BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Distribusi Daya Listrik

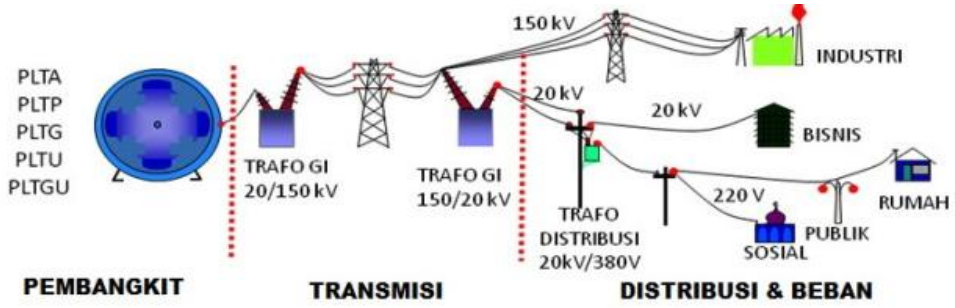
Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (bulk power source) sampai ke konsumen.Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikan tegangannya oleh Gardu Induk (GI) dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kV, 154kV, 220kV atau 500kV kemudian disalurkan melalui saluran transmisi. Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir (I2.R) (Suhadi, 2008).

Dengan daya yang sama bila nilai tegangannya diperbesar, maka arus yang mengalir semakin kecil sehingga kerugian daya juga akan kecil pula. Dari saluran transmisi, tegangan diturunkan lagi menjadi 20 kV dengan transformator penurun tegangan pada gardu induk distribusi, kemudian dengan sistem tegangan tersebut penyaluran tenaga listrik dilakukan oleh saluran distribusi primer (Suhadi, 2008).

Dari saluran distribusi primer inilah gardu-gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah, yaitu 220/380 Volt.Selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke pelanggan konsumen. Pada sistem penyaluran daya jarak jauh, harus menggunakan tegangan yang setinggi mungkin, dengan menggunakan transformator step-up (Bambang Winardi, Agung Warsito, and Meigy Restanaswari Kartika, 2015).

Nilai tegangan yang sangat tinggi ini menimbulkan beberapa konsekuensi antara lain: berbahaya bagi lingkungan dan mahalnya harga perlengkapan-perlengkapannya, selain itu juga tidak cocok dengan nilai tegangan yang dibutuhkan pada sisi beban. Maka, pada daerah-daerah pusat beban tegangan saluran yang tinggi ini diturunkan kembali dengan menggunakan transformator

step-down. Dalam hal ini jelas bahwa sistem distribusi merupakan bagian yang penting dalam sistem tenaga listrik secara keseluruhan (Bambang Winardi, Agung Warsito, and Meigy Restanaswari Kartika, 2015) (Jeandy T. I. Kume, Ir. Fielman Lisi, MT., Sartje Silimang, ST., MT, 2016).

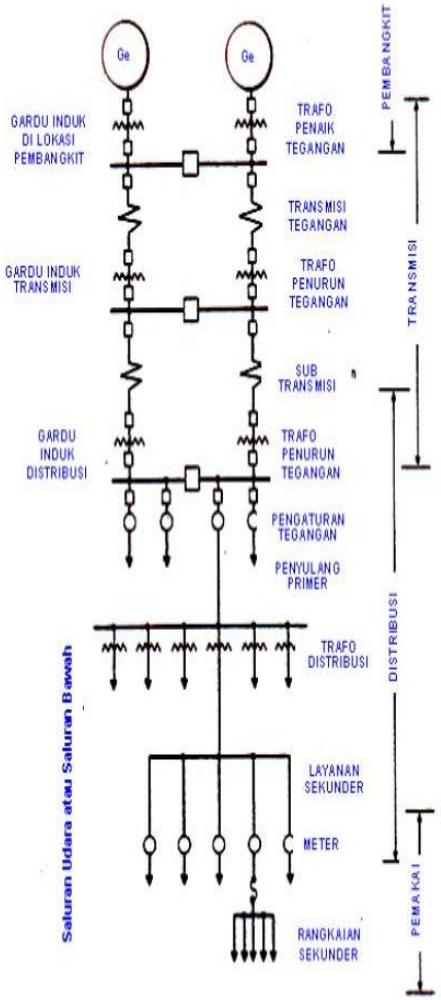


Gambar 2.1. Diagram satu garis sistem tenaga listrik

Sumber : (Suhadi, 2008)

2.1.1. Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi terdiri atas dua bagian, yang pertama adalah jaringan tegangan menengah/primer (JTM), yang menyalurkan daya listrik dari gardu induk subtransmisi ke gardu distribusi, jaringan distribusi primer menggunakan tiga kawat atau empat kawat untuk tiga fasa. Jaringan yang kedua adalah jaringan tegangan rendah (JTR), yang menyalurkan daya listrik dari gardu distribusi ke konsumen, dimana sebelumnya tegangan tersebut ditransformasikan oleh 7transformator distribusi dari 20 kV menjadi 380/220 Volt, jaringan ini dikenal pula dengan jaringan distribusi sekunder. Jaringan distribusi sekunder terletak antara transformator distribusi dan sambungan pelayanan (beban) menggunakan penghantar udara terbuka atau kabel dengan sistem tiga fasa empat kawat (tiga kawat fasa dan satu kawat netral). Dapat kita lihat diagram dibawah proses penyedian tenaga listrik bagi para konsumen (Jeandy T. I. Kume, Ir. Fielman Lisi, MT., Sartje Silimang, ST., MT, 2016).



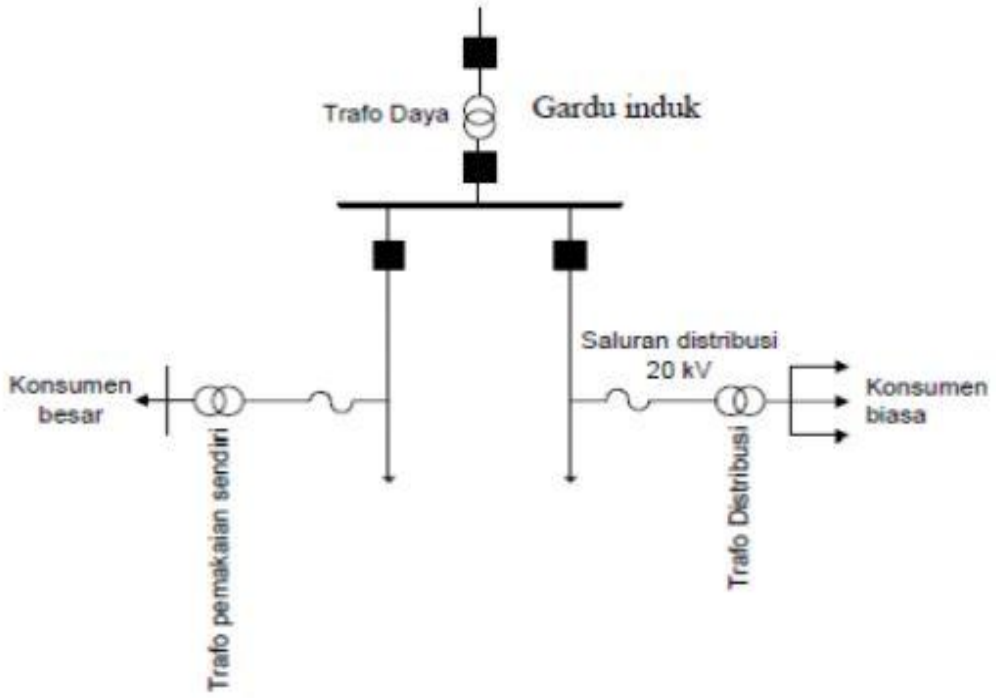
Gambar.2.2.Diagram satu garis Sistem Tenaga Listrik Pengelompokan Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sumber : (Suhadi, 2008)

2.1.2. Jaringan Sistem Distribusi Primer

Sistem distribusi primer digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk distribusi ke pusat beban. Sistem ini dapat menggunakan saluran udara, kabel udara, maupun kabel tanah sesuai dengan tingkat keandalan yang diinginkan dan kondisi serta situasi lingkungan. Saluran distribusi ini direntangkan sepanjang daerah yang akan di suplay tenaga listrik sampai ke pusat beban. Terdapat

bermacam-macam bentuk rangkaian jaringan distribusi primer. Berikut adalah gambar bagian-bagian distribusi primer secara umum (Suhadi, 2008).



Gambar 2.3. Bagian-bagian Sistem Distribusi Primer

Sumber : (Suhadi, 2008)

Bagian-bagian sistem distribusi primer terdiri dari :

1.Transformator daya, berfungsi untuk menurunkan dan menaikkan tegangan

2. Pemutus tegangan, berfungsi sebagai pengaman yaitu pemutus daya

3. Penghantar, berfungsi sebagai penghubung daya

4. Busbar, sebagai titik pertemuan antara trafo daya dengan peralatan lainnya

5.Gardu hubung, menyalurkan daya ke gardu distribusi tanpa mengubah tegangan.

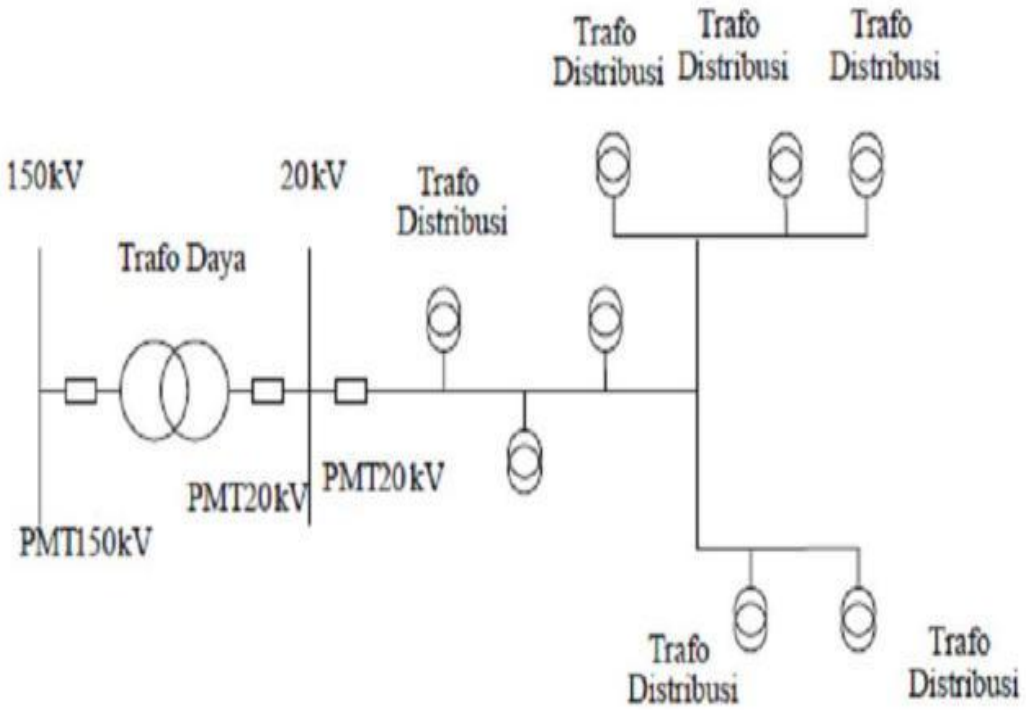
6. Gardu distribusi, berfungsi untuk menurunkan tegangan menengah menjadi tegangan rendah.

2.1.3. Jaringan Distribusi Primer Menurut Susunan Rangkaiannya

Jaringan Pada Sistem Distribusi tegangan menengah (Primer 20kV) dapat dikelompokkan menjadi lima model, yaitu Jaringan Radial, Jaringan hantaran penghubung (Tie Line), Jaringan Lingkaran (Loop),Jaringan Spindel dan Sistem Gugus atau Kluster (Suhadi, 2008).

A. Jaringan Radial

Merupakan jaringan sistem distribusi primer yang sederhana dan ekonomis. Pada sistem ini terdapat beberapa penyulang yang menyuplai beberapa gardu distribusi secara radial (Suhadi, 2008).



Gambar 2.4. Skema jaringan distribusi radial

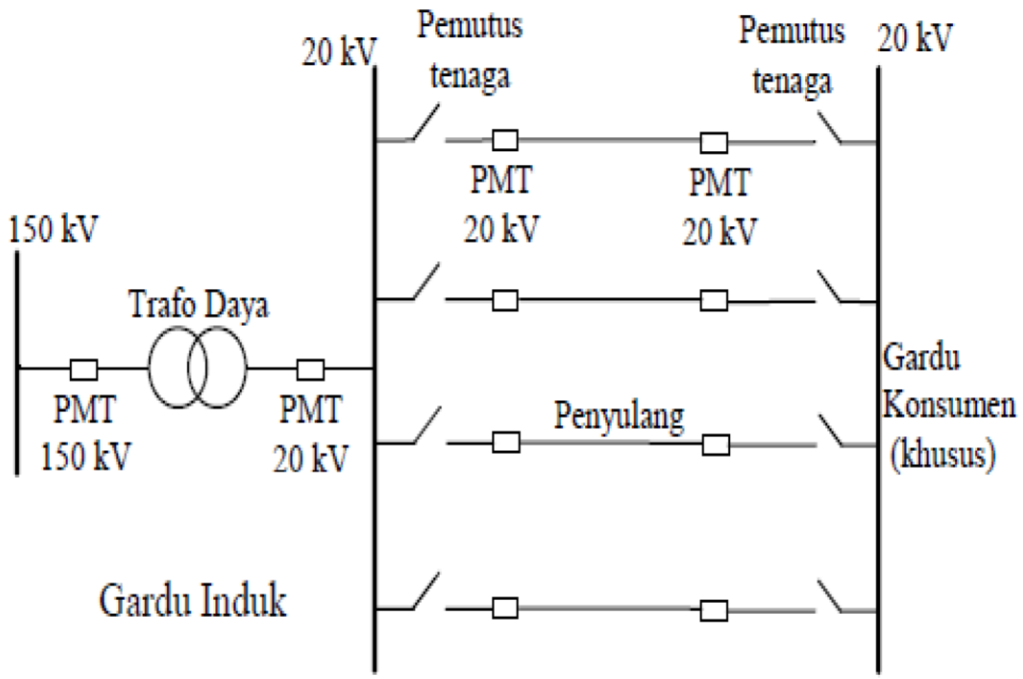
Sumber : (Suhadi, 2008)

Namun keandalan sistem ini lebih rendah dibanding sistem lainnya. Kurangnya keandalan disebabkan kareana hanya terdapat satu jalur utama yang menyuplai gardu distribusi, sehingga apabila jalur utama tersebut mengalami gangguan,maka

seluruh gardu akan ikut padam. Kerugian lain yaitu mutu tegangan pada gardu distribusi yang paling ujung kurang baik, hal ini dikarenakan jatuh teganganterbesar ada di ujung saluran (Suhadi, 2008).

B.Jaringan Hantaran Penghubung (Tie Line)

Sistem distribusi Tie Line seperti Gambar 2.3 digunakan untuk pelanggan penting yang tidak boleh padam (Bandar Udara, Rumah Sakit, dan lain-lain.) (Suhadi, 2008).



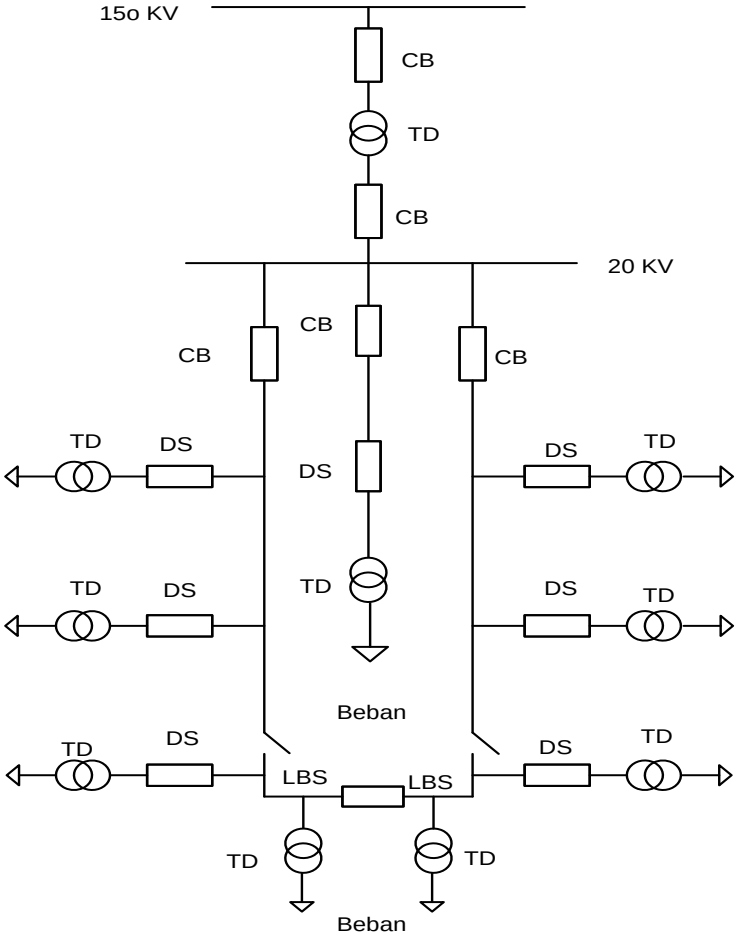
Gambar 2.5. Skema distrbusi Tie line

Sumber : (Suhadi, 2008)

C. Jaringan Loop

Tipe ini merupakan jaringan distribusi primer, gabungan dari dua tipe jaringan radial dimana ujung kedua jaringan dipasang PMT. Pada keadaan normal tipe ini bekerja secara radial dan pada saat terjadi gangguan PMT dapat dioperasikan sehingga gangguan dapat terlokalisir. Tipe ini lebih handal dalam

penyaluran tenaga listrik dibandingkan tipe radial namun biaya investasi lebih mahal (Suhadi, 2008).



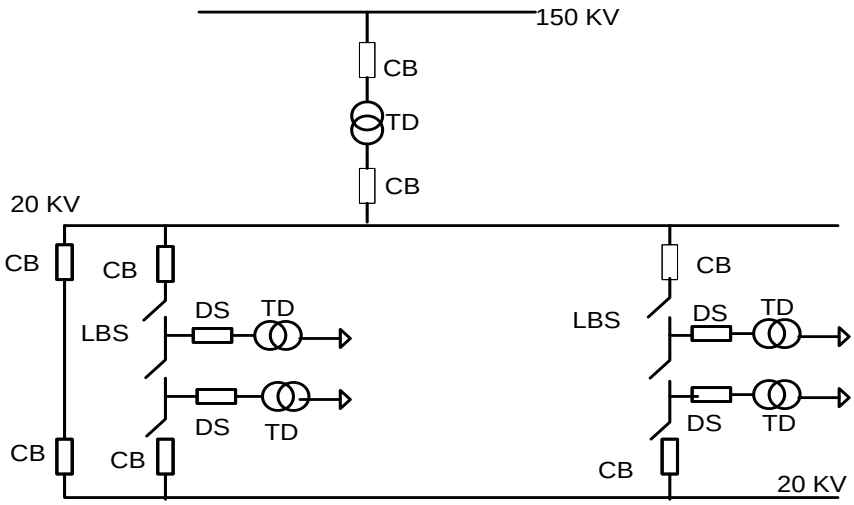
Gambar 2.6. Jaringan skema jaringan loop

Sumber : (Suhadi, 2008)

D. Jaringan Spindel

Sistem spindle menggunakan express feeder pada bagian tengah yang langsung terhubung dari gardu induk ke gardu hubung, sehingga sistem ini tergolong sistem yang handal. Sistem jaringan ini merupakan kombinasi antara jaringan radial dengan jaringan rangkaian terbuka (open loop). Titik beban memiliki kombinasi alternatif penyulang sehingga bila salah satu penyulang

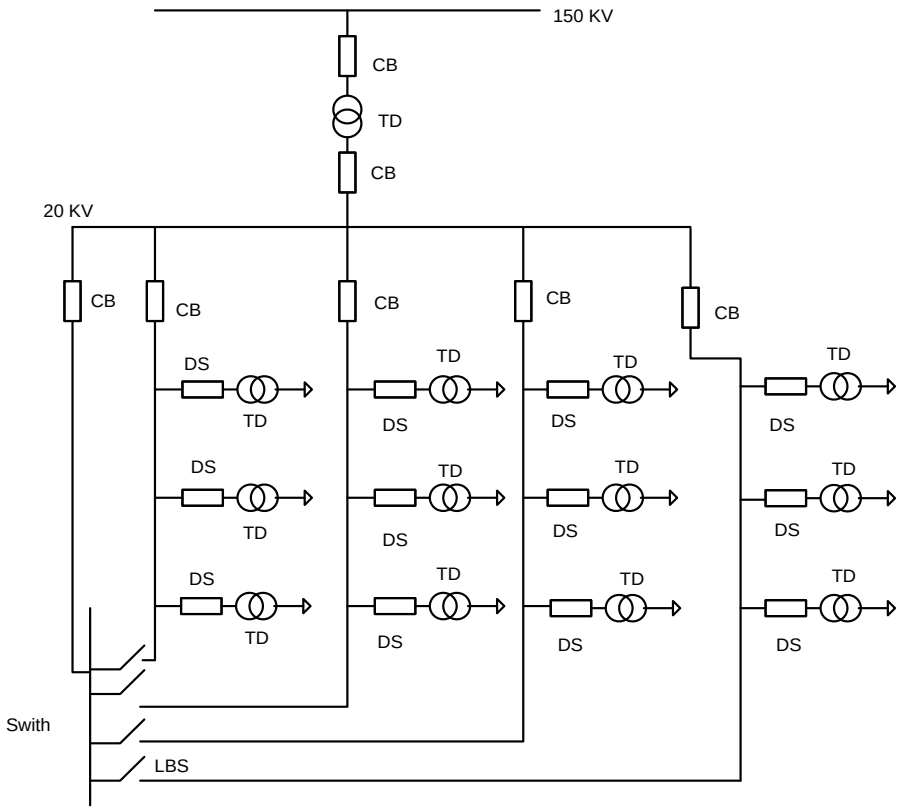
terganggu, maka dengan segera dapat digantikan oleh penyulang lain. Dengan demikian kontinuitas penyaluran daya sangat terjamin. Pada bagian tengah penyulang biasanya dipasang gardu tengah yang berfungsi sebagai titik manufer ketika terjadi gangguan pada jaringan tersebut (Bambang Winardi, Agung Warsito, and Meigy Restanaswari Kartika, 2015).



gambar 2.7. Skema jaringan spindel
Sumber : (Suhadi, 2008)

E.Sistem Cluster

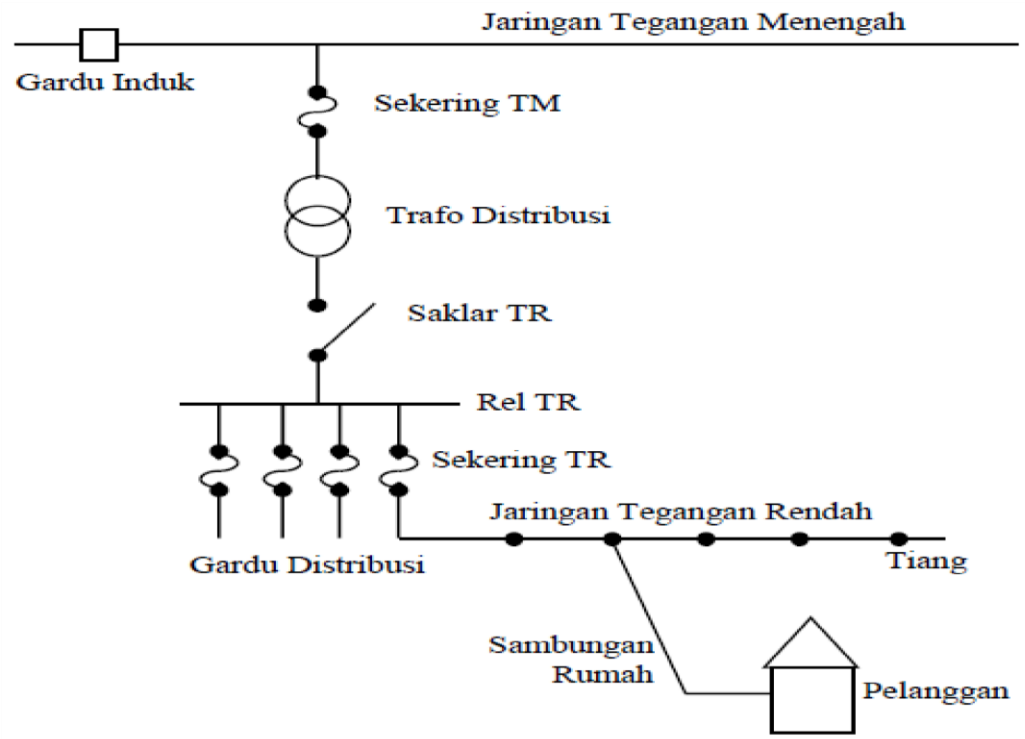
Sistem ini mirip dengan sistem spindle. bedanya pada sistem cluster tidak digunakan gardu hubung atau gardu switching, sehingga express feeder dari gardu hubung ke tiap jaringan. *Express feeder* ini dapat berguna sebagai titik manufer ketika terjadi gangguan pada salah satu bagian jaringan (Suhadi, 2008).



Gambar 2.8. Skema jaringan cluster
Sumber : (Suhadi, 2008)

2.1.4. Jaringan sistem distribusi sekunder

Sistem distribusi sekunder seperti pada Gambar 2.2 merupakan salah satu bagian dalam sistem distribusi, yaitu mulai dari gardu trafo sampai pada pemakai akhir atau konsumen (Jeandy T. I. Kume, Ir. Fielman Lisi, MT., Sartje Silimang, ST., MT, 2016).



Gambar 2.9. Hubungan tegangan menengah ke tegangan rendah dan konsumen

Sumber : (Suhadi, 2008)

Sistem distribusi sekunder digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke beban-beban yang ada di konsumen. Pada sistem distribusi sekunder bentuk saluran yang paling banyak digunakan ialah sistem radial. Sistem ini dapat menggunakan kabel yang berisolasi maupun konduktor tanpa isolasi. Melihat letaknya, sistem distribusi ini merupakan bagian yang langsung berhubungan dengan konsumen, jadi sistem ini berfungsi menerima daya listrik dari sumber daya (trafo distribusi), juga akan mengirimkan serta mendistribusikan daya tersebut ke konsumen. mengingat bagian ini berhubungan langsung dengan konsumen, maka kualitas listrik selayaknya harus sangat diperhatikan.Sistem penyaluran daya listrik pada Jaringan Tegangan Rendah dapat dibedakan menjadi dua yaitu sebagai berikut:

- Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR) Jenis penghantar yang dipakai adalah kabel telanjang (tanpa isolasi) seperti kabel AAAC, kabel ACSR.

- Saluran Kabel Udara Tegangan Rendah (SKUTR) Jenis penghantar yang dipakai adalah kabel berisolasi seperti kabel LVTC (Low Voltage Twisted Cable).ukuran kabel LVTC adalah : 2x10mm2, 2x16mm2, 4x25mm2, 3x 35mm2, 3x50mm2, 3x70mm2. Menurut SPLN No.3 Tahun1987, jaringan tegangan rendah adalah jaringan tegangan rendah yang mencakup seluruh bagian jaringan beserta perlengkapannya, dari sumber penyaluran tegangan rendah sampai dengan alat pembatas/pengukur.Sedangkan STR (Saluran Tegangan Rendah) ialah bagian JTR tidak termasuk sambungan pelayanan (bagian yang menghubungkan STR dengan alat pembatas/pengukur) (Suhadi, 2008).

2.2. Jaringan Saluran Kabel Bawah Tanah (under ground cable)

Untuk daerah dengan permintaan daya yang relatif tinggi, seperti daerah pemukiman, pusat perbelanjaan dan kawasan industri penggunaan saluran dengan sistem kabel bawah tanah, menjadi pilihan yang lebih baik dibandingkan saluran udara dari segi keamanan maupun segi estetika, saluran udara terkendala oleh keberadaan bangunan-bangunan tinggi dan juga keterbatasan lahan. Keuntungan jaringan bawah tanah adalah bebasnya kabel dari gangguan pohon, sambaran petir atau gannguan oleh manusia. Dari segi estetika kabel bawah tanah tidak kelihatan menganggu keindahan kota. sedangkan, dari segi keamanan kabel bawah tanah tidak menyebabkan bahaya tersentuh oleh manusia sehingga lebih aman.

Selain keunggulan-keunggulan tersebut, jaringan bawah tanah memiliki keleahan sebagai berikut:

- Konstruksi Saluran Kabel tanah relatif mahal.
- Tidak fleksibel terhadap perubahan jaringan
- Perawatan lebih sulit
- Gangguan sering bersifat permanen
- Waktu dan biaya untuk menanggulangi bila terjadi gangguan lebih lama dan mahal.

Jenis-jenis kabel bawah tanah yang biasa digunakan pada sistem distribusi Tegangan Menengah sebagai berikut :

1. Ditinjau dari bahan penghantar
   - Bahan tembaga
   - Bahan Campuran / *All Alloy Alumunium*
2. Ditinjau dari inti (urat) dari penghantar
   - Kabel berinti tunggal
   - Kabel berinti dua
   - Kabel berinti tiga
   - Kabel berinti empat, dimana inti yang satu lebih kecil dan digunakan sebagai kawat tanah.
3. Ditinjau dari bentuk intinya
   - Kabel berinti bulat
   - Kabel berinti oval (*sector*).
4. Ditinjau dari konstruksinya
   - Kabel dengan semua intinya dibungkus dengan timah (*belted cable*)
   - Kabel dengan masing-masing intinya dibungkus dengan timah (*screen cable*)
   - Kabel berisi minyak
   - Kabel berisi gas
   - Kabel yang berkulit pelindung
   - Kabel yang tidak berkulit pelindung.
5. Ditinjau dari isolasi
   - Kabel dengan isolasi kertas campur minyak
   - Kabel dengan isolasi thermoplastic (Suhadi, 2008)

2.2.1. Klasifikasi Saluran Kabel Bawah Tanah

Secara garis besar terdapat tiga jenis sistem distribusi berdasarkan pada titik netral dan ada tidaknya kawat tanah.

- Sistem distribusi sistem tiga phasa, tiga kawat tanpa titik netral.
- Sistem distribusi tiga phasa, tiga kawat dengan titik netral tunggal.
- Sistem distribusi tiga phasa, empat kawat dengan titik netral tunggal / ganda.

Di Indonesia umumnya sistem distribusi bawah tanah yang digunakan adalah saluran kabel bawah tanah dengan titik netral ditanahkan melalui tahanan rendah atau tinggi. Sehingga dapat digunakan untuk daerah pemukiman (Ahmad Yani, 2011).

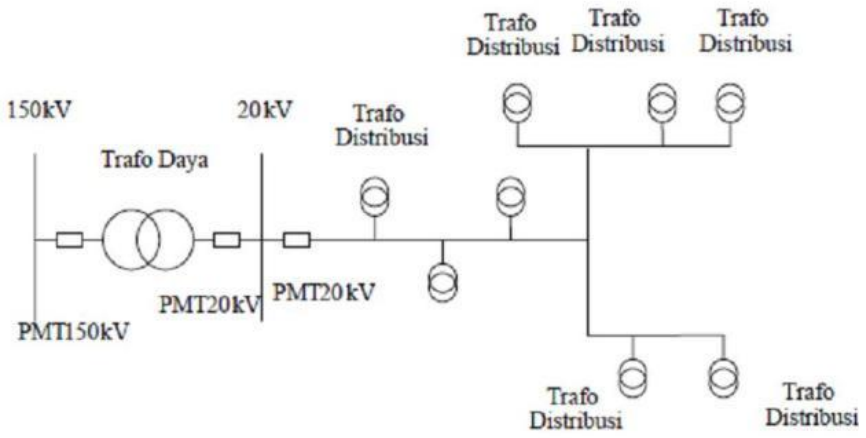
Tujuan ditanahkan netral dari saluran bawah tanah adalah untuk menjaga system dari tegangan listrik tinggi yang sering ditimbulkan *arching ground* dan *restiking ground fault* jenis tahanan pentanahan yang digunakan dengan tujuan perlindungan, dimana :

- Tahanan Rendah, untuk sistem yang menyuplai mesin-mesin berputar, khususnya pemakaian di industry.
- Tahanan Tinggi untuk melindungi system dari arus tinggi.

2.2.2. Jenis Jenis dari Konfigurasi Saluran Kabel Bawah Tanah

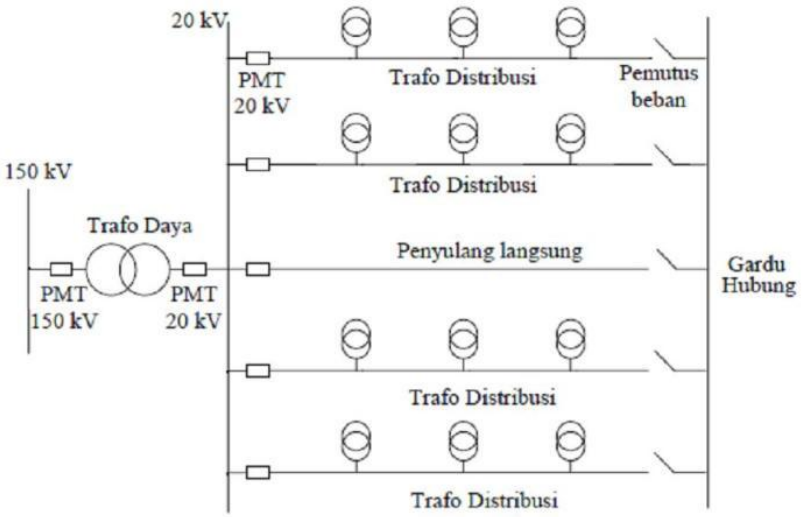
Saluran kabel tanah tegangan menengah adalah Pada dasarnya konfigurasi saluran kabel bawah tanah (SKTM) terdiri dari 2 konfigurasi yaitu :

- Konfigurasi Radial Suatu sistem disebut radial jika daya yang disalurkan dari sumber ke konsumen hanya dalam satu arah untuk melayani beban yang jauh dari penyulang utama, ditambahkan saluran cabang karena daya yang disalurkan hanya dalam satu arah maka kerapatan arusnya berbeda-beda. Daerah yang dekat dengan Gardu Induk mempunyai kerapatan arus yang berbeda-beda (Ahmad Yani, 2011).



Gambar 2.10. Skema jaringan radial

- Konfigurasi *Spindle* secara keseluruhan dari beberapa penyulang yang menghubungkan Gardu Induk & gardu hubung serta ditandai dengan adanya penyulang "*express*" merupakan konfigurasi *spindle*. Dari segi keandalan, SKTM lebih baik dibandingkan dengan SUTM, karena pada umumnya SKTM menyulang Gardu-gardu distribusi beton yang lebih memungkinkan diterapkannya konfigurasi Sistem *Loop*, *Tie Line*, maupun *Spindle* (Ahmad Yani, 2011).



Gambar 11. Skema jaringan spindle

2.2.3. Kompensasi Daya Reaktif pada Saluran Distribusi Kabel bawah Tanah

Menambahkan induktor pada sisi kirim dengan menggunakan data arus rata-rata yang terjadi. Kemudian hasil inilah yang digunakan untuk menghitung besarnya rugi-rugi dielektrik dari kabel tanah. Sementara beda potensial juga terjadi antara konduktor (penghantar) saluran yang digunakan dengan media yang berhubungan langsung dengan isolator dari konduktor. Beda potensial ini akan mengakibatkan timbulnya kapasitansi. Semakin besar beda potensial yang terjadi, maka akan menimbulkan distribusi fluks yang cukup kompleks, sebagaimana Besar kapasitansi pada kabel bawah tanah dapat dihitung sebagai berikut :

$$\mathbf{XC} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2\pi fC}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\mathbf{1})$$

Keterangan :

XC = Reaktansi Kapasitif

π = 3,14

f = frekuensi

C = Capasitanse perphase

$$\boldsymbol{XL} = \mathbf{2\pi fL} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\mathbf{2})$$

Keterangan :

XL = Reaktansi Induktif

π = 3,14

f = frekuensi

L = Panjang saluran

$$\boldsymbol{Xtotal} = \boldsymbol{XC} - \boldsymbol{XL} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\mathbf{3})$$

Xtotal = Reaktansi total

XC = Reaktansi Kapasitif

XL = Reaktansi Indukti

2.3. Rugi Rugi Daya Pada Distribusi Listrik.

Dalam proses penyaluran tenaga listrik ke para pelanggan (dimulai dari pembangkit, transmisi dan distribusi) terjadi rugi-rugi teknis (losses) yaitu rugi daya dan rugi energi. Rugi teknis adalah pada penghantar saluran, adanya tahanan dari penghantar yang dialiri arus sehinggga timbullah rugi teknis (I^2R) pada jaringan tersebut. Misalnya pada mesin-mesin listrik seperti generator, trafo dan sebagainya, adanya histerisis dan arus pusar pada besi dan belitan yang dialiri arus sehinggga menimbulkann rugi teknis pada peralatan tersebut. Rugi teknis pada pembangkit dapat diperbaiki dengan meningkatkan efisiensi dan mengurangi pemakain sendiri (Guton Albaroka , 2017).

Rugi teknis pada sistem distribusi merupakan penjumlahan dari I^2R atau rugi tahanan dan dapat dengan mudah diketahui bila arus puncaknya diketahui. Rugi taknis dari jaringan tenaga listrik tergantung dari macam pembebanan pada saluran tersebut (beban merata, terpusat). Rugi teknis pada transformator terdiri dari rugi beban nol dan rugi pada waktu pembebanan. Rugi pada beban nol dikenal dengan rugi besi, dan tidak tergantung dari arus beban, sedangkan rugi pada waktu pembebanan dikenal dengan rugi tembaga yang nilainya bervariasi sesuai dengan kuadrat arus bebannya (Guton Albaroka , 2017).

Rugi energi (rugi kWh) biasanya dinyatakan dalam bentuk rupiah. Biaya untuk mencatu kerugian ini dapat dibagi dalam 2 bagian yang utama :

- Komponen energi atau biaya produksi untuk membangkitkan kehilangan kWh.
- Komponen demand/beban atau biaya tahunan yang tercakup di dalam sistem investasinya yang diperlukan mencatu rugi beban rugi beban puncak.

Kedua komponen tersebut biasaya digabungkan menjadi satu, baik dalam bentuk Rp/kWh untuk rugi energi maupun dalam Rp/kW rugi daya puncak.Biasanya rugi teknis itu tergantung pada titik yang diamati dari sistem tersebut, titik yang terjauh dari sumber, sudah tentu biayanya lebih besar (Guton Albaroka , 2017).

2.3.1. **Permasalahan Dalam Menentukan Rugi Daya Dan Susut Energy**

Ada beberapa permasalahan dalam menentukan rugi daya dan susut energy :

- Rugi Daya

  Rugi daya lebih mudah dihitung daripada rugi energi karena pada rugi energi perlu diketahui kurva pembebanannya dan kondisi pengoperasiannya pada selang waktu pembebanan tersebut.

  Perhitungan rugi daya dilakukan pertama-tama pada bagian sistem yang datanya sudah diketahui dengan pasti seperti saluran transmisi dan distribusi. Untuk bagian lainnya seperti transformator dan generator yang dikarenakan tidak adanya data pengujian, rugi daya dapat dihitung dengan teliti hanya oleh perancangnya saja, karena ia yang mengetahui seluk beluk mengenai komponen tersebut yang mencakup berat, kualitas, rugi besi, rapat fluks, dan sebagainya dan juga penghantara tembaganya yang meliputi penampang, kerapatan arus, dan sebagainya.

  Rugi daya dari turbin, turbin hidrolik,dan sebagainya tidak dapat dihitung secara teliti, bahkan oleh siperancangpun menghitung berdasarkan rumus emperis yang didapat dari hasil-hasil pengujian dari jenis yang serupa.

  Setelah generator, transformator atau turbin dibuat oleh pabrik, biasanya pengujian effesiensi dapat dilakukan di pabrik maupun di lapangan dimana alat tersebut dipasang. Sesudah dilakukan pengukuran effesiensi atau rugi daya menurut persyaratan pengujiannya, secara umum dapat dihitung effesiensi atau rugi dayanya pada setiap kondisi pembebanan dengan menggunakan beberapa karakteristik rugi-rugi yang ada dari berbagai komponennya. Inilah metoda yang paling banyak dipakai oleh para insinyur untuk menghitung rugi daya.

- Susut Daya

  Pada umumnya rugi-rugi teknis pada tingkat pembagkit dan saluran transmisi pemantauannya tidak menjadi masalah karena adanya fasilitas pengukuran yang dapat dipantau dengan baik. Hal yang sama juga terdapat

pada gardu induk (GI), sehingga rugi-rugi teknis dari GI tidak menjadi masalah besar karena disinipun pengukuran dan pemantauan berjalan baik.

Lain halnya pada sisi distribusi, rugi-rugi tekkis lebih kompleks dan sulit diketahui besarannya. Pada GI setiap penyulang yang keluar dari GI ini dilengkapi dengan alat pengukur, begitu pula pada sisi primer trafo tenaganya. Selepas ini tidak terdapat lagi alat pengukuran kecuali pada meteran pelanggan. Oleh krena itu, sangatlah sulit menentukan rugi energi secara tepat pada sistem distribusi.

Dengan menetukan rugi/susut energi pada saluran distribusi, cara yang dilakukan oleh bebrapa perusahaan listrik adalah membandingkan energi yang disalurkan oleh gardu induk dan energi yang terjual dalam selang waktu tertentu, misalnya setahun (Guton Albaroka , 2017).

2.3.2. Sumber kesalahan pokok dalam perhitungan susut energi.

Ada dua sumber kesalahan pokok dalam perhitungan susut energi :

- Selisih kWh (energi) yang disalurkan GI dan kWh yang terjual atau energi yang dipakai oleh pelanggan tida menggambarkan keadaan sebenarnya, Karena ada energi yang tidak terukur seperti pencurian listrik, meteran rusak, kesalahan pembacaan kWh meter dan sebagainya. Dari sini jelaslah selisih energi yang sebenarnya tidak dapat diukur secara pasti.
- Pembacaan meteran pada GI mungkin dapat dilakukan pada hari yang sama, dengan demikian kWh (energi) yang diukur bebar-benar merupakan kWh yang disalurkan, sedangkan pembacaan meteran pelanggan tidak bersamaan waktunya sehingga hal ini akan merupakan kesalahan dalam analisis selanjutnya. Jalan terbaik dalam menyiapkan informasi agar perhitungan rugi energi menjadi sederhana, ialah membuat terlebih dahulu kurva lamanya pembebanan dari kurva beban hariannya/tahunnya. Untuk mendapatkan kurva rugi daya versus beban, perlu diketahui hubungan antara rugi daya (P) dan beban atau rugi daya/beban hariannya.Oleh karena rugi daya (I^2R) berbanding lurus dengan kuadrat beban maka, berdasarkan kurva lamanya pembebanan dapatlah dibuat kurva rugi daya versus waktu

dan rugi daya rata-rata adalah harga rata-ratanya untuk suatu periode tertentu. Dengan diketahuinya rugi daya rata-rata, rugi energi adalah seharga dengan rugi daya rata-rata untuk periode tertentu dikalikan dengan jumlah jam dari periode yang bersangkutan (Guton Albaroka , 2017).

2.3.3. Rugi rugi daya dalam saluran distribusi

Pada sistem tenaga listrik terdapat perbedaan antara daya atau kekuatan (*power*) dan energi; energi adalah daya dikalikan waktu sedangkan daya listrik merupakan hasil perkalian tegangan dan arusnya, dengan satuan daya listrik yaitu watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu [Joule/s].Daya listrik [P] yang dihasilkan oleh arus listrik [i] pada tegangan [v] dinyatakan dengan persamaan (4) (Nolki Jonal Hontong, 2015)

$$\boldsymbol{P = I^2 \cdot R} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\mathbf{2})$$

Keterangan :

P = Daya

I^2 = Arus (Guton Albaroka , 2017)

R = Resistansi Saluran

Impedansi rugi-rugi daya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\boldsymbol{R = \sqrt{R^2 + X^2}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \mathbf{(3)}$$

Keterangan :

Z = Impedansi

R= Resistansi

X = Reaktansi

$$\mathbf{Z = R + Jx} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\mathbf{4})$$

Keterangan :

Z = Impedansi

R = Resistansi

Jx = Angka Imajiner

$$P = S\ x\ \cos\ \Phi\ \text{x}\ 24\ \text{jam} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

Keterangan :

P = Daya

S = Daya Semu

24 Jam = jumlah perhari

CosΦ = Faktor Daya

2.4. GI (Gardu Induk)

Gardu Induk merupakan sub sistem dari sistem penyaluran (transmisi) tenaga listrik, atau merupakan satu kesatuan dari sistem penyaluran (transmisi). Penyaluran merupakan sub sistem dari sistem tenaga listrik. Berarti, gardu induk merupakan sub-sub sistem dari sistem tenaga listrik. Sebagai sub sistem dari sistem penyaluran, gardu induk mempunyai peranan penting, dalam pengoperasiannya tidak dapat dipisahkan dari sistem penyaluran (transmisi) secara keseluruhan. Gardu induk yang dibangun merupakan gardu induk konvensional dimana sebagian besar (Yusmartato, Luthfi Parinduri, Sudaryanto, 2017).

komponennya ditempatkan di luar gedung, kecuali komponen kontrol, sistem proteksi dan sistem kendali serta komponen bantu lainnya. Gardu Induk biasanya disingkat dengan GI adalah suatu instalasi yang terdiri dari rel daya, peralatan hubung bagi, transformator daya bersama perlengkapan-perlengkapannya (misal peralatan ukur, pengaman dll.), yang merupakan bagian dari suatu sistem tenaga listrik (Yusmartato, Luthfi Parinduri, Sudaryanto, 2017).

2.4.1. Fungsi Gardu Induk

Fungsi gardu induk diantaranya adalah

- Sebagai pusat penerimaan dan penyaluran tenaga/daya listrik sesuai dengan kebutuhan pada tegangan yang berbeda (menurunkan atau menaikkan

tegangan sistem). Daya listrik dapat berasal dari pembangkit atau dari gardu induk lain (Yusmartato, Luthfi Parinduri, Sudaryanto, 2017).

- Sebagai pengukuran, pengawasan operasi serta pengaturan pengamanan sistem tenaga listrik (memutus atau menyambungkan jaringan listrik)
- Sebagai pengaturan daya ke gardu-gardu induk lain melalui tegangan tinggi dan gardu-gardu distribusi melalui feeder-feeder tegangan menengah (melayani beban listrik disekitar Gardu Induk) (Yusmartato, Luthfi Parinduri, Sudaryanto, 2017).

2.4.2. Gardu Induk GIS (*Gas Insulated Switchgear*)

Gardu listrik yang menggunakan gas sebagai media isolasi antar peralatan yang bertegangan (GIS = Gas Insulated Switchgear). Semua / sebagian besar peralatannya ditempatkan didalam media yang diisolasi dengan menggunakan gas SF 6 (Jamaluddin Kamal dan Syamsir Abduh, 2018).

Pada GIS terdapat bermacam jenis peralatan seperti pemutus tenaga, busbar, pemisah, pemisah tanah, trafo arus dan trafo tegangan yang ditempatkan didalam kompartemen yang terpisah – pisahdan diisi gas SF_6. Kekuatan dielektrik Gas SF_6 yang lebih tinggi dari pada udara, menyebabkan jarak konduktor yang diperlukan akan lebih kecil. Maka ukuran setiap peralatan dapat dikurangi, yang menyebabkan ukuran secara keseluruhan menjadi lebih kecil.

Berdasarkan hasil kajian PLN dan mengacu pada hasil kajian *Konwledge Sharing and Research* (KSANDR) Belanda, GIS dibagi menjadi 5 subsistem berdasarkan fungsinya, yaitu:

- Subsistem *Primary*

Subsistem *primary* berfungsi untuk menyalurkan energi listrik dengan nilai *losses* yang masih diijinkan.

- Subsistem *Secondary*

Subsistem *secondary* berfungsi men-*trigger* subsistem *driving* untuk mengaktifkan subsistem *mechanical* pada waktu tepat.

- Subsistem *Dielectric*

Subsistem *dielectric* berfungsi untuk memadamkan busur api dan mengisolasikan *active part*.

- Subsistem *Driving mechanism*

Subsistem *driving mechanism* adalah mekanik penggerak yang menyimpan energi untuk menggerakkan kontak utama (PMT, PMS) pada waktu yang diperlukan. Jenis – jenis *driving mechanism* terdiri dari :

- *Pneumatic*

  Merupakan penggerak yang menggunakan tenaga udara bertekanan.
- *Hydraulic*

  Merupakan penggerak yang menggunakan tenaga minyak hidrolik bertekanan.
- *Spring*

  Merupakan penggerak yang menggunakan energi yang disimpan oleh pegas.

- Subsistem *Mechanical*

Subsistem *mechanical* adalah peralatan penggerak yang menghubungkan subsistem *driving mechanism* dengan kontak utama peralatan PMT dan PMS untuk mentransfer *driving energy* menjadi gerakan pada waktu yang diperlukan (Jamaluddin Kamal dan Syamsir Abduh, 2018).

2.5. *Log Sheet SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)*

SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) SCADA adalah suatu sistem pengendalian alat secara jarak jauh, dengan kemampuan memantau data-data dari alat yang dikendalikan. SCADA merupakan bidang yang secara *continue*

selalu dikembangkan di seluruh bagian dunia pada berbagai tipe industri yang menghabiskan bertrilyun-trilyun rupiah. SCADA merupakan sistem pengakuisisian suatu data untuk digunakan sebagai control dari sebuah obyek. Sistem SCADA yang paling sederhana yang mungkin bisa dijumpai di dunia adalah sebuah rangkaian tunggal yang memberitahu anda sebuah kejadian (event). Sebuah sistem SCADA skala-penuh mampu memantau dan (sekaligus) mengontrol proses yang jauh lebih besar dan kompleks. terintegrasinya sistem SCADA dengan memanfaatkan seluruh perangkat yang ada sehingga memberikan kemudahan pengamatan, pencatatan dan pelaporan pada saat implementasi (Prian Gagani Chamdareno, -). (Yusmartato, Luthfi Parinduri, Sudaryanto, 2017)

2.6. Tarif Listrik Tahun 2019

Tarif listrik Rp 1.467/kWh untuk pelanggan tegangan rendah, yaitu R-1 Rumah Tangga Kecil dengan daya 1300 VA, R-1 Rumah Tangga Kecil dengan daya 2200 VA, R-1 Rumah Tangga Menengah dengan daya 3.500-5.500 VA, R-1

Rumah Tangga Besar dengan daya 6.600 VA ke atas, B-2 Bisnis Menengah dengan daya 6.600 VA sd 200 kVA, P-1 Kantor Pemerintah dengan daya 6.600 VA sd 200 kVA, dan Penerangan Jalan Umum.

PT PLN (Persero)

Jalan Trunojoyo Blok M I/135 Kebayoran Baru – Jakarta 12160
Telepon : (021) 7261875, 7261122, 7262234 Facsimile : (021) 7221330 Website : www.pln.co.id
(021) 7251234, 7250550

PENETAPAN
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK *(TARIFF ADJUSTMENT)*

BULAN JANUARI - MARET 2019

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	*)	1.467,28	1.467,28
2.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.467,28	1.467,28
3.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.467,28	1.467,28
4.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.467,28	1.467,28
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVArh = 996,74 ****)	-
9.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
10.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
11.	P-3/TR		*)	1.467,28	1.467,28
12.	U/TR, TM, TT		-	1.644,52	-

Gambar12. Tarif Tenaga listrik

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Bahan Penelitian

Lingkup dari bahan penelitian ini berupa pengumpulan bahan pustaka sebagai referensi, buku-buku yang berkaitan dengan objek penelitian, informasi data lapangan dari sumber yang telah ditunjuk oleh perusahaan dan *single line diagram* Penyulang Dayung GI GIS Timur di PT. PLN (Persero) Area Palembang. Data-data lapangan dan *single line diagram* tersebut digunakan untuk menggambar jaringan listrik pada halaman *drawing* program aplikasi ETAP.

Kesulitan untuk mencapai dalam eksekusi program dikarenakan banyaknya jumlah komponen yang digambarkan pada ETAP. Kurangnya data pada penyulang merupakan suatu kendala dalam penelitian ini, sehingga dari data kumpulan yang ada dilakukan pengaturan persentasi agar didapatkan besar rugi rugi daya dari dampak munculnya arus tersebut. dengan data aktual yang tercatat di *Log Sheet Scada*. Disamping itu keterbatasan waktu juga menjadi kendala dalam penelitian

3.2. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa :

Tabel 3.1 Alat-alat yang digunakan

No	Hardware dan Software Yang di Gunakan
1	Satu computer dengan prosessor Intel Quad Core
2	Software Windows 10 service pack 2 , Microsoft Office dan Microsoft Excel 2010
3	Program aplikasi ETAP Power Station 12.6

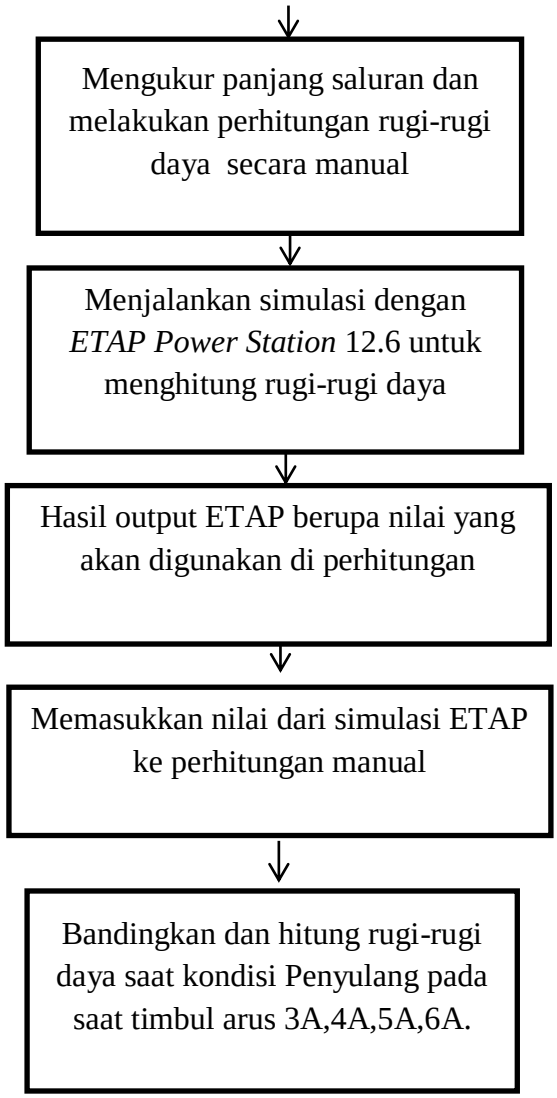
Untuk mencapai tujuan penelitian dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan bahan-baha ka, tulisan-tulisan untuk referensi, dan buku-buku yang berkait an objek penelitian.

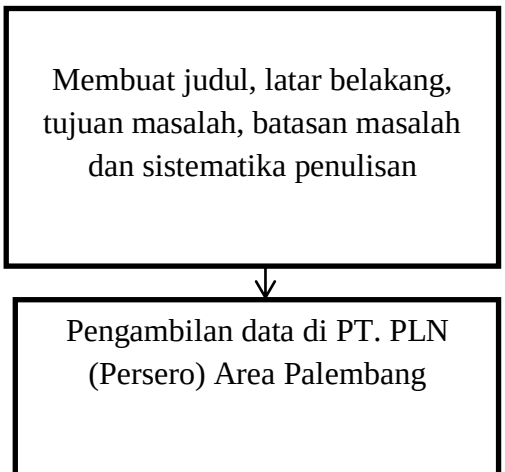
2. Mengumpulkan informasi melalui tanya jawab dari nara sumber pada tempat penelitian.
3. Pengambilan data sistem kelistrikan yang berupa :
   a. Single line diagram Penyulang Dayung GI GIS Timur di PT. PLN (Persero) Area Palembang.
   b. Panjang Jaringan Penyulang Dayung.
   c. Bahan Penyulang.
4. Menggambar Single line jaringan Penyulang Dayung pada program aplikasi ETAP.
5. Memasukkan data-data Penyulang dan GI yang diperlukan untuk menjalankan program.
6. Melakukan analisis aliran rugi rugi daya.

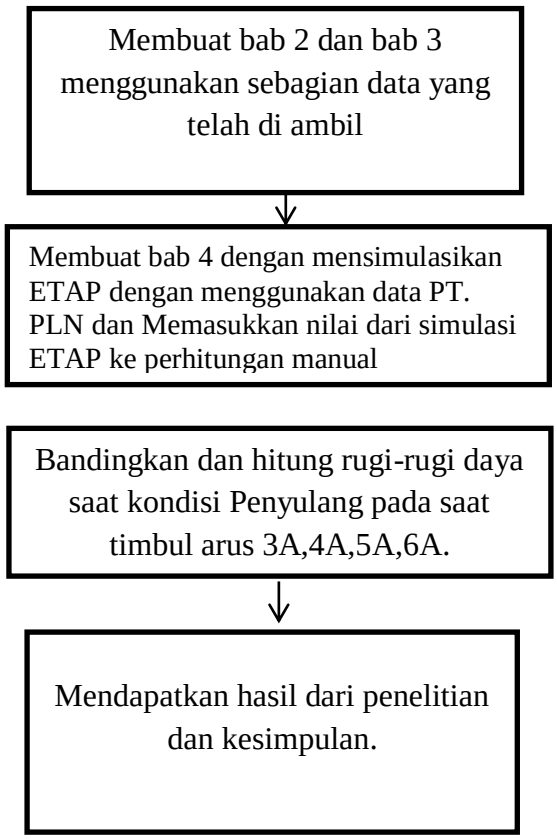
3.3. Diagram Blok Penelitian

Pembuatan *single line diagram* menggunakan viso dan rancang penyulang dengan *ETAP Power Station* 12.6



Gambar 3.1 Diagram blok simulasi ETAP





Gambar 3.2 Diagram blok Penelitian

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Penelitian

Gi GIS Timur Kota Palembang menyalurkan energi listrik ke titik-titik beban tiap penyulang melalui jaringan distribusi. Dalam penyaluran energi listrik dari GIS sampai ke titik beban terdapat energi listrik yang hilang pada jaringan dipengaruhi oleh panjang jaringan, jenis penghantar, luas penampang penghantar yang digunakan dan faktor daya. Adapun data-data yang di olah pada perhitungan adalah adanya arus yang timbul saat belum terbeban harian, data jaringan distribusi dan beban tiap-tiap titik beban dari penyulang Dayung

Dalam Log Sheet SCADA terdapat arus sebesar 6A di penyulang Dayung yang belum terbeban yang menyebabkan timbulnya rugi rugi daya pada PT PLN yang menjadi penyebab timbulnya arus.

4.1.1. Beban SCADA yang Terukur atau Tercatat di *Log Sheet* Scada

Menurut keadaan *real* di lapangan yang dicatat melalui data beban *Log Sheet* Scada di operator PT. PLN (Persero) Area Palembang, operator Palembang *command Center* (PCC) menemukan saat jaringan diberi tegangan tanpa beban pelanggan masuk data sebesar 6A seperti yang ada didalam data beban *Log Sheet Scada* yang memiliki data sebagai berikut :

Tabel 4.1. Beban yang terdeteksi di SCADA PT. PLN (Persero) Area Palembang

Nama Penyulang	Arus	Tegangan
Dayung	6	20,2

4.1.1.1. Data Transformator pac

32

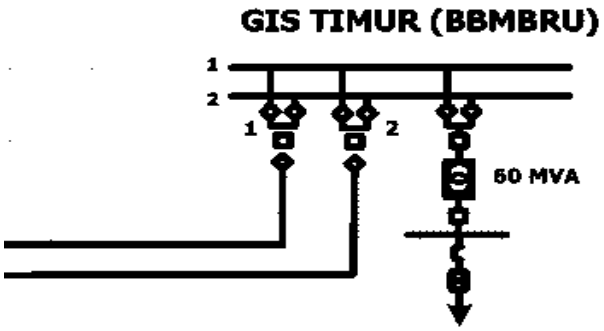
Kota Timur

Data tentang besar kapasitas dari transformator pada GIS Kota Timur yang berhubungan langsung dengan penyulang Dayung didapat dari name plate pada transformator tersebut :

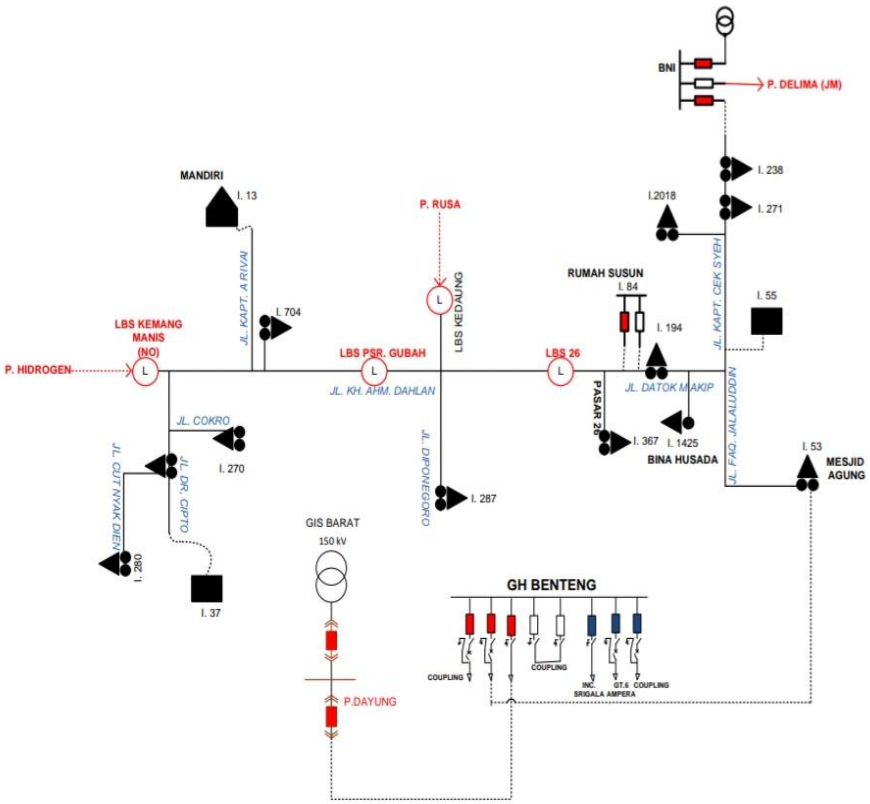
- Merk : CG PAUWELS
- Kapasitas : 60 MVA
- Tegangan Primer : 150 kV
- Tegangan Sekunder : 20 kV

4.1.2. Single Line Diagram

Penelitian timbulnya arus sebelum di bebani terhadap rugi-rugi daya pada saluran kabel tanah tegangan menengah penyulang Dayung di PT. PLN (Persero) Area Palembang dengan hitungan manual dan dengan menggunakan ETAP Power Station 12.6 adalah menganalisa bagaimna arus itu bisa timbul dan berapa besar kerugian yang ditimbulkan oleh arus tersebut



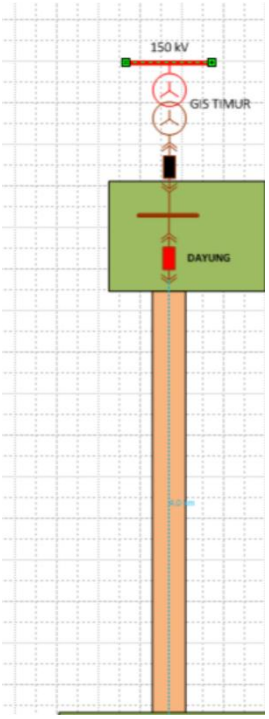
Gambar 4.1. *Single line diagram* Gardu Induk Timur



Gambar 4.2 Single line diagram penyulang Dayung

4.1.3. **Data Teknis**

Dari data yang diambil dari Palembang Comand Center (PCC) adapun panjang Penyulang Dayung 4,0 Km



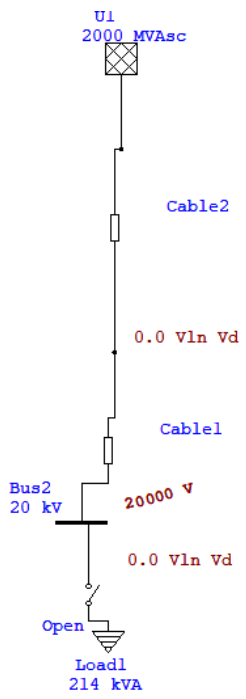
gambar 4.3. Panjang penyulang Dayung

4.2. Simulasi ETAP

ETAP *(Elektrical Transient Analyzer Program)* merupakan suatu program yang menampilkan GUI (Graphical User Interface) mengenai analisis system tenaga listrik. Pada penelitian ini penulis mensimulasikan jaringan distribusi penyulang Dayung ke ETAP untuk mencari berapa besar kerugian yang terjadi , karena ETAP adalah aplikasi yang menghasilkan nilai yang paling mendekati hasil real.

Pada penelitian ini penulis mengkondisikan seakan-akan penyulang Dayung teraliri arus sebesar 6A sehingga keadaan penyulang tersebut mempunyai beban. Dalam hal ini untuk mencari berapa besar kerugian yang terjadi pada penyulang dayung tersebut, maka hasil dari simulasi ETAP menunjukkan bahwa arus sebesar 6A tersebut bisa mengangkat beban sebesar 214 KVA.

Penulis juga akan membuat perbandingan dengan menggunakan ETAP terhadap jika arus yang timbul semakin kecil apakah PT. PLN (Persero) menanggung kerugian lebih banyak.

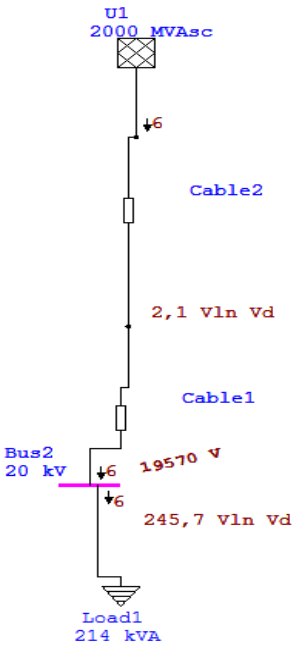


Gambar 4.4 Simulasi ETAP penyulang Dayung yang seharusnya

4.3. Perhitungan Rugi-rugi Daya pada Penyulang

Perhitungan rugi-rugi daya akan di buat perbandingan antara keadaan penyulang Dayung yang seolah-olah sudah diberi beri arus 6 ampere, 5 ampere, 4 ampere dan 3 ampere. Tujuannya untuk mengetahui seberapa besar kerugian yang dialami penyulang Dayung pada keadaan saat arus timbul 6 ampere dan mendapatkan estimasi keadaan saat penyulang Dayung yang diberi arus lebih kecil dari 6 ampere.

Untuk mengetahui rugi-rugi daya yang di sebabkan oleh timbulnya arus tersebut, dibuatlah simulasi menggunakan aplikasi ETAP *Power Station* 12.6 seperti gambar 4.5 dibawah ini :



Gambar 4.5 Simulasi ETAP penyulang Dayung saat arus yang timbul 6 Ampere

Penyulang Dayung yang belum dibebani mengalirkan arus 6A pada kabel yang belum terpasang beban. Setelah mengetahui arus yang mengalir sebesar 6A dengan estimasi beban sebesar 214kVA dapat dihitung rugi-rugi daya perharinya sebagai berikut :

$= S\ x\ cos\varphi$ x 24 jam

= 214 x 0,85 x 24

= 4365,6 kWh

Berdasarkan informasi yang didapat dari PT PLN (Persero) Area Palembang, bahwa harga per 1 kWh = Rp 1400. Jadi dapat dihitung harga rugi-rugi daya perhari sebesar :

= 4365,6 x 1400

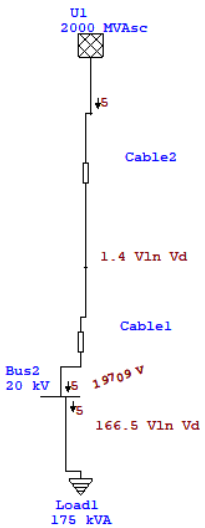
= Rp 6.111.840 / Hari

Jadi kerugian perbulan yang ditanggung oleh PT PLN (Persero) Area Palembang sebesar :

= Rp 6.111.840 x 30 Hari

= Rp 183.335.200 / bulan

- Perhitungan Rugi-rugi Daya Saat Penyulang Timbul Arus 5 ampere



Gambar 4.6 Simulasi ETAP penyulang yang di beri arus 5 Ampere

Setelah mengetahui arus yang mengalir sebesar 5 Ampere dengan estimasi beban sebesar 175 kVA dapat dihitung rugi-rugi daya perharinya sebagai berikut :

di arus 5A mendapatkan hasil 175 kVA

$= S\ x\ cos\square$ x 24 jam

= 175 x 0,85 x 24

= 3.570 kwh

Dengan harga per 1 kWh sebesar Rp 1400. Jadi harga rugi-rugi daya perhari sebesar :

= 3.570 x 1400

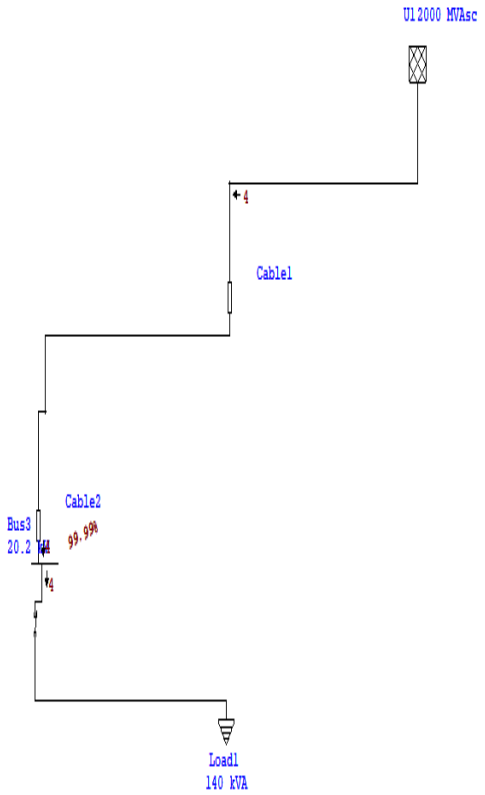
= Rp 4.998.000 / Hari

Jika arus yang timbul semakin kecil maka kerugian perhari yang di terima oleh PT PLN (Persero) Area Palembang dapat dihitung sebagai berikut :

= Rp 4.998.000 x 30 Hari

= Rp 149.940.000 / bulan

- Perhitungan Rugi-rugi Daya Saat Penyulang Timbul Arus 4 ampere



Gambar 4.7 Simulasi ETAP penyulang yang di beri arus 4 Ampere

Setelah mengetahui arus yang mengalIr sebesar 4 Ampere dengan estimasi beban sebesar 140 kVA dapat dihitung rugi-rugi daya perharinya sebagai berikut :

Di arus 5A mendapatkan hasil 140 kVA

$= S\ x\ cos\square$ x 24 jam

= 140 x 0,85 x 24

= 2,856 kWh

Dengan harga per 1 kWh sebesar Rp 1400. Jadi harga rugi-rugi daya perhari sebesar :

= 2,856 x 1400

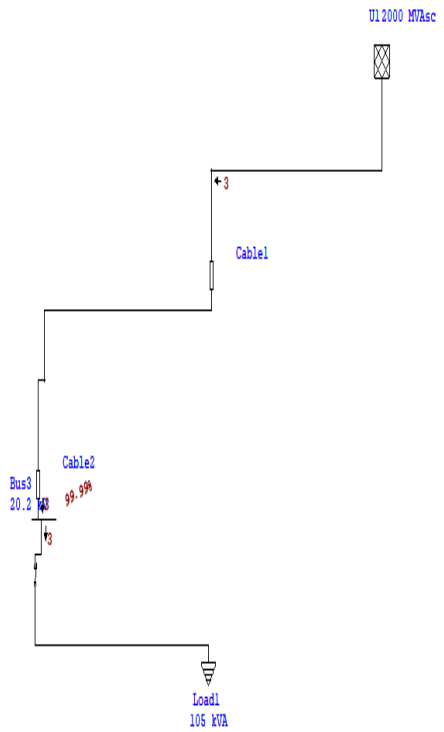
= Rp 3.998.400 / Hari

Jika arus yang timbul semakin kecil maka kerugian perhari yang di terima oleh PT PLN (Persero) Area Palembang dapat dihitung sebagai berikut :

= Rp 3.998.400 x 30 Hari

= Rp 119.952.000/ bulan

- Perhitungan Rugi-rugi Daya Saat Penyulang Timbul Arus 3 ampere



Gambar 4.8 Simulasi ETAP penyulang yang di beri arus 3 Ampere

Setelah mengetahui arus yang mengalir sebesar 3 Ampere dengan estimasi beban sebesar 105 kVA dapat dihitung rugi-rugi daya perharinya sebagai berikut :

Di arus 3A mendapatkan hasil 105 kVA

$= S\ x\ cos$ x 24 jam

= 105 x 0,85 x 24

= 2,142 kWh

Dengan harga per 1 kWh sebesar Rp1400. Jadi harga rugi-rugi daya perhari sebesar :

= 2,142 x 1400

= Rp 2.998.800 / Hari

Jika arus yang timbul semakin kecil maka kerugian perhari yang di terima oleh PT PLN (Persero) Area Palembang dapat dihitung sebagai berikut :

= Rp 2.998.800 x 30 Hari

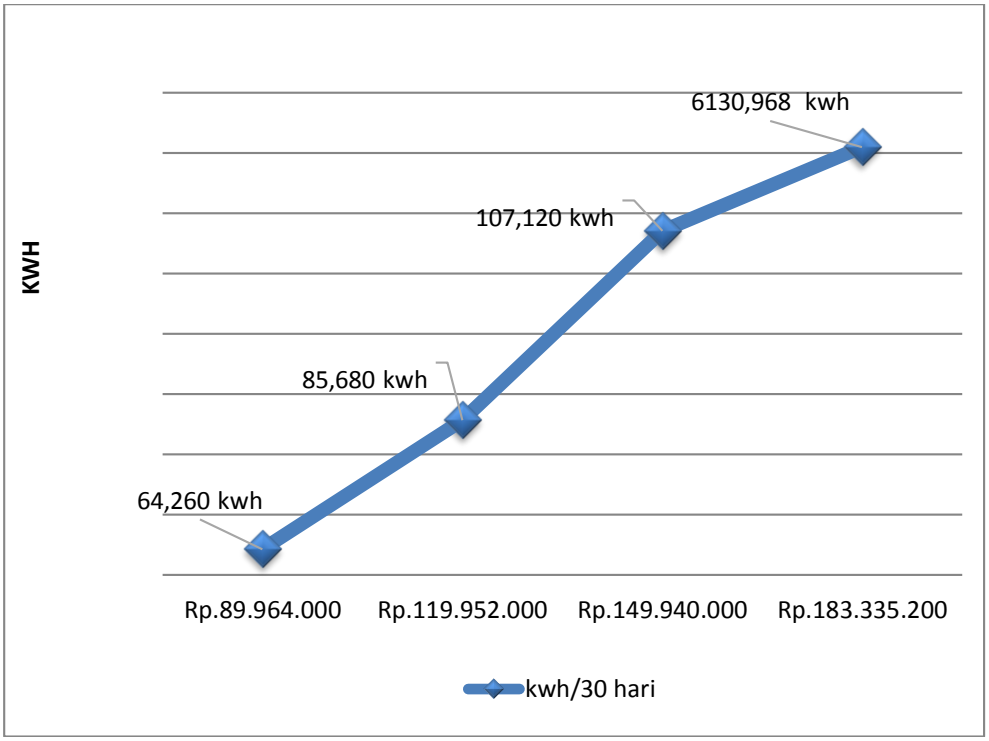
= Rp 89.964.000/ bulan

Dari hasil perhitungan dihasilkan nilai rugi rugi daya penyulang Dayung dengan tegangan 20kV yang dirangkum didalam didalam table 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.2. Perhitungan manual rugi-rugi daya pada Penyulang Dayung

Penyulang	Arus	Tegangan	Kwh/30hari	Rupiah/30hari
Dayung	3	20,2	64,260	89.964.000
Dayung	4	20,2	85,680	119.952.000
Dayung	5	20,2	107,120	149.940.000
Dayung	6	20,2	130,968	183.335.200

Hasil simulasi ETAP yang dimana jika semakin besar arus yang timbul maka semakin besar rugi-rugi daya yang dialami penyulang. oleh karenanya pemeriksaan pada penyulang perlu dilakukan dengan disiplin. Grafik berikut menunjukkan korelasi antara nilai arus tidak berbeban dengan nilai kerugian perbulan (dalam rupiah).



Gambar 4.9 Grafik hubungan antara arus dan kwh

Dapat dilihat bahwa semakin besar arus tanpa beban, kerugian yang ditanggung akan semakin besar. Karenanya, kemunculan arus tanpa beban ini harus diatasi. Pentingnya menjaga isolasi kabel dan pemeliharaan jointing pada kabel agar sistem berjalan dengan normal.

4.4. Analisa Perhitungan

Dari hasil analisa perhitungan yang telah dilakukan maka didapat beberapa hasil sebagai berikut :

- Dari hasil simulasi ETAP jika timbul arus semakin besar maka semakin besar pula kerugian yang harus ditanggung PT PLN , jika arus yang timbul 3A maka PT PLN menanggung kerugian 64,260 kWh perbulan dan jika arus yang timbul 6A maka PT PLN menanggung kerugian 130, 968 kWh
- Dampak dari kemunculan arus yang melebihi standard dari PT PLN (Persero) Area Palembang untuk sistem kelistrikan adalah PT PLN (Persero) Area Palembang dengan beban 6A yang harusnya terjual ke pelanggan hanya jadi beban kabel yang tidak bisa dijual atau dirupiahkan dengan kerugian Rp 183.335.200 / bulan
- Hasil dari ETAP untuk kondisi konduktor kabel tanah dengan jarak 4 Kilometer setelah disimulasikan bernilai 0 Ampere dengan tegangan 20kV, artinya tidak ada drop tegangan dan rugi daya yang dimunculkan oleh ETAP.
- Sedangkan hasil di lapanganan yang tercatat di *Log Sheet Scada* adalah 6 ampere, jika disimulasikan dengan ETAP arus beban 6 ampere = beban 214 kVA dengan tegangan ujung 19570V, artinya jika menurut SPLN (Standar Perusahaan Umum Listrik Negara) 1995 pasal 4 yang menuliskan tegangan minimum 10% dari tegangan sumber :

  % Penurunan tegangan $= \frac{20kV - 19{,}57kV}{20kV} X100\%$

  $= 2{,}15\%$

- Penuruan tegangan masih dalam batas toleransi, karena yang menjadi tolak ukur saat ini adalah SPLN dengan drop tegangan minimum 10% dari tegangan sumber.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap data yang diperoleh dari Penyulang Dayung pada GIS Kota Timur Palembang, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Dengan melakukan analisa simulasi ETAP, jika timbul arus semakin besar maka semakin besar pula kerugian yang harus ditanggung PT PLN , jika arus yang timbul 3 ampere maka PT PLN menanggung kerugian 64,260 kwh perbulan dan jika arus yang timbul 6 ampere maka PT PLN menanggung kerugian 130, 968 kwh
- Dampak dari kemunculan arus yang melebihi standard dari PT PLN (Persero) Area Palembang untuk sistem kelistrikan adalah PT PLN (Persero) Area Palembang dengan beban 6A,5A,4A dan 3A yang harusnya terjual ke pelanggan hanya jadi beban kabel yang tidak bisa dijual

5.2. Saran

- Diharapkan PT PLN Area Palembang dapat melakukan pemeliharaan terhadap isolasi penyulang, jointing pada penyulang dan lain sebagainya , mengingat rugi-rugi energi yang terjadi pada jaringan distribusi masih cukup besar.
- Dalam penelitian selanjutnya, parameter profil tegangan dan aliran dimasukkan dalam perhitungan.