

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Generator

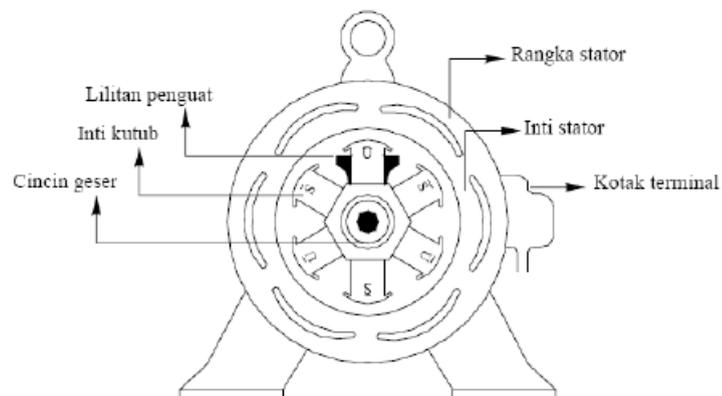
Generator adalah suatu mesin bantu di atas kapal yang menghasilkan tenaga listrik dengan masukan tenaga mekanik jadi disini generator berfungsi untuk mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik. Prinsip kerja generator adalah bila mana rotor diputar maka belitan kawatnya akan memotong gaya-gaya magnet pada kutub magnet sehingga terjadi perbedaan tegangan dengan dar inilah timbullah arus listrik, arus melalui kabel atau kawat yang kedua ujungkan di hubungkan dengan cincin geser pada cincin-cincin tersebut menggeser sikat-sikat sebagaimana terminal penghubung keluar. Sedangkan secara umum generator adalah adalah sebuah mesin yang dapat mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik (elektrik). Energi yang menggerakkan generator sendiri sumbernya bermacam macam. Pada pembangkit listrik tenaga angin misalnya generator bergerak karena adanya kincir yang berputar karena angina Demikian pula pada pembangkit pembangkit listrik tenaga air yang memanfaatkan energi gerak dari air. Sedang pada pembangkit listrik gerak dari generator didapatkan dari proses pembakaran bahan bakar. Generator bekerja berdasarkan hukum faraday yakni apabila suatu penghantar diputar dalam sebuah medan magnet sehingga memotong garis-garis gaya magnet maka pada ujung penghantar tersebut akan timbulkan ggl (garis gaya listrik) yang mempunyai satuan volt. *Sumber : Rudenko, N, Mesin Generator, Erlangga, Jakarta, 1966c*



Sumber : https://www.yanmar.com/global/large_generators/diesel_generators/

Gambar 1 Generator Kapal (Yanmar)

2.2 Konstruksi Generator Sinkron



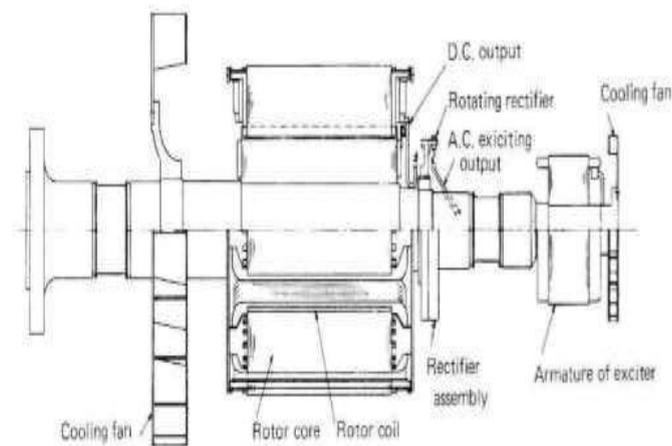
Sumber: <https://dokumen.tips/documents/generator-sinkron>

Gambar 2 Generator sinkron

Konstruksi generator adalah suatu system konstruksi yang bekerja dari mesin generator ke dinamo dan menghasilkan tenaga listrik. Konstruksi listrik dibedakan menjadi beberapa bagian komponen yaitu :

1. Bagian Rotor

Bagian rotor adalah bagian generator yang dapat berputar. Bagian rotor dalam generator terdiri atas besi magnet yang berputar pada porosnya. Bagian rotor terletak di bagian tengah stator. Kutub magnet yang digunakan pada bagian rotor ada dua pasang kutub atau lebih.

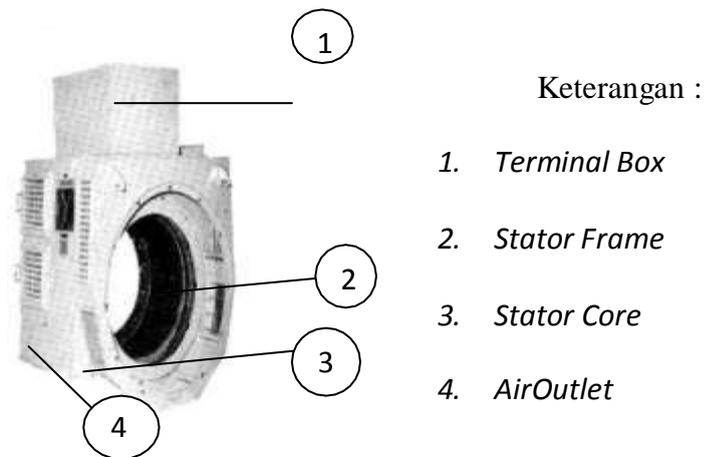


Sumber : Berahim: Pengantar Listrik Tenaga Teknik, 1994

Gambar 3 Rotor

2. Bagian Stator

Bagian stator pesawat generator merupakan bagian yang tetap. Bagian stator terdiri atas alur-alur yang dililiti gulungan kawat email. Gulungan kawat email pada stator dirangkai dalam hubungan tertentu. Dan gulungan kawat ini dipotong atau dilindungi oleh rumah generator itu sendiri dari goncangan yang diakibatkan oleh putaran rotor.



Sumber : Berahim: Pengantar Listrik Tenaga Teknik, 1994

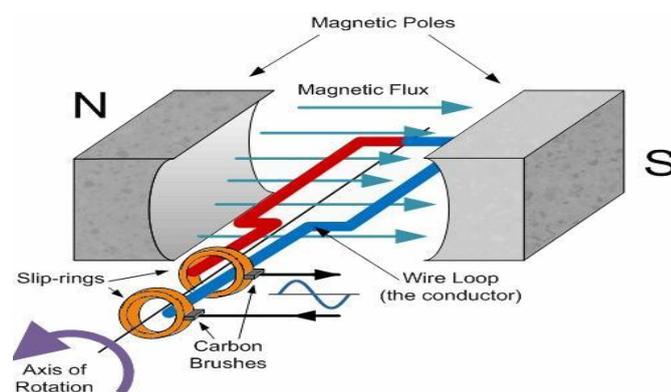
Gambar 4 Stator

2.3 Jenis-jenis Generator

Bahwa jenis-jenis generator dibagi menjadi 2 yaitu :

1. Generator arus bolak balik (AC)

Generator arus bolak balik yaitu generator dimana tegangan yang di hasilkan (tegangan out put) berupa tegangan bolak balik.

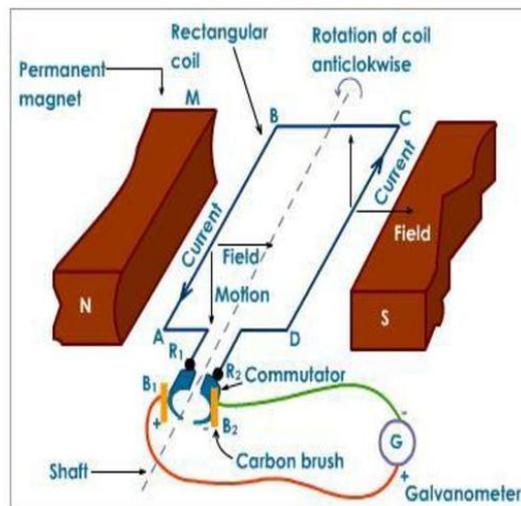


Sumber : <https://jandelatv.blogspot.com/2019/05/prinsip-kerja-generator.html>

Gambar 5 Rangkaian Generator AC

2. Generator arus searah (DC)

Generator arus searah yaitu generator dimana tegangan yang dihasilkan (tegangan output) berupa tegangan searah, karena di dalamnya terdapat sistem penyearahan yang di lakukan bisa berupa oleh komutator atau menggunakan dioda.



Sumber : <https://slideplayer.info/slide/12310369/>

Gambar 6 Rangkaian Generator DC

2.4. Fungsi Komponen Generator

Dilihat dari fungsi generator untuk membangkitkan tenaga listrik dari mesin diesel ke dinamo penggerak listrik dan komponen generator berfungsi untuk menyalakan bagian-bagian semua system pada mesin generator. Generator arus bolak-balik terdiri dari 3 bagian utama yaitu :

1. *Armature* (Jangkar)

Bagian yang berputar, dan perpotongannya dengan flux magnet akan menimbulkan gaya gerak listrik (GGL). *Armature* terdiri dari:

a. *Armature Core*

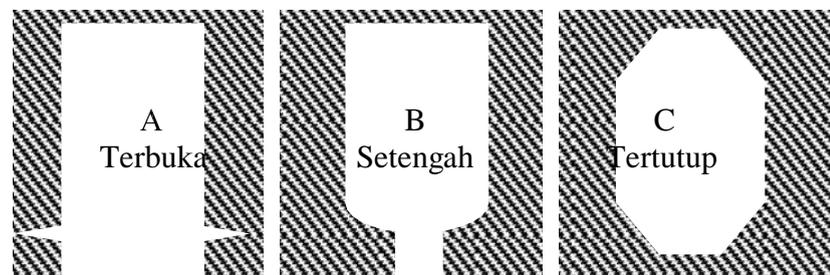
Yaitu bagian dari generator yang berfungsi sebagai tempat untuk menggulung konduktor atau tempat melekatnya *armature winding*, antara lain:

b. Pendingin *Armature*

Untuk pendingin dari *armature core*, maka pada tiap 50 mm diberi lubang udara sehingga terjadi pergantian udara. Untuk mesin pendingin sedang keatas sepanjang *shaft hole*.

c. Bentuk Slot

Slot adalah saluran dalam armature dimana konduktor diselipin. Bentuk-bentuk slot berbeda-beda tinggal perusahaan yang membuat generatornya. Macam-macam slot seperti yang terlihat dalam gambar di bawah ini:



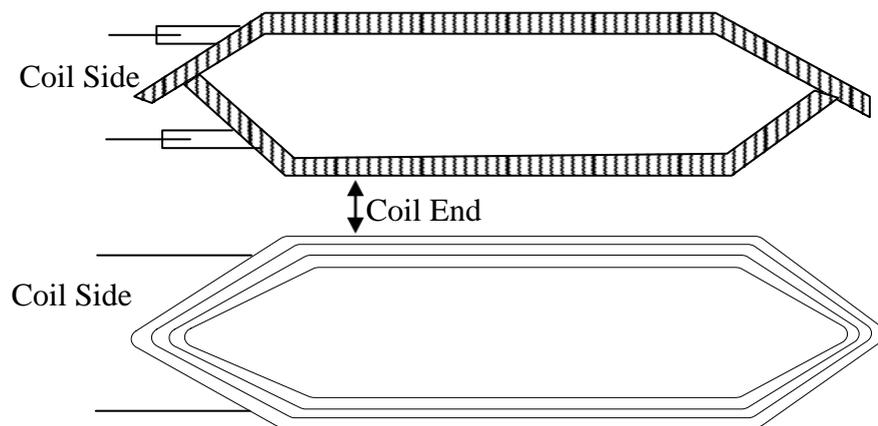
Sumber : Daryanto : Teknik Pemeliharaan Mesin, 1986

Gambar 7 Bentuk Slot

d. *Armature Winding Conductor*

Dalam mesin dengan arus kecil digunakan konduktor yang berbentuk bulat, sedangkan kalau arus besar digunakan konduktor

persegi empat. *Coil* yang digunakan dalam *open slot* berbentuk *diamond coil*, seperti gambar (A) dan diberi isolator mika paper dan lain-lain. Bagian *coil* yang masuk ke dalam slot disebut *coil end*. *Coil* yang digunakan dalam mesin kecil dengan *semi end closed slot* terlihat dalam gambar (B).



Sumber : Fitzgerald: Mesin- Mesin Listrik, 1997

Gambar 8 Konduktor

2. *Field* (Medan)

Suatu bagian komponen generator yang dapat menimbulkan suatu medan magnet, selain *field* ada dua komponen penting yaitu *armature* (jangkar) dan dua buah cincin arus bolak-balik.

3. Dua (2) Buah Cincin Arus Bolak-Balik

Bagian yang tiap cincin berhubungan dengan tiap ujung kumparan, dimana kumparan tersebut dapat menghasilkan suatu arus listrik.

1. *Field Stator*

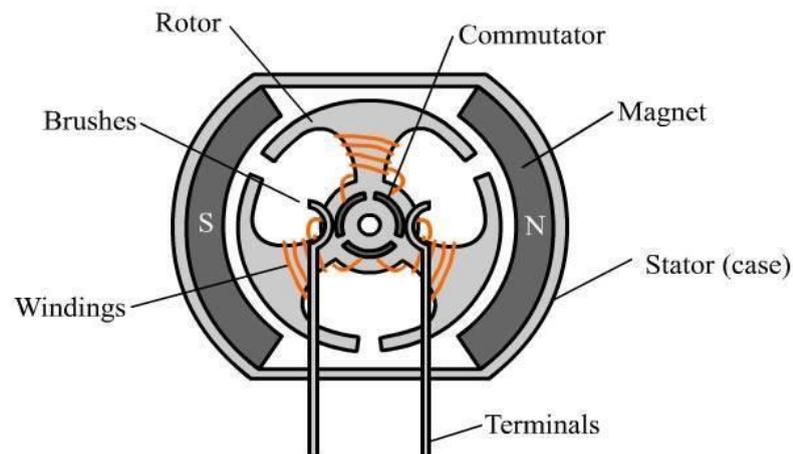
Seperti yang diterangkan diatas bahwa stator adalah komponen dari generator yang tidak berputar. Komponen-komponen itu diantaranya adalah :

a. *Yoke* (Rangkaian Magnetis)

Dengan demikian *Yoke* harus mempunyai daya tahan mekanik yang besar. *Yoke* ini mempunyai fungsi antara lain:

- 1) Sebagai pembentuk bodi dari generator.
- 2) Tempat menempelnya komponen generator.
- 3) Sebagai pengaman dari generator.

Typical Brushed Motor in Cross-section



Sumber : <https://eee-books01.blogspot.com/2015/06/typical-brushed-motor-in-cross-section.html>

Gambar 9 Yoke

b. *Pola Piece* (Lempengan Kutub)

Pola piece adalah bagian dari kutub magnet yang berhadap-hadapan dengan armature dan mendistribusikan *flux* kedalam gap.

c. Field Coil

Adalah komponen sistem starter yang berfungsi untuk membangkitkan medan magnet. field coil terbuat dari lempengan tembaga, komponen field coil ini disambungkan secara seri dengan armature coil (kumparan jangkar), yang bertujuan agar arus yang melalui field coil.

d. *Field Core* (Inti Medan)

Meskipun tidak ada iron loss dalam *field core*, tapi sebab biasanya disatukan dengan ploe piece maka dibuat juga dari *laminated core*.

e. *Field Winding* (Lilitan-lilitan Medan)

Lilitan-lilitan medan tergantung dari besar kecilnya arus yang mengalir digunakan penghantar berbentuk persegi empat.

f. *Brust*

Brush adalah alat penghubung lilitan stator dan rotor.

g. *Brush Holder* (Pegangan Sikat)

Brush Holder adalah alat yang menahan brush (Sikat) pada posisi tertentu dan pada tekanan tertentu. Kalau posisi brush mau dipindahkan maka harus diigunakan peralatan khusus.

h. *Shaft* dan *Bearing* (Poros dan Bantalan)

Shaft terbuat dari baja dan garis tergantung dari:

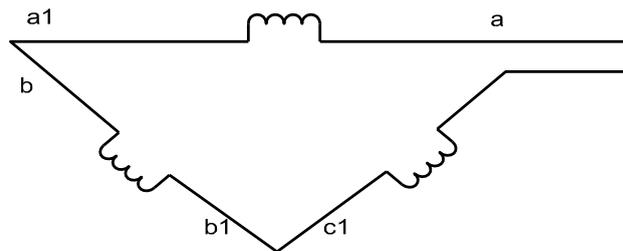
- 1.) Out put power (daya yang dihasilkan)
- 2.) Jumlah perputaran (RPM)

Untuk mesin yang besar digunakan bearing stand yang tersendiri, tapi biasanya *braket bearing*. Bearing metal adalah bagian yang berhubungan dengan shaft dan dapat menahan pergeseran. Bentuknya adalah *cylinder* dan biasanya babit bearing. Dalam mesin kecil digunakan ball bearing (bantalan peluru), dan sering juga *ruller bearing* (bantalan rol) digunakan untuk mesin besar.

Sebab mesin pada umumnya berputar dengan kecepatan besarmaka harus digunakan minyak pendingin. Untuk maksud ini bagian bawah dari bearing terdapat (kotak minyak) dan pada *shaft* (poros) terdapat rol oil ring. Dalam ball bearing dan *roller bearing* kebanyakan menggunakan *grease* (gemuk).

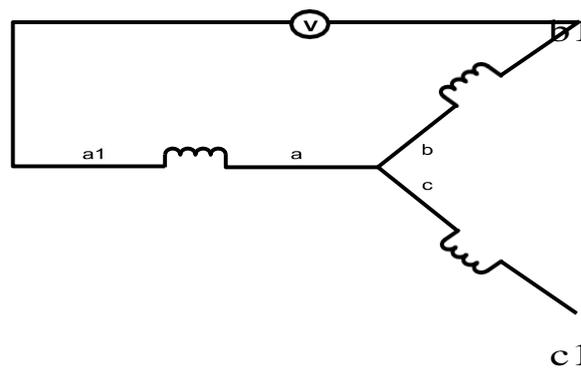
i. Jenis-jenis belitan pada armature

Dalam tiap coil dari armature winding terinduksi gaya gerak elektro magnet. Besar kecilnya arus dan tegangan yang dibutuhkan menentukan konstruksi dan hubungan itu. Gambar dibawah ini dua macam lilitan yang berbeda :



Sumber : Hardisoemarto: Pelajaran Teknik Surabaya, 1980

Gambar 10 Belitan *Delta*



Sumber : Hardisoemarto: Pelajaran Teknik Surabaya, 1980

Gambar 11 Belitan *Bintang*

2.5. Alat Ukur Generator

Bahwa dalam proses kerja suatu generator perlu adanya alat-alat ukur yang berguna sebagai pengaman supaya generator tidak rusak dan kerja dari generator tidak terganggu.

Adapun alat ukur tersebut adalah :

1. Ampere meter

Berfungsi untuk mengukur besaran arus pada penghantar output generator, dengan jumlah 3 buah untuk penghantar 3 *phase*. Atau untuk mengukur besaran arus eksitasi sumber DC.

Eksitasi atau sering disebut dengan penguatan medan yaitu pemberian arus listrik untuk membuat kutub magnet.

2. Volt meter

Berfungsi untuk mengukur besaran tegangan *output* generator, antara *phase - phase* atau *phase* dengan netral.

3. Watt meter

Berfungsi untuk mengukur daya aktif *output* generator, dengan satuan KW atau MW.

4. VAR meter

Berfungsi untuk mengukur daya reaktif *output* generator, dapat bersifat *lagging* atau *leading*, dengan satuan KVAR atau MVAR.

5. KWH meter

Berfungsi untuk mengukur energi listrik generator, dengan satuan KWh, MWh, atau GWh.

6. Cos meter

Berfungsi untuk mengukur faktor daya (*power factor*), dapat bersifat *lagging* atau *leading*.

7. Frekwensi meter

Berfungsi untuk mengukur besaran frekwensi arus bolak - balik *output* generator.

8. Temperature *indicator*

Berfungsi untuk mengukur besaran panas atau temperature pada kumparan stator, dengan pendeteksi RTD (*Resistance Temperatur Detector*) satuannya derajat *celcius* dan *fahrenheit*. Untuk pendeteksi inti stator dengan menggunakan *thermocouple*, sedangkan untuk temperatur rotor dengan referensi arus medan.

9. Vibrasi meter

Berfungsi untuk mengukur besaran getaran atau vibrasi pada poros, yang terpasang pada *bearing* generator, dengan satuan mm p-p atau um p-p.

10. *Pressure Indicator*

Berfungsi untuk mengukur besaran tekanan gas media pendingin generator dan juga ada untuk tekanan minyak perapat (*seal oil*).

11. *Purity Indicator*

Berfungsi untuk mengukur kemurnian gas didalam generator, satuannya dalam prosentase (>96 %).

12. Alat Bantu Sinkronisasi

Berfungsi sebagai alat bantu paralel generator untuk melihat kondisi sama antara "*running*" dan "*incomming*", yang meter - meternya meliputi voltmeter *double* atau voltmeter nol, frekwensi meter *double* dan *synchronoscope*.

Stabilitas Dalam keadaan lepas sinkron terjadi kejutan-kejutan elektrik dan mekanis yang besar yang membahayakan generator itu maupun systemnya. Oleh karena itu, generator harus segera di putuskan hubungannya dari system yang dapat menyebabkan gangguan stabilitas antara lain :

- a.) Terjadinya perubahan beban yang mendadak, hilangnya sebagian dari beban atau bertambahnya beban mendadak.
- b.) Terjadinya hubungan singkat.
- c.) Terbukanya salah satunya saluran.

Tabel 2.1 Daya Generator Listrik

Generator Type	Satuan	Keterangan
YANMAR 6HA	T4F	Baik
Daya	480 KW	Baik
Tegangan	440 V	Baik
Frekuensi	60 Hz	Baik
Jumlah kutub	3 Poles	Baik

Sumber : Dokumen PT. SOWOHI KENTITI JAYA