

RELE PROTEKSI GANGGUAN GENERATOR 65 MW PADA PLTU PT. PLN (PERSERO) TANJUNG ENIM

Fery Antony

Dosen Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indo Global Mandiri

ABSTRACT

Protection system is essential for generating power. This protection is designed to protect and minimize the damage that occurs when the disorder.

Plant protection system should work according to condition quickly react in the event of disruption, selective, sensitive / insensitive to interference, reliable / reliability, stability and economical. If the conditions are not met, it will affect the performance of the plant.

Generator protection system also aims to protect the generators electric service reliability and continuity. With the achievement of system reliability and efficiency are met.

Keywords : Generato Protection, Relay Protection

LATAR BELAKANG

Fungsi dasar dari proteksi untuk generator adalah, untuk mengurangi / membatasi periode *outage* seminim mungkin dengan pembebasan (*clearance*) gangguan-gangguan dengan cepat. Tidak seperti peralatan lain, membuka pemutus untuk mengisolasi generator yang terganggu belum dapat mencegah kerusakan, karena generator terus menyuplai daya ke suatu belitan stator dalam keadaan gangguan hingga kehilangan medan eksitasinya. Maka perlu membuka medan, menghentikan suplai bahan bakar kepada penggerak utama dan dalam beberapa hal mempergunakan pengereman.

Pada generator penting sekali mempertimbangkan asal mula dan efek-efek gangguan sebelum menentukan tipe-tipe proteksi yang dipasang

TUJUAN

Tujuan Proteksi Generator adalah melokalisir gangguan dan meminimalkan kerusakan yang terjadi akibat gangguan yang di sebabkan.

GANGGUAN-GANGGUAN GENERATOR 65 MW

Gangguan-gangguan generator dapat dibagi dalam pengertian sebagai berikut :

a) Gangguan Belitan Stator, meliputi :

Gangguan pada belitan stator akan mempengaruhi gulungan jangkar (*armature*). Dalam hal ini generator harus segera di shutdown. Membuka sirkit bukanlah jalan yang membantu memperbaiki keadaan, sebabnya e.m.f di

induksikan ke gulungan stator sendiri. Yang termasuk gangguan stator adalah:

a. Gangguan Fase ke tanah

Gangguan ini umumnya terjadi di celah jangkar (*armature slot*). Gangguan pada titik tersebut secara langsung di hubungkan kepada *Natural Earthing Resistor*. Dengan arus gangguan lebih kecil dari 20 A, terbakarnya inti besi (*iron core*) masih belum masalah asalkan mesin segera trip dalam beberapa detik. Coil dapat diganti tanpa melapis kembali laminasi inti. Bagaimanapun, *earthing resistor* akan dilewati arus gangguan (>200A), sehingga kebakaran yang berat pada inti stator akan terjadi. Jadi diperlukan pelapisan laminasi kembali.

Bahkan dengan memasang *High Speed Earth Fault Differential Protection*, kerusakan berat dapat terjadi disebabkan oleh konstanta waktu dari sirkit medan (*field sirkit*) yang besar dan membutuhkan waktu yang relatif lama untuk menekan tuntas field flux nya.

Untuk mendeteksi gangguan ini di gunakan *Sensitive Earth Fault Protection*. Proteksi gangguan stator hubung tanah kebanyakan di tentukan oleh jenis pentanahan titik netral. Besaran yang di gunakan untuk mendeteksi ganggaun adalah arus atau tegangan urutan nol.

b. Gangguan antar (*inter*) belitan Stator

Hubung pendek antar belitan stator dalam satu coil dapat terjadi apabila stator

terbuat dari multi turn coil. Gangguan semacam ini berkembang karena adanya surge arus yang masuk dengan bagian depan gelombang yang curam, yang menyebabkan suatu tegangan tinggi melewati belitan pada jalan masuk belitan stator. Jika belitan stator terbuat dari single turn coil (gulungan tunggal), dengan satu coil per slot, tidak mungkin terjadi gangguan antar belitan. Proteksi yang digunakan adalah *Interturn Fault Protection* atau *Stator Earth Fault Protection*.

b) Gangguan Belitan Medan (Field Winding atau rotor)

Gangguan rotor, termasuk gangguan antar gulungan rotor dan konduktor ke tanah umumnya disebabkan mekanikal atau temperature stress. Sistem medan umumnya tidak di hubungkan ke tanah sehingga gangguan tanah yang tunggal umumnya tidak memberikan kenaikan arus gangguan.

Gangguan tanah yang kedua akan menghubungkan singkat sebagian belitan dan menghasilkan sistem medan tak simetris, memberikan gaya tak seimbang pada rotor.

Gaya yang semacam ini akan menyebabkan tekanan yang berlebihan pada bantalan dan distorsi poros, dan rotor akan bergetar. Proteksi rotor hubung tanah

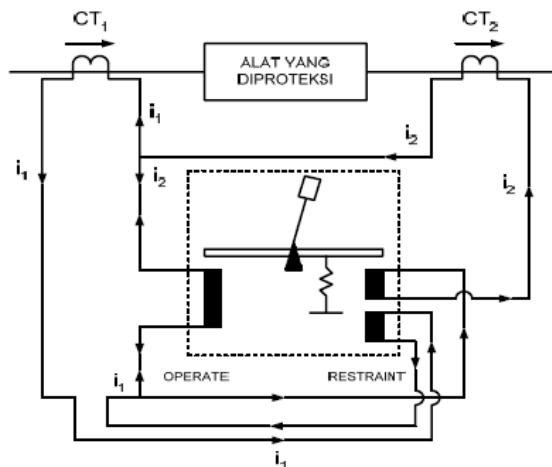
menggunakan relay arus searah. Relay bekerja apabila salah satu (kutub positif atau negatif) dari rangkaian penguat, hubung tanah. Untuk mendeteksi ini digunakan *Rotor Earth Fault Protection* yaitu pada generator besar dan rotor temperature indikator untuk mendeteksi *overheating* karena beban tak seimbang.

c) Kondisi-kondisi berjalan abnormal.

Kondisi-kondisi abnormal yang dapat terjadi di generator adalah :

1. Gangguan di luar Generator

Adanya hubung pendek, mechanical stress pada gulungan stator. Jika mechanical stress sudah terdapat pada gulungan stator maka operasi selanjutnya akan memperparah kondisi gulungan, kenaikan temperature walaupun perlahan-lahan selama 10 detik akan menaikkan temperature ke kondisi yang membahayakan. Gangguan ini dapat menimbulkan asimetri, vibrasi besar dan rotor menjadi *overheating*. Untuk proteksi generator akibat gangguan ini di gunakan *Overcurrent* dan *Earth Fault Protection* sebagai back up protection. *Relay differensial* digunakan untuk mendeteksi perbedaan arus pada gulungan generator atau trafo.

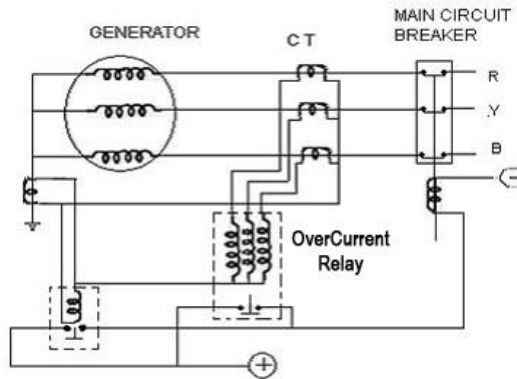


Gambar 1. Rele differensial

2. Thermal Loading

Pembebanan yang berlebih pada generator akan mengakibatkan kenaikan temperatur gulungan stator (*overheating*) sampai isolasi menjadi rusak, sehingga usia pemakaiannya menjadi lebih pendek. Temperatur naik juga disebabkan oleh adanya kegagalan sistem pendingin. Pada

generator besar biasanya di pasang thermocouple pada slot stator dan sistem pendingin. *Overcurrent Protection* dipasang untuk mengamankan generator dan di setel pada harga tertinggi beban lebih yang masih dapat di tanggung.



Gambar 2. Overcurrent Protection

3. Beban Tak Seimbang (Unbalanced Loading) = *Negative Phase Sequence*

Jika generator memikul beban tak seimbang terus menerus, atau arus yang di terimanya melebihi 10% dari rating arus, ini dapat menimbulkan bahaya pada rotor silinder dari generator.

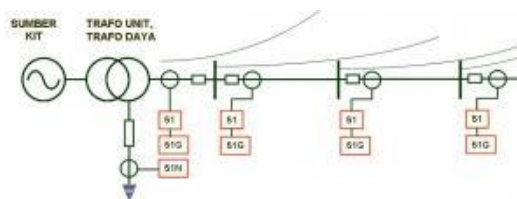
Arus tiga fase yang tidak seimbang akan mempunyai komponen-komponen dengan urutan positif, negatif dan zero pada gulungan statornya. Komponen urutan positif searah dengan putaran rotor. Pada kondisi seimbang hanya ada arus urutan positif pada stator.

Komponen urutan negatif berputar dengan kecepatan sinkron berlawanan arah dengan putaran stator. Pada kondisi gangguan **satu fase ke fase** lain, dalam gulungan stator akan ada komponen urutan positif dan komponen urutan negatif. Pada komponen urutan zero (nol), tidak ada

interval waktu diantara fase-fasenya. Pada kondisi gangguan **satu fase ke tanah**, akan menyertakan komponen urutan positif, negatif dan nol.

Arus yang tak seimbang 3 fase akan menghasilkan flux memotong rotor dengan kecepatan dua kali kecepatan putar. Karena itu arus frekuensi ganda di induksikan ke rotor, bodi dan gulungan peredam (*damp winding*). Oleh adanya arus eddy yang besar pada rotor ini akan menaikkan temperatur rotor dengan cepat sehingga mengakibatkan *overheating*.

Arus stator tak seimbang juga akan menimbulkan vibrasi besar dan memanaskan stator. Proteksi yang digunakan untuk mendeteksi beban tak seimbang pada generator besar digunakan *Negative Sequence Protection*. Untuk generator kecil dipasang *Overload Protection*.



Gambar 3. Koordinasi waktu kerja rele

4. Kehilangan Eksitasi (Loss of Field)

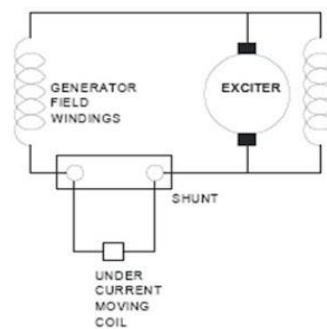
Ini berakibat hilangnya sinkronisasi dan kecepatan naik sedikit. Penyebabnya karena terbukanya sakelar medan (field circuit breaker). Akibatnya tergantung hubungannya terhadap beban. Kehilangan eksitasi dapat terjadi karena adanya hubungan singkat atau circuit terbuka dalam circuit medan atau gangguan dalam AVR (*Automatic Voltage Regulator*).

Jika circuit breaker medan terbuka, maka beban penuh generator akan hilang dalam waktu 1 detik, tetapi generator akan tetap berputar sebagai *induction generator*, yang menarik *daya reaktif* dari bus. Untuk menghindari ini generator dirancang harus trip apabila circuit medan terbuka.

Jika generator paralel dengan generator lain, mesin akan terus berjalan sebagai

generator induksi. Menarik arus eksitasi (arus pemagnetan) dari busbar, damper winding beraksi sebagai sangkar tupai. Arus pemagnetan yang di suplai dari unit lain akan mempengaruhi stabilitas unit-unit itu.

Hal ini akan menyebabkan overheating belitan stator dan rotor. Medan (*field*) harus di pulihkan atau mesin harus di shut down sebelum kestabilan sistem hilang. Output daya ini harus di kurangi sambil berjalan sebagai generator induksi. Arus stator mungkin bertambah sampai di atas arus rating normal selama beraksi sebagai generator induksi. Arus yang tinggi ini dapat menyebabkan tegangan jatuh dan overheating belitan stator. Proteksi yang di berikan generator adalah *Field Failure Protection* atau *Loss of Field Protection*.



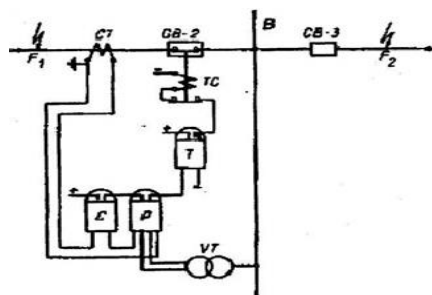
Gambar 4. Loss of Field Protection

5. Motoring of Generator (*reverse power*)

Ini terjadi bila torsi penggerak dikurangi sampai dibawah total kerugian (*losses*) generator atau di stop. Daya aktif (*active power*) akan di tarik dari jala-jala untuk mempertahankan sinkronisasi, dan generator bekerja sebagai motor sinkron dengan turbin sebagai bebannya. Arah putaran tak berubah. Jika hal itu dibiarkan

(>20detik), overheating yang serius pada *blade* turbin akan terjadi akibat windage.

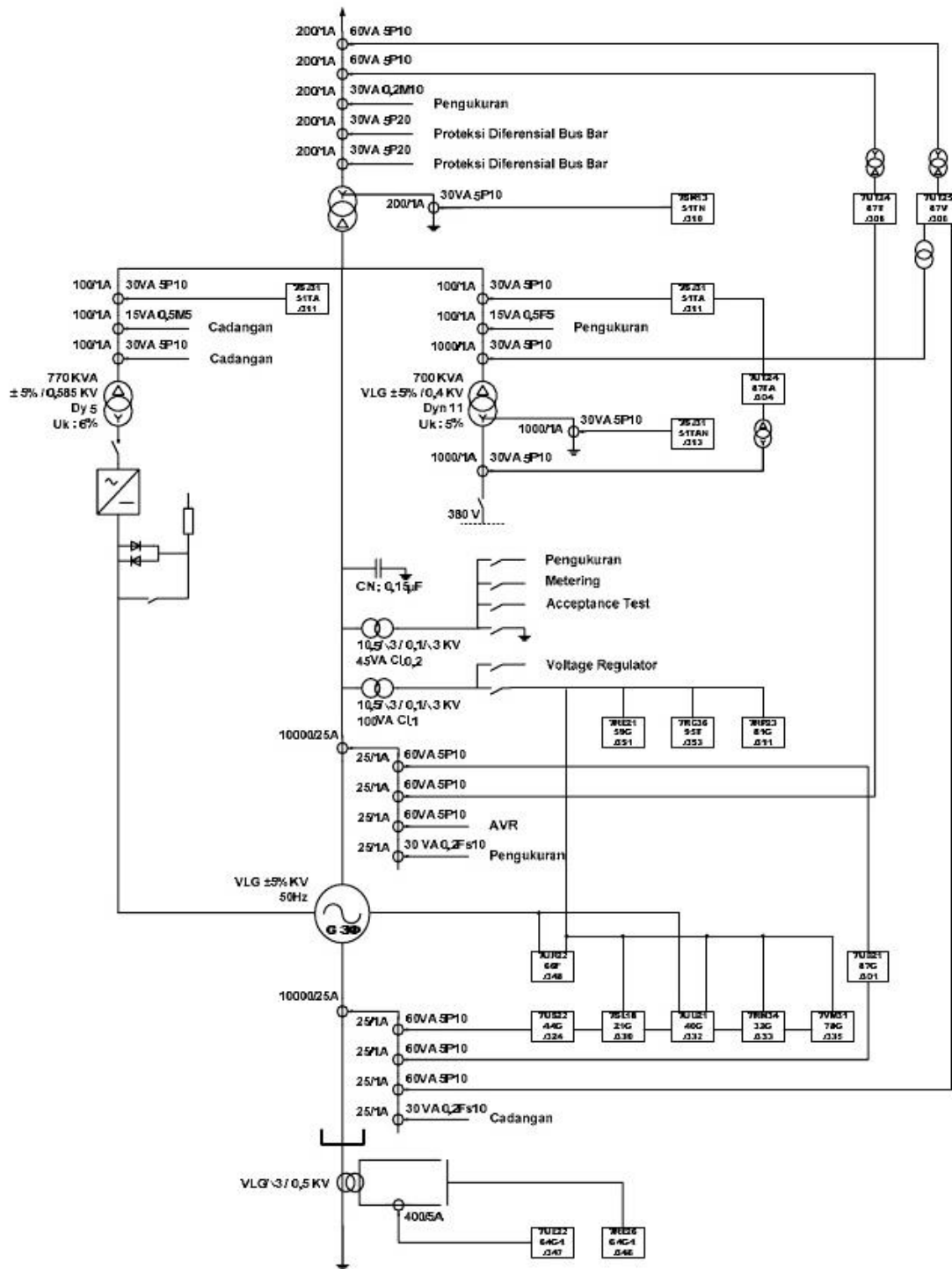
Sewaktu beraksi sebagai motor, daya mengalir dari busbar ke mesin dalam kondisi tiga fase seimbang. *Reverse power protection* diberikan untuk mengatasinya. *Reverse power relay* cukup mendeteksi satu fase saja.



Gambar 5. Reverse power relay

Pada gambar tersebut, apabila terjadi gangguan pada F1, maka rele akan men-trip CB2, apabila gangguan terjadi pada F2,

maka rele tidak akan men-trip CB2 karena arah aliran arus yng terbalik dari kanan ke kiri



Gambar 6. Koordinasi Rele Proteksi Generator yang terhubung Langsung

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa :

1. Sebagian besar gangguan perlu dihilangkan dengan cara melepaskan generator terhadap sistem melalui pemutus tenaga utama (main circuit breaker) dan bila memungkinkan melepas pemutus tenaga medan penguat.
2. Penyebab gangguan Generator adalah saluran udara transmisi, sehingga saluran udara transmisi merupakan salah satu sumber gangguan yang utama.
3. Pada generator yang besar melalui beberapa transformator terlebih dahulu sebelum mencapai beban tegangan yang rendah yang tidak simetris, arus urutan negative ini tidak sampai di generator karena ketidak seimbangan ini terhapus oleh transformator.

SARAN

1. Penggunaan sistem koordinasi rele yang dapat dimonitor dan dikontrol secara realtime melalui komputer dan terhubung dengan suatu pusat data dan kontroler yang tersambung dengan Unit Pengatur Beban, sehingga keseluruhan kinerja pengaman dapat juga dimonitor dan dikontrol melalui Unit Pengatur Beban.
2. Penggunaan sistem koordinasi terpusat untuk setting rele, sehingga rele dapat disetting secara manual melalui tiap modul rele pengaman, dan juga secara Otomatis
3. Sebaiknya rele analog yang sudah cukup tua digantidengan rele digital yang bersifat integrated yang mampu menangani beberapa fungsi rele sekaligus, sehingga koordinasi tiap fungsi rele akan lebih mudah

DAFTAR PUSTAKA

Combine Cycle Power Plant Maintenance Manual.

Profil Unit Pembangkitan Bukit Asam.

Pola Pengamanan Sistem. Bagian : Generator, Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara 1992

Description of Relay Protection Manual Book 1995

Analisa Sistem Tenaga Listrik

Pembangkit Listrik Tenaga Uap

AC Generator Protection Guide Working Group, IEEE Guide For AC Generator Protection : Project No. P604/D7 6-1-85 ANSI/IEEE C37.102-198X, IEEE Inc., New York, 1985.

A.E. Fitzgerald, Charles Kingsley Jr, Stephens D Umans, Djoko Achyanto. Ir. MSc.EE, Mesin-mesin Listrik, Penerbit Erlangga, 1992.

Stanley Horowitz, Protective Relaying For Power Systems, _____.

PT. PLN (Persero) Jasa Teknik Kelistrikan, Energi & Listrik, Majalah Triwulan Vol VI No 4, PT. PLN (Persero) Jasa Teknik Kelistrikan, Jakarta, 1996.

Leo Heru Murtopo, Pengaruh Sistem Eksitasi Pada Stabilitas Dinamik Generator Sinkron, Teknik Elektri Fakultas Teknik UNDIP, Semarang, 2001.