

PARALEL GENERATOR

Paralel generator dapat diartikan menggabungkan dua buah generator atau lebih dan kemudian dioperasikan secara bersama – sama dengan tujuan :

1. Mendapatkan daya yang lebih besar.
2. Untuk efisiensi (Menghemat biaya pemakaian operasional dan Menghemat biaya pembelian)
3. Untuk memudahkan penentuan kapasitas generator.
4. Untuk menjamin kontinuitas ketersediaan daya listrik.

Sinkronisasi

Jika kita hendak memparalelkan dua generator atau lebih tentunya kita harus memperhatikan beberapa persyaratan paralel generator tersebut. Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi adalah,

1. Tegangan kedua generator harus mempunyai amplitudo yang sama.
2. Tegangan kedua generator harus mempunyai frekwensi yang sama, dan
3. Tegangan antar generator harus sefasa.

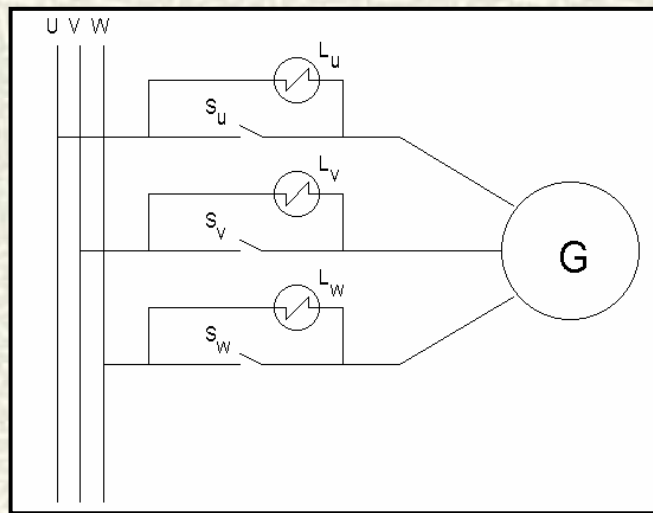
Dengan persyaratan diatas berlaku apabila,

1. Lebih dari dua generator yang akan kerja paralel.
2. Dua atau lebih sistem yang akan dihubungkan sejajar.
3. Generator atau pusat tenaga listrik yang akan dihubungkan pada sebuah jaringan.

Metoda sederhana yang dipergunakan untuk mensinkronkan dua generator atau lebih adalah dengan mempergunakan sinkroskop lampu. Yang harus diperhatikan dalam metoda sederhana ini adalah lampu – lampu indikator harus sanggup menahan dua kali tegangan antar fasa.

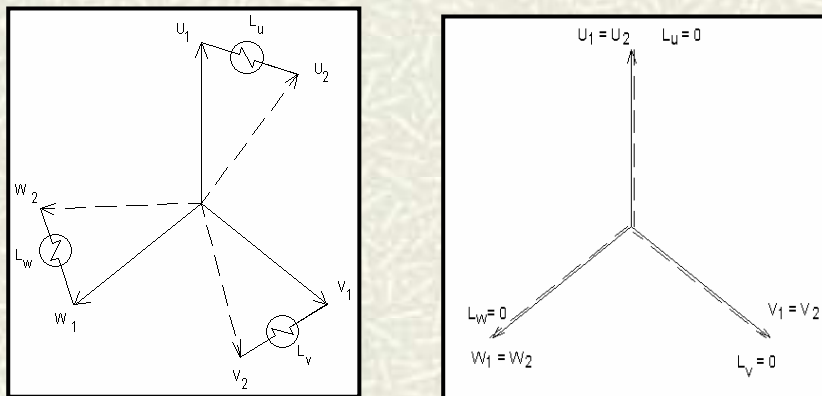
Sinkronoskop Lampu Gelap

Jenis sinkronoskop lampu gelap pada prinsipnya menghubungkan antara ketiga fasa, yaitu U dengan U, V dengan V dan W dengan W. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar Skema Sinkronoskop Lampu Gelap

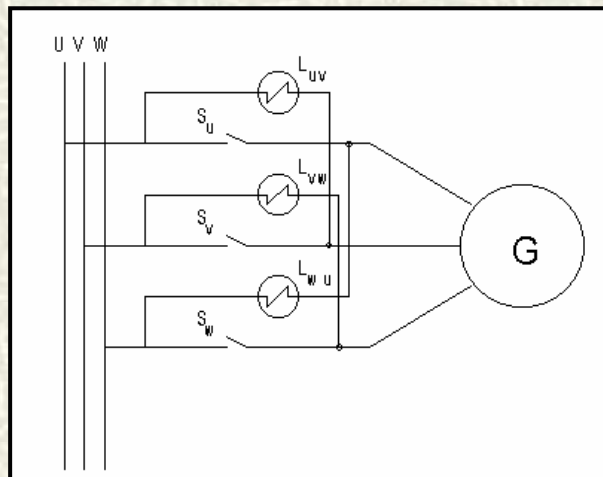
Pada hubungan ini jika tegangan antar fasa adalah sama maka ketiga lampu akan gelap yang disebabkan oleh beda tegangan yang ada adalah nol. Demikian juga sebaliknya, jika lampu menyala maka diantara fasa terdapat beda tegangan. Ini dapat dijelaskan pada gambar berikut.



Gambar Beda tegangan antara fasa pada sinkronoskop lampu gelap

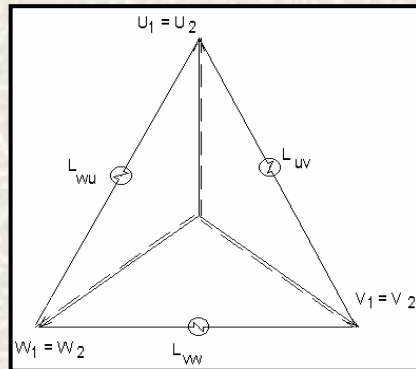
Sinkronoskop Lampu Terang

Jenis sinkronoskop lampu terang pada prinsipnya menghubungkan antara ketiga fasa, yaitu U dengan V, V dengan W dan W dengan U. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar Skema Sinkronoskop Lampu Terang

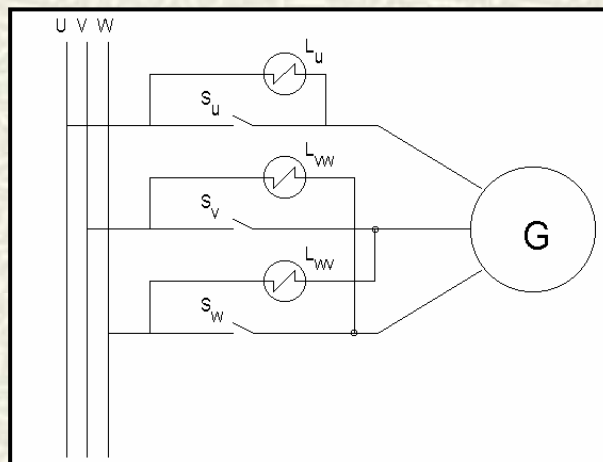
Sinkronoskop jenis ini merupakan kebalikan dari sinkronoskop lampu gelap. Jika antara fasa terdapat beda tegangan maka ketiga lampu akan menyala sama terang dan generator siap untuk diparalel. Kelemahan dari sinkronoskop ini adalah kita tidak mengetahui seberapa terang lampu tersebut sampai generator siap diparalel. Ini dapat dijelaskan dengan gambar dibawah ini.



Gambar Beda tegangan antara fasa sinkronoskop lampu terang

Sinkronoskop Lampu Terang Gelap

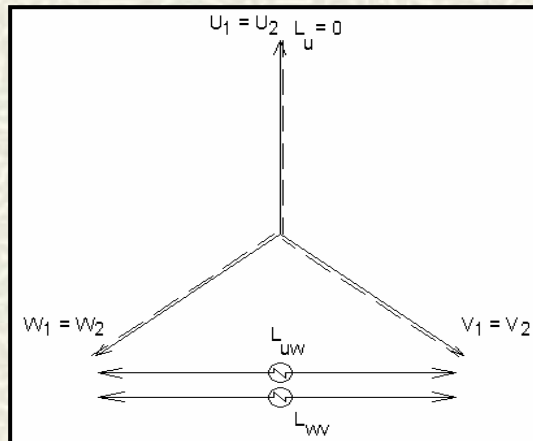
Sinkronoskop jenis ini dapat dikatakan merupakan perpaduan antara sinkronoskop lampu gelap dan terang. Prinsip dari sinkronoskop ini adalah dengan menghubungkan satu fasa sama dan dua fasa yang berlainan, yaitu fasa U dengan fasa U, fasa V dengan fasa W dan fasa W dengan fasa V. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada skema dibawah ini.



Gambar Skema sinkronoskop lampu terang gelap

Pada sinkronoskop ini generator siap diparalel, jika satu lampu gelap dan dua lampu lainnya terang. Pada kejadian ini dapat diterangkan pada gambar berikut ini.

Gambar ...



Gambar Beda tegangan antara fasa sinkronoskop lampu terang gelap

Namun apabila persyaratan paralel antar generator tidak terpenuhi maka :

1. Jika Frekwensi tidak sama

Berdasarkan rumus $f = ((p \cdot n) / 120)$ maka terdapat hubungan kesebandingan antara f dan n , jika frekwensi tidak sama atau $f_1 > f_2$, maka seolah – olah generator pertama (G_1) akan menarik Generator kedua (G_2). Dan G_2 diperlakukan sebagai beban (motor) oleh G_1 .

2. Jika Tegangan tidak sama

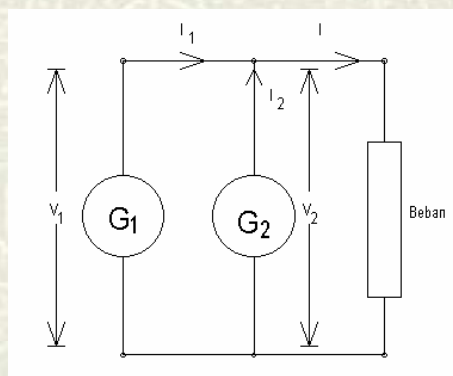


Diagram paralel 2 generator

Paralel Generator

Dari diagram diatas, diketahui bahwa G_1 dengan tegangan output E_1 / phase dan tegangan G_2 adalah E_2 / phase, dan $R_{\text{beban atau busbar}} \approx 0$.

Dengan hukum kirchoff, bahwa $\Sigma E = 0$

Pada loop 1,

$$E_1 - E_2 - i_1 * R_{\text{busbar}} = 0$$

$$E_1 - E_2 - i_1 * 0 = 0$$

Karena G_1 paralel G_2 maka, $E_1 = E_2$, sehingga

$$E_1 - E_1 - i_1 * R_{\text{busbar}} = 0$$

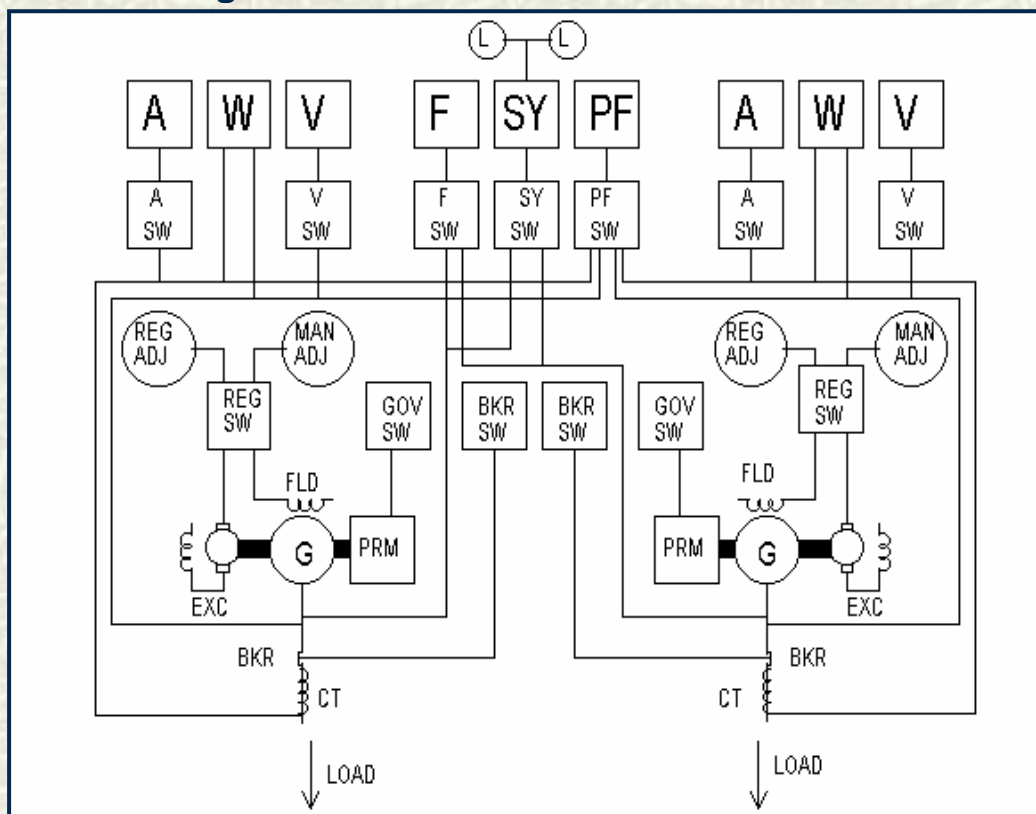
$$i_1 = (0 / R_{\text{busbar}}) = 0/0 = 0$$

Apabila $E_1 \neq E_2$ maka, $E_1 - E_2 = \Delta E$

$$i_1 = (\Delta E / R_{\text{busbar}}) = \Delta E / 0 = \sim$$

Dan arus i_1 akan memukul ke G_2 .

Instalasi / Pengkabelan Generator



Gambar Fungsional Untuk Sistem 2 Generator

Keterangan...

Keterangan gambar,

A adalah ampere meter

A SW adalah switch amperemeter pada masing – masing fasa

V adalah voltmeter

V SW adalah switch voltmeter pada masing – masing fasa

W adalah wattmeter

F adalah frekwensi meter

F SW adalah switch untuk mengetahui frekwensi dari masing – masing generator

SY adalah Sinkronoskop

SY SW adalah switch untuk sinkronisasi antar generator

L adalah lampu indikator sinkronoskop

REG ADJ adalah regulator adjusment tegangan secara otomatis

MAN ADJ adalah adjusment tegangan secara manual

REG SW adalah switch untuk menindahkan pengaturan tegangan dari manual ke otomatis atau sebaliknya

GOV SW adalah switch untuk govenor.

BKR SW adalah breaker switch untuk pelepas beban pada masing – masing generator

BKR adalah breaker untuk koneksi generator ke beban

PRM adalah primemover dalam hal ini adalah diesel engine

G adalah generator

EXC adalah exciter dari generator

FLD adalah field windings (magnets)

CT adalah current transformator

Load Sharing

Konsep Load Sharing

Permasalahan yang pasti timbul untuk memparalelkan generator dengan kapasitas yang berbeda adalah terjadinya overload pada generator yang kapasitasnya lebih rendah.

Untuk...

Untuk mengatasi permasalahan ini terlebih dahulu kita mengetahui karakteristik dari setiap generator. Karakteristik yang dimaksud adalah karakteristik daya terhadap putaran atau frekwensi. Selain itu karakteristik dari masing – masing generator harus mempunyai droop yang sama. Dengan karakteristik yang demikian kita dapat melakukan pengaturan daya generator sehingga dapat mencapai prosentase yang sama pada masing – masing unit generator yang diparalel. Implementasi dari karakteristik tersebut adalah dengan diagram karakteristik frekwensi - daya. Supaya terjadi distribusi beban seperti pada diagram karakteristik, maka antar generator dioperasikan pada kecepatan bersama yang besarnya adalah sebagai berikut,

$$\text{Kecepatan bersama} = b/d * g \text{ atau } = c/e * g (\%)$$

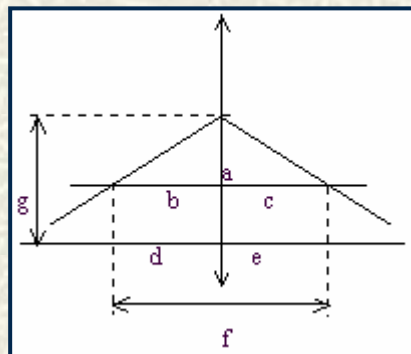


Diagram Karakteristik Frekwensi Terhadap Daya Dua Genset.

dimana,

- a. Frekwensi atau putaran bersama.
- b. Beban pada genset 1.
- c. Beban pada genset 2
- d. Kapasitas genset 1.
- e. Kapasitas genset 2
- f. Total beban kedua genset.
- g. Putaran atau frekwensi tanpa beban dari kedua genset.

Dengan...

Dengan demikian bila dua generator yang berkerja secara paralel, dan jika salah satu generator karakteristik droopnya dinaikkan maka akan mengakibatkan,

1. Frekwensi akan naik.
2. Daya yang disediakan oleh generator yang dinaikkan karakteristik droopnya akan bertambah.

Untuk mendapatkan putaran generator dengan pembagian beban yang demikian dapat digunakan formula

$$S_{al} = S_{nl} \left[\left(\frac{\text{Availabel KW Load}}{\text{Rated KW}} \right) \times (S_{nl} - S_{fl}) \right]$$

dimana,

S_{al} adalah Putaran pada saat beban yang dibangkitkan

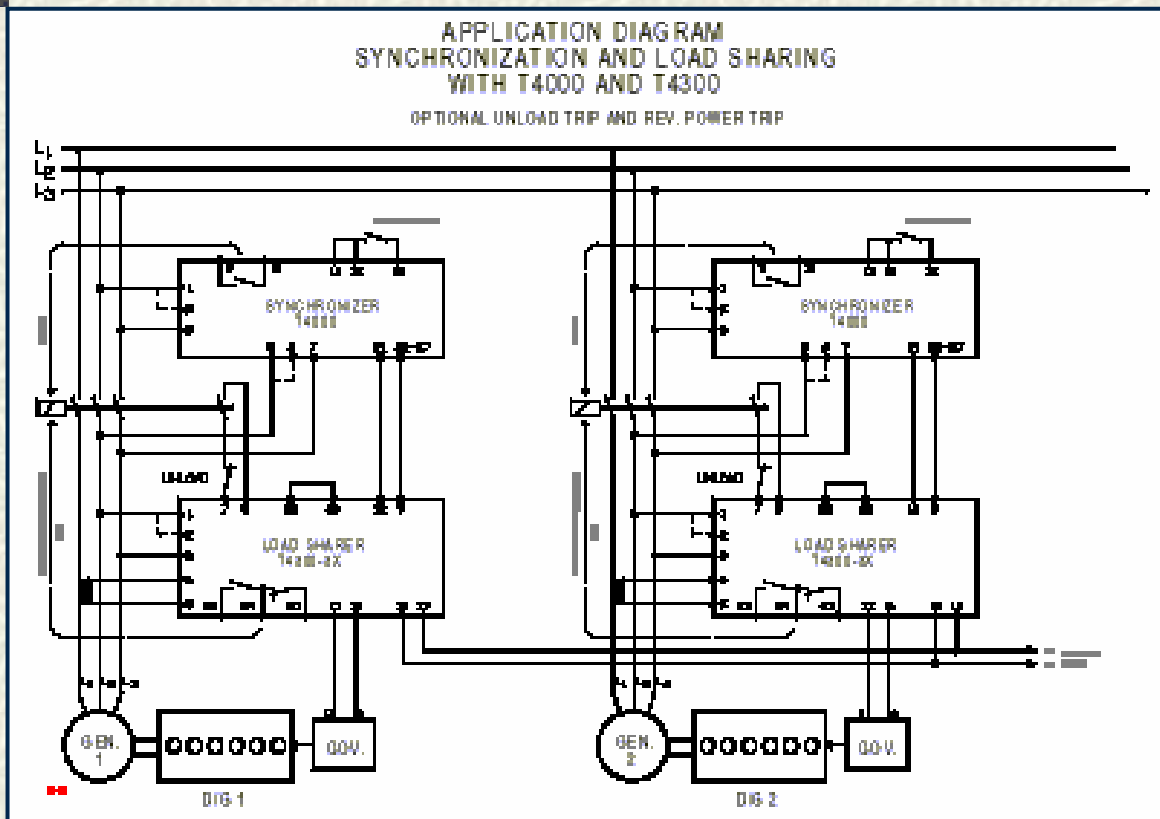
S_{fl} adalah Putaran pada saat beban penuh

S_{nl} adalah Putaran pada saat beban kosong

Dengan demikian genset dengan kapasitas yang berbeda dapat secara aman diparalel dan menanggung beban secara proporsional sesuai dengan kapasitasnya. Namun demikian penggunaannya di dunia perkapalan masih menjadi kekhawatiran di pihak perancang mengenai arus pembebanan pada masing – masing generator [Sardono, 1989].

Aplikasi Load Sharing

Aplikasinya supaya terjadi distribusi beban antar genset yang demikian maka dipergunakan alat load sharer untuk membagi beban genset secara proporsional berdasarkan kapasitas generator. Beberapa merek dipasaran menggunakan parameter tambahan selain parameter diatas yaitu persentase diviasi total kuat arus genset atau total kuat arus genset dan tranformator arus yang diperlukan. Sistem rangkaian salah satu peralatan load sharer dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Sistem Rangkaian Load Sharer Selco Model T4300 Dan Auto Synchronization T4000

Prosedur Praktis Paralel Generator

Karena penambahan beban sistem kelistrikan yang harus ditanggung oleh generator maka diperlukan penambahan daya dari generator lain untuk mengcover beban sistem kelistrikan. Untuk keperluan tersebut diperlukan paralel generator yang mengacu pada persyaratan paralel dengan prosedur sebagai berikut.

1. Pastikan bahwa breaker dari generator yang akan diparalel (incoming generator) dalam keadaan terbuka, atau dengan kata lain **incoming generator terisolasi dengan sistem.**

Pastikan...

2. Pastikan **AVR** (Automatic Voltage Regulator) dalam keadaan "**Automatic**", bukan manual.
3. **Start Prime mover** sampai pada spesifikasi **putaran tanpa beban**.
4. Gunakan **governor control** untuk mengeset **frekwensi Incoming Generator lebih tinggi 1/10** dari frekwensi sistem.
5. Gunakan **AVR** untuk mengeset **Tegangan Incoming Generator** sama atau lebih tinggi dari sistem.
6. Gunakan **Synchroscope** pada incoming generator dan **set frekwensi incoming generator** berputar perlahan – lahan di daerah "**Fast**" mendekati 0.
7. **Tutup breaker incoming generator** saat **1 sampai 2 derajat** pada synchroscope **sebelum posisi 0**. Dengan asumsi breaker mempunyai massa lembam dengan demikian penutupan breaker tepat pada angka 0 pada synchroscope.
8. Matikan synchroscope
9. Dengan **governor control**, buat **perpindahan beban** ke incoming generator secara perlahan – lahan.
10. Jika **power faktor** yang terbaca antara 2 generator atau lebih yang diparalel **tidak sama** maka, **set AVR** masing – masing generator **sampai power faktor** setiap generator **mendekati sama**.

Jika menggunakan peralatan automatic synchronizer yang digabung dengan peralatan Load sharer dan kVA sharer kita hanya mengikuti langkah 1 dan 3, selain itu kita dapat mempersingkat semua langkah diatas. Lama waktu yang diperlukan untuk langkah – langkah diatas dengan menggunakan peralatan automatic (AS, LS dan kVA S) adalah berkisar antara 10 sampai 15 detik.

Rules

Untuk menjamin kondisi layak laut maka kapal harus memenuhi standart aturan Biro Klasifikasi.

Untuk ketentuan jumlah generator dikapal, Sekurang-kurangnya dua agregat yang terpisah dari mesin penggerak utama harus disediakan untuk pemberian daya instalasi listrik [BKI, 1996]. Ini untuk menjamin jika generator terjadi kerusakan dilaut maka kapal masih dapat beroperasi. Ketentuan untuk kapasitasnya, daya keluar dari generator yang sekurang-kurangnya diperlukan untuk pelayanan dilaut harus 15% lebih tinggi daripada kebutuhan daya yang ditetapkan dalam balans daya [BKI, 1996]. Ini dimungkinkan untuk keperluan arus asut dari motor – motor listrik peralatan diatas kapal. Sedangkan untuk ketentuan paralel generator dengan kapasitas berbeda maka beda keluaran daya reaktif dari setiap generator tidak boleh lebih kecil 15% dari keluaran daya reaktif generator kapasitas lebih besar dan tidak boleh lebih kecil 25% dari daya reaktif generator berkapasitas lebih kecil [BKI, 1996]. Aturan ini dimaksudkan untuk keamanan dalam operasional generator pada kapasitas berbeda supaya tidak terjadinya beban berlebih. Ketentuan untuk variasi frekwensi adalah $\pm 5\%$ [BKI, 1996], dengan demikian karakteristik droop generator tidak boleh lebih dari 5%, ini dimaksudkan untuk kestabilan kontrol operasional generator dikapal.

Selesai...