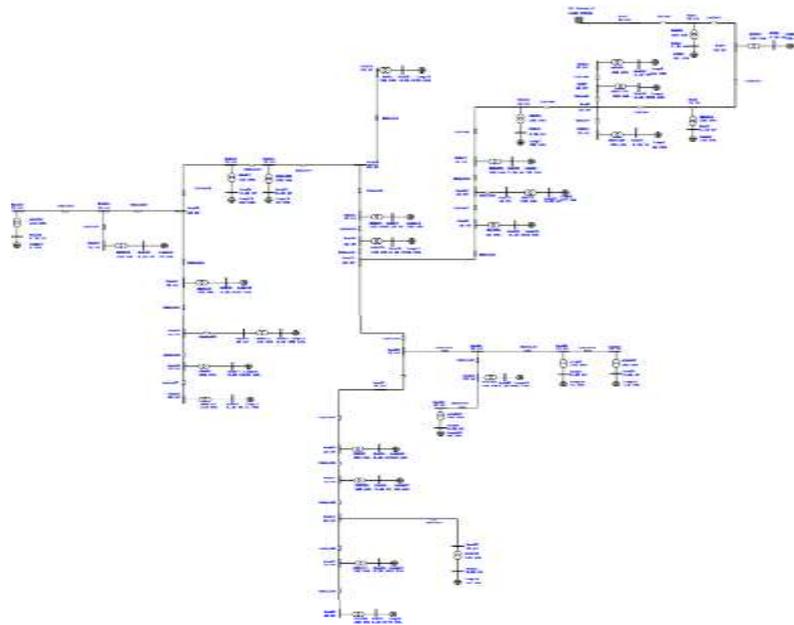


Gambar 7. Single Line Diagram Feeder I.3

- Pengambilan data Single Line Diagram Penyulang I.3, data kapasitas trafo dan beban trafo, data jenis penghantar. Feeder I.3 memiliki 30 gardu distribusi. Panjang total pada penyulang I.3 adalah 9.317 meter dengan kabel AAAC 150 mm dengan 3 fasa 3 kawat. Panjang ini terukur dari GI Industri sampai GD terakhir.
- Simulasi sistem pentanahan dilakukan menggunakan Software ETAP 12.6 dengan memasukkan data yang telah diperoleh, guna mengetahui pengaruh sistem pentanahan terhadap arus gangguan tanah. Hasil dari simulasi dilanjutkan dengan pembahasan dan analisis.

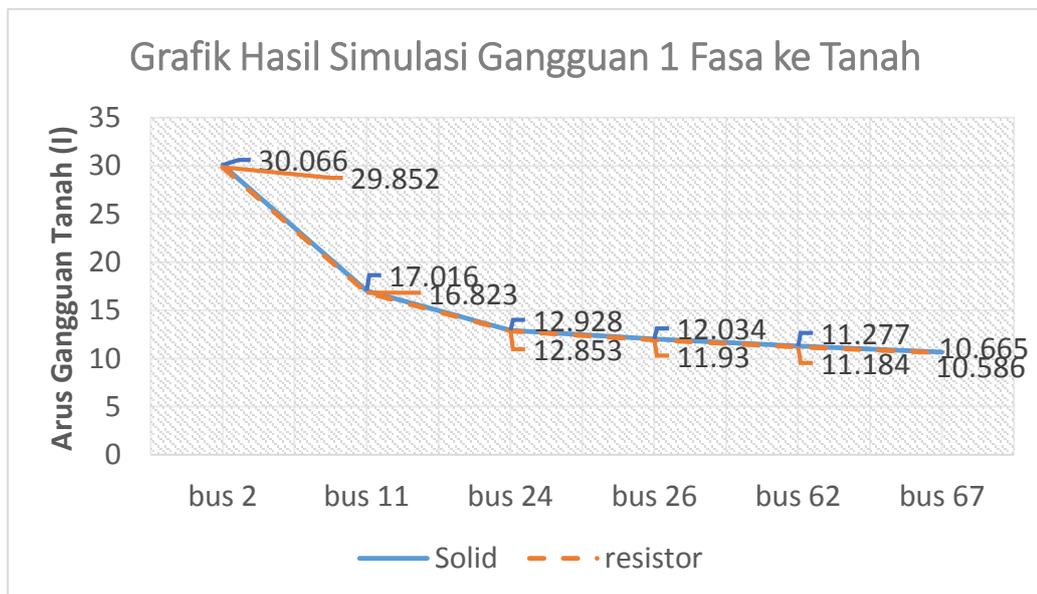
Hasil dan Pembahasan

Simulasi dilakukan dengan menempatkan lokasi gangguan hubung singkat ke tanah dengan sistem pentanahan Solid dan Resistor secara bergantian. Lokasi gangguan yang dipilih adalah transformator pada bus 2, 11, 24, 26, 62, 67 seperti ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Kondisi Aktual Pada Penyulang I.3 Dengan Pentanahan Solid,Resistor

Running Simulasi didapatkan bahwa Pentanahan Solid mempunyai Arus gangguan Tanah yang lebih Besar dibandingkan dengan sistem Resistor. Hasil simulasi ditunjukkan pada gambar 9.

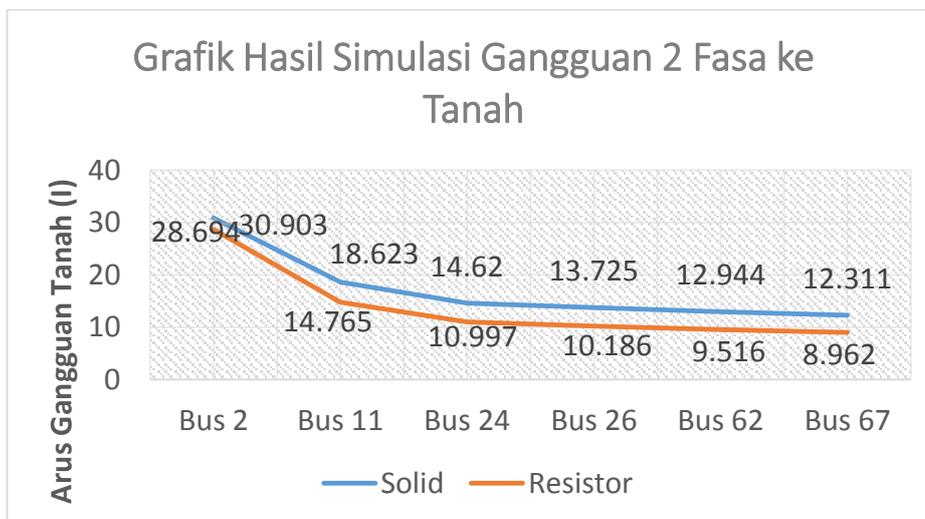


Gambar 9. Grafik Hasil Simulasi Arus Gangguan 1 Fasa ke Tanah

Pada Gambar 9 dengan sistem pentanahan Solid memiliki nilai arus gangguan 1 fasa ke tanah yang paling besar 30.066 kA pada bus 2, sedangkan pada bus yang sama dengan Pentanahan Resistor dengan impedansi 0.3 ohm didapatkan nilai arus gangguan yang lebih kecil yaitu 29.852 kA. Gambar 9 diperoleh berdasarkan data dari Tabel 1.

Tabel 1. Hasil simulasi Arus Gangguan 1 Fasa ke tanah

No.	Lokasi Gangguan	Sistem Pentanahan Solid	Sistem Pentanahan Resistor
1	Bus 2	30.066 kA	29.852 kA
2	Bus 11	17.016 kA	16.823 kA
3	Bus 24	12.928 kA	12.853 kA
4	Bus 26	12.034 kA	11.930 kA
5	Bus 62	11.277 kA	11.184 kA
6	Bus 67	10.665 kA	10.586 kA
Rata-rata	-	15.664 kA	15.538 kA



Gambar 10. Grafik Hasil Simulasi Arus Gangguan 2 Fasa ke Tanah

Pada Gambar 10 dengan sistem pentanahan Solid memiliki nilai arus gangguan 2 fasa ke tanah yang paling besar 30.903 kA pada bus 2. Untuk sistem pentanahan Resistor dengan impedansi 0.3 ohm Didapatkan Nilai arus gangguan 2 fasa ke tanah sebesar 28.694 kA. Gambar 10 diperoleh berdasarkan data dari tabel 2.

Tabel 2. Hasil simulasi Arus Gangguan 2 Fasa ke Tanah

No.	Lokasi Gangguan	Sistem Pentanahan Solid	Sistem Pentanahan Resistor
1	Bus 2	30.903 kA	28.694 kA
2	Bus 11	18.623 kA	14.765 kA
3	Bus 24	14.620 kA	10.997 kA
4	Bus 26	13.725 kA	10.186 kA
5	Bus 62	12.944 kA	9.516 kA
6	Bus 67	12.311 kA	8.962 kA
Rata-rata	-	17.187 kA	13.853 kA

Kesimpulan

Pengaruh sistem pentanahan terhadap arus gangguan tanah dari sistem pentanahan Solid dan Resistor didapatkan bahwa besar kecil gangguan tanah dipengaruhi oleh jarak titik gangguan. Semakin jauh titik gangguan maka semakin kecil arus gangguan. Sebaliknya semakin dekat titik gangguan maka semakin besar arus gangguan. Hasil pentanahan solid pada Bus 2 dengan jarak 300 m dari pembangkit memiliki arus gangguan 1 fasa ke tanah sebesar 30.066 kA. dan untuk sistem Resistor sebesar 29.852 kA. Arus gangguan 2 fasa ke tanah memiliki arus gangguan sebesar 30.903 kA untuk sistem Solid dan 28.694 kA untuk sistem Resistor.

Referensi

- Utomo, E. P., & Raharjo, A. (2013). Analisa Sistem Proteksi Relay Arus Lebih Dan Gangguan Tanah Pada Penyulang Limo. Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Basuki, R. A., Mukhsim, M., & Setiawidayat, S. (2018). Analisis Aliran Daya Pada Feeder Lapindo Rayon Porong Sidoarjo Menggunakan Etap 12.6. Conference On Innovation And Application Of Science And Technology (Ciastech), 1(1), 652–659.
- Alfidin, M. P. (2016). Pengaruh Sistem Pentanahan Terhadap Arus Gangguan Tanah Pada Sistem Distribusi 20 Kv Di Pln Palur Dengan Menggunakan Etap 12.6. Skripsi, Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Spln 26: 1980. (N.D.). Standart Perusahaan Listrik Negara, Pedoman Penerapan Sistem Distribusi 20 kV.
- Suswanto, D. (2009). Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Universitas Negeri Padang, Padang.
- Pradhana, R., & Setiawidayat, S. (2018). Sistem Deteksi Arus Gangguan Satu Fasa Ke Tanah Secara Wireless. Conference On Innovation And Application Of Science And Technology (Ciastech), 1(1), 555–562.
- Hutauruk, T.S. (1999). Pengetanahan Netral Sistem Tenaga Dan Pengetanahan Peralatan. Jakarta Erlangga.
- Sultan, A. R., Mustafa, M. W., & Saini, M. (2012). Ground Fault Currents In Unit Generator-Transformer At Various Ngr And Transformer Configurations. 2012 IEEE Symposium On Industrial Electronics And Applications, 136–140. IEEE.
- Sari, P. N. (2016). Analisa Gangguan Hubung singkat Fasa R ke Tanah pada Line Motor Gam-106-A (Steam Condensate Pump) Di Pabrik Pusri 1b (Thesis). Politeknik Negeri Sriwijaya.

Lampiran 1 Hasil Running

