

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian

Secara umum generator adalah sebuah mesin yang dapat mengubah energy gerak (mekanik) menjadi energi listrik (elektrik). Biasanya generator disebut juga “genset” yang berarti generator set. Generator set dengan pengertian adalah satu set peralatan gabungan dari dua perangkat berbeda yaitu *engine* dan generator atau alternator *engine* sebagai perangkat pemutar, sedangkan generator sebagai perangkat pembangkit listrik.

Generator sendiri sumbernya bermacam macam. Pada generator listrik memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, Biasanya menggunakan induksi elektromagnetik. Proses ini dikenal sebagai pembangkit listrik. Pada pembangkit listrik gerak dari generator didapatkan dari proses pembakaran bahan bakar diesel. Jika disimpulkan dari beberapa di atas diesel generator berarti sebuah mesin diesel yang berfungsi untuk menggerakkan generator sebagai pembangkit listrik dengan menggunakan bahan bakar diesel atau yang biasa disebut solar. Terdapat dua jenis generator, yaitu (AC) arus bolak balik dan generator (DC) arus searah pada generator (AC) arus bolak balik kumparan yang diletakkan pada batang diputar dalam medan magnet yang diam sehingga menghasilkan tenaga induksi.

Genset sudah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari. Genset ini ditemukan oleh dua orang ilmuwan ini yaitu Michael Faraday dan Rudolph Diesel. Michael Faraday pada tahun 1831 menemukan induksi elektromagnetik yang kemudian berkembang menjadi generator modern. Michael Faraday menggunakan cincin induksi untuk menemukan induksi elektromagnetik.

Induksi listrik di kawat dengan menggunakan efek elektromagnetik dari arus kawat lain merupakan transformator pertama dan kemudian

dilanjutkan dengan penemuan proses induksi magnet-electric (produksi arus listrik stabil). Pada mesin terpasang dua kawat dengan menggunakan kontak geser ke disk tembaga, di putar pada disk melalui kutub magnet dan menghasilkan arus searah terus menerus. Mesin tersebut merupakan generator pertama yang dibuat.

Pada tahun 1832 Hippolyte Pixii, seorang produsen peralatan dari Perancis menyempurnakan mesin genset yang ditemukan oleh Michael Faraday. Hippolyte menemukan kekurangan pada mesin genset buatan Faraday yaitu listrik yang dikeluarkan dari tahap gesekan cakram tembaga sangat kecil. Pada akhirnya Hippolyte Pixii menambahkan dinamo pada mesin genset Faraday.

Dinamo tersebut merupakan alat bantu dalam menghasilkan aliran listrik tambahan sehingga daya yang ditampung lebih banyak. Genset dari Faraday dan Pixii tersebut kemudian disempurnakan lagi oleh Antonio Pacinotti. Pacinotti menganggap bahwa pada mesin genset tersebut terdapat kekurangan saat menghasilkan daya listrik karena menginduksi aliran arus listrik tanpa diikuti arus selanjutnya. Kemudian Pacinotti mengubah alat pada kumparan menjadi kumparan torodial yang dia ciptakan.

Rudolph Diesel menemukan generator diesel dan mematenkan hasil penemuannya pada tahun 1892. Mesin yang dipatenkan oleh Rudolph Diesel adalah mesin dengan metode dan desain mesin yang pembakaran akan berlangsung di silinder. Rudolph ingin membuat mesin diesel yang memiliki efisiensi yang baik, dengan kegigihan dan kerja kerasnya Rudolph berhasil memproduksi mesin diesel yang mempunyai efisiensi 75%. Desain mesin yang terdiri dari kopling mesin diesel dan generator masih digunakan sampai sekarang.

Genset diesel memiliki ukuran yang besar, berat, dan memiliki suara yang bising, tetapi seiring berkembangnya teknologi genset diesel sekarang ini desainnya disesuaikan dengan kapasitas dan kebutuhan, suaranya sudah berkurang tingkat kebisingannya dan hamper sebanding dengan genset

bensin. Michael Faraday dan Rudolph Diesel adalah dua orang yang sangat berjasa dalam penemuan genset ini . Genset yang digunakan sekarang telah melalui berbagai penyempurnaan dengan teknologi terbaru yang semakin memudahkan kita untuk menggunakannya.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020

Gambar 1 Generator Set KMN. MINA MAKMUR

2.2 Fungsi Generator Set

Fungsi generator set diatas kapal adalah untuk menyuplai kebutuhan daya listrik di kapal. Daya listrik digunakan untuk menggerakkan motor-motor dari peralatan bantu mesin jangkar, mesin pendingin (refrigerator), lampu penerangan, sistem komunikasi dan navigasi, pengkondisian udara dan ventilasi, perlengkapan dapur (galley), alarm dan sistem kebakaran, dan sebagainya.

Dalam pendesainan sistem ini, kapal perlu diperhatikan kapasitas dari generator dan peralatan listrik lainnya, besarnya kebutuhan maksimum dan minimum dari peralatannya. Dimana kebutuhan maksimum merupakan kebutuhan daya rata-rata terbesar yang terjadi pada interval waktu yang

singkat selama periode kerja dari peralatan tersebut, demikian juga sebaliknya. Sedangkan kebutuhan rata-rata merupakan daya rata-rata pada periode kerja yang dapat ditentukan dengan membagi energi yang dipakai dengan jumlah jam periode tersebut. Kebutuhan maksimum penting diketahui untuk menentukan kapasitas dari generator yang diperlukan. Sedangkan kebutuhan minimum digunakan untuk menentukan konfigurasi dari electric plant yang sesuai serta untuk menentukan kapan generator dioperasikan.

2.3 Cara Kerja Generator Set

a. Sumber Energi Gerak Generator

Energi yang menggerakkan generator sendiri sumbernya bermacam macam. Pada pembangkit listrik tenaga angin misalnya generator bergerak karena adanya kincir yang berputar karena angin. Demikian pula pada pembangkit pembangkit listrik tenaga air yang memanfaatkan energi gerak dari air. Sedangkan pada pembangkit listrik gerak dari generator didapatkan dari proses pembakaran bahan bakar diesel.

b. Prinsip kerja/cara kerja Generator

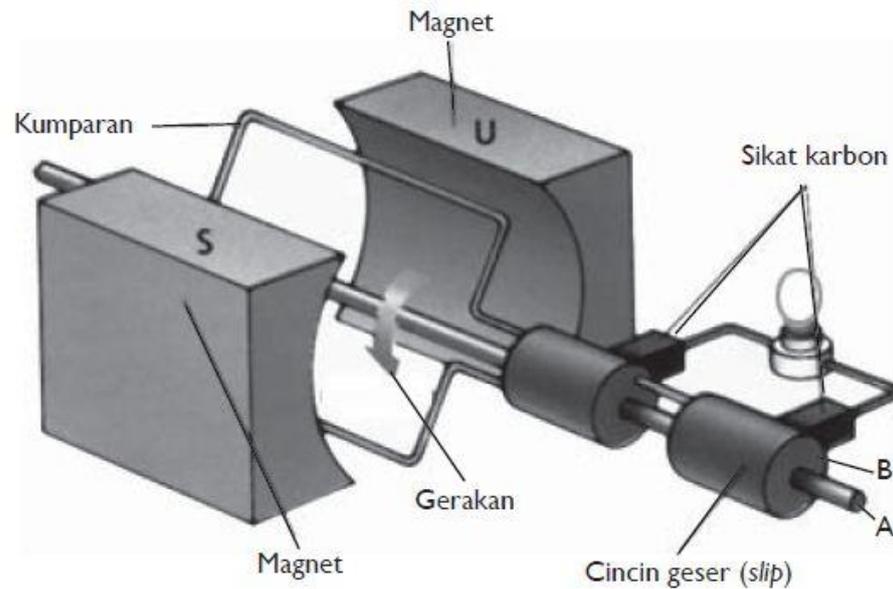
Generator bekerja berdasarkan hukum faraday yakni apabila suatu penghantar diputar dalam sebuah medan magnet sehingga memotong garis gaya magnet maka pada ujung penghantar tersebut akan timbulkan garis gaya listrik yang mempunyai satuan volt.

2.4 Macam-Macam Generator

Berdasarkan tegangan dibangkitkan generator dibagi menjadi 2 yaitu :

a. Generator arus bolak-balik (AC)

Adalah 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.



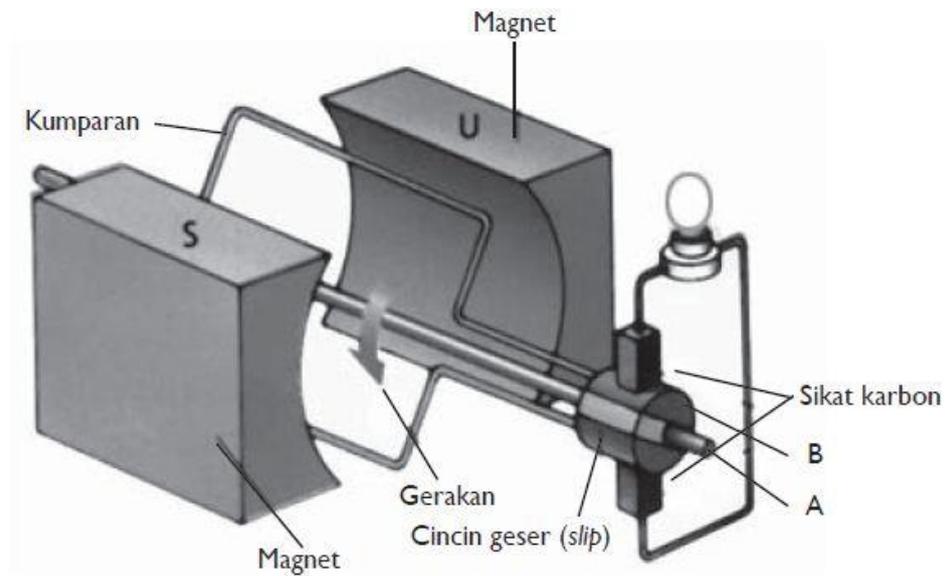
Sumber: http://generator+ac&safe=strict&rlz=1C1EJFC_enID930ID93

Gambar 2 Generator AC

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.

b. Generator arus searah (DC)

Adalah 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.



Sumber: <http://generator+dc&tbm=isch&ved=2ahUKEwiTjt687>

Gambar 3 Generator Arus searah (DC)

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.

2.5 Konstruksi Generator Set

a. Mesin/Engine

Mesin merupakan komponen utama dan memiliki peranan yang sangat penting. Mesin merupakan sumber energi input mekanis untuk generator. Beberapa bahan bakar pada generator yang biasa digunakan agar mesin generator dapat beroperasi yakni bensin, gas atau diesel (solar). Bensin biasa digunakan pada generator dengan kapasitas yang lebih kecil sedangkan diesel dan gas merupakan bahan bakar yang digunakan untuk kapasitas yang lebih besar.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020

Gambar 4 Mesin/*Engine* (tampak samping)



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020

Gambar 5 Mesin/*Engine* (tampak atas)

b. Alternator

Pada mesin input mekanis menghasilkan output listrik, nah alternator inilah yang merupakan bagian dari generator yang digunakan

untuk menghasilkan output listrik tersebut. Dalam alternator memiliki setor dan rotor atau biasa disebut amature merupakan komponen yang bekerja pada generator tersebut. Stasioner memiliki komponen yakni stator. Rotor atau amature merupakan komponen yang menghasilkan medan magnet pada genset untuk bergerak.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020

Gambar 6 Alternator

Bahwa Alternator/Generator ditinjau dari konstruksinya dibedakan menjadi dua bagian yaitu :

1. Rotor

Rotor coil pada generator adalah bagian dari generator yang bergerak atau berputar. Rotor sendiri tersusun dari inti magnet (pole core), field coil atau disebut juga dengan rotor coil, slip ring dan poros rotor (rotor shaft). Fiel coil pada rotor disusun dengan cara digulung dengan arah putaran yang sama dengan arah putaran rotor dan ujung-ujung dari field coil dihubungkan pada slip ring. Pada rotor terdiri dari 2 pole core dan pole core tersebut dipasangkan pada masing-masing ujung field coil dan juga berfungsi sebagai pembungkus kumparan rotor.

Fungsi rotor adalah untuk menghasilkan medan magnet, kuat medan magnet yang dihasilkan tergantung besar arus listrik yang mengalir ke

rotor coil. Listrik yang ke rotor coil disalurkan melalui sikat yang selalu menempel pada slip ring. Terdapat dua sikat yaitu sikat positif berhubungan dengan terminal F, sikat negatif berhubungan dengan massa atau terminal E. Semakin tinggi putaran mesin, maka putaran rotor alternator semakin tinggi pula, agar listrik yang dihasilkan tetap stabil maka kuat magnet yang dihasilkan semakin berkurang sebanding dengan putaran mesin.



Sumber: Achmad Djunaedi, 2006, Komponen Generator

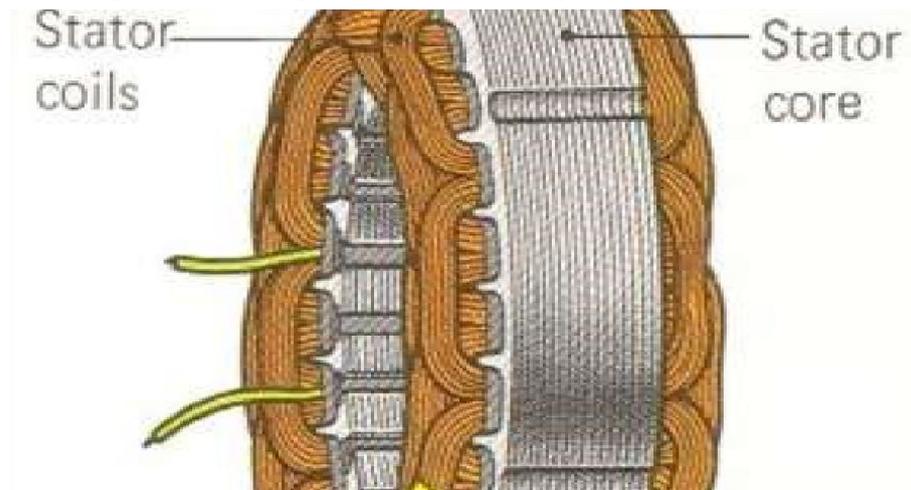
Gambar 7 Rotor

2. Stator

Komponen stator pada generator ini merupakan komponen diam. Pada komponen stator ini tersusun dari bagian stator core dan stator coil (kumparan stator). Komponen stator ini dilindungi oleh bagian depan dan belakang dari frame. Pada stator coil tersusun dari kawat tembaga yang diluarnya sudah dilapisi dengan insulator. Pada bagian dalam stator terdapat slot-slot yang terdiri dari tiga kumparan bebas. Inti stator berfungsi sebagai saluran dari garis-garis gaya magnet dari pole core ke hasil yang lebih efektif stator coil.

Stator berfungsi sebagai kumparan yang menghasilkan listrik saat terpotong medan magnet dari rotor. Stator terdiri dari stator core (inti stator) dan stator coil. Disain stator coil ada 2 macam yaitu model “delta” dan model “Y”. Pada model “Y”, ketiga ujung kumparan tersebut

disambung menjadi satu. Titik sambungan ini disebut titik “N” (neutral point). Pada model delta ketiga ujung lilitan dijadikan satu sehingga membentuk segi tiga (delta). Model ini tidak memiliki terminal neutral (N). Stator coil menghasilkan arus listrik AC tiga fasa. Tiap ujung stator dihubungkan ke diode positif dan diode negatif.



Sumber: Achmad Djunaedi, 2006, Komponen Generator

Gambar 8 Stator

c. Tangki Bahan Bakar

Lamanya genset beroperasi berbanding lurus dengan besar kapasitas tangki bahan bakar. Umumnya tangki bahan bakar mampu menjaga genset untuk beroperasi selama 6 jam sampai 8 jam lamanya. Namun, untuk memperlama waktu operasional genset biasanya menggunakan aplikasi yang komersial yakni tangki bahan bakar eksternal.

d. AVR (*Automatic Voltage Regulator*)

AVR (*Automatic Voltage Regulator*) berfungsi untuk menjaga agar tegangan generator tetap konstan dengan kata lain generator akan tetap mengeluarkan tegangan yang selalu stabil tidak terpengaruh pada perubahan beban yang selalu berubah-ubah, dikarenakan beban sangat mempengaruhi tegangan output generator. Prinsip kerja dari AVR adalah mengatur arus penguatan (excitacy) pada exciter. Apabila tegangan output generator di

bawah tegangan nominal tegangan generator, maka AVR akan memperbesar arus penguatan (excitacy) pada exciter. Dengan demikian apabila terjadi perubahan tegangan output Generator akan dapat distabilkan oleh AVR secara otomatis dikarenakan dilengkapi dengan peralatan seperti alat yang digunakan untuk pembatasan penguat minimum ataupun maximum yang bekerja secara otomatis. AVR dioperasikan dengan mendapat satu daya dari permanen magnet generator (PMG) sebagai contoh AVR dengan tegangan 110V, 20A, 400Hz. Serta mendapat sensor dari potencial transformer (PT) dan current transformer (CT).

Pada type generator tertentu, system eksitasi (penguatan) untuk membuat kemagnetan pada exciter stator menggunakan system terpisah dengan menggunakan Permanen Magnet Generator (PMG), (Idris Mochammad, 205, Teori Altenator), komponen PMG sebagai berikut:

- a. Permanen Magnet Stator: kumparan 3 fasa terhubung star, mengeluarkan tegangan AC 100 volt untuk mengatur AVR.
- b. Permanen Magnet Rotor: merupakan magnet permanen, menginduksikan medan magnet ke dalam kumparan Permanen Magnet stator.



Sumber: Achmad Djunaedi, 2006, Komponen Generator

Gambar 9 AVR

e. *System Lubricant*

Untuk membuat genset mampu beroperasi dengan halus dan tahan lama adalah perlunya pelumasan. Di dalam pompa generator ada minyak

tersimpan yang berfungsi untuk melumasi mesin generatornya. Generator yang beroperasi selama 8 jam memerlukan pengecekan pada kadar minyak pelumas ini agar generator anda beroperasi halus dan tahan lama.

f. Baterai

Awal mula, generator itu berfungsi dikarenakan adanya daya dari baterai. Jika baterai dalam kondisi rusak, tentu akan membuat generator tidak akan menyala. Pada saat beroperasi, baterai akan secara otomatis discharge.

g. Kontrol Panel

Kontrol Panel merupakan *user interface* dari generator yang berfungsi untuk mengontrol dan mengatur outlet listrik serta settingan generator.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020

Gambar 10 Kontrol Panel

h. Frame / Kerangka Utama

Komponen terakhir adalah pendesainan frame atau sering disebut kerangka utama. Kerangka utama harus didesain sedemikian rupa agar benar-benar menjadi rumah yang aman bagi generator. Desain pada kerangka utama ini harus memiliki grounding untuk keselamatan pengguna.

2.6 Komponen Utama Dari Generator Arus Bolak balik

Bahwa generator arus bolak balik terdiri dari komponen utama :

a. *Armature* (Jangkar)

Bagian yang berputar, dan perpotongannya dengan flux magnet akan menimbulkan gaya gerak listrik.

b. *Field* (Medan)

Bagian yang menimbulkan flux magnet.

c. Cincin arus bolak-balik

Bagian yang secara langsung menyerahkan gaya gerak listrik bolak-balik. Selain dari bagian ketiga tersebut di atas terdapat pula antara lain *Shaft*, *Shaft Bearing*, *Bearing*, *Brush Holder* dan lain-lain.

d. *Armature Core*

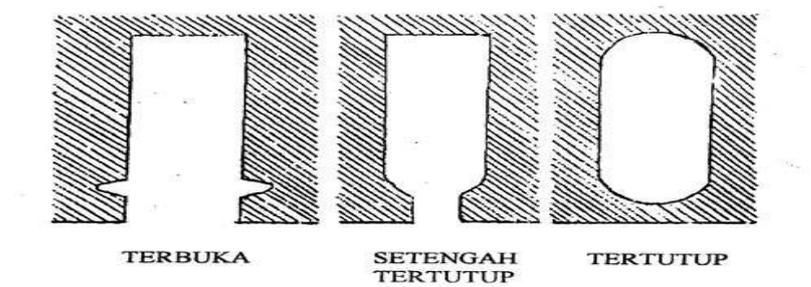
Bagian dari generator yang berfungsi sebagai tempat untuk menggulung konduktor atau tempat melekatnya *armature winding* antara lain:

1. Pendingin dari *Armature*

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

2. Bentuk Slot

Slot adalah saluran dalam armature dimana konduktor diselipkan. Bentuk-bentuk slot berbeda-beda tinggal perusahaan yang membuat generatornya.



Sumber: Dokumen Unit Penyelenggara Pelabuhan Juwana Kelas III

Gambar 11 Bentuk Slot

3. *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, dan diberi isolator mika paper dan lain-lain. Bagian coil yang termasuk ke dalam slot disebut coil slide sedang yang terdapat di ujung luar dari slot disebut coil end. Coil yang digunakan dalam mesin kecil dengan semi enclosed slot.



Sumber: Dokumen Unit Penyelenggara Pelabuhan Juwana Kelas III
Gambar 12 *Armature Winding Conductor*

e. Field Stator

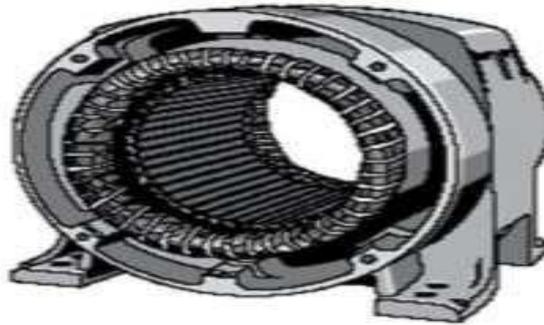
Seperti yang diterangkan diatas bahwa stator adalah komponen dari generator yang tidak berputar. Komponen-komponen itu diantaranya ialah:

1. *Yoke* (Rangkaian Magnetis)

Yoke ini mempunyai fungsi antara lain :

- a. Sebagai pembentuk bodi dari generator.
- b. Tempat menempelnya komponen generator.
- c. Sebagai pelindung dari generator.

Dengan demikian *Yoke* harus mempunyai daya tahan mekanik yang besar.



Sumber: Dokumen Unit Penyelenggara Pelabuhan Juwana Kelas III

Gambar 13 *Yoke* (Rumah Motor)

f. *Pola Piece* (Lempengan Kutub)

Pola Piece adalah bagian dari kutub magnet yang berhadap-hadapan dengan armature dan mendistribusikan flux ke dalam air gap.

g. *Field Core* (Inti Medan)

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

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

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

i. *Brush* (Sikat)

Brush adalah alat penghubung lilitan stator dan rotor.

j. *Shaft and Bearing* (Poros dan Bantalan)

Shaft terbuat dari baja dan garis tergantung dari :

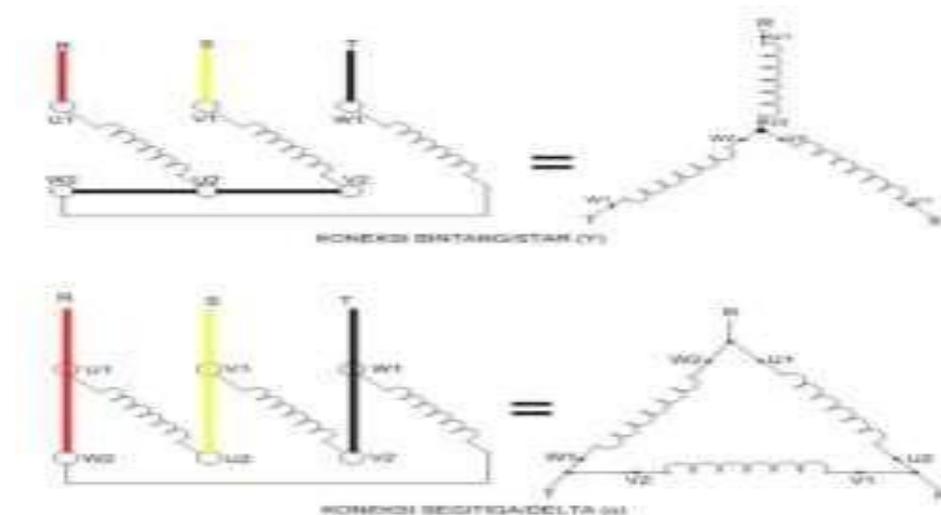
- a. Output power (daya yang dihasilkan)
- b. Jumlah perputaran (RPM)

Untuk mesin yang besar digunakan bearing stand yang tersendiri, tetapi 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 besar maka harus digunakan minyak pendingin. Untuk maksud ini bagian bawah dari bearing terdapat oil braket (kotak minyak) dan pada shaft (poros) terdapat roll oil ring. Dalam ball bearing dan roller bearing kebanyakan menggunakan grease (gemuk).

k. Jenis-Jenis Belitan Pada Armature.

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



Sumber: Dokumen Unit Penyelenggara Pelabuhan Juwana Kelas III

Gambar 14 Jenis Belitan