

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA dan LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Observasi yang dilakukan guna mencari referensi tentang rancangan panel kapasitor bank yang didapatkan dari berbagai macam sumber yang berhubungan dengan judul penelitian yang di ambil, yakni sebagai berikut :

- a. Rahmat Putra Syawal, pada tahun 2015 Melakukan Penelitian yang berjudul “Analisis Kebutuhan Capasitor Bank beserta implementasinya untuk memperbaiki faktor daya listrik di Politeknik Kota Malang”. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas daya listrik di Politeknik Kota Malang dengan menggunakan Capasitor Bank yang di gunakan untuk meningkatkan faktor daya dari 0,85 menjadi 0,96 dan menurunkan daya reaktif nya menjadi 4,6 KVAR agar dapat menghilangkan denda KVAR di tekening PLN.
- b. Helmi Akbar Arraisi, pada tahun 2017 Melakukan Penelitian yang berjudul ”Rancangan Bangunan Kapasitor Bank Pada Kelistrikan Isuzu Panter Diesel New Royal 25 Th 2000”. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan kapasitor bank yang mampu menaikkan faktor daya energi listrik pada Isuzu Panther diesel New Royal 25 Th 2000 tanpa menggunakan aki dan dapat disimpulkan hasil rancangan mampu memurnikan dan menyetabilkan arus DC dari 15,2V menjadi 12, mampu menyimpan muatan hingga 3,12KJ dan mampu mengalirkan arus 5,2A selama 26 detik.
- c. Satwika Cahya Tri Kumala, pada tahun 2007 Melakukan Penelitian yang berjudul “Studi Analisis Optimalisasi Penggunaan Kapasitor Untuk Memperbaiki Faktor Daya dan Drop Tegangan Pada Gedung F Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta” Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbaikan terhadap Faktor Daya dari 0,85 menjadi 0,95 dan Drop Tegangan Pada Gedung F

Fakultas Teknik UMY agar dapat mengoptimalkan kapasitor bank sebagai kompensator sehingga faktor daya yang dihasilkan menjadi lebih baik dan dengan menggunakan diameter penghantar dengan yang lebih besar.

## **2.2. Kualitas Daya Listrik**

Meningkatnya suatu kebutuhan terhadap energi listrik dari segi kualitas dan kuantitas yang baik menjadi salah satu alasan terhadap perusahaan utilitas yang penyediaan listriknya perlu di beri perhatian khusus terhadap isu tentang kualitas daya listrik. Terlebih para konsumen perindustrian yang sangat membutuhkan suplaian listrik yang sangat baik dari berbagai segi yaitu dari segi kualitas dan kontinuitas tegangan yang di suplai. Karena mesin-mesin listrik pada sebuah industri sangat sensitif terhadap lonjakan atau ketidak setabilan tegangan, dan juga perlu di usahakan suatu sistem tenaga listrik perindustrian yang dapat memberikan pelayanan yang telah memberikan kriteria yang diinginkan oleh konsumen. Untuk istilah dari kualitas daya listrik sudah menjadi 6 isu penting pada industri sejak taun 1980 an. Maka dari itu kualitas daya listrik telah memberikan gambaran baik dan buruknya suatu sistem tenaga listrik.

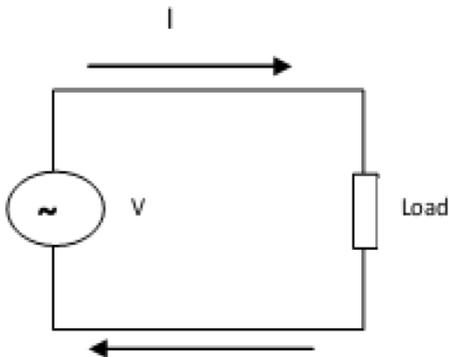
## **2.3. Daya Listrik**

Daya listrik merupakan suatu energi yang dapat di gunakan untuk suatu usaha atau pekerjaan. Di daalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah yang digunakan untuk melakukan suatu pekerjaan atau usaha. Selain itu daya juga memiliki satuan Watt, yang merupakan perkalian dari Tegangan dengan satuan (Volt) dan arus dengan satuan (ampere). Selain itu daya dapat di simbolkan dengan P, Tegangan di simbolkan dengan V dan Arus di simbolkan dengan I, sehingga besarnya daya dinyatakan :

$$P = V \times I$$

$$P = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times \text{Cos } \phi$$

$$P = \text{Watt}$$



Gambar 2.1 . Arah Aliran Arus Listrik

Sumber : Yugi Eryuhanggoro, 2013

a. Daya Aktif (P)

Daya aktif merupakan daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Untuk satuan dari daya aktif adalah Watt. Ada juga persamaan dari daya aktif contohnya sebagai berikut:

$$\text{Untuk satu phasa : } P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$\text{Untuk tiga phasa : } P = 3 \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Daya ini digunakan secara umum oleh konsumen dan dikonversikan dalam bentuk usaha atau kerja.

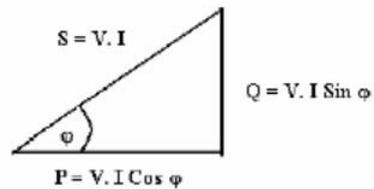
b. Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif merupakan jumlah daya yang diperlukan untuk membentuk suatu medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk juga fluks dari medan magnet. Contoh suatu daya yang menimbulkan daya reaktif salah satunya adalah motor atau transformator. Untuk satuan dari daya reaktif adalah VAR.

- Untuk satu phasa  $Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi$
- Untuk Tiga phasa  $Q = 3 \cdot V \cdot I \cdot \sin \varphi$

c. Daya Semu (S)

Daya Semu merupakan daya yang dihasilkan dari perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan. Untuk satuan dari daya semu adalah VA (volt ampere).

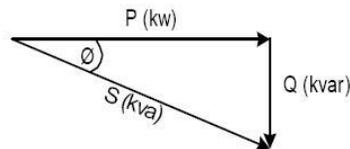


Gambar 2.2. Penjumlahan Trigonometri Daya aktif, reaktif, dan semu

Sumber : Yugi Eryuhanggoro, 2013

d. Segitiga Daya

Segitiga daya merupakan gambaran antara hubungan matematika dan tipe - tipe daya yang berbeda di antara daya semu, daya aktif dan daya reaktif berdasarkan prinsip trigonometri.



Gambar 2.3. Segitiga Daya

Sumber : Yugi Eryuhanggoro, 2013

dimana berlaku hubungan :

$$S = V \cdot I$$

$$P = S \cdot \cos \varphi$$

$$Q = S \cdot \sin \varphi$$

e. Faktor Daya

Faktor daya atau  $\text{Cos } \phi$  merupakan perbandingan antara daya aktif dengan satuan (Watt) dan daya nyata dengan satuan (VA) yang dipergunakan di dalam sirkuit AC atau beda sudut fasa antara V dan I yang biasanya dinyatakan dalam  $\text{cos } \phi$ .

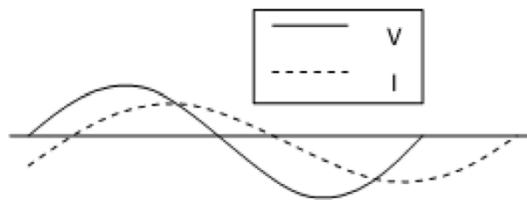
$$\begin{aligned}\text{Faktor Daya} &= \text{Daya Aktif (P) / Daya Semu (S)} \\ &= \text{kW / kVA} \\ &= \text{V.I Cos } \phi / \text{V.I} \\ &= \text{Cos } \phi\end{aligned}$$

Dalam sistem tenaga listrik faktor daya dibagi menjadi 2 jenis faktor daya sebagai berikut:

a. Faktor Daya Terbelakang (Lagging)

Faktor daya terbelakang akan menumbulkan suatu keadaan ketika faktor daya memiliki kondisi-kondisi sebagai berikut :

- Beban atau peralatan atau komponen listrik yang memerlukan daya reaktif pada beban yang bersifat induktif.
- V mendahului I dengan sudut  $\phi$ , dan arus (I) terbelakang dari tegangan (V)



Gambar 2.4. Arus yang tertinggal dari tegangan sebesar sudut  $\phi$

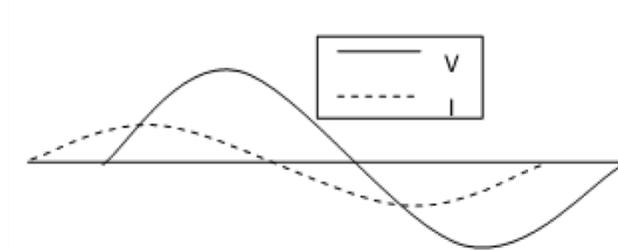
Sumber : Yugi Eryuhanggoro, 2013

Dari Gambar diatas terlihat bahwa arus yang tertinggal dari tegangan maka daya reaktifnya mendahului daya semu, berarti beban membutuhkan atau menerima daya reaktif dari sistem.

b. Faktor Daya Mendahului (Leading)

Faktor daya mendahului akan menimbulkan suatu keadaan ketika faktor daya memiliki kondisi-kondisi sebagai berikut :

- Beban atau peralatan listrik yang memberikan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat kapasitif.
- Arus mendahului tegangan,  $V$  terbelakang dari  $I$  dengan sudut  $\phi$



Gambar 2.5. Arus yang Mendahului Tegangan Sebesar Sudut  $\phi$

Sumber : Yugi Eryuhanggoro, 2013

Dari Gambar diatas terlihat yang mana arus( $I$ ) telah mendahului tegangan ( $V$ ) maka daya reaktif lah yang tertinggal dari daya semu, memberikan beban daya reaktif kepada sistem.

Dalam hal ini bahwa faktor daya hanya mempunyai nilai range dari 0 – 1 dan dapat juga dinyatakan dalam persen. Untuk faktor daya yang bagus apabila ketika nilai faktor daya mendekati satu.

Dikarenakan komponen dari daya aktif pada umumnya konstan atau bias maka komponen dari satuan KVA dan KVAR dapat berubah sesuai dengan faktor daya, maka dapat juga di tulis sebagai berikut:

$$\text{Daya Reaktif (Q)} = \text{Daya Aktif (P)} \times \tan \phi$$

Contoh pada rating kapasitor yang dibutuhkan untuk memperbaiki faktor daya sebagai berikut :

$$\text{Daya reaktif pada pf awal} = \text{Daya Aktif (P)} \times \tan \phi_1$$

$$\text{Daya reaktif pada pf diperbaiki} = \text{Daya Aktif (P)} \times \tan \phi_2$$

Sehingga agar dapat memperbaiki faktor daya maka di butuhkanlah rating capasitor sebagai berikut: Daya reaktif (kVAR) = Daya Aktif (kW) x (Tan  $\phi_1$  - Tan  $\phi_2$ ).

Beberapa keuntungan untuk meningkatkannya faktor daya:

- Tagihan listrik akan menjadi kecil dan PLN akan memberikan denda jika nilai pf lebih kecil dari 0,85.
- Kapasitas distribusi sistem tenaga listrik akan meningkat
- Mengurangi rugi – rugi daya aktif pada sistem
- Terjadinya peningkatan tegangan karena adanya daya yang meningkat. Jika pf lebih kecil dari 0,85 maka kapasitas daya aktif (kW) yang digunakan akan berkurang. Maka kapasitas itu akan terus menurun seiring dengan menurunnya pf sistem kelistrikan.

## **2.4 Sifat Beban Listrik**

Dalam sebuah rangkaian listrik maka akan dijumpai dengan adanya sumber dan beban. Bila sumber listrik DC, maka sifat dan beban hanya bersifat resistif murni, dikarenakan nilai frekuensi dari sumber DC adalah nol. Yang dimana ketika nilai reaktansi induktif (XL) akan menjadi nol yang berarti bahwa induktor tersebut short circuit. Maka reaktansi kapasitif (XC) akan menjadi tak berhingga yang berarti bahwa kapasitif tersebut akan open circuit. Maka sumber DC akan mengakibatkan terjadinya

masalah di beban induktif dan beban kapasitif yang menyebabkan tidak akan berpengaruh pada rangkaian. Bila sumber listrik AC maka beban dibedakan menjadi 3 sebagai berikut.

a. Beban Resistif

Beban resistif yang merupakan suatu resistor murni, contoh : lampu pijar, pemanas. Beban ini akan menyerap daya aktif dan tidak akan menyerap daya reaktif sama sekali. Tegangan dan arus se-fasa. Secara matematis dinyatakan :

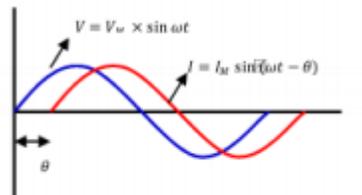
$$R = V / I$$


Gambar 2.6. Arus dan tegangan pada beban resistif

Sumber : Yugi Eryuhanggoro, 2013

b. Beban Induktif

Beban induktif merupakan suatu beban yang mengandung kumparan kawat yang dililitkan pada sebuah inti besi, contohnya : motor – motor listrik, induktor dan transformator. Beban ini mempunyai faktor daya dari 0 – 1 .Beban ini akan menyerap daya aktif (KW) dan daya reaktif (KVAR). Maka tegangan akan mendahului arus sebesar  $\phi^\circ$ . Secara matematis dinyatakan.

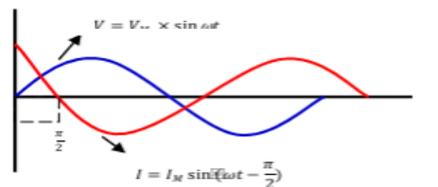


Gambar 2.7. Arus, tegangan dan GGL induksi-diri pada beban induktif

Sumber : Yugi Eryuhanggoro, 2013

### c. Beban Kapasitif

Beban kapasitif merupakan suatu beban yang mengandung rangkaian kapasitor. Beban ini mempunyai faktor daya dari 0–1. Maka beban ini dapat menyerap daya aktif (KW) dan mengeluarkannya menjadi daya reaktif (KVAR). Maka arus akan mendahului tegangan sebesar  $\phi^\circ$ . Secara matematis dinyatakan:



Gambar 2.8. Arus, tegangan dan GGL induksi-diri pada beban kapasitif

Sumber : Yugi Eryuhanggoro, 2013

## 2.5 Panel Capacitor Bank

### a. Definisi Panel Capacitor Bank

Panel Capacitor Bank adalah peralatan elektrik yang berfungsi meningkatkan power factor (PF), yang dapat mempengaruhi besarnya arus (Ampere). Pemasangan kapasitor bank ini akan memberikan keuntungan kepada system listrik sebagai berikut:

- Meningkatnya kemampuan jaringan dalam menyalurkan daya

- Optimasi biaya : ukuran kabel diperkecil
- Mengurangi besarnya nilai "drop voltage"
- Mengurangi naiknya arus dan suhu pada kabel, sehingga mengurangi rugi-rugi daya

Untuk meningkatkan faktor daya ini tergantung dari seberapa besar nilai kapasitor yang dipasang (dalam KVAR). Sehingga denda VAR bisa dikurangi. Pada kehidupan di jaman modern saat ini dimana salah satu tanda adalah dengan pemakaian energi listrik yang cukup besar. Besarnya energy listrik atau beban listrik yang dipakai ditentukan oleh reaktansi (R), induktansi (L) dan kapasitansi (C). Besarnya pemakaian energi listrik dapat di sebabkan dengan adanya peralatan elektronika atau beban listrik yang digunakan. Sedangkan beban listrik yang digunakan pada umumnya bersifat induktif dan berdifat kapasitif. Di mana beban induktif yang bersifat positif membutuhkan daya reaktif seperti 15 trafo pada rectifier, motor induksi (AC) dan lampu TL, sedangkan beban kapasitif yang bersifat negatif mengeluarkan daya reaktif.

Daya reaktif merupakan suatu daya yang tidak berguna sehingga tidak dapat dirubah menjadi tenaga akan tetapi daya reaktif sangatlah diperlukan untuk melakukan proses transmisi energi listrik pada beban. Jadi penyebab terjadinya pemborosan energi listrik adalah banyaknya peralatan yang bersifat induktif. Maka dari itu dalam penggunaan energi listrik ternyata pelanggan tidak hanya dibebani oleh daya aktif (kW) saja tetapi juga daya reaktif (KVAR). Untuk penjumlahan kedua daya itu akan menghasilkan daya nyata yang merupakan daya yang disuplai oleh PLN

Jika nilai dari daya itu diperbesar yang biasanya dilakukan oleh pelanggan industri maka rugi-rugi daya menjadi besar sedang daya aktif (kW) dan tegangan yang sampai ke konsumen berkurang. Maka dari itu produksi pada industri akan menurun hal ini tentunya tidak boleh terjadi, maka suplai daya dari PLN harus ditambahkan. Karena daya itu.

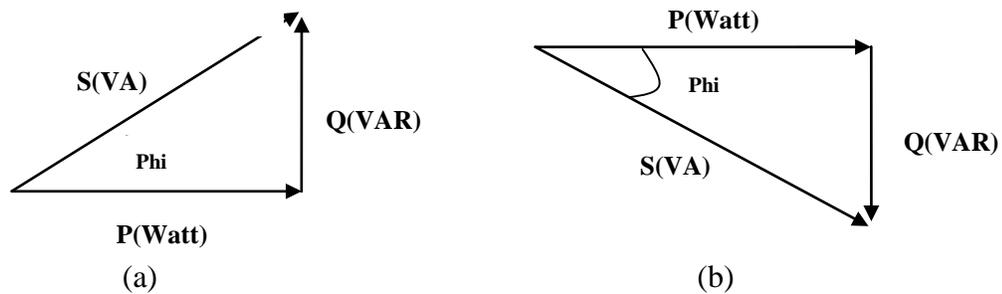
$$P = V.I$$

Keterangan : P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

maka dengan bertambahnya daya berarti akan terjadi penurunan harga V dan akan naiknya harga I. Maka dari itu daya aktif, daya reaktif dan daya nyata merupakan suatu kesatuan yang digambarkan seperti segi tiga siku-siku pada Gambar berikut



Gambar 2.9. Segitiga Daya (a) Karakteristik Beban Kapasitif, (b) Karakteristik Beban Induktif

Sumber : Temmy Nanda Hartono, 2014

$$P = V \cdot I \cos \phi$$

$$Q = V \cdot I \sin \phi$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{ atau } S = V \cdot I$$

$$\text{Faktor Daya} = \frac{\text{Daya Nyata}}{\text{Daya Semu}} = \cos \phi$$

Seperti yang kita ketahui bahwa harga  $\cos \phi$  mulai dari 0 s/d 1. Sehingga kondisi terbaik yaitu pada saat harga P (KW) dan maksimum atau harga  $\cos \phi = 1$  maka  $\cos \phi$  bias di bilang terbaik . Namun dalam kenyataannya harga  $\cos \phi$  yang ditentukan oleh PLN sebagai pihak yang mensuplai daya adalah sebesar 0,8. Jadi untuk harga  $\cos \phi$  kurang dari 0,8 berarti pf dikatakan jelek. Jika pf pelanggan jelek maka kapasitas daya aktif (kW) yang dapat digunakan pelanggan akan berkurang. Kapasitas itu akan terus menurun dan semakin menurunnya pf sistem kelistrikan pelanggan. Akibat menurunnya pf itu maka akan muncul beberapa persoalan sebagai berikut:

- Membesarnya penggunaan daya listrik KWH karena terjadi nya rugi-rugi daya.
- Membesarnya suatu penggunaan daya listrik KVAR.
- Mutu listrik jadia lebih rendah karena jatuh nya tegangan.

Secara teori sistem dengan pf yang rendah tentunya dapat menyebabkan besarnya arus yang dibutuhkan dari pensuplai. Hal ini akan menyebabkan rugi-rugi daya (daya reaktif) dan jatuh nya tegangan menjadi besar. Dengan demikian denda harus dibayar karena pemakaian dari daya reaktif meningkat menjadi besar. Denda atau biaya kelebihan daya reaktif dikenakan apabila jumlah pemakaian KVARH yang tercatat dalam sebulan lebih tinggi dari 0,62 jumlah kWH pada bulan yang bersangkutan sehingga pf rata-rata kurang dari 0,85.

Berdasarkan dari cara kerjanya, kapasitor bank dibedakan menjadi 2 :

1) Tipe Fixed.

yaitu dengan memberikan sebuah beban kapasitif yang tetap ataupun berubah-ubah pada beban. Biasanya dipergunakan pada beban langsung seperti pada motor induksi dan nilai yang aman adalah 5% dari kapasitas motor. Pada tipe fixed ini yang harus dipertimbangkan adalah pada saat pemasangan kapasitor bank tanpa beban.

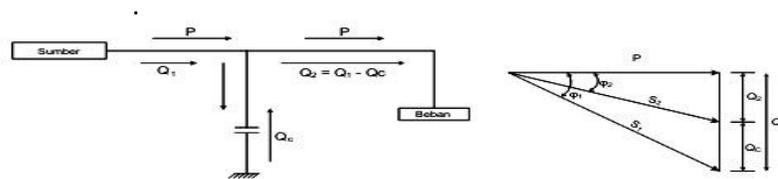
2) Tipe Otomatis.

Dengan memberikannya beban kapasitif yang bervariasi kebutuhan kapasitor bank yang terpasang. Maka pada tipe otomatis ini jenis panelnya dilengkapi dengan sebuah Power Factor Controller (PFC) yang berfungsi sebagai pengaman. PFC akan menjaga  $\cos \phi$  pada sebuah jaringan listrik yang sesuai dengan target yang ditentukan. Apabila pada tipe otomatis ini terjadi perubahan beban, maka PFC secara otomatis akan langsung memperbaiki  $\cos \phi$

#### b. Perbaikan faktor daya terhadap kapasitor bank

Dapat diketahui bahwa dengan membangkitkan daya reaktif pada pusat pembangkit tenaga dan menyalurkannya ke kepusat beban yang jaraknya cukup jauh, maka sangatlah tidak ekonomis. Yang mana hal ini dapat di atasi dengan meletakkan kapasitor pada

pusat beban. Gambar berikut ini menunjukkan cara terhadap perbaikan faktor daya untuk sistem tersebut



Gambar 2.10. Perbaikan Faktor Daya Dengan Kapasitor

Sumber : Tarsin Saragih, 2011

#### c. Perawatan dan Perlindungan Capacitor Bank

Capasitor bank yang digunakan untuk memperbaiki faktor daya supaya tahan lama, maka harus dirawat secara rutin dan secara teratur. Dalam perawatan ini, capasitor bank harus ditempatkan pada posisi tempat yang lembab dan tidak basah dikarenakan capasitor bank harus terlindungi dari debu dan kotoran. Sebelum melakukan pemeriksaan, maka capasitor bank harus tidak terhubung dengan sumber listrik. Adapun beberapa jenis pemeriksaan yang harus dilakukan yaitu:

- Dilakukannya Pemeriksaan terhadap kebocoran arus.
- Dilakukannya Pemeriksaan terhadap kabel dan penyangga Capasitor.
- Dilakukan nya Pemeriksaan terhadap isolator.

Untuk meminimalisir terjadinya kegagalan terhadap sekering pemegang atau pecahnya arus pada Capasitor bank, atau keduanya, maka standar memaksakan batasan ke energi maksimum total yang tersimpan dalam sebuah kelompok yang terhubung paralel ke 4659 KVAR. Hal ini dilakukan agar tidak melanggar batasan ini, dengan ini capasitor bank dari rating tegangan rendah dihubungkan secara seri. Namun hal ini dapat mengurangi sensitivitas skema deteksi ketidakseimbangan terhadap capasitor. Memisahkan capasitor bank menjadi 2 bagian yaitu dengan melakukan hubungan seri, solusi ini dapat digunakan untuk skema ketidak seimbangan yang lebih baik untuk dideteksi. Kemungkinan lain adalah dengan menggunakan nya sekering pembatas arus. Koneksi optimal untuk SCB tergantung pada pemanfaatan terbaik dari peringkat tegangan yang tersedia unit kapasitor, sekering, dan menyampaikan pelindung. Hampir semua capasitor bank yang dihubungkan secara seri. Maka setiap pemakaian capasitor bank bagaimanapun harus dihubungkan secara seri atau paralel.

#### d. Proses Kerja *capasitor*

Capasitor yang akan digunakan untuk meperbesar pf dipasang secara pararel dengan rangkaian beban. Jika rangkaian itu diberi tegangan maka elektron akan mengalir masuk ke capasitor. Pada saat capasitor penuh dengan muatan elektron maka tegangan akan berubah. Kemudian elektron akan ke luar dari capasitor dan mengalir ke dalam rangkaian yang diperlukannya, dengan demikian pada saat itu lah capasitor membangkitkan daya reaktif. Jika tegangan yang berubah itu kembali normal atau tetap maka capasitor akan kembali menyimpan elektron. Ketika capasitor mengeluarkan elektron ( $I_c$ ) berarti sama juga capasitor menyuplai daya reaktif ke beban. Dikarenakan beban bersifat induktif (+) sedangkan daya reaktif bersifat kapasitif (-) maka mengakibatkan terjadinya daya reaktif yang berlaku menjadi kecil. Rugi-rugi daya sebelum dipasang capasitor.

Rugi daya aktif =  $I^2 R$  (Watt)

Rugi daya reaktif =  $I^2 \times X_c$  (VAR)

Rugi-rugi daya sesudah dipasang kapasitor :

Rugi daya aktif =  $(I^2 - I_c^2) R$  (Watt)

Rugi daya reaktif =  $(I^2 - I_c^2) \times X_c$  (VAR)

e. Metode Pemasangan Instalasi Kapasitor Bank

Adapun cara memasang kapasitor bank pada instalasi listrik dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

1) *Global compensation*

Dengan metode ini maka kapasitor di pasang di pusat atau induk panel (MDP). Selain itu arus yang turun dari pemasangan model ini hanya berada di penghantar antara panel MDP dan Transformator. Sedangkan untuk arus yang lewat setelah panel MDP tidak akan turun karena terjadinya rugi akibat disipasi panas pada penghantar setelah panel MDP tidak terpengaruh.

2) *Sectoral Compensation*

Dengan melakukan metode ini maka kapasitor yang terdiri dari beberapa panel di pasang di panel SDP. Dikarenakan cara ini sangat cocok di gunakan pada distribusi yang kapasitas bebannya sangat besar sampai ribuan KVA dan terlebih jarak antara panel MDP dan panel SDP cukup berjauhan.

3) *Individual Compensation*

Dengan melakukan metode ini maka kapasitor langsung di pasang pada masing-masing beban khususnya yang mempunyai daya yang cukup besar. Sebenarnya cara ini lebih efektif dan lebih baik dari segi teknisnya. Namun juga ada kekurangan terhadap metode ini, yaitu harus dapat menyediakan ruangan

atau tempat yang khusus untuk meletakkan kapasitor dapat mengurangi nilai estetika. Selain itu jika mesin yang di pasang sampai ratusan buah maka total cost yang di perlukan harus lebih besar dari metode di atas.

#### f. Komponen-komponen Capacitor bank

##### 1) Main switch / load Break switch

Main switch ini yaitu berguna sebagai peralatan control dan isolasi jika adanya pemeliharaan panel. Sedangkan untuk pengaman kabel atau pengaman instalasi sudah tersedia di MDP. Main switch atau dapat di sebut juga load breaker switch merupakan alat pemutus dan penyambung yang bersifan on load yaitu dapat di putus dan di sambung di sat keadaan berbeban.

##### 2) Capacitor Breaker

Capasitor breaker dapat digunakan untuk mengamankan instalasi kebel dari breaker ke capasitor bank dan juga capasitor itu sendiri. Kapasitas yang di gunakan breaker ini adalah 1,5 kali dari arus nominal dengan  $I_m = 10 \times I_r$ . Untuk melakukan perhitungan arus dapat di gunakan dengan rumusan  $I_n = Q_c / 3 \cdot V_L$ . Selain breaker dapat pula di gunakan dengan fuse, pemakaian fuse ini sebenarnya lebih baik dikarenakan respon dari kondisi over current dan short circuit yang lebih baik tetapi tidak efisien dalam melakukan pengoprasian, jika dalam kondisi putus maka harus selalu ada penggantian fuse atau sikring. Jika menggunakan fuse maka perhitungannya sama dengan menggunakan breaker

##### 3) Magnetic Contactor

Magnetic contactor yaitu di gunakan sebagai Peralatan kontrol. Yang mana pada beban kapasitor mempunyai arus puncak yang tinggi, lebih tinggi dari beban motor. Untuk melakukan pemilihan magnetic contactor minimal 10 % lebih tinggi dari arus nominal (pada AC 3 phasa dengan beban induktif/kapasitif). Pemilihan 22 magnetic dengan range ampere lebih tinggi

maka akan lebih baik juga umur dari pemakaian magnetic contactor yang lebih lama.

#### 4) Capacitor Bank

Capacitor bank merupakan salah satu peralatan listrik yang mempunyai sifat kapasitif yang dapat berfungsi sebagai penyeimbang sifat induktif. Kapasitas dari Capacitor dengan ukuran 5 KVAR sampai 60 KVAR dari tegangan kerja 230 V sampai 525 Volt.

#### 5) Reactive Power Regulator

Reactive Power Regulator atau bias di singkat dengan RPR merupakan komponen Capacitor bank yang dapat berfungsi untuk mengatur kerja kontaktor agar daya reaktif yang disupply ke jaringan atau sistem dapat bekerja sesuai kapasitas yang dibutuhkan. Dengan acuan pembacaan besaran arus dan tegangan pada sisi utama Breaker maka daya reaktif yang dibutuhkan dapat terbaca dan regulator inilah yang akan mengatur kapan dan berapa daya reaktif yang diperlukan. Peralatan ini mempunyai bermacam macam steps dari 6 steps , 12 steps sampai 18 steps. Dan untuk peralatan tambahan yang biasa digunakan pada panel kapasitor antara lain:

- Push button on dan push button off yang dapat berfungsi sebagai pengoprasian magnetic contactor secara manual. Selektor auto, off, dan manual yang berfungsi memilih sistem operasional auto dari modul atau manual dari push button.
- Exhaust fan dan thermostat merupakan peralatan tambahan yang berfungsi untuk mengatur temperature suhu dalam ruang panel capasitor. Dikarenakan capasitor , kontaktor dan kabel penghantar mempunyai disipasi daya panas yang cukup besar maka temperature pada ruang yang terdiri dari 23 panel meningkat.

Setelah settingan dari thermostat terlampaui maka exhaust fan akan otomatis berhenti.

#### 6) Setup C/K PFR

Agar kapasitor bank dapat bekerja secara maksimal dengan melakukan otomatisasi maka harus di pasang PFR, dan agar PFR dapat bekerja mengendalikan kapasitor dengan baik maka di perlukan setup C/K.

### 2.6 Menentukan Ukuran Kapasitor untuk Memerbaiki faktor daya

Untuk menentukan suatu Ukuran kapasitor agar dapat memperbaiki faktor daya pada sistem titik-titik tertentu dapat dilakukan secara manual, untuk sistem distribusi yang relatif kecil, KVAR kapasitor yang dibutuhkan untuk memperbaiki faktor daya  $\cos \phi_1$  sampai dengan  $\cos \phi_2$ . Ada beberapa Metode dalam mencari ukuran kapasitor untuk perbaikan faktor daya seperti dengan metode perhitungan sederhana, metode tabel kompensasi dan metode diagram.

#### a. Metode perhitungan sederhana

Dalam metode sederhana dapat kita mencari ukuran kapasitor data yang diperlukan anantara lain :

Daya Semu = S ( KVA)

Daya Aktif = P (KW)

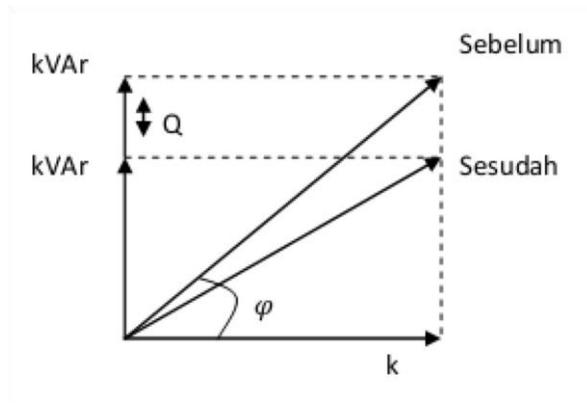
Daya Reaktif = Q (VAR)

Agar mempermudah mengingat simbol Daya reaktif kita gunakan simbol Q1 ( Daya reaktif PF lama) dan Q2 (Daya Reaktif PF baru). Jadi dapat kita simpulkan bahwa persamaan perhitungan sederhana yaitu :

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

b. Metode Diagram

Dalam menentukan besarnya Capacitor yang dibutuhkan maka diperlukan diagram sebelum kompensasi dan sesudah kompensasi maka dapat di gambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.11. Diagram Daya Untuk Menentukan Kapasitor

Dapat di peroleh persamaan sebagai berikut :

$$Q_c = kW (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$