

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Terdapat penelitian yang telah dilakukan dimana penelitian yang telah dilakukan tersebut akan dijadikan bahan acuan dan pertimbangan untuk analisis dan pertimbangan masalah-masalah yang serupa. Adapun penelitian yang pernah dilakukan untuk mendukung penulisan tugas akhir ini antara lain sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada penelitian tentang Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi terhadap Tegangan Keluaran Generator Sinkron, maka dapat diambil kesimpulan, tegangan keluaran generator sinkron sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya arus eksitasi yang diberikan. Tegangan keluaran generator sinkron akan berbanding lurus dengan nilai arus eksitasi yang diberikan. Penambahan beban mengakibatkan tegangan output generator mengalami penurunan, hal ini memperlihatkan hubungan yang berbanding terbalik antara penambahan arus beban ( $I_a$ ) dan tegangan output generator sinkron. (Rudi, 2012)
2. Menurut penelitian yang telah dilakukan tentang Analisis Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Arus Jangkar dan Faktor Daya Motor Sinkron Tiga Fasa dapat disimpulkan bahwa, perubahan arus eksitasi mempengaruhi nilai arus jangkar  $I_A$  pada motor sinkron saat bebannya di variasikan. Arus jangkar memiliki nilai lebih besar saat faktor daya lagging ataupun leading. Pada Motor Sinkron dengan beban ketika beban bertambah dan nilai eksitasi yang diberikan sama, maka arus jangkar akan semakin besar. Motor sinkron untuk beban yang berbeda, dapat dilihat bahwa saat beroperasi pada faktor daya yang sama, arus eksitasi pada beban penuh lebih besar dari arus eksitasi pada setengah beban penuh dan beban nol. (Elfizon, 2015)

3. Menurut penelitian yang telah dilakukan tentang Pengaruh Penguatan Medan Generator Sinkron Terhadap Tegangan Terminal, dapat disimpulkan bahwa pada hasil analisis diperoleh semakin besar perubahan arus ( $I_f$ ) apabila penguatan dinaikan maka tegangan generator yang dibangkitkan akan semakin besar pula, hubungan antara arus dan tegangan pada saat penguatan dinaikkan sebesar 5%, 10% dan 15% adalah berbanding terbalik dimana semakin besar perubahan arus penguatan medan yang dihasilkan maka semakin besar pula tegangan yang dibangkitkan, hal ini sesuai dengan hukum ohm ( $V=I.R$ ). Pada faktor daya  $\cos \phi$  dapat disimpulkan bahwa hubungan antara perubahan pada penguatan medan pada faktor daya itu sendiri yang berbanding terbalik, semakin besar penguatan yang dinaikkan maka semakin kecil faktor daya yang diperoleh. (Armansyah, 2016)
4. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang Studi Pengaturan Arus Eksitasi Untuk Mengatur Tegangan Keluaran Generator di PT Indonesia Power UBP Kamojang Unit 2, dapat disimpulkan bahwa pada pengaturan arus eksitasi menggunakan Permanent Magnet Generator hal yang harus diperhatikan salah satunya yaitu sudut penyalan thyristor (Terimananda dkk, 2016). Di mana nilai sudut penyalan thyristor berbanding terbalik dengan tegangan keluaran generator. Semakin tinggi nilai sudut penyalan thyristor pada rangkaian semi konverter akan menghasilkan nilai tegangan eksitasi pada eksiter dan tegangan keluaran generator akan semakin kecil, sedangkan semakin mengecil nilai sudut penyalan thyristor pada rangkaian semi konverter akan menghasilkan nilai tegangan eksitasi pada eksiter dan tegangan keluaran generator akan semakin besar.
5. Berdasarkan penelitian yang dilakukan tentang Sistem Penguatan Dengan Sikat (Brush Excitation System) Pada Generator Unit 1 PLTU Cilacap, dapat disimpulkan bahwa apabila arus eksitasi naik maka daya reaktif yang disalurkan generator ke sistem akan naik dan sebaliknya bila turun maka daya reaktif yang disalurkan akan berkurang dan apabila arus

eksitasi yang diberikan terlalu kecil, maka aliran daya reaktif akan berbalik dari sistem menuju generator sehingga generator akan menyerap daya reaktif dari sistem (Irawan,2010).

6. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang *Digital Excitation System for Synchronous Generator* dapat ditarik beberapa hal diantaranya, pada saat generator berjalan paralel dengan sistem jaringan listrik, maka sangat penting untuk menjaga sinkronisasinya tanpa melebihi rating generator itu sendiri dan juga tanpa harus mengaktifkan sistem proteksinya. Hal ini diperlukan untuk mempengaruhi pengatur tegangan dengan cara yang sesuai untuk membatasi *Over Excitation*, *Under Excitation*, dan Arus Stator. Hal ini tidak hanya dapat meningkatkan keamanan operasi paralel namun juga membuat pengoperasian sistem menjadi lebih mudah. Limiter atau pembatas tersebut tidak menggantikan peran dari sistem proteksi namun hanya mencegah sistem proteksi itu bekerja saat kurang diperlukan karena belum dalam keadaan yang ekstrim atau begitu parah. Sistem eksitasi statis dilengkapi dengan tiga pembatas atau limiter yang bekerja secara bersamaan dengan AVR, pematas tersebut yaitu *Over Excitation limiter*, *Under Excitation Limiter*, dan *Stator Current Limiter*. (Manish dkk., 2014)
7. Menurut penelitian yang berjudul Analisa Sistem Eksitasi Tanpa Sikat Pada Generator Turbin Gas Dengan Menggunakan Matlab Di Job Pertamina – Talisman Jambi Merang, telah disimpulkan bahwa dari hasil analisis yang dilakukan pada generator turbin gas sebesar 118,2 Vdc menghasilkan tegangan yang dibangkitkan generator utama sebesar 4067 Vac ketika dalam keadaan tanpa beban. Ketika diberi beban sebesar 2917 kW maka tegangan yang dibangkitkan menjadi 3954 Vac, hal ini mengindikasikan bahwa tegangan eksitasi mempengaruhi kestabilan tegangan yang dibangkitkan oleh generator turbin gas. Semakin besar beban yang digunakan maka tegangan yang dibangkitkan akan semakin

kecil sehingga dilakukan penguatan dengan menggunakan sistem eksitasi. (Arif, 2014)

8. Penelitian pada Studi Pengaruh Arus Eksitasi Pada Generator Sinkron Yang Bekerja Paralel Terhadap Perubahan Faktor Daya telah menyimpulkan beberapa hal yaitu bahwa jika arus eksitasi generator itu sendiri diubah, maka faktor daya pada generator tidak akan berubah, namun yang terjadi ialah tegangan pada generator yang akan berubah, sedangkan pada generator paralel jika diatur arus eksitasinya maka akan merubah faktor daya dan teganganpun akan tetap. Pada beban induktif akan terjadi pengecilan faktor daya menjauhi nilai 1 dengan faktor daya *lagging* apabila arus eksitasinya diperbesar, faktor daya bisa bersifat *leading* dan mendekati nilai 1 apabila arus eksitasi dikurangi sampai mencapai batas pengaturan. Jika arus eksitasi diperbesar maka generator akan menyuplai daya reaktif lebih besar daripada generator lain, dan bila diperkecil sampai batas pengaturan (*under excitation*) generator itu akan bersifat mengonsumsi daya reaktif. Pada beban kapasitif jika arus eksitasi ditambah atau diperbesar maka faktor daya pada generator akan semakin naik mendekati nilai 1 *leading*, dan jika dikurangi akan menjauhi nilai 1 *leading*. Jika arus eksitasi diperbesar maka yang terjadi ialah generator akan menyerap daya reaktif sedikit dibandingkan generator lain.
9. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Imron Ridzki Tahun 2013 yang berjudul Analisis Pengaruh Perubahan Eksitasi Terhadap Daya Reaktif Generator mengatakan “Pada generator terdapat hubungan antara tegangan terminal ( $V_t$ ) dengan daya reaktif ( $Q$ ). Ketika muatan lambat ditambahkan pada generator sinkron, maka mengakibatkan tegangan terminalnya akan turun. Sebaliknya, apabila muatan utama ditambahkan pada generator sinkron maka akan membuat tegangan terminal yang ada naik”.
10. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Dwi Septian Tahun 2017 tentang Studi Sistem Eksitasi Pada Generator Sinkron Di Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Musi Bengkulu menjelaskan

bahwa “Arus jangkar sebanding dengan arus eksitasi. Pada saat kondisi tegangan terminal pada generator sedang turun maka dibutuhkan injeksi arus eksitasi pada generator. Kondisi injeksi arus eksitasi tersebut berarti naiknya nilai arus eksitasi yang mengakibatkan nilai dari arus jangkar juga akan naik”.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Generator Sinkron

Konversi energi elektromagnetik merupakan perubahan energi mekanik ke bentuk energi listrik dan dari energi listrik ke bentuk energi mekanik. Generator sinkron atau disebut juga alternator adalah mesin listrik arus bolak-balik yang menghasilkan tegangan dan arus bolak-balik yang bekerja dengan cara mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan adanya induksi medan magnet. Putaran rotor yang digerakkan oleh penggerak mula akan menghasilkan energi mekanik, sedangkan energi listrik diperoleh dari proses induksi elektromagnetik yang terjadi pada kumparan rotor dan statornya.

Makna sinkron dalam pengertian generator sinkron ialah bahwa frekuensi listrik yang dihasilkan sinkron dengan putaran mekanik generator tersebut. Kecepatan yang sinkron ini dihasilkan dengan kecepatan yang sama dengan medan putar pada stator. Kumparan medan magnet generator sinkron terdapat di rotornya sedangkan kumparan jangkar terletak pada statornya. Rotor pada generator sinkron yang terdiri dari belitan medan dengan suplai arus searah akan menghasilkan medan magnet yang diputar dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan putar rotor. Hubungan antara medan magnet dengan frekuensi listrik pada stator ditunjukkan oleh persamaan berikut ini:

$$f = \frac{n \cdot p}{120} \dots\dots\dots (2.1)$$

Di mana :  $f$  = Frekuensi Listrik (Hz)

$n$  = Kecepatan putar rotor (rpm)

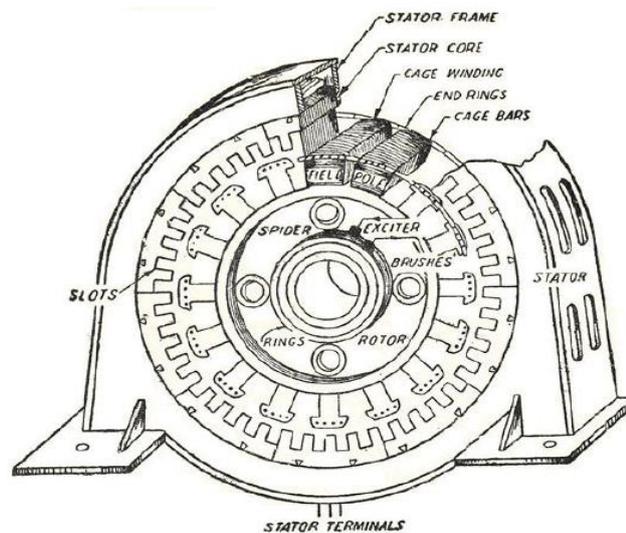
$p$  = Jumlah kutub

### 2.2.2 Komponen Generator Sinkron

Konstruksi generator sinkron secara umum terdiri dari tiga komponen utama yaitu :

1. Stator, yaitu bagian dari generator yang diam.
2. Rotor, yaitu bagian dari generator yang berputar.
3. Celah udara, yaitu ruang antara stator dan rotor.

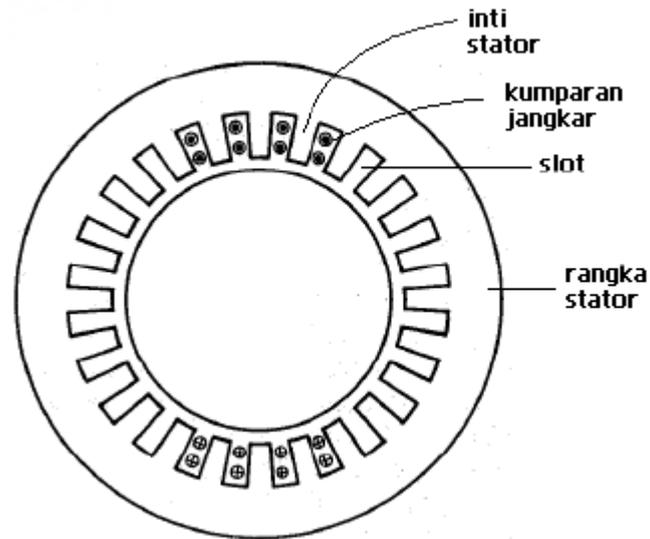
Konstruksi dari sebuah generator sinkron dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Konstruksi Generator Sinkron  
(Ennopati, 2009)

#### 1. Stator

Stator adalah bagian dari generator yang diam dan mempunyai alur atau *slot* memanjang yang di dalamnya terdapat lilitan yang disebut belitan jangkar (*Armature Winding*). Bentuk penampang stator dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Penampang Stator  
(Rajagukguk, 2009)

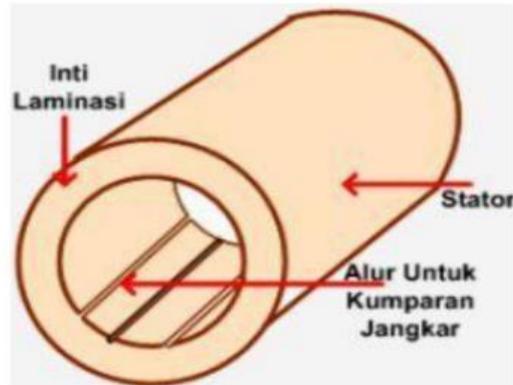
Secara umum stator terdiri dari kerangka stator, inti stator, belitan stator dan *slot*.

a. Rangka Stator

Rangka stator berfungsi sebagai tempat melekatnya kumparan jangkar. Pada rangka stator terdapat lubang pendingin di mana udara dan gas pendingin disirkulasikan. Rangka stator biasanya dibuat dari besi campuran baja atau plat baja giling yang dibentuk sedemikian rupa sehingga diperoleh rangka yang sesuai dengan kebutuhan.

b. Inti Stator

Inti stator melekat pada rangka stator di mana inti ini terbuat dari laminasi-laminasi besi khusus atau campuran baja. Hal ini dilakukan untuk memperkecil rugi *eddy current*. Tiap laminasi diberi isolasi dan di antaranya dibentuk celah sebagai tempat aliran udara. Gambar 2.3 dibawah ini merupakan bentuk dari inti stator.



Gambar 2.3 Inti Stator  
(Wahyu, 2013)

c. Alur (*slot*) dan Gigi

Slot adalah tempat konduktor berada yang letaknya pada bagian dalam sepanjang keliling stator. Bentuk slot ada 3 jenis yaitu slot terbuka, slot setengah terbuka, dan slot tertutup. Bentuk-bentuk alur atau *slot* dapat dilihat pada Gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4 Bentuk-Bentuk Alur/Slot  
(Ennopati, 2009)

- d. Kumpanan jangkar pada umumnya terbuat dari tembaga. Kumpanan ini merupakan tempat timbulnya ggl induksi.

2. Rotor

Rotor berfungsi sebagai tempat belitan medan (eksitasi) yang membentuk kemagnetan listrik kutub-kutub utara-selatan pada inti rotor. Rotor terdiri dari tiga komponen utama yaitu:

- a. *Slip ring* merupakan cincin logam yang melingkari poros rotor tetapi dipisahkan oleh isolasi tertentu. Terminal kumpanan rotor dipasangkan ke slip ring ini kemudian dihubungkan ke sumber

arus searah melalui sikat (brush) yang letaknya menempel pada *slip ring*.

b. Kumputan Rotor (Kumputan Medan)

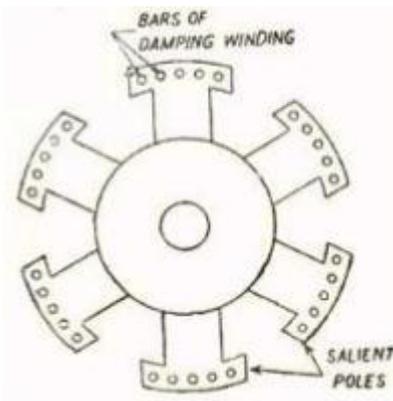
Kumputan medan ini merupakan komponen yang memegang peranan utama dalam menghasilkan medan magnet. Kumputan ini mendapat arus searah dari sumber eksitasi tertentu.

c. Poros rotor merupakan tempat meletakkan kumputan medan, di mana pada poros rotor tersebut telah terbentuk slot-slot secara parallel terhadap poros rotor.

Rotor pada generator sinkron pada dasarnya ialah sebuah elektromagnet yang besar. Kutub medan magnet rotor dapat berupa kutub menonjol (*Salient Pole*) dan kutub silindris (*Non Salient Pole*).

a. Kutub Menonjol (*Salient Pole*)

Pada jenis ini, Kutub magnet tampak menonjol keluar dari permukaan rotor. Belitan medannya dihubung secara seri. Ketika kumputan medan ini disuplai oleh eksiter, maka kutub yang berdekatan akan membentuk kutub berlawanan. Rotor jenis ini mempunyai kutub yang berjumlah banyak dan utaranya rendah. *Salient Pole* ditandai dengan rotor yang berdiameter besar dan sumbunya pendek. Kumputan dibelitkan pada tangkai kutub, di mana kutub-kutub diberi laminasi untuk mengurangi panas yang ditimbulkan oleh *Eddy Current*. Tampilan fisik rotor kutub menonjol ditunjukkan pada gambar 2.5.

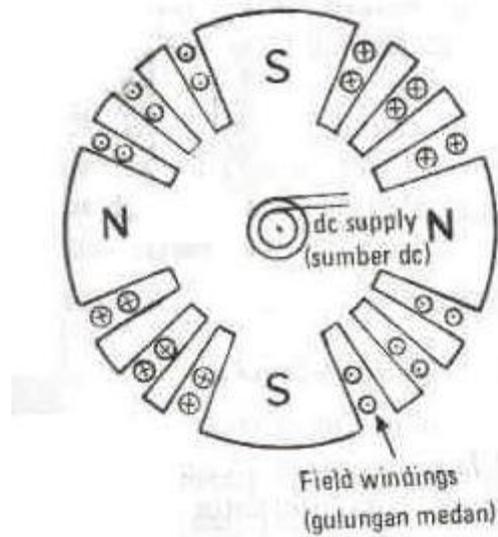


Gambar 2.5 Rotor Kutub Menonjol Generator Sinkron  
(Anthony, 2013)

Rotor jenis ini umumnya digunakan pada generator sinkron dengan kecepatan putar rendah hingga sedang (120-400 rpm). Oleh karena itu generator sinkron jenis ini biasanya akan dikopel oleh mesin diesel atau turbin air pada sistem pembangkit listrik. Rotor kutub menonjol ini baik digunakan untuk putaran rendah hingga sedang karena kutub menonjol akan mengalami rugi-rugi angin yang besar dan bersuara bising jika diputar dengan kecepatan tinggi. Selain itu konstruksi kutub menonjol tidak cukup kuat untuk menahan tekanan mekanis apabila diputar dengan kecepatan tinggi.

b. Kutub Silindris (*Non Salient Pole*)

Pada jenis ini, konstruksi kutub magnet rata dengan permukaan rotor. Jenis rotor ini terbuat dari baja tempa halus yang berbentuk silinder yang mempunyai alur-alur terbuat dari sisi luarnya. Belintan-belitan medan dipasang pada alur-alur tersebut dan terhubung seri dengan slip yang terhubung dengan eksiter. Gambaran bentuk kutub silindris generator sinkron adalah seperti pada Gambar 2.6 di bawah ini.



Gambar 2.6 Rotor Kutub Silinder (Non Salient Pole)  
(Anthony, 2013)

Rotor kutub silinder umumnya digunakan untuk kecepatan putar tinggi (1500 atau 300 rpm). Rotor silinder baik digunakan pada kecepatan putar tinggi karena konstruksinya memiliki kekuatan mekanik yang baik pada kecepatan putar tinggi. Selain itu distribusi di sekeliling rotor mendekati bentuk gelombang sinus sehingga lebih baik dari kutub menonjol.

### 2.2.3 Prinsip Kerja Generator Sinkron

Suatu mesin listrik akan berfungsi apabila memiliki hal-hal sebagai berikut:

1. Kumparan medan untuk menghasilkan medan magnet
2. Kumparan jangkar untuk mengimbaskan ggl pada konduktor-konduktor yang terletak pada alur-alur jangkar.
3. Celah udara yang memungkinkan berputarnya jangkar dalam medan magnet.

Adapun sistem kerja dari generator sinkron secara umum ialah sebagai berikut:

1. Kumparan medan yang diletakkan di rotor dihubungkan dengan sumber eksitasi tertentu yang akan mensuplai arus searah terhadap kumparan medan. Dengan adanya arus searah yang mengalir melalui kumparan medan akan menimbulkan fluks yang besarnya terhadap waktu adalah tetap.
2. Penggerak mula (*prime mover*) yang sudah terkopel dengan rotor segera dioperasikan sehingga rotor akan berputar dengan kecepatan tertentu sesuai dengan yang diharapkan.
3. Perputaran rotor tersebut sekaligus akan memutar medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan medan. Medan putar yang dihasilkan pada rotor, akan diinduksikan pada kumparan jangkar sehingga kumparan jangkar yang terletak di stator akan dihasilkan fluks magnetik yang melingkupi suatu kumparan akan menimbulkan ggl induksi pada ujung-ujung kumparan tersebut sesuai dengan persamaan berikut:

$$E_{ind} = -N \frac{d\phi}{dt} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$E = -N \frac{d\phi_{maks} \sin \omega t}{dt} d\phi$$

$$= -N\omega\phi_{maks} \cos \omega t \quad (\omega = 2\pi f)$$

$$= -N(2\pi f)\phi_{maks} \cos \omega t \quad (\omega = \frac{n \cdot p}{120})$$

$$= -N \left( 2\pi \frac{n \cdot p}{120} \right) \phi_{maks} \cos \omega t$$

$$= -N \left( 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{n \cdot p}{120} \right) \phi_{maks} \cos \omega t$$

$$E_{maks} = -N \left( 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{n \cdot p}{120} \right) \phi_{maks}$$

$$E_{eff} = \frac{e_{maks}}{\sqrt{2}} = \frac{N(2.3,14 \cdot \frac{n \cdot p}{120})\phi_{maks}}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{4,44Npn\phi}{120} \quad \left(\frac{4,44Np}{120} = C\right)$$

$$E_{eff} = Cn\phi \dots \dots \dots (2.3)$$

Di mana:  $E$  = Gaya gerak listrik (Volt)

$N$  = Jumlah lilitan

$C$  = Konstanta

$n$  = Putaran sinkron (*rpm*)

$\phi$  = Fluks magnetik (Weber)

$p$  = Jumlah kutub

$f$  = Frekuensi (Hz)

Untuk generator sinkron tiga fasa, digunakan tiga kumparan jangkar yang ditempatkan di stator yang disusun dalam bentuk tertentu, sehingga susunan kumparan jangkar yang sedemikian akan membangkitkan tegangan induksi pada ketiga kumparan jangkar yang besarnya sama tapi berbeda fasa 120o satu sama lain. Setelah itu, ketiga terminal kumparan jangkar siap dioperasikan untuk menghasilkan energi listrik.

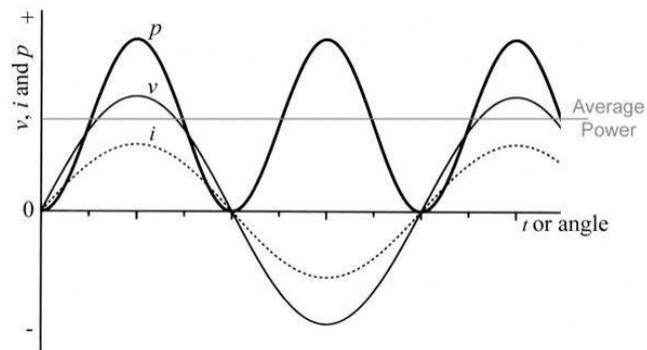
#### 2.2.4 Jenis Beban pada Generator Sinkron

Jenis beban yang berpengaruh pada generator sinkron antara lain sebagai berikut:

##### 1. Beban Resistif

Beban resistif adalah beban yang dihasilkan oleh alat listrik yang memiliki sifat tahanan alami, sebagai contohnya yaitu elemen pemanas dan juga lampu pijar. Beban seperti ini mempunyai sifat pasif yang artinya tidak mampu menghasilkan energi listrik dan akan mengonsumsi energi listrik. Beban resistif juga bisa mengakibatkan energi listrik

berubah menjadi panas, karena resistor bersifat menghambat aliran elektron yang melewatinya dengan cara menurunkan tegangan listrik yang mengalir. Resistorpun tidak akan mengubah sifat listrik arus bolak-balik yang mengalirinya. Bentuk gelombangnya dapat dilihat pada Gambar 2.7 dibawah ini.

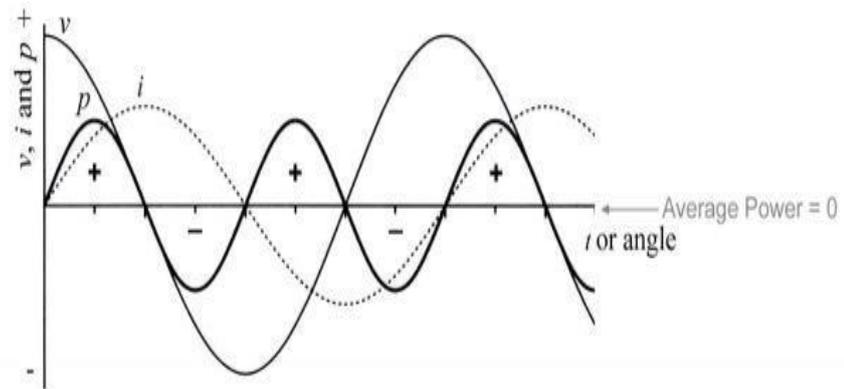


Gambar 2.7 Bentuk Gelombang dari Beban Ressistif  
(Kurniawan, 2015)

Dapat dilihat pada gambar 2. Diatas bahwa gelombang antara arus dan tegangan berada dalam kondisi sefasa, sehingga daya listrik bernilai positif dan beban akan ditopang 100% oleh daya nyata.

#### 1. Beban Induktif

Beban induktif dihasilkan oleh peralatan listrik yang memiliki belitan seperti transformator, motor induksi, dan peralatan lainnya. Sifat belitan ialah menghalangi terjadinya perubahan nilai arus listrik. Gelombang *sinusodial* dibentuk oleh listrik arus bolak-balik karena memiliki nilai arus yang naik dan turun. Belitan yang terdapat pada peralatan listrik itulah yang membuat nilai arus listrik terhalang, sehingga menyebabkan arus tertinggal  $90^\circ$  dari tegangan listrik (AC). Bentuk gelombangnya dapat dilihat pada Gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.8 Bentuk Gelombang Beban Induktif  
(Kurniawan, 2015)

## 2. Beban Kapasitif

Beban kapasitif merupakan beban yang mempunyai kemampuan kapasitansi. Kemampuan kapasitansi ialah kemampuan untuk menyimpan energi yang dihasilkan dari *electrical discharge* atau pengisian elektrik pada suatu sirkuit. Arus pun akan bersifat *leading* terhadap tegangan akibat komponen ini. Arus *leading* itu sendiri merupakan keadaan dimana sudut fase arus relatif terhadap tegangan dimana arus mendahului tegangan. Beban kapasitif menyerap daya aktif dan mengeluarkan daya reaktif. Persamaan dari daya aktif untuk jenis beban induktif ialah sebagai berikut:

$$P = VI \cos \phi \dots \dots \dots (2.4)$$

Di mana:

P = daya aktif yang diserap beban (watt)

V = tegangan yang mencatu beban (volt)

I = arus yang mengalir pada beban (A)

$\Phi$  = sudut antara arus dan tegangan

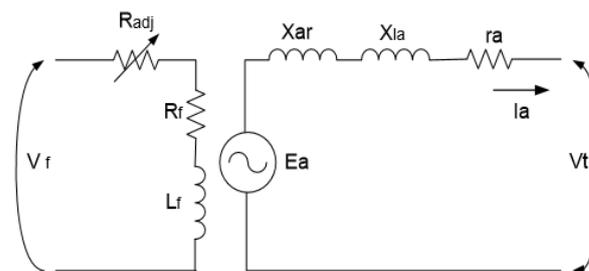
Fluks yang dihasilkan arus jangkar searah dengan fluks medan, hal itu akan menyebabkan reaksi jangkar bersifat magnetising dimana pengaruhnya ialah reaksi jangkar akan menguatkan fluks arus medan.

Akan terjadi fluksi medan pada kumparan generator, maka mengakibatkan naiknya tegangan terminal generator. Tegangan jaringan interkoneksi harus dijaga sama dengan tegangan terminal generator, untuk itu arus eksitasi yang dialirkan ke kumparan medan pada rotor di generator akan dikurangi. Jadi, apabila penggunaan beban kapasitif bertambah, maka akan dilakukan pengurangan suplai arus eksitasi.

### 2.2.5 Rangkaian Equivalen Generator Sinkron

Stator terdiri dari belitan konduktor yang berupa tahanan ( $R_a$ ) dan induktansi ( $L$ ), dimana saat motor bekerja maka fluks jangkar ( $\phi_a$ ) akan terbentuk ketika arus mengalir pada konduktor dan akan membangkitkan medan putar, fluks jangkar ( $\phi_a$ ) ini akan berinteraksi dengan fluks medan ( $\phi_m$ ) sehingga konversi energi mekanik menjadi energi listrik terjadi. Pada kondisi ini akan ada fluks sisa yang tidak dapat berinteraksi dengan fluks medan yang disebut dengan reaktansi bocor ( $X_A$ ) (Ramdhani, 2008).

Rangkaian ekivalen dari suatu generator per fasa dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Rangkaian Ekivalen Generator Sinkron (Ramdhani, 2008)

Keterangan :	$V$	= Tegangan terminal generator (Volt)
	$V_f$	= Tegangan eksitasi (Volt)
	$R_f$	= Tahanan belitan eksitasi (Ohm)
	$L_f$	= Induksi belitan medan (H)
	$X_{ar}$	= Reaktansi reaksi jangkar (Ohm)
	$X_{la}$	= Reaktansi bocor belitan jangkar (Ohm)

$I_a$	= Arus jangkar (Ampere)
$E$	= Tegangan induksi (Volt)
$R_{adj}$	= Tahanan Variabel (Ohm)
$r_a$	= Tahanan jangkar (Ohm)

Berdasarkan gambar didapatkan persamaan untuk mencari nilai dari tegangan induksi ( $E$ ) serta nilai dari tegangan terminal ( $V$ ) pada generator, sebagai berikut :

$$E = V + jX_{ar}I_a + jX_{la}I_a + r_aI_a \dots \dots \dots (2.5)$$

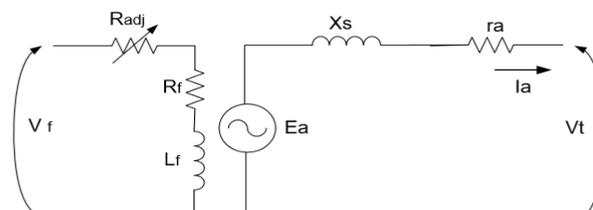
$$V = E - jX_{ar}I_a - jX_{la}I_a - r_aI_a \dots \dots \dots (2.6)$$

Berdasarkan teori sebelumnya yang menyatakan bahwa reaktansi fluks bocor serta reaktansi jangkar dianggap sebagai reaktansi sinkron atau dengan kata lain  $X_s = X_{ar} + X_{la}$ , maka dengan itu diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$E = V + jX_s + r_aI_a \dots \dots \dots (2.7)$$

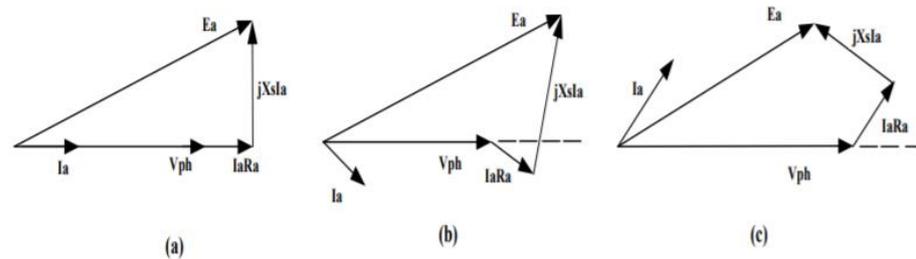
$$V = E - jX_sI_a - r_aI_a \dots \dots \dots (2.8)$$

Dari persamaan yang diperoleh tersebut maka gambar dari rangkaian ekivalen generator dapat disederhanakan seperti terlihat pada Gambar 2.10 di bawah ini.



Gambar 2.10 Penyederhanaan Rangkaian Ekivalen Generator Sinkron  
(Ramdhani, 2008)

Pada penjelasan sebelumnya secara garis besar dapat ditarik kesimpulan bahwa sifat umum dari generator atau alternator ini berdasarkan sifat beban yang dipikulnya. Arus yang ada dapat bersifat sefasa, mendahului ataupun tertinggal dari tegangan. Gambar 2.11 adalah diagram fasor pada generator untuk lebih menjelaskan teori tersebut.



Gambar 2.11 Hubungan Berbagai Jenis Beban pada Generator Terhadap Arus dan Tegangan (Ridzki, 2013)

Keterangan : (a) Beban resistif (sefasa)

(b) Beban induktif (terbelakang)

(c) Beban kapasitif (mendahului)

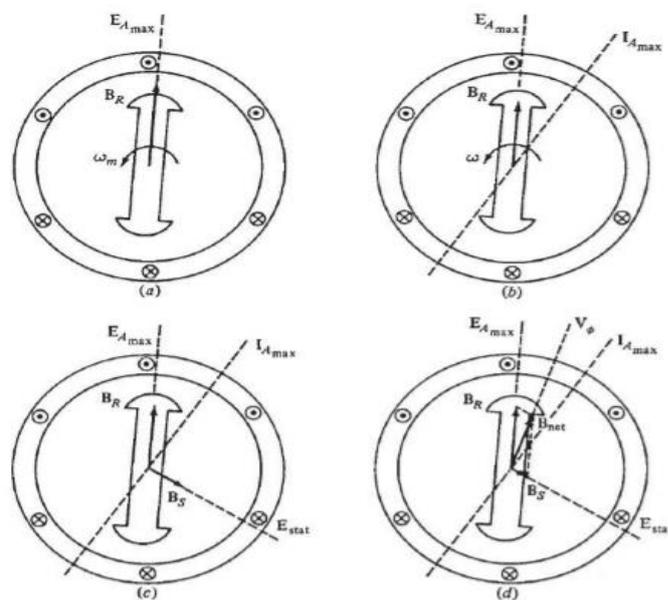
Gambar 2.11 menunjukkan bahwa pada saat generator melayani beban yang bersifat induktif tegangan induksi ( $E$ ) yang dibutuhkan lebih besar dibandingkan dengan jenis beban lainnya dimana kondisi arus jangkar serta tegangan terminal sama. Karena itu jenis beban induktif ini membutuhkan arus medan dengan nilai yang besar untuk menghasilkan tegangan terminal yang sama. Hal ini sesuai persamaan berikut :

$$E = Cn\phi \dots \dots \dots (2.9)$$

Kondisi dari  $n$  ini dijaga konstan agar menghasilkan nilai frekuensi yang sama.

### 2.2.6 Reaksi Jangkar pada Generator Sinkron

Reaksi jangkar ialah kondisi dimana arus mengalir pada jangkar yang terletak pada medan magnet (Aditya, 2015). Pada celah udara generator hanya akan terjadi arus medan rotor apabila generator sinkron yang ada bekerja pada beban nol sehingga tidak ada arus yang mengalir dan melalui kumparan jangkar (stator). Pada saat kondisi generator sinkron berbeban maka yang terjadi adalah arus jangkar ( $I_a$ ) akan mengalir dan membentuk fluks jangkar. Fluks tersebut akan mengubah nilai terminal pada generator sinkron karena mempengaruhi fluksi arus medan yang ada. Model reaksi jangkar ini dapat dilihat dari Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Model Reaksi Jangkar pada Generator Sinkron (Wahyu, 2013)

Dari Gambar diatas terlihat bahwa :

1. Saat medan magnet yang ada berputar maka akan menghasilkan suatu nilai berupa  $E_{Amax}$ .
2. Saat generator dibebani beban induktif maka arus lagging akan dihasilkan oleh tegangan resultan.

3. Arus stator akan menghasilkan tegangan stator berupa  $E_{\text{stator}}$  pada belitan stator serta menghasilkan medan magnetnya sendiri berupa  $B_s$ .
4. Bagian output terdapat  $B_{\text{net}}$  akan dihasilkan dari penjumlahan vektor  $B_s$  dan  $B_r$  serta  $V_f$  akan dihasilkan dari penjumlahan faktor antara  $E_{\text{stat}}$  dengan  $E_{A_{\text{max}}}$ .

Tegangan induksi  $E_a$  akan dibangkitkan pada belitan stator generator saat generator diputar. Bila beban dihubungkan ke terminal generator maka akan ada arus jangkar ( $I_a$ ) yang mengalir pada belitan stator (Wahyu, 2013). Tegangan fasa pada medan magnet rotor akan berubah karena pengaruh dari medan magnet stator (arus jangkar). Karena itu medan magnet pada rotor harus diperbesar untuk mendapatkan tegangan terminal yang konstan dengan cara meningkatkan arus medan  $I_f$ .

Reaktansi generator bergantung dari jenis beban yang terpasang pada generator atau reaktansi generator tersebut bergantung dari sudut fase antara arus jangkar dengan tegangan induksi yang ada (Aditya, 2015). Arus jangkar akan mengalir dan menimbulkan reaksi jangkar yang bersifat reaktif saat kondisi generator berbeban. Reaktansi ini disebut dengan reaktansi pemagnetan yang bersama-sama dengan reaktansi fluks bocor disebut sebagai reaktansi sinkron.

Pengaruh yang dapat ditimbulkan oleh fluks jangkar dapat berupa distorsi, penguatan (*magnetising*), maupun pelemahan (*demagnetising*) fluksi arus medan pada celah udara (Sepannur, 2013). Perbedaan pengaruh oleh arus jangkar bergantung dari jenis beban yang terpasang dan faktor dayanya, yaitu:

1. Beban resistif ( $\cos\phi = 1$ )

Pada beban resistif ini fluksi jangkar mempengaruhi fluksi medan yang ada hanya sebatas dari medistorsinya saja tanpa mempengaruhi penguatannya (*cross magnetising*).

2. Beban kapasitif murni ( $\cos\phi = 0 \text{ lead}$ )

Pada beban jenis kapasitif murni ini akan terjadi penguatan (*magnetising*). Hal ini terjadi dikarenakan fluks yang di hasilkan oleh arus jangkar akan searah dengan dengan fluksi medan. Artinya arus jangkar akan menguatkan fluksi medan dimana arus yang ada akan mendahului tegangan sebesar  $90^\circ$ .

3. Beban tidak murni (induktif/kapasitif)

Pada beban jenis ini reaksi jangkar akan menjadi sebagian penguatan (*magnetising*) dan sebagian pelemahan (*demagnetising*). Saat beban kapasitif maka reaksi jangkar akan sebagian *distorsi* dan sebagian *magnetising*. Apabila kondisi beban induktif maka reaksi jangkar yang ada akan sebagian *distorsi* dan sebagian *demagnetising*.

4. Beban induktif murni ( $\cos\phi = 0 \text{ lag}$ )

Fluksi yang dihasilkan oleh arus jangkar pada beban induktif murni akan melawan fluksi medan. Hal ini akan membuat reaksi jangkar akan melemahkan fluksi arus medan (*demagnetising effect*).

### 2.2.7 Sistem Eksitasi Generator Sinkron

Sistem eksitasi merupakan sistem penguatan yang terdapat pada generator. Sistem penguatan tersebut dilakukan dengan cara memberi pasokan listrik arus searah (DC) pada generator agar terjadi penguatan pada medan magnet sehingga generator dapat menghasilkan energi listrik.

Arus eksitasi sendiri ialah suatu arus yang dialirkan pada kutub magnetik, dengan mengatur besar kecil dari nilai arus eksitasi tersebut

maka dapat memperoleh nilai tegangan output generator yang diinginkan serta daya reaktifnya (Basofi, 2014).

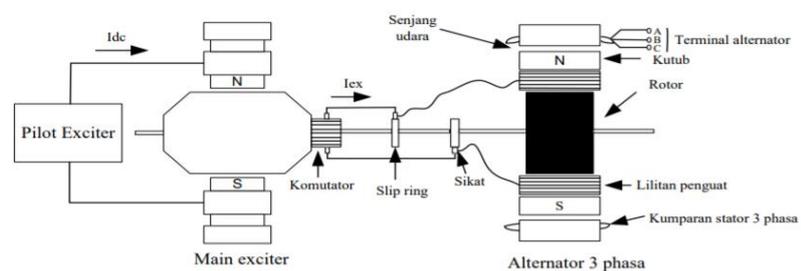
Sistem ini merupakan hal yang sangat vital pada proses pembangkitan energi listrik dan perkembangannya, sistem eksitasi itu sendiri dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sistem eksitasi dengan menggunakan sikat (*brush excitation*) dan eksitasi tanpa sikat (*brushless excitation*).

#### 1. Sistem eksitasi dengan sikat (*brush excitation*)

Sistem eksitasi dengan menggunakan sikat ini dibedakan menjadi dua tipe yaitu tipe eksitasi dinamik dan tipe eksitasi statis.

##### a. Sistem eksitasi dinamik

Sistem eksitasi dinamik merupakan sistem eksitasi yang arus eksitasinya disuplai oleh mesin eksiter (mesin penggerak). Pada sistem eksitasi ini dapat menggunakan generator DC ataupun generator AC tetapi terlebih dahulu disearahkan oleh *rectifier* karena arus yang digunakan pada sistem eksitasi merupakan arus searah. Arus tersebut akan disalurkan ke slipring kemudian disalurkan ke medan penguat generator kedua. Gambar sistem eksitasi dinamik dapat dilihat pada Gambar 2.13.

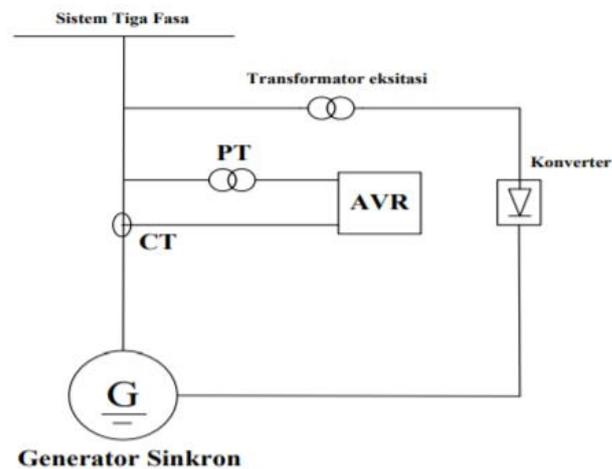


Gambar 2.13 Sistem Eksitasi Dinamik  
(Basofi, 2014)

b. Sistem eksitasi statis

Sistem eksitasi statis ini juga disebut sebagai self excitation karena sistem eksitasi ini disuplai dari generator sinkron itu sendiri tetapi perlu disearahkan oleh rectifier terlebih dahulu.

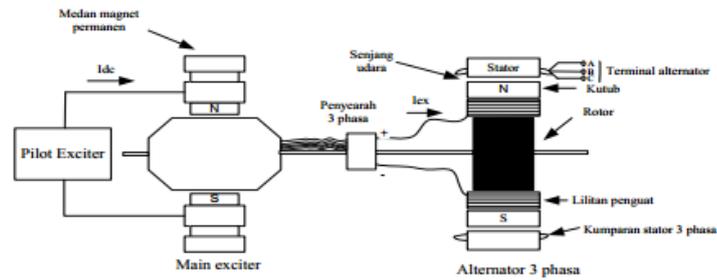
Pada rotor terdapat sedikit medan magnet yang tersisa dan akan menimbulkan tegangan pada stator. Tegangan tersebut selanjutnya akan dimasukkan kembali ke rotor dimana sebelumnya telah disearahkan oleh rectifier, akibatnya medan magnet yang dihasilkan semakin besar dan membuat tegangan terminal yang ada ikut naik. Gambar 2.14 merupakan gambar dari sistem eksitasi statis.



Gambar 2.14 Sistem Eksitasi Statis  
(Irnani, 2012)

2. Sistem eksitasi tanpa sikat (*brushless excitation*)

Sistem eksitasi ini mengutamakan kinerja dari pilot exciter serta sistem yang akan menyalurkan arus eksitasi pada generator utama. Pilot exciter terdiri dari generator arus bolak-balik yang memiliki kumparan tiga fasa pada stator serta medan magnet yang terpasang pada poros rotor. Diagram prinsip kerja pada eksitasi system tanpa brush ditunjukkan pada Gambar 2.15 di bawah ini.



Gambar 2.15 Sistem eksitasi tanpa *brush*  
(Ridzki, 2013)

Beberapa keuntungan sistem eksitasi tanpa sikat yaitu:

- Keandalannya tinggi karena energi untuk eksitasi diperoleh dari poros utama
- Biaya perawatan lebih sedikit karena tidak terdapat sikat arang, slip ring dan komutator
- Mengurangi kerusakan akibat udara buruk (*bad atmosfere*) karena semua peralatan diletakkan pada ruang tertutup
- Tidak diperlukan lagi peralatan seperti pemutus medan generator (*Generator field breaker*), *bus exciter* dan *field generator*.
- Tidak akan terjadi kerusakan isolasi akibat melekatnya debu karbon pada *farnish* akibat sikat arang.

### 2.2.8 Efek Pengaturan Eksitasi pada Generator Sinkron

Sistem eksitasi yang diubah-ubah maka akan mempengaruhi nilai dari fluks magnetic ( $\phi$ ) seiring dengan naiknya nilai dari arus eksitasi tersebut. Hal ini diperjelas dalam persamaan berikut :

$$E = Cn\phi \dots \dots \dots (2.10)$$

Keterangan :  $E$  = Tegangan induksi (Volt)

$\phi$  = Fluks magnetic (Weber)

$n$  = Putaran (rpm)

Arus eksitasi yang diatur pada generator yang bekerja secara paralel dimana kondisi dari putaran ( $n$ ) tetap maka nilai dari fluks magnetik akan naik serta daya reaktif yang dibutuhkan juga akan mengalami kenaikan namun nilai dari daya aktif yang tidak akan berubah sehingga akan mempengaruhi nilai dari factor daya.

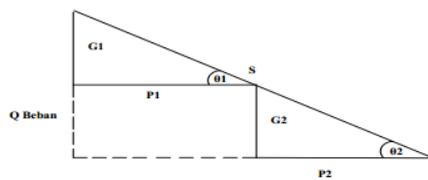
Generator yang bekerja paralel ( $G_1$  dan  $G_2$ ) akan memasok masing-masing setengah beban dari daya reaktif, jadi tiap generator akan memasok arus sebesar nilai  $I$  jadi arus yang harus dipasok pada sistem generator yang bekerja secara paralel adalah senilai  $2I$ .

Pada generator yang bekerja paralel dan salah satu penguatan generator dinaikkan (misalnya  $G_1$ ), maka akan terjadi kenaikan nilai dari tegangan induksi generator 1 ( $E_1$ ) yang membuat  $E_1 > E_2$  hal ini akan mengakibatkan adanya arus sirkulasi ( $I_s$ ). Arus sirkulasi tersebut memiliki persamaan sebagai berikut :

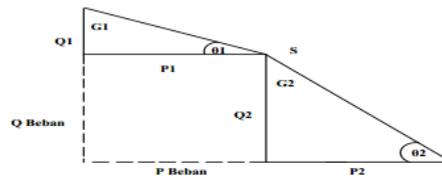
$$I_s = \frac{E_1 - E_2}{Z_1 + Z_2} \dots \dots \dots (2.11)$$

- Keterangan :
- $I_s$  = Arus sirkulasi
  - $E_1, E_2$  = Tegangan induksi generator 1 dan 2
  - $Z_1, Z_2$  = Impedansi generator 1 dan 2

Kondisi dari generator paralel dapat dilihat pada Gambar 2.16 di bawah ini.



a) Kondisi 1 Generator Paralel

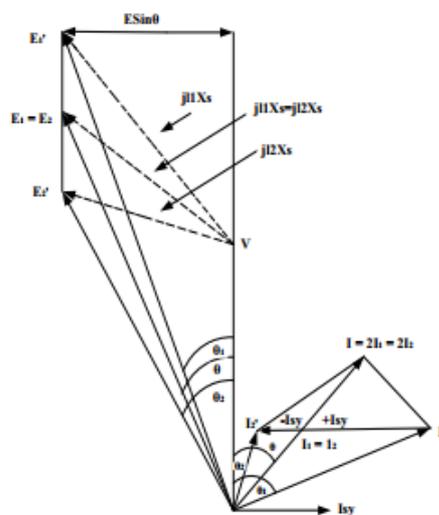


b) Kondisi 2 Generator Paralel

Gambar 2.16 Efek perubahan tegangan terhadap segitiga daya pada generator yang bekerja paralel (Basofi, 2014)

Gambar 1 terlihat kondisi dimana beban yang dilayani oleh generator 1 dan generator 2 ( $G_1$  dan  $G_2$ ) nilainya sama sehingga menghasilkan segitiga daya yang sama karena pada generator  $G_1$  dan  $G_2$  beban daya aktif dan daya reaktif terbagi rata. Tetapi pada gambar 2 terlihat kondisi dimana penguatan pada  $G_1$  dinaikkan tetapi penguatan pada  $G_2$  tetap, maka akan mengakibatkan pembagian beban daya reaktif tidak rata dan berpengaruh pada nilai factor daya masing-masing generator yang bekerja ( $G_1$  dan  $G_2$ ).

Pengaruh perubahan eksitasi pada generator dapat lebih jelas dengan bantuan diagram fasor ditunjukkan pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Diagram fasor pengaruh perubahan sistem penguatan (Sepannur, 2013)

Diagram fasor diatas menunjukkan generator yang bekerja secara paralel. Terlihat tegangan induksi  $E_1$  mengalami kenaikan hingga menjadi  $E_1'$  hal ini terjadi karena generator 1 ( $G_1$ ) mengalami kenaikan arus penguatan, dimana kenaikan ini bertujuan untuk meningkatkan tegangan terminal ( $V$ ). Generator 2 juga mengalami perubahan tetapi perubahan tersebut merupakan penurunan  $E_2$  menjadi  $E_2'$  hal ini bertujuan untuk mendapatkan tegangan terminal ( $V$ ) yang konstan. Perbedaan dari  $E_1'$  dan  $E_2'$  ini akan menghasilkan arus sirkulasi ( $I_s$ ) dan arus sirkulasi ini harus ditambahkan pada  $I_1$  tetapi harus dikurangkan dengan  $I_2$ , hal ini akan memperoleh nilai arus jangkar baru berupa  $I_1'$  dan  $I_2'$ .

### **2.2.9 Pengaruh beban pada Sistem Eksitasi**

Saat generator sinkron beroperasi dalam keadaan beban nol atau tanpa beban, maka yang terjadi ialah tak ada arus yang mengalir melewati kumparan jangkar stator, sehingga yang ada pada celah udara hanyalah fluksi arus medan rotor. Berbeda dengan apabila generator bekerja dalam keadaan berbeban, dimana arus jangkar akan mengalir dan membentuk fluksi jangkar. Fluksi tersebut akan memengaruhi fluksi medan sehingga akhirnya menyebabkan harga tegangan terminal pada generator sinkron berubah. Reaksi ini kemudian dikenal dengan reaksi jangkar. Fluksi jangkar menimbulkan akibat seperti distorsi penguatan maupun pelemahan atau *magnetising* dan *demagnetising*. Pengaruh dari fluksi jangkar bergantung pada beban dan juga faktor daya beban.

### **2.2.10 Daya**

Daya dalam sistem tenaga listrik merupakan jumlah energi listrik yang digunakan dalam suatu usaha, dan daya tersebut merupakan nilai suatu perkalian antara tegangan dengan arus yang mengalir (Wahyu, 2013).

Secara sistematis sesuai dengan persamaan berikut :

$$P = V \times I \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan : P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Pada sistem penggunaan arus bolak-balik (AC) 3 fasa, terdapat 4 jenis daya, yaitu daya reaktif (*reactive power*), daya semu/tampak (*apparent power*), daya aktif (*active power*), dan daya kompleks.

1. Daya reaktif (*reactive power*)

Daya reaktif merupakan suatu daya rugi-rugi dengan kata lain merupakan suatu yang tidak diinginkan dan semaksimal mungkin dapat dihindari. Daya ini bersumber dari komponen reaktif dan memiliki satuan VAR.

Dalam perhitungan fasa, daya reaktif ini merupakan perkalian antara teganga efektif dengan arus efektif serta nilai  $\sin \theta$ .

Berikut persamaan sistematis pada daya reaktif :

$$Q = V_{eff} \times I_{eff} \times \sin\theta \text{ (untuk 1 fasa)} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$Q = \sqrt{3} \times V_{eff} \times I_{eff} \times \sin\theta \text{ (untuk 3 fasa)} \dots\dots\dots (2.14)$$

2. Daya semu/tampak (*apparent power*)

Daya semu merupakan suatu daya nyata, dengan kata lain daya semu ini adalah daya yang sebenarnya dihasilkan oleh gengerator. Daya semu merupakan penjumlahan antara daya aktif dengan daya reaktif. Daya semu ini memiliki persamaan yaitu VA.

Berikut adalah persamaan sistematis pada daya semu/tampak (*apparent power*) :

$$S = V_{eff} \times I_{eff} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \dots\dots\dots (2.16)$$

### 3. Daya aktif (*active power*)

Daya aktif adalah daya yang digunakan untuk energi sebenarnya dengan kata lain daya ini merupakan daya yang terpakai atau terserap. Daya aktif ini merupakan daya yang tercatat pada kwh meter yang terdapat di rumah-rumah dan daya tersebut merupakan daya yang harus dibayar oleh pelanggan. Daya aktif ini sendiri memiliki satuan yaitu Watt (W). Berikut adalah persamaan sistematis pada daya aktif (*active power*):

$$P = V_{eff} \times I_{eff} \times \cos\theta \quad (\text{untuk 1 fasa}) \dots\dots\dots (2.17)$$

$$P = \sqrt{3} \times V_{eff} \times I_{eff} \times \cos\theta \quad (\text{untuk 3 fasa}) \dots\dots\dots (2.18)$$

### 4. Daya kompleks

Daya kompleks ini merupakan daya hasil penjumlahan antara daya aktif (*active power*) dengan daya reaktif (*reactive power*). Berikut adalah persamaan sistematis pada daya kompleks:

$$S = P + jQ = V_{eff} \times I_{eff} \times \cos\theta + V_{eff} \times I_{eff} \times \sin\theta \dots\dots (2.19)$$

#### 2.2.11 Faktor Daya

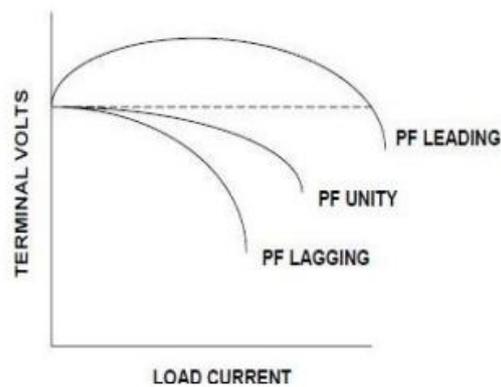
Faktor daya dalam sitem energi listrik merupakan sautu hasil dari perbandingan antara daya aktif dengan daya buta. Sehingga hal tersebut dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut :

$$pf = \frac{P}{S} = \frac{V_{eff} \times I_{eff} \times \cos\theta}{V_{eff} \times I_{eff}} \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan :      pf = Faktor daya  
                          P = Daya aktif (KW)  
                          S = Daya buta (KVA)

Faktor daya yang ada akan disebut tertinggal apabila kondisi dari arus terlambat terhadap tegangan yang diberikan, dan akan dikatakan mendahului apabila arus yang ada mengarah terhadap tegangan (R. Gerha, 2016).

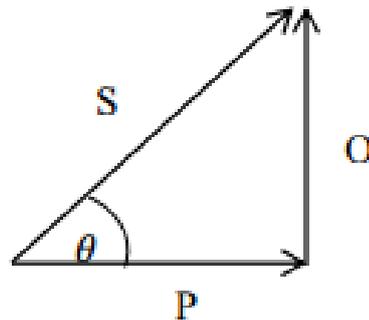
Karakteristik dari generator sinkron terhadap berbagai faktor daya ditunjukkan pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Karakteristik generator sinkron terhadap berbagai faktor daya (Jerkovic, 2010)

### 2.2.12 Segitiga Daya

Segitiga daya merupakan hubungan antara daya reaktif (Q), daya semu (S), dan daya aktif (P). Hubungan dari ketiga daya ini dapat digambarkan dalam bentuk vektor seperti pada Gambar 2.19 di bawah ini



Gambar 2.19 Vektor Hubungan antara Daya Reaktif, Daya Semu dan Daya Aktif  
(Dwi,2017)

Rumus untuk daya-daya tersebut adalah sebagai berikut :

$$pf = \frac{P}{S} = \frac{R}{Z} = \cos \theta \dots \dots \dots (2.21)$$

$$Q = V_{eff} \times I_{eff} \times \sin \theta = I_{eff}^2 R = \frac{V_{eff}^2}{R} \dots \dots \dots (2.22)$$

$$S = V_{eff} \times I_{eff} = I_{eff}^2 Z = \frac{V_{eff}^2}{Z} \dots \dots \dots (2.23)$$

$$P = V_{eff} \times I_{eff} \times \cos \theta \dots \dots \dots (2.24)$$

### 2.2.13 MATLAB

*Matrix Laboratory* atau yang lebih dikenal dengan MATLAB merupakan sebuah program yang digunakan untuk analisis, komputasi numerik serta merupakan suatu bahasa pemrograman matematika. Bahasa pemrograman pada MATLAB dibentuk dengan dasar pemikiran yang menggunakan sifat dan bentuk matriks. Awalnya program ini ialah *interface* sebagai koleksi rutin-rutin *numeric* dari *project* EISPACK dan LINPACK, serta dikembangkan dengan menggunakan bahasa FORTRAN. Versi baru dari MATLAB dikembangkan dengan menggunakan bahasa C++ dan juga *assembler* (terutama untuk fungsi-fungsi dasar MATLAB) sehingga menjadi produk komersial dari perusahaan Mathworks.

Perkembangan MATLAB terbilang cukup mengesankan karena pada saat ini MATLAB merupakan salah satu pemrograman yang canggih dimana berbasis fungsi-fungsi *built-in* untuk melakukan tugas aljabar linier, pengolahan sinyal dan juga kalkulasi matematis yang lain. Pengguna MATLAB juga dapat menuliskan fungsi baru yang bisa ditambahkan ke *library* saat fungsi-fungsi *built-in* yang ada tidak bisa melakukan tugas tertentu, hal itu disebut juga dengan *extensible*. Penggunaan MATLAB juga terbilang tidak terlalu sulit, terlebih lagi jika anda sudah berpengalaman atau mahir menggunakan aplikasi bahasa pemrograman lain seperti PASCAL, FORTRAN ataupun C++.

MATLAB merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang berbasis pada matriks dimana sangat sering digunakan untuk teknik komputasi numerik, dan juga menyelesaikan persoalan atau masalah yang melibatkan matrik, optimasi, matematika elemen, aproksimasi dan lain-lain serta merupakan software yang paling efisien untuk perhitungan numeric berbasis matriks.

Penggunaan aplikasi MATLAB meliputi: Matematika dan Komputansi, Pemograman modeling, Pembuatan prototype, simulasi, Pengembangan dan Algoritma, Analisis Data, Eksplorasi dan visualisasi, Analisis numeric dan statistic serta pengembangan aplikasi teknik. Adapun *window-window* yang terdapat pada MATLAB yaitu:

1. Command Window/Editor

Window ini merupakan window yang terbuka pertama setiap kali aplikasi MATLAB dijalankan. Dapat dilakukan akses ke perintah MATLAB dengan mengetikan *coding* atau barisan ekspresi MATLAB. Command Window juga digunakan sebagai pemanggil tool MATLAB seperti debugger, editor atau fungsi. Disinilah tempat menjalankan fungsi, proses-proses, mendeklarasikan variabel, serta melihat isi variabel.

## 2. Current Directory

Current Directory akan menampilkan isi *work directory* saat menggunakan MATLAB. Direktori dapat diganti sesuai dengan tempat direktori yang diinginkan. Alamat direktori *default* berada di dalam folder *works* tempat file program MATLAB berada.

## 3. Command History

Command History berfungsi menyimpan perintah apa saja yang sebelumnya dilakukan oleh pengguna terhadap MATLAB.

## 4. Workspace

Window ini berfungsi menampilkan seluruh variabel yang sedang aktif pada saat pemakaian MATLAB. Apabila variabel yang ada merupakan data matriks berukuran besar maka pengguna dapat melihat isinya dengan cara mengklik dua kali pada variabel tersebut. MATLAB akan otomatis menampilkan window *array editor* yang berisi data pada setiap variabel.