

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Kualitas daya listrik pada industri sangat penting, karena sangat mempengaruhi proses dan hasil akhir produksi. Ketika semakin sensitifnya suatu peralatan baik di industri maupun di rumah tangga, kualitas daya listrik menjadi suatu hal yang perlu diperhatikan. Hal ini untuk mengurangi kemungkinan kerusakan-kerusakan peralatan sensitif tersebut (Putri dan Pasaribu, 2018). Masalah kualitas daya didefinisikan sebagai semua yang berhubungan dengan daya listrik yang berupa penyimpangan tegangan, arus dan frekuensi yang menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik (Esye dan Lesmana, 2021). Salah satu dari macam –macam kualitas daya diantaranya adalah faktor daya, harmonisa, tegangan kedip, perubahan frekuensi dan ketidakseimbangan tegangan dan fasa. Faktor daya merupakan salah satu indikator baik buruknya kualitas daya listrik. Faktor daya sendiri besarnya dipengaruhi oleh jenis beban yang dipakai. Beban memiliki sifat resistif, induktif, dan kapasitif. Nilai faktor daya dibatasi dari 0 hingga 1, semakin besar nilai faktor daya yaitu mendekati 1 (daya aktif besar) maka sistem kelistrikan tersebut akan semakin bagus. Sebaliknya semakin rendah faktor daya yaitu mendekati 0 (daya reaktif besar) maka semakin sedikit daya yang bisa dimanfaatkan dari sejumlah daya tampak yang sama. Ketika suatu sistem listrik memiliki faktor daya yang rendah maka berdampak pada menurunnya mutu listrik, membesarnya penggunaan daya dan yang harus dikeluarkan. Standar tegangan jatuh pada SPLN 1 (1995) dimana besaran yang

ditentukan -10% +5% dan standar nilai minimum faktor daya berdasarkan peraturan SPLN 70-1 (1985) adalah  $>0,85$ . Apabila faktor daya kurang dari 0.85, PLN akan memperhitungkan kelebihan pemakaian Kilo Volt Ampere Reaktif Hours (kVARh) disamping pemakaian kWh yang sudah ada. Dengan demikian faktor daya harus diperbaiki. Suatu alat yang digunakan untuk memperbaiki faktor daya adalah kapasitor bank. Kapasitor bank adalah sekumpulan kapasitor yang dihubungkan paralel dengan rangkaian beban (Carmanto, 2019). Elektron akan mengalir masuk ke kapasitor bila rangkaian itu diberi tegangan. Pada saat kapasitor penuh dengan muatan elektron maka tegangan akan berubah. Kemudian elektron akan keluar dari kapasitor dan mengalir ke dalam rangkaian yang memerlukannya. Pada penelitian ini penulis mengangkat analisis perbaikan faktor daya menggunakan kapasitor bank di Masjid Agung Serdang sebagai judul penulisan tugas akhir.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Perumusan masalah pada pembahasan ini adalah:

1. Menganalisa Faktor Daya pada sistem kelistrikan di Masjid Agung Serdang sebagai dengan kapasitor bank.
2. Menganalisis dengan simulasi, bagaimana cara untuk memperbaiki nilai faktor daya secara akurat.

## **1.3. Manfaat**

Adapun manfaat dari penulisan tugas tugas akhir ini adalah :

1. Untuk Ilmu Pengetahuan, menambah wawasan ilmu pengetahuan tentang daya reaktif, kapasitor bank dan cara perhitungannya.
2. Bagi mahasiswa dapat dijadikan sebagai referensi untuk mengetahui kajian mengenai masalah yang selalu dihadapi dalam penyaluran energi listrik diantaranya jatuh tegangan, faktor daya yang rendah dan rugi-rugi daya.
3. Mengetahui kondisi penggunaan energi jaringan listrik yang digunakan oleh Masjid Agung Serdang bedagai.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah bagaimana menganalisa besarnya nilai faktor daya dan daya reaktif yang digunakan di Masjid Agung Serdang bedagai, kemudian memperbaiki nilai faktor daya dari panel Transformator utama apabila faktor daya tidak sesuai standar yang ditetapkan oleh PLN menggunakan kapasitor bank.

#### **1.5. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penulisan skripsi ini adalah menganalisis dan melakukan perhitungan terhadap kondisi daya dan nilai faktor daya di Masjid Agung Serdang Bedagai. Kemudian melakukan simulasi perhitungan nilai kapasitor Bank yang akan digunakan terhadap panel Transformator utama yang memiliki nilai faktor daya dibawah standar.

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Daya

Menurut (Dani, 2018), daya adalah sebuah kuantitas yang penting dalam rangkaian-rangkaian listrik. Daya merupakan ukuran disipasi energi dalam sebuah alat. Karena tegangan dan arus dapat berubah sesuai fungsi dari waktu, nilai sesaat dan nilai rata-rata dapat digunakan untuk menggambarkan disipasi. Berdasarkan definisi, daya sesaat adalah perkalian antara tegangan dan arus sesaat.

##### 2.1.1. Daya Semu (Apparent Power)

Daya semu (daya total) merupakan daya yang masuk ke rangkaian AC atau dengan kata lain daya yang sebenarnya diterima dari pemasok sumber tegangan arus AC, dan juga merupakan resultan daya antara daya aktif dan daya reaktif. Daya tampak didefinisikan sebagai hasil perkalian dari tegangan dan arus dalam rangkaian AC tanpa memperhatikan selisih sudut fase arus dan tegangan (Kusnadi dan Aji, 2016).

$$S = V \times I \text{ (VA) } \dots\dots\dots$$

(2.1)

Untuk tiga fasa digunakan rumus

$$S = V \times I \sqrt{3} \text{ (VA)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Atau

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} \dots\dots\dots (2.3)$$

Di mana:

S = Daya semu

I = Arus

Cos  $\varphi$  = Faktor daya

V = Tegangan

P= Daya aktif

### 2.1.2. Daya Nyata/Aktif (True Power)

Daya nyata P adalah bagian yang lebih kecil dibandingkan daya tampak S. Jika daya dinyatakan terhadap resistansi maka akan sebanding dengan kuadrat arus atau tegangan. Daya nyata merupakan perkalian antara tegangan dan arus serta koefisien faktor dayanya (Basudewa, 2020). Daya nyata dituliskandengan persamaan dibawah:

$$P = S \times \cos \varphi \text{ (Watt)} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$P = V \times I \cos \varphi \text{ (Watt)} \dots\dots\dots (2.5)$$

Atau

$$P = \sqrt{S^2 - Q^2} \text{ (Watt)} \dots\dots\dots (2.6)$$

Di mana :

S= Daya semu

Q= Daya reaktif

P= Daya aktif

$\cos\phi$  = Faktor daya

### 2.1.3. Daya Reaktif Q (*Reactive Power*)

Daya reaktif merupakan daya yang diperlukan untuk rangkaian magnetisasi suatu rangkaian listrik, dinyatakan dalam VAR (Volt Ampere Reaktif). Daya reaktif dapat didefinisikan sebagai hasil perkalian antara tegangan dan arus serta nilai  $\sin \phi$  (Rofii & Ferdinand, 2018).

$$Q = V \times I \sin \phi \text{ (VAR) } \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

$$Q = P \cdot \tan \phi \dots\dots\dots (2.8)$$

Atau

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \text{ (VAR) } \dots\dots\dots(2.9)$$

## 2.2. SifatBebanListrik

Dalam suat rangkaian listrik selaludijumpai sumber dan beban. Bilasumber listrik DC, maka sifat bebannya bersifat resistif murni, karena frekuensi sumber DC adalah nol. Bilasumber listrik AC maka beban dibedakan menjadi 3:

### 2.2.1. Beban Resistif (R)

Beban resistif adalah beban resistorn murni, contoh: lampu pijar dan pemanas. Beban resistif menyerap daya aktif dan tidak menyerap daya reaktif. Tegangan dan arus pada beban resistif se-fasa. Secara matematis dinyatakan:

$$R = \frac{V}{I} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dengan :

R = Beban resistif

V (t) = Menyatakan besar tegangan listrik sebagai fungsi waktu

I (t) = Besar arus yang mengalir fungsi waktu.

### 2.2.2. Beban Kapasitif (C)

Kapasitif (kapasitor) adalah beban yang berasal dari dua bahan penghantar (konduktor) yang terpisah, dengan polaritas yang berbeda pada penghantar nya. Beban kapasitif ini berfungsi menyimpan muatan listrik. Beban kapasitif diantaranya terdapat pada saluran penghantar, mesin sinkron berpenguatan lebih, kapasitor dan lain sebagainya. Kapasitor memiliki simbol (C) dengan satuan Farad.

Kapasitor diberi lambang (C), sedangkan reaktansi kapasitif diberi lambang

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dengan :

$X_C$  = Reaktansi induktif  $\Omega$

$\Omega$  =  $\frac{22}{7}$  atau 3.14

f = Frekuensi (Hz)

$L$  = Kapasitas Induktor (Henry)

### 2.2.3. Beban Induktif ( $L$ )

Beban Induktif (induktor) adalah beban yang berasal dari suatu penghantar untuk menghasilkan medan magnet yang di pergunakan untuk mengubah energi mekanik atau gerak menjadi energi listrik ataupun sebaliknya, menaikkan atau menurunkan tegangan listrik, dan sebagainya. Beban induktif terdapat pada saluran transmisi yang merupakan rugi-rugi dari saluran tersebut. Induktif mempunyai simbol ( $L$ ). Beban induktif juga terdapat pada kontraktor magnet.

Induktor diberi lambang  $L$ , sedangkan reaktansi induktif diberi lambang  $X_L$ .

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan :

$X_L$  = Reaktansi induktif  $\Omega$

$$\Omega = \frac{22}{7} \text{ atau } 3.14$$

$f$  = Frekuensi (Hz)

$L$  = Kapasitas Induktor (Henry)

## 2.3. Faktor Daya Atau $\cos\phi$ (Power Factor)

### 2.3.1. Pengertian faktor daya

Perbedaan fasa antara arus dan tegangan disebut sudut fasa dan cosinus sudut fasa disebut faktor daya ( $\cos\phi$ ). Faktor daya merupakan faktor indikator penting tentang bagaimana efektifnya sebuah beban melaksanakan fungsinya sehubungan dengan disipasi daya (*Power Faktor*), yang didefinisikan sebagai:



$$PF = \frac{P}{S} \dots\dots\dots (2.13)$$

Maka faktor daya PF adalah perbandingan antara daya nyata P (Watt) dengan daya tampak S (VA). Dalam diagram daya, PF adalah cosinus sudut antara daya aktif dan daya tampak. Faktor daya dapat ditulis menjadi:

$$R = \frac{P}{V \cdot I} = \frac{\text{Daya Nyata}}{\text{Volt Ampere}} \dots\dots\dots (2.12)$$

Atau

$$R = \frac{P}{S} = \frac{S \cos \varphi}{S} \dots\dots\dots (2.13)$$

Sehingga dapat ditulis menjadi :

$$PF = \cos \varphi \dots\dots\dots (2.14)$$

Sudut  $\varphi$  adalah sudut yang dibentuk antara sisi daya aktif P dan daya tampak S, sedangkan daya reaktif Q tegak lurus terhadap daya aktif P.

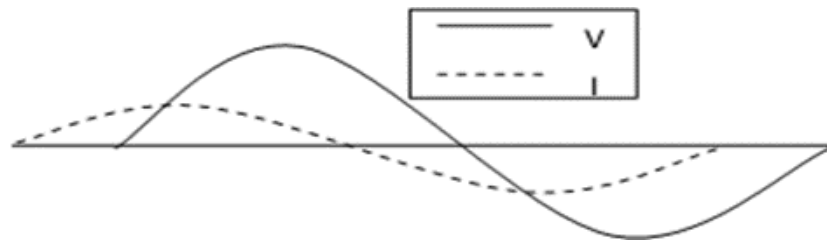
Efisiensi daya yang lebih adalah ketika P sama atau mendekati S, yaitu ketika  $\cos \varphi = 1$  atau mendekati 1. Faktor daya yang rendah merugikan karena mengakibatkan arus beban tinggi, oleh karena itu dalam perbaikan PF diperlukan keseimbangan antara sifat kapasitif dan induktif dalam rangkaian (Dani, 2018).

Berdasarkan PERMEN ESDM (2016), standar minimal faktor daya yang diizinkan oleh pihak PLN adalah 0,85. Apabila  $\cos \varphi$  berada di bawah standar yang ditentukan, maka akan berdampak pada pemakaian daya reaktif yang berlebihan. Hal ini dapat menimbulkan denda bagi pelanggan.

### 2.3.2. Faktor Daya Mendahului (*Leading*)

Faktor daya mendahului (*leading*) adalah keadaan  $\cos \phi$  saat memiliki kondisi- kondisi sebagai berikut (Saragih, 2019):

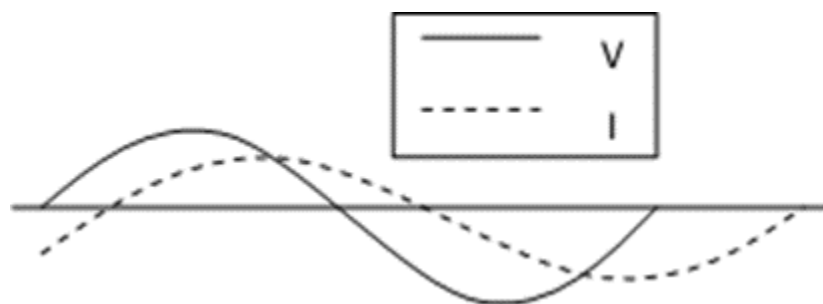
1. Beban/peralatan listrik memberikan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat kapasitif.
2. Arus mendahului tegangan,  $V$  terbelakang dari  $I$  dengan sudut  $\phi$



Gambar 2.1. Arus Mendahului Tegangan Sebesar Sudut  $\phi$

### 2.3.3. Faktor Daya Terbelakang (*Lagging*)

Faktor daya terbelakang (*lagging*) merupakan keadaan faktor daya saat beban/ peralatan listrik memerlukan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat induktif serta  $V$  mendahului  $I$  dengan sudut  $\phi$ .



Gambar 2.2. Arus tertinggal dari tegangan sebesar sudut  $\phi$

### 2.3.4. Penyebab dan Akibat Rendahnya Faktor Daya

#### a. Penyebab faktor daya rendah

Faktor daya yang rendah akan menyebabkan arus yang mengalir pada suatu beban listrik menjadi besar (Awaluddin, 2018). Hal ini dapat dilihat pada persamaan berikut

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dengan ketentuan daya dan tegangannya konstan. Faktor daya rendah dihasilkan oleh peralatan seperti motor induksi, transformator, pada beban-beban rendah dan unit- unit ballast dari lampu pelepas (*discharge lighting*) yang memerlukan arus magnetisasi reaktif untuk gerakannya. Medan magnet dari peralatan-peralatan seperti ini memerlukan arus yang tidak melakukan kerja yang bermanfaat dan tidak mengakibatkan panas atau daya mekanis, tetapi yang diperlukan hanyalah untuk membangkitkan medan. Walaupun arus dikembalikan ke sumber jika medan turun mendadak, perlu penambahan kabel dan instalasi untuk membawa arus ini. Hanya komponen arus aktif dan bermanfaat yang bertanggungjawabkan kerja bermanfaat yang dilakukan oleh peralatan tersebut. Cara lain untuk melihat masalah ini adalah menyadari bahwa suatu faktor daya yang buruk menyebabkan tegangan dan arus berlawanan fasa sehingga perkaliannya tidak menghasilkan daya dalam watt, tetapi dalam Volt-Ampere.

#### **b. Akibat bila faktor daya rendah**

Apabila dari PLN menghasilkan faktor daya yang jelek, maka akan mengakibatkan pemakaian jaringan transmisi akan menjadi buruk, sebab arus yang besar, mengakibatkan hilangnya daya yang besar pada jaringan. Selain itu dapat berakibat buruk pada generator dan transformator, sebab arusnya

maksimum dan pemakaian tidak seimbang dengan daya aktif maksimum yang diperlukan. Akibat selanjutnya adalah boros bagi penggerak mulanya, karena hanya bagian aktif saja yang bisa digunakan pada konsumen, sehingga biaya produksinya mahal.

Pengaruh terhadap konsumen bila faktor daya yang dihasilkan jelek, maka akan mengakibatkan

Pada instalasi yang baru:

- Pada jaringan akan memerlukan penampang yang besar untuk penghantarnya
- Transformator akan terbebani oleh VA yang lebih besar. - Akan memerlukan daya yang lebih besar.

Pada instalasi yang sudah tersambung:

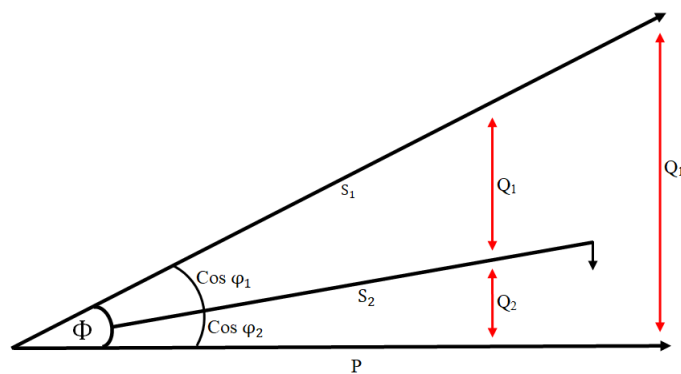
- Rugi-rugi yang timbul akan lebih besar karena adanya pengaruh panas.
- Kerugian tegangan lebih besar, sedangkan efisiensi pada instalasi lebih kecil.
- Penurunan tegangan pada beban, sehingga karakteristik pada beban tersebut berubah.

Membesarnya arus listrik pada suatu sistem akibat rendahnya faktor daya akan menimbulkan kerugian-kerugian sebagai berikut:

- Kapasitas daya dari transformator dan generator akan berkurang dengan arus penguatan yang bertambah. Akibatnya rugi-rugi tembaga bertambah dan efisiensi menurun.
- Luas penampang penghantar atau kabel jaringan harus diperbesar.

- Permukaan kontak-kontak dari peralatan pemutus dan luas penampang busbar harus diperbesar pula.
- Pada beban motor terjadi kenaikan temperature yang akan memperpendek umur isolasi belitannya.

### 2.3.5. Perbaikan Faktor Daya



Gambar 2.3. Perbaikan Faktor Daya

Perbaikan Faktor Daya Adalah salah satu atau kedua komponen daya aktif dan daya reaktif akan diikuti dengan membesarnya daya semu. Meningkatnya komponen daya aktif tidak menimbulkan masalah sejauh tidak melampaui batas kemampuan nominal (rating) peralatan, lain halnya dengan komponen daya reaktif yang walaupun tidak sampai melampaui batas kemampuan nominal, namun merugikan ditinjau dari segi efisiensi penyaluran energi. Hal ini dapat diterangkan sebagai berikut:

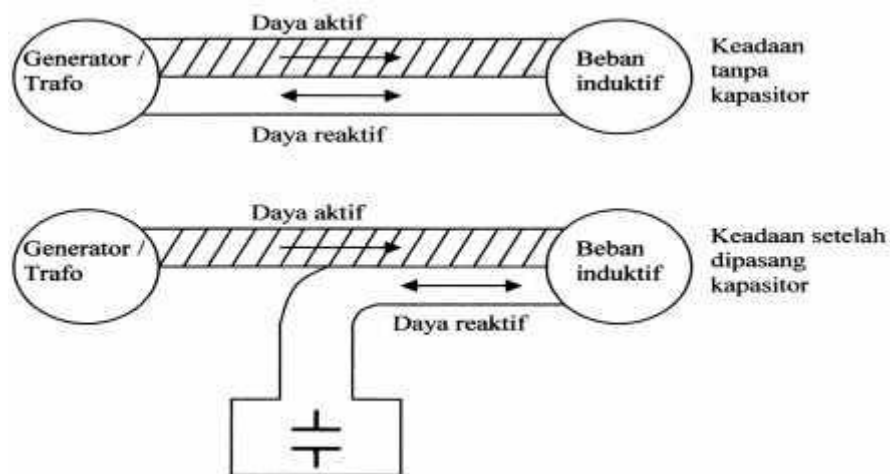
Sistem pembangkit tenaga listrik mempunyai batas daya nyata bagi penggerak mulanya dan batas daya semu bagi generator. Umumnya generator mempunyai kapasitas daya nyata bagi penggerak mula untuk faktor daya

maksimum. Dengan demikian kebutuhan sistem akan daya reaktif akan mereduksi daya nyata yang akan disalurkan ke beban. Makin besar daya reaktif yang disalurkan untuk besar daya semu yang sama, makin buruk faktor daya ( $\cos\phi$ ) sistem.

Permintaan daya reaktif yang kian membesar mengakibatkan usaha untuk memperbaiki faktor daya semakin mendesak mengingat faedahnya antara lain:

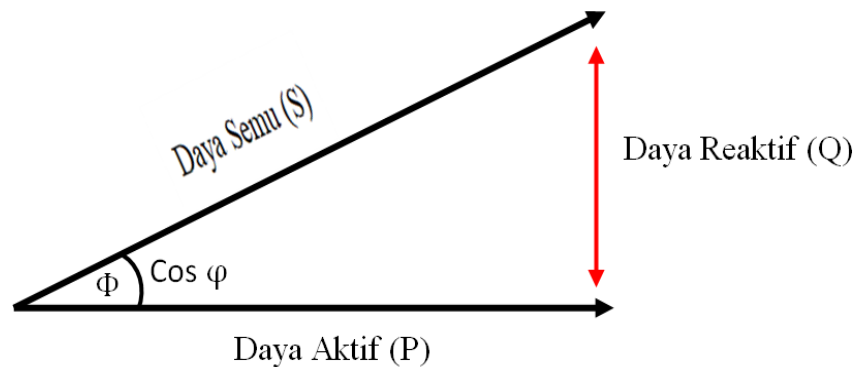
1. Mengurangi rugi-rugi  $I^2X$  pada sistem pada pengurangan arus.
2. Mengurangi rugi-rugi  $I^2R$  pada sistem pada pengurangan arus.
3. Mengurangi beban KVA generator sehingga kondisi beban dapat teratasi atau tersedia kapasitas untuk melayani kebutuhan beban.
4. Memperbaiki tegangan disisi beban.
5. Memperpanjang umur sistem.

Nampak dengan membaiknya faktor daya ( $\cos\phi$ ) tidak saja menguntungkan PLN sebagai produsen energi listrik, namun dirasakan juga oleh konsumen. Hal ini disebabkan manfaatnya meliputi seluruh sistem mulai dari distribusi sampai ke beban.



Gambar 2.4. Perbandingan Pemakaian Daya

### 2.3.6. Metode Segitiga Daya



Gambar 2.5 Segitiga Daya

Metode segitiga daya adalah metode perhitungan yang akan digunakan untuk menggambarkan bagaimana daya reaktif mempengaruhi faktor daya dan pada jaringan ac daya semu total kva diperoleh dengan bantuan hubungan segitiga daya tidak dengan penjumlahan aritmatika dari daya aktif dan daya reaktif. Akan lebih mudah dipahami perhitungan ini, dengan metode segitiga daya siku-siku. Penentuan nilai dari kapasitansi dilakukan dengan perhitungan daya reaktif kompensator ( $Q_c$ ). Agar nilai (PF)  $\approx 1$ , sebuah kapasitor daya AC (kapasitor bank) harus mempunyai nilai daya reaktif kompensator  $Q_c$  yang sama dengan nilai daya reaktif  $Q$  dari sistem awal, atau dapat ditulis dengan

$$Q_c = \frac{V^2}{X_c} \dots \dots \dots (2.16)$$

Untuk menghitung daya reaktif kompensator yang dibutuhkan terhadap perubahan daya reaktif yang diinginkan, digunakan persamaan (Santosa, 2020):

$$Q_c = Q_1 - Q_2 \dots \dots \dots (2.17)$$

Salah satu cara efektif untuk memperbaiki faktor daya adalah dengan kompensasi daya reaktif, dimana sebagian kebutuhan daya reaktif yang dibutuhkan beban didapatkan dari kompensator daya reaktif. Salah satu kompensator daya reaktif adalah kapasitor bank dengan rating kVAR sebagai berikut

$$Q = P \times (\tan \varphi_{\text{awal}} - \tan \varphi_{\text{target}}) \dots \dots \dots (2.18)$$

Andaikan P [kW] beban dengan faktor daya  $\cos \varphi_1$  dan  $\cos \varphi_2$  dan daya semu  $S_1$  dan  $S_2$  yang harus dikirim ke beban maka Penghematan daya semu  $\Delta S$  adalah :

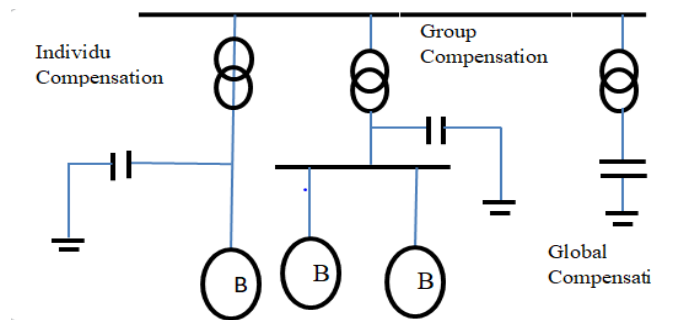
$$S = S_1 - S_2 = \frac{P}{\cos \varphi_1} - \frac{P}{\cos \varphi_2} \dots \dots \dots (2.19)$$

#### 2.4. Kapasitor Bank

Kapasitor Bank adalah sekumpulan kapasitor yang disambung paralel untuk mendapatkan kapasitas kapasitif tertentu. Besaran yang sering dipakai adalah kVAR (Kilo Volt Ampere Reaktif), meskipun didalamnya terkandung/ tercantum besaran kapasitansi yaitu Farad atau microfarad. Kapasitor ini mempunyai sifat listrik yang kapasitif (*leading*). Sehingga mempunyai sifat mengurangi/ menghilangkan terhadap sifat induktif (*lagging*). Menurut Handriyani *et al.* (2012) perbaikan faktor daya dapat diartikan sebagai usaha untuk membuat faktor daya/ $\cos \varphi$  mendekati 1. Faktor daya yang sering muncul adalah lagging, akibat pemakaian beban induktif (motor/trafo) Perbaikan dilakukan dengan memasang kapasitor pada masing-masing beban atau secara tersentralisir melalui kapasitor bank.” Bagian utama dari sel kapasitor adalah 2 elektroda dari foil aluminium yang dipisahkan oleh bahan dielektrik yang berjumlah setidaknya 2 lapis. Beberapa metode yang dapat dilakukan untuk penempatan dan hubungan



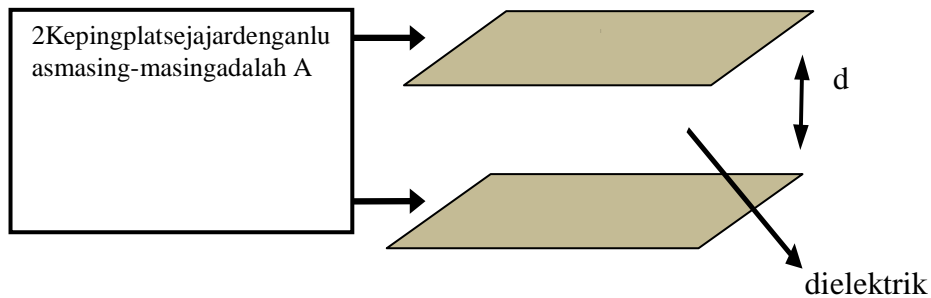
kapasitor bank terhadap beban tergantung dari dan dimana kita akan menggunakan kapasitor tersebut dan berapa nilai daya reaktif kompensator dari kapasitor bank yang kita perlukan. Pada hal ini lokasi pemasangan kapasitor bank memiliki beberapa cara, namun ada 3 cara yang banyak digunakan untuk pemasangan kapasitor bank yaitu: *Individual compensation*, *global compensation* dan juga *group compensation*.



Gambar 2.6. Metode Penempatan Kapasitor Bank

#### 2.4.1 Kinerja Kapasitor Bank

Kinerja (Cara kerja) Kapasitor merupakan komponen yang hanya dapat menyimpan dan memberikan energi yang terbatas sesuai dengan kapasitasnya. Pada dasarnya kapasitor tersusun oleh dua keping sejajar yang disebut elektrode yang dipisahkan oleh suatu ruangan yang disebut dielektrik yang pada saat diberi tegangan akan menyimpan energi



Gambar 2.7. Konstruksi Dielektrik

Jika kedua elektroda diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan berkumpul pada salah satu kaki elektrodanya dan pada saat yang sama muatan - muatan negatif terkumpul pada elektroda yang satunya lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujungnya. Di alam bebas, fenomena kapasitor ini terjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan.

Dalam sistem tenaga listrik kapasitor sering digunakan untuk memperbaiki tegangan jaringan dan untuk menyuplai daya reaktif ke beban yang berfungsi untuk memperbaiki nilai faktor daya dari sistem. Dalam perbaikan faktor daya kapasitor-kapasitor dirangkai dalam suatu panel yang disebut capacitor bank. Selain itu kapasitor bank dapat juga digunakan untuk aplikasi lain yaitu filter harmonisa, proteksi terhadap petir, untuk transformer testing, generator impuls, voltage divider kapasitor.

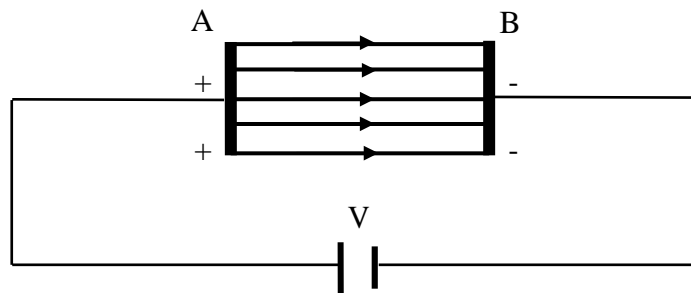
$$C = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana :

C = Kapasitansi (Farad)

Q = Muatan listrik (Coloumb)

V = Beda potensial (Volt)



Gambar 2.8. Prinsip Kinerja Sebuah Kapasitor

Bila plat A dan B diberi beda potensial V maka akan mengalir arus melalui beban dielektrik pada waktuyang relatif singkat. Bahan dielektrik secara perlahan-lahan akan terpolarisasi. Setelah muatan negatif mengalir dari plat A akan bermuatan positif dan elektron-elektron akan terkumpul pada plat B. sehingga terjadi beda potensial diantara kedua plat yang lama kelamaan arus mengalir semakin kecil dan akhirnya beda potensial antara plat A dan B sama besarnya dengan V dan aruspun berhenti mengalir.

Pemasangan kapasitor bank adalah usaha yang dilakukan untuk memberikan supplay daya reaktif. Sehingga penggunaan kapasitor bank akan mengurangi penyerapan daya reaktif sistem oleh beban. Hal ini dilakukan agar jatuh tegangan dan rugi-rugi jaringan yang terjadi dapat dikurangi.

## **2.4.2. Jenis – Jenis Kapasitor Bank**

### **a. Kapasitor Bank Filter Harmonik (*Harmonic Filter Capacitor Bank*)**

Harmonisa merupakan hasil dari sebagian besar jenis peralatan dalam sistem kelistrikan. Harmonisa ini tidak hanya bisa Anda temukan pada jaringan industri, namun juga menyebar ke sistem distribusi lainnya. Hal ini menyebabkan masalah tersendiri bagi para pelanggan. Kapasitor bank filter harmonic merupakan jenis kapasitor yang terhubung secara seri dengan reaktor. Panel kapasitor bank yang ada menghasilkan ruang untuk membuat rangkaian resonansi seri. Manfaat kapasitor bank jenis ini di antaranya adalah untuk meningkatkan faktor daya dan stabilitas tegangan. Selain itu, jenis kapasitor ini juga bisa untuk mengurangi line loss, memfilter harmonisa dalam sistem, serta menghindari masalah amplifikasi gangguan listrik dan resonansi.

### **a. Kapasitor Bank Bilik (*Cubicle Capacitor Bank*)**

Sistem yang terdapat pada kapasitor bank bilik adalah sistem kompensasi reaktif tetap untuk kompensasi motor. Kapasitor jenis ini memiliki beberapa model yang bisa Anda pilih sesuai kebutuhan.

### **b. Kapasitor Bank *Open-rack***

Kegunaan dari kapasitor bank *open-rack* adalah untuk meningkatkan faktor daya dalam jaringan sehingga kemampuan transmisi daya dan kontrol aliran daya akan meningkat. Penggunaan jenis kapasitor ini juga dapat untuk meningkatkan stabilitas tegangan sehingga kerugian jaringan dapat berkurang.

### **c. Kapasitor Bank Pole Mounted (*Dipasang di Tiang*)**

Sesuai namanya, kapasitor bank pole mounted ini pemasangannya terdapat pada tiang-tiang listrik. Fungsi utamanya adalah untuk memberikan dukungan tegangan dan mengurangi terjadinya kehilangan sistem. Sehingga faktor daya dalam sistem distribusi pun meningkat.

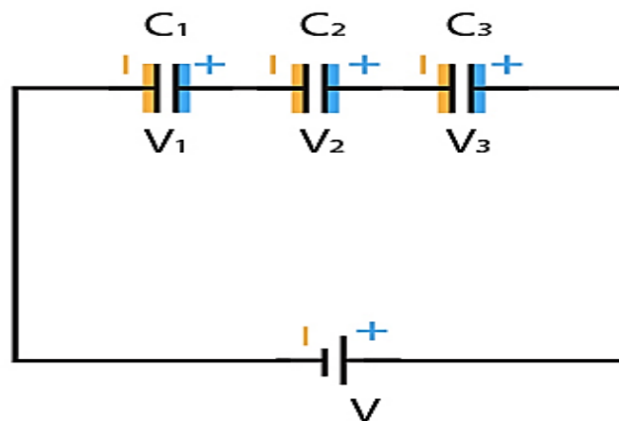
Aliran daya di antara garis paralel bisa lebih optimal dengan menggunakan kapasitor bank ini. Selain itu, profil tegangan pada saluran juga lebih bisa ditingkatkan lagi.

### 2.4.3. Kapasitor Seri Dan Kapasitor Pararel (Shunt)

Kapasitor bank berdasarkan kegunaanya terdiri dari :

#### a. Kapasitor Seri

Kapasitor seri merupakan kapasitor yang dipasang secara seri pada saluran yang bersangkutan, penggunaannya sangat dibatasi pada saluran distribusi, karena peralatan pengaman yang digunakan cukup rumit. Jadi secara umum biaya untuk pemasangan kapasitor seri lebih mahal dibandingkan biaya pemasangan kapasitor paralel (shunt).



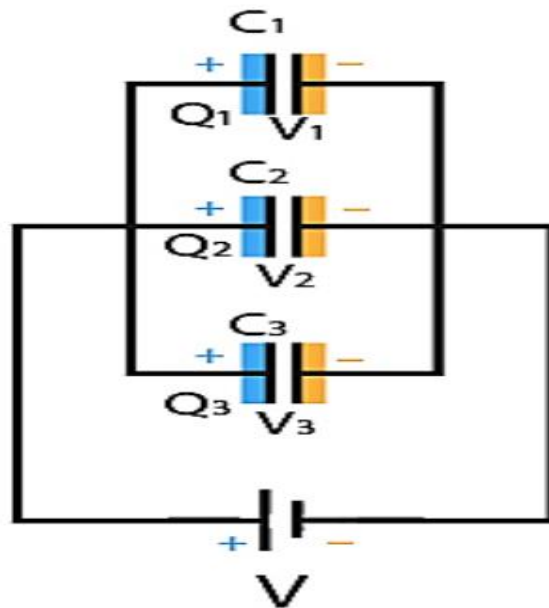
Gambar 2.9. Kapasitor Seri

Untuk menghitung, C total menggunakan persamaan :

$$C_{total} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \dots \dots \dots (2.21)$$

### b. Kapasitor Pararel (Shunt)

Kapasitor shunt merupakan kapasitor yang dipasang secara paralel di saluran dan secara intensif digunakan di saluran distribusi. Dengan pasangannya kapasitor shunt pada jaringan distribusi dapat memperbaiki profil tegangan, memperbaiki faktor daya dan dapat mengurangi rugi saluran. memperbaiki faktor daya dapat mengurangi rugi saluran.



Gambar 2.10. Kapasitor Pararel (Shunt)

Untuk menghitung C total menggunakan persamaan:

$$C_{total} = C_1 + C_2 + C_3 \dots \dots \dots (2.22)$$