

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konfigurasi Jaringan Listrik di Hotel Ascott Waterplace Surabaya

Berdasarkan dari *single line* yang dibuat maupun dari komponen – komponen yang terpasang dilapangan untuk mendistribusikan listrik dari sumber listrik yang diperoleh dari PLN maupun sumber listrik yang diperoleh dari Genset Hotel, terdiri dari beberapa komponen yaitu meliputi :

- 1) Gardu PLN
- 2) Genset
- 3) MVMDP (*Medium Voltage Main Distribution Panel*)
- 4) LVMDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*)
- 5) *Capasitor Bank*
- 6) DB Panel

2.1.1 Gardu PLN

Gardu PLN adalah gardu induk sisi 20 Kv yang merupakan instalasi sistem penyaluran tenaga listrik dengan tegangan menengah (20.000 Volt) ke pusat – pusat beban. Di dalamnya terdapat cubicle / panel bagi yaitu meliputi :

- 1) Panel In Coming

Sumber tegangan 20 KV dari PLN menuju sisi 20 KV trafo hotel

- 2) Panel Kopel

Berfungsi untuk memaralel / menghubungkan dua sumber atau trafo yang berbeda

- 3) Panel Out Going

Berfungsi memutus dan menghubungkan sumber ke gardu distribusi / hotel

4) Panel Pengukuran

Berfungsi untuk mengukur energi listrik yang berisi peralatan ukur serta supply travo tegangan (VT)

5) Panel Trafo Pemakaian Sendiri (PS)

Biasanya menggunakan LBS / *Load Breaker Switch* yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutus sumber trafo PS. Untuk sumber listrik yang terpasang / disediakan oleh PLN di Hotel Ascott Waterplace Surabaya, untuk tegangan yang masuk adalah 20 KV dan untuk dayanya sendiri adalah 1110 KVA , terlihat pada gambar dibawah ini menunjukkan Gardu PLN yang terpasang saat ini.



Gambar 2.1 (Gardu Induk Ascott Waterplace Surabaya)

Spesification :

<i>Phase</i>	3
--------------	---

<i>Rated Voltage</i>	20000 V
<i>Rated Capacity</i>	1110 KVA

Tabel 2.1 (Tabel Spesifikasi Gardu Induk)

2.1.2 Genset

Karena sumber listrik begitu penting didalam dunia industri maupun perhotelan dalam penyaluran tenaga listrik selain bergantung kepada listrik yang disediakan PLN untuk memaksimalkan operational yang sedang berlangsung dalam dunia industri maupun perhotelan apabila terjadi gangguan / pemadaman dari sumber yang disediakan PLN maka dalam dunia industri maupun perhotelan umumnya akan menggunakan Genset sebagai back up ketika dari PLN mengalami gangguan / pemadaman sementara, dan untuk pemasangan Genset ini disesuaikan antara kapasitas Genset dan beban yang digunakan untuk menghindari terjadinya overload pada Genset dan tidak terjadinya gangguan lain ketika sumber listrik suatu gedung ketika di back up oleh Genset.

Panel genset identik dengan pengontrolan yang dirancang untuk genset baik secara otomatis maupun manual baik yang masih bersifat konvensional maupun yang sudah bersifat digital, adapun panelnya yaitu meliputi :

1) Panel ATS (*Automatic Transfer Switch*)

Panel listrik yang berfungsi untuk mengontrol dua sumber listrik misalnya antara PLN dengan Genset sehingga diharapkan pergantian antara dua sumber listrik dapat ditangani dengan aman dan secara otomatis





Gambar 2.2 (Panel ATS PLN Ascott Waterplace Surabaya)

2) Panel AMF (*Automatic Main Failure*)

Panel listrik yang berfungsi untuk mengontrol On / Off mesin Genset secara Otomatis. Yaitu jika listrik utama mengalami pemutusan sumber daya listrik maka panel kontrol akan menyalakan secara otomatis mesin genset dan jika sumber listrik utama menyala kembali maka panel kontrol akan mematikan mesin secara otomatis pula



Gambar 2.3 (Genset Control Panel Ascott Waterplace Surabaya)

3) Panel *Synchronizing* Generator

Panel listrik yang dirancang untuk menggabungkan dua atau lebih sumber listrik dari generator atau dengan kata lain memparalel generator.



Gambar 2.4 (Panel ATS Genset Ascott Waterplace Surabaya)

Genset berperan penting didalam dunia industri maupun perhotelan karena fungsi utamanya yaitu sebagai back up untuk membantu operational ketika terjadi gangguan pada sumber yang disediakan oleh PLN maka dari itu umumnya Genset sudah digunakan di setiap gedung maupun pabrik – pabrik , untuk Genset yang terpasang di Hotel Ascott Waterplace Surabaya memiliki 2 Genset sebagai back up nya dan masing – masing Genset memiliki daya sebesar 605 KVA terlihat pada gambar dibawah ini adalah Genset yang terpasang di Hotel Ascott Waterplace Surabaya.



Gambar 2.5 (Genset Ascott Waterplace Surabaya)

Spesification :

		Kw	Kva	Pf
Single Phase				
Three Phase		484.00	605.00	0.8
Batteray	24 V			

Tabel 2.2 (Tabel Spesifikasi Genset Ascott Waterplace Surabaya)

2.1.3 MVMDP



Gambar 2.6 (Trafo di Ascott Waterplace Surabaya)

Spesification :

Merk	HYUNDAI
Type	TCH0757
Phase	3
Rated Capacity	2000 KVA
Rated H.V	20000 V
Rated L.V	400 V
Frequency	57.7 A

Tabel 2.3 (Tabel Spesifikasi Trafo Ascott Waterplace Surabaya)

Panel MVMDP adalah panel yang bekerja pada tegangan menengah yang menerima supply power dari gardu PLN untuk didistribusikan ke Transformator tegangan menengah dengan pengaman sesuai standar yang tercakup didalam sistemnya yaitu sebuah cubicle / panel hubung bagi yang berfungsi sebagai pembagi , pemutus, penhubung, pengontrol dan proteksi sistem penyaluran tenaga listrik ke pusat – pusat beban yang meliputi :



Gambar 2.7 (Panel Cubicle Ascott Waterplace Surabaya)

1) Panel In Coming

Disupply dari Panel Outgoing Gardu PLN yang berfungsi mentransformasikan tegangan menengah 20 Kv menuju panel Out Going dan juga merupakan induk dari panel Out Going.

2) Panel Out Going

Berfungsi memutus dan menghubungkan sumber ke Transformator distribusi hotel.

3) Compartment Rell

Berfungsi sebagai tempat kedudukan busbar / rell. Dilengkapi dengan isolator penyanggayang berfungsi untuk menyangga kedudukan rell agar kuat.

4) Compartment Lemari Control

Berfungsi sebagai pusat terminal control, sumber DC dan peralatan pendukung seperti Amperemeter, Relay Proteksi , KWHmeter tombol close / open dan juga pusat wiring control. Panel ini sering disebut dengan lemari LV (Low Voltage) karena tegangannya yang ada tegangan rendah

5) Pemisah Rell

Berfungsi untuk membuka dan menutup aliran listrik tanpa beban kontak penghubung pemisah rell tidak dilengkapi dengan peredam busur api

6) Pemutus Tenaga PMT / CB

Berfungsi untuk membuka dan menutup aliran listrik dalam keadaan berbeban / tidak berbeban, termasuk memutus pada saat terjadi gangguan hubung singkat. Kontak PMT dilengkapi dengan media peredam busur api. Closing coil berfungsi menggerakkan mekanik untuk menghubungkan / close kontak utama PMT. Motor berfungsi untuk mengisi pegas / spring charge mekanik PMT yang siap dieksekusi closing / trying coil. Motor dalam PMT ada yang sumber powernya AC 220 V atau ada juga yang menggunakan DC 110 V

7) Pemisah Kabel

Berfungsi untuk membuka dan menutup aliran listrik tanpa beban, kontak penghubung pemisah kabel tidak dilengkapi dengan media peredam busur api

8) Compartemen Kabel

Sebagai ruang tempat kedudukan kabel indoor

9) Trafo Arus (CT)

Merupakan alat pendukung yang digunakan dalam instalasi gardu induk sisi 20 KV. Alat ini untuk mendukung dalam pengukuran arus yaitu sebagai pengukuran dan sebagai proteksi terhadap arus lebih

10) Trafo Tegangan

Merupakan suatu peralatan listrik yang digunakan dalam instalasi gardu induk sisi 20 kv. Alat ini membantu dalam pengukuran tegangan dan digunakan untuk pengukuran tegangan pada KWH meter.

11) Pemanas (Heater)

Merupakan alat pemanas yang berfungsi untuk memanaskan ruang terminal kabel dalam kubikel agar kelembabannya terjaga. Keadaan ini diharapkan dapat mengurangi efek korona pada terminal kubikel tersebut

2.1.4 LVMDP



Gambar 2.8 (LVMDP Ascott Waterplace Surabaya)

Panel LVMDP adalah panel yang berfungsi sebagai panel penerima daya / power dari transformer (trafo) 20 Kv / 380 v dan mendistribusikan power tersebut lebih lanjut ke panel sub distribution (LVSDP) menggunakan ACB (Air Circuit Breaker) atau MCCB (Moulded Case Circuit Breaker. Panel sub distribusi akan mendistribusikan power tersebut ke sub – sub panel SDP. Peralatan pengamanan listrik yang digunakan dalam LVMDP meliputi :

1) ACB (*Air Circuit Breaker*)

Berfungsi sebagai pemutus dan penghubung sistem kelistrikan yang dilengkapi dengan beberapa fitur settingan yang lebih dibandingkan dengan MCB maupun MCCB dan kemampuan hantar arus lebih besar dibandingkan MCB maupun MCCB. Dan untuk penerapannya kondisi

terpasang terdapat 3 buah ACB (*Air Circuit Breaker*) yang masing – masing memiliki fungsi yang berbeda - beda

2) MCCB (*Molded Case Circuit Breaker*)

Suatu alat pemutus rangkaian yang berbentuk kotak / persegi yang berfungsi sebagai pemutus dan penghubung rangkaian listrik , selain itu MCCB juga memiliki kemampuan memutus secara otomatis saat dibebani dengan arus yang melibihi kapasitas MCCB dan memiliki kemampuan hantar arus yang lebih besar dibandingkan dengan MCB. Dan untuk penerapannya digunakan sebagai pengaman sistem kelistrikan MDB (*Main Distribution Board*)

3) MCB (*Miniatur Circuit Breaker*)

Berfungsi sebagai pemutus dan penghubung dalam suatu rangkaian listrik yang dilengkapi dengan sistem pengaman yang akan memutuskan rangkaian listrik secara otomatis saat terjadi arus lebih. Dalam penerapannya MCB (*Miniatur Circuit Breaker*) ini digunakan sebagai pengaman rangkaian – rangkaian kontrol seperti rangkaian kontrol ATS (*Automatic Transfer Switch*) salah satunya

4) ATS (*Automatic Transfer Switch*)

Panel listrik yang berfungsi untuk mengontrol dua sumber listrik misalnya antara PLN dengan Genset sehingga diharapkan pergantian antara dua sumber listrik dapat ditangani dengan aman dan secara otomatis

Beberapa keuntungan menggunakan panel ini yaitu sebagai berikut :

- 1) Menghemat proses distribusi listrik
- 2) Lebih aman terhadap bahaya listrik seperti short circuit
- 3) Menawarkan fasilitas konversi power dan distribusi dari sumber – sumber primer dan sekunder untuk berbagai perangkat eksternal dan peralatan
- 4) Menjaga sumber – sumber daya primer dan sekunder secara terus – menerus, sehingga aman dan stabil memberikan kekuatan untuk peralatan atau perangkat eksternal

- 5) Membagi sumber pasokan listrik ke beberapa sirkuit , dengan fuse atau pemutus beban untuk setiap rangkaian
- 6) Panel ini dirancang untuk menerima incoming 3 phase dan mendistribusikan berbagai kombinasi outgoing 3 phase dan 1 phase

2.1.5 Capacitor Bank



Gambar 2.9 (Capasitor Bank)

Spesification :

Rated Capacity	825 Kvar
Jumlah Step	11 Step
Step 1 – Step 11	75 Kvar

Tabel 2.4 (Tabel Spesifikasi Capasitor Bank)

Panel Capacitor Bank berperan penting didalam dunia industri maupun perhotelan karena fungsinya yaitu memperbaiki faktor daya, karena apabila terjadi penurunan faktor daya maka dari pihak penyedia listrik akan mengenakan biaya Kvar , adapun penyebab penurunan faktor daya tersebut salah satu penyebabnya bisa disebabkan karena banyaknya beban induktif (beban yang mengandung lilitan) misalnya seperti motor maupun kompresor pada AC, dari beban ini apabila tidak ditangani akan menimbulkan penurunan faktor daya, dan dari pihak PLN batas Kvar yang diperbolehkan minimal 0.85 apabila dibawah nilai tersebut akan dikenakan biaya Kvar.

Kapasitor yang akan digunakan untuk memperbesar faktor daya dipasang paralel dengan rangkaian beban. Bila rangkaian itu diberi tegangan maka elektron akan mengalir masuk ke kapasitor. Pada saat kapasitor penuh dengan muatanelektron maka tegangan akan berubah. Kemudian elektron akan keluar dari kapasitor dan mengalir kedalam rangkaian yang memerlukannya dengan demikian pada saat itu kapasitor meningkatkan daya reaktif. Bila tegangan yang berubah itu

kembali normal (tetap) maka kapasitor akan menyimpan kembali elektron. Pada saat kapasitor mengeluarkan elektron (I_c) berarti sama juga kapasitor menyuplai daya reaktif ke beban. Karena beban bersifat induktif (+) sedangkan daya reaktif bersifat kapasitif (-) akibatnya daya reaktif yang berlaku menjadi kecil. Adapun komponen panel capasitor yaitu :

1) Main Switch / MCCB

Main switch sebagai peralatan kontrol dan isolasi jika ada pemeliharaan panel. Main switch atau lebih dikenal load break switch adalah peralatan pemutus dan penyambung yang sifatnya on load yakni dapat diputus dan disambung dalam keadaan berbeban.

2) Kapasitor Breaker

Digunakan untuk mengamankan instalasi kabel dari breaker ke kapasitor bank dan juga kapasitor itu sendiri

3) Nt Fuse

Berfungsi sebagai pemutus atau pengaman terhadap arus lebih

4) Magnetic Contactor

Diperlukan sebagai peralatan kontrol. Beban kapasitor mempunyai arus puncak yang tinggi , lebih tinggi dari beban motor

5) Kapasitor Bank

Peralatan listrik yang mempunyai sifat kapasitif, yang akan berfungsi sebagai penyeimbang sifat induktif. Kapasitas kapasitor dari ukuran 5 Kvar – 60 Kvar. Dari tegangan kerja 230 V sampai 525 Volt

6) Reactive Power Regulator

Peralatan ini berfungsi untuk mengatur kerja kontaktor agar daya reaktif yang akan disupply ke jaringan / system dapat bekerja sesuai kapasitas yang dibutuhkan

7) Push button On dan Push button Off

Berfungsi mengoperasikan magnetic contactor secara manual

8) Selektor Auto – Off – Manual

Berfungsi memilih system operasional auto dari modul / manual dari push button

9) Exhaust Fan

Berfungsi mengurangi panas dalam ruang panel kapasitor yang disebabkan kapasitor , contactor dan kabel penghantar

2.1.6 Panel DB (Distribution Board)

Panel distribusi merupakan suatu peralatan listrik yang terdiri dari unit panel penghubung daya pada sistem penyaluran tegangan listrik. Fungsinya sebagai berikut :

- 1) Untuk mengumpulkan dan meneruskan daya kesetiap beban dimasing – masing lantai
- 2) Menghubungkan dan memutuskan rangkaian penyaluran daya
- 3) Pengaman dan kontrol sistem penyaluran daya

Dalam penggunaannya panel distribusi memiliki beberapa peralatan pengaman dalam pengaplikasiannya , adapun peralatan pengaman arus listrik untuk penghubung dan pemutus terdiri dari :

1) MCCB (Molded Case Circuit Breaker)

Suatu alat pemutus rangkaian yang berbentuk kotak / persegi yang berfungsi sebagai pemutus dan penghubung rangkaian listrik , selain itu MCCB juga memiliki kemampuan pemutus secara otomatis saat dibebani dengan arus yang melibihi kapasitas MCCB dan memiliki kemampuan hantar arus yang lebih besar dibandingkan dengan MCB

2) MCB (Miniatur Circuit Breaker)

Berfungsi sebagai pemutus dan penghubung dalam suatu rangkaian listrik yang dilengkapi dengan sistem pengaman yang akan memutuskan rangkaian listrik secara otomatis saat terjadi arus lebih

3) Magnetic Contactor

Diperlukan sebagai peralatan kontrol. Untuk membantu sistem kerja Timer yang sudah disetting oleh BAS (Building Automatic System).

4) Relay

Diperlukan sebagai peralatan kontrol juga. Untuk membantu mengirim tegangan yang dikirim oleh timer BAS (Building Automatic System) untuk mengaktifkan coil Magnetic Contactor

5) Push Button On dan Push Button Off

Berfungsi mengoperasikan magnetic contactor secara manual

6) Selektor Auto – Off – Manual

Berfungsi memilih system operasional auto dari modul / manual dari push button

7) KWH meter

Untuk menghitung pemakaian energi listrik per unit

8) LBS (Load Breaker Switch)

LBS / Load Breaker Switch yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutus sumber

2.2 Daya Kompleks

2.2.1 Daya Rata – rata (P)

Daya ini sebenarnya adalah daya yang dipakai oleh komponen pasif resistor yang merupakan daya yang terpakai atau terserap. Kalau kita perhatikan suplai dari PLN ke rumah – rumah, maka daya yang tercatat pada alat KWH meter adalah daya rata – rata atau sering disebut juga sebagai daya nyata yang akan dibayarkan oleh pelanggan.

Simbol : P

Satuan : Watt (W)

Secara matematis, daya rata – rata atau daya nyata merupakan perkalian antara tegangan efektif, arus efektif, dan koefisien faktor dayanya.

$$P = V_{eff}I_{eff}\cos\theta \quad (1)$$

2.2.2 Daya Reaktif (Q)

Daya ini adalah daya yang muncul yang diakibatkan oleh komponen pasif diluar resistor yang merupakan daya rugi – rugi atau daya yang tidak diinginkan. Daya ini seminimal mungkin dihindari, atau paling tidak diperkecil, walaupun tidak akan hilang sama sekali, dengan cara memperkecil faktor dayanya.

Simbol : Q

Satuan : Volt Ampere Reaktif (VAR)

Secara matematis, daya reaktif merupakan perkalian antara tegangan efektif, arus efektif, dan nilai

$$Q = V_{eff}I_{eff}\sin\theta \quad (2)$$

2.2.3 Daya Tampak (S)

Daya yang sebenarnya yang disuplai oleh PLN, yang merupakan resultan daya antara daya rata – rata dan daya reaktif.

Simbol : S

Satuan : Volt Ampere (VA)

Secara matematis, daya tampak merupakan perkalian antara tegangan dan arus efektifnya.

$$S = V_{eff}I_{eff} \quad (3)$$

Daya Kompleks

Merupakan gabungan antara daya rata – rata dan daya reaktifnya.

$$S = P + jQ = V_{eff}I_{eff}\cos\theta + jV_{eff}I_{eff}\sin\theta = V_{eff}I_{eff} \quad (4)$$

2.2.4 Faktor Daya

Faktor Daya atau power factor (pf) merupakan perbandingan daya rata – rata terhadap daya tampak.

$$pf = \frac{P}{S} = \frac{V_{eff}I_{eff}\cos\theta}{V_{eff}I_{eff}} = \cos\theta \quad (5)$$

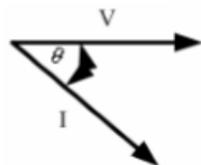
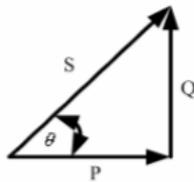
2.2.5 Segitiga Daya

Hubungan antara daya rata – rata, daya reaktif, daya tampak dapat dinyatakan dengan mempresentasikan daya – daya tersebut sebagai vektor. Daya rata – rata atau daya nyata direpresentasikan sebagai vektor vertikal. Vektor daya tampak adalah hipotenusa (sisi miring) dari segitiga siku – siku yang terbentuk dengan menghubungkan vektor – vektor daya nyata dan reaktif. Representasi ini sering disebut sebagai segitiga daya.

Untuk komponen L :

$$P = V_{eff}I_{eff}\cos\theta$$

$$Q = V_{eff}I_{eff}\sin\theta$$



$$S = V_{eff}I_{eff}$$

$$Q = V_{eff}I_{eff}\sin\theta$$

lagging

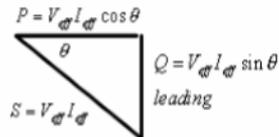
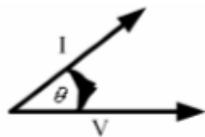
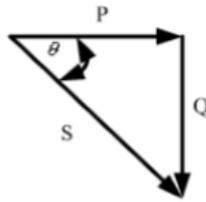
$$P = V_{eff}I_{eff}\cos\theta$$

I Lagging terhadap V dimana nilai arus tertinggal sebesar fasa dibandingkan dengan nilai tegangan.

Untuk komponen C :

$$P = V_{eff} I_{eff} \cos \theta$$

$$Q = V_{eff} I_{eff} \sin \theta$$



I leading terhadap V dimana nilai arus mendahului sebesar fasa dibandingkan dengan nilai tegangan.

Rumus umum :

$$P = V_{eff} I_{eff} \cos \theta = I_{eff}^2 R = \frac{V_{eff}^2 R}{R}$$

$$Q = V_{eff} I_{eff} \sin \theta = I_{eff}^2 X = \frac{V_{eff}^2 X}{X}$$

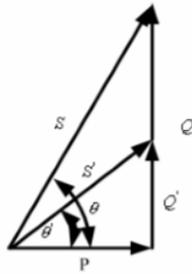
$$S = V_{eff} I_{eff} = I_{eff}^2 Z = \frac{V_{eff}^2 Z}{Z}$$

$$Pf = \cos \theta = \frac{R}{Z} = \frac{P}{S}$$

2.2.6 Perbaikan Faktor Daya (Power Factor Corection)

Faktor daya atau power factor (pf) akan memperbesar atau meningkat ketika nilai mendekati nilai 1 atau sudut akan mendekati sudut 0.

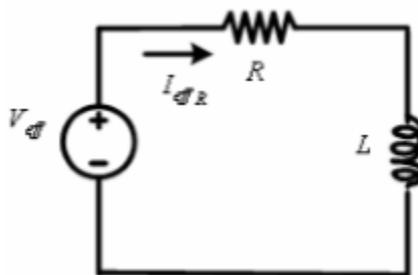
Misalkan kalau kita mempunyai segitiga daya untuk arus lagging, secara grafik lihat pada gambar dibawah.



Seperti dijelaskan diawal, Q atau daya reaktif sebenarnya adalah daya rugi – rugi dan sebisa mungkin diminimalkan. Artinya, dengan nilai daya rata – rata yang tetap dan nilai daya reaktif yang diperkecil, maka itu akan memperkecil daya tampak secara keseluruhan.

Nilai P tidak berubah, yang diubah adalah nilai Q karena Q berkaitan dengan komponen L atau C. Oleh karena itu, untuk meningkatkan faktor daya, komponen L atau C harus dipasang secara paralel.

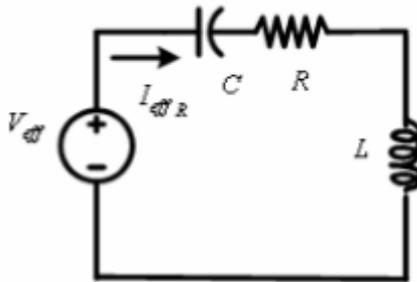
Kenapa harus dipasang secara paralel ? Karena tujuannya adalah untuk membuat nilai P yang tetap atau konstan. Maka dengan ilustrasi seperti dibawah ini :



Akan didapatkan nilai

$$P = I_{effR}^2 R \Rightarrow I_{effR} = \frac{V_{eff}}{R + j\omega L}$$

Jika komponen yang akan dipakai untuk memperkecil nilai Q, katakanlah komponen C, dipasang secara seri :

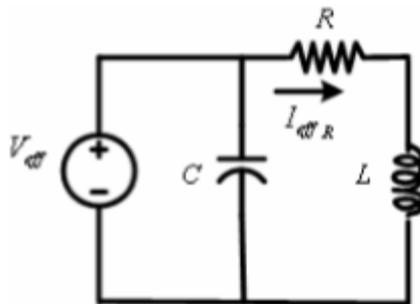


Akan didapatkan nilai

$$P = I_{eff_R}^2 R \Rightarrow I_{eff_R} = \frac{V_{eff}}{R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})}$$

Terlihat bahwa nilai P akan berubah, padahal syarat untuk perbaikan faktor daya adalah nilai P yang tetap.

Tetapi jika komponen C tersebut dipasang paralel, maka :



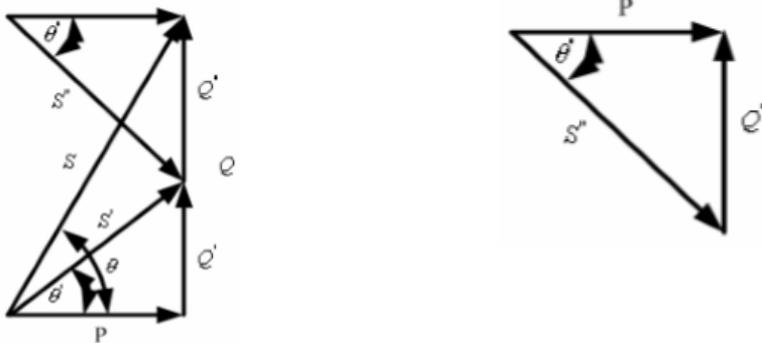
Akan didapatkan nilai

$$P = I_{eff_R}^2 R \Rightarrow I_{eff_R} = \frac{V_{eff}}{R + j\omega L}$$

Ternyata nilai P tetap, dan dengan penambahan komponen C tentunya akan memperkecil daya reaktifnya.

Secara grafis, segitiga daya :

Merupakan komponen C

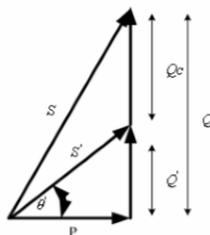


Sehingga untuk meningkatkan pf suatu rangkaian, I lagging dilakukan dengan menambahkan atau memparalelkan komponen C.

Contoh Kasus :

- 1) Faktor daya suatu beban yang telah dikoreksi adalah 0,9 lagging dengan cara penambahan 20 kVAR kapasitor parallel. Jika daya akhir adalah 185 kVA. Tentukan segitiga daya sebelum diperbaiki atau dikoreksi !

Jawaban :



$$S' = 185 \text{ KVA}$$

$$\cos\theta' = 0,9 \text{ lagging} \rightarrow \theta = 26^\circ$$

$$P = S' \cdot \cos\theta' = 185k \cdot \cos 26^\circ = 166,5 \text{ kw}$$

$$Q' = S' \cdot \sin\theta = 185k \cdot \sin 26^\circ = 81 \text{ Kvar lagging}$$

Segitiga daya sebelum dikoreksi :

$$S' = 185 \text{ KVA}$$

$$\cos\theta' = 0,9 \text{ lagging} \rightarrow \theta = 26^\circ$$

$$P = S' \cdot \cos\theta' = 185k \cdot \cos 26^\circ = 166,5 \text{ kw}$$

$$Q' = S' \cdot \sin\theta = 185k \cdot \sin 26^\circ = 81 \text{ Kvar lagging}$$

$$P = 166,5 \text{ kw}$$

$$Q = Q + Q_c = 81 + 20 = 101 \text{ Kvar lagging}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{166,5^2k + 101^2k} = 194,6 \text{ KVA}$$

- 2) Sebuah sumber 60 Hz dengan $V_{\text{eff}} = 240$ = disuplai oleh 4500 VA ke beban dengan faktor daya 0,75 lagging. Tentukan paralel kapasitor untuk meningkatkan faktor daya ke :

a. 0,9 lagging

b. 0,9 leading

Jawaban :

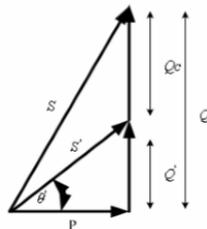
$$S = 4500 \text{ VA}$$

$$\text{pf} = \cos \theta = 0,75 \text{ lagging} \quad \theta = 41,4$$

$$P = S \cos \theta = 4500 \times 0,75 = 3375 \text{ W}$$

$$Q = S \sin \theta = 4500 \times \sin 41,4 = 2976 \text{ VAR lagging}$$

a. 0,9 lagging



$$Q' = P \tan\theta' = 3375 \times \tan 26^\circ = 1646 \text{ VAR lagging}$$

$$Q_c = Q - Q' = 2976 - 1646 = 1330 \text{ VAR leading}$$

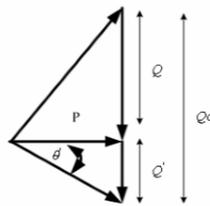
$$X_c = \frac{1}{\omega C}$$

$$C = \frac{1}{\omega X_c} = \frac{1}{2\pi f \cdot X_c} = \frac{1}{2\pi \cdot 60 \cdot 43,3} = 61,3\mu f$$

Sehingga :

$$C = 61,3\mu f$$

b.0,9 leading



$$Q' = P \tan \theta' = 3375 \times \tan 26^\circ = 1646 \text{ VAR lagging}$$

$$Q_c = Q - Q' = 2976 - 1646 = 1330 \text{ VAR leading}$$

$$X_c = \frac{1}{\omega C}$$

$$C = \frac{1}{\omega X_c} = \frac{1}{2\pi f \cdot X_c} = \frac{1}{2\pi \cdot 60 \cdot 12,5} = 212,2\mu f$$

Sehingga :

$$C = 212,2\mu f$$

Perbaikan faktor daya dapat menggunakan rumus yang telah didapatkan jika bebannya induktif dan memerlukan penambahan komponen C yang dipasang paralel :

$$X_1 = \frac{R^2 + X^2}{R \tan[\cos^{-1} pf_c] - X} \quad (6)$$

dimana :

X_1 = nilai reaktansi setelah perbaikan faktor daya (komponen C)

R = nilai resistansi sebelum perbaikan faktor daya

X = nilai reaktansi sebelum perbaikan faktor daya

pf_C = nilai dari perbaikan faktor dayanya (pf setelah diperbaiki)

dengan catatan :

- Jika pf_C lagging maka $\tan[\cos^{-1} pf_C]$ bernilai positif
- Jika pf_C leading maka $\tan[\cos^{-1} pf_C]$ bernilai negatif