

PENERAPAN METODE TEGANGAN HARMONISA KETIGA UNTUK PROTEKSI GANGGUAN TANAH PADA STATOR

Ranto Ramandana^[1], Iswadi Hasyim Rosma^[2]

^[1]Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro S1, ^[2]Dosen Teknik Elektro
Laboratorium Konversi Teknik Elektro Universitas Riau
Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293
Email: rantoramandana3@gmail.com

ABSTRACT

Short circuit from phase to ground (ground fault) occurring in one of the stator windings of the synchronous generator can cause serious damage to the winding. Therefore, ground fault protection system is required to protect the stator winding of the generator. The method used is to analyze the magnitude of the ratio of the third harmonic voltage of the generator terminal and the generator neutral ($V_{3n}/(V_{3n}+V_{3t})$). This method is proven to be able to protect ground fault near neutral point or when low fault current occurred where conventional method is not able to react. To understand that the method is able to protect the fault near the neutral point then the simulation of faults were varied by the variation of fault resistance. It has been found from the result of the simulation that the method has capability to protect 60% stator winding from neutral. The 40% of unprotected winding will be protected by using conventional method in order to have a 100% protection performance.

Keywords: *matlab, stator ground fault, the third harmonic protection*

I. PENDAHULUAN

Generator sinkron merupakan komponen yang penting dalam sistem tenaga listrik, karena perannya dalam menyediakan energi listrik yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Sehingga kinerja dan keandalannya menjadi suatu hal yang sangat penting. Generator juga mempunyai konstruksi yang kompleks dan besar sehingga biaya yang harus dikeluarkan untuk pemeliharaan dan perbaikan jika mengalami kerusakan sangatlah besar.

Gangguan-gangguan yang sering terjadi pada generator umumnya adalah gangguan-gangguan yang diakibatkan oleh kegagalan isolasi kumparan-kumparan. Kegagalan isolasi bisa diawali dari mulai terjadinya gangguan antar gulungan yang secara

perlahan bisa berkembang menjadi gangguan tanah atau bahkan bisa juga diawali dari gangguan tanah pada salah satu fasa yang menyebabkan tegangan kumparan sehat naik sampai $\sqrt{3}$ tegangan normal fasa ke netral.

Metode proteksi konvensional hanya dapat mendeteksi kurang lebih 95 % dari belitan stator. Sementara 5% belitan di dekat netral tidak terlindungi. Hal ini terjadi karena tidak cukupnya tegangan untuk mengendalikan arus saat terjadi gangguan di dekat titik netral sehingga rele tidak dapat bekerja. Hal ini harus dihindari terutama pada generator besar dimana keseluruhan belitan statornya harus dilindungi.

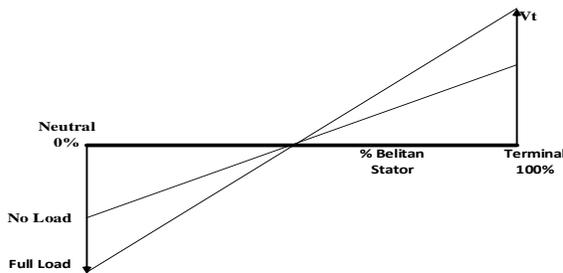
Untuk dapat melindungi keseluruhan bagian stator dapat digunakan metode tegangan harmonisa ketiga. Metode ini

bekerja berdasarkan harmonisa ketiga yang secara alami terdapat di terminal dan netral.

II. LANDASAN TEORI

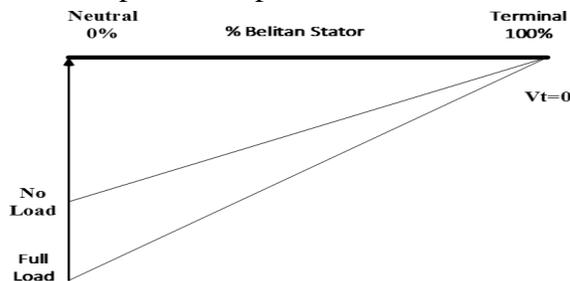
Proteksi menggunakan metode tegangan harmonisa ketiga dengan memanfaatkan harmonisa yang muncul secara natural di generator. Dalam keadaan normal, generator membangkitkan harmonisa ketiga yang merupakan harmonisa yang paling dominan. Harmonisa ini berperilaku sama seperti komponen urutan nol (Alcantara and Garcia, 2006).

Dalam kondisi normal karakteristik tegangan harmonisa ketiga pada belitan stator dapat dilihat pada Gambar 1 :



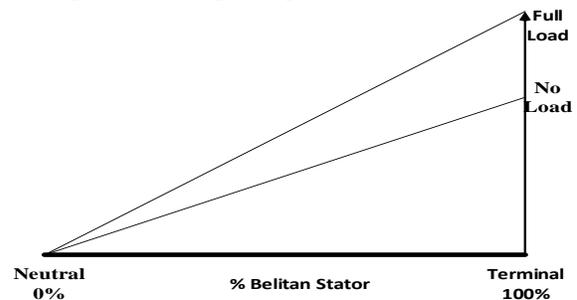
Gambar 1 Karakteristik Tegangan Harmonisa Ketiga Pada Kondisi Normal(Mozina, 2000)

Saat gangguan terjadi di titik terminal generator maka tegangan harmonisa ketiga di terminal turun menjadi nol dan tegangan harmonisa ketiga di titik netral meningkat hingga sebesar total semua tegangan harmonisa ketiga yang dihasilkan generator. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tegangan Harmonisa Ketiga Saat Gangguan Berada di Terminal(Mozina, 2000)

Sementara ketika gangguan hubung tanah terjadi di titik netral, tegangan harmonisa di terminal akan naik, sementara tegangan harmonisa di netral akan turun. Hal ini dapat di lihat pada gambar di bawah :



Gambar 3. Tegangan Harmonisa Ketiga Saat Gangguan di Titik Netral(Mozina, 2000)

2.1. Metode Tegangan Kurang

Berdasarkan karakteristik tegangan harmonisa ketiga saat terjadi gangguan di netral, maka secara tiba-tiba, besar tegangan harmonisa ketiga di netral akan turun mendekati nol. Karena itulah, rele tegangan-kurang harmonisa ke tiga (27H) dipasang di netral untuk mendeteksi turunnya tegangan harmonisa ketiga tersebut.(Herdiana, 2008)

2.2. Metode Tegangan Lebih

Pada skema ini, tegangan harmonisa ketiga, diukur pada terminal generator. Pada saat terjadi gangguan di daerah netral, maka besar tegangan harmonisa ketiga di daerah terminal, akan naik sampai maksimum tiga kali besar tegangan harmonisa ketiga saat kondisi normal. (Herdiana, 2008)

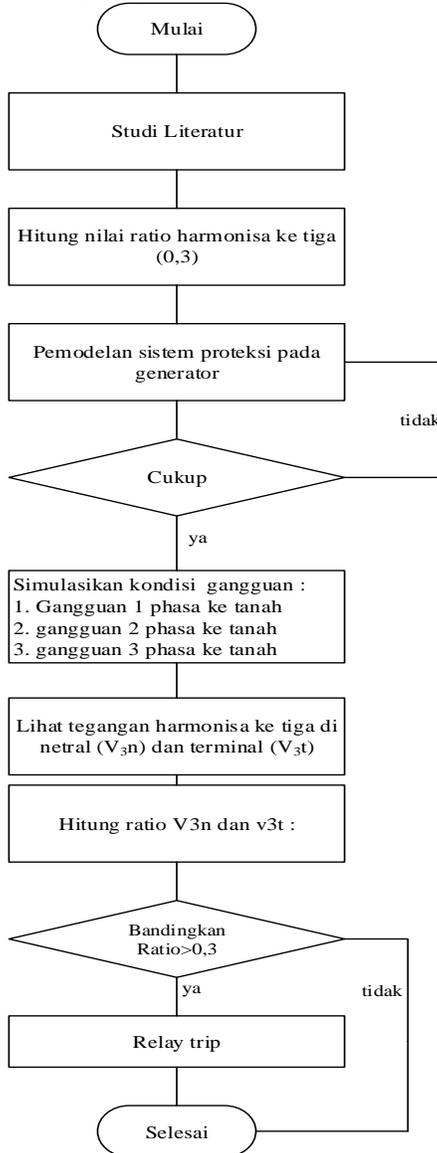
2.3. Metode Rasio Tegangan

Skema ini mengkombinasikan dua skema sebelumnya. Tegangan harmonisa ketiga selain diukur di netral juga diukur di terminal. Gangguan hubung tanah dekat netral akan menyebabkan terganggunya distribusi harmonisa ketiga, baik di terminal dan di netral. Rasio tegangan harmonisa ketiga di netral dan di terminal akan berubah dan menyebabkan rele beroperasi.(Herdiana, 2008)

III. METODE PENELITIAN

3.1. Prosedur Penelitian

Di bawah ini adalah gambaran alur penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 4 Diagram Alir Penelitian

3.2. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data dari generator PLTA Koto panjang seperti ditunjukkan di bawah ini.

Type	: Semi Payung
Daya	: 45 MVA
Tegangan Nominal	: 11 kV (5%)
Faktor Daya	: 0,85
Frekuensi	: 50 Hz
Arus	: 2361 A

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahanan gangguan dipakai sebagai parameter simulasi karena gangguan yang terjadi pada stator dapat berupa kontak langsung atau melalui busur api. Tahanan gangguan akan kita variasikan sebesar dari 3Ω sampai dengan 87.5Ω . Gangguan akan di setting di fasa A dan gangguan akan di setting pada waktu 0,5 s sampai 1 s. Maka dari itu sinyal yang akan ditampilkan hanya di fasa A.

Pada penelitian ini kami menggunakan metode proteksi tegangan harmonisa ketiga dengan metode rasio tegangan. Skema ini menggunakan perhitungan tegangan harmonisa ketiga baik di netral dan di terminal, lalu membandingkannya. Setidaknya, ada dua skenario perhitungan rasio. (Alcantara and Garcia, 2006) Rasio yang kami gunakan adalah rasio2.

$$rasio1 = \frac{|V_{3t}|}{|V_{3n}|} \quad rasio2 = \frac{|V_{3n}|}{|V_{3n}| + |V_{3t}|}$$

Tabel 1 menunjukkan nilai harmonisa ke tiga tegangan saat terjadi gangguan di untuk berbagai variasi tahanan gangguan.

Tabel 1. Tegangan harmonisa ke tiga

Rf	V ₃ terminal	V ₃ netral	Respon
3Ω	1 volt	4 volt	0
12 Ω	5 volt	3.5 volt	0
25 Ω	6,6 volt	3,1 volt	0
50 Ω	10 volt	2,5 volt	0
75 Ω	13,8 volt	2,17 volt	1
87.5 Ω	15 volt	2 volt	1

Dari hasil simulasi diatas membuktikan teori bahwa semakin dekat gangguan dari titik netral maka tegangan gangguan di netral akan semakin kecil begitu pula sebaliknya dengan tegangan terminal.

Untuk melindungi belitan stator dekat netral generator, setting rasio tegangan yang kita gunakan adalah $< 0,3$. Artinya rele akan bekerja jika rasio tegangan yang dirasakan lebih kecil dari $0,3$. Daerah yang tidak terlindungi adalah di atas 65% dari netral generator. Hal ini terjadi karena rasio tegangan untuk daerah ini berada di atas $0,3$. Namun, hal ini tidak menjadi masalah karena tujuan utama metode proteksi dengan menggunakan tegangan harmonisa ketiga adalah untuk melindungi bagian stator yang dekat ke netral.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dan analisa diatas maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Proteksi dengan metoda tegangan harmonisa ketiga, yang dipasang dengan proteksi konvensional dapat melindungi keseluruhan belitan stator.
2. Proteksi dengan menggunakan metode tegangan harmonisa ketiga dapat mendeteksi gangguan pada bagian terdekat dengan titik netral.
3. Semakin tinggi resistansi gangguan, maka karakteristik tegangan harmonisa ketiga, semakin tidak tergantung dari lokasi gangguan.
4. Semakin dekat lokasi gangguan dari netral maka tegangan harmonisa ketiga di netral semakin tinggi dan tegangan harmonisa di terminal semakin rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alcantara, R. J. and Garcia, F. G. (2006) '100% stator ground fault protection - a comparison of two protection methods.', pp. 1-112.
- Herdiana, I. (2008) 'Studi Proteksi Gangguan Hubung Tanah Stator Generator 100 % Dengan Metode Tegangan Harmonisa Ketiga', (13202052).
- Mozina, C. J. (2000) 'Protecting dispersed generators: Using digital interconnection technology', *Consulting-Specifying Engineer*, 28(5 SUPPL.), pp. 22-26.