

ARUS GROUND-FAULT DI DALAM RANGKAIAN GENERATOR DENGAN PERBEDAAN UNSUR-UNSUR YANG MENG-GROUND-KAN NETRAL

R.B. Moch. Gozali,S.T.,M.T.

Teknik Elektro PS. Teknik Universitas Jember
Jl. Slamet Riyadi 62 Jember 6811, email: rbm_gozali@yahoo.com

ABSTRAK

Hasil analisa arus zero-sequence yang mengalir di dalam generator netral dan pada penempatan Ground-fault sepanjang generator operasi normal dan selama Ground-faults di dalam gulungan-stator yang di tentukan. Pengaruh dari perbedaan metode dari meng-ground-kan generator netral pada arus ini di dalam sirkuit primer untuk parameter generator yang berbeda, trafo dan kapasitansi tambahan untuk meng-ground-kan pemutus generator. Pengaruh ini dianalisa untuk generator dengan netral tidak di-ground-kan, untuk generator dengan resistansi di dalam netral dan untuk generator dengan menetralkan Ground-fault meng-ground-kan generator netral. Analisa telah dilakukan untuk resistansi riil menyangkut kerusakan saluran selama Ground-faults sepanjang keseluruhan panjangnya gulungan-stator generator. Hal itu telah ditemukan metode yang diterapkan untuk meng-ground-kan generator netral, parameter trafo dan generator, kapasitansi tambahan untuk meng-ground-kan pemutus generator, tingkat kesalahan resistansi dan penempatan Ground-fault mempunyai suatu pengaruh substansiil pada aliran arus di dalam generator yang netral dan pada penempatan Ground-fault di dalam kerusakan saluran secara keseluruhan isolasi gulungan-stator generator.

Keyword : Generator, meng-ground-kan, perlindungan, lilitan.

PENDAHULUAN

GROUND-FAULTS di dalam gulungan-stator generator sangat berbahaya untuk suatu operasi rangkaian generator. Kesalahan ini disebabkan oleh kerusakan yang yang paling sering pada gulungan-stator dari rangkaian generator dan penyebab langsung kesalahan phase-to-phase. gejala Ground-fault yang terjadi di dalam generator sebagian besar tergantung pada metode yang diterapkan dalam peng-ground-nan generator netral. Generator beroperasi dalam sistem daya yang

pada umumnya dihubungkan pada trafo utama melalui pemutus generator. Dalam banyak kasus unit ini beroperasi dengan ground netral melalui suatu resistansi. Kadang-kadang ada perbedaan metode yang digunakan dalam meng-ground-kan generator netral.

Suatu unsur yang terhubung antara generator netral dan penentuan generator arus di dalam generator selama operasi normal dan selama Ground-faults di dalam gulungan-stator itu. Unsur ini mempengaruhi aliran arus di dalam generator netral yang menentukan operasi sistem perlindungan dan arus Ground-fault dalam keadaan salah penempatan. Hal itu menentukan kerusakan pada rangkian magnetik stator generator. Penggunaan salah satu metode peng-ground-nan manusia dapat mengurangi kerusakan disebabkan oleh arus Ground-fault yang mengalir di dalam gangguan saluran stator isolasi utama atau berkurangnya transient cepat dengan tegangan yang berlebihan di dalam stator selama Ground-faults memancarkan bunga api. Ground-faults Memancarkan bunga api ini pada umumnya disebabkan oleh tegangan yang berlebihan dan berbahaya untuk isolasi generator. Suatu kesalahan yang tidak diketahui dapat mengakibatkan Ground-fault yang yang di transformasikan ke dalam phase-to-phase yang bisa dengan seketika merusakkan generator tersebut. Mempertimbangkan hasil penyelidikan proses Ground-fault dan analisa kegagalan dari Rangkaian generator arus ini digunakan perlindungan dari gulungan-stator generator Ground-fault perlu mendeteksi Ground-faults di titik manapun pada lilitan, mencakup generator netral [1], [2]. Lebih dari itu, unruk memperkecil kemungkinan dari kesalahan operasi pada generator Ground-fault perlindungan sistem, sistem perlindungan yang tertentu perlu didasarkan pada perbedaan kriteria pembangkitan. Hal ini memastikan 100% perlindungan untuk rangkian magnetik generator dan pemborosan maksimum di dalam panjangnya gulungan-stator yang ditutup.[3], [4].

Peng-ground-nan unsur-unsur generator yang netral dan kapasitansi untuk meng-ground-kan pemutus generator mempengaruhi tingkatan arus dan tegangan di dalam generator yang netral dan di dalam kerusakan saluran pada penempatan Ground-fault. Unsur-unsur ini dapat meningkatkan operasi atau memperburuk kondisi-kondisi perlindungan Ground-fault tertentu. Oleh karena itu untuk memastikan operasi sesuai dengan perlindungan sistem Ground-fault yang berbeda diperlukan untuk mengetahui tingkatan arus dan hubungan antara parameter unsur-unsur meng-ground-kan generator netral dan arus yang mempengaruhi operasi dari sistem perlindungan. Kemudian perlindungan rangkian magnetik generator melawan terhadap kesalahan internal gulungan-stator dipastikan dalam 100% dan kejadian kesalahan phase-to-phase stator generator mustahil pada kenyataannya [5].

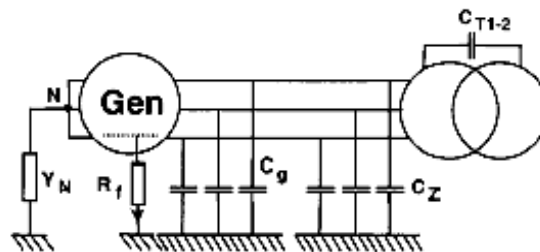
Di dalam simulasi menguji nilai resistansi yang riil, tes percobaan yang didasarkan pada kondisi-kondisi riil, (10Ω) tentang kerusakan saluran di dalam stator generator isolasi utama selama memancarkan bunga api Ground-faults dan resistansi $2k\Omega$ sebagai resistansi selama memancarkan bunga api pengapian pertama diasumsikan.

Studi simulasi pengaruh dari metode peng-ground-nan generator pada suatu rangkaian netral dari arus mengalir di dalam generator selama Ground-faults dilakukan untuk suatu unit generator trafo dengan bagian yang netral tidak di-ground-kan dan meng-ground-kan melalui resistansi, menetralkan, dilengkapi dengan kapasitansi tambahan untuk meng-ground-kan pemutus generator dan tanpa kapasitansi ini.

METODOLOGI PENELITIAN

Skema Unit Trafo-Generator

Komponen arus zero-sequence selama ground-fault gulungan-stator generator ditentukan atas dasar Skema sistem persamaan yang ditunjukkan di dalam Gambar. 1.



Gambar 1. Skema dari Rangkaian generator dengan unsur yang meng-ground-kan netral. C_g - sama dengan kapasitansi generator yang melilit untuk meng-ground-kan. C_z - kapasitansi untuk meng-ground-kan pemutus generator. C_{T1-2} - kapasitansi antara tegangan rendah dan tinggi yang melilit trafo. R_f - resistansi saluran gangguan. Y_N - admitansi suatu unsur yang meng-ground-kan generator netral.

Sistem Untuk Meng-Ground-Kan Generator Netral

Analisa tentang arus di dalam generator netral dan pada penempatan Ground-fault di dalam gulungan-stator generator dilakukan untuk sistem berikut meng-ground-kan generator yang netral ditunjukkan pada Gambar. 2

Netral Di-ground-kan Melalui Resistor (Resistansi Tinggi)

Peng-ground-nan resistor pada umumnya dihubungkan secara langsung antara generator yang netral dan ground dihubungkan pada lilitan sekunder trafo yang di-ground-kan [Gambar. 2(a)]. Tingkatan dari resistansi ini menentukan tegangan zero-sequence komponen di dalam generator netral selama Ground-faults di dalam gulungan-stator generator, selama Ground-fault di dalam sistem daya dan arus Ground-fault yang mengalir di dalam generator yang netral dan pada penempatan Ground-fault dan bahaya tegangan Ground-fault yang berlebihan. Di dalam kondisi-kondisi khusus resistansi ini di sekitar 1 kΩ. Di dalam sistem yang dianalisa admitansi ground di dalam generator yang netral dihitung dari hubungan berikut :

$$\underline{Y}_N = \frac{1}{R_N} \quad (1)$$

Dimana R_N adalah suatu nilai sekunder resistansi yang di-ground-kan, sedangkan nilai dalam meng-ground-kan admitansi di dalam sistem dengan suatu trafo yang di-ground-kan dan resistansi sekunder terisi sama dengan

$$\underline{Y}_N = \frac{1}{g^2 R_n} \quad (2)$$

Di mana

g rasio peng-ground-nan trafo;

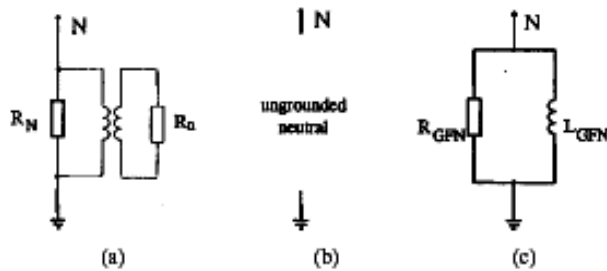
R_n berisi resistansi sekunder di dalam generator netral.

Analisa tentang arus dilakukan untuk resistansi yang mengubah R_N dari 800Ω sampai dengan 1200Ω pada nilai-nilai berbeda menyangkut kapasitansi tambahan untuk meng-ground-kan pemutus generator.

Netral Tidak di-ground-kan

Ketika generator yang netral tidak dihubungkan dengan ground kemudian admitansi dari cabang di dalam generator yang netral di dalam sirkuit untuk zero-sequence komponen sama dengan nol [Gambar. 2(b)].

$$\underline{Y}_N = 0 \quad (3)$$



Gambar 2. Skema persamaan sistem yang meng-ground-kan generator netral. (a) Netral di-ground-kan melalui resistor. (b) Netral tidak di-ground-kan. (c) Netral di-ground-kan melalui menetralkan Ground-fault.

Netral Di-ground-kan Melalui Penetralsiran

Kesalahan menetralkan Ground mengurangi energi emisi yang dipancarkan oleh Ground-fault memancarkan bunga api, pada kenyataannya menghapuskan erosi rangkian magnetik stator. Menetralkan mempengaruhi impedansi unit di dalam sirkuit zero-sequence dan hal itu menentukan tegangan zero-sequence mentransfer ke generator melalui kapasitansi antar lilitan dari trafo utama C_{T1-2} , selama sistem daya Ground-faults. Mempertimbang parameter unit yang riil, arus Ground-fault di dalam suatu generator yang dilengkapi dengan menetralkan Ground-fault dapat dikurangi di bawah 1A. Arus seperti itu adalah tidak berbahaya untuk rangkian magnetik dari stator generator dan tidak menyebabkan kerusakan [6]-[8]. Di dalam sistem ini tegangan Ground-fault yang berlebihan adalah sama dengan tegangan yang berlebihan di dalam generator dengan netral tidak di-ground-kan dan tidak melebihi amplitudo ganda tegangan fasa generator. Karena metode ini meng-ground-kan generator netral, jumlah penetralsiran admitansi dan parameter dari unsur-unsur tertentu [Gambar. 2(c)] dihitung menggunakan hubungan berikut :

$$\frac{Y_N}{R_{GFN}} = \frac{1}{R_{GFN}} + j \frac{1}{\omega \cdot L_{GFN}} \quad (4)$$

di mana :

$$R_{GFN} = 20 \omega \cdot L_{GFN}, L_{GFN} = \frac{1}{k \omega^2 C_T} \quad (5)$$

$$C_T = C_g + C_z - \text{jumlah kapasitansi.} \quad (6)$$

R_{GFN}, L_{GFN} : resistansi dan induktansi menyangkut penetralsiran Ground-fault;

- k : koefisien netralisasi menggambarkan sebagai suatu perbandingan komponen kapasitif dan induktif dari arus Ground-fault;
- ω : pulsa untuk harmoni pertama.

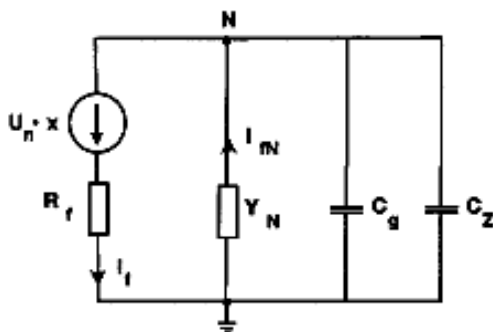
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Arus Yang Mengalir Di Dalam Generator Selama Ground-Faults

Arus Ground-Fault Dalam Keadaan Salah Penempatan

Keadaan mantap arus Ground-fault di dalam generator yang netral dan pada penempatan Ground-fault telah ditentukan pada suatu dasar skema dari rangkaian generator untuk komponen zero-sequence ditunjukkan di dalam Gambar. 3.

Nilai efektif arus keadaan mantap didalam generator yang salah mengalir melalui isolasi pada suatu penempatan Ground-fault setelah



Gambar 3. Skema persamaan generator selama Ground-fault. U_n -tegangan fasa generator. χ -location Ground-fault di dalam gulungan-stator generator (0;1). I_f - Ground-fault arus dalam keadaan salah penempatan. I_N - Ground-fault arus di dalam generator netral

Kerusakan transien cepat dan setelah karbonisasi isolasi komponen organik ($R_f \approx 0\Omega$)ditentukan oleh hubungan berikut :

$$\underline{I}_f = \underline{U}_n \cdot \chi \cdot [Y_N + j\omega C_T] \quad (7)$$

Tingkatan dari Ground-fault arus yang mengalir melalui isolasi di penempatan Ground-fault, Ketika komponen isolasi organik tidak dengan sepenuhnya terkarbonasi dan resistansi saluran gangguan yang lebih tinggi dibanding beberapa ohm ($R_f > 0\Omega$), dapat dihitung menggunakan rumus

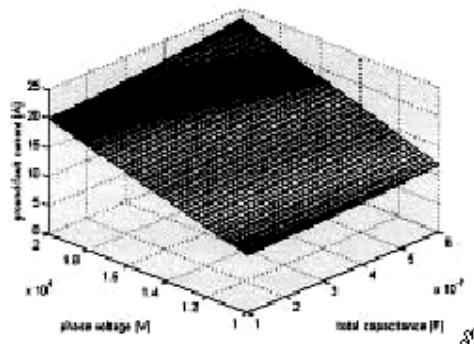
$$\underline{I}_f = \frac{\underline{U}_n \cdot \chi}{R_f + \frac{1}{Y_N + j\omega C_T}} \quad (8)$$

Sebagaimana terlihat dari (7) dan (8), untuk metode tertentu dalam meng-ground-kan generator netral, admitansi dari unsur yang terhubung antara generator yang netral dan ground yang mempengaruhi secara signifikan tingkat arus ground-fault di tempat yang salah. Pengaruh ini tergantung dari tingkat kerusakan saluran resistansi, tetapi tidak bisa diremehkan bahkan untuk resistansi sangat rendah.

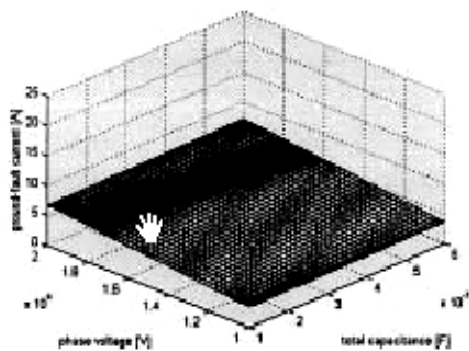
1. Resistansi di dalam Netral: Resistansi menghubungkan antara generator yang netral dan ground meningkatkan tingkat arus Ground-fault. resistansi Netral yang lebih kecil meningkatkan arus Ground-fault secara signifikan. Tingkatan arus ini tergantung juga pada tegangan fasa generator dan penempatan Ground-fault di dalam gulungan-stator generator, sedangkan untuk resistansi netral yang lebih kecil adalah kapasitansi untuk meng-ground-kan gulungan-stator generator tidak meningkatkan arus Ground-fault secara signifikan. Juga untuk resistansi yang lebih tinggi dari kerusakan saluran berpengaruh sangat kecil (Gambar. 4). Oleh karena itu di dalam meng-ground-kan generator melalui tingkatan resistansi dari arus ground-fault pada penempatan Ground-fault untuk parameter generator yang diasumsikan ditentukan oleh tingkatan dari resistansi ini (9).

$$\underline{I}_f = \underline{U}_n \cdot \chi \cdot \frac{1 + j\omega C_T R_N}{R_f (1 + j\omega C_T R_N) + R_N} \quad (9)$$

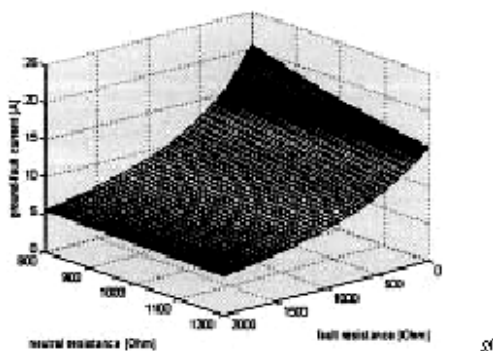
2. Netral Tidak di-ground-kan: Ketika generator yang netral tidak di-ground-kan kemudian arus Ground-fault dalam keadaan salah penempatan tergantung sebagian besar pada parameter generator, pemutus generator dan trafo. Tetapi ini juga yang ditentukan oleh tegangan fasa generator dan kesalahan penempatan di dalam stator generator. Kapasitansi untuk meng-ground-kan gulungan-stator generator mempengaruhi secara signifikan



(a)



(b)



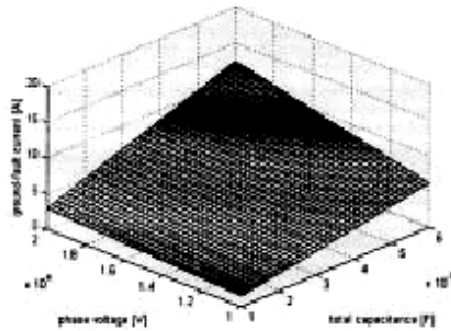
(c)

Gambar 4. arus Ground-fault dalam keadaan salah penempatan di dalam generator dengan resistansi di dalam generator yang netral selama Ground-fault pada terminal, $\chi = 1$. (a) $R_f = 10\Omega$, $R_N = 1\text{ k}\Omega$. (b) $R_f = 2\text{ k}\Omega$, $R_N = 1\text{ k}\Omega$. (c) $U_n = 15\text{ kV}$, $R_f = 10\Omega$, $C_T = 0,6\ \mu\text{F}$.

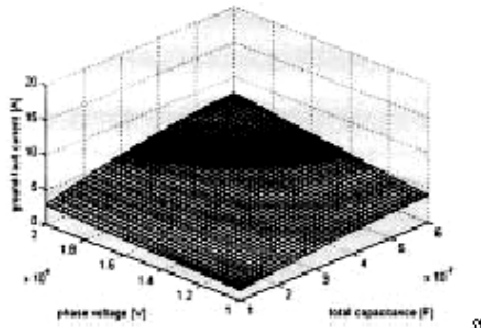
Arus Ground-fault hanya untuk resistansi gangguan saluran rendah. Karena resistansi yang lebih tinggi pengaruh ini lebih sedikit terlihat (Gambar. 5). arus Ground-fault yang mengalir di dalam kerusakan saluran di dalam generator dengan netral tidak di-ground-kan ditentukan oleh hubungan

$$\underline{I}_f = \underline{U}_n \cdot \chi \cdot \frac{j\omega C_T}{1 + j\omega C_T R_f} \quad (10)$$

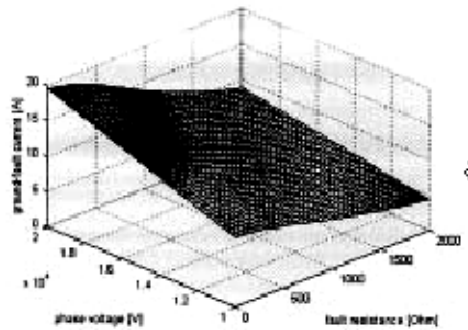
3. Menetralisirkan di dalam Netral: Menetralisirkan hubungan antara generator netral dan ground mengurangi komponen kapasitip dari arus Ground-fault. Dengan koefisien netrllisasi mendekati 1.0, komponen kapasitip



(a)



(b)

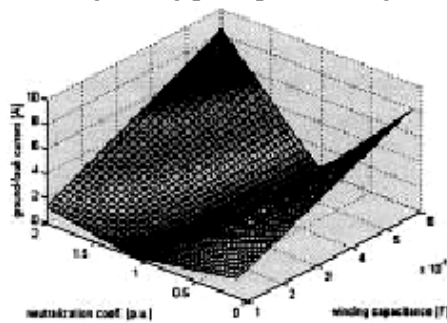


(c)

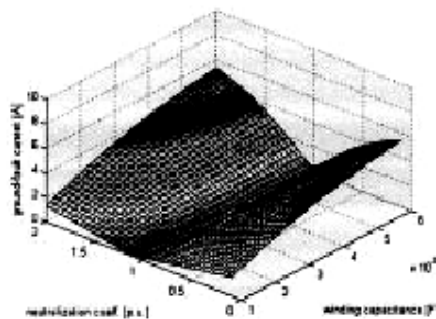
Gambar 5. arus Ground-fault di dalam generator dengan netral tidak di-groundkan selama Ground-fault pada terminal; $\chi = 1$. (a) $R_f = 10\Omega$. (b) $R_f = 2k\Omega$ (c) $R_f = 10\Omega$, $C_T = 0,6 \mu F$.

Pada kenyataannya rusak. Kemudian Ground-fault arus sama dengan komponen aktif dan nilainya biasanya tidak melebihi 5% dari jumlah arus yang mengalir di dalam saluran Ground-fault di dalam generator netral yang tidak di-ground-kan tersebut. Nilai ini tergantung sebagian besar pada parameter dari penetralisiran dan memberi hambatan sedikit pada kebocoran konduktansi dari isolasi utama dari Rangkaian generator. Dari pengaruh menetralkan parameter, yaitu., koefisien penetralisiran dari arus Ground-fault, adalah mungkin untuk diciptakan kondisi-kondisi di bawah yang mana gejala yang terjadi di dalam saluran Ground-fault tidak menyebabkan bahaya pada besi stator generator dan gulungan-stator isolasi.

Di dalam generator dengan menetralkan netral arus Ground-fault dalam keadaan salah penempatan tergantung pada parameter generator,



(a)



(b)

Gambar 6. Ground-fault arus di dalam kerusakan saluran di dalam generator dengan menetralkan Ground-fault di dalam generator yang netral selama Ground-fault pada terminal; $U_n = 15$ kV, $\chi = 1$. (a) $R_f = 10\Omega$. (b) $R_f = 2k\Omega$.

Trafo, pemutus generator, unsur-unsur terhubung secara langsung pada bus-bus menghubungkan trafo dan generator dan parameter dari penetralisiran. Hal itu juga tergantung pada tegangan fasa generator dan penempatan Ground-fault di dalam gulungan-stator itu. Karena yang lebih tinggi kerusakan saluran pengaruh resistansi pada tegangan fasa generator dan kapasitansi tidak begitu penting untuk resistansi kesalahan rendah (Gambar. 6). Arus mengalir melalui kerusakan saluran dalam generator dengan ground netral melalui penetralisiran ditentukan oleh hubungan

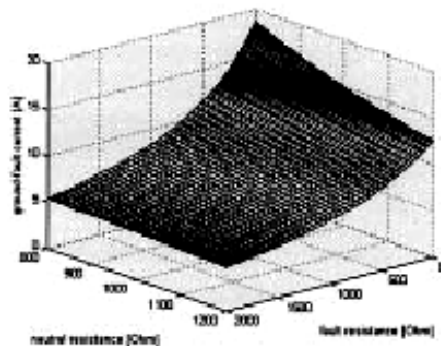
$$\underline{I}_f = \underline{U}_n \cdot \chi \cdot \frac{\frac{1}{R_{GFN}} + j \left[\frac{1}{\omega L_{GFN}} + \omega C_T \right]}{1 + R_f \left[\frac{1}{R_{GFN}} + j \left[\frac{1}{\omega L_{GFN}} + \omega C_T \right] \right]} \quad (11)$$

Untuk suatu sistem terkompensasi, Ketika arus kapasitif dinetralkan oleh aliran arus induktif di dalam generator netral, Ground-fault arus pada penempatan Ground-fault dapat ditentukan menggunakan bentuk

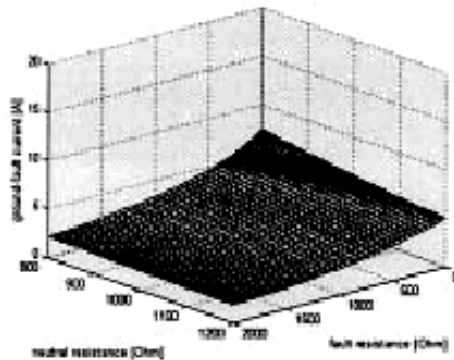
$$\underline{I}_f = \underline{U}_n \cdot \chi \cdot \frac{1}{R_f + R_{GFN}} \quad (12)$$

Dalam hal ini arus Ground-fault untuk asumsi tegangan generator fasa dan penempatan kesalahan tergantung hanya pada resistansi dari penetralisiran dan kesalahan resistansi.

Di dalam kondisi-kondisi riil resistansi Ground-fault penetralisirannya (5) sekitar 20 kali lebih tinggi dibanding penetralisiran reaktan (beberapa kΩ), oleh karena itu untuk sistem terkompensasi penuh untuk kesalahan rendah



(a)



(b)

Gambar 7. arus Ground-fault didalam netral generator di-ground-kan melalui resistansi selama Ground-fault, $R= 1 \text{ k}\Omega$. (a) $U_n= 15 \text{ kV}$, $\chi = 1$.(b) $U_n= 12 \text{ kV}$, $\chi = 0,5$.

Resistansi arus Ground-fault pada penempatan Ground-fault mengasumsikan nilai-nilai yang kecil (12).

Arus Ground-fault di dalam Generator netral

Keadaan mantap Arus yang mengalir di dalam netral untuk generator disalahkan setelah kerusakan transien cepat dan perubahan oleh karbonasi dari isolasi komponen organik ditentukan sebagian besar oleh unsur penghubung antara generator yang netral dan ground itu. arus Ground-fault Yang efektif, setelah perubahan oleh karbonasi isolasi komponen organik($R_f=0\Omega$) yang mengalir melalui unsur ini ditentukan oleh hubungan

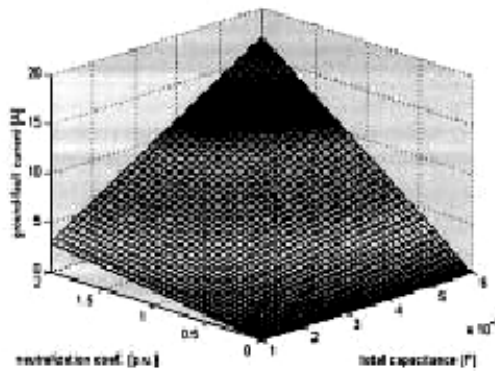
$$\underline{I}_{fN} = \underline{U}_n \cdot \chi \cdot Y_N \quad (13)$$

Tingkatan dari arus yang mengalir selama keadaan tidak mantap, ketika resistansi dari saluran pemutus berada pada tingkat yang lebih tinggi($R_f>0\Omega$), ditentukan sebagai berikut:

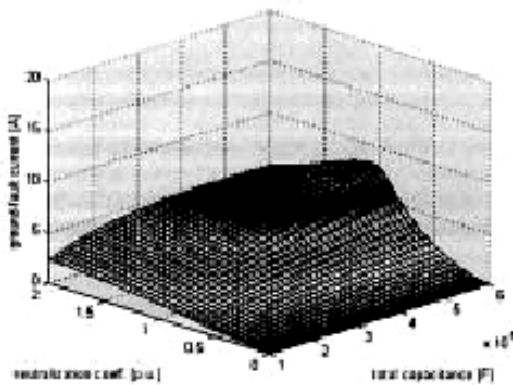
$$\underline{I}_{fN} = (\underline{U}_n \cdot \chi - \underline{U}_{Rf}) \cdot Y_N \quad (14)$$

di mana penurunan tegangan pada resistansi Ground-fault dapat dihitung menggunakan rumusan

$$\underline{U}_{Rf} = \underline{U}_n \cdot \chi \cdot \left(\frac{R_f}{R_f + \frac{1}{Y_N + j\omega \cdot C_T}} \right) \quad (15)$$



(a)



(b)

Gambar 8. arus Ground-fault di dalam generator yang netral di-ground-kan melalui penetralisan Ground-fault selama Ground-fault pada terminal, $U_n = 15\text{kV}$, $\chi = 1$. (a) $R_f = 10\Omega$. (b) $R_f = 2\text{k}\Omega$.

Dengan meletakkan (15) ke dalam (14) kita mendapatkan arus yang mengalir di dalam generator yang netral

$$\underline{I}_{fN} = \underline{U}_n \cdot \chi \cdot \left(\frac{Y_N}{1 + R_f + (Y_N + j\omega \cdot C_T)} \right) \quad (16)$$

1. Resistansi di dalam Netral: Resistansi, yang dihubungkan di dalam generator netral, peningkatan adalah Ground-fault arus yang mengalir antara netral dan ground. Hal itu tergantung secara signifikan pada tegangan generator dan penempatan Ground-fault di dalam gulungan-stator (Gambar. 7). Juga resistansi di dalam generator yang netral menentukan penurunan-tegangan pada saluran pemutus. Arus kesalahan di dalam generator yang netral dengan resistansi yang di-ground-kan dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\underline{I}_{fN} = \frac{\underline{U}_n \cdot \chi}{R_f + (1 + j\omega \cdot C_T R_N) + R_N} \quad (17)$$

2. Netral Tidak di-ground-kan: Di dalam generator dengan netral tidak di-ground-kan tidak ada alur untuk arus mengalir antara netral dan ground. Sesuatu yang membuat kesalahan arus yang mengalir antara netral dan ground sama dengan nol

$$\underline{I}_{fN} = 0 \quad (18)$$

3. Menetralisirkan di dalam Netral: hubungan penetralisiran antara generator netral dan ground meningkatkan arus yang mengalir antara netral dan ground. Tingkatan dari arus ini tergantung sebagian besar pada kesalahan resistansi, tegangan fasa generator dan penempatan kesalahan. Resistansi saluran pemutus sangat rendah itu tergantung hanya pada tegangan generator, penempatan Ground-fault di dalam gulungan-stator dan parameter penetralisiran. Untuk resistansi pemutus yang lebih tinggi dan juga parameter generator, pemutus generator dan trafo utama menentukan arus Ground-fault (Gambar. 8). Ground-fault arus di dalam generator netral dengan penetralisiran dapat ditentukan menggunakan hubungan berikut :

$$\underline{I}_{fN} = \underline{U}_n \cdot \chi \cdot \left(\frac{\frac{1}{R_{GFN}} + \frac{1}{j\omega L_{GFN}}}{1 + R_f \left(\frac{1}{R_{GFN}} + \frac{1}{j\omega L_{GFN}} + j\omega \cdot C_T \right)} \right) \quad (19)$$

Untuk sistem terkompensasi penuh, Ketika arus kapasitif 100% dinetralkan oleh aliran arus induktif di dalam generator netral, arus Ground-fault pada penempatan Ground-fault ditentukan sebagian besar oleh resistansi kesalahan dan penetralisiran parameter (20).

$$\underline{I}_{fN} = \underline{U}_n \cdot \chi \cdot \left(\frac{R_{GFN}}{R_f + R_{GFN}} \right) \cdot \left(\frac{1}{R_{GFN}} + \frac{1}{j\omega L_{GFN}} \right) \quad (20)$$

KESIMPULAN

1. Arus fault mengalir antara generator yang netral dan ground dan di dalam kerusakan saluran di dalam generator isolasi utama selama Ground-faults di dalam gulungan-stator sebagian besar ditentukan oleh metode meng-ground-kan generator netral.
2. Untuk metode analisa peng-ground-nan generator netral arus kesalahan yang paling tinggi dalam keadaan salah penempatan terjadi di dalam generator dengan netral yang di-ground-kan melalui resistansi. arus Yang paling rendah mengacu pada generator yang di-ground-kan melalui menetralkan Ground-fault.
3. Ground-fault arus di dalam generator yang netral selama resistansi rendah Ground-faults ditentukan sebagian besar oleh unsur meng-ground-kan generator netral dan di dalam generator Ground-fault dilengkapi dengan penetralsiran secara signifikan lebih rendah dari di dalam generator dengan resistansi di dalam netral.

DAFTAR PUSTAKA

- J. W. Pope, "A comparison of 100% stator ground fault protection schemes for generator stator windings," IEEE Trans. Power Appar. Syst., vol. PAS-103, pp. 832-840, Apr. 1984
- X. G. Yin, O. Malik, G. Hope, and D. Chen, "Adaptive ground fault protection schemes for turbogenerators based on third harmonic voltages," IEEE Trans. Power Del., vol. 5, pp. 595-603, Apr. 1990.
- M. Zielichowski and M. Fulczyk, "Influence of load on operating conditions of third harmonic Ground-fault protection system of unit-connected generators," Proc. Inst. Elect. Eng., Gen., Trans., Distrib., vol. 146, no. 3, pp. 241-249, 1999.
- "Influence of voltage transformers on operating conditions of Ground-fault protection system for unit-connected generator," Int. J. Elect. Power Energy Syst., vol. 20, no. 5, pp. 313-319, 1998.
- M. Rifaat, "Consideration for generator Ground-fault protection in midsize cogeneration plants," IEEE Trans. Ind. Applicat., vol. 33, pp. 628-634, May/June 1997.

- J. Basileco and J. Taylor, "Report on methods for earthing of generator step-up transformer and generator winding neutrals as practiced throughout the world," Proc. CIGRE, vol. 121, no. 121, pp. 86-101, 1988.
- E. M. Gulachenski and E. W. Courville, "New England Electric's 39 years of experience with resonant neutral grounding of unit-connected generators," IEEE Trans. Power Del., vol. 6, pp. 1016-1024, July 1991.
- K. J. S. Khunkhun, J. L. Koepfinger, and M. V. Haddad, "Resonant grounding (ground fault menetralisirkan) of a unit connected generator," IEEE Trans. Power Appar. Syst., vol. PAS-96, pp. 550-559, Feb. 1977.