



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gardu distribusi

Gardu distribusi adalah bagian dari sistem tenaga listrik yang terdiri dari trafo tenaga dengan peralatan penghubung dan pemutus tenaga serta peralatan hubung bagi tegangan rendah (PHBTR) yang terletak pada suatu bangunan atau konstruksi.

1. Trafo tenaga berfungsi sebagai pembagi daya sekaligus sebagai penurun tegangan/*step down*. Trafo tenaga ini dilindungi oleh pemutus tenaga yang bernama *cut out* dan saklar pemisah. Pengoperasian *cut out* dari sisi tegangan rendah dengan menggunakan tongkat sepanjang 1 meter dari bahan kayu jati atau *fiber*.
2. PHBTR adalah perlengkapan gardu distribusi pada sisi tegangan rendah yang berfungsi sebagai panel distribusi untuk konsumen tegangan rendah dan untuk keperluan penerangan jalan umum (PJU). Panel dilengkapi dengan lampu tester. Selain itu pada panel ini dilengkapi penghubung utama, pengaman utama, sekring-sekring pembagi dan saklar waktu berupa saklar waktu. Untuk menerangkan jalan umum.
3. Pada gardu distribusi ini ada 3 sistem pentanahan, yaitu :
 - a. Pentanahan untuk pengaman tegangan lebih karena sambaran petir.
 - b. Pentanahan netral, untuk mengambil sistem netral dari tanah (bumi).
 - c. Pentanahan sebagai pengaman terhadap kebocoran arus .

2.2 Sistem distribusi tenaga listrik

Sistem Distribusi adalah semua bagian dari sistem tenaga listrik antara sumber daya besar dan rangkaian pelayanan konsumen. Sumber daya besar tersebut terletak pada daerah yang dilayani oleh sistem distribusi atau dapat juga terletak di dekatnya.



Sumber daya besar tersebut dapat berupa stasiun pembangkit atau berupa gardu induk yang dilayani oleh pembangkit tenaga listrik yang jauh letaknya dari konsumen melalui suatu jaringan transmisi.

Secara umum sistem tenaga listrik terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu:

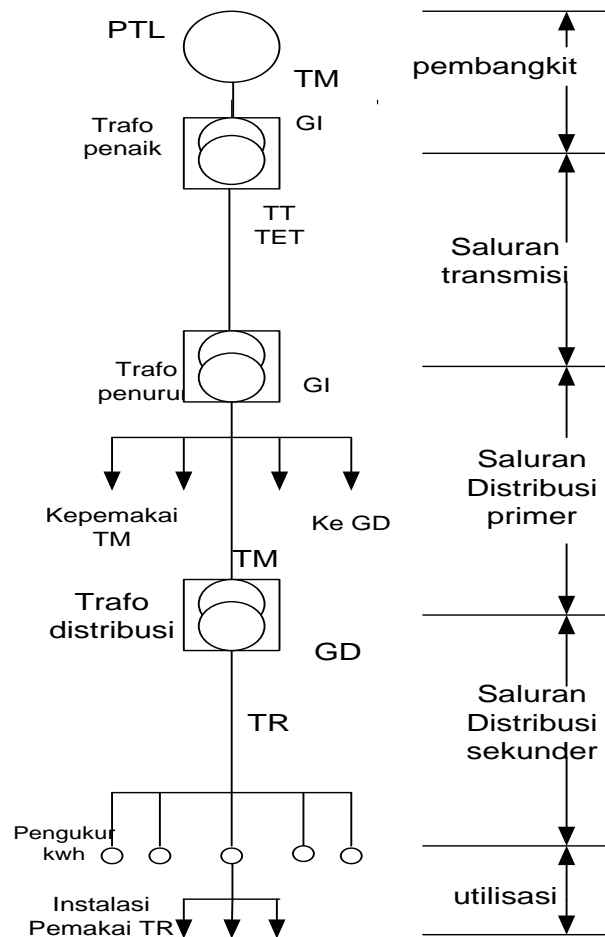
1. Bagian pembangkit berfungsi untuk membangkitkan energi listrik.
2. Bagian transmisi berfungsi menyalurkan tenaga listrik.
3. Bagian distribusi berfungsi menerima energi listrik dari saluran transmisi dan membagikannya kekonsumen.

Fungsi utama sistem distribusi adalah menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik kekonsumen. Baik buruknya suatu sistem jaringan distribusi dapat dinilai dari :

1. Kontinuitas suatu pelayanan kepada konsumen.
2. Tekanan regulasi yang baik.
3. Harga sistem.
4. Efisiensi.
5. Stabilitas.

Jadi untuk suatu masalah yang dihadapi dalam suatu jaringan distribusi adalah bagaimana caranya dapat menyalurkan tenaga listrik ke konsumen dengan cara sebaik- baiknya untuk waktu tertentu dan waktu yang akan datang. Biasanya dalam suatu sistem distribusi harus dapat memenuhi beberapa persyaratan yaitu:

1. Regulasi tegangan tidak terlampau besar.
2. Gangguan terhadap suatu layanan tidak boleh terlalu lama serta untuk daerah yang mengalami gangguan harus dibatasi.
3. Untuk biaya suatu sistem harus serendah mungkin namun tidak mengurangi efek keandalannya.
4. Sedapat mungkin sistem harus fleksibel.



Gambar 2.1 Diagram satu garis sistem tenaga listrik¹

Catatan :

PTL : pembangkit tenaga listrik

GI : gardu induk

TT : tegangan tinggi

TET : tegangan ekstra tinggi

TM : tegangan menengah

GD : gardu distribusi

TR : tegangan rendah

¹ Abdul kadir, Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik 2006.hal.5



2.2.1 Fungsi Dan Pengertian *Single Line Diagram Gardu Induk*²

Single line diagram gardu induk adalah bagan kutub tunggal yang menjelaskan system kelistrikan pada gardu induk secara sederhana sehingga memudahkan mengetahui kondisi dan fungsi dari setiap bagian peralatan instalasi yang terpasang, untuk operasi maupun pemeliharaan.

2.3 Bagian-Bagian sistem distribusi

Dari gambar 2.1 dapat di rumuskan bahwa sistem distribusi terdiri dari bagian-bagian, yaitu :

2.3.1 Jaringan subtransmisi

Jaringan subtransmisi berfungsi menyalurkan daya listrik dari sumber daya besar menuju gardu induk yang teretak di daerah tertentu. Biasanya menggunakan tegangan tinggi (70-150 kv) ataupun tegangan extra tinggi (500 kv) dalam penyaluran tegangannya, hal ini dilakukan untuk berbagai alasan efisiensi, antara lain, penggunaan penampang penghantar menjadi efisien, karena arus yang mengalir akan menjadi lebih kecil, ketika tegangan tinggi diterapkan.

2.3.2 Gardu induk distribusi

Gardu induk distribusi berfungsi melayani suatu daerah beban tertentu dengan menurunkan tegangan subtransmisi menjadi tegangan distribusi. Tegangan subtransmisi biasanya 70 kv sedangkan tegangan distribusi primernya (tegangan menengah) 20 KV pada gardu induk distribusi biasanya dilengkapi dengan peralatan ukur dan peralatan pengaman (proteksi) untuk menjaga kelangsungan pelayanan serta melindungi peralatannya lainnya.

Gardu induk distribusi dibagi menjadi dua bagian yaitu gardu induk dan gardu hubung :

² Jasa pendidikan dan pelatihan PT.PLN.hal.2



1. Gardu induk (GI)

Gardu induk berfungsi menerima daya listrik dari jaringan subtransmisi dan menurunkan tegangannya menjadi tegangan jaringan distribusi primer (jaringan Tegangan Menengah/JTM). Jadi pada bagian ini terjadi penurunan tegangan dari tegangan tinggi ke tegangan menengah 20 kv.

2. Gardu hubung (GH)

Gardu hubung berfungsi menerima daya listrik dari gardu induk yang telah diturunkan menjadi tegangan menengah dan menyalurkan atau membagi daya listrik tanpa merubah tegangannya melalui jaringan distribusi primer (JTM) menuju gardu atau transmormator distribusi.

2.3.3 Gardu induk menurut jenis pemasangannya

Menurut jenis pemasangannya gardu induk dapat dibagi menjadi tiga, yaitu :

1. Gardu induk pasangan luar, peralatannya dipasang di udara terbuka. Jenis ini memerlukan tempat yang luas dan biaya konstruksinya Relative murah.
2. Gardu induk pasangan dalam peralatan-peralatannya ditempatkan didalam suatu ruang tertutup.
3. Gardu induk jenis mobil, dipakai pada saat terjadi gangguan sementara dilengkapi dengan pealatan kendaraan pena.

2.3.4 Gardu induk menurut fungsinya

Menurut fungsinya gardu induk dapat dikategorikan dalam tiga jenis, yaitu :

1. Gardu induk *switching*, berfungsi menurunkan tegangan dari dua atau lebih saluran transmisi untuk memparalelkan dua atau lebih pusat pembangkit.
2. Gardu induk distribusi, berfungsi menurunkan tegangan saluran transmisi / sub tansmisi ketegangan distribusi.



3. Gardu induk keperluan khusus, digunakan untuk keperluan – keperluan tertentu misalnya pengaturan tegangan, pengubahan arus dari bolak – balik ke arus searah (AC ke DC) atau sebaliknya, pengubahan frekuensi dan lain sebagainya.

2.3.5 Jaringan Distribusi Primer / Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

Jaringan distribusi primer merupakan suatu sistem tenaga listrik yang dapat menyalurkan tenaga listrik dari gardu transmisi ke gardu distribusi. Untuk tegangan menengah atau tegangan jaringan primer. Biasanya terdiri dari sistem tiga fasa.

Jaringan distribusi primer berfungsi menyalurkan daya listrik, menjelajahi daerah asuhan ke gardu / transformator distribusi. Jaringan distribusi primer dilayani oleh gardu hubung atau langsung dari gardu induk atau dari pusat pembangkit.

2.4 Bentuk jaringan distribusi primer

Pada umumnya terdapat lima bentuk atau tipe dasar dari sistem jaringan distribusi primer yaitu sebagai berikut :

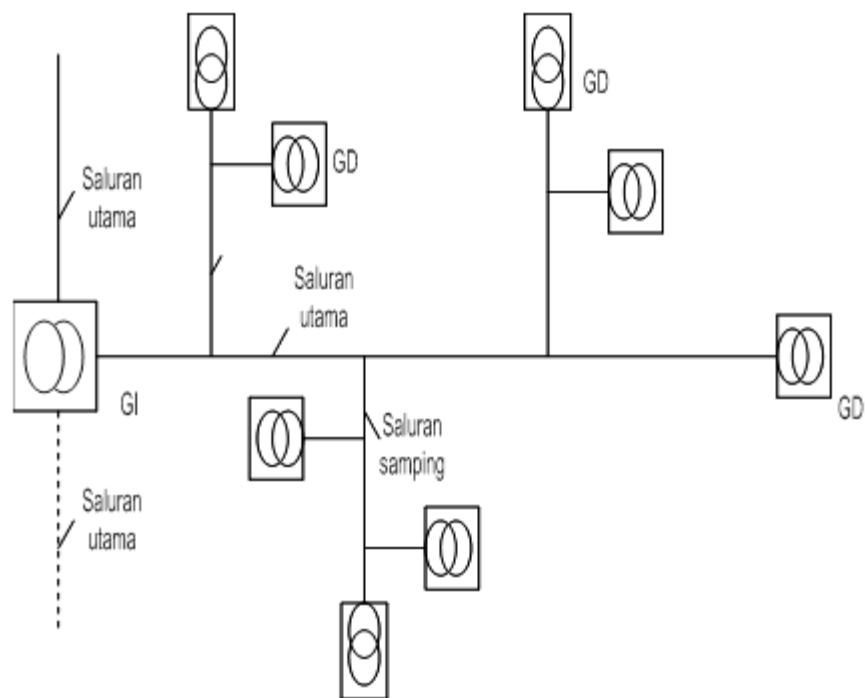
1. Jaringan distribusi radial.
2. Jaringan distribusi *loop/ring*.

2.4.1 Jaringan distribusi radial

Sistem jaringan distribusi primer tipe radial berpangkal dari gardu induk atau langsung dari pusat pembangkit dan menyebar menuju gardu-gardu distribusi yang terpisah satu sama lain. Sistem jaringan ini merupakan sistem jaringan distribusi primer yang paling sederhana dan paling umum digunakan untuk daerah dengan tingkat kerapatan beban yang rendah. Bentuk dari sistem jaringan ini mempunyai satu bentuk jalur ke beban.

Salah satu kelemahan sistem ini adalah kontinuitas dari pelayanannya kurang baik dan sistem keandalan rendah serta jatuh tegangan yang terjadi sangat besar,

terutama untuk beban yang terdapat pada ujung saluran kerapatan arus yang besar. Pada jaringan tipe radial ini terdapat saluran antara sumber daya dan gardu distribusi terdekat dan arus semakin kecil untuk gardu distribusi berikutnya dan yang terkecil pada bagian ujung saluran. Sesuai dengan tingkat kerapatan arusnya, maka besar penampang penghantar tersebut dapat berbeda.



Gambar 2.2 Skema Saluran Sistem Radial ³

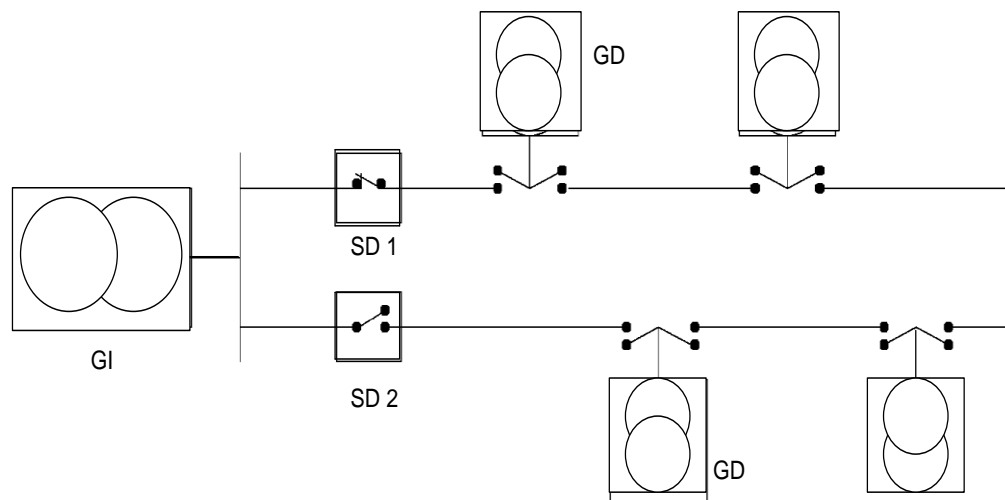
Catatan : GI : gardu induk

GD : gardu distribus

³ Abdul kadir, Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik 2006.hal.22

2.4.2 Sistem Jaringan Distribusi Primer Tipe *Loop/ Ring*

Sistem jaringan distribusi primer tipe *Loop* merupakan sistem jaringan distribusi primer yang dimulai dari gardu induk atau sumber daya, melalui daerah beban dan kemudian kembali ke rel gardu induk/ sumber daya yang sama. Sedangkan sistem jaringan distribusi primer tipe *ring* merupakan sistem jaringan distribusi primer yang dimulai dari rel gardu induk atau sumber daya yang lain dihubungkan dengan rel gardu induk/ sumber daya yang pertama.



Gambar 2.3 Skema Rangkaian *Loop* Terbuka⁴

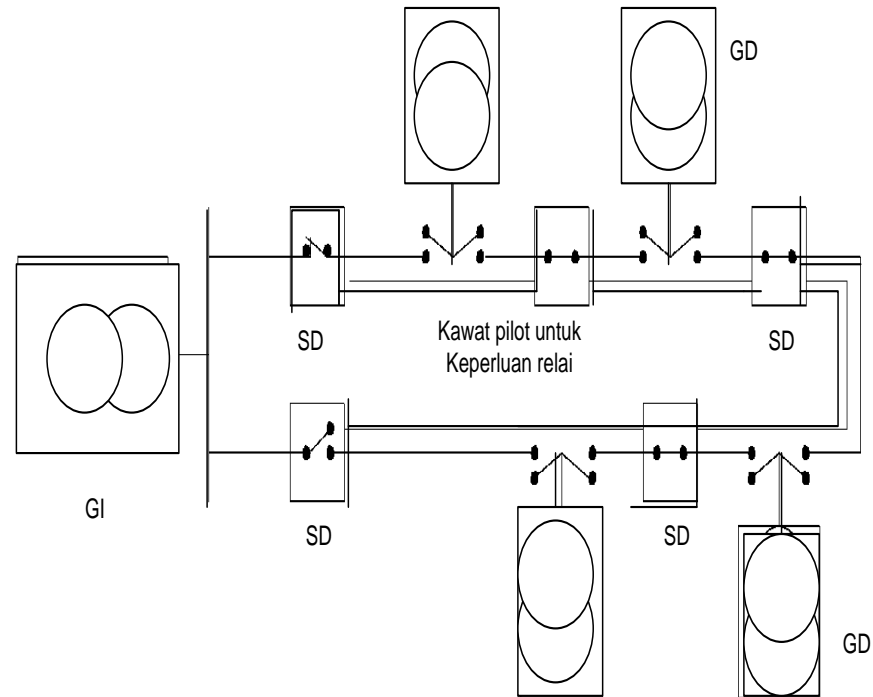
Catatan :

SD 1 : Saklar daya tertutup

SD 2 : Saklar daya terbuka

GD : Gardu distribusi

⁴ Abdul kadir, Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik 2006.hal.24



Gambar 2.4 Skema Rangkaian *Loop* Tertutup⁵

Catatan :

SD : saklar daya, biasanya tertutup, dikendalikan melalui kawat pilot

GD : Gardu distribusi

⁵ Abdul kadir, Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik 2006. hal.24



2.5 Jaringan distribusi primer

Jaringan distribusi primer berfungsi menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk ke beberapa gardu distribusi. Jaringan ini terdiri dari rangkaian penyulang primer yang berasal dari rel tegangan menengah gardu induk melalui daerah beban menuju ke setiap sisi gardu distribusi. Untuk beban industri biasanya disatu daya langsung dari gardu distribusi setiap industri biasanya memiliki gardu induk sendiri.

2.6 Jaringan hantaran udara (*over head line*)

Jaringan hantaran udara baik untuk digunakan pada daerah dengan kepadatan beban yang rendah disamping harga materialnya yang murah dibandingkan dengan jaringan kabel bawah tanah. Kerugian dari jaringan hantaran udara adalah gangguan sambaran petir, gangguan dari manusia, serta mengganggu pemandangan dikarenakan oleh banyaknya tiang-tiang dan kabel-kabel hantaran udara yang digunakan sehubungan dengan banyaknya konsumen yang harus dilayani.

Keuntungan lain dari hantaran udara ialah sebagai berikut :

1. Mudah dilakukan perluasan pelayanan dengan penarikan cabang yang diperlukan.
2. Mudah memeriksa jika terjadi gangguan pada jaringan.
3. Mudah untuk melakukan pemeliharaan.
4. Tiang-tiang jaringan distribusi primer dapat pula digunakan untuk jaringan distribusi sekunder dan keperluan pemasangan trafo atau gardu distribusi tiang, sehingga secara keseluruhan harga instalasi menjadi lebih murah.

Pada jaringan distribusi yang paling banyak digunakan adalah tiang besi karena mempunyai keuntungan, sebab besi dapat digunakan untuk pentanahan pada jaringan distribusinya. Namun tiang ini juga memiliki kelemahan yaitu pada saat musim hujan atau salah satu fasa pada jaringan distribusi tersebut menyentuh tiang maka

akan menimbulkan bahaya bagi orang yang menyentuhnya. Jaringan hantaran udara memiliki gardu-gardu tiang berkapasitas kecil dan semua peralatannya berupa jenis pasangan luar (*outdoor type*). Kemampuan penyalurannya relative lebih kecil dibandingkan jaringan bawah tanah.



Gambar 2.5 Jenis Kabel AAAC

2.7 Parameter Saluran

Saluran daya listrik didalam sebuah pabrik ada 2 macam pada umumnya, yaitu :

1. Saluran tetap ialah saluran daya listrik yang dipasang secara tetap.
2. Saluran yang dapat dipindah-pindahkan adalah saluran daya listrik yang dipasang tidak tetap.⁶

Seluruh saluran yang menggunakan penghantar dari suatu sistem tenaga listrik memiliki sifat – sifat listrik sebagai parameter saluran, seperti resistansi, induktansi, kapasitansi, dan konduktansi. Oleh karena saluran distribusi memiliki saluran yang tidak begitu panjang (kurang dari 80 km) dan menggunakan tegangan tidak lebih besar dari 69 kV, maka kapasitansi dan konduktansi sangat kecil dan dapat diabaikan. Resistansi yang timbul pada saluran dihasilkan dari jenis penghantar yang memiliki tahanan jenis dan besar resistansi pada penghantar tergantung dari jenis material, luas penampang dan panjang saluran. Induktansi timbul dari efek medan magnet di sekitar penghantar jika pada penghantar terdapat arus yang mengalir.

⁶ Haszaidin Samaullah; 2002.hal.117



Parameter ini penting untuk pengembangan model saluran distribusi yang digunakan dalam analisa sistem tenaga.

2.7.1 Resistansi Saluran

Besarnya suatu resistansi atau tahanan dari suatu penghantar dapat berubah untuk setiap perubahan temperatur dalam perhitungan teknis, tahanan dapat dianggap linier untuk perubahan temperatur tertentu. Jika suhu dilukiskan pada sumbu tegak dan resistansi pada suhu mendatar. Jika tahanan searah suatu penghantar pada suatu temperatur tertentu diketahui, maka tahanan searahnya dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{T+t_2}{T+t_1} \quad (2.1)^7$$

Dimana :

R_1 = Tahanan searah penghantar pada temperatur t_1

R_2 = Tahanan searah penghantar pada temperatur t_2

T = Konstanta untuk suatu penghantar yang ditentukan dari grafik.

Nilai nilai konstanta T tersebut adalah sebagai berikut :

$T = 234,5$ untuk tembaga 100%

$T = 241,0$ untuk tembaga 97,3%

$T = 228,0$ untuk tembaga 61%

Untuk mendapatkan tahanan bolak balik pada suhu dan frekwensi tertentu dapat digunakan persamaan :

$$R_f = R_{ac} = K \cdot R_{dc} \quad (2.2)$$

⁷ T.S Hutahuruk, Transmisi Daya Listrik 1996.hal 7



Dimana :

R_f = Tahanan bolak balik pada suhu dan frekwensi tertentu (Ohm/mil)

R_{dc} = Tahanan dc pada suhu tertentu (Ohm/mil)

K = Konstanta yang tergantung dari harga X pada skin effect.

Dimana $K = 0,85726 \cdot X$

2.7.2 Reaktansi Saluran⁸

Untuk menentukan besarnya induktansi saluran pada jaringan distribusi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$L = (0,5 + 4,6 \log \frac{D-r}{r}) \times 10^{-7} H/m \quad (2.3)$$

Dimana D adalah jarak antara konduktor dan r adalah radius masing – masing konduktor tersebut. Bila letak konduktor tidak simetris, maka D pada persamaan diatas perlu diganti dengan :

$$D = \sqrt[3]{D_{12}D_{23}D_{31}} \quad (2.4)$$

Untuk menghitung nilai r penghantar menggunakan persamaan :

$$A = \pi r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (2.5)$$

Dari persamaan 2.3 maka dapat dicari nilai reaktansi induktif saluran dengan menggunakan persamaan 2.6 di bawah ini :

$$XL = \omega L = 2\pi.f.L \quad (2.6)^9$$

⁸ Zuhail. 1995. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Gramedia. 1995. Hal. 152



Dimana :

X_L = Reaktansi induktif saluran (Ω/km)

2π = Sudut arus bolak balik

f = Frekuensi sistem (50 Hz)

L = Induktansi dari konduktor (H/km)

2.8 Daya Listrik

Pengertian dari daya listrik adalah hasil perkalian antara tegangan dan arus serta perhitungan factor kerja daya listrik tersebut.

2.8.1 Daya Semu

Daya Semu adalah daya yang lewat pada suatu saluran transmisi atau distribusi daya semu adalah tegangan dikali arus.

$$S = VxI \quad (2.7)$$

Maka daya semu untuk 3 phasa :

$$S_{3\phi} = \sqrt{3}xV \cdot I \quad (2.8)$$

Keterangan :

S = Daya semu (VA, KVA, MVA)

V = Tegangan phasa netral (Volt)

I = Arus yang mengalir (Ampere)

⁹ A.J. Watkins dan R.K. Parton *Perhitungan Instalasi Listrik* . Hal 4



2.8.2 Daya aktif

Daya aktif adalah daya yang dipakai untuk keperluan menggerakkan mesin atau mekanik, dimana daya tersebut dapat diubah menjadi panas. Daya aktif ini merupakan pembentukan dari besar tegangan yang kemudian dikalikan dengan besaran arus dan *factor* dayanya. Daya aktif adalah tegangan dikali arus dikali $\cos \phi$.¹⁰

Daya aktif untuk satu phasa :

$$P_{1\phi} = V \times I \times \cos \phi \quad (2.9)$$

Daya aktif untuk tiga phasa :

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

Dimana $\cos \phi$ adalah faktor daya

Satuan daya aktif = Watt, KiloWatt, MegaWatt

2.8.3 Daya Reaktif

Daya reaktif adalah selisih antara daya semu yang masuk dalam saluran dengan daya aktif yang terpakai untuk daya mekanis panas.

Daya reaktif untuk satu phasa.

$$Q_{1\phi} = V \times I \times \sin \phi \quad (2.11)^{11}$$

Daya reaktif untuk tiga phasa :

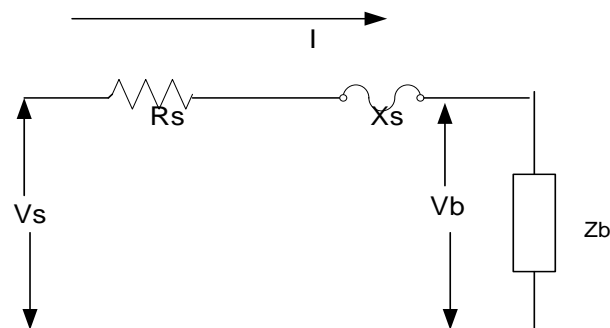
$$Q_{3\phi} = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \phi \quad (2.12)$$

¹⁰ Abdul kadir, Transmisi Daya Listrik 1998.hal.6

¹¹ Abdul kadir, Transmisi Daya Listrik 1998.hal.8

2.9 Rugi-rugi pada jaringan distribusi daya listrik

Setiap penyaluran energy listrik dari sumber tenaga listrik kekonsumen yang letaknya berjauhan selalu terjadi kerugian. Kerugian tersebut meliputi kerugian daya listrik dan tegangan. Hal ini disebabkan saluran distribusi mempunyai hambatan, induktansi dan kapasitansi. Nilai kapasitansi saluran distribusi biasanya kecil sehingga dapat diabaikan. Dengan demikian dapat dibuat rangkaian ekivalen saluran distribusi seperti gambar berikut.



Gambar 2.6 Rangkaian ekivalen saluran distribusi¹²

Catatan :

V_s = tegangan pengiriman (volt)

V_b = tegangan beban (volt)

Z_b = impedansi beban (ohm)

R_s = tahanan saluran (ohm)

X_s = reaktansi induktif saluran (ohm)

I = arus yang mengalir (ampere)

¹² Sariadi, Jaringan Distribusi Listrik hal.99



2.9.1 Rugi tegangan¹³

Berdasarkan rangkaian ekivalen saluran distribusi gambar, jika ada arus yang mengalir melalui saluran distribusi maka akan terjadi penurunan tegangan sepanjang saluran. Dengan demikian tegangan pada pusat beban tidak sama besar dengan tegangan pengiriman.

Penurunan tegangan terdiri dari dua komponen :

- a. $I.R_s$ yaitu rugi tegangan akibat tahanan saluran
- b. $I.X_s$ yaitu rugi tegangan akibat reaktansi induktif saluran

Sehingga kerugian tegangan saluran distribusi dapat dinyatakan sebagai :

$$\Delta V = |V_s| - |V_r| \quad (2.13)$$

Berdasarkan penjelasan, maka besar persentase susut tegangan pada saluran tiga fasa dapat ditentukan dengan rumus:

$$\% V \text{ rugi} = \frac{V_s - V_r}{V_s} \times 100\% \quad (2.14)^{14}$$

Sedangkan untuk besarnya susut tegangan untuk jaringan dalam volt dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\Delta V(1\Phi) = (I.R \cos \phi + I.X \sin \phi) \quad (2.15)$$

$$\Delta V(3\Phi) = \sqrt{3} (I.R \cos \phi + I.X \sin \phi) \quad (2.16)^{15}$$

¹³ Sariadi.hal.100

¹⁴ Arismunandar, A dan Susumu. 2004. Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik Jilid II. Pradnya Paramita. Jakarta.

¹⁵ Sarimun Wahyudi. 2014. *Buku Saku Pelayanan Teknik* . Garamond. Depok. Hal 25.



Keterangan :

ΔV = Drop tegangan (V)

I = Arus saluran (A)

V_s = Tegangan awal (V)

$\cos \phi$ = power factor

V_r = Tegangan akhir (V)

$\sin \phi$ = sudut reaktif

R = Resistansi saluran (Ω)

X = Reaktansi saluran (Ω)

2.9.2 Rugi Daya Dalam Saluran

Dalam suatu sistem distribusi tenaga listrik, selalu diusahakan agar rugi – rugi daya yang terjadi pada jaringan distribusi sekecil – kecilnya. Hal ini dimaksudkan agar daya yang di salurkan ke konsumen tidak terlampau berkurang. Besar rugi daya pada saluran tiga phasa dapat dicari dengan persamaan :

$$P_z = 3 \cdot I \cdot R \cdot L \quad (2.17)$$

Jika besar rugi daya diperoleh, maka besar daya yang diterima :

$$P_R = P - P_z \quad (2.18)$$

Dimana :

P_z = Rugi daya pada saluran (MW)

P_R = Besar Daya yang Diterima (MW)

P = Besar daya yang di salurkan (MW)

R = Tahanan jaringan (Ω/Km)

L = Panjang Jaringan (Km)

I = Besar kuat arus pada beban (A)



2.10 ETAP 12.6. Software –Electrical Power System Analysis¹⁶

Electrical Analyzer Transient Program (ETAP) adalah program yang dirancang untuk menganalisa sistem tenaga listrik. Dengan program ini kita dapat mensimulasikan berbagai gangguan dalam sebuah sistem tenaga listrik. Salah satu gangguan yang paling sering dan yang terutama dalam pengoperasian sistem tenaga listrik adalah hubung singkat. Gangguan hubung singkat pada level yang paling parah menyebabkan osilasi frekuensi sistem tenaga listrik yang signifikan sehingga kemungkinan yang paling parah adalah terjadinya *black-out* (peristiwa jatuhnya seluruh perangkat sistem ketenagalistrikan).

ETAP adalah suatu *software* analisis yang *comprehensive* untuk mendesain dan mensimulasi suatu sistem rangkaian tenaga. Analisa yang ditawarkan oleh software ETAP 12.6 yang digunakan oleh penulis adalah *power flow*, *drop* tegangan, *power factor*, dan *losses* jaringan. ETAP juga bisa memberikan *warning* terhadap bus-bus yang *undervoltage* dan *over voltage* sehingga pengguna bisa mengetahui bus mana yang tidak beroperasi optimal. Untuk menganalisa suatu rangkaian, diperlukan data rangkaian yang lengkap dan akurat sehingga hasil perhitungan ETAP 12.6 bisa dipertanggung jawabkan.

ETAP mengintegrasikan data-data rangkaian tenaga seperti kapasitas pembangkit, panjang jaringan, resistansi jaringan per km, kapasitas busbar, *rating* trafo, impedansi urutan nol, positif, dan negative suatu peralatan listrik seperti trafo, generator, dan penghantar.

Etap Power Station memungkinkan anda untuk bekerja secara langsung dengan tampilan gambar *single line diagram*/diagram satu garis . Program ini dirancang sesuai dengan tiga konsep utama:

¹⁶ jasa pendidikan dan pelatihan PT.PLN persero cab.palembang.hal.12



2.10.1 Virtual Reality Operasi

Sistem operational yang ada pada program sangat mirip dengan sistem operasi pada kondisi real nya. Misalnya, ketika Anda membuka atau menutup sebuah sirkuit breaker, menempatkan suatu elemen pada sistem, mengubah status operasi suatu motor, dan untuk kondisi *de-energized* pada suatu elemen dan sub-elemen sistem ditunjukkan pada gambar *single line diagram* dengan warna abu-abu.

2.10.2 Total Integration Data

Etap Power Station menggabungkan informasi sistem elektrikal, sistem logika, sistem mekanik, dan data fisik dari suatu elemen yang dimasukkan dalam sistem database yang sama. Misalnya, untuk elemen sebuah kabel, tidak hanya berisikan data kelistrikan dan tentang dimensi fisiknya, tapi juga memberikan informasi melalui *raceways* yang di lewati oleh kabel tersebut. Dengan demikian, data untuk satu kabel dapat digunakan untuk dalam menganalisa aliran beban (*load flow analysis*) dan analisa hubung singkat (*short-circuit analysis*) yang membutuhkan parameter listrik dan parameter koneksi serta perhitungan *ampacity derating* suatu kabel yang memerlukan data fisik *routing*

2.10.3 Simplicity in Data Entry

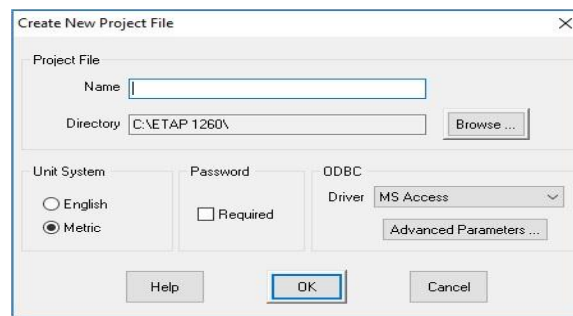
Etap Power Station memiliki data yang detail untuk setiap elemen yang digunakan. Dengan menggunakan editor data, dapat mempercepat proses entri data suatu elemen. Data-data yang ada pada program ini telah di masukkan sesuai dengan data-data yang ada di lapangan untuk berbagai jenis analisa atau desain.

2.11 Langkah-langkah Mengerjakan Program ETAP

Setelah semua data penunjang ETAP terkumpul, baik itu data penunjang jaringan distribusi, jenis penghantar dan besar pembebanan jaringan. Barulah kita dapat membuat gambar rangkaian ETAP, kita bisa membuat gambar rangkaian etap sesuai dengan alur jaringan sesungguhnya, tetapi kita harus melakukan setting pada program etap itu sendiri sesuai dengan data jaringan sesungguhnya. Untuk membuat file baru, serta pengaturan jenis kabel dan trafo dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

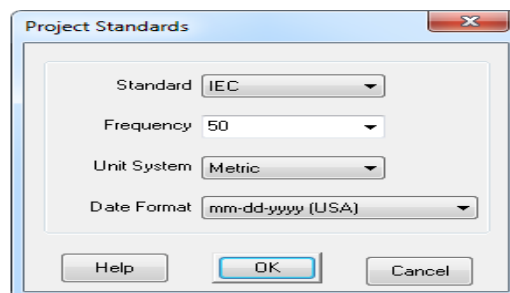
Cara-cara menggunakan software ETAP sebagai berikut :

1. Run ETAP.
2. Pilih *file* pada tampilan ETAP lalu pilih *new project*.



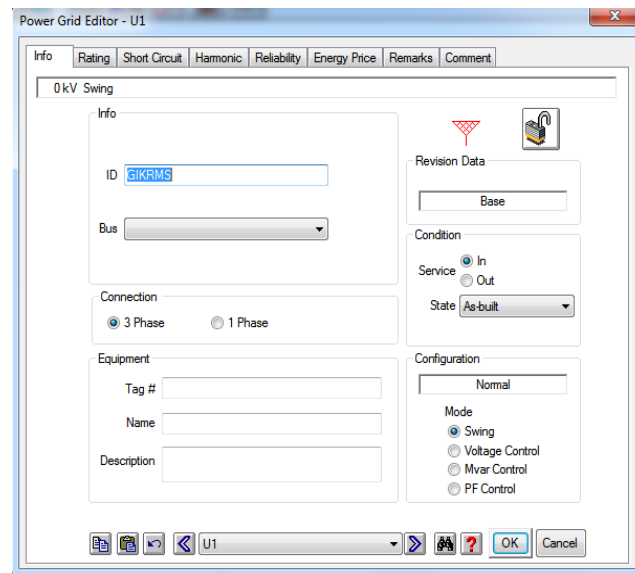
Gambar 2.7. Membuat New Project File ETAP

3. Lalu pilih *project* pada tampilan ETAP, setelah itu pilih *standard*
 - lalu standard diganti menjadi IEC.
 - Frequency ubah menjadi 50hz.
 - Unit system ubah menjadi *metric*.



Gambar 2.8. Membuat *project* ETAP

- Setelah itu masukkan sumber ke dalam lembar kosong di monitor dengan cara mengklik icon sumber yang akan dipilih. Misalkan kita pilih icon generator.



Gambar 2.9. Pengaturan Trafo ETAP

- Setelah itu kita masukkan sumber yang lainnya. Misalkan kita pilih icon kabel
 - Klik 2 kali pada icon kabel tersebut.
 - Lalu pilih *info* dan ubahlah datanya sesuai keinginan kita.
 - Selanjutnya pilih *impedance* dan masukkan data sesuai dengan referensi yang kita dapat dari perusahaan.
- Lalu kita masukkan beban ke dalam rangkaian tersebut.
 - Klik 2 kali pada icon beban tersebut dan ubahlah nama beban bila perlu.
- Selanjutnya apabila single line diagram tersebut sudah selesai, kita bisa melihat hasilnya dengan mengklik *Run Load Flow* yang terdapat di sisi kanan atas option ETAP. Dan secara otomatis hasil tersebut bisa kita lihat di dalam gambar.



Gambar 2.10. Ikon Load Flow Analysis



8. Terakhir, apabila kita ingin melihat hasil losses daya dengan berbentuk table, kita bisa mengklik icon pada option nomor 4 yang terdapat di sisi kanan monitor. Lalu klik *summary* dan pilihlah losses. Secara otomatis hasil losses daya akan terlihat dalam bentuk table. Begitu pun dengan drop tegangan, di dalam option *summary* tadi kita pilih *alert-critical*, secara otomatis hasil table drop tegangan juga dapat kita lihat.