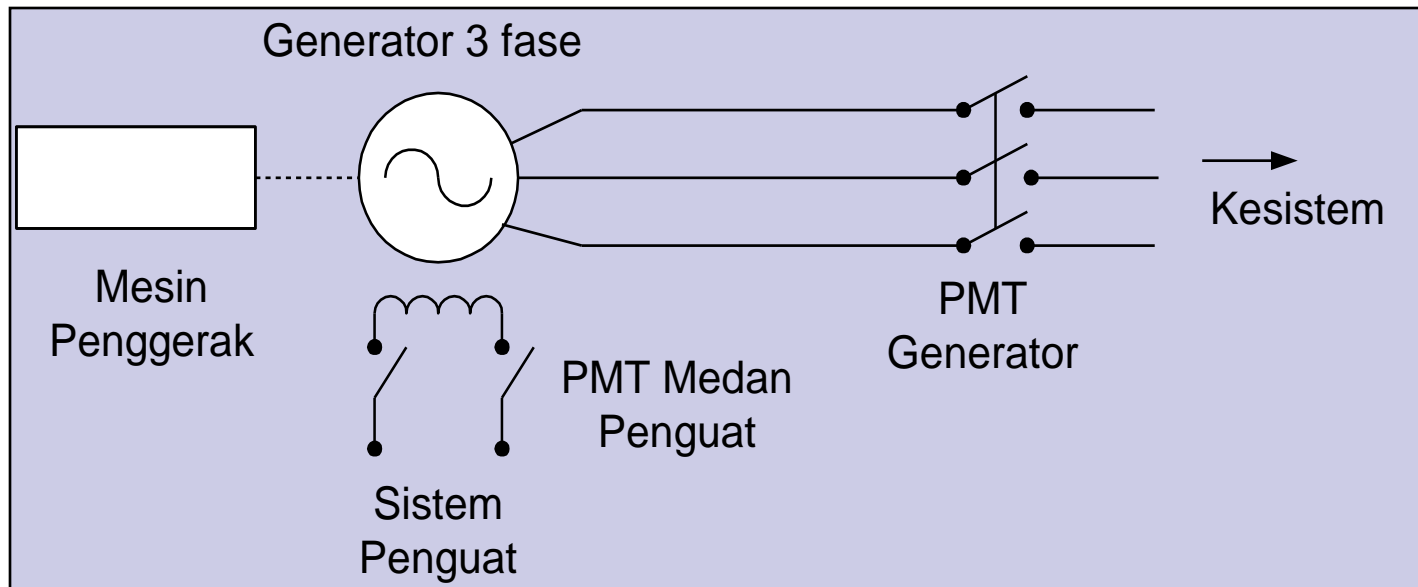


1. Proteksi Generator

Generator merupakan sumber energi listrik didalam sistem tenaga listrik, maka perlu diproteksi dari semua gangguan jangan sampai mengalami kerusakan karena kerusakan generator akan sangat mengganggu penyediaan tenaga listrik.

Tetapi dilain pihak dari segi selektifitas pengamanan sistem diharapkan agar PMT generator tidak mudah trip terhadap gangguan dalam sistem, karena lepasnya generator dari sistem akan mempersulit jalannya oprasi sistem tenaga listrik.

Gambar bagan Generator dengan Mesin penggerak dan Medan Penguat :



PMT generator hanya boleh bekerja apabila ada gangguan yang tepat ada didepan generator didalam generator atau pada mesin penggerak generator.

2. Proteksi generator terhadap gangguan dalam

Penyebab gangguan utama dalam sistem adalah petir, yang sering disambar petir adalah saluran udara transmisi dan saluran distribusi.

Untuk menghadapi ganggaun diluar pusat listrik, maka PMT yang dipasang dari saluran dilengkapi dengan relay-relay.

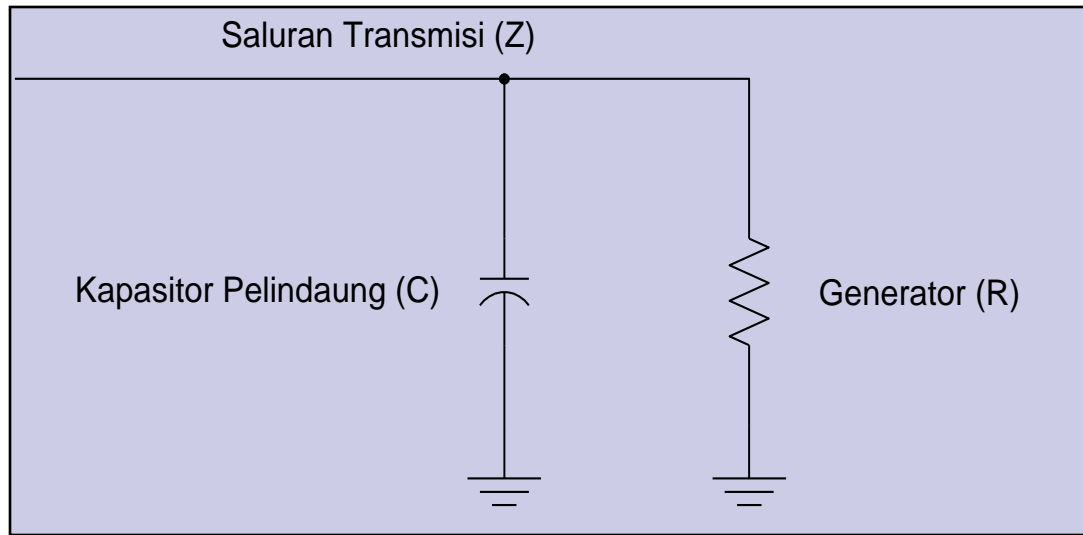
Untuk gangguan di rel yang langsung berhubungan dengan generator, maka relay arys lebih merupakan pengaman utama. Tetapi bila ada pengaman rel difrensial, maka relay arus lebih merupakan pengaman back-up.

Gangguan diluar generator dapat menimbulkan arus urutan negatif, yang selanjutnya arus ini dapat menimbulkan pemanasan yang berlebihan pada generator. Oleh karena itu pada generator dengan daya besar dipakai relay urutan negatif.

• Perlindungan generator terhadap petir

Distribusi tegangan yang disebabkan oleh surja tegangan antara lapisan dalam lilitan generator, menunjukkan nilai yang tertinggi dekat ujung keluar atau ujung titik netral lilitan. Untuk meratakan muka gelombang tegangan dan menyeragamkan distribusi tegangan pada gulungan generator, maka dipasang sebuah *kapasitor* pelindung sebesar 0,1- 0,5 μF antara setiap terminal dan tanah.

Untuk generator yang dihubungkan dengan saluran transmisi melalui transformator surja tegangan yang dialihkan dari sistegangan tinggi ke sisi tegangan rendah dari transformator mengandung komponen alih elektromagnetik dan komponen alih elektrostatik.



Gambar bagan hubungan kapasitor pelindung generator

Bila rangkaian tegangan rendah dihubungkan dengan rel fasa yang terisolasikan atau dengan kabel, maka pemasangan kapasitor pelindung tidak diperlukan karena tegangan elektrostatis cukup kecil.

3. Proteksi generator terhadap gangguan dalam

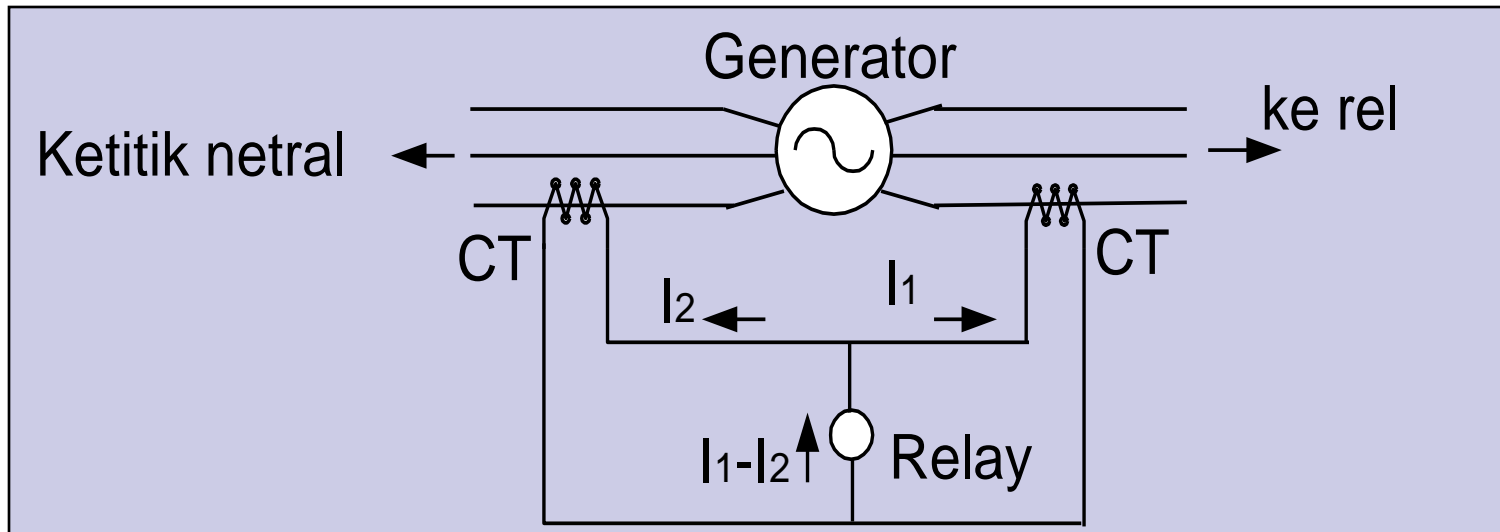
Gangguan dalam generator secara garis besarnya ada 5 macam yaitu :

A. Hubung singkat antara fasa

Gangguan ini terjadi bila isolasi antar fasa rusak bisa terjadi dalam stator generator maupun diluar stator generator.

Untuk melindungi generator dari gangguan ini dipakai relay difrensial yang segera men-trip PMT generator, PMT arus medan penguat dan memberhentikan mesin penggerak generator. Hal ini diperlukan untuk menghentikan sama sekali GGL yang dibangkitkan dalam stator generator, sehingga hubung singkat antar fasa dapat segera berhenti.

Gambar prinsip relay difrensial :

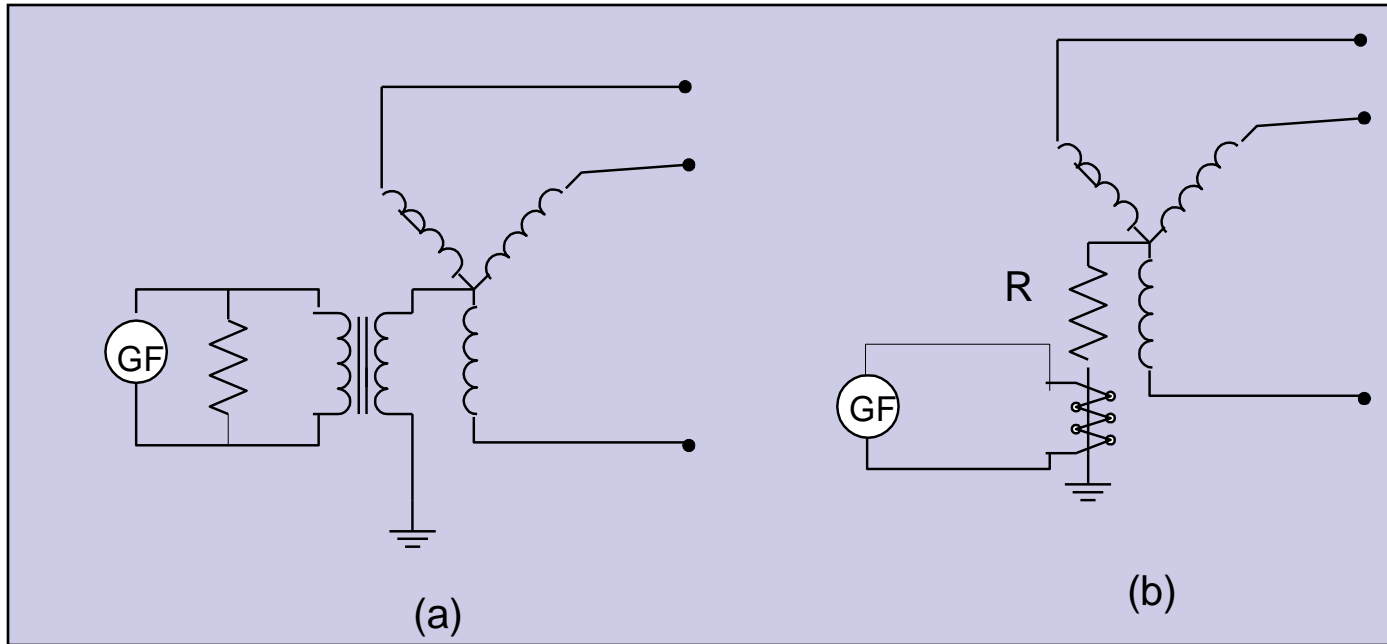


Relay difrensial tidak dapat menghindarkan terjadinya gangguan hubung singkat antar fasa, tetapi hanya dapat mendeteksi dan kemudian memberhentikan hubung singkat antar fasa yang terjadi, untuk menghindarkan kerusakan generator yang lebih besar.

B. Hubung singkat fasa ke tanah


Gangguan ini tidak dapat dideteksi oleh relay difrensial bila titik netral generator tidak ditanahkan. Oleh karenanya ada relay hubung tanah untuk melindungi generator terhadap gangguan hubung tanah.

Pada gambar berikutnya diperlihatkan pengaman generator terhadap gangguan hubung tanah yang titik netralnya tidak ditanahkan sehingga perlu dipasang transformator tegangan dan yang titik netralnya ditanahkan dengan melewati tahanan.



Keterangan :

- (a) Gambar relay hubung tanah (GF) yang titik netral dari generator tidak ditanahkan dengan pemasangan transformator tegangan
- (b) Gambar relay hubung tanah (GF) yang titik netral dari generator ditanahkan melalui tahanan (R).



Untuk pengaman generator yang titik netralnya tidak ditanahkan perlu dipasang transformator tegangan yang berfungsi mendeteksi kenaikan tegangan titik netral terhadap tanah dan selanjutnya akan menyebabkan relay hubung tanah (GF) bekerja. Tegangan titik netral terhadap tanah akan naik bila ada gangguan hubung tanah dan selanjutnya akan menyebabkan relay (GF) bekerja.



Pengetanahan Titik Netral Generator

- Yang banyak digunakan adalah sistem pengetanahan dengan tahanan, dengan memakai tahanan yang membatasi arus pengetanahan sampai 100 Amper.
- Cara lain adalah dengan pengetanahan melalui transformator tiang, sistem ini tepat bagi mesin berkapasitas besar. Pengetanahan dilakukan melalui gulungan tegangan tinggi pada transformator tiang dengan menyisipkan tahanan pada sisi tegangan rendah untuk membatasi arus pengetanahan sampai 5 – 15 Amper.

- Nilai tahanan R didapat dari persamaan berikut :

$$R = \frac{10^6}{6\pi f C N^2} \quad (\text{ohm})$$

di mana :

C = kapasitansi tiap fasa dari rangkaian urutan nol dari generator (*generator zero sequence circuit*) (μF)

f = frekuensi (Hz)

N = perbandingan lilitan (*turn ratio*) dari transformator



C. Suhu tinggi

Hal ini bisa terjadi pada stator atau pada bantalan generator, yang menyebabkan kenaikan suhu tersebut karena pembebanan lebih pada generator yang terlalu lama, ventilasi yang kurang sempurna atau karena banyak kotoran yang menempel pada isolasi lilitan stator sehingga menghambat pelepasan panas lilitan stator.

Aliran minyak pelumas yang kurang baik juga bisa menyebabkan suhu yang tinggi.

Untuk mengamankan generator terhadap masalah suhu yang tinggi, dipakai relay suhu yang pada tahap pertama membunyikan alarm dan pada tahap berikutnya men-trip PMT generator.



D. Penguatan hilang

Bila terjadi gangguan pada rangkaian arus penguat, sehingga medan penguat generator menjadi lemah atau hilang, maka generator mengalami kondisi “*out of step*” atau lepas dari sinkronisasinya dengan sistem dan dapat menimbulkan gangguan dalam sistem khususnya.

Oleh karenanya pada generator yang mempunyai daya relatif besar disediakan *Loss of Field relay* untuk mencegah terjadinya situasi *out of step* tersebut diatas dengan jalan men-trip PMT generator bila arus penguat hilang atau menjadi terlalu lemah oleh karena ada gangguan pada sirkit arus penguat.



E. Hubung singkat dalam sirkit rotor

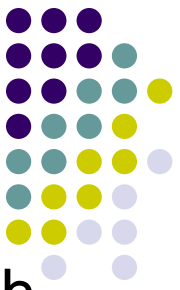
Pada gangguan ini generator akan mengalami *Loss of Field relay* dan juga sirkit rotor dan rotor generator dapat mengalami kerusakan.

Unutk mencegah kerusakan ini dipakai relay arus lebih atau sekering lebur dalam sirkit rotor.

Jika salah satu kutub (+ atau -) mengalami hubung tanah, maka hal ini dapat menimbulkan distorsi dalam medan magnit penguat sehingga timbul getaran yang berlebihan.

Untuk melindungi gangguan ini, maka generator yang besar dipasang relay pengaman terhadap rotor hubung singkat.

4. Proteksi generator terhadap gangguan mesin penggerak



Bila tekanan minyak pada mesin penggerak terlalu rendah, maka mesin penggerak tersebut perlu dihentikan karena dapat menimbulkan kerusakan bantalan.

Untuk menghindarkan tetap berputarnya generator sebagai akibat daya balik yang merubah generator menjadi motor, maka PMT generator perlu di trip.

Trip dari PMT generator karena tekanan minyak pelumas yang terlalu rendah atau karena suhu air pendingin yang terlalu tinggi maka dipakai oleh relay mekanik.

Sehingga pada generator dengan daya terpasang diatas nilai tertentu yang digerakkan turbin uap, turbin gas atau turbin air, maka dipakai relay daya balik.

Daya balik terjadi karena ada gangguan mesin penggerak atau ada ayunan daya dalam sistem.

Rangkuman

1. Generator merupakan sumber utama pengadaan energi listrik didalam sistem tenaga listrik, sehingga perlu dilindungi / diproteksi dari semua gangguan, baik gangguan yang berasal dari luar maupun dari dalam sistem. Bila terjadi kerusakan generator akan sangat mengganggu penyediaan tenaga listrik.
2. Pengamanan generator dari Gangguan luar yang disebabkan oleh petir, dipakai relay arus lebih. Gangguan diluar generator tersebut dapat menimbulkan arus urutan negatif, yang selanjutnya arus ini dapat menimbulkan pemanasan yang berlebihan pada generator. Maka pada generator dengan daya besar dipakai relay urutan negatif.



3. Gangguan dalam generator secara garis besarnya ada 5 macam yaitu :

a. Hubung singkat antara fasa

Untuk melindungi generator dari gangguan ini dipakai relay difrensial yang segera men-trip PMT generator. Hal ini diperlukan untuk menghentikan sama sekali GGL yang dibangkitkan dalam stator generator, sehingga hubung singkat antar fasa dapat segera berhenti.

b. Hubung singkat fasa ke tanah

Gangguan ini tidak dapat dideteksi oleh relay difrensial bila titik netral generator tidak ditanahkan. Maka dipakai relay hubung tanah untuk melindungi generator terhadap gangguan hubung tanah.

c. Suhu tinggi

Kenaikan suhu pada generator disebabkan karena pembebanan lebih yang terlalu lama, ventilasi yang kurang sempurna atau karena banyak kotoran yang menempel pada isolasi lilitan stator sehingga menghambat pelepasan panas lilitan stator. Aliran minyak pelumas yang kurang baik juga bisa menyebabkan suhu yang tinggi. Untuk melindungi generator terhadap masalah suhu yang tinggi, dipakai relay suhu yang pada tahap pertama membunyikan alarm dan pada tahap berikutnya men-trip PMT generator.

d. Penguatan hilang

Pada gangguan ini generator mengalami kondisi “*out of step*” atau lepas dari sinkronisasinya dengan sistem dan dapat menimbulkan gangguan dalam sistem khususnya. Untuk mencegah terjadinya situasi *out of step* tersebut dengan jalan men-trip PMT generator.

e. Hubung singkat dalam sirkit rotor

Gangguan ini generator akan mengalami *Loss of Field relay* dan juga sirkit rotor dan rotor generator terjadi kerusakan. Untuk mencegah kerusakan ini dipakai relay arus lebih atau sekering lebur dalam sirkit rotor. Jika salah satu kutub (+ atau -) mengalami hubung tanah, maka hal ini dapat menimbulkan distorsi dalam medan magnet penguat sehingga timbul getaran yang berlebihan. Untuk melindungi gangguan ini, maka generator yang besar dipasang relay pengaman terhadap rotor hubung singkat.

Soal-soal

1. Sebutkan macam gangguan yang sering terjadi pada generator ?
 2. Gambarkan secara bagan suatu generator lengkap dengan mesin penggerak dan penguatannya ?
 3. Apa penyebab gangguan dari luar suatu generator ?
 4. Jelaskan sistem perlindungan generator dengan kapasitor pelindung ?
 5. Gangguan generator yang disebabkan dari dalam secara garis besarnya ada 5 macam, sebutkan dan jelaskan masing-masing gangguan tersebut ?
 6. Gambarkan dan jelaskan pengamanan generator engan menggunakan relay defrensial ?
 7. Apa yang dimaksud “*out of step*” jelaskan ?
-