

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Generator

Generator adalah sumber tegangan listrik yang diperoleh melalui perubahan energi mekanik menjadi energi listrik. Generator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, yaitu dengan memutar suatu kumparan dalam medan magnet sehingga timbul GGL (Gaya Gerak Listrik) induksi. Generator mempunyai dua komponen utama, yaitu bagian yang diam (stator) dan bagian yang bergerak (rotor). Rotor berhubungan dengan poros generator yang berputar di pusat stator. Poros generator biasanya diputar menggunakan usaha luar yang dapat berasal dari turbin, baik turbin air atau turbin uap dan selanjutnya berproses menghasilkan arus listrik.

Sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Proses ini dikenal sebagai pembangkit listrik. Walau generator dan motor punya banyak kesamaan, tapi motor adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Generator mendorong muatan listrik untuk bergerak melalui sebuah sirkuit listrik eksternal, tapi generator tidak menciptakan listrik yang sudah ada dalam kabel lilitannya. Hal ini bisa dianalogikan dengan sebuah pompa air, yang menciptakan aliran air tapi tidak menciptakan air di dalamnya. Sumber energi mekanik bisa berupa resiprokot maupun turbin mesin uap, air yang jatuh melalui sebuah turbin maupun kincir air, mesin pembakaran dalam, turbin angin, engkol tangan, energi surya atau matahari, udara yang dimampatkan, atau apapun sumber energi mekanik yang lain.

Perbedaan potensial dihasilkan antara ujung-ujung konduktor listrik yang bergerak tegak lurus terhadap medan magnet (Michael Farady, 1831). Dia membuat generator elektromagnetik pertama berdasarkan efek ini menggunakan cakram tembaga yang berputar antara kutub magnet tapal kuda. proses ini menghasilkan arus searah yang kecil.

Manfaat generator adalah sebagai salah satu elemen mesin pembangkit listrik yang mana berasal dari energi mekanik dan semua pembangkit listrik menggunakan komponen generator didalamnya. Manfaat generator listrik pun sangat banyak baik itu untuk kalangan pribadi maupun industri. Untuk industri prinsip kerja generator sangat terasa pada pusat listrik tenaga uap yang berjenis medan tutup dan menggunakan sistem udara yang terbuka.

Pada tahun 1831-1832, Michael Faraday menemukan adanya efek khusus yang dihasilkan ujung-ujung konduktor listrik yang bergerak lurus terhadap medan magnet. Dari efek temuannya ini, dia berhasil menjadi orang pertama yang membuat generator elektromagnetik. Generator elektromagnetik dibuat dengan menggunakan cakram tembaga yang berputar diantara kutub magnet tapal kuda dan menghasilkan arus searah yang kecil.

Desain mesin cakram ini kemudian dinamakan "Cakram Faraday" bisa di bilang kurang efisien. Hal ini di karenakan masih adanya arus listrik dengan arah berlawanan di bagian cakram yang tidak terkena pengaruh medan magnet. Arus berlawanan ini membatasi tenaga yang di alirkan ke kawat penghantar. Generator selanjutnya yang di namakan homopolar generator lebih efisien. Untuk menyelesaikan masalah arus berlawanan dari generator pendahuluannya, generator homopolar menggunakan sejumlah magnet yang di susun mengitari tepi cakram agar efek medan magnet yang lebih stabil. Kelemahan dari generator ini adalah tegangan listrik yang di gunakan adalah jalur tunggal yang melalui *fluks magnetic*.

Sebuah generator biasanya didesain untuk beroperasi pada satu kecepatan saja. Misalnya generator dengan putaran 500, 1200, 1500 hingga 10000 rpm (putaran per menit).

Generator kecepatan rendah biasanya digunakan dalam PLTA. Kecepatan putar harus tinggi karena :

- a. Kecepatan berbanding lurus dengan besarnya induksi tegangan yang dihasilkan dalam kumparan

- b. Makin tinggi kecepatan rotor, untuk keluaran yang sama, generator bisa dibuat lebih kecil. Dimensi kecil bahan lebih sedikit biaya turun, ruang yang dibutuhkan untuk instalasi juga makin kecil.



Gambar 1. Generator
(Sumber : KM. SINAR BANGUN)

2.2 Kegunaan Generator pada KM. SINAR BANGUN

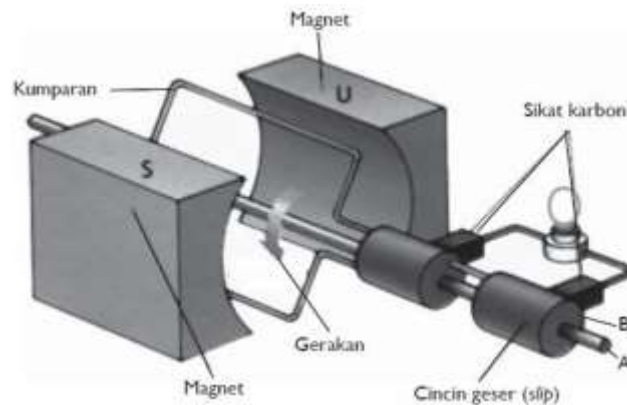
Melihat fungsi serta kegunaan generator dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu generator arus bolak-balik (AC) dan generator arus searah (DC). Diantara 2 macam tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing diantaranya seperti berikut (Habib A, 2002) :

1. Generator arus bolak-balik (AC)

Generator yang menghasilkan gaya gerak listrik induksi bolak-balik. Generator arus bolak-balik terdiri atas sebuah kumparan dan sepasang kutub magnet kuat, dua buah cincin geser dan dua buah sikat penyambung arus. Menurut Michael Farady “*Setiap perubahan medan magnet pada kumparan akan menyebabkan gaya gerak listrik (GGL) yang diinduksi oleh kumparan tersebut.*”

Bila kumparan diputar, maka dalam kumparan akan timbul gaya gerak listrik bolak-balik. Gaya gerak listrik bolak-balik ini dihubungkan dengan rangkaian luar, maka akan mengalir arus melalui kedua sikat secara bergantian, yaitu mula mula arus keluar melalui sikat pertama, sesaat

kemudian melalui sikat kedua lagi, demikian seterusnya sehingga dihasilkan arus induksi yang arahnya bolak-balik.

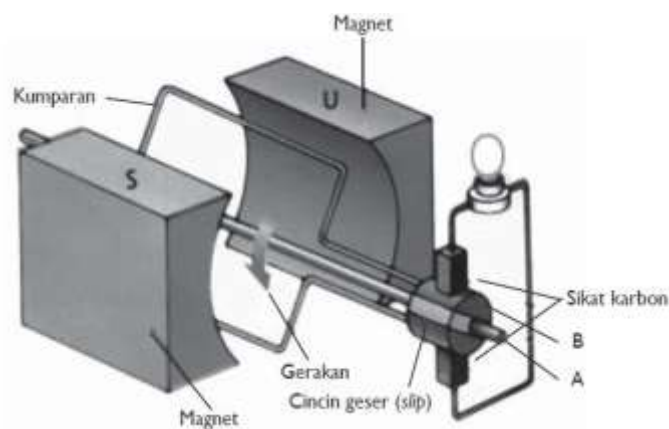


Gambar 2. Arus bolak-balik (AC)

Sumber : M. Idris, 1991. Listrik Generator dan Motor

2. Generator arus searah (DC)

Generator yang menghasilkan gaya gerak listrik induksi searah. Generator arus searah pada prinsipnya sama dengan generator arus bolak-balik perbedaannya hanya menggunakan satu cincin yang dibelah menjadi dua. Generator ini menghasilkan gaya gerak listrik induksi searah. Jika dihubungkan dengan rangkaian luar, maka arus akan mengalir melalui salah satu sikat yaitu pada awal melalui sikat pertama waktu berikutnya melalui sikat pertama lagi demikian seterusnya arus selalu melalui sikat pertama, sehingga arus yang dihasilkan berupa arus searah.



Gambar 3. Arus searah (DC)

Sumber : M. Idris, 1991. Listrik Generator dan Motor

Kelebihan dan Kekurangan Generator DC

1. Kekurangan:

- a. Konstruksinya rumit Setiap segmen dihubungkan oleh kawat atau kabel, karena jumlah segmen pada komutator jumlahnya sangat banyak maka kawat atau kabel yang dibutuhkan juga banyak sehingga ini menjadi salah satu kekurangan dari komutator . Karena konstruksinya yang rumit dan membutuhkan kawat atau kabel yang banyak, generator DC menjadi mahal harganya.
- b. Selain itu, akibat komutator mempunyai segmen-segmen yang banyak dengan jarak yang relatif dekat, ketika komutator berputar dengan kecepatan yang tinggi akan menghasilkan suara yang bising.
- c. Dan akibat jarak yang dekat antar tiap segmen, kapasitas tegangannya juga rendah (max 5MW) karena dikhawatirkan akan terjadi peloncatan bunga api listrik.
- d. Kelemahan berikutnya pada komutator adalah komutator yang sedang berputar harus dihubungkan dengan brush (yang terdiri dari material Carbon) guna untuk menyalurkan arus DC ke rotor generator. Hal ini mengakibatkan maintenance yang dilakukan harus lebih sering, karena brush akan mengalami "Aus" yang mengakibatkan adanya serpihan-serpihan karbon pada komutator.

2. Keunggulan:

Mempunyai Torsi awal yang besar, sehingga banyak digunakan sebagai starter motor.

Melihat dari latar belakang masalah serta kelebihan dan kekurangan dari generator arus bolak- balik (AC) dan generator arus searah (DC) maka KM. Sinar Bangun menggunakan generator DC.

2.3 Komponen Generator

Seperti yang diketahui generator sangatlah penting untuk kapal, serta generator terdiri dari berbagai komponen-komponen yang menunjang kinerja generator tersebut diantaranya (menurut Sumanto, Drs, MA : 1992):

1. Rotor

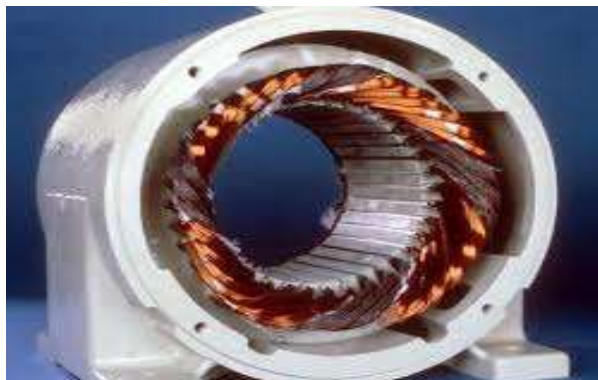
Rotor adalah bagian dari generator yang dapat berputar. Rotor dalam generator terdiri atas besi magnet yang berputar pada porosnya. Rotor terletak di bagian tengah stator. Kutub magnet yang dipergunakan pada bagian rotor ada yang satu pasang kutub magnet dan dua pasang kutub magnet atau lebih.



Gambar 4. Rotor
Sumber : Samsul A, 2004. Genset

2. Stator

Stator merupakan bagian yang tetap. Stator terdiri atas alur-alur yang diteliti gulungan kawat email. Gulungan kawat email pada stator dirangkai dalam hubungan tertentu. Dan gulungan kawat dipotong atau dilindungi oleh rumah generator itu sendiri dari guncangan yang diakibatkan oleh putaran.



Gambar 5. Stator
Sumber : Rudi H, 2003. Motor Listrik

3. Komutator

Komutator terdiri dari segmen-segmen dari tembaga, dibentuk irisan memanjang searah dengan poros, masing-masing diisolasi satu dengan yang lainnya dan dengan poros diisolasi oleh mika atau phenolic resin. Komutator dipres pada poros anker. Kumparan anker dihubungkan ke komutator untuk membentuk hubungan/rangkaian kontinyu. Komutator berfungsi untuk menyearahkan arus induksi bolak-balik dalam kumparan anker menjadi arus searah untuk digunakan ke beban kelistrikan kendaraan.



Gambar 6. Komutator
Sumber : Japet R, 2011. Genereator AC

4. Piringan tutup / *Bearing Cover*

Piringan tutup pada ujung-ujung rumah sebagaiudukan bantalan-bantalan sebagai tempat berputarnya armatur. Bantalan yang terpasang pada plat penutup untuk menahan beban torsi dari sabuk penggerak. Tutup bagian belakang mempunyai lubang pelumasan untuk memasukan pelumas pelumas. Sikat arang dipasang pada tutup bagian belakang.



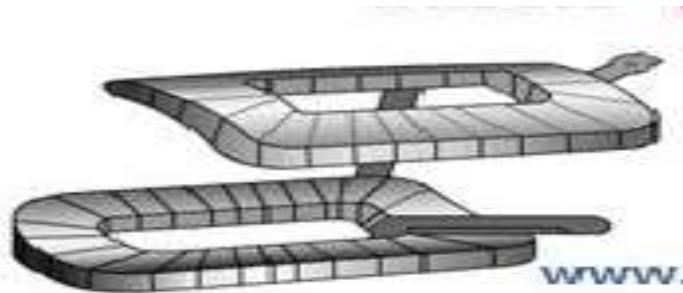
Gambar 7. Piringan Penutup / *Bearing Cover*
Sumber : Anto R, 2011. Dinamo Listrik

5. Pul kumparan medan / sepatu-sepatu kutub

Pul kumparan medan yang biasa disebut sepatu-sepatu kutub dikonstruksi dari besi tuang. Pada bagian dalam dibentuk cekung untuk menyesuaikan bentuk kontur bulat dari armatur dan mengurangi hambatan magnetik dari jarak udara. Ujung-ujungnya diperpanjang sebagai dudukan kumparan medan. Kutub-kutub magnet dipasangkan dengan baut pada rumah generator.

6. Kumparan medan

Kumparan medan digulung dengan kawat yang berukuran kecil; dengan tahanan relatif besar. Kumparan medan digulung dengan bentuk yang sesuai, diisolasi dan dibentuk yang sesuai dengan kontur rumah dan digulung pada kutub-kutub magnet.



Gambar 8. Kumparan Medan
Sumber : Japet R, 2011. Genereator AC

7. *Armatur/Anker/Jangkar*

Armatur/Anker dinamo dikonstruksi dari plat-plat yang disusun berlapis-lapis yang disatukan dalam satu poros dan mempunyai alur-alur sebagai tempat kumparan. Kumparan dapat digulung langsung pada alur-alur membentuk gulungan/kumparan armatur/anker.

Jangkar adalah tempat lilitan pada rotor yang berbentuk silinder beralur. Belitan tersebut merupakan tempat terbentuknya tegangan induksi. Pada umumnya jangkar terbuat dari bahan yang kuat mempunyai sifat feromagnetik dengan permeabilitas yang cukup besar.

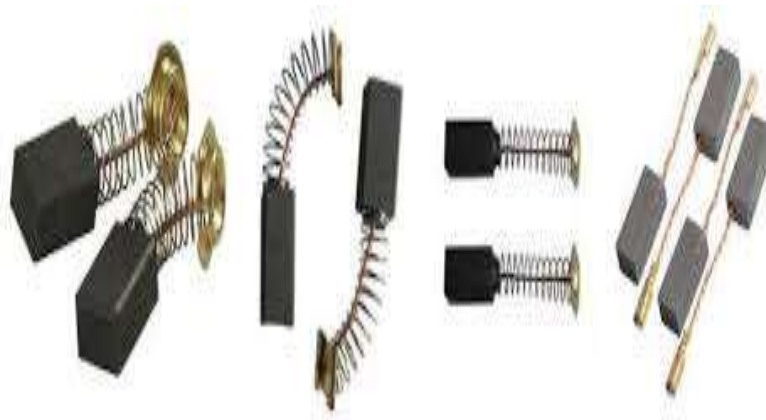
Permiabilitas yang besar diperlukan agar lilitan jangkar terletak pada daerah yang induksi magnetnya besar, sehingga tegangan induksi yang ditimbulkan juga besar. Belitan jangkar terdiri dari beberapa kumparan yang dipasang di dalam alur jangkar. Tiap-tiap kumparan terdiri dari lilitan kawat atau lilitan batang.



Gambar 9. *Amature/Jangkar*
Sumber : M. Idris, 1991. Listrik Generator dan Motor

8. Rumah sikat dan arang sikat

Sikat arang digunakan untuk menghubungkan hubungan antara armatur/anker dengan rangkaian luar. Sikat arang dapat bergesek dengan baik dengan komutator dengan bantuan pegas dan rumah sikat. Hubungan antara sikat-sikat arang dan rangkaian luar adalah dengan kabel tembaga fleksibel.



Gambar 10. Rumah Sikat / *Brush*
Sumber : Yusril D, 2003. Tenaga Listrik

9. Kipas pendingin

Kipas pendingin terletak di bagian depan dan menyatu dengan puli penggerak mengalirkan udara pendingin ke dalam generator.

Bagian yang harus menjadi perhatian untuk perawatan secara rutin adalah sikat arang yang akan memendek dan harus diganti secara periodik atau berkala. Komutator harus dibersihkan dari kotoran sisa sikat arang yang menempel dan serbuk arang yang mengisi celah-celah komutator, Gunakan amplas halus untuk membersihkan noda bekas sikat arang.

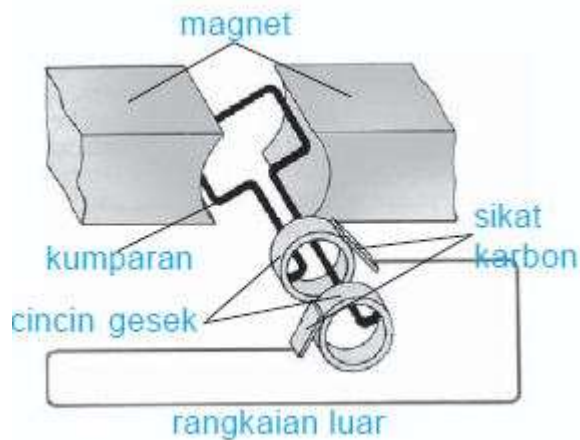


Gambar 11. Kipas Pendingin / *Fan Cooling*
Sumber : Supri J, 2004. *Cooling System*

2.4 Cara Kerja dan Pengoprasian Generator

1. Cara Kerja Generator

Cara kerja generator adalah melalui pergerakan medan magnet yang ada di rotor terhadap kumparan tetap yang terdapat di stator. Medan magnet tersebut dihasilkan dengan cara memberikan tegangan DC (Direct Current) pada kumparan penguat medan yang ada di rotor yang dapat dihasilkan melalui penguat sendiri maupun penguat terpisah. Sumber tegangan DC sendiri bisa didapat dari aki (accumulator). Setelah itu pemotong medan magnet bisa menggunakan bahan konduktor untuk memotong medan magnet yang ada, karena apabila tidak memotong maka prinsip kerja generator tidak akan timbul yang berupa gaya gerak listrik. (Nishab, 1994.)



Gambar 12. Sistem Kerja pada Generator
Sumber : Fiko A, 2003 Putaran Mesin

2. Pengoperasian Generator

Prosedur pengoperasian generator harus mengikuti SOP (*standard operation procedure*) yang ada sebagai petunjuk operator dalam mengoperasikan suatu unit pembangkit. Prosedur pengoperasian dalam suatu sistem pembangkit secara umum dibagi menjadi empat tahapan, yaitu :

a. Tahap persiapan

Sebelum mengoperasikan generator perlu dilakukan prosedur pemeriksaan secara keseluruhan. Pemeriksaan sebelum pengoperasian akan menjamin kinerja generator berfungsi dengan baik. Hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum mengoperasikan generator set, yaitu :

1. Sistem start
2. Sistem pelumasan
3. Sistem pendingin
4. Sistem bahan bakar
5. Sistem kontrol
6. Sistem proteksi
7. Sistem *interlock*
8. Sistem *governor*

b. Tahap menjalankan generator

Tahap ini merupakan langkah menjalankan mesin generator dengan putaran rendah kemudian putaran dinaikkan sampai ke putaran nominal. Setelah kecepatan putar mesin mencapai putaran nominal, perlu dilakukan pengecekan terhadap parameter yang ada pada unit tersebut agar berada dalam keadaan normal. Setelah pengecekan unit dalam kondisi normal kemudian mesin siap untuk dilakukan pembebanan.

c. Tahap pembebanan

Setelah generator berputar pada kecepatan normal dan dalam kondisi baik, maka siap dilakukan pembebanan pada sistem operasi. Pembebanan pada generator dapat bersifat resistif, induktif maupun kapasitif tergantung dari jenis beban yang diterima oleh generator.

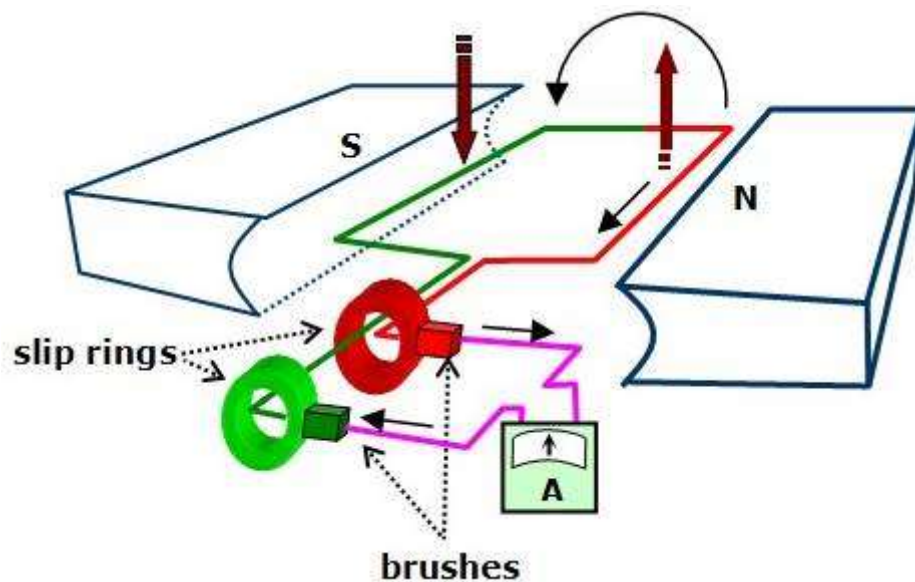
d. Tahap menghentikan generator

Jangan langsung mematikan mesin secara tiba-tiba. Lepaskan atau turunkan bebannya terlebih dahulu secara perlahan-lahan, kemudian biarkan mesin bekerja tanpa beban untuk memberikan kesempatan pada mesin menyesuaikan temperatur kerja seiring dengan penurunan pemakaian bahan bakar. Bila sedang diparalel generator harus dilepaskan dahulu dari hubungan paralel. Setelah generator berhenti lakukan pemeriksaan untuk menjamin keadaan mesin bila generator beroperasi kembali.

Apabila syarat dan hal-hal yang harus diperhatikan sesuai dengan SOP (*standard operation procedure*) sudah dilaksanakan, maka langkah selanjutnya adalah tahap pengoprasian generator sebagai berikut ;

1. Periksa secara umum keadaan mesin (baut-baut, belting dan baterai)
2. Periksa pelumas bahan bakar dan air tawar maupun air laut, pastikan dalam keadaan cukup
3. Atur *handle* gas pada posisi start
4. Hidupkan mesin dengan kunci starter atau dengan menggunakan engkol
5. Biarkan mesin hidup pada putaran rendah ± 2 Menit

6. Posisikan *Switch Voltage* dan *Ampere* pada panel listrik kearah kiri (manual)
7. Posisikan MCB pada genset kearah “ON”
8. Naikan putaran mesin dengan menarik *handle* gas kearah kiri dan atur sampai voltase pada panel pada kearah kiri dan atur sampai *voltage* pada panel pada angka 380V, mesin generator siap untuk diberi beban
9. Selama beroperasi perhatikan terus keadaan mesin dan tegangan listriknya
10. Setelah selesai digunakan matikan tombol pompa utama, kembalikan posisi switch panel pada posisi utama, kembalikan posisi switch panel pada posisi semula , MCB pada generator pada posisi “OFF” dan generator sudah dapat dimatikan secara perlahan lahan
11. Bersihkan mesin dan ruangan generator



Gambar 13. Pengoprasian Generator
 Sumber : Fiko A, 2003. Putaran mesin