

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di dalam kehidupan modern saat ini pemakaian energi listrik sangat besar, besarnya energi atau beban listrik yang terpakai ditentukan oleh reaktansi (R), induktansi (L) dan kapasitansi (C). Besarnya pemakaian energi listrik ini disebabkan karena banyak dan beraneka ragam peralatan (beban) listrik yang digunakan. Sedangkan beban listrik yang digunakan umumnya bersifat induktif dan kapasitif, sedangkan beban kapasitif mengeluarkan daya reaktif. Daya reaktif ini merupakan daya tidak berguna sehingga tidak dapat dirubah menjadi tenaga akan tetapi diperlukan untuk proses transmisi energi listrik pada beban. Jadi yang menyebabkan pemborosan energi listrik adalah banyaknya peralatan yang bersifat induktif. Berarti dalam penggunaannya energi listrik pelanggan tidak hanya dibebani oleh daya aktif (KW) saja tetapi juga daya reaktif (KVAR). Penjumlahan kedua daya itu akan menghasilkan daya semu yang merupakan daya yang disuplai oleh PLN.

Jenis beban listrik yang keberadaannya di industri yang diduga mempengaruhi besarnya faktor daya dalam jaringan instalasi listrik konsumen meliputi 3 jenis beban, yaitu beban resistif (R), beban induktif (L), dan beban kapasitif (C). Contoh beban resistif yaitu setrika listrik. Sedangkan contoh beban induktif yaitu lampu TL dan motor listrik. Serta untuk beban kapasitif contohnya televisi dan aki baterai. Suatu beban dikatakan induktif apabila beban tersebut membutuhkan daya reaktif dan disebut kapasitif apabila menghasilkan daya reaktif. Suatu beban dikatakan induktif apabila beban tersebut membutuhkan daya reaktif dan disebut kapasitif apabila menghasilkan daya reaktif. Bertambahnya beban yang bersifat induktif membutuhkan daya reaktif yang sangat besar sehingga sumber (pembangkit listrik) harus mensuplai daya yang lebih besar.

Keadaan seperti ini dapat menyebabkan jatuh tegangan, arus pada jaringan bertambah dan faktor daya rendah pada daerah dekat beban. Usaha untuk meningkatkan efisiensi energi listrik diantaranya dengan meningkatkan faktor daya listrik (power factor = pf). Jika faktor daya rendah ( $pf < 0.9$ ) maka tentunya akan meningkatkan rugi daya, rugi tegangan, biaya dan menurunkan efisiensi sistem serta daya yang tersedia tidak dapat digunakan secara optimal. Untuk mengatasi masalah tersebut, yaitu dengan cara meningkatkan faktor daya yang dilakukan menggunakan peralatan listrik yang memiliki faktor daya listrik yang relatif tinggi atau memperbaiki faktor daya listrik. Pada situasi jaringan tenaga listrik yang sudah memiliki faktor-faktor daya listrik rendah agar menjadi relatif tinggi, maka perlu dilakukan perbaikan faktor daya.

Hal inilah yang seharusnya disadari oleh semua orang, bahwa daya semu dapat ditekan penggunaannya, dengan memperbaiki faktor daya, memperkecil nilai daya reaktif sehingga diharapkan daya aktif sama besarnya dengan daya semu yang digunakan atau dapat dikatakan mengupayakan faktor daya mendekati angka 1. Sehingga perlu menggunakan alat kapasitor bank untuk memperbaiki faktor daya pada peralatan listrik di industri.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan dari latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana pengaruh faktor daya dalam melakukan penghematan secara ekonomis ?.
- b. Bagaimana pengaruh faktor daya terhadap efisiensi keseluruhan beban yang dipasang?.

## **1.3 Batasan Masalah**

- a. Melakukan studi koreksi faktor daya pada kawasan Kampus III UIN Imam Bonjol Padang.
- b. Melakukan studi pengaruh faktor daya terhadap kualitas listrik (tegangan, arus, daya).
- c. Dalam melakukan studi koreksi faktor daya tidak membahas mengenai dana.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan studi bagaimana pengaruh faktor daya terhadap efisiensi dan ekonomis dari pemasangan kapasitor bank.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

- a. Agar penggunaan kapasitor bank dalam memperbaiki faktor daya di kawasan kampus III UIN Imam Bonjol Padang sesuai dari segi ekonomis dan efisiensinya.
- b. Untuk melihat pengaruh dari faktor daya kampus III UIN Imam Bonjol Padang.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Penelitian

Dalam penulisan laporan skripsi ini penulis merujuk pada penelitian yang sudah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya sebagai berikut:

Ibnu Hajar, Suninda Megi Rahayuni, Jurnal Ilmiah Setrum Volume 9, No 1, Juni 2021 melakukan penelitian mengenai *"Analisis Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Di Plant 6 PT. Indocement Tunggul Prakarsa Tbk. Unit Citeureup"* Fokus penelitian ini mengenai Energi listrik yang tersedia di Plant 6 disuplai dari Utility Division (Power Station) dan PLN 150 kV. Energi listrik tersebut dikirim dengan menggunakan tegangan 33 kV yang kemudian diterima oleh 2 unit transformator daya (main transformer) 33kV/6.6kV yang masing-masing berkapasitas 22,5 MVA yang berada di main switchgear Plant 6. Kemudian energi listrik tersebut didistribusikan dengan menggunakan tegangan 6.6 kV ke area storage hall, raw mill, kiln, cement mill, dan packing house serta area operasional lainnya yang berada di Plant 6 sesuai kebutuhan untuk proses produksi semen. Tahapan selanjutnya diagram alir penelitian, yang mana Secara sederhana proses penelitian perbaikan factor daya menggunakan kapasitor bank di Plant PT. Indocement Tunggul Prakasa Tbk.

I Dewa Gede Wiadnya Wiantara, I Made Mataram, Ida Bagus Gd. Manuaba, Jurnal SPEKTRUM Vol. 7, No. 1 Maret 2020 *"Penggunaan Kapasitor Bank Untuk Memperbaiki Faktor Daya Dan Mengurangi Rugi-Rugi Daya Menggunakan Fuzzy Logic Controller Di Quest Hotel Kuta Badung"*. Pada Penelitian ini menggunakan Metode Fuzzy yang mana perancangan fuzzy logic pada Metode Fuzzy logic dalam pembuatan simulasi kapasitor bank, dengan menggunakan 6 input. yaitu 3 input arus R,S,T. 3 input tegangan R,S,T. Fungsi keanggotaan berjenis trimf dengan 5 kuantisasi. Dan 1 output yaitu kapasitas kapasitor. Fungsi keanggotaan berjenis trimf dengan 5 kuantisasi, dan rule base akan menyesuaikan dengan jumlah input dan jumlah kuantisasi.

Amiq Uli Ulya, Media Elekrika, Vol.12, No.1, Juni 2019 *"Analisis Dan Simulasi Pengaruh Pemasangan Capasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Simulink Pada Sistem Tenaga Listrik Di Pt. Bogowonto Primalaras"*. Pada Penelitian ini memiliki beberapa tahapan. Langkah – langkah dalam penelitian ini dimulai dengan studi literatur dengan cara melakukan pencarian terhadap sumber secara tertulis melalui buku – buku dan jurnal yang berkaitan dengan judul penelitian,

kemudian melakukan pengumpulan data pada lokasi penelitian melalui wawancara dan pengukuran secara langsung pada panel MDP untuk selanjutnya dilakukan perhitungan secara manual dan membuat simulasi pada simulink untuk perbandingan analisis yang selanjutnya diambil kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

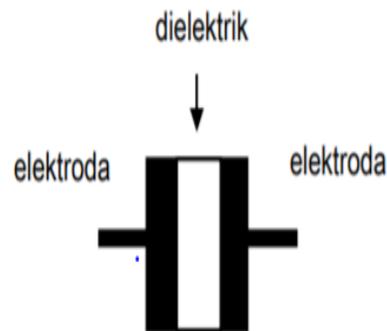
Taufik Barlian, Yosi Apriani, Nina Savitri, Muhammad Hurairah, JURNAL SURYA ENERGY Vol. 4 | No. 2 | Halaman 391 – 396, Maret 2020 "*Analisis Kapasitor Bank Untuk Memperbaiki Tegangan*" Pada Penelitian ini bertujuan menganalisis penempatan Kapasitor Bank untuk memperbaiki tegangan di Gardu Induk Kedukan PT PLN Persero area Palembang.

Raya Pasangkunan, Sugeng A Karim, Hasrul Jurnal MEDIA ELEKTRIK, Vol. 19, No. 1, Desember 2021 "*Pengaruh Pemasangan Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya Pada Reefer Plug Di Pt. Pelindo Iv Cabang Makassar New Port*" Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Adapun waktu dan tempat Penelitian dilaksanakan di PT. Pelindo IV Cabang Makassar New Port yang terletak di Jl. Sultan Abdullah Raya, Kaluku Bodoa, Kecamatan Tallo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan pada bulan April sampai bulan Juni 2021. Adapun Alur Penelitian sebagai berikut :

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Kapasitor**

Kapasitor (Kondensator) yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf "C" adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi/muatan listrik didalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kapasitor ditemukan oleh Michael Faraday (1791-1867). Satuan kapasitor disebut Farad (F). Satu Farad =  $9 \times 10^{11} \text{ cm}^2$  yang artinya luas permukaan kepingan tersebut. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya vakum udara, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu 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 selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. Di alam bebas, fenomena kapasitor ini terjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan. Dapat dilihat pada gambar 2.2 sebagai berikut :

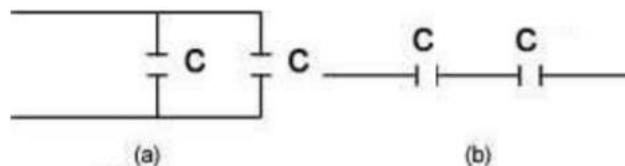


Gambar 2.1 Prinsip Dasar Kapasitor

Kapasitor terdiri dari dua buah pelat konduktor yang sejajar dan dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Muatan didalam kedua pelat tersebut didistribusikan secara merata keseluruh permukaan pelat. Fungsi dari bahan dielektrika itu adalah:

- Untuk memisahkan kedua pelat secara mekanis sehingga walaupun jaraknya sangat dekat tetapi satu sama lain tidak saling berhubungan.
- Untuk memperbesar kemampuan kedua pelat didalam menerima tegangan.
- Untuk memperbesar nilai kapasitansi.

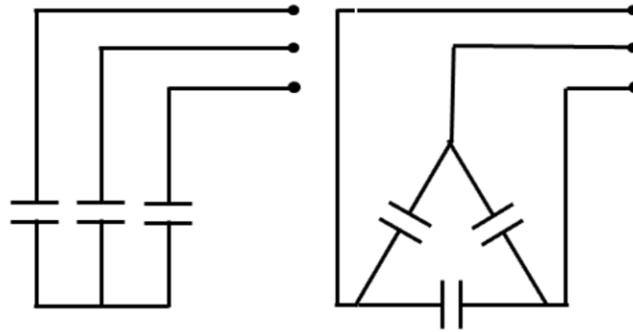
Dua kapasitor dapat dihubungkan secara paralel atau dan secara seri seperti gambar 2.2 berikut ini:



Gambar 2.2 Hubungan Kapasitor (a) Paralel dan (b) Seri

#### Hubungan Star dan Delta Pada Kapasitor Daya

Penggunaan Kapasitor Daya pada sistem Kapasitor Bank dihubungkan secara Bintang (Y) dan adapula secara Segitiga (Delta). Penerapan diantara kedua jenis hubungan tersebut disesuaikan dengan maksud tertentu seperti sistem tegangan, nilai kVAR, fungsi proteksi seperti pendeteksian ketika kapasitor rusak dan lain sebagainya.



Gambar 2.3 Hubungan Bintang (Y) - Kiri - Hubungan Segitiga (Delta) – Kanan

Kapasitor Bank yang kapasitornya dihubungkan secara delta umumnya banyak diterapkan pada sistem tegangan rendah (low voltage) biasanya pada tegangan 380 VAC. Namun demikian bukan berarti kapasitor dengan hubungan segitiga tidak bisa diterapkan pada tegangan medium voltage ( $> 1$  kV). Penetapan hubungan delta pada sistem low voltage adalah pada pertimbangan faktor ekonomis. Dimana harga sebuah kapasitor dengan nilai kapasitansi yang sama akan menjadi lebih mahal ketika nilai rating tegangannya lebih tinggi.

Ketika kapasitor terhubung secara segitiga (Delta), kedua terminal dari sebuah kapasitor tersebut terhubung secara fasa ke fasa ketegangan sistem. Sehingga ketika dihubungkan ke suplay, tegangan yang ada pada ke dua terminal kapasitor adalah misalkan 380 VAC (Sesuai tegangan sistem). Dan apabila hubungan ini diterapkan pada tegangan di atasnya ( $> 1$  kV, Medium Voltage), maka dibutuhkan kapasitor yang besaran tegangannya harus sama dengan nilai tegangan fasa ke fasa sistem tersebut. Sehingga apabila digunakan pada Medium Voltage dengan nilai 6.3 kV atau 20 kV, maka kapasitas tegangan kapasitor tersebut haruslah pada 6.3 kV sehingga dari sisi ekonomis tentu saja lebih mahal. Untuk pertimbangan di atas, maka untuk tegangan medium ( $>1$  kV) hubungan kapasitor lebih baik digunakan hubungan Bintang (Y). Karena, ketika terhubung bintang, kedua terminal kapasitor tersebut terhubung ke fasa dan satunya lagi ke netral. Pada tegangan medium, misalkan suplay 6.3 kV yang terhubung ke kapasitor adalah phase dan Netral, sehingga nilainya adalah  $1/\sqrt{3}$  ( $1/1.732$ ) dari tegangan fasa ke fasa, dan pada contoh ini adalah  $6.3 \text{ kV} / 1.732$  sehingga nilainya menjadi 3.63 kV.

Rating tegangan kapasitor yang digunakan tidak perlu harus 6.3 kV, melainkan cukup pada tegangan 3.63 kV. Hal ini tentu saja lebih ekonomis dibanding

tetap menggunakan hubungan delta pada Medium Voltage. Penyesuaian hubungan Delta dan Segitga pada rating tegangan tertentu disamping menguntungkan dari sisi ekonomis, berdampak juga terhadap perubahan nilai kVAR kapasitor tersebut.

Rumus Delta:

$$I_P = I_L / \sqrt{3} \quad (2.1)$$

$$V_{LL} = V_P \quad (2.2)$$

Dimana :

- $I_P$  = Arus phasa (Ampere)
- $I_L$  = Arus line (Ampere)
- $V_{LL}$  = Tegangan line to line (Volt)
- $V_P$  = Tegangan phasa (Volt)

Rumus Bintang (Y) :

$$I_L = I_P \quad (2.3)$$

$$V_P = V_{LN} = \frac{V_{LL}}{\sqrt{3}} \quad (2.4)$$

Dimana :

- $I_L$  = Arus line (Ampere)
- $I_P$  = Arus phasa (Ampere)
- $V_P$  = Tegangan phasa (Volt)
- $V_{LN}$  = Tegangan line to netral (Volt)
- $V_{LL}$  = Tegangan line to line (Volt)

Jenis-Jenis Kapasitor :

#### 1. Kapasitor Keramik

Bentuk kapasitor keramik bermacam-macam. Karena sifatnya yang stabil, kapasitor keramik bagus digunakan pada frekuensi tinggi. Pemasangan kapasitor keramik pada rangkaian elektronika boleh dibolak-balik, tidak perlu memperhatikan kutub positif dan kutub negatif. Nilai kapasitansi keramik sangat kecil, tetapi bagus digunakan pada jangkauan tegangan yang luas yaitu hingga 100 Volt. Dapat dilihat pada gambar 2.3 sebagai berikut :



Gambar 2.3 Kapasitor keramik

## 2. Kapasitor Elektrolit

Kapasitor elektrolit atau elctrolit capasitor (elco) merupakan jenis kapasitor polar yang dipasang pada rangkaian eletronik sesuai dengan jenis-jenis terminal. Terminal positif (+) kapasitor dihubungkan dengan potensial tinggi (+) rangkaian elektronik, dan terminal negatif (-) kapasitor dihubungkan dengan potensial rendah (-) rangkaian elektronik. Pemasangan yang salah dapat menyebabkan kapasitor rusak atau meledak. Kutup negatif kapasitor eletrolit ditandai dengan sebuah garis berwarna putih. Kapasitor elektrolit berkapasitas besar biasa digunakan dalam power supply. Dapat dilihat pada gambar 2.4 sebagai berikut :



Gambar 2.4 Kapasitor elektrolit

## 3. Kapasitor Polyester

Kapasitor polyester memiliki nilai kapasitansi antara 100 pF hingga 2  $\mu$ F, Toleransi sekitar 5 persen, dan tegangan maksimal 400 volt. Kapasitas polyester cukup stabil, berbentuk fisik segi empat, dan berwarna hijau. Dapat dilihat pada gambar 2.5 sebagai berikut :



Gambar 2.5 Kapasitor polyester

### 2.2.2 Kapasitor Bank

Kapasitor Bank merupakan peralatan listrik yang mempunyai sifat kapasitif yang terdiri sekumpulan beberapa kapasitor yang disambung secara paralel untuk mendapatkan kapasitas kapasitif tertentu. Besaran parameter yang sering dipakai adalah KVAR (Kilovolt ampere reaktif) meskipun pada kapasitor sendiri tercantum besaran kapasitansi yaitu Farad atau microfarad. Fungsi utama dari kapasitor bank yaitu sebagai penyeimbang beban induktif, Seperti yang kita ketahui beban listrik terdiri dari beban reaktif (R), induktif (L) dan kapasitif (C). Dimana peralatan listrik yang sering digunakan dan dijumpai memiliki karakteristik induktif, sehingga untuk menyeimbangkan karakteristik beban tersebut perlu digunakan kapasitor yang berperan sebagai beban kapasitif (leading). Sehingga mempunyai sifat mengurangi/menghilangkan terhadap sifat induktif (lagging). Dapat dilihat pada gambar 2.6 sebagai berikut :

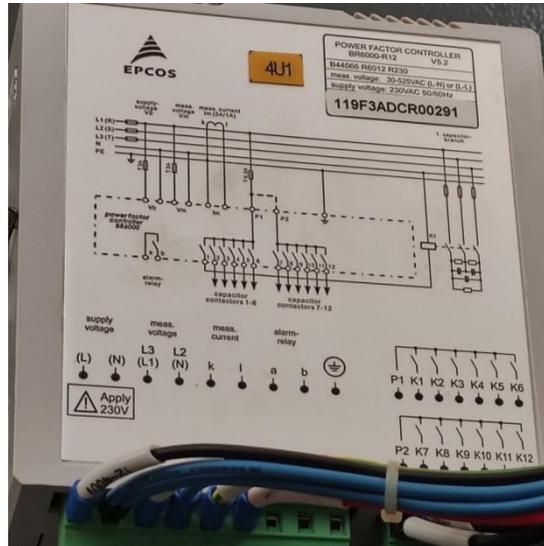


Gambar 2.6 Kapasitor bank

Berikut ini adalah beberapa kegunaan dari kapasitor bank:

1. Memperbaiki Power Factor (faktor daya)
2. Menyupply daya reaktif sehingga memaksimalkan penggunaan daya kompleks (KVA)
3. Mengurangi jatuh tegangan (Voltage drop)
4. Menghindari kelebihan beban transformer
5. Memberikan tambahan daya tersedia
6. Menghindari kenaikan arus/suhu pada kabel
7. Menghemat daya / efisiensi
8. Mengawetkan instalasi & Peralatan Listrik
9. Kapasitor bank juga mengurangi rugi – rugi lainnya pada instalasi listrik

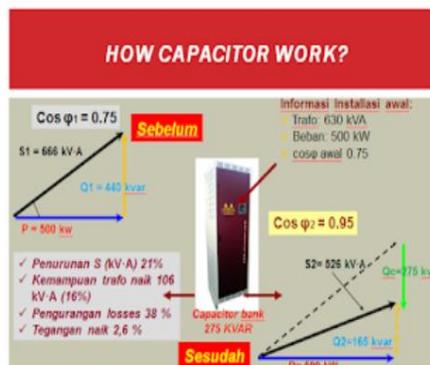
Adapun Gambar single line kapasitor bank dapat kita lihat pada gambar 2.7 sebagai berikut :



Gambar 2.7 Single line kapasitor bank

### 2.2.3 Prinsip Kerja Kapasitor Bank

Kapasitor yang akan digunakan untuk memperbesar pf (Power Faktor) dipasang parallel dengan rangkaian beban. Bila rangkaian itu diberi tegangan maka elektron akan mengalir masuk ke kapasitor. Pada saat kapasitor penuh dengan muatan elektron maka tegangan akan berubah. Kemudian elektron akan ke luar dari kapasitor dan mengalir ke dalam rangkaian yang memerlukannya dengan demikian pada saat itu kapasitor membangkitkan daya reaktif. Bila tegangan yang berubah itu kembali normal (tetap) maka kapasitor akan menyimpan kembali elektron. Pada saat kapasitor mengeluarkan elektron akibatnya daya reaktif yang berlaku menjadi kecil. Adapun gambar prinsip kerja kapasitor bank dapat kita lihat pada gambar 2.8 sebagai berikut :



Gambar 2.8 Prinsip kerja kapasitor bank

## 2.2.4 Jenis-Jenis Kapasitor Bank

### 1. Kapasitor Bank Filter Harmonik (Harmonic Filter Capacitor Bank)

Sebagian besar jenis peralatan dalam sistem kelistrikan menghasilkan harmonisa, harmonisa tidak hanya ditemukan di jaringan industri, tetapi juga dapat menyebar ke sistem distribusi yang mana menyebabkan masalah bagi para customer-nya/pelanggan. Kapasitor bank filter harmonik biasanya terdiri dari kapasitor yang dihubungkan secara seri dengan reaktor, yang mana komponen-komponen tersebut menghasilkan ruang untuk membuat rangkaian resonansi seri berdasarkan frekuensi yang diperlukan.

Manfaat dari Bank Kapasitor Filter Harmonik

- Meningkatkan faktor daya, stabilitas tegangan.
- Mengurangi line loss
- Filter Harmonisa dalam sistem
- Menghindari masalah resonansi dan amplifikasi gangguan listrik

Adapun gambar kapasitor bank filter harmonik dapat kita lihat pada gambar 2.9 sebagai berikut :



Gambar 2.9 Kapasitor bank filter harmonik

### 2. Kubikel Kapasitor Bank (Capacitor Bank Cubicle)

Jenis kapasitor bank kubikel ini memakai sistem kompensasi reaktif untuk kompensasi motor. Adapun gambar kubikel kapasitor bank dapat kita lihat pada gambar 2.10 sebagai berikut :



Gambar 2.10 Kubikel kapasitor bank

### 3. Kapasitor Bank Rak Terbuka (Open-rack)

Jenis kapasitor ini banyak digunakan untuk meningkatkan faktor daya di dalam jaringan dengan meningkatkan faktor daya, maka akan berpengaruh juga pada kemampuan transmisi daya dan kontrol aliran daya.

Selain itu, kapasitor ini bisa meningkatkan stabilitas tegangan dan mengurangi kerugian jaringan. Berikut ini adalah manfaat dari kapasitor bank open-rack, antara lain:

1. Bisa mengurangi kehilangan jaringan (Network losses).
2. Untuk meningkatkan stabilitas tegangan.
3. Meningkatkan kualitas daya simpan listrik.
4. Dapat membatasi atau mengurangi biaya dalam penggunaan daya reaktif yang berlebih.
5. Bisa meningkatkan kemungkinan muatan (load) di dalam saluran transmisi dan transformator.

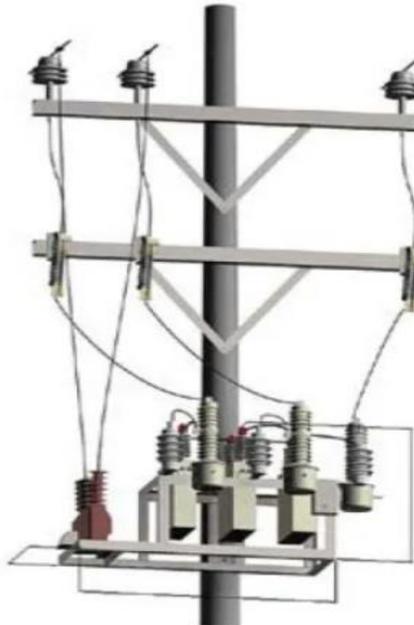
Adapun Kapasitor bank rak terbuka dapat kita lihat pada gambar 2.11 sebagai berikut :



Gambar 2.11 Kapasitor bank rak terbuka (open rack)

#### 4. Kapasitor Bank Pole Mounted (Dipasang di Tiang)

Jenis bank kapasitor ini digunakan pada tiang listrik yang berfungsi dalam memberikan dukungan tegangan. Selain itu, bank kapasitor ini dapat mengurangi terjadinya kehilangan sistem (losses system) dan meningkatkan daya dalam sistem penyaluran. Adapun kapasitor yang dipasang di tiang dapat kita lihat pada gambar 2.12 sebagai berikut :



Gambar 2.12 Kapasitor bank pole mounted

### 2.2.5 Faktor Daya

Faktor daya yang dinotasikan  $\cos \phi$  didefinisikan sebagai perbandingan antara arus yang dapat menghasilkan kerja dalam suatu rangkaian terhadap arus total yang masuk kedalam rangkaian atau dapat dikatakan sebagai perbandingan daya aktif (kW) dan daya semu (kVA). Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif (W) dengan daya semu (VA) dinyatakan dalam  $\cos$  atau disebut dengan Power Factor (PF).

Secara matematika faktor daya dirumuskan sebagai berikut :

$$PF = \frac{P}{S} \quad (2.5)$$

Dimana :

1. PF = Power factor
2. P = Daya aktif (W)
3. S = Daya semu (VA)

Adapun indikator faktor daya dapat kita lihat pada gambar 2.13 sebagai berikut :



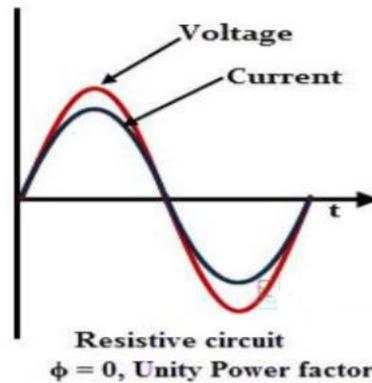
Gambar 2.13 Faktor daya

### 2.2.6 Sifat-Sifat Faktor Daya

Sifat Faktor Daya Pada suatu sistem tenaga listrik memiliki 3 jenis faktor daya yaitu faktor daya unity, faktor daya mendahului (leading) dan faktor daya terbelakang (lagging) yang ditentukan oleh jenis beban pada sistem tenaga listrik.

#### 1. Faktor Daya Unity

Faktor daya unity adalah keadaan saat nilai  $\cos \phi$  adalah satu dan tegangan sephasa dengan arus. Faktor daya unity akan terjadi bila jenis beban adalah resistif murni. Adapun gelombang Faktor Daya Unity dapat kita lihat pada gambar 2.14 sebagai berikut :

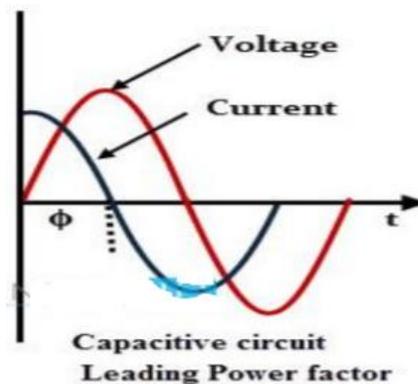


Gambar 2.14 Faktor daya unity

Pada gambar 2.14 tersebut terlihat nilai  $\cos \phi$  sama dengan 1 yang menyebabkan jumlah daya nyata yang dikonsumsi beban sama dengan daya semu.

## 2. Faktor Daya Leading

Faktor daya mendahului (leading) adalah keadaan faktor daya saat memiliki kondisi-kondisi beban atau peralatan listrik memberikan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat kapasitif. Apabila arus mendahului tegangan maka faktor daya ini dikatakan “leading”. Dapat kita lihat gambar 2.15 sebagai berikut :



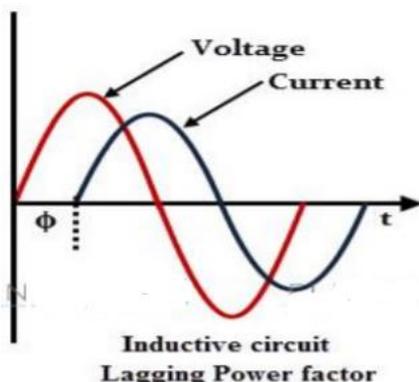
Gambar 2.15 Faktor daya leading

Berdasarkan gambar terlihat bahwa arus mendahului tegangan maka daya reaktif tertinggal dari daya semu, berarti beban memberikan daya reaktif kepada sistem.

## 3. Faktor Daya Lagging

Faktor daya terbelakang (lagging) adalah keadaan faktor daya saat memiliki kondisi-kondisi beban atau peralatan listrik memerlukan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat induktif. Apabila tegangan mendahului arus, maka faktor daya ini

dikatakan “lagging”. Adapun gambar gelombang faktor daya lagging dapat kita lihat pada gambar 2.16 sebagai berikut :



Gambar 2.16 Faktor daya lagging

Berdasarkan gambar terlihat bahwa arus tertinggal dari tegangan maka daya reaktif mendahului daya semu, berarti beban membutuhkan atau menerima daya reaktif dari sistem.

### 2.2.7 Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (Tariff Adjustment)

Tabel 2.1 Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik 26 April 2016

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.342,98	1.342,98
2.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.342,98	1.342,98
3.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.342,98	1.342,98
4.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.342,98	1.342,98
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.342,98	1.342,98
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 959,84 Blok LWBP = 959,84 kVArh = 1.033,02 ****)	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 959,84 Blok LWBP = 959,84 kVArh = 1.033,02 ****)	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = 924,78 kVArh = 924,78 ****)	-
9.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.342,98	1.342,98
10.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 959,84 Blok LWBP = 959,84 kVArh = 1.033,02 ****)	-
11.	P-3/TR		*)	1.342,98	1.342,98
12.	L/TR, TM, TT		-	1.517,90	-

Catatan :

\*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):  
RM1 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian.

\*\*\*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):  
RM2 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian LWBP.  
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

\*\*\*\*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):  
RM3 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.  
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

\*\*\*\*\*) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).

K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat (1,4 ≤ K ≤ 2), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan ( Persero ) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak.  
LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

Perhitungan Tarif Adjustment diatas mengacu pada besaran makro ekonomi periode Bulan Februari 2016 yaitu:

Kurs	Rp / 1 USD	13.515,70
ICP	USD / Barrel	28,92
Inflasi	% Per Bulan	(0,09)

### 2.2.8 Perbaikan Faktor Daya

Perbaikan faktor daya umumnya adalah penambahan komponen sebagai pembangkit daya reaktif (Reaktif power generation) yang memungkinkan untuk mensuplai kebutuhan kVAR pada beban-beban induktif, untuk merencanakan suatu sistem, dalam memperbaiki faktor daya dapat menggunakan suatu konsep yaitu kompensator ideal, dimana sistem ini dapat dihubungkan pada titik penyambungan dengan beban dan memenuhi 3 fungsi utama, yaitu memperbaiki Faktor daya mendekati nilai 1 (unity power factor), mengurangi atau mengeliminasi regulasi tegangan dan menyeimbangkan arus beban dan tegangan fasa. Untuk memenuhi kebutuhan daya reaktif yang efektif dan efisien, maka perlu dilakukan pemilihan sumber daya reaktif untuk perbaikan daya.

Perbaikan Faktor daya bertujuan untuk menaikkan nilai  $\cos \phi$  yang rendah sampai tercapainya standar nilai  $\cos \phi$  sebesar 0,85. Perbaikan Faktor daya dapat dilakukan dengan memasang nilai kapasitor yang dibutuhkan. Perhitungan perbaikan faktor daya berdasarkan referensi buku Lesson In Circuit Volume II – AC dengan menggunakan kapasitor dibagi menjadi tiga tahap meliputi perhitungan faktor daya tanpa menggunakan kapasitor, perhitungan kapasitor yang dibutuhkan untuk perbaikan faktor daya dan perhitungan faktor daya menggunakan kapasitor.

### 2.2.9 Metode Pemasangan Kapasitor

Bagian utama dari sel kapasitor adalah 2 elektroda dari foil aluminium yang dipisahkan oleh bahan dielektrik yang berjumlah setidaknya 2 lapis (Bonggas, 2012:177). 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 (sectoral compensation) (Setya, 2017).

Cara pemasangan instalasi kapasitor untuk kapasitas tegangan rendah dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

#### 1. Global Compensation

Metode ini kapasitor dipasang di MDP Arus reaktif yang mengalir dari pemasangan model ini hanya di penghantar antara panel MDP dan transformator. Sedangkan arus yang lewat setelah MDP tidak turun dengan demikian rugi akibat disipasi panas pada penghantar setelah MDP tidak terpengaruh.

## 2. Sectoral Compensation

Metode ini kapasitor yang terdiri dari beberapa panel kapasitor dipasang di panel SDP ( Sub Distribution Panel ). Cara ini cocok diterapkan pada kapasitor dengan kapasitas beban terpasang besar sampai ribuan KVA dan terlebih jarak antara panel MDP dan SDP cukup berjauhan.

## 3. Individual Compensation

Metode ini kapasitor langsung dipasang pada masing masing beban khususnya yang mempunyai daya yang besar. Cara ini sebenarnya lebih efektif dan lebih baik dari segi teknisnya. Namun ada kekurangannya yaitu harus menyediakan ruang atau tempat khusus untuk meletakkan kapasitor tersebut sehingga mengurangi nilai estetika. Disamping itu jika mesin yang dipasang sampai ratusan buah berarti total biaya yang diperlukan lebih besar dari kedua metode diatas.

### 2.2.10 Komponen-komponen Panel Kapasitor Bank

#### 1. Panel Kapasitor Bank

Komponen terpenting yang harus ada dalam panel tentu saja kapasitor bank. Peralatan panel listrik inilah yang berfungsi menyeimbangkan sifat induktif. Kapasitor bank berupa kumpulan beberapa kapasitor lain yang dirangkai secara parallel sehingga bisa mendapatkan kapasitas tertentu. Kapasitor bank terdiri atas dua perangkat konduktor dengan pemisah yang berada diantara keduanya. Komponen ini sering disebut juga sebagai kondensator. Adapun Panel Kapasitor Bank dapat kita lihat pada gambar 2.17 sebagai berikut:



Gambar 2.17 Panel kapasitor bank

## 2. Magnetik kontaktor

Magnetik kontaktor merupakan komponen panel kapasitor bank yang mempunyai arus puncak tinggi, bahkan lebih tinggi dari beban arus pada motor. Magnetik kontaktor berupa saklar dengan sistem kerja elektromagnetik yang bertugas menyambungkan dan memutus arus secara kontinu (terus-menerus). Komponen ini sering disebut juga dengan saklar transfer. Beban kapasitor mempunyai arus puncak yang tinggi, lebih tinggi dari beban motor. Untuk pemilihan magnetik kontaktor minimal 10 % lebih tinggi dari arus nominal (pada AC 3 dengan beban induktif/kapasitif). Pemilihan magnetik dengan range ampere lebih tinggi akan lebih baik sehingga umur pemakaian magnetic contactor lebih lama. Pada panel kapasitor bank yang terdapat pada Proyek Pembangunan Kampus III UIN Imam Bonjol menggunakan 2 jenis Kontaktor yaitu: Kontaktor dengan 50A dan Kontaktor dengan 100A yang dapat dilihat pada gambar 2.18 sebagai berikut :



Gambar 2.18 kontaktor 50 A

Adapun kontaktor 100 A dapat kita lihat pada gambar 2.19 sebagai berikut:



Gambar 2.19 kontaktor 100 A

### 3. Power Factor Controller

Komponen panel ini berfungsi sebagai pengatur kerja kontaktor sehingga daya reaktif yang masuk menuju sistem dan jaringan panel bisa bekerja sesuai dengan kapasitas yang diperlukan. Regulator ini akan mengatur berapa besar daya reaktif dan kapan waktu yang diperlukan untuk melepaskannya. Komponen ini terdiri dari beberapa step yang bervariasi, mulai dari 6 hingga 12 step. Peralatan ini berfungsi untuk mengatur kerja kontaktor agar daya reaktif yang akan disupply ke jaringan/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. Adapun Power Factor Controller dapat kita lihat pada gambar 2.20 sebagai berikut :



Gambar 2.20 Power factor controller

### 4. Fuse

Fuse atau sekering merupakan sebuah komponen dalam dunia elektrik yang berfungsi sebagai pengaman sebuah rangkaian dari hubung singkat dan juga sebagai pembatas besarnya arus yang mengalir ke sebuah rangkaian listrik. Sekering bekerja dengan cara memutus aliran listrik pada saat terjadi kelebihan muatan listrik atau hubung singkat. Maka dari itu sekering merupakan komponen penting yang harus dipasang pada setiap instalasi listrik, baik untuk instalasi rumah tangga maupun perkantoran. Sekering yang beredar di pasaran nilainya beragam mulai dari satuan dari miliampere hingga Ampere. Namun walaupun mempunyai banyak ragam ukuran, pada kenyataannya pengguna hanya bisa mendapatkan satu nilai batas arus

maksimal dalam satu buah sekering. Selain itu, besarnya batas arus maksimal (rated current) sekering yang ditentukan oleh pabrik dapat menjadi masalah, seperti misalnya pemakaian sekering dengan batas nilai maksimal arus yang terlalu kecil atau terlalu besar. Jika nilai maksimal arus lebih kecil dibanding maksimal kWh meter maka sekering akan cepat putus, sementara jika nilai maksimal arus terlampaui besar, maka akan dapat mengakibatkan kebakaran atau kejadian lain yang disebabkan konsleting listrik apabila terjadi kegagalan pemutusan pada kWh meter.

Adapun Fuse yang digunakan ada 3 tipe:

1. Fuse yang digunakan pada Switch dapat kita lihat pada gambar 2.21 sebagai berikut :



Gambar 2.21 Fuse pada switch

2. Fuse yang digunakan pada kontaktor 50A dapat kita lihat pada gambar 2.22 sebagai berikut :



Gambar 2.22 Fuse pada kontaktor 50A

3. Fuse yang digunakan pada kontaktor 100 A dapat kita lihat pada gambar 2.23 sebagai berikut :



Gambar 2.23 Fuse pada kontaktor 100A

## 5. Relay Kontrol

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. Relay memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. Armatur ini terpasang pada sebuah tuas berpegas. Ketika tertarik, kontak jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak normal-tertutup ke kontak normal-terbuka. Relay dibutuhkan dalam rangkaian elektronika sebagai eksekutor sekaligus interface antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda sistem power supplynya. Secara fisik antara saklar atau kontaktor dengan relay terpisah sehingga antara beban dan sistem terpisah.

Bagian utama relay elektro mekanik adalah sebagai berikut:

1. Kumparan Saklar atau kontaktor Swing Armatur Spring (Pegas). Relay dapat digunakan untuk mengontrol motor AC dengan rangkaian DC atau beban lain dengan sumber tegangan yang berbeda antara tegangan rangkaian dan tegangan beban.
2. Rangkaian penggerak relay. Diantara aplikasi relay yang dapat ditemui diantaranya adalah Relay sebagai ON/OFF beban dengan sumber tegangan berbeda.
3. Relay sebagai atau pemilih hubungan. Relay sebagai eksekutor rangkaian delay (tunda) Relay sebagai pemutus arus pada kondisi tertentu.



### 7. Rel Listrik

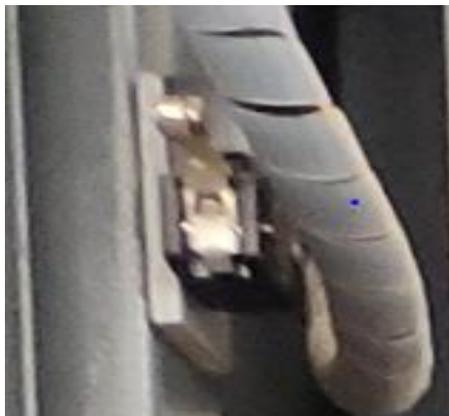
Rel listrik berfungsi untuk menyimpan setiap komponen, seperti : Kontaktor magnet, MCB, TDR, dll. Adapun rel listrik dapat kita lihat pada gambar 2.26 sebagai berikut :



Gambar 2.26 Rel listrik

### 8. Limit Switch

Limit switch merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja limit switch sama seperti saklar Push ON yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutus saat katup tidak ditekan. Limit switch termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari limit switch adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak. Adapun Limit Switch dapat kita lihat pada gambar 2.27 sebagai berikut :



Gambar 2.27 Limit switch

### 9. Selektor Switch

Selektor Switch voltmeter merupakan suatu komponen yang berfungsi sebagai alat pemilih atau switch pengukur besaran tegangan listrik 3 fasa dan 1 fasa yang ingin kita ukur. Cara penggunaannya hanya tinggal dipindahkan saja selektornya ke kiri atau ke kanan sehingga besaran tegangan pada display voltmeter berubah, sesuai dengan

fasa mana yang akan kita ukur. Adapun selektor Switch dapat kita lihat pada gambar 2.28 sebagai berikut :



Gambar 2.28 Selektor switch

### 10. Pilot Lamp

Pilot Lamp merupakan suatu lampu indikasi yang berfungsi sebagai tanda adanya arus listrik yang mengalir pada panel listrik tersebut. Pilot lamp akan menyala bila terdapat arus yang masuk pada panel tersebut. Jika tombol ON ditekan maka indikator akan menyala sesuai dengan posisi tombol ON ditekan. Adapun pilot lamp beserta tombol ON/OFF step 12 dapat kita lihat pada gambar 2.29 sebagai berikut :



Gambar 2.29 Pilot lamp beserta tombol on/off step 12

#### 2.2.11 Daya Aktif

Daya aktif adalah daya yang digunakan komponen pasif resistor yang merupakan daya terpakai.

Persamaan daya aktif dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \sqrt{3} V.I.\cos \varphi \quad (2.6)$$

Dimana :

1. P = Daya aktif (W)
2. V = Tegangan (V)
3. I = Arus (A)
4.  $\varphi$  = Sudut fasa ( $^{\circ}$ )

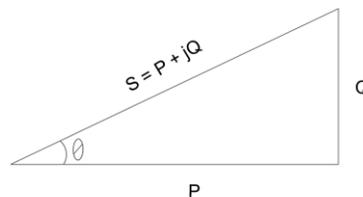
### 2.2.12 Daya Reaktif

Persamaan daya reaktif dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = \sqrt{3} V.I.\sin \varphi \quad (2.7)$$

Dimana :

1. Q = Daya reaktif (VAR)
2. V = Tegangan (V)
3. I = Arus (A)
4.  $\varphi$  = Sudut fasa ( $^{\circ}$ )



Gambar 2.30 Segitiga Daya

$$\cos \varphi = P/s$$

### 2.2.13 Daya Semu

Daya semu adalah hasil perkalian antara tegangan dengan arus. Satuan dari daya semu adalah volt ampere (VA).

Persamaan daya semu dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$S = \sqrt{3} V.I \quad (2.8)$$

Dimana :

1. S = Daya semu (VA)
2. V = Tegangan (V)
3. I = Arus (A)

### 2.2.14 Koreksi Kapasitor Bank

#### 1. Aplikasi

PLN membebaskan biaya kelebihan pemakaian KVARh pada pelanggan industri, jika rata-rata faktor dayanya ( $\cos \phi$ ) kurang dari 0.85. Untuk memperbaiki faktor daya sehingga tidak membayar denda, adalah aplikasi dari kapasitor.

Selain itu pemasangan kapasitor dapat menanggulangi :

- Trafo kelebihan beban (overload), sehingga memberikan tambahan daya yang tersedia.
- Voltage drop pada titik ujung instalasi.
- Kenaikan arus/suhu pada kabel, sehingga mengurangi kerugian energi yang terbuang menjadi panas.
- dll

Untuk pemasangan tumpuk kapasitor (Capasitor bank) diperlukan :

- Kapasitor, dengan jenis yang cocok dengan kondisi jaringan
- Regulator, untuk pengaturan daya tumpuk kapasitor (kapasitor bank) otomatis
- Kontaktor, untuk switching daya ke kapasitor

#### 2. Cara Menghitung Daya Reaktif

Menghitung daya reaktif yang diperlukan untuk suatu sistem kompensasi Ada 3 cara termudah untuk menentukan daya kapasitor yang dibutuhkan ( $Q_c$ ) :

##### a. Metode Sederhana

Metode ini digunakan agar dengan cepat bisa menentukan  $Q_c$ . Angka yang harus diingat : 0.84 untuk setiap kW beban. Yaitu diambil dari : Perkiraan rata-rata faktor daya suatu instalasi: 0.65 Faktor daya yang diinginkan : 0.95 Maka dari tabel  $\cos \phi$  didapat angka : 0.84.

Contoh: Untuk menghindari denda PLN suatu instalasi dengan beban 100 kW memerlukan daya reaktif ( $Q_c$ ) sebesar  $= 0.84 \times 100 \text{ kW} = 84 \text{ kVAR}$

##### b. Metode Kwitansi PLN

Metode ini memerlukan data dari kwitansi PLN selama satu periode (misalnya 1 tahun). Kemudian data penghitungan diambil dari pembayaran denda kvarh yang tertinggi. Data lain yang diperlukan adalah jumlah waktu pemakaian.

Contoh: Suatu pabrik yang beroperasi 8 jam/hari, membayar denda pemakaian kvarh tertinggi pada tahun yang lalu untuk 63504 kvarh. Maka diperlukan kapasitor bank dengan daya :

$$Q_C = \frac{\text{kvarh tertinggi}}{\text{waktu pemakaian}} \text{ kVAR} = \frac{63504 \text{ kvarh}}{8 \text{ jam} \times 30 \text{ hari/bulan}} = 265 \text{ kVAR} \quad (2.9)$$

### c. Metode Cos Phi

Metode ini menggunakan tabel  $\cos \phi$ . Data yang diperlukan adalah Daya Beban total dan faktor Daya ( $\cos \phi$ ).

Contoh: Sebuah instalasi pabrik memiliki faktor daya : 0.70 untuk beban puncak 600 kW. Untuk meningkatkan faktor daya menjadi 0.93 diperlukan daya kapasitor sebesar : Dari tabel didapat angka : 0.62 Maka Daya Reaktif yang diperlukan = 0.62 x 600 kW = 372 kvar.

Jika tidak memiliki data untuk daya beban dapat juga dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Daya Beban} = V \times I \cos \phi \times \sqrt{3} \quad (2.10)$$

Perhitungan yang digunakan :

#### 1. Kapasitor bank

$$Q_L = Q_C - Q_B \quad (2.11)$$

Dimana :

$Q_L$  = Daya reaktif  $\cos \phi$  Lama (VAR)

$Q_B$  = Daya reaktif  $\cos \phi$  Baru (VAR)

$Q_C$  = Daya yang dikompensasi kapasitor (VAR)

#### 2. Kapasitas rating pengaman

$$I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \cos \phi} \quad (2.12)$$

Dimana :

$I_n$  = Arus nominal (A)

$P$  = Daya Aktif (W)

$V$  = Tegangan (V)

$\Phi$  = Sudut fasa ( $^\circ$ )

$$I_r = 1,25 \times I_n \quad (2.13)$$

Dimana :

$I_r$  = Arus rating (A)

3. Ukuran kabel pada masing-masing SDP gedung

$$\rho = \frac{R \times A}{\ell} \quad (2.14)$$

Dimana :

- $\rho$  = tahanan jenis kabel ( $\Omega\text{m}$ )
- $R$  = hambatan kabel ( $\Omega$ )
- $A$  = luas penampang kabel ( $\text{m}^2$ )
- $\ell$  = panjang kabel (m)

$$A = \frac{\sqrt{3} \times I_r \times \ell \times \rho \times \cos\phi}{Vd} \quad (2.15)$$

Dimana :

- $A$  = luas penampang kabel ( $\text{m}^2$ )
- $I_r$  = Arus thermal (A)
- $\rho$  = tahanan jenis kabel ( $\Omega\text{m}$ )
- $\Phi$  = Sudut fasa ( $^\circ$ )
- $Vd$  = Drop tegangan (V)

4. Drop tegangan

$$Vd = \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos\phi \quad (2.16)$$

Dimana :

- $Vd$  = Drop tegangan (V)
- $I_r$  = Arus rating (A)
- $\ell$  = panjang kabel (m)
- $R$  = hambatan kabel ( $\Omega$ )
- $\Phi$  = Sudut fasa ( $^\circ$ )

5. Rugi-rugi daya

$$PL = 3 \times I_n^2 \times \ell \times R \quad (2.17)$$

Dimana :

- $PL$  = Rugi-rugi daya (W)
- $I_n$  = Arus nominal (A)
- $\ell$  = panjang kabel (m)
- $R$  = hambatan kabel ( $\Omega$ )

### 2.3 Hipotesis

Berdasarkan latar belakang diatas maka diharapkan melalui penelitian ini dapat menganalisa koreksi kapasitor bank kawasan Kampus III UIN Imam Bonjol Padang.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Alat dan Bahan Penelitian

Agar penelitian yang dilakukan tercapai sesuai dengan tujuan, dibutuhkan beberapa alat dan bahan pendukung untuk penelitian, yaitu:

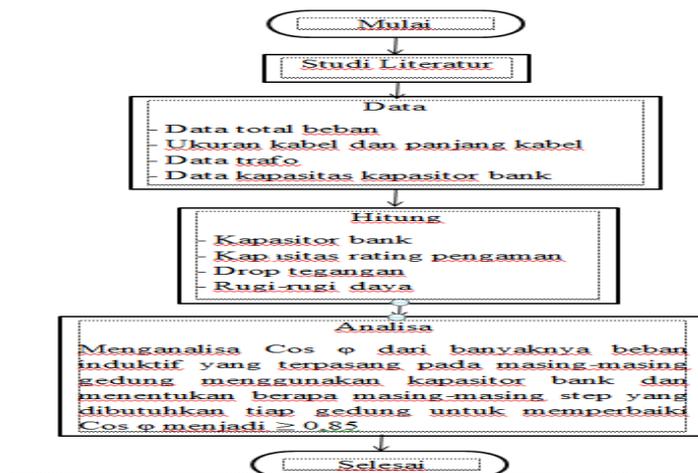
##### 1. Laptop

Laptop adalah sebuah komputer portable yang bisa dibawa kemana saja. Pada penelitian ini laptop yang digunakan berfungsi sebagai media utama dalam pembuatan laporan serta untuk menulis laporan. Tipe laptop yang digunakan pada penelitian ini adalah Lenovo Ideapad Slim 3 dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Windows 10 Home Single Language 64-bit (10.0, Build 19043)
- Language: English (Regional Setting: English)
- ASUS Ideapad Slim 3
- AMD Ryzen 3 3250U with Radeon Graphics Intel (4 CPUs), ~ 2.6GHz
- 8192MB RAM

#### 3.2 Alur Penelitian

Dalam penyusunan dan penulisan penelitian ini, penulis melakukan perumusan masalah, pengumpulan materi dari berbagai sumber, serta diskusi dan bimbingan. Adapun alur dari penelitian ini dapat kita lihat pada gambar berikut ini :



Gambar 3.1 Flowchart alur penelitian

### 3.3 Deskripsi Sistem dan Analisis

Berikut adalah penjelasan dari gambar tersebut :

#### a. Studi Literatur

Studi literatur yang penulis lakukan yakni melihat banyaknya penggunaan beban induktif pada masing-masing gedung dan melihat berapa step kapasitor bank yang dibutuhkan masing-masing gedung untuk mencapai  $\cos \varphi \geq 0,85$ .

#### b. Data

Adapun pada tahap pengumpulan data, data yang penulis perlukan berupa data total beban, rating pengaman, ukuran kabel, panjang kabel, trafo, dan kapasitas dari kapasitor bank.

#### c. Hitung

Adapun pada tahap perhitungan, perhitungan yang penulis lakukan yakni perhitungan berapa step kapasitor bank yang dibutuhkan untuk mencapai  $\cos \varphi \geq 0,85$ . Menghitung kapasitas rating pengaman masing-masing SDP. Menghitung drop tegangan. Menghitung rugi-rugi daya. Adapun rumus perhitungan yang digunakan yaitu :

##### 1. Kapasitor bank

$$Q_L = Q_C - Q_B \quad (3.1)$$

##### 2. Kapasitas rating pengaman

$$I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \cos \varphi} \quad (3.2)$$

$$I_r = 1,25 \times I_n \quad (3.3)$$

##### 3. Ukuran kabel pada masing-masing SDP gedung

$$\rho = \frac{R \times A}{\ell} \quad (3.4)$$

$$A = \frac{\sqrt{3} \times I_r \times \ell \times \rho \times \cos \varphi}{V_d} \quad (3.5)$$

##### 4. Drop tegangan

$$V_d = \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos \varphi \quad (3.6)$$

### 5. Rugi-rugi daya

$$PL = 3 \times I_n^2 \times \ell \times R \quad (3.7)$$

#### d. Analisa

Pada tahap ini, penulis melakukan analisa  $\cos \phi$  dari banyaknya beban induktif yang terpasang pada masing-masing gedung menggunakan kapasitor bank dan menentukan berapa masing-masing step yang dibutuhkan untuk memperbaiki  $\cos \phi$  menjadi  $\geq 0,85$ .

#### f. Selesai

Dalam tahap ini setelah penulis selesai Menghitung kebutuhan kapasitor, Menghitung kapasitas kapasitor, dan Analisa pengaruh pemasangan kapasitor bank. Maka selesailah pengambilan data dan analisa yang penulis perlukan sehingga penulis bisa menuliskan data dan analisa penulis dalam bentuk laporan sehingga penulis bisa melakukan bimbingan terhadap dosen yang sudah ditunjuk menjadi pengawas dan penulis bisa menyelesaikan sidang skripsi penulis.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Deskripsi Penelitian

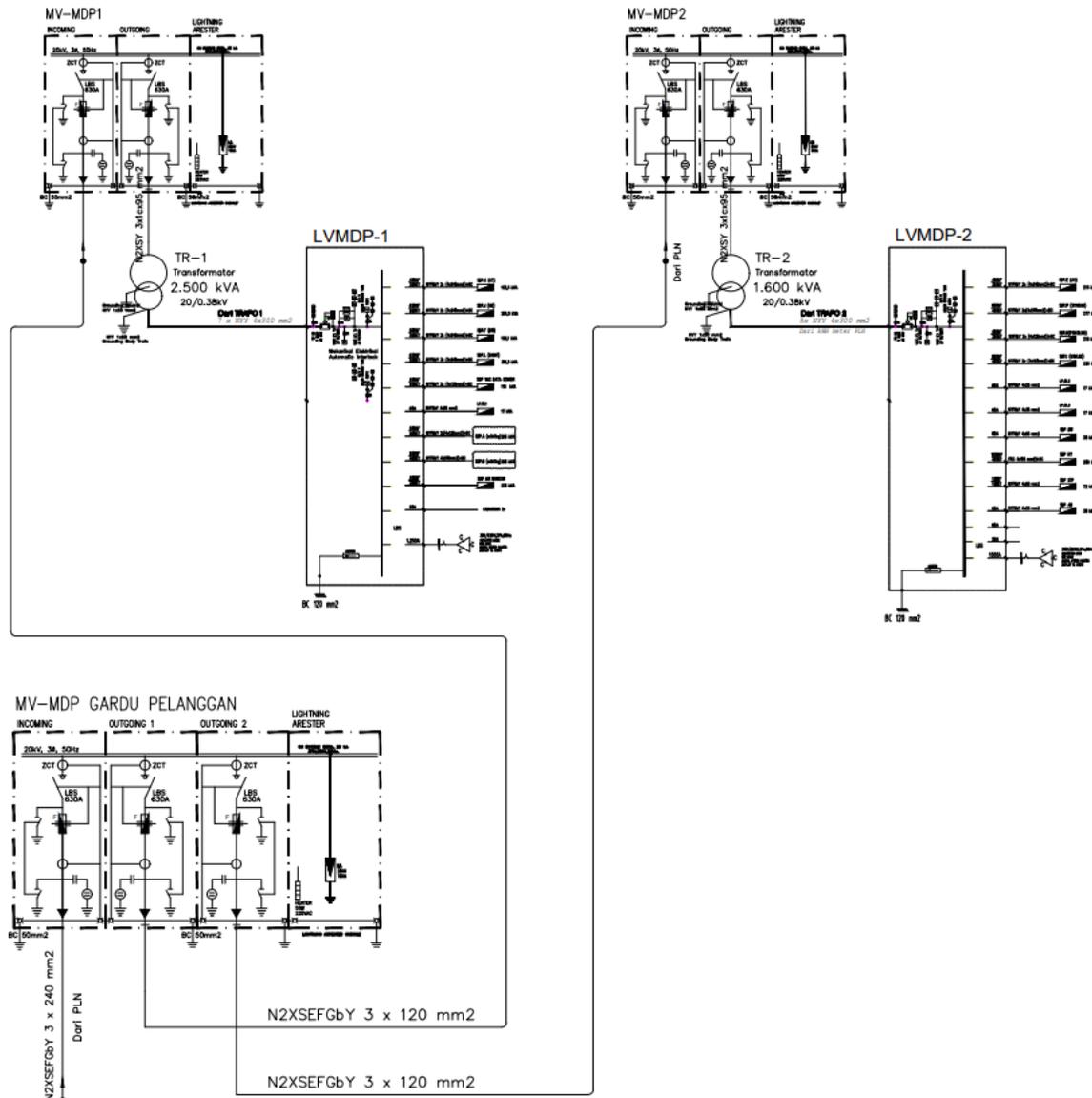
Penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data kelistrikan yang terdapat pada kawasan kampus III Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang. Data tersebut didapat dengan cara menemui langsung pihak yang berwenang dengan kelistrikan kampus UIN, wawancara dan survey langsung oleh peneliti.



Gambar 4.1 Lokasi kawasan kampus III Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang  
(sumber:google earth)

Lokasi penelitian ini bertempat di daerah Sungai Bangek, Balai Gadang Kecamatan Koto Tangah, Padang, Sumatera Barat yang terdapat satu gardu pelanggan tegangan menengah 20 kV. Terdapat dua gardu distribusi, dua trafo distribusi, dua unit panel utama tegangan rendah LVMDP 1 menggunakan kapasitor bank 600 kVAR dan LVMDP 2 kapasitor bank 550 kVAR. Kapasitor bank kawasan kampus UIN ini menggunakan sistem delta.

Penelitian ini membutuhkan data seperti desain instalasi penerangan, desain instalasi kapasitor bank, ukuran kabel, rating pengaman dan rekapitulasi daya. Setelah data didapatkan maka dari itu dilakukan perhitungan menggunakan persamaan atau rumus yang telah ada seperti perhitungan kebutuhan kapasitor bank, daya pada setiap panel SDP, ukuran kabel, rating pengaman, drop tegangan dan rugi-rugi daya.



Gambar 4.2 Sistem Kelistrikan Kampus III UIN Imam Bonjol Padang

#### 4.2 Pengumpulan Data

Pada saat melakukan pengumpulan data disini melakukan wawancara dengan pihak terkait kelistrikan Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang, pada saat wawancara didapat data hasil beban, ukuran kabel dan panjang kabel serta faktor daya yang di pakai dengan  $\geq 0,85$  Sistem pendistribusian di kampus UIN ini menggunakan sistem radial, dapat dilihat pada tabel 4.1 merupakan data rating pengaman dan total beban yang telah terpasang pada masing-masing Sub Distribusi Panel dan tabel 4.2 ukuran kabel dan panjang kabel.

Tabel 4.1 Data total beban masing-masing gedung dan dan rating pengaman

No	Lokasi	Total beban (kVA)	MCB/MCCB (A)
1	LVMDP 1 - SDP C	163,4	320-400
2	LVMDP 1 - SDP J	205,9	500-630
3	LVMDP 1 - SDP F	160,6	320-500
4	LVMDP 1 - SDP L	301,3	500-630
Total beban		831,2 kVA	

No	Lokasi	Total beban (Kva)	MCB/MCCB (A)
1	LVMDP 2 - SDP E	151,63	320-400
2	LVMDP 2 - SDP G	292,20	400-500
3	LVMDP 2 - SDP H	170,03	350-400
4	LVMDP 2 - SDP I	158,98	400-500
Total beban		772,84 kVA	

Sumber:existing

Tabel 4.2 Ukuran kabel dan panjang kabel

No	Lokasi	Jenis kabel	Panjang kabel (m)
1	LVMDP 1 – SDP C	NYY 2x (4x240mm <sup>2</sup> )	325
2	LVMDP 1 – SDP J	NYFGbY 2x (4x240mm <sup>2</sup> )	119
3	LVMDP 1 – SDP F	NYFGbY 2x (4x120mm <sup>2</sup> )	457
4	LVMDP 1 – SDP L	NYY 3x (4x240mm <sup>2</sup> )	433

No	Lokasi	Jenis kabel	Panjang kabel (m)
1	LVMDP 2 - SDP E	NYY 4x240mm <sup>2</sup>	275
2	LVMDP 2 - SDP G	NYY 2x (4x150mm <sup>2</sup> )	132

3	LVMDP 2 - SDP H	NY Y 4x120mm <sup>2</sup>	262
4	LVMDP 2 - SDP I	NY Y 2x (4x240mm <sup>2</sup> )	299

Sumber: Existing

Tabel 4.3 Data trafo

No	Lokasi	Kapasitas (kVA)	MCB/MCCB (A)
1	PH 1	2500	4-5
2	PH 2	1600	4-5

No	Kapasitas	Dimensi kira-kira			Tanpa beban Losses	Beban Losses pada 75 <sup>o</sup>	Total Losses	Impedansi pada 75 <sup>o</sup>	Arus penguat	Volume minyak	Berat total transformator
		Length	Width	Height	Watt	Watt	Watt	%	%		
1	1600	1940	1340	1725	2200	19000	21200	6,0	2,0	965	3785
2	2500	2300	1390	2185	2800	28000	308000	7,0	2,0	1450	5200

### 4.3 Perhitungan

Dalam penelitian ini, dilakukan perhitungan, dimana kapasitor bank sudah terpasang LVMDP 1 kapasitas 600 kVAR (12 x 50 kVAR) dan kapasitor bank terpasang LVMDP 2 kapasitas 500 kVAR (2 x 25 kVAR dan 10 x 50 kVAR).

Data beban terpasang pada LVMDP 1 = 831,2 kVA dan LVMDP 2 = 772,84 kVA.

#### 4.3.1 Perhitungan Kapasitor Bank

1. Berdasarkan beban terpasang LVMDP 1 dengan total beban keseluruhan 831,2 kVA

Diketahui :  $Q_c = 600$  kVAR

Dengan memakai kapasitor bank 600 kVAR,  $\cos \phi$  baru = 1

$$\cos \phi = 1$$

$$Q_c = Q_L - Q_B$$

$$\cos \phi_B = 1$$

$$\sin \phi_B = 0$$

$$Q_B = S \cdot \sin \phi_B$$

$$= 0$$

$$\begin{aligned} Q_L &= Q_C - Q_B \\ &= 600 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

$$Q_L = S \cdot \sin \varphi_L$$

$$\sin \varphi_L = \frac{Q_L}{S} = \frac{600}{831,2} = 0,72$$

$$Q_C = \sin^{-1} 0,72 = 46,054^\circ$$

$$\cos 46,054^\circ = 0,69$$

Maka didapatkan  $\cos \varphi_L = 0,69$

0,69 mencapai 1  $\rightarrow$  831,2 kVA

Capasitor terdiri dari 12 step yaitu 12 x 50 kVAR

$$\frac{0,69}{12 \text{ steps}} = 0,057$$

Maka masing-masing step yaitu 0,057

$$\text{Step 1} = 0,69 \rightarrow 0,747$$

$$\text{Step 2} = 0,69 \rightarrow 0,804$$

$$\text{Step 3} = 0,69 \rightarrow 0,861$$

Jadi, daya semu 831,2 kVA dengan  $\cos \varphi$  awal 0,69 membutuhkan 3 steps untuk mencapai  $\cos \varphi \geq 0,85$ .

2. Berdasarkan beban terpasang LVMDP 1 dengan total beban yang digunakan yaitu SDP C 163,4 kVA

Diketahui :  $Q_C = 600 \text{ kVAR}$

Dengan memakai kapasitor bank 600 kVAR,  $\cos \varphi$  baru = 1

$$\cos \varphi = 1$$

$$Q_C = Q_L - Q_B$$

$$\cos \varphi_B = 1$$

$$\sin \varphi_B = 0$$

$$\begin{aligned} Q_B &= S \cdot \sin \varphi_B \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_L &= Q_C - Q_B \\ &= 600 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

$$Q_L = S \cdot \sin \varphi_L$$

$$\sin \varphi_L = \frac{Q_L}{S} = \frac{600}{163,4} = 3,67$$

$$Q_C = \sin^{-1} 3,67 = 1,57^\circ$$

$$\cos 1,57^\circ = 0,99$$

Maka didapatkan  $\cos \varphi_L = 0,99$

0,99 mencapai 1  $\rightarrow$  831,2 kVA

Capasitor terdiri dari 12 step yaitu 12 x 50 kVAR

Jadi, daya semu 163,4 kVA dengan  $\cos \varphi$  awal 0,99 tidak membutuhkan steps untuk mencapai  $\cos \varphi \geq 0,85$ .

3. Berdasarkan beban terpasang LVMDP 1 dengan total beban yang digunakan yaitu SDP C – SDP J 369,3 kVA

Diketahui :  $Q_C = 600 \text{ kVAR}$

Dengan memakai kapasitor bank 600 kVAR,  $\cos \varphi$  baru = 1

$$\cos \varphi = 1$$

$$Q_C = Q_L - Q_B$$

$$\cos \varphi_B = 1$$

$$\sin \varphi_B = 0$$

$$\begin{aligned} Q_B &= S \cdot \sin \varphi_B \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_L &= Q_C - Q_B \\ &= 600 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

$$Q_L = S \cdot \sin \varphi_L$$

$$\sin \varphi_L = \frac{Q_L}{S} = \frac{600}{369,3} = 1,62$$

$$Q_C = \sin^{-1} 1,62 = 1,57^\circ$$

$$\cos 1,57^\circ = 0,99$$

Maka didapatkan  $\cos \varphi_L = 0,99$

0,99 mencapai 1  $\rightarrow$  369,3 kVA

Capasitor terdiri dari 12 step yaitu 12 x 50 kVAR

Jadi, daya semu 369,3 kVA dengan  $\cos \varphi$  awal 0,99 tidak membutuhkan steps untuk mencapai  $\cos \varphi \geq 0,85$ .

4. Berdasarkan beban terpasang LVMDP 1 dengan total beban yang digunakan yaitu SDP C – SDP F 529,9 kVA

Diketahui :  $Q_C = 600 \text{ kVAR}$

Dengan memakai kapasitor bank 600 kVAR,  $\cos \varphi$  baru = 1

$$\cos \varphi = 1$$

$$Q_C = Q_L - Q_B$$

$$\cos \varphi_B = 1$$

$$\sin \varphi_B = 0$$

$$\begin{aligned} Q_B &= S \cdot \sin \varphi_B \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_L &= Q_C - Q_B \\ &= 600 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

$$Q_L = S \cdot \sin \varphi_L$$

$$\sin \varphi_L = \frac{Q_L}{S} = \frac{600}{529,9} = 1,13$$

$$Q_c = \sin^{-1} 1,13 = 1,57^\circ$$

$$\cos 1,57^\circ = 0,99$$

Maka didapatkan  $\cos \varphi_L = 0,99$

0,99 mencapai 1  $\rightarrow$  529,9 kVA

Capasitor terdiri dari 12 step yaitu 12 x 50 kVAR

Jadi, daya semu 529,9 kVA dengan  $\cos \varphi$  awal 0,99 tidak membutuhkan steps untuk mencapai  $\cos \varphi \geq 0,85$ .

5. Berdasarkan beban terpasang LVMDP 2 dengan total beban 772,84 kVA

Diketahui :  $Q_c = 550$  kVAR

Dengan memakai kapasitor bank 550 kVAR,  $\cos \varphi$  baru = 1

$$\cos \varphi = 1$$

$$Q_c = Q_L - Q_B$$

$$\cos \varphi_B = 1$$

$$\sin \varphi_B = 0$$

$$Q_B = S \cdot \sin \varphi_B$$

$$= 0$$

$$Q_L = Q_c - Q_B$$

$$= 550 \text{ kVAR}$$

$$Q_L = S \cdot \sin \varphi_L$$

$$\sin \varphi_L = \frac{Q_L}{S} = \frac{550}{772,84} = 0,71$$

$$Q_c = \sin^{-1} 0,71 = 45,23^\circ$$

$$\cos 45,23^\circ = 0,70$$

Maka didapatkan  $\cos \varphi_L = 0,70$

0,70 - 1  $\rightarrow$  772,84 kVA

Capasitor terdiri dari 12 step yaitu 2 x 25 kVAR dan 10 x 50 kVAR

$$\frac{0,70}{12 \text{ steps}} = 0,057$$

Maka masing-masing step yaitu 0,029 untuk 25 kVAR dan 0,057 untuk 50 kVAR

$$\text{Step 1} = 0,70 \rightarrow 0,729$$

$$\text{Step 2} = 0,70 \rightarrow 0,758$$

$$\text{Step 3} = 0,70 \rightarrow 0,815$$

$$\text{Step 4} = 0,70 \rightarrow 0,872$$

Jadi, daya semu 772,84 kVA dengan  $\cos \phi$  awal 0,70 membutuhkan 4 steps untuk mencapai  $\cos \phi \geq 0,85$ .

6. Berdasarkan beban terpasang LVMDP 2 dengan total beban yang digunakan yaitu SDP E 151,63 kVA

Diketahui :  $Q_c = 550 \text{ kVAR}$

Dengan memakai kapasitor bank 550 kVAR,  $\cos \phi$  baru = 1

$$\cos \phi = 1$$

$$Q_c = Q_L - Q_B$$

$$\cos \phi_B = 1$$

$$\sin \phi_B = 0$$

$$Q_B = S \cdot \sin \phi_B$$

$$= 0$$

$$Q_L = Q_c - Q_B$$

$$= 550 \text{ kVAR}$$

$$Q_L = S \cdot \sin \phi_L$$

$$\sin \phi_L = \frac{Q_L}{S} = \frac{550}{151,63} = 3,62$$

$$Q_c = \sin^{-1} 3,62 = 1,57^\circ$$

$$\cos 1,57^\circ = 0,99$$

Maka didapatkan  $\cos \varphi_L = 0,99$

0,70 mencapai 1  $\rightarrow$  151,63 kVA

Capasitor terdiri dari 12 step yaitu 2 x 25 kVAR dan 10 x 50 kVAR

Jadi, daya semu 2500 kVA dengan  $\cos \varphi$  awal 0,99 tidak membutuhkan steps untuk mencapai  $\cos \varphi \geq 0,85$ .

7. Berdasarkan beban terpasang LVMDP 2 dengan total beban yang digunakan yaitu SDP E – SDP G 443,38 kVA

Diketahui :  $Q_C = 550$  kVAR

Dengan memakai kapasitor bank 550 kVAR,  $\cos \varphi$  baru = 1

$$\cos \varphi = 1$$

$$Q_C = Q_L - Q_B$$

$$\cos \varphi_B = 1$$

$$\sin \varphi_B = 0$$

$$Q_B = S \cdot \sin \varphi_B$$

$$= 0$$

$$Q_L = Q_C - Q_B$$

$$= 550 \text{ kVAR}$$

$$Q_L = S \cdot \sin \varphi_L$$

$$\sin \varphi_L = \frac{Q_L}{S} = \frac{550}{443,38} = 1,24$$

$$Q_C = \sin^{-1} 1,24 = 1,57^\circ$$

$$\cos 1,57^\circ = 0,99$$

Maka didapatkan  $\cos \varphi_L = 0,99$

0,99 mencapai 1  $\rightarrow$  443,38 kVA

Capasitor terdiri dari 12 step yaitu 2 x 25 kVAR dan 10 x 50 kVAR

Jadi, daya semu 2500 kVA dengan  $\cos \phi$  awal 0,99 tidak membutuhkan steps untuk mencapai  $\cos \phi \geq 0,85$ .

8. Berdasarkan beban terpasang LVMDP 2 dengan total beban yang digunakan yaitu SDP E – SDP H 631,41 kVA

Diketahui :  $Q_C = 550$  kVAR

Dengan memakai kapasitor bank 550 kVAR,  $\cos \phi$  baru = 1

$$\cos \phi = 1$$

$$Q_C = Q_L - Q_B$$

$$\cos \phi_B = 1$$

$$\sin \phi_B = 0$$

$$Q_B = S \cdot \sin \phi_B$$

$$= 0$$

$$Q_L = Q_C - Q_B$$

$$= 550 \text{ kVAR}$$

$$Q_L = S \cdot \sin \phi_L$$

$$\sin \phi_L = \frac{Q_L}{S} = \frac{550}{613,41} = 0,89$$

$$Q_C = \sin^{-1} 0,89 = 62,87^\circ$$

$$\cos 62,87^\circ = 0,45$$

Maka didapatkan  $\cos \phi_L = 0,45$

0,45 mencapai 1  $\rightarrow$  613,41 kVA

Capasitor terdiri dari 12 step yaitu 2 x 25 kVAR dan 10 x 50 kVAR

$$\frac{0,45}{12 \text{ steps}} = 0,0375$$

Maka masing-masing step yaitu 0,0375 untuk 25 kVAR dan 0,058 untuk 50 kVAR

$$\text{Step 1} = 0,45 \rightarrow 0,487$$

$$\text{Step 2} = 0,487 \rightarrow 0,525$$

$$\text{Step 3} = 0,525 \rightarrow 0,562$$

$$\text{Step 4} = 0,562 \rightarrow 0,6$$

$$\text{Step 5} = 0,6 \rightarrow 0,637$$

$$\text{Step 6} = 0,637 \rightarrow 0,675$$

$$\text{Step 7} = 0,675 \rightarrow 0,712$$

$$\text{Step 8} = 0,712 \rightarrow 0,75$$

$$\text{Step 9} = 0,75 \rightarrow 0,787$$

$$\text{Step 10} = 0,787 \rightarrow 0,825$$

$$\text{Step 11} = 0,825 \rightarrow 0,862$$

Jadi, daya semu 613,41 kVA dengan  $\cos \varphi$  awal 0,45 membutuhkan 11 steps untuk mencapai  $\cos \varphi \geq 0,85$ .

9. Berdasarkan daya trafo power horse 1 dengan kapasitas daya 2500 kVA

Diketahui :  $Q_C = 600 \text{ kVAR}$

Dengan memakai kapasitor bank 600 kVAR,  $\cos \varphi$  baru = 1

$$\cos \varphi = 1$$

$$Q_C = Q_L - Q_B$$

$$\cos \varphi_B = 1$$

$$\sin \varphi_B = 0$$

$$Q_B = S \cdot \sin \varphi_B$$

$$= 0$$

$$Q_L = Q_C - Q_B$$

$$= 600 \text{ kVAR}$$

$$Q_L = S \cdot \sin \varphi_L$$

$$\sin \varphi_L = \frac{Q_L}{S} = \frac{600}{2500} = 0,24$$

$$Q_C = \sin^{-1} 0,24 = 23,57$$

$$\cos 23,57 = 0,91$$

Maka didapatkan  $\cos \varphi_L = 0,91$

$$0,91 \rightarrow 2500 \text{ kVA}$$

Capasitor terdiri dari 12 step yaitu 12 x 50 kVAR

$$\frac{0,91}{12 \text{ steps}} = 0,075$$

Jadi, daya semu 2500 kVA dengan  $\cos \varphi$  awal 0,91 tidak membutuhkan steps untuk mencapai  $\cos \varphi \geq 0,85$ .

10. Berdasarkan daya trafo power horse 2 dengan kapasitas daya 1600 kVA

Diketahui :  $Q_C = 550 \text{ kVAR}$

Dengan memakai kapasitor bank 600 kVAR,  $\cos \varphi$  baru = 1

$$\cos \varphi = 1$$

$$Q_C = Q_L - Q_B$$

$$\cos \varphi_B = 1$$

$$\sin \varphi_B = 0$$

$$Q_B = S \cdot \sin \varphi_B$$

$$= 0$$

$$Q_L = Q_C - Q_B$$

$$= 550 \text{ kVAR}$$

$$Q_L = S \cdot \sin \varphi_L$$

$$\sin \varphi_L = \frac{Q_L}{S} = \frac{550}{1600} = 0,34$$

$$Q_C = \sin^{-1} 0,34 = 19,87$$

$\cos 19,87 = 0,94$

Maka didapatkan  $\cos \varphi_L = 0,94$

$0,94 \rightarrow 6500 \text{ kVA}$

Capasitor terdiri dari 12 step yaitu 2 x 25 dan 10 x 50 kVAR

Jadi, daya semu 1600 kVA dengan  $\cos \varphi$  awal 0,94 tidak membutuhkan steps untuk mencapai  $\cos \varphi \geq 0,85$ .

### 4.3.2 Perhitungan kapasitas rating pengaman masing-masing SDP

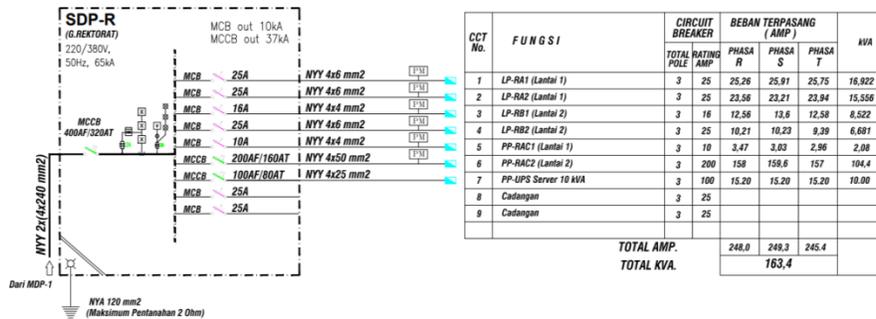
#### A. LVMDP 1 sampai SDP-C (Gedung Rektorat)

Dengan total kVA = 163,4 kVA di ubah menjadi 138.890 watt, maka:

$$I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \cos\varphi} = \frac{138.890}{380 \times \sqrt{3} \times 0,85} = 248,55 \text{ A}$$

$$I_r = 1,25 \times I_n = 1,25 \times 248,55 = 310,68 \text{ A}$$

Maka rating MCCB 3 phasa yang digunakan 350-500 A



Gambar 4.3 Rekapitulasi SDP-C (Gedung Rektorat)

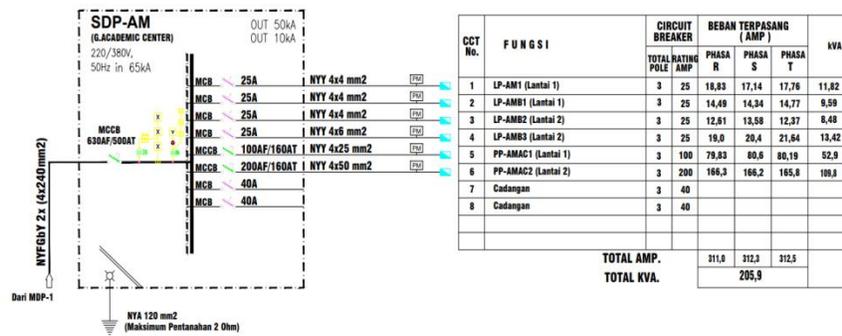
#### B. LVMDP 1 sampai SDP-J (Gedung Academic Center)

Dengan total kVA = 205,9 kVA di ubah menjadi 175.015 watt, maka:

$$I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \cos\varphi} = \frac{175.015}{380 \times \sqrt{3} \times 0,85} = 313,20 \text{ A}$$

$$I_r = 1,25 \times I_n = 1,25 \times 313,20 = 391,5 \text{ A}$$

Maka rating MCCB 3 phasa yang digunakan 420-600 A



Gambar 4.4 Rekapitulasi SDP-J (Gedung Academic Center)

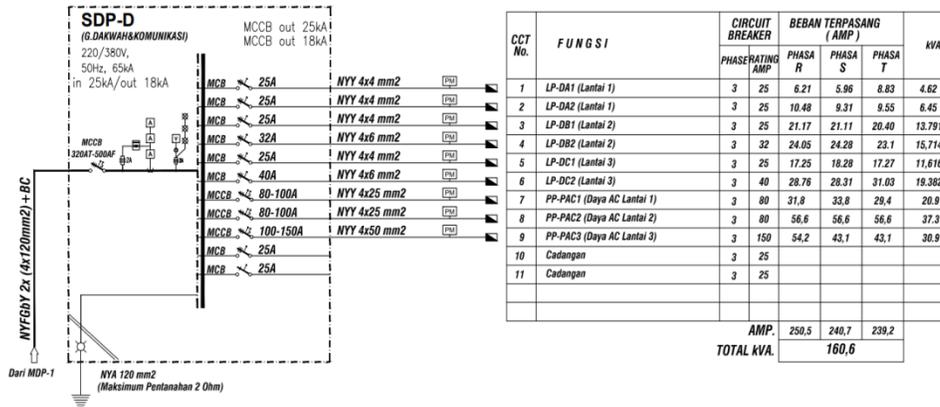
C. LVMDP 1 sampai SDP F (Gedung Fakultas Dakwah Komunikasi)

Dengan total kVA =160,6 kVA diubah menjadi 136.510 watt, maka:

$$I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \cos\phi} = \frac{136.510}{380 \times \sqrt{3} \times 0,85} = 244,29 \text{ A}$$

$$I_r = 1,25 \times I_n = 1,25 \times 244,29 = 305,36 \text{ A}$$

Maka rating MCCB 3 fasa yang digunakan 350-500 A



Gambar 4.5 Rekapitulasi SDP-F (Gedung Fakultas Dakwah Komunikasi)

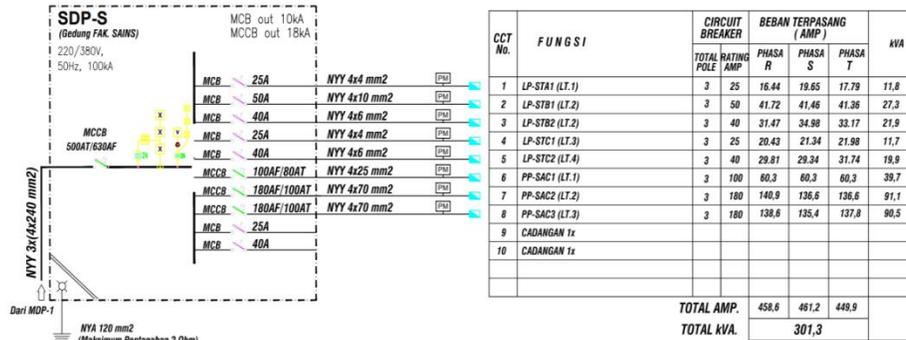
D. LVMDP 1 sampai SDP L (Gedung Fakultas Sains dan Teknologi)

Dengan total kVA = 301,3 kVA di ubah menjadi 256.105 watt, maka:

$$I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \cos\phi} = \frac{256.105}{380 \times \sqrt{3} \times 0,85} = 458,32 \text{ A}$$

$$I_r = 1,25 \times I_n = 1,25 \times 458,32 = 572,9 \text{ A}$$

Maka rating MCCB 3 fase yang digunakan 420-600 A



Gambar 4.6 Rekapitulasi SDP-L (Gedung Fakultas Sains dan Teknologi)

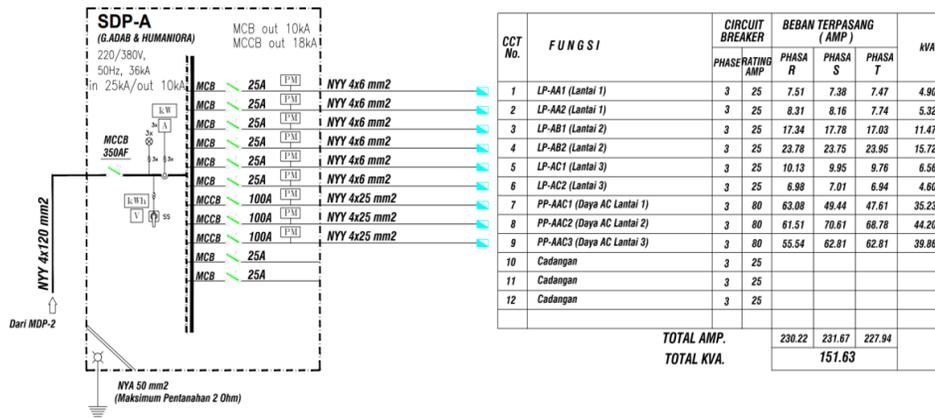
E. LVMDP 2 sampai SDP E (Gedung Fakultas Adab dan Humanoria)

Dengan total kVA = 151,63 kVA di ubah menjadi 128.885 watt, maka:

$$I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \cos\phi} = \frac{128.885}{380 \times \sqrt{3} \times 0,85} = 230,65 A$$

$$I_r = 1,25 \times I_n = 1,25 \times 230,65 = 288,31 A$$

Maka rating MCCB 3 fase yang digunakan 280-400 A



Gambar 4.7 Rekapitulasi SDP-E (Gedung Fakultas Adab dan Humanoria)

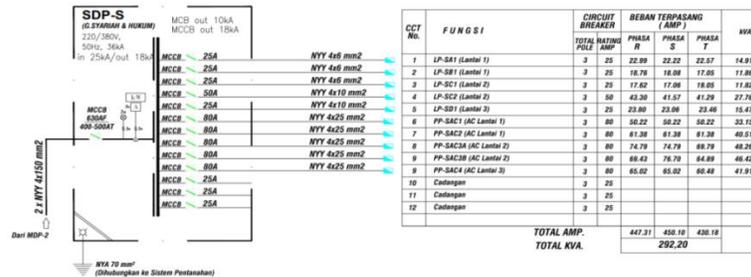
F. LVMDP 2 sampai SDP G (Gedung Fakultas Syariah dan Hukum)

Dengan total kVA = 292,20 kVA di ubah menjadi 248.370 watt, maka:

$$I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \cos\phi} = \frac{248.370}{380 \times \sqrt{3} \times 0,85} = 444,47A$$

$$I_r = 1,25 \times I_n = 1,25 \times 444,47 = 555,58A$$

Maka rating MCCB 3 fase 3P yang digunakan 420-500 A



Gambar 4.8 Rekapitulasi SDP-G (Gedung Fakultas Syariah dan Hukum)

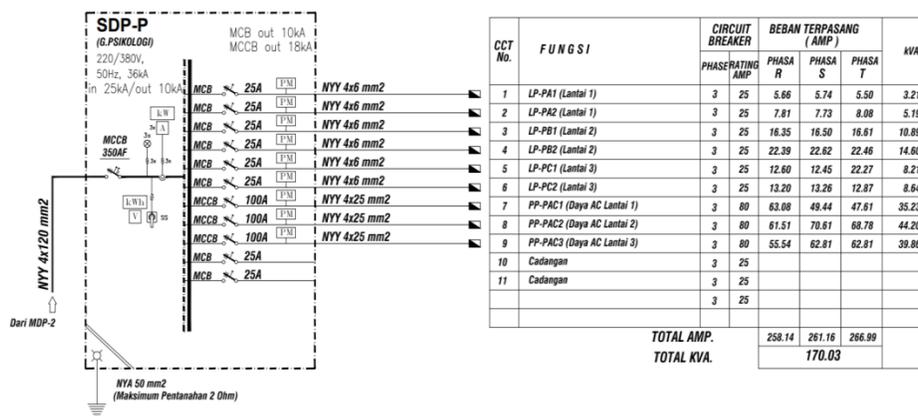
G. LVMDP 2 sampai SDP H (Gedung Fakultas Psikologi)

Dengan total kVA = 170,03kVAdi ubah menjadi 144.525 watt, maka:

$$I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \cos\phi} = \frac{144.525}{380 \times \sqrt{3} \times 0,85} = 258,63 A$$

$$I_r = 1,25 \times I_n = 1,25 \times 258,63 = 323,28 A$$

Maka rating MCCB 3 fase yang digunakan 350-500 A



Gambar 4.9 Rekapitulasi SDP-H (Gedung Fakultas Psikologi)

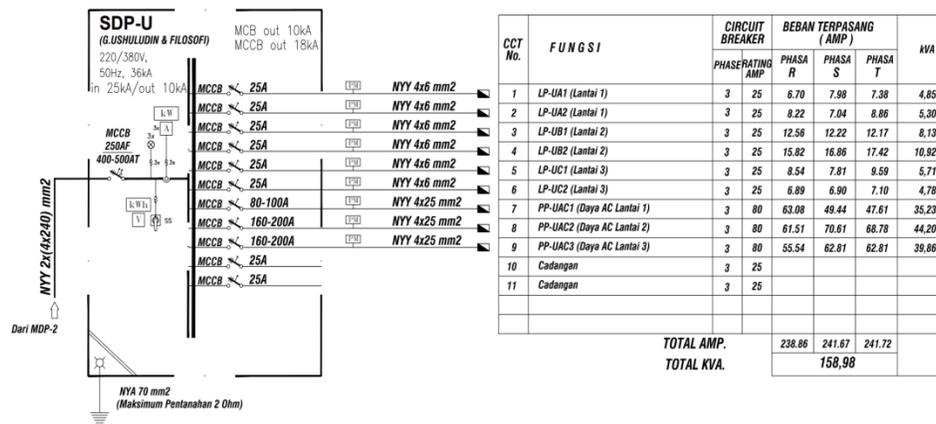
H. LVMDP 2 sampai SDP I (Gedung Fakultas Ushuludin dan Filosofi)

Dengan total kVA = 158,98 kVA di ubah menjadi 135.133 watt, maka:

$$I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \cos\phi} = \frac{135.133}{380 \times \sqrt{3} \times 0,85} = 241,83 \text{ A}$$

$$I_r = 1,25 \times I_n = 1,25 \times 241,55 = 302,28 \text{ A}$$

Maka rating MCCB 3 phasa yang digunakan 280-400 A



Gambar 4.10 Rekapitulasi SDP-I (Gedung Fakultas Ushuludin dan Filosofi)

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Rating Pengaman pada SDP

No	Lokasi	MCCB/MCCB (A)
1	LVMDP 1 - SDP C	350-500
2	LVMDP 1 - SDP J	420-600
3	LVMDP 1 - SDP F	350-500
4	LVMDP 1 - SDP L	420-600
5	LVMDP 2 - SDP E	280-400
6	LVMDP 2 - SDP G	420-500
7	LVMDP 2 - SDP H	350-500
8	LVMDP 2 - SDP I	280-400

### 4.3.3 Perhitungan Ukuran Kabel pada Masing-Masing SDP Gedung

#### A. LVMDP 1 – SDP C

Dari data panjang saluran pada tabel 4.2, maka:

$$\text{Panjang kabel } \ell = 325 \text{ m}$$

$$\text{Tegangan} = 380 \text{ V}$$

$$\text{Arus rating} = 310,68 \text{ A}$$

$$\text{Drop tegangan } Vd \% = 380 \times 5\% = 19 \text{ V}$$

Berdasarkan katalog kabel yang di gunakan adalah ukuran  $4 \times 150\text{mm}^2$  KHA 315 A, dengan tahanan penghantar  $R = 0,124 \Omega/\text{km}$  maka :

$$\rho = \frac{R \times A}{\ell} = \frac{0,124 \times 150}{325} = 0,0572 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{\sqrt{3} \times I_r \times \ell \times \rho \times \cos\phi}{Vd} \\ &= \frac{1,73 \times 310,68 \times 325 \times 0,0572 \times 0,85}{19} \\ &= 446,99 \text{ mm}^2 \\ &= NYFGbY 3 \times (4 \times 150\text{mm}^2) \end{aligned}$$

$$\text{Maka jumlah rute kabel} = \frac{446,9}{150} = 2,97 = 3 \text{ rute}$$

#### B. LVMDP 1 – SDP J

Dari data panjang saluran pada tabel 4.2, maka:

$$\text{Panjang kabel} = 119 \text{ m}$$

$$\text{Tegangan} = 380 \text{ V}$$

$$\text{Arus rating} = 391,5 \text{ A}$$

$$\text{Drop tegangan } Vd \% = 380 \times 5\% = 19 \text{ V}$$

Berdasarkan katalog kabel yang di gunakan adalah ukuran  $4 \times 240\text{mm}^2$  KHA 415 A, dengan tahanan penghantar  $R = 0,0754 \Omega/\text{km}$  maka :

$$\rho = \frac{R \times A}{\ell} = \frac{0,0754 \times 240}{119} = 0,1520 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A = \frac{\sqrt{3} \times I_r \times \ell \times \rho \times \cos\phi}{Vd}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1,73 \times 3391,5 \times 119 \times 0,1520 \times 0,85}{19} \\
 &= 548,06 \text{ mm}^2 \\
 &= NYFGbY 2 \times (4 \times 240\text{mm}^2)
 \end{aligned}$$

Maka jumlah rute kabel =  $\frac{548,06}{25} = 2,28 = 2 \text{ rute}$

### C. LVMDP 1 – SDP F

Dari data panjang saluran pada tabel 4.2, maka:

Panjang kabel = 457m

Tegangan = 380 V

Arus rating = 305,36 A

Drop tegangan  $Vd \% = 380 \times 5\% = 19 \text{ V}$

Berdasarkan katalog kabel yang di gunakan adalah ukuran  $4 \times 150\text{mm}^2$  KHA 315 A, dengan tahanan penghantar  $R = 0,124 \Omega/\text{km}$  maka :

$$\rho = \frac{R \times A}{\ell} = \frac{0,124 \times 150}{457} = 0,0407 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{\sqrt{3} \times I_r \times \ell \times \rho \times \cos\varphi}{Vd} \\
 &= \frac{1,73 \times 305,36 \times 457 \times 0,0407 \times 0,85}{19} \\
 &= 439,57 \text{ mm}^2 \\
 &= NYFGbY 3 \times (4 \times 150\text{mm}^2)
 \end{aligned}$$

Maka jumlah rute kabel =  $\frac{439,57}{150} = 2,93 = 3 \text{ rute}$

### D. LVMDP 1 – SDP L

Dari data panjang saluran pada tabel 4.2, maka:

Panjang kabel = 433 m

Tegangan = 380 V

Arus rating = 572,9 A

Drop tegangan  $Vd \% = 380 \times 5\% = 19 \text{ V}$

Berdasarkan katalog kabel yang di gunakan adalah ukuran  $4 \times 240\text{mm}^2$  KHA 415 A, dengan tahanan penghantar  $R = 0,0754 \Omega/\text{km}$  maka :

$$\rho = \frac{R \times A}{\ell} = \frac{0,0754 \times 240}{433} = 0,0417 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{\sqrt{3} \times I_r \times \ell \times \rho \times \cos\varphi}{Vd} \\ &= \frac{1,73 \times 572,9 \times 433 \times 0,0417 \times 0,85}{19} \\ &= 800,59 \text{ mm}^2 \\ &= \text{NYFGbY } 3 \times (4 \times 240 \text{ mm}^2) \end{aligned}$$

Maka jumlah rute kabel =  $\frac{800,59}{240} = 3,33 = 3 \text{ rute}$

#### E. LVMDP 2 – SDP E

Dari data panjang saluran pada tabel 4.2, maka:

Panjang kabel = 275 m

Tegangan = 380 V

Arus rating = 288,31 A

Drop tegangan  $Vd$  % =  $380 \times 5\% = 19 \text{ V}$

Berdasarkan katalog kabel yang di gunakan adalah ukuran  $4 \times 150\text{mm}^2$  KHA 315 A, dengan tahanan penghantar  $R = 0,124 \Omega/\text{km}$  maka :

$$\rho = \frac{R \times A}{\ell} = \frac{0,124 \times 150}{275} = 0,0676 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{\sqrt{3} \times I_r \times \ell \times \rho \times \cos\varphi}{Vd} \\ &= \frac{1,73 \times 305,36 \times 119 \times 0,0676 \times 0,85}{19} \\ &= 414,81 \text{ mm}^2 \\ &= \text{NYFGbY } 3 \times (4 \times 150 \text{ mm}^2) \end{aligned}$$

Maka jumlah rute kabel =  $\frac{414,81}{150} = 2,76 = 3 \text{ rute}$

## F. LVMDP 2 – SDP G

Dari data panjang saluran pada tabel 4.2, maka:

$$\text{Panjang kabel} = 132 \text{ m}$$

$$\text{Tegangan} = 380 \text{ V}$$

$$\text{Arus rating} = 555,58 \text{ A}$$

$$\text{Drop tegangan } Vd \% = 380 \times 5\% = 19 \text{ V}$$

Berdasarkan katalog kabel yang di gunakan adalah ukuran  $4 \times 240\text{mm}^2$  KHA 415 A, dengan tahanan penghantar  $R = 0,0754 \Omega/\text{km}$  maka :

$$\rho = \frac{R \times A}{\ell} = \frac{0,0754 \times 240}{132} = 0,1370 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{\sqrt{3} \times I_r \times \ell \times \rho \times \cos\varphi}{Vd} \\ &= \frac{1,73 \times 555,58 \times 132 \times 0,1370 \times 0,85}{19} \\ &= 777,59 \text{ mm}^2 \\ &= NYFGbY 3 \times (4 \times 240\text{mm}^2) \end{aligned}$$

$$\text{Maka jumlah rute kabel} = \frac{777,59}{240} = 3,23 = 3 \text{ rute}$$

## G. LVMDP 2 – SDP H

Dari data panjang saluran pada tabel 4.2, maka:

$$\text{Panjang kabel} = 262 \text{ m}$$

$$\text{Tegangan} = 380 \text{ V}$$

$$\text{Arus rating} = 323,28 \text{ A}$$

$$\text{Drop tegangan } Vd \% = 380 \times 5\% = 19 \text{ V}$$

Berdasarkan katalog kabel yang di gunakan adalah ukuran  $4 \times 185\text{mm}^2$  KHA 355 A, dengan tahanan penghantar  $R = 0,0991 \Omega/\text{km}$  maka :

$$\rho = \frac{R \times A}{\ell} = \frac{0,0991 \times 185}{262} = 0,0699 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A = \frac{\sqrt{3} \times I_r \times \ell \times \rho \times \cos\varphi}{Vd}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1,73 \times 323,28 \times 262 \times 0,0699 \times 0,85}{19} \\
 &= 458,21 \text{ mm}^2 \\
 &= NYFGbY 3 \times (4 \times 185\text{mm}^2)
 \end{aligned}$$

Maka jumlah rute kabel =  $\frac{458,21}{185} = 2,47 = 3 \text{ rute}$

#### H. LVMDP 2 – SDP I

Dari data panjang saluran pada tabel 4.2, maka:

Panjang kabel = 299 m

Tegangan = 380 V

Arus rating = 302,28 A

Drop tegangan  $Vd \% = 380 \times 5\% = 19 \text{ V}$

Berdasarkan katalog kabel yang di gunakan adalah ukuran  $4 \times 150\text{mm}^2$  KHA 315 A,

dengan tahanan penghantar  $R = 0,124 \Omega/\text{km}$  maka :

$$\rho = \frac{R \times A}{\ell} = \frac{0,124 \times 150}{299} = 0,0622 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{\sqrt{3} \times I_r \times \ell \times \rho \times \cos\phi}{Vd} \\
 &= \frac{1,73 \times 302,28 \times 299 \times 0,0622 \times 0,85}{19} \\
 &= 435,09 \text{ mm}^2 \\
 &= NYFGbY 3 \times (4 \times 150\text{mm}^2)
 \end{aligned}$$

Maka jumlah rute kabel =  $\frac{435,09}{150} = 2,90 = 3 \text{ rute}$

Tabel 4.5 Hasil perhitungan penampang kabel

No	Lokasi	Panjang Kabel (m)	Jenis Kabel dan Penampang
1	LVMDP 1 - SDP C	325	NYFGbY 3x(4x150mm <sup>2</sup> )
2	LVMDP 1 - SDP J	119	NYFGbY 2x(4x240mm <sup>2</sup> )
3	LVMDP 1 - SDP F	457	NYFGbY 3x(4x150mm <sup>2</sup> )

4	LVMDP 1 - SDP L	433	NYFGbY 3x(4x240mm <sup>2</sup> )
5	LVMDP 2 - SDP E	275	NYFGbY 3x(4x150mm <sup>2</sup> )
6	LVMDP 2 - SDP G	132	NYFGbY 3x(4x240mm <sup>2</sup> )
7	LVMDP 2 - SDP H	262	NYFGbY 3x(4x185mm <sup>2</sup> )
8	LVMDP 2 - SDP I	299	NYFGbY 3x(4x150mm <sup>2</sup> )

#### 4.3.4 Perhitungan Drop Tegangan

##### 4.3.4.1 Perhitungan drop tegangan dengan data yang di dapat

###### A. LVMDP 1 – SDP C

$$I_r = 310,68 \text{ A}$$

$$\text{Panjang kabel } \ell = 325 \text{ m} = 0,325 \text{ Km}$$

$$\text{Jenis kabel NYY 2x(4x240mm}^2\text{)}$$

R berdasarkan brosur kabel =  $0,0754 \Omega/\text{km}$  karena menggunakan 2 rute kabel maka

$$R = \frac{0,0754}{2} = 0,0377 \Omega/\text{km}$$

$$Vd = \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos\phi$$

$$= 1,73 \times 310,68 \times 0,325 \times 0,0377 \times 0,85$$

$$= 5,59 \text{ Volt}$$

$$Vd\% = \frac{V_{drop}}{V_{kirim}} \times 100\% = \frac{5,59}{380} \times 100\% = 1,47\%$$

###### B. LVMDP 1 – SDP J

$$I_r = 391,5 \text{ A}$$

$$\text{Panjang kabel } \ell = 119 \text{ m} = 0,119 \text{ Km}$$

$$\text{Jenis kabel NYFGbY 2x(4x240mm}^2\text{)}$$

R berdasarkan brosur kabel =  $0,0754 \Omega/\text{km}$  karena menggunakan 2 rute kabel maka

$$R = \frac{0,0754}{2} = 0,0377 \Omega/\text{km}$$

$$Vd = \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos\phi$$

$$= 1,73 \times 391,5 \times 0,119 \times 0,0377 \times 0,85$$

$$= 2,58 \text{ Volt}$$

$$Vd\% = \frac{V_{drop}}{V_{kirim}} \times 100\% = \frac{2,58}{380} \times 100\% = 0,67\%$$

### C. LVMDP 1 – SDP F

$$I_r = 305,36 \text{ A}$$

$$\text{Panjang kabel } \ell = 457 \text{ m} = 0,457 \text{ km}$$

$$\text{Jenis kabel NYFGbY } 2 \times (4 \times 120 \text{ mm}^2)$$

R berdasarkan brosur kabel =  $0,153 \text{ } \Omega/\text{km}$  karena menggunakan 2 rute kabel maka

$$R = \frac{0,153}{2} = 0,0756 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\begin{aligned} Vd &= \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos\varphi \\ &= 1,73 \times 305,36 \times 0,457 \times 0,0756 \times 0,85 \\ &= 15,51 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$Vd\% = \frac{V_{drop}}{V_{kirim}} \times 100\% = \frac{15,51}{380} \times 100\% = 4,08\%$$

### D. LVMDP 1 – SDP L

$$I_r = 572,9 \text{ A}$$

$$\text{Panjang kabel } \ell = 433 \text{ m} = 0,433 \text{ km}$$

$$\text{Jenis kabel NYY } 3 \times (4 \times 240 \text{ mm}^2)$$

R berdasarkan brosur kabel =  $0,0754 \text{ } \Omega/\text{km}$  karena menggunakan 3 rute kabel maka

$$R = \frac{0,0754}{3} = 0,0251 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\begin{aligned} Vd &= \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos\varphi \\ &= 1,73 \times 572,9 \times 0,433 \times 0,0251 \times 0,85 \\ &= 9,15 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$Vd\% = \frac{V_{drop}}{V_{kirim}} \times 100\% = \frac{9,15}{380} \times 100\% = 2,40\%$$

### E. LVMDP 2 – SDP E

$$I_r = 288,31 \text{ A}$$

Panjang kabel  $\ell = 275 \text{ m} = 0,275 \text{ km}$

Jenis kabel NYY (4x240mm<sup>2</sup>)

R berdasarkan brosur kabel = 0,0754  $\Omega/\text{km}$

$$\begin{aligned} Vd &= \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos\varphi \\ &= 1,73 \times 288,31 \times 0,275 \times 0,0754 \times 0,85 \\ &= 8,79 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$Vd\% = \frac{V_{drop}}{V_{kirim}} \times 100\% = \frac{8,79}{380} \times 100\% = 2,31\%$$

#### F. LVMDP 2 – SDP G

$$I_r = 555,58 \text{ A}$$

Panjang kabel  $\ell = 275 \text{ m} = 0,275 \text{ km}$

Jenis kabel NYY 2x(4x240mm<sup>2</sup>)

R berdasarkan brosur kabel = 0,0124  $\Omega/\text{km}$  karena menggunakan 2 rute kabel maka

$$R = \frac{0,0754}{2} = 0,0377 \Omega/\text{km}$$

$$\begin{aligned} Vd &= \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos\varphi \\ &= 1,73 \times 555,58 \times 0,275 \times 0,0377 \times 0,85 \\ &= 8,47 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$Vd\% = \frac{V_{drop}}{V_{kirim}} \times 100\% = \frac{8,47}{380} \times 100\% = 2,3\%$$

#### G. LVMDP 2 – SDP H

$$I_r = 323,28 \text{ A}$$

Panjang kabel  $\ell = 262 \text{ m} = 0,262 \text{ km}$

Jenis kabel NYY (4x120mm<sup>2</sup>)

R berdasarkan brosur = 0,153  $\Omega/\text{km}$

$$\begin{aligned} Vd &= \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos\varphi \\ &= 1,73 \times 323,28 \times 0,262 \times 0,153 \times 0,85 \\ &= 19,05 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$Vd\% = \frac{V_{drop}}{V_{kirim}} \times 100\% = \frac{19,05}{380} \times 100\% = 5,01\%$$

#### H. LVMDP 2 – SDP I

$$I_r = 301,93 \text{ A}$$

$$\text{Panjang kabel } \ell = 299 \text{ m} = 0,299$$

Jenis kabel NYY 2x(4x240mm<sup>2</sup>)

R berdasarkan brosur kabel = 0,0754  $\Omega/km$  karena menggunakan 3 rute kabel maka

$$R = \frac{0,0754}{2} = 0,0377 \Omega/km$$

$$\begin{aligned} Vd &= \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos\varphi \\ &= 1,73 \times 302,28 \times 0,299 \times 0,0377 \times 0,85 \\ &= 5,01 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$Vd\% = \frac{V_{drop}}{V_{kirim}} \times 100\% = \frac{5,01}{380} \times 100\% = 1,31\%$$

Tabel 4.6 Hasil perhitungan drop tegangan dengan data yang didapat

No	Lokasi	$I_r$ (A)	$\ell$ (Km)	$R \Omega/Km$	Vd	
					Volt	%
1	LVMDP 1-SDP C	310,68	0,325	0,0377	5,59	1,47
2	LVMDP 1-SDP J	391,5	0,119	0,0377	2,58	0,67
3	LVMDP 1-SDP F	305,36	0,457	0,0756	15,51	4,08
4	LVMDP 1-SDP L	572,9	0,433	0,0251	9,15	2,40
5	LVMDP 2-SDP E	288,31	0,275	0,0754	8,79	2,31
6	LVMDP 2-SDP G	555,58	0,132	0,0377	8,47	2,3
7	LVMDP 2-SDP H	323,28	0,262	0,153	19,05	5,01
8	LVMDP 2 -SDP I	302,28	0,299	0,0377	5,01	1,31

#### 4.3.4.2 Perhitungan drop tegangan dengan hasil analisa

##### A. LVMDP 1 – SDP C

$$I_r = 310,68 \text{ A}$$

$$\text{Panjang kabel } \ell = 325 \text{ m} = 0,325 \text{ Km}$$

$$\text{Jenis kabel NYFGbY } 3 \times (4 \times 150 \text{ mm}^2)$$

R berdasarkan brosur kabel =  $0,124 \text{ } \Omega/\text{km}$  karena menggunakan 3 rute kabel maka

$$R = \frac{0,124}{3} = 0,041 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\begin{aligned} Vd &= \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos\varphi \\ &= 1,73 \times 310,68 \times 0,325 \times 0,041 \times 0,85 \\ &= 6,08 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$Vd\% = \frac{V_{drop}}{V_{kirim}} \times 100\% = \frac{6,08}{380} \times 100\% = 1,6\%$$

##### B. LVMDP 1 – SDP J

$$I_r = 391,5 \text{ A}$$

$$\text{Panjang kabel } \ell = 119 \text{ m} = 0,119 \text{ Km}$$

$$\text{Jenis kabel NYFGbY } 2 \times (4 \times 240 \text{ mm}^2)$$

R berdasarkan brosur kabel =  $0,0754 \text{ } \Omega/\text{km}$  karena menggunakan 2 rute kabel maka

$$R = \frac{0,0754}{2} = 0,0377 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\begin{aligned} Vd &= \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos\varphi \\ &= 1,73 \times 391,5 \times 0,119 \times 0,0377 \times 0,85 \\ &= 2,58 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$Vd\% = \frac{V_{drop}}{V_{kirim}} \times 100\% = \frac{2,58}{380} \times 100\% = 0,67\%$$

##### C. LVMDP 1 – SDP F

$$I_r = 305,36 \text{ A}$$

$$\text{Panjang kabel } \ell = 457 \text{ m} = 0,457 \text{ km}$$

$$\text{Jenis kabel NYFGbY } 3 \times (4 \times 150 \text{ mm}^2)$$

R berdasarkan brosur kabel =  $0,124 \Omega/km$  karena menggunakan 3 rute kabel maka

$$R = \frac{0,124}{3} = 0,041 \Omega/km$$

$$\begin{aligned} Vd &= \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos\varphi \\ &= 1,73 \times 305,36 \times 0,457 \times 0,041 \times 0,85 \\ &= 8,41 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$Vd\% = \frac{V_{drop}}{V_{kirim}} \times 100\% = \frac{8,41}{380} \times 100\% = 2,21\%$$

#### D. LVMDP 1 – SDP L

$$I_r = 572,9 \text{ A}$$

$$\text{Panjang kabel } \ell = 433 \text{ m} = 0,433 \text{ km}$$

Jenis kabel NYFGbY 3x(4x240mm<sup>2</sup>)

R berdasarkan brosur kabel =  $0,0754 \Omega/km$  karena menggunakan 3 rute kabel maka

$$R = \frac{0,0754}{3} = 0,0251 \Omega/km$$

$$\begin{aligned} Vd &= \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos\varphi \\ &= 1,73 \times 572,9 \times 0,433 \times 0,0251 \times 0,85 \\ &= 9,15 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$Vd\% = \frac{V_{drop}}{V_{kirim}} \times 100\% = \frac{9,15}{380} \times 100\% = 2,40\%$$

#### E. LVMDP 2 – SDP E

$$I_r = 288,31 \text{ A}$$

$$\text{Panjang kabel } \ell = 275 \text{ m} = 0,275 \text{ km}$$

R berdasarkan brosur kabel =  $0,124 \Omega/km$  karena menggunakan 3 rute kabel maka

$$R = \frac{0,124}{3} = 0,041 \Omega/km$$

$$\begin{aligned} Vd &= \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos\varphi \\ &= 1,73 \times 288,31 \times 0,275 \times 0,041 \times 0,85 \\ &= 4,78 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$Vd\% = \frac{V_{drop}}{V_{kirim}} \times 100\% = \frac{4,78}{380} \times 100\% = 1,25\%$$

## F. LVMDP 2 – SDP G

$$I_r = 555,58 \text{ A}$$

$$\text{Panjang kabel } \ell = 275 \text{ m} = 0,275 \text{ km}$$

R berdasarkan brosur kabel =  $0,0754 \text{ } \Omega/\text{km}$  karena menggunakan 3 rute kabel maka

$$R = \frac{0,0754}{3} = 0,0251 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\begin{aligned} Vd &= \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos\varphi \\ &= 1,73 \times 555,58 \times 0,275 \times 0,0251 \times 0,85 \\ &= 2,70 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$Vd\% = \frac{V_{drop}}{V_{kirim}} \times 100\% = \frac{2,70}{380} \times 100\% = 0,71\%$$

## G. LVMDP 2 – SDP H

$$I_r = 323,28 \text{ A}$$

$$\text{Panjang kabel } \ell = 262 \text{ m} = 0,262 \text{ km}$$

R berdasarkan brosur =  $0,0991 \text{ } \Omega/\text{km}$  karena menggunakan 3 rute kabel maka  $R =$

$$\frac{0,0991}{3} = 0,0330 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\begin{aligned} Vd &= \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos\varphi \\ &= 1,73 \times 323,28 \times 0,262 \times 0,0330 \times 0,85 \\ &= 4,11 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$Vd\% = \frac{V_{drop}}{V_{kirim}} \times 100\% = \frac{4,11}{380} \times 100\% = 1,16\%$$

## H. LVMDP 2 – SDP I

$$I_r = 301,93 \text{ A}$$

$$\text{Panjang kabel } \ell = 299 \text{ m} = 0,299$$

R berdasarkan brosur kabel =  $0,124 \text{ } \Omega/\text{km}$  karena menggunakan 3 rute kabel maka

$$R = \frac{0,124}{3} = 0,041 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\begin{aligned} Vd &= \sqrt{3} \times I_r \times \ell \times R \times \cos\varphi \\ &= 1,73 \times 302,28 \times 0,299 \times 0,041 \times 0,85 \\ &= 5,44 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$Vd\% = \frac{V_{drop}}{V_{kirim}} \times 100\% = \frac{5,44}{380} \times 100\% = 1,43\%$$

Tabel 4.7 Hasil perhitungan drop tegangan

No	Lokasi	$I_r$ (A)	$\ell$ (Km)	$R^{\Omega/Km}$	Vd	
					Volt	%
1	LVMDP 1-SDP C	310,68	0,325	0,041	6,08	1,16
2	LVMDP 1-SDP J	391,5	0,119	0,0377	2,58	0,67
3	LVMDP 1-SDP F	305,36	0,457	0,041	8,41	2,21
4	LVMDP 1-SDP L	572,9	0,433	0,0251	9,15	2,40
5	LVMDP 2-SDP E	288,31	0,275	0,041	4,78	1,25
6	LVMDP 2-SDP G	555,58	0,132	0,0251	2,7	0,71
7	LVMDP 2-SDP H	323,28	0,262	0,033	4,11	1,16
8	LVMDP 2 -SDP I	302,28	0,299	0,041	5,44	1,43

### 4.3.5 Perhitungan Rugi-Rugi Daya

#### 4.3.5.1 Perhitungan Rugi-Rugi daya dengan data yang di dapat

##### A. LVMDP 1 – SDP C

Arus nominal,  $I_n = 248,55 A$

Panjang,  $\ell = 0,325 km$

R menurut brosur kabel =  $0,0377 \Omega/km$

$$\begin{aligned} PL &= 3 \times I_n^2 \times \ell \times R \\ &= 3 \times 248,55^2 \times 0,325 \times 0,0337 \\ &= 2.270,77 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$PL\% = \frac{PL}{PK} \times 100\% = \frac{2270,77}{3465000} \times 100\% = 0,06\%$$

## B. LVMDP 1 – SDP J

Arus nominal,  $I_n = 313,20 \text{ A}$

Panjang,  $\ell = 0,119 \text{ km}$

R menurut brosur kabel =  $0,0377 \Omega/\text{km}$

$$\begin{aligned} PL &= 3 \times I_n^2 \times \ell \times R \\ &= 3 \times 313,20^2 \times 0,119 \times 0,0377 \\ &= 1.320,24 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$PL\% = \frac{PL}{PK} \times 100\% = \frac{1320,24}{3465000} \times 100\% = 0,03\%$$

## C. LVMDP 1 – SDP F

Arus nominal,  $I_n = 244,29 \text{ A}$

Panjang,  $\ell = 0,457 \text{ km}$

R menurut brosur kabel =  $0,0756 \Omega/\text{km}$

$$\begin{aligned} PL &= 3 \times I_n^2 \times \ell \times R \\ &= 3 \times 244,29^2 \times 0,457 \times 0,0756 \\ &= 6.185,44 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$PL\% = \frac{PL}{PK} \times 100\% = \frac{6185,44}{3465000} \times 100\% = 0,17\%$$

## D. LVMDP 1 – SDP L

Arus nominal,  $I_n = 458,32 \text{ A}$

Panjang,  $\ell = 0,433 \text{ km}$

R menurut brosur kabel =  $0,0251 \Omega/\text{km}$

$$\begin{aligned} PL &= 3 \times I_n^2 \times \ell \times R \\ &= 3 \times 458,32^2 \times 0,433 \times 0,0251 \\ &= 6.848,89 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$PL\% = \frac{PL}{PK} \times 100\% = \frac{6848,89}{3465000} \times 100\% = 0,19\%$$

## E. LVMDP 2 – SDP E

Arus nominal,  $I_n = 230,65 A$

Panjang,  $\ell = 0,275 km$

R menurut brosur kabel =  $0,0754 \Omega/km$

$$\begin{aligned} PL &= 3 \times I_n^2 \times \ell \times R \\ &= 3 \times 230,65^2 \times 0,275 \times 0,0754 \\ &= 3.309,27 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$PL\% = \frac{PL}{PK} \times 100\% = \frac{3309,27}{3465000} \times 100\% = 0,09\%$$

## F. LVMDP 2 – SDP G

Arus nominal,  $I_n = 444,47 A$

Panjang,  $\ell = 0,132 km$

R menurut brosur kabel =  $0,0377 \Omega/km$

$$\begin{aligned} PL &= 3 \times I_n^2 \times \ell \times R \\ &= 3 \times 444,47^2 \times 0,132 \times 0,0337 \\ &= 2.949,31 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$PL\% = \frac{PL}{PK} \times 100\% = \frac{2949,31}{3465000} \times 100\% = 0,08\%$$

## G. LVMDP 2 – SDP H

Arus nominal,  $I_n = 258,63 A$

Panjang,  $\ell = 0,262 km$

R menurut brosur kabel =  $0,153 \Omega/km$

$$\begin{aligned} PL &= 3 \times I_n^2 \times \ell \times R \\ &= 3 \times 258,63^2 \times 0,262 \times 0,153 \\ &= 8.043,99 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$PL\% = \frac{PL}{PK} \times 100\% = \frac{8043,99}{3465000} \times 100\% = 0,23\%$$

## H. LVMDP 2 – SDP

Arus nominal,  $I_n = 241,83 A$

Panjang,  $\ell = 0,299 km$

R menurut brosur kabel =  $0,0377 \Omega/km$

$$\begin{aligned} PL &= 3 \times I_n^2 \times \ell \times R \\ &= 3 \times 241,83^2 \times 0,299 \times 0,0377 \\ &= 1.977,67 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$PL\% = \frac{PL}{PK} \times 100\% = \frac{1977,67}{3465000} \times 100\% = 0,05\%$$

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan losses dengan data yang di dapat

No	Lokasi	$I_n$ (A)	$\ell$ (Km)	$R \Omega/Km$	$P_{loses}$ (W)	$P_{loses}$ (%)
1	LVMDP 1-SDP C	248,55	0,325	0,0377	2.270,77	0,06
2	LVMDP 1-SDP J	313,20	0,119	0,0377	1.320,24	0,03
3	LVMDP 1-SDP F	244,29	0,457	0,0756	6.185,44	0,17
4	LVMDP 1-SDP L	458,32	0,433	0,0251	6.848,89	0,19
5	LVMDP 2-SDP E	230,65	0,275	0,0754	3.309,27	0,09
6	LVMDP 2-SDP G	444,47	0,132	0,0377	2.949,31	0,08
7	LVMDP 2-SDP H	258,63	0,262	0,153	8.043,99	0,23
8	LVMDP 2 -SDP I	241,83	0,299	0,0377	1.977,67	0,05
Total					32.905,58	0,9

#### 4.3.5.2 Perhitungan Rugi-Rugi daya dengan hasil analisa

## A. LVMDP 1 – SDP

Arus nominal,  $I_n = 248,55 A$

Panjang,  $\ell = 0,325 km$

R menurut brosur kabel =  $0,041 \Omega/km$

$$\begin{aligned}
 PL &= 3 \times I_n^2 \times \ell \times R \\
 &= 3 \times 248,55^2 \times 0,325 \times 0,041 \\
 &= 2.469,53 \text{ Watt} \\
 PL\% &= \frac{PL}{PK} \times 100\% = \frac{2469,53}{3465000} \times 100\% = 0,07\%
 \end{aligned}$$

#### B. LVMDP 1 – SDP J

Arus nominal,  $I_n = 313,20 \text{ A}$

Panjang,  $\ell = 0,119 \text{ km}$

R menurut brosur kabel =  $0,0377 \text{ } \Omega/\text{km}$

$$\begin{aligned}
 PL &= 3 \times I_n^2 \times \ell \times R \\
 &= 3 \times 313,20^2 \times 0,119 \times 0,0377 \\
 &= 1.320,24 \text{ Watt} \\
 PL\% &= \frac{PL}{PK} \times 100\% = \frac{1320,24}{3465000} \times 100\% = 0,03\%
 \end{aligned}$$

#### C. LVMDP 1 – SDP F

Arus nominal,  $I_n = 244,29 \text{ A}$

Panjang,  $\ell = 0,457 \text{ km}$

R menurut brosur kabel =  $0,041 \text{ } \Omega/\text{km}$

$$\begin{aligned}
 PL &= 3 \times I_n^2 \times \ell \times R \\
 &= 3 \times 244,29^2 \times 0,457 \times 0,041 \\
 &= 3.354,63 \text{ Watt} \\
 PL\% &= \frac{PL}{PK} \times 100\% = \frac{3354,63}{3465000} \times 100\% = 0,09\%
 \end{aligned}$$

#### D. LVMDP 1 – SDP L

Arus nominal,  $I_n = 458,32 \text{ A}$

Panjang,  $\ell = 0,433 \text{ km}$

R menurut brosur kabel =  $0,0251 \text{ } \Omega/\text{km}$

$$PL = 3 \times I_n^2 \times \ell \times R$$

$$\begin{aligned}
 &= 3 \times 458,32^2 \times 0,433 \times 0,0251 \\
 &= 6.848,89 \text{ Watt} \\
 PL\% &= \frac{PL}{PK} \times 100\% = \frac{6848,89}{3465000} \times 100\% = 0,19\%
 \end{aligned}$$

## E. LVMDP 2 – SDP E

Arus nominal,  $I_n = 230,65 \text{ A}$

Panjang,  $\ell = 0,275 \text{ km}$

R menurut brosur kabel =  $0,041 \text{ } \Omega/\text{km}$

$$\begin{aligned}
 PL &= 3 \times I_n^2 \times \ell \times R \\
 &= 3 \times 230,65^2 \times 0,275 \times 0,041 \\
 &= 1.799,47 \text{ Watt} \\
 PL\% &= \frac{PL}{PK} \times 100\% = \frac{1799,47}{3465000} \times 100\% = 0,05\%
 \end{aligned}$$

## F. LVMDP 2 – SDP G

Arus nominal,  $I_n = 444,47 \text{ A}$

Panjang,  $\ell = 0,132 \text{ km}$

R menurut brosur kabel =  $0,0251 \text{ } \Omega/\text{km}$

$$\begin{aligned}
 PL &= 3 \times I_n^2 \times \ell \times R \\
 &= 3 \times 444,47^2 \times 0,132 \times 0,0251 \\
 &= 1.963,60 \text{ Watt} \\
 PL\% &= \frac{PL}{PK} \times 100\% = \frac{1963,60}{3465000} \times 100\% = 0,05\%
 \end{aligned}$$

## G. LVMDP 2 – SDP H

Arus nominal,  $I_n = 258,63 \text{ A}$

Panjang,  $\ell = 0,262 \text{ km}$

R menurut brosur kabel =  $0,0330 \text{ } \Omega/\text{km}$

$$\begin{aligned}
 PL &= 3 \times I_n^2 \times \ell \times R \\
 &= 3 \times 258,63^2 \times 0,262 \times 0,0330
 \end{aligned}$$

$$= 1.734,97 \text{ Watt}$$

$$PL\% = \frac{PL}{PK} \times 100\% = \frac{1734,97}{3465000} \times 100\% = 0,05\%$$

#### H. LVMDP 2 – SDP I

Arus nominal,  $I_n = 241,83 \text{ A}$

Panjang,  $\ell = 0,299 \text{ km}$

R menurut brosur kabel =  $0,041 \text{ } \Omega/\text{km}$

$$\begin{aligned} PL &= 3 \times I_n^2 \times \ell \times R \\ &= 3 \times 241,83^2 \times 0,299 \times 0,041 \\ &= 2.150,78 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$PL\% = \frac{PL}{PK} \times 100\% = \frac{2150,78}{3465000} \times 100\% = 0,06\%$$

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan losses

No	Lokasi	$I_n$ (A)	$\ell$ (Km)	$R \text{ } \Omega/\text{Km}$	$P_{loses}$ (W)	$P_{loses}$ (%)
1	LVMDP 1-SDP C	248,55	0,325	0,041	2.469,53	0,07
2	LVMDP 1-SDP J	313,20	0,119	0,0377	1.320,24	0,03
3	LVMDP 1-SDP F	244,29	0,457	0,041	3.354,63	0,09
4	LVMDP 1-SDP L	458,32	0,433	0,0251	6.848,89	0,19
5	LVMDP 2-SDP E	230,65	0,275	0,041	1.799,47	0,05
6	LVMDP 2-SDP G	444,47	0,132	0,0251	1.963,60	0,05
7	LVMDP 2-SDP H	258,63	0,262	0,033	1.734,97	0,05
8	LVMDP 2 -SDP I	241,83	0,299	0,041	2.150,78	0,06
				Total	21.642,11	0,59

#### 4.4 Analisa

##### A. Kapasitor Bank

Dalam penelitian ini, dilakukan perhitungan, dimana kapasitor bank sudah terpasang LVMDP 1 kapasitas 600 kVAR ( 12 x 50 kVAR) dan kapasitor bank terpasang LVMDP 2 500 kVAR (2 x 25 kVAR dan 10 x 50 kVAR) dapat dilihat pada tabel 4.11 data hasil perhitungan pada kapasitor bank

4.11 Tabel data hasil perhitungan kapasitor bank

No	Kapasitas kapasitor bank (kVAR)	Lokasi	Total beban (kVA)	$\Phi_L$	Step yang dibutuhkan
1	600	LVMDP 1	831,2	0,69	3 Steps
2	600	LVMDP 1 SDP C	163,4	0,99	-
3	600	LVMDP 1 SDP C – SDP J	369,3	0,99	-
4	600	LVMDP 1 SDP C – SDP F	529,9	0,99	-
5	550	LVMDP 2	772,84	0,70	4 Steps
6	550	LVMDP 2 SDP E	151,63	0,99	-
7	550	LVMDP 2 SDP E – SDP G	443,38	0,99	-
8	550	LVMDP 2 SDP E – SDP H	631,41	0,45	11 Steps
9	600	PH 1	2500	0,91	-
10	550	PH 2	1600	0,94	-

Jadi, saat kapasitor bank berfungsi, dimana faktor daya baru adalah satu. Saat kapasitor bank tidak berfungsi, dimana beban terpasang LVMDP 1 831,2 kVA dengan kapasitor bank 600 kVAR, maka faktor daya lama 0,69, sehingga membutuhkan 3 Steps untuk mencapai  $\cos \phi \geq 0,85$ . Pada saat beban terpasang LVMDP 1 SDP C 163,4 kVA dengan kapasitor bank 600 kVAR, maka faktor daya lama 0,99, sehingga tidak membutuhkan step untuk mencapai  $\cos \phi \geq 0,85$ . Pada saat beban terpasang LVMDP 1 SDP C sampai SDP J 369,3 kVA dengan kapasitor

bank 600 kVAR, maka faktor daya lama 0,99, sehingga tidak membutuhkan step untuk mencapai  $\cos \phi \geq 0,85$ . Pada saat beban terpasang LVMDP 2 772,84 kVA dengan kapasitor bank 550 kVAR, maka faktor daya lama 0,70, sehingga membutuhkan 4 steps untuk mencapai  $\cos \phi \geq 0,85$ . Pada saat beban terpasang LVMDP 2 SDP E 151,63 kVA dengan kapasitor bank 550 kVAR, maka faktor daya lama 0,99, sehingga tidak membutuhkan step untuk mencapai  $\cos \phi \geq 0,85$ . Pada saat beban terpasang LVMDP 2 SDP E sampai SDP G 443,38 kVA dengan kapasitor bank 550 kVAR, maka faktor daya lama 0,99, sehingga tidak membutuhkan step untuk mencapai  $\cos \phi \geq 0,85$ . Pada saat beban terpasang LVMDP 2 SDP E sampai SDP H 631,41 kVA dengan kapasitor bank 550 kVAR, maka faktor daya lama 0,45, sehingga membutuhkan 11 steps untuk mencapai  $\cos \phi \geq 0,85$ . Pada saat beban terpasang PH 1 2500 kVA dengan kapasitor bank 600 kVAR, maka faktor daya lama 0,91, sehingga tidak membutuhkan step untuk mencapai  $\cos \phi \geq 0,85$ . Pada saat beban terpasang PH 2 1600 kVA dengan kapasitor bank 550 kVAR, maka faktor daya lama 0,94, sehingga tidak membutuhkan step untuk mencapai  $\cos \phi \geq 0,85$ .

#### B. Rating MCB/MCCB

Setelah dilakukan perhitungan arus nominal disetiap *sub distribusi panel (SDP)* di bangunan gedung kampus III Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang, didapat data besar arus rating pada setiap *sub distribusi panel (SDP)*. Data yang didapat dari hasil perhitungan ini digunakan untuk menyesuaikan kembali pengaman MCB)MCCB yang digunakan pada setiap *sub distribusi panel (SDP)* dengan arus rating MCB/MCCB berdasarkan katalog yang ada. Perbandingan MCB/MCCB yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.12 Data existing pengaman dan tabel 4.13 Hasil perhitungan rating pengaman.

Tabel 4.12 Data existing pengaman

No	Lokasi	MCB/MCCB (A) Terpasang
1	LVMDP 1-SDP C	320-400
2	LVMDP 1-SDP J	500-630
3	LVMDP 1-SDP F	320-500
4	LVMDP 1-SDP L	500-630

5	LVMDP 2-SDP E	320-400
6	LVMDP 2-SDP G	400-500
7	LVMDP 2-SDP H	350-400
8	LVMDP 2 -SDP I	400-500

Sumber: Data Existing

Tabel 4.13 Hasil perhitungan rating pengaman

No	Lokasi	MCB/MCCB (A)
1	LVMDP 1 - SDP C	350-500
2	LVMDP 1 - SDP J	420-600
3	LVMDP 1 - SDP F	350-500
4	LVMDP 1 - SDP L	420-600
5	LVMDP 2 - SDP E	280-400
6	LVMDP 2 - SDP G	420-500
7	LVMDP 2 - SDP H	350-500
8	LVMDP 2 - SDP I	280-400

Dari hasil perhitungan terdapat perubahan nilai rating pengaman MCB/MCCB dan rating pengaman haruslah dipasang sesuai dengan hasil perhitungan.

### C. Ukuran penampang

Dari perhitungan arus rating dapat ditentukan ukuran penampang kabel yang digunakan sesuai dengan brosur kabel perbandingan penampang setelah dilakukan perhitungan dengan rancangan awal dapat dilihat pada tabel 4.14 ukuran kabel dan panjang kabel dan tabel 4.15 hasil perhitungan penampang kabel.

Tabel 4.14 Ukuran kabel dan panjang kabel

No	Lokasi	Jenis kabel	Panjang kabel (m)
1	LVMDP 1 - SDP C	NY Y 2x (4x240mm <sup>2</sup> )	325
2	LVMDP 1 - SDP J	NYFGbY 2x (4x240mm <sup>2</sup> )	119
3	LVMDP 1 - SDP F	NYFGbY 2x (4x120mm <sup>2</sup> )	457,5
4	LVMDP 1 - SDP L	NY Y 3x (4x240mm <sup>2</sup> )	433,47
5	LVMDP 2 - SDP E	NY Y 4x240mm <sup>2</sup>	275
6	LVMDP 2 - SDP G	NY Y 2x (4x150mm <sup>2</sup> )	132
7	LVMDP 2 - SDP H	NY Y 4x120mm <sup>2</sup>	262
8	LVMDP 2 - SDP I	NY Y 2x (4x240mm <sup>2</sup> )	299

Sumber:Existing

Tabel 4.15 Hasil perhitungan penampang kabel

No	Lokasi	Panjang Kabel (m)	Jenis Kabel dan Penampang
1	LVMDP 1 - SDP C	325	NYFGbY 3x(4x150mm <sup>2</sup> )
2	LVMDP 1 - SDP J	119	NYFGbY 2x(4x240mm <sup>2</sup> )
3	LVMDP 1 - SDP F	457	NYFGbY 3x(4x150mm <sup>2</sup> )
4	LVMDP 1 - SDP L	433	NYFGbY 3x(4x240mm <sup>2</sup> )
5	LVMDP 2 - SDP E	275	NYFGbY 3x(4x150mm <sup>2</sup> )
6	LVMDP 2 - SDP G	132	NYFGbY 3x(4x240mm <sup>2</sup> )
7	LVMDP 2 - SDP H	262	NYFGbY 3x(4x185mm <sup>2</sup> )
8	LVMDP 2 - SDP I	299	NYFGbY 3x(4x150mm <sup>2</sup> )

Dari hasil perhitungan terdapat perubahan penampang kabel terdapat perubahan jenis kabel pada SDP-C, SDP-L, SDP-E, SDP-G, SDP-H, SDP-I dimana kabel sebelumnya menggunakan kabel NYY dan harus dipasangkan kembali pelindung PVC untuk ditanamkan kedalam tanah. Oleh karena itu haruslah digunakan kabel jenis NYFGbY dimana merupakan jenis kabel tanah yang memiliki daya tahan sangat kuat.

#### D. Drop tegangan

Setelah melakukan perhitungan drop tegangan dengan data yang didapat dan analisis di bagian analisa dan perhitungan didapat hasil drop tegangan pada tabel 4.16 hasil perhitungan drop tegangan dengan data yang di dapat dan tabel 4.17 hasil drop tegangan analisa. Berikut tampilan tabel terkait hasil perhitungan drop tegangan.

Tabel 4.16 Hasil perhitungan drop tegangan dengan data yang didapat

No	Lokasi	$I_r$ (A)	$l$ (Km)	$R^{\Omega}/Km$	Vd	
					Volt	%
1	LVMDP 1-SDP C	310,68	0,325	0,0377	5,59	1,47
2	LVMDP 1-SDP J	391,5	0,119	0,0377	2,58	0,67
3	LVMDP 1-SDP F	305,36	0,457	0,0756	15,51	4,08
4	LVMDP 1-SDP L	572,9	0,433	0,0251	9,15	2,40
5	LVMDP 2-SDP E	288,31	0,275	0,0754	8,79	2,31
6	LVMDP 2-SDP G	555,58	0,132	0,0377	8,47	2,3
7	LVMDP 2-SDP H	323,28	0,262	0,153	19,05	5,01
8	LVMDP 2 -SDP I	302,28	0,299	0,0377	5,01	1,31

Setelah ditampilkan data terkait drop tegangan yang berasal dari objek penelitian, berikut ditampilkan hasil perhitungan drop tegangan yang didapat dari hasil perhitungan peneliti dan perbedaan hasil yang ada. Berdasarkan toleransi drop tegangan sebesar 5% drop tegangan ada

yang melebihi dari 5%. Drop tegangan terbesar didapat pada MDP 1-SDP H sebesar 19,05 volt atau 5,01% dan drop tegangan terkecil didapat pada MDP 1- SDP J sebesar 2,58 volt atau 0,67%.

Tabel 4.17 Hasil perhitungan drop tegangan analisa

No	Lokasi	$I_r$ (A)	$\ell$ (Km)	$R^{\Omega}/Km$	Vd	
					Volt	%
1	LVMDP 1-SDP C	310,68	0,325	0,041	6,08	1,16
2	LVMDP 1-SDP J	391,5	0,119	0,0377	2,58	0,67
3	LVMDP 1-SDP F	305,36	0,457	0,041	8,41	2,21
4	LVMDP 1-SDP L	572,9	0,433	0,0251	9,15	2,40
5	LVMDP 2-SDP E	288,31	0,275	0,041	4,78	1,25
6	LVMDP 2-SDP G	555,58	0,132	0,0251	2,7	0,71
7	LVMDP 2-SDP H	323,28	0,262	0,033	4,11	1,16
8	LVMDP 2 -SDP I	302,28	0,299	0,041	5,44	1,43

Berdasarkan toleransi drop tegangan sebesar 5% drop tegangan tidak ada yang melebihi dari 5%. Drop tegangan terbesar didapat pada LVMDP 1-SDP L sebesar 9,16 volt atau 2,41% dan drop tegangan terkecil didapat pada LVMDP 1- SDP J sebesar 2,58 volt atau 0,67%.

Dari hasil perhitungan yang telah ditampilkan menurut objek penelitian jika dibandingkan dengan perhitungan yang dilakukan terdapat perbedaan nilai tegangan dan persentase yang didapat. Pada perhitungan yang didapat dari data yang ada, drop tegangan terbesar didapat pada LVMDP 1-SDP H sebesar 19,05 volt atau 5,01% dan drop tegangan terkecil didapat pada LVMDP 1- SDP J sebesar 2,58 volt atau 0,67%. Sedangkan jika dilihat pada perhitungan yang berasal dari hasil penelitian drop tegangan terbesar didapat pada LVMDP 1-SDP L sebesar 9,16 volt atau 2,41% dan drop tegangan terkecil didapat pada LVMDP 1- SDP J sebesar 2,58 volt atau 0,67%. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi naik turunnya nilai yang didapat,

yakni semakin panjang saluran maka akan semakin besar nilai drop tegangan yang dapat terjadi dan juga tentunya dipengaruhi oleh luas penampang yang digunakan.

#### E. Rugi-rugi daya (Losses)

Setelah melakukan perhitungan rugi-rugi daya dengan data yang didapat dan analisa di bagian analisa dan perhitungan didapat hasil rugi-rugi daya pada tabel 4.18 perhitungan rugi-rugi daya (losses) dengan data yang di dapat yang di dapat dan tabel 4.19 hasil perhitungan rugi-rugi daya analisa. Berikut tampilan tabel terkait hasil perhitungan drop tegangan..

Tabel 4.18 Perhitungan rugi-rugi daya (losses) dengan data yang di dapat

No	Lokasi	$I_n$ (A)	$\ell$ (Km)	$R \Omega / Km$	$P_{loses}$ (W)	$P_{loses}$ (%)
1	LVMDP 1-SDP C	248,55	0,325	0,0377	2.270,77	0,06
2	LVMDP 1-SDP J	313,20	0,119	0,0377	1.320,24	0,03
3	LVMDP 1-SDP F	244,29	0,457	0,0756	6.185,44	0,17
4	LVMDP 1-SDP L	458,32	0,433	0,0251	6.848,89	0,19
5	LVMDP 2-SDP E	230,65	0,275	0,0754	3.309,27	0,09
6	LVMDP 2-SDP G	444,47	0,132	0,0377	2.949,31	0,08
7	LVMDP 2-SDP H	258,63	0,262	0,153	8.043,99	0,23
8	LVMDP 2 -SDP I	241,83	0,299	0,0377	1.977,67	0,05
Total					32.905,58	0,9

Tabel 4.19 Hasil perhitungan rugi-rugi daya (losses) analisa

No	Lokasi	$I_n$ (A)	$\ell$ (Km)	$R \Omega / Km$	$P_{loses}$ (W)	$P_{loses}$ (%)
1	LVMDP 1-SDP C	248,55	0,325	0,041	2.469,53	0,07

2	LVMDP 1-SDP J	313,20	0,119	0,0377	1.320,24	0,03
3	LVMDP 1-SDP F	244,29	0,457	0,041	3.354,63	0,09
4	LVMDP 1-SDP L	458,32	0,433	0,0251	6.848,89	0,19
5	LVMDP 2-SDP E	230,65	0,275	0,041	1.799,47	0,05
6	LVMDP 2-SDP G	444,47	0,132	0,0251	1.963,60	0,05
7	LVMDP 2-SDP H	258,63	0,262	0,033	1.734,97	0,05
8	LVMDP 2 -SDP I	241,83	0,299	0,041	2.150,78	0,06
Total					21.642,11	0,59

Dari hasil perhitungan rugi-rugi daya (losses) dengan data yang di dapat dan analisa didapatkan perbedaan nilai rugi-rugi daya (losses). Pada perhitungan rugi-rugi daya dengan data yang di dapat, dengan hasil rugi-rugi daya (losses) 32.905,58 Watt (0,9%). Sedangkan pada perhitungan rugi-rugi daya (losses) analisa mendapatkan hasil 21.642,11 Watt (0,59%).