



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik**

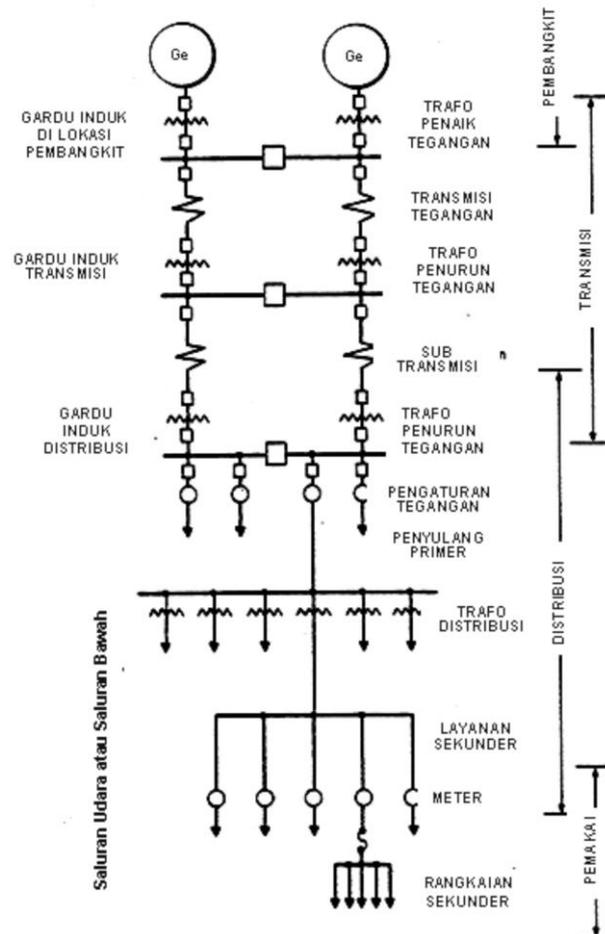
Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*bulk power source*) sampai ke konsumen. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikkan tegangannya oleh Gardu Induk (GI) dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kV, 154 kV, 220 kV atau 500 kV 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 ( $I^2.R$ ). 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. 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, selalu digunakan tegangan setinggi mungkin, dengan menggunakan *transformator step-up*. Nilai tegangan yang sangat tinggi ini menimbulkan beberapa konsekuensi antara lain: berbahaya bagi lingkungan dan mahal harganya 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*.

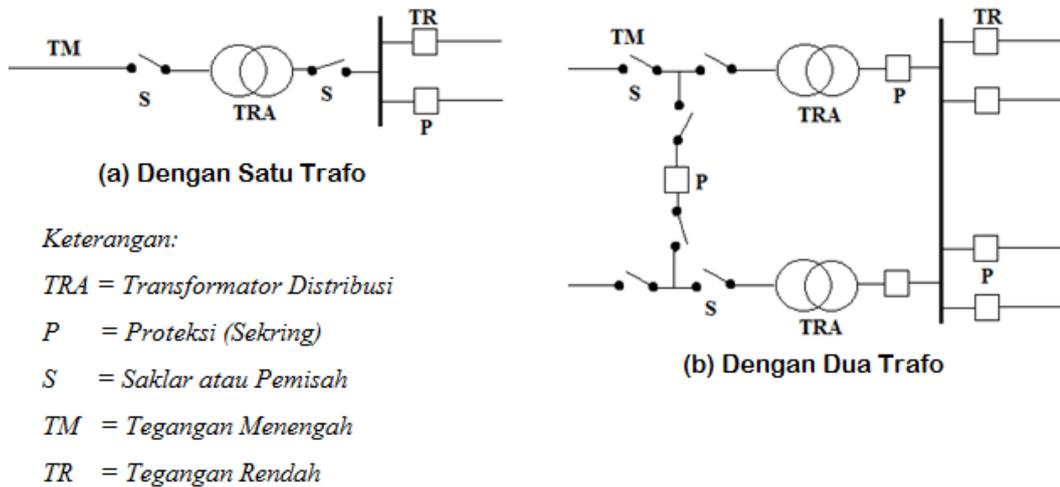
Dalam hal ini jelas bahwa sistem distribusi merupakan bagian yang penting dalam sistem tenaga listrik secara keseluruhan.



Gambar 2.1 Pengelompokan sistem distribusi tenaga listrik

## 2.2 Gardu Distribusi

Sebuah gardu distribusi pada dasarnya merupakan tempat memasang transformator distribusi beserta perlengkapan. Sebagaimana diketahui, transformator distribusi berfungsi untuk menurunkan tegangan menengah (di Indonesia 20 kV) menjadi tegangan rendah (di Indonesia 220/380 V) atau dapat dikatakan transformator distribusi merupakan suatu penghubung antara jaringan tegangan menengah dan tegangan rendah. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa di dalam sebuah gardu distribusi akan “masuk” saluran tegangan menengah, dan “keluar” saluran tegangan rendah.



Gambar 2.2 Skema gardu distribusi

### 2.2.1 Gardu distribusi tipe portal

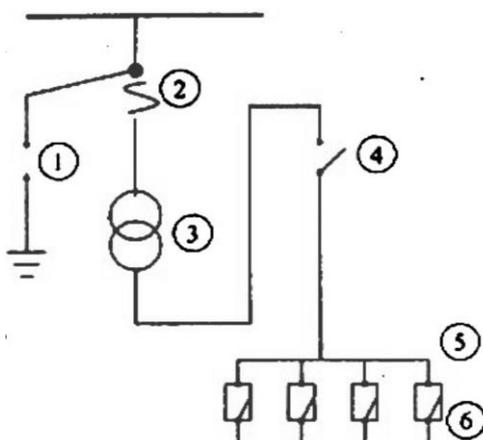
Gardu tiang, yaitu gardu distribusi yang bangunan pelindungnya atau penyangganya terbuat dari tiang. Dalam hal ini trafo distribusi terletak di bagian atas tiang. Karena trafo distribusi terletak pada bagian atas tiang, maka gardu tiang hanya dapat melayani daya listrik terbatas, mengingat berat trafo yang relatif tinggi, sehingga tidak mungkin menempatkan trafo berkapasitas besar di bagian atas tiang ( $\pm 5$  meter di atas tanah). Untuk gardu tiang dengan trafo satu fasa kapasitas yang ada maksimum 50 KVA.

Trafo tiga fasa untuk gardu tiang ada dua macam, yaitu trafo 1x3fasa dan trafo 3x1fasa. Gambar 2.3 memperlihatkan sebuah gardu distribusi tiang tipe portal lengkap dengan perlengkapan proteksinya dan panel distribusi tegangan rendah yang terletak di bagian bawah tiang (tengah). Gardu portal adalah gardu listrik tipe terbuka (*outdoor*) yang memakai konstruksi tiang/menara kedudukan transformator minimal 3 meter di atas platform. Umumnya memakai tiang beton ukuran 2x500 daN.



Gambar 2.3 Tiang portal beserta panel distribusi

Perlengkapan peralatan pada gardu distribusi tiang portal yaitu terdiri dari *Fuse Cut Out* (FCO), *Lighting Arrester* (LA), transformator distribusi, Satu lemari PHB tegangan rendah maksimal 4 jurusan, *NH Fuse* dan isolator tumpu atau gantung. Dibawah ini adalah bagan satu garis pada gardu distribusi tipe tiang portal.



Keterangan:

1. *Lighting Arrester* (LA)
2. *Fuse Cut Out* (FCO)
3. Transformator Distribusi
4. Sakelar beban tegangan rendah
5. PHB tegangan rendah
6. Sirkuit keluar dengan NH Fuse

Gambar 2.4 Bagan satu garis gardu distribusi tipe tiang portal

### 2.2.2 Gardu distribusi tipe tiang cantol

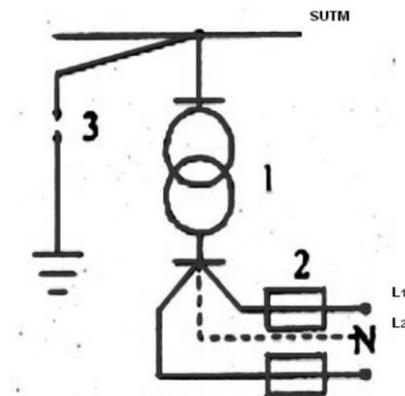
Pada gardu distribusi tipe cantol, transformator yang terpasang adalah transformator dengan daya  $\leq 100$  kVA fase 3 atau fase 1. Transformator terpasang adalah jenis CSP (*Completely Self Protected Transformer*) yaitu peralatan switching dan proteksinya sudah terpasang lengkap dalam tangki transformator.



Gambar 2.5 Gardu distribusi tipe cantol

Perlengkapan perlindungan transformator tambahan LA (*Lightning Arrester*) dipasang terpisah dengan penghantar pembumiannya yang dihubungkan langsung dengan badan transformator. Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) maksimum 2 jurusan dengan saklar pemisah pada sisi masuk dan pengaman lebur (type NH, NT) sebagai pengaman jurusan. Semua Bagian Konduktif Terbuka (BKT) dan Bagian Konduktif Ekstra (BKE) dihubungkan dengan pembumian sisi tegangan rendah.

Gardu cantol adalah type gardu listrik dengan transformator yang dicantolkan pada tiang listrik besamya kekuatan tiang minimal 500 daN. Instalasi gardu dapat berupa, yaitu: 1 *Cut out fused, lightning arrester* dan panel PHB tegangan rendah dengan 2 jurusan atau transformator *Completely Self Protected (CSP - Transformer)*. Dibawah ini adalah bagan garis lurus gardu distribusi tipe tiang cantol.



Keterangan:

1. Transformator Distribusi
2. Sirkuit Akhir 2 fasa
3. Lighting Arrester

Gambar 2.6 Bagan satu garis gardu distribusi tipe tiang cantol

### 2.2.3 Gardu distribusi sisipan

Gardu sisipan merupakan gardu tambahan yang dipasang oleh PT. PLN (Persero) untuk menanggulangi berbagai kerugian yang ditimbulkan oleh transformator pada gardu sebelumnya. Beberapa faktor yang dipertimbangkan oleh PT. PLN (Persero) untuk menambah trafo atau gardu sisipan adalah:

1. Trafo sebelumnya sudah *overload*

*Overload* terjadi karena beban yang terpasang pada trafo melebihi kapasitas maksimum ( $\geq 90\%$  dari kapasitas) yang dapat dipikul trafo dimana arus beban melebihi arus beban penuh (*full load*) dari trafo. *Overload* akan menyebabkan trafo menjadi panas dan kawat tidak sanggup lagi menahan beban, sehingga timbul panas yang menyebabkan naiknya suhu lilitan tersebut. Kenaikan ini menyebabkan rusaknya isolasi lilitan pada kumparan trafo.

2. Besarnya drop tegangan pada JTR, SR, dan transformator distribusi.

Menurut SPLN No. 72 tahun 1987, jatuh tegangan yang diperbolehkan sepanjang penghantar JTR adalah 4% dari tegangan kerja tergantung kepadatan beban. Jatuh tegangan pada SR diperbolehkan 1% dari tegangan nominal, sedangkan pada transformator distribusi diperbolehkan 3% dari tegangan kerja.

### 3. Besarnya rugi daya pada gardu distribusi

Besarnya nilai rugi daya yang terjadi pada transformator distribusi juga menjadi pertimbangan untuk dilakukannya pemasangan transformator sisipan. Menurut SPLN D3.002-1 : 2007, besarnya nilai rugi daya transformator distribusi seperti terlihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Standar Rugi Daya Transformator Distribusi

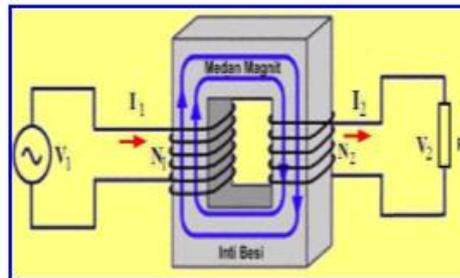
Daya (kVA)	Rugi Tanpa Beban (W)	Rugi Berbeban pada 75°C (W)
1	2	3
25	75	425
50	125	800
100	210	1420
160	300	2000
200	355	2350
250	420	2750
315	500	3250
400	595	3850
500	700	4550
630	835	5400
800	1000	6850
1000	1100	8550
1250	1400	10600
1600	1680	13550
2000	1990	16900
2500	2350	21000

### 2.3 Transformator

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain dengan frekuensi yang sama, melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnet.

Secara konstruksinya transformator terdiri atas dua kumparan yaitu primer dan sekunder. Bila kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, maka fluks bolak-balik akan terjadi pada kumparan sisi primer, kemudian fluks tersebut akan mengalir pada inti transformator, dan selanjutnya fluks

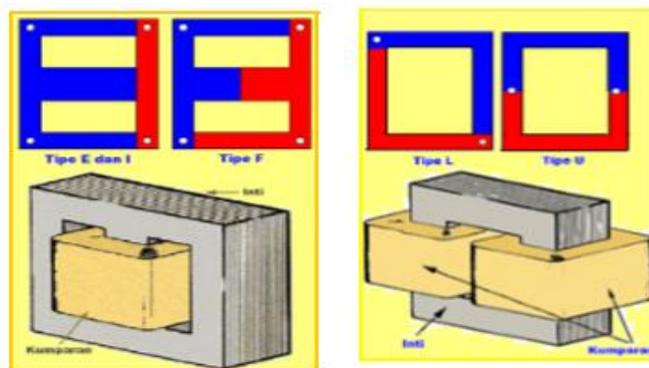
ini akan mengimbas pada kumparan yang ada pada sisi sekunder yang mengakibatkan timbulnya fluks magnet di sisi sekunder, sehingga pada sisi sekunder akan timbul tegangan.



Gambar 2.7 Fluks Magnet Transformator

Berdasarkan cara melilitkan kumparan pada inti, dikenal dua jenis transformator, yaitu tipe inti (*core type*) dan tipe cangkang (*shell type*). Pada transformator tipe inti, kumparan mengelilingi inti, dan pada umumnya inti transformator L atau U. Peletakkan kumparan pada inti diatur secara berhimpitan antara kumparan primer dengan sekunder. Dengan pertimbangan kompleksitas cara isolasi tegangan pada kumparan, biasanya sisi kumparan tinggi diletakkan di sebelah luar.

Sedangkan pada transformator tipe cangkang, kumparan dikelilingi oleh inti dan pada umumnya intinya berbentuk huruf E dan huruf I, atau huruf F. Untuk membentuk sebuah transformator tipe inti maupun cangkang, inti dari transformator yang berbentuk huruf tersebut disusun secara berlapis-lapis (laminasi), jadi bukan berupa besi pejal.



Gambar 2.8 Transformator Tipe Inti (Kiri) dan Tipe Cangkang (Kanan)

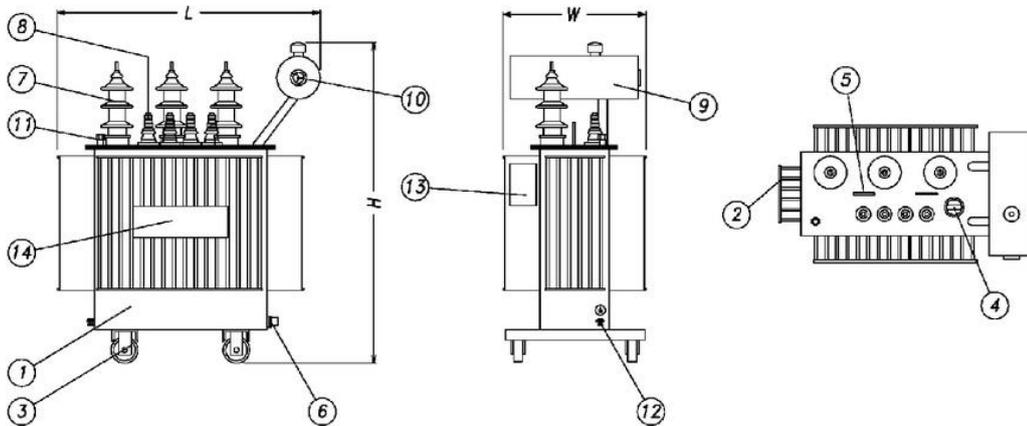
Tujuan utama penyusunan inti secara berlapis ini adalah untuk mengurangi kerugian energi akibat "Eddy Current" (arus pusar), dengan cara laminasi seperti ini maka ukuran jerat induksi yang berakibat terjadinya rugi energi di dalam inti bisa dikurangi. Proses penyusunan inti Transformator biasanya dilakukan setelah proses pembuatan lilitan kumparan transformator pada rangka (koker) selesai dilakukan.

### 2.3.1 Transformator Daya 3 phasa

Ditinjau dari jumlah fasanya trafo distribusi ada dua macam, yaitu trafo satu fasa dan trafo tiga fasa. Trafo tiga fasa mempunyai dua tipe yaitu tipe tegangan sekunder ganda dan tipe tegangan sekunder tunggal.

Sebuah transformator tiga fasa secara prinsip sama dengan sebuah transformator satu fasa, perbedaan yang paling mendasar adalah pada sistem kelistrikkannya yaitu sistem satu fasa dan tiga fasa. Sehingga sebuah transformator tiga fasa bisa dihubungkan bintang, segitiga, atau zig-zag.

Transformator tiga fasa banyak digunakan pada sistem transmisi dan distribusi tenaga listrik karena pertimbangan ekonomis. Transformator tiga fasa banyak sekali mengurangi berat dan lebar kerangka, sehingga harganya dapat dikurangi bila dibandingkan dengan penggabungan tiga buah transformator satu fasa dengan "rating" daya yang sama. Tetapi, transformator tiga fasa juga mempunyai kekurangan, diantaranya bila salah satu fasa mengalami kerusakan, maka seluruh transformator harus dipindahkan (diganti), tetapi bila transformator terdiri dari tiga buah transformator satu fasa, bila salah satu fasa transformator mengalami kerusakan, sistem masih bisa dioperasikan dengan sistem "open delta".



Gambar 2.9 Trafo Distribusi 3 fasa kelas 20 kV

Keterangan gambar diatas adalah:

1. Tanki minyak
2. Radiator
3. Roda
4. Tap changer
5. Lubang untuk tarikan
6. Penyumbat keluaran minyak
7. Bushing tegangan tinggi
8. Bushing tegangan rendah
9. Konservator
10. Indikator minyak
11. Katup pengaman
12. Terminal pembumian
13. Name plate
14. Merek trafo

### 2.3.2 Perhitungan persentase pembebanan transformator

Untuk menghitung arus beban penuh (*full load*) dapat menggunakan rumus:

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} \quad (2.1)$$

Keterangan:

$I_{FL}$  = arus beban penuh (A)

S = daya transformator (kVA)

V = tegangan sisi sekunder transformator (V)

Sedangkan untuk menghitung pembebanan transformator dapat menggunakan rumus dibawah ini:

$$\text{KVA beban} = (I_R \times V_{R-N}) + (I_S \times V_{S-N}) + (I_T \times V_{S-N}) \quad (2.2)$$

Keterangan :

$I_R$  = arus fasa R

$V_{R-N}$  = tegangan fasa R terhadap netral

$I_S$  = arus fasa S

$V_{S-N}$  = tegangan fasa S terhadap netral

$I_T$  = arus fasa T

$V_{S-N}$  = tegangan fasa T terhadap netral

$$\% \text{ Beban Trafo} = \frac{\text{KVA Beban}}{\text{KVA Trafo}} \times 100 \% \quad (2.3)$$

### 2.4 Pengukuran Arus dan Tegangan pada Gardu Distribusi

Pengukuran adalah suatu perbandingan antara suatu besaran dengan besaran lain yang sejenis secara eksperimen dan salah satu besaran dianggap sebagai standar. Dalam pengukuran listrik terjadi juga perbandingan, dalam perbandingan ini digunakan suatu alat bantu (alat ukur). Alat ukur ini sudah dikalibrasi, sehingga dalam pengukuran listrikpun telah terjadi perbandingan. Sebagai contoh pengukuran tegangan pada jaringan tenaga listrik dalam hal ini tegangan yang akan diukur diperbandingkan dengan penunjukkan dari Voltmeter.

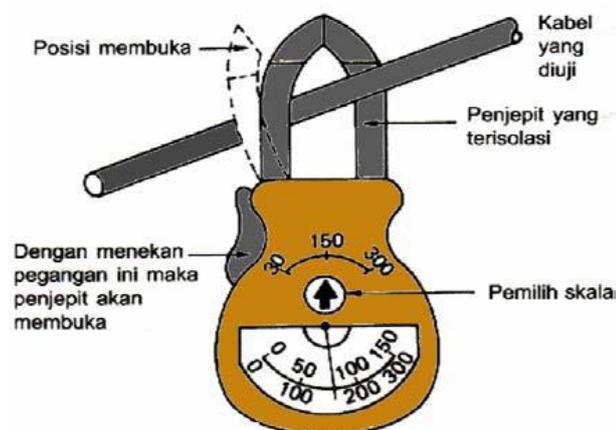
Pada pengukuran listrik dapat dibedakan dua hal, yaitu Pengukuran besaran listrik, seperti arus (*Ampere*), tegangan (*Volt*), daya listrik (*Watt*), dan pengukuran besaran nonlistrik, seperti suhu, kuat cahaya, tekanan, dll.

Dalam melakukan pengukuran, pertama harus ditentukan cara pengukurannya. Cara dan pelaksanaan pengukuran itu dipilih sedemikian rupa sehingga alat ukur yang ada dapat digunakan dan diperoleh hasil dengan ketelitian seperti yang dikehendaki. Juga cara itu harus semudah mungkin, sehingga diperoleh efisiensi setinggi-tingginya. Jika cara pengukuran dan alatnya sudah ditentukan, penggunaannya harus dengan baik pula. Setiap alat harus diketahui dan diyakini cara kerjanya. Dan harus diketahui pula apakah alat-alat yang akan digunakan dalam keadaan baik dan mempunyai kelas ketelitian sesuai dengan keperluannya. Jadi jelas pada pengukuran listrik ada tiga unsur penting yang perlu diperhatikan yaitu cara pengukuran, orang yang melakukan pengukuran, alat yang digunakan.

Lalu, pada pengukuran arus dan tegangan di sebuah transformator, pengukuran dapat terlaksana dengan menggunakan langkah kerja yang tepat dan alat yang digunakan adalah alat yang sesuai kebutuhan.

#### 2.4.1 Alat Ukur yang Digunakan

Alat ukur tang ampere atau dikenal juga dengan sebutan Ampere meter jepit bekerja dengan prinsip, yang sama dengan inti primer sebuah transformator arus. Dengan alat ukur tang ampere ini, pengukuran arus dapat dilakukan tanpa memutuskan suplai listrik terlebih dahulu. Konstruksi dari alat ukur tang ampere ini diperlihatkan pada gambar 2.4 sebagai berikut:



Gambar 2.10 Konstruksi dan Cara Kerja Tang Ampere

#### 2.4.2 Langkah-langkah *Meting* Gardu Distribusi

Pengukuran arus dan tegangan atau disebut *meting* merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui besar arus dan tegangan pada setiap jurusan di gardu distribusi, serta pada rel busbar utamanya.

Untuk mengukur besarnya arus listrik ada berbagai macam Alat yang digunakan, tetapi alat yang paling mudah untuk digunakan yaitu memakai tang ampere karena kita tidak perlu melakukan pengkabelan dan fleksibel bisa dipakai dimana saja.

Adapun langkah-langkah penggunaan tang ampere, yaitu sebagai berikut:

1. Posisikan *switch* pada posisi Amperemeter (A), karena selain untuk mengukur arus, tang ampere juga bisa di pakai untuk mengukur tahanan dan tegangan.
2. *Adjust* tang ampere sehingga menunjukkan Angka nol.
3. Pilih skala yang paling besar dulu, bila hasil pengukuran lebih kecil maka pindahkan ke skala yang lebih kecil untuk hasil pengukuran yang lebih akurat.
4. Pilihlah jenis pengukuran yang akan kita lakukan, AC atau DC. Tapi, ada juga tang ampere yang hanya untuk mengukur AC saja, biasanya tang ampere jenis analog.
5. Kalungkan tang ampere ke salah satu kabel. Hasil pengukuran akan segera terlihat.
6. Geser html tahan untuk menahan hasil pengukuran ini.
7. Matikan posisi menahan, untuk melakukan pengukuran kembali.

#### 2.5 Penghantar

Penghantar dalam teknik elektro adalah zat yang dapat menghantarkan arus listrik, baik berupa zat padat, cair atau gas. Karena sifatnya yang konduktif maka disebut konduktor. Konduktor yang baik adalah yang memiliki tahanan jenis yang kecil. Pada umumnya logam bersifat konduktif. Emas, perak, tembaga, aluminium, zink, besi berturut-turut memiliki tahanan jenis semakin besar. Jadi sebagai penghantar emas adalah sangat baik, tetapi karena sangat mahal harganya, maka secara ekonomis tembaga dan aluminium paling banyak digunakan.

Jenis konduktor untuk SUTM yang dipakai adalah AAAC (all aluminium alloy conductor), suatu campuran aluminium dengan silicium (0,4% - 0,7%), magnesium (0,3% - 0,35%) dan ferum (0,2% - 0,3%), mempunyai kekuatan yang lebih besar daripada aluminium murni, tetapi kapasitas arusnya lebih rendah.

Untuk SUTR dipakai kabel pilin udara (twisted cable) suatu kabel dengan inti AAC berisolasi XLPE (cross linked polyethylene), dilengkapi kawat netral AAAC sebagai penggantung, dan dipilin.

### 2.5.1 Kuat Hantar Arus

Suatu penghantar memiliki batasan kemampuan untuk menghantarkan suatu arus yang nilainya tergantung dari jenis dan ukuran dari suatu penghantar itu sendiri, batasan kemampuan penghantar ini disebut kuat hantar arus (KHA). Batasan inilah yang harus diperhatikan agar kondisi dari penghantar tersebut selalu terjaga. Penghantar yang dilalui arus melebihi dari batasan kemampuan yang dimilikinya dapat menyebabkan kerusakan pada penghantar itu sendiri, salah satunya yaitu kerusakan pada isolasi kabel yang digunakan yang diakibatkan oleh peningkatan suhu dari penghantar itu sendiri karena besarnya arus yang melaluinya sudah melebihi batasan kemampuan penghantar. Berikut adalah tabel kuat hantar arus untuk kabel AAAC dan XLPE kabel TR.

Tabel 2.2 Kuat hantar arus kabel AAAC dan XLPE

Temperatur (°C)	Kuat Hantar Arus (Ampere)				
	AAAC			XLPE cable	
	35 mm <sup>2</sup>	70 mm <sup>2</sup>	150 mm <sup>2</sup>	35 mm <sup>2</sup>	70 mm <sup>2</sup>
90	156	244	402	129	210
75	129	199	323	106	171
60	92	138	214	74	116

## 2.6 Rugi Daya ( $P_{\text{losses}}$ )

Rugi daya saluran timbul karena adanya komponen resistansi dan reaktansi saluran dalam bentuk rugi daya aktif dan reaktif. Rugi daya aktif yang timbul pada komponen resistansi saluran distribusi akan terdisipasi dalam bentuk energi. Sedangkan rugi daya reaktif akan dikembalikan ke sistem dalam bentuk medan magnet atau medan listrik.

Rugi daya yang dapat dicari menggunakan rumus:

$$P_{\text{loss}} = 3 \times I^2 \times R \quad (2.4)$$

*Dimana:*

$P_{\text{loss}}$  = Rugi daya (kW)

$I$  = Arus yang mengalir (Ampere)

$R$  = Resistansi saluran (ohm)

## 2.7 Pengertian Beban

Beban adalah suatu sirkuit akhir pemanfaatan dari suatu jaringan tenaga listrik, yang berarti tempat terjadinya suatu perubahan energi dari energi listrik menjadi energi lainnya, seperti cahaya, panas, gerakan, magnet, dan sebagainya tetapi beban dapat pula berupa suatu sirkuit yang bukan pemanfaatan akhir dari suatu jaringan tenaga listrik, tetapi berupa jaringan listrik yang lebih kecil dan sederhana, seperti beban dari jaringan tegangan tinggi adalah suatu gardu induk, dimana gardu induk belum berupa sirkuit akhir dari pemanfaatan energi listrik

Untuk jaringan distribusi primer, bebannya adalah setiap transformator distribusi tetapi untuk pembahasan laporan ini bebannya adalah sirkuit akhir dari pemanfaatan, karena pembahasan dititik beratkan pada transformator distribusi jenis tiang portal. Beban dari transformator distribusi ini berupa feeder – feeder satu fasa tegangan rendah yang secara langsung dapat dihubungkan dengan sirkuit akhir pemanfaatan seperti rumah tinggal, pertokoan, dan industri kecil.

Beban merupakan sirkuit akhir pemanfaatan dari jaringan tenaga listrik yang harus dilayani oleh sumber tenaga listrik tersebut untuk diubah menjadi bentuk energi lain. Oleh karena itu, pelayanan terhadap beban haruslah terjamin kontinuitasnya untuk menjaga kehandalan dari sistem tenaga listrik. Untuk



mencapai keadaan yang handal tersebut, suatu sistem tenaga listrik haruslah dapat mengatasi semua gangguan yang terjadi tanpa melakukan pemadaman terhadap bebannya.

## **2.8 Pemetaan Jaringan (*Mapping*)**

Dalam perkembangan era teknologi, PT. PLN (Persero) juga turut andil dalam memanfaatkan teknologi tersebut. Salah satu teknologi yang diterapkan pada bidang distribusi adalah pemetaan jaringan atau *Mapping*. Pada pemetaan jaringan di bidang distribusi PT. PLN (Persero), banyak proses untuk mengolah data agar jaringan dan aset perusahaan dapat terdata dengan baik, seperti *GPS* dan *Mapsource*

### **2.8.1 Global Positioning System (GPS)**

GPS adalah sistem untuk menentukan letak di permukaan bumi dengan bantuan penyelarasan (*synchronization*) sinyal satelit. Satelit GPS tidak mentransmisikan informasi posisi saat digunakan, yang ditransmisikan satelit adalah posisi satelit dan jarak penerima GPS dari satelit. Informasi ini diolah alat penerima GPS dan kemudian barulah hasilnya dapat diketahui. Penerima GPS memperoleh sinyal dari beberapa satelit yang mengorbit bumi. Satelit yang mengitari bumi pada orbit pendek ini terdiri dari 24 susunan satelit, dengan 21 satelit aktif dan 3 buah satelit sebagai cadangan. Dengan susunan orbit tertentu, maka satelit GPS bisa diterima diseluruh permukaan bumi dengan penampakan antara 4 sampai 8 buah satelit. GPS dapat memberikan informasi posisi dan waktu dengan ketelitian sangat tinggi.

Pada prosesnya, GPS menggunakan sebuah alat navigasi agar dapat melakukan proses penandaan sebuah lokasi yang bergantung pada akurasi. Akurasi atau ketepatan perlu mendapat perhatian bagi penentuan koordinat sebuah titik/lokasi. Koordinat posisi ini akan selalu mempunyai 'faktor kesalahan', yang lebih dikenal dengan 'tingkat akurasi'. Misalnya, alat tersebut menunjukkan sebuah titik koordinat dengan akurasi 3 meter, artinya posisi sebenarnya bisa berada dimana saja dalam radius 3 meter dari titik koordinat (lokasi) tersebut.

Makin kecil angka akurasi (artinya akurasi makin tinggi), maka posisi alat akan menjadi semakin tepat. Harga alat juga akan meningkat seiring dengan kenaikan tingkat akurasi yang bisa dicapainya. Pada pemakaian sehari-hari, tingkat akurasi ini lebih sering dipengaruhi oleh faktor sekeliling yang mengurangi kekuatan sinyal satelit. Karena sinyal satelit tidak dapat menembus benda padat dengan baik, maka ketika menggunakan alat, penting sekali untuk memperhatikan luas langit yang dapat dilihat.



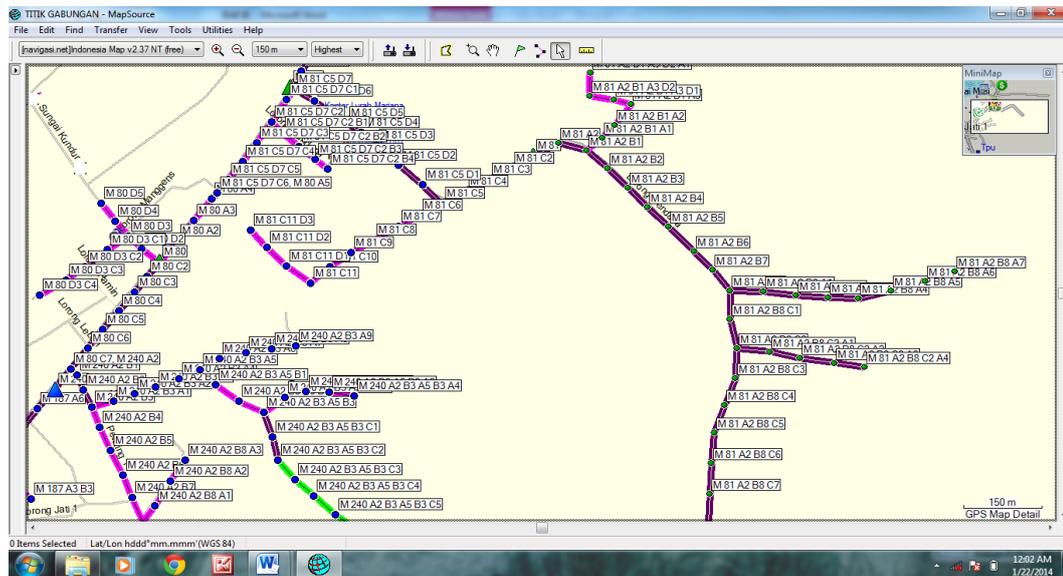
Gambar 2.11 Alat Navigasi GPS Garmin

Pada GPS, hal terpenting yang dibutuhkan dalam pengolahan data adalah titik koordinat. Sebuah titik koordinat dapat ditampilkan dengan beberapa format. Masing-masing pengguna dapat mengatur format ini pada alat navigasi, program *mapsource*, ataupun program komputer lainnya.

### **2.8.2 *Mapsource***

*Mapsource* merupakan software yang didapat ketika kita membeli produk GPS Garmin. Software ini berfungsi untuk melihat peta, titik arah, rute dan trek dan memindahkan hasil tersebut ke atau dari perangkat GPS Garmin. Namun, *Mapsource* dapat kita gunakan sebagai alternatif untuk menampilkan peta digital Indonesia, yang dapat kita peroleh secara gratis.

Sebenarnya, *Mapsource* dapat diinstall hanya ketika kita memiliki perangkat GPS Garmin. *Mapsource* ini merupakan pengolahan terakhir yang dilakukan setelah pemetaan jaringan menggunakan GPS.



Gambar 2.12 Tampilan mapsorce pada komputer

## 2.9 ETAP (Electric Transient and Analysis Program)

ETAP (Electric Transient and Analysis Program) merupakan suatu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik. Perangkat ini mampu bekerja dalam keadaan offline untuk simulasi tenaga listrik, online untuk pengelolaan data real-time atau digunakan untuk mengendalikan sistem secara real-time. Fitur yang terdapat di dalamnya pun bermacam-macam antara lain fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik. ETAP ini awalnya dibuat dan dikembangkan untuk meningkatkan kualitas kearnanan fasisitas nuklir di Arnerika Serikat yang selanjutnya dikembangkan menjadi sistem monitor manajemen energi secara *real time*, simulasi, kontrol, dan optimasi sistem tenaga listrik.

ETAP dapat digunakan untuk membuat proyek sistem tenaga listrik dalam bentuk diagram satu garis (*one line diagram*) dan jalur sistem pentanahan untuk berbagai bentuk analisis, antara lain: aiiran daya, hubung singkat, starting motor, *trancient stability*, koordinasi relay proteksi dan sistem harmonisasi. Proyek sistem tenaga listrik memiliki masing-masing elemen rangkaian yang dapat diedit langsung dari diagram satu garis dan atau jalur sistem pentanahan.

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

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. 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 fisik nya, 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.

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.

ETAP dapat melakukan penggambaran single line diagram secara grafis dan mengadakan beberapa analisa/studi yakni *load flow* (aliran daya), *short circuit* (hubung singkat), motor starting, harmonisa, *transient stability*, *protective device coordination*, dan *cable derating*.



ETAP juga menyediakan fasilitas Library yang akan mempermudah desain suatu sistem kelistrikan. Library ini dapat diedit atau dapat ditambahkan dengan informasi peralatan bila perlu. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam bekerja dengan ETAP Power Station adalah :

1. *One Line Diagram*, menunjukkan hubungan antar komponen atau peralatan listrik sehingga membentuk suatu sistem kelistrikan.
2. *Library*, informasi mengenai semua peralatan yang akan dipakai dalam sistem kelistrikan. Data elektrik maupun mekanis dari peralatan yang detail dapat mempermudah dan memperbaiki hasil simulasi/analisa.
3. Standar yang dipakai, biasanya mengacu pada standar *IEC* atau *ANSI*, frekuensi sistem dan metode – metode yang dipakai.
4. *Study Case*, berisikan parameter – parameter yang berhubungan dengan metode studi yang akan dilakukan dan format hasil analisa.