

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang tentunya mendukung skripsi ini, dan penelitian tersebut dapat dijadikan pedoman dalam penulisan. Penelitian yang dilakukan oleh Abdurrahman Ghifari, Agung Warsito, Susatyo Handoko (2013), tentang Studi Pengaruh Kapasitor Bank Pada Sistem Kelistrikan PT. Chandra Asri Petrochemical, TBK. Penelitian ini menggunakan hasil simulasi software ETAP power station, dari hasil penelitiannya di dapatkan bahwa faktor daya sistem meningkat akibat dipasang kapasitor bank.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Emmy Hosea, Adi Nugraha (2002), tentang Optimasi Penentuan Lokasi *Switched 20 kV power capacitors* pada jaringan distribusi 20 kV Jawa Timur. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa perbaikan faktor daya pada sistem tegangan listrik menengah akan menyebabkan berkurangnya pasokan kVa dan kVar pada sistem tersebut akibat penggunaan kapasitor, sehingga bagi PLN sebagai pemasok daya listrik, hal tersebut merupakan peningkatan efisiensi dan pelayanan terhadap pelanggan, yaitu dalam hal peningkatan mutu daya yang disalurkan.

#### **2.2 Landasan Teori**

##### **2.2.1. Jaringan Tegangan Menengah**

Jaringan tegangan menengah berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari pembangkit atau gardu induk ke gardu distribusi. Jaringan ini dikenal sebagai feeder atau penyulang. Tegangan menengah yang digunakan PT. PLN adalah 20 kV antar fasa.

##### **2.2.2. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) pada Sistem Distribusi**

Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) adalah sebagai konstruksi termurah untuk penyaluran tenaga listrik (distribusi tenaga listrik) pada daya yang sama. Konstruksi ini terbanyak digunakan untuk konsumen jaringan Tegangan Menengah yang digunakan di Indonesia. Ciri utama jaringan ini adalah penggunaan penghantar telanjang yang ditopang

dengan isolator pada tiang besi/beton. Penggunaan penghantar telanjang, dengan sendirinya harus diperhatikan faktor yang terkait dengan keselamatan ketenagalistrikan seperti jarak aman minimum yang harus dipenuhi penghantar bertegangan 20 kV tersebut antar fasa atau dengan bangunan, tanaman maupun jangkauan manusia. Termasuk dalam kelompok yang diklasifikasikan SUTM adalah juga bila penghantar yang digunakan adalah penghantar berisolasi setengah AAAC-S (*half insulated single core*). Penggunaan penghantar ini tidak menjamin keamanan terhadap tegangan sentuh yang dipersyaratkan akan tetapi untuk mengurangi resiko gangguan temporer khususnya akibat sentuhan tanaman.



Gambar 2.1 Saluran Udara Tegangan Menengah

### 2.2.3. Konstruksi Saluran Udara Tegangan Menengah

Saluran udara sering juga disebut hantaran udara merupakan penghantar energi listrik tegangan menengah ataupun tegangan rendah yang dipasang diatas tiang-tiang listrik di luar bangunan. Hantaran udara, terutama hantaran udara telanjang, digunakan pada pemasangan di luar bangunan, diregangkan pada isolator-isolator diantara tiang-tiang yang disediakan secara khusus untuk maksud itu. Bagian utamanya adalah tiang (beton, kayu, besi), *crossarm (travers)*, isolator dan konduktor.

Beberapa kelebihan dan kekurangan dengan menggunakan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 KV pada sistem distribusi antara lain :

Kelebihan SUTM :

1. Mudah dalam menentukan titik gangguan.
2. Perbaikan kerusakan lebih mudah.
3. Biaya awal yang lebih murah.

4. Masalah perluasan jaringan udara lebih cepat dan mudah.
5. Pengoperasiannya lebih mudah.

Kekurangan SUTM :

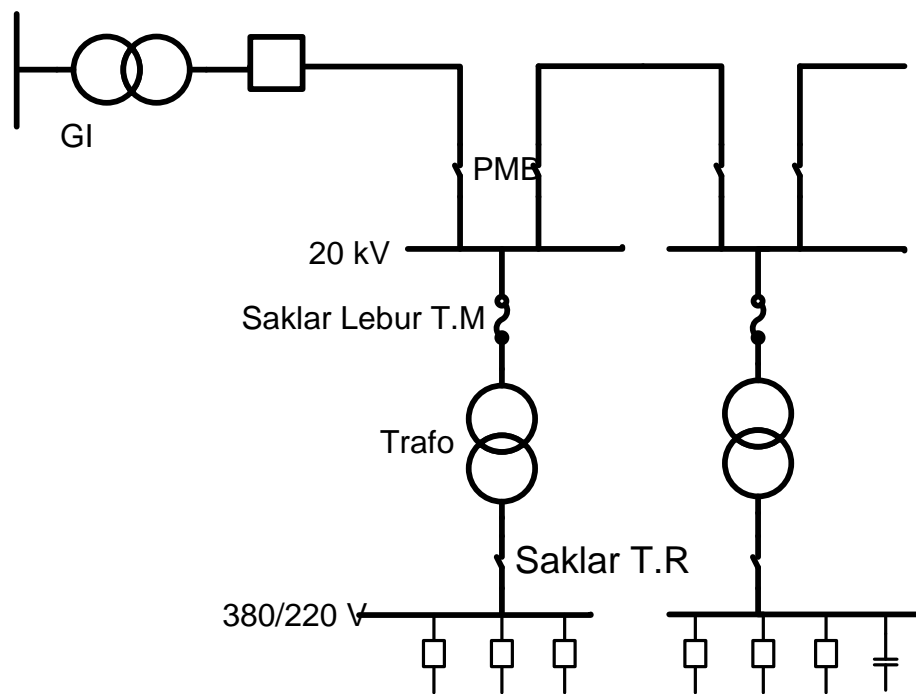
1. Biaya pemeliharaan relatif mahal.
2. Gangguan lebih banyak dibandingkan dengan SKTM.
3. Dari segi estetika kurang indah.
4. Pengaruh Lingkungan yang besar seperti cuaca, bahaya petir langsung atau tidak langsung, binatang, manusia dan sebagainya.
5. Sulit mendapatkan lokasi/tanah di daerah padat dan walaupun ada harganya mahal.
6. Peraturan setempat yang membatasi kawat hantaran udara bertegangan cukup tinggi yang melintasi wilayahnya dikaitkan dengan keindahan dan keamanan bagi masyarakat dan lingkungan setempat.

Dilihat dari kelebihan dan kekurangannya, untuk kerapatan beban yang kecil dan sedang biasanya digunakan SUTM.

#### 1. Gardu Distribusi

Gardu distribusi pada dasarnya adalah tempat transformator distribusi dan perlengkapannya terpasang. Sebagaimana diketahui bahwa transformator distribusi berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dan sebagian menurunkan tegangan menengah (untuk sistem PT. PLN (Persero), tegangan menengah yang digunakan adalah 20 kV) menjadi tegangan rendah 220 V/380 V. Contoh yang sederhana sistem distribusi tenaga listrik dapat digambarkan melalui diagram satu garis dibawah ini.

Di dalam gardu distribusi terdapat trafo distribusi yang menurunkan tegangan menengah menjadi tegangan rendah dan memasok jaringan tegangan rendah. Beban sebegini besar disambung dari jaringan tegangan rendah. Konsumen dengan daya terpasang diatas 200 kVa disambung dari tegangan menengah dengan gardu tersendiri.



Gambar 2.2.Bagan satu garis sistem distribusi sampai ke pelanggan

#### 2.2.4. Fungsi Jaringan Tegangan Menengah

Jaringan tegangan menengah berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari pembangkit atau gardu induk ke gardu distribusi. Jaringan ini dikenal dengan feeder atau penyulang. Tegangan menengah yang digunakan PT. PLN (Persero) adalah 20 kV antar fasa (VL-L)

#### 2.2.5. Kendala Pengoperasian Saluran Udara Tegangan Menengah

Di dalam pengoperasian saluran udara tegangan menengah ada beberapa kendala yaitu :

##### 1.Rugi-rugi Daya

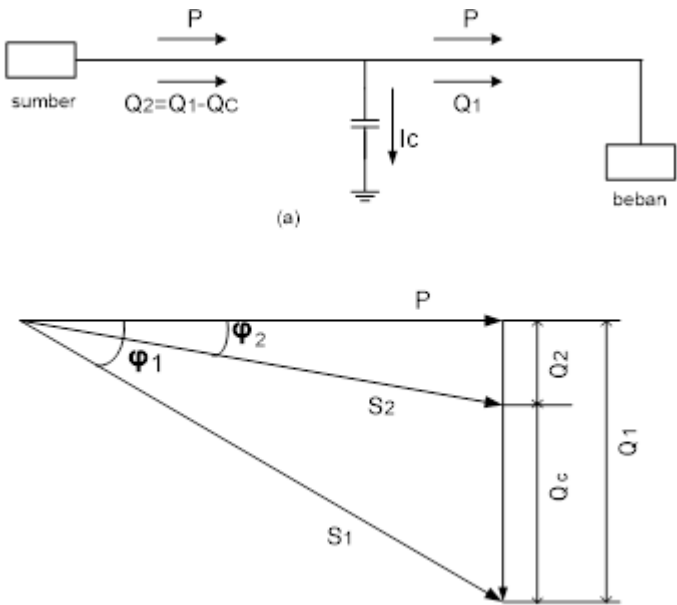
Pada umumnya beban-beban pada sistem distribusi mempunyai beban-beban yang bersifat induktif. Beban pada kondisi ini akan banyak membutuhkan daya reaktif yang relatif besar, akibatnya arus reaktif yang mengalir pada jaringan juga menjadi besar. Dari besarnya daya reaktif ini akan menimbulkan akibat diantaranya :

- A. Perbedaan tegangan pada saat beban ringan dengan beban penuh cukup besar artinya regulasi tegangan kurang baik.
- B. Pembangkit harus membangkitkan daya reaktif yang lebih besar dengan daya aktif yang sama.
- C. Jatuh tegangan pada jaringan.
- D. Penyaluran daya pada jaringan menurun.

## 2.Faktor Daya

Pada gambar (2.3) digambarkan bagaimana cara mengoreksi faktor daya sistem. Dari gambar ini terlihat kapasitor merupakan sumber daya reaktif dan akan mengkompensasi daya reaktif dari beban.Misalkan beban daya aktifnya adalah sebesar P (kW), beban daya reaktifnya Q1 (kVAr) dan beban daya semunya S1 dengan faktor daya= $\cos \varphi_1 = \frac{P}{S_1}$  atau

$$\cos \varphi_1 = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q_1^2}} \dots\dots\dots(2.1)$$



Gambar 2.3 Perbaikan Faktor Daya

Bila kapasitor paralel dengan  $Q_c$  kVAr dipasang pada sisi beban, maka faktor dayanya diperbaiki menjadi :

$$\cos \varphi_2 = \frac{P}{S_2} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q_1^2}} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + (Q_1 - Q_c)^2}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Bila faktor daya semula  $\cos \varphi_1$  dan diperbaiki menjadi  $\cos \varphi_2$  maka besarnya Qc dari kapasitor yang dipasang, dapat ditentukan sebagai berikut :

$$Q_c = P(\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)kVAr \dots\dots\dots (2.3)$$