

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik¹

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.

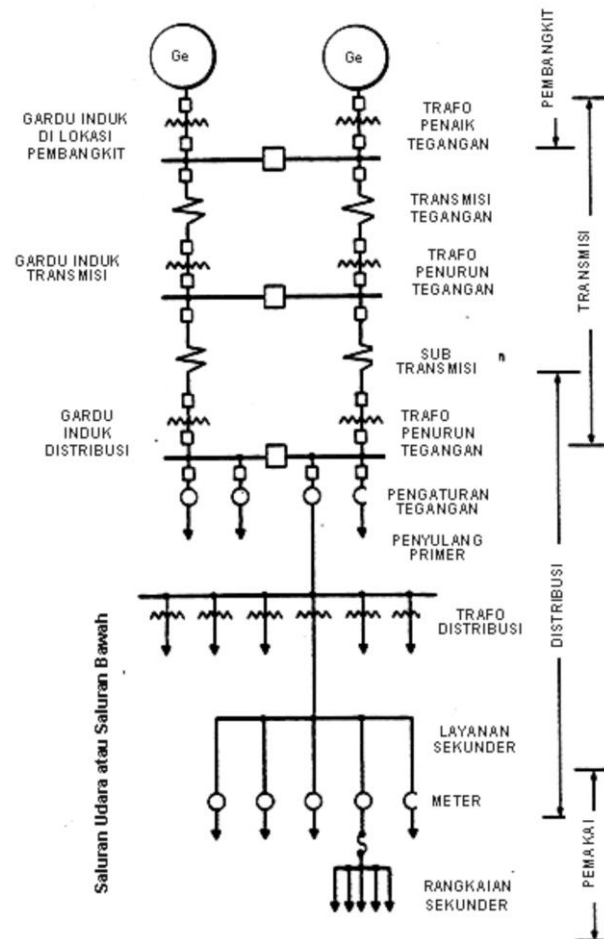
Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir ($I^2.R$). Dengan daya yang sama bila nilai tegangannya diperbesar, maka arus yang mengalir semakin kecil sehingga kerugian 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 nya 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

¹Suhadi, *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta, 2008, hlm.11

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 Klasifikasi Sistem Distribusi Tenaga Listrik¹

Secara umum, saluran tenaga listrik atau saluran distribusi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

2.2.1 Menurut jenis/tipe konduktornya

- a. Saluran udara, dipasang pada udara terbuka dengan bantuan tiang dan perlengkapannya, dibedakan atas:
 - Saluran kawat udara, bila konduktornya telanjang, tanpa isolasi pembungkus.

- Saluran kabel udara, bila konduktornya terbungkus isolasi.
- b. Saluran bawah tanah, dipasang di dalam tanah, dengan menggunakan kabel tanah (*ground cable*).
- c. Saluran bawah laut, dipasang di dasar laut dengan menggunakan kabel laut (*submarine cable*).

2.2.2 Menurut susunan rangkaiannya

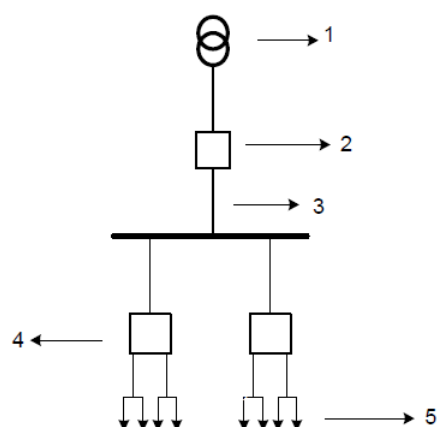
Dari uraian diatas telah disinggung bahwa sistem distribusi dibedakan menjadi dua yaitu jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder.

a. Jaringan distribusi primer

Terletak pada sisi primer trafo distribusi, yaitu antara titik skunder *trafo substation* (GI) dengan titik primer trafo distribusi. Saluran ini bertegangan menengah 20 kV.

Sistem distribusi primer digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk distribusi ke pusat-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 suplai tenaga listrik sampai ke pusat beban. Terdapat bermacam-macam bentuk rangkaian jaringan distribusi primer.

Berikut adalah gambar bagian-bagian distribusi primer secara umum.



Keterangan:

1. Transformator
2. Pemutus Tegangan
3. Penghantar
4. Gardu Hubung
5. Gardu distribusi

Gambar 2.2 Bagian – bagian sistem distribusi primer

Bagian-bagian sistem distribusi primer terdiri dari:

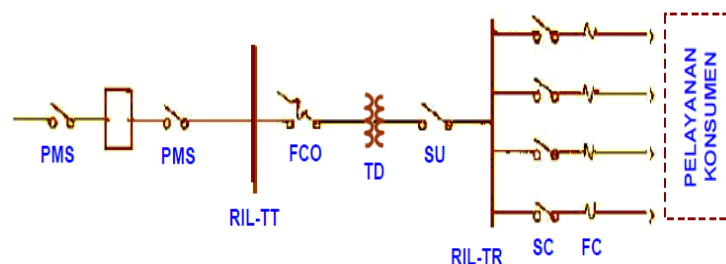
1. Transformator daya, berfungsi untuk menurunkan tegangan dari tegangan tinggi ke tegangan menengah atau sebaliknya.
2. Pemutus tenaga, berfungsi sebagai pengaman dan pemutus daya
3. Penghantar, berfungsi sebagai penghubung daya
4. Gardu hubung, berfungsi menyalurkan daya ke gardu-gardu distribusi tanpa mengubah tegangan
5. Gardu distribusi, berfungsi untuk menurunkan tegangan menengah menjadi tegangan rendah.

b. Jaringan distribusi sekunder

Sistem distribusi sekunder digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke beban yang ada pada 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. Sistem ini biasanya disebut sistem tegangan rendah yang langsung akan dihubungkan kepada konsumen/pemakai tenaga listrik dengan melalui peralatan-peralatan sbb:

- a. Papan pembagi pada trafo distribusi
- b. Hantaran tegangan rendah (saluran distribusi sekunder)
- c. Saluran Layanan Pelanggan (SLP) (ke konsumen/pemakai)
- d. Alat pembatas dan pengukur daya (kWH. meter) serta *fuse* atau pengaman pada pelanggan

Komponen saluran distribusi sekunder seperti ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut ini:



Gambar 2.3 Komponen sistem distribusi sekunder

2.3 Konfigurasi Sistem Distribusi

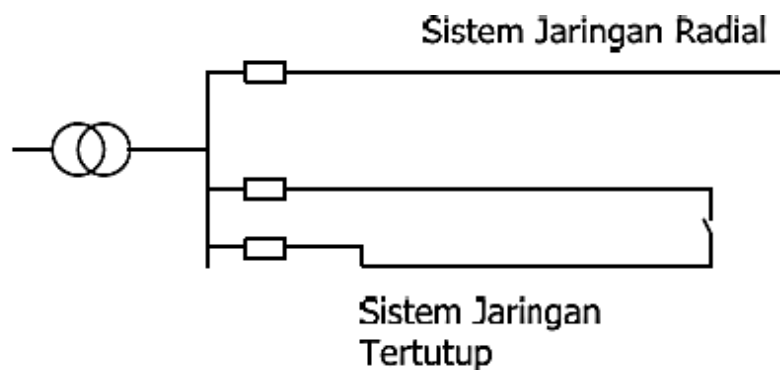
Secara umum konfigurasi suatu jaringan tenaga listrik hanya mempunyai 2 konsep konfigurasi, dimana konfigurasi ini bisa dikembangkan menjadi jaringan yang lain pada sistem distribusi primer maupun sistem distribusi sekunder. Dibawah ini merupakan jaringan yang dimaksud, yaitu:

a. Konfigurasi jaringan radial

Yaitu jaringan yang hanya mempunyai satu pasokan tenaga listrik, jika terjadi gangguan akan terjadi “*black-out*” atau padam pada bagian yang tidak dapat dipasok.

b. Konfigurasi jaringan bentuk tertutup

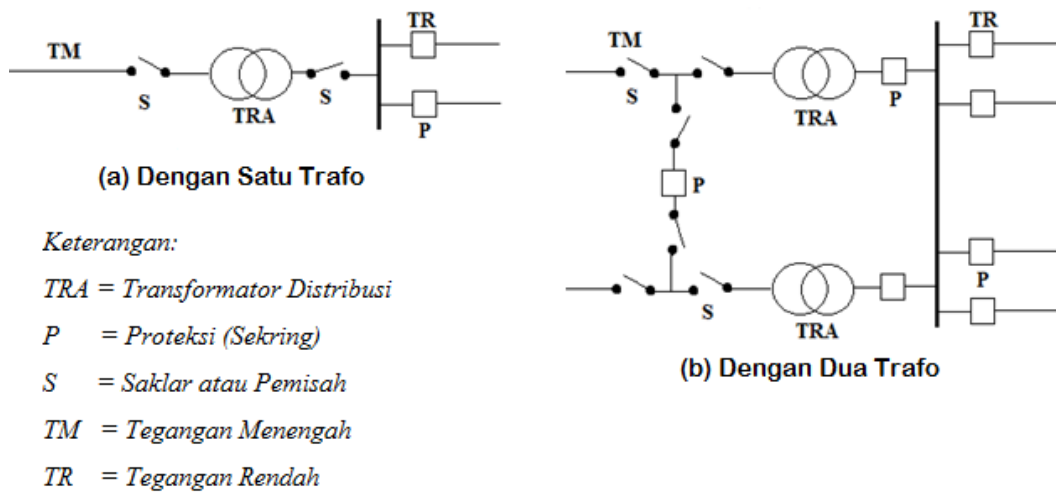
yaitu jaringan yang mempunyai alternatif pasokan tenaga listrik jika terjadi gangguan. Sehingga bagian yang mengalami pemadaman (*black-out*) dapat dikurangi atau bahkan dihindari.



Gambar 2.4 Pola jaringan distribusi dasar

2.4 Gardu Distribusi

Sebuah gardu distribusi pada dasarnya merupakan tempat memasang transformator distribusi beserta perlengkapannya. 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 2.5 Skema gardu distribusi

Terbanyak gardu distribusi hanya berisi 1 transformator sebagaimana terlihat pada Gambar 2.5(a). Kabel tegangan menengah memasuki gardu dan melalaui sebuah saklar atau pemisah dihubungkan pada transformator. Saklar atau pemisah pada sisi tegangan rendah sering tidak terpasang, dan langsung disambungkan pada proteksi yang berupa sekring.

Gardu distribusi yang lebih besar dapat berisi dua transformator sebagaimana terlihat pada Gambar 2.5(b) pada sisi tegangan menengah terdapat kabel “masuk” dan kabel “keluar”. Hal demikian diperlukan bila gardu tidak berada di ujung kabel, dan itu terjadi pada Gambar 2.5(a). Pemilihan lokasi gardu distribusi harus sedemikian hingga memiliki jarak jangkauan yang optimal.

2.4.1 Gardu distribusi tipe tiang cantol

Pada gardu distribusi tipe cantol, transformator yang terpasang adalah transformator dengan daya ≤ 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.

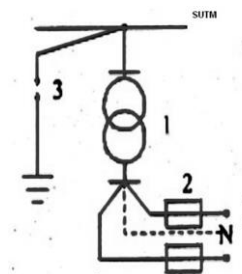


Gambar 2.6 Gardu distribusi tipe cantol

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.

- Bangunan fisik Gardu tipe Cantol

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.



Gambar 2.7 Bagan satu garis gardu distribusi tipe tiang cantol

Keterangan:

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

2.4.2 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

Menurut SPLN No. 74 tahun 1987, jatuh tegangan yang diperbolehkan sepanjang penghantar SR ialah 2%. Dengan catatan dalam hal ini SR diperhitungkan dari titik penyambungan pada STR. Khusus untuk penyambungan langsung dari papan bagi TR di gardu transformator jatuh tegangan diperkenankan maksimum 5%.

2.4.3 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 (± 5 meter di atas tanah). Untuk gardu tiang dengan trafo satu fasa

kapasitas yang ada maksimum 50 KVA, sedang gardu tiang dengan trafo tiga fasa kapasitas maksimum 160 kVA (200 kVA). Trafo tiga fasa untuk gradu tiang ada dua macam, yaitu trafo 1x3fasa dan trafo 3x1fasa. Gambar 2.6 memperlihatkan sebuah gardu distribusi tiang tipe portal lengkap dengan perlengkapan proteksinya dan panel distribusi tegangan rendah yang terletak di bagian bawah tiang (tengah).

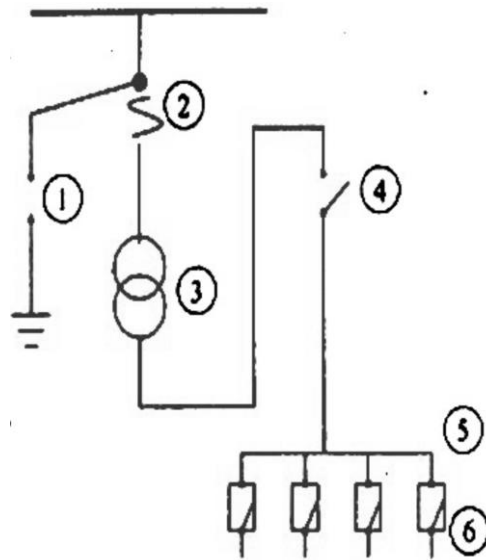
- Bangunan fisik gardu portal

Gardu portal adalah gardu listrik tipe terbuka (*outdoor*) yang memakai konstruksi tiang/menara kedudukan transformator minimal 3 meter diatas platform. Umumnya memakai tiang beton ukuran 2x500 daN.



Gambar 2.8 Gambar 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.



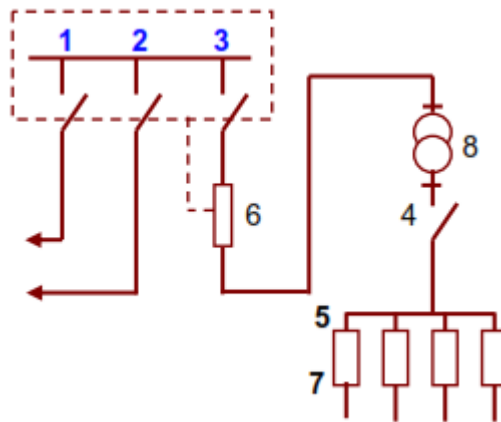
Gambar 2.9 Bagan satu garis gardu distribusi tipe tiang portal

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

2.4.4 Gardu distribusi beton

Yaitu gardu distribusi yang bangunan pelindungnya terbuat dari beton (campuran pasir, batu dan semen). Gardu beton termasuk gardu jenis pasangan dalam, karena pada umumnya semua peralatan penghubung/pemutus, pemisah dan trafo distribusi terletak di dalam bangunan beton. Dalam pembangunannya semua peralatan tersebut di disain dan diinstalasi di lokasi sesuai dengan ukuran bangunan gardu. Gambar 2.10 memperlihatkan sebuah gardu distribusi konstruksi beton.



Gambar 2.10 Bagan satu garis gardu beton

Keterangan :

1. Kabel masuk-pemisah atau sakelar beban (load break)
2. Kabel keluar-sakelar beban (load break)
3. Pengaman transformator-sakelar beban + pengaman lebur.
4. Sakelar beban sisi TR.
5. Rak TR dengan 4 sirkit bekan.
6. Pengaman lebur TM (HRC-Fuse)
7. Pengaman lebur TR(NH - Fuse)
8. Transformator.

2.5 Transformator²

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

Di dalam bidang elektronika, transformator banyak digunakan antari lain untuk:

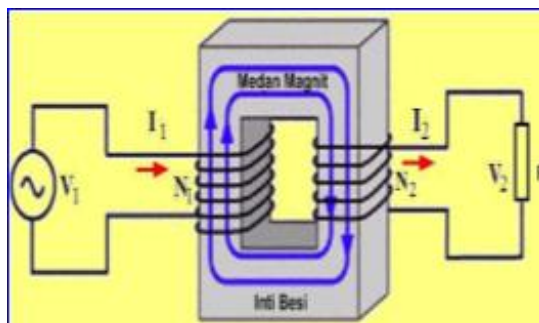
² Abdul Kadir, *Distribusi Dan Utilisasi Tenaga Listrik*, Universitas Indonesia, Jakarta, 2000

1. Gandengan impedansi (*input impedance*) antara sumber dan beban.
2. Menghambat arus searah (DC = *Direct Current*) dan melewatkan arus bolak balik.
3. Menaikkan atau menurunkan tegangan AC.

Perbandingan tegangan antara sisi primer dan sisi sekunder berbanding lurus dengan perbandingan jumlah lilitan dan berbanding terbalik dengan perbandingan arusnya. Dalam bidang teknik listrik pemakaian transformator dikelompokkan menjadi:

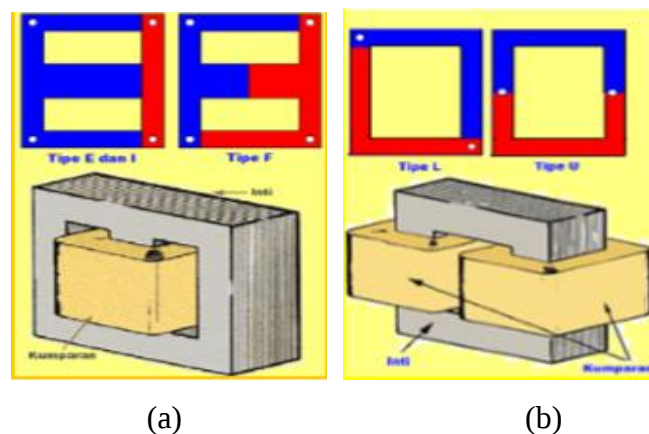
1. Transformator daya, yaitu transformator yang biasa digunakan untuk menaikkan tegangan pembangkit menjadi tegangan transmisi
2. Transformator distribusi, yaitu transformator yang biasa digunakan untuk menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan distribusi
3. Transformator pengukuran, yaitu transformator yang terdiri dari transformator arus dan transformator tegangan

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 2.11 Gambar 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 (Gambar 2.12(a)), 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 (Gambar 2.12(b)) 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 2.12 (a) Transformator tipe inti dan (b) Tipe cangkang

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.

2.6 Ketidakseimbangan Beban pada Transformator³

Daya transformator bila ditinjau dari sisi tegangan tinggi (primer) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

S : daya transformator (kVA)

V : tegangan sisi primer trafo (kV)

I : arus jala-jala (A)

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

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

I_{FL} : arus beban penuh (A)

S : daya transformator (kVA)

V : tegangan sisi sekunder trafo (kV)

Sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa pada sisi sekunder trafo (fasa R, fasa S, fasa T) mengalirlah arus di netral trafo. Arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini menyebabkan *losses* (rugi-rugi). *Losses* pada penghantar netral trafo ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P_N = I_N^2 \cdot R_N \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

P_N : *losses* penghantar netral trafo (watt)

I_N : arus netral pada trafo (A)

R_N : tahanan penghantar netral trafo (Ω)

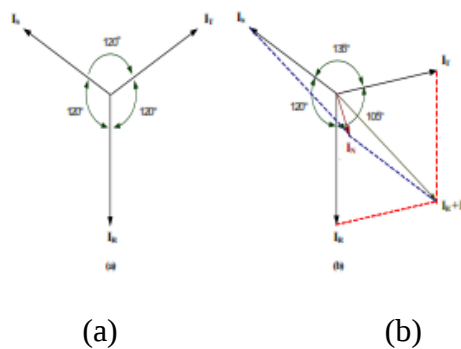
³Moh Dahlan, *Akibat Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Transformator Distribusi*. Kudus.

Yang dimaksud dengan keadaan seimbang adalah suatu keadaan di mana :

- Ketiga vektor arus / tegangan sama besar.
- Ketiga vektor saling membentuk sudut 120° satu sama lain.

Sedangkan yang dimaksud dengan keadaan tidak seimbang adalah keadaan di mana salah satu atau kedua syarat keadaan seimbang tidak terpenuhi. Kemungkinan keadaan tidak seimbang ada 3 yaitu :

- Ketiga vektor sama besar tetapi tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.
- Ketiga vektor tidak sama besar tetapi membentuk sudut 120° satu sama lain.
- Ketiga vektor tidak sama besar dan tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.



Gambar 2.13 Vektor diagram arus

Gambar 2.14 (a) menunjukkan vektor diagram arus dalam keadaan seimbang. Di sini terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya (I_R , I_S , I_T) adalah sama dengan nol sehingga muncul sebuah besaran yaitu arus netral (I_N) yang besarnya bergantung dari seberapa besar faktor ketidakseimbangannya.

2.7 Electric Transient and Analysis Program (ETAP)⁴

ETAP 12.6.0 adalah suatu *software* analisis yang *comprehensive* untuk mendesain dan mensimulasikan suatu sistem rangkaian tenaga. Analisis yang ditawarkan oleh ETAP yang digunakan oleh penulis adalah drop tegangan, dan losses jaringan. ETAP juga bisa memberikan *warning* terhadap bus – bus yang *under voltage* dan *over voltage* sehingga pengguna bisa mengetahui bus mana

⁴ Anton Firmansyah, *Modul Pelatihan ETAP*, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, 2014

yang tidak beroperasi optimal. Untuk menganalisa suatu rangkaian diperlukan data rangkaian yang lengkap dan akurat sehingga hasil perhitungan ETAP bisa dipertanggungjawabkan.

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

ETAP memungkinkan anda untuk bekerja secara langsung dengan diagram satu garis grafis dan sistem kabel bawah tanah *raceway*. Program ini telah dirancang berdasarkan tiga konsep kunci:

1. *Virtual reality operasi*

Program operasi menyerupai sistem operasi listrik nyata sedekat mungkin. Sebagai contoh, ketika membuka atau menutup sebuah pemutus sirkuit, tempat elemen dari layanan, atau mengubah status operasi dari motor, unsur *de-energized* dan sub-sistem yang ditunjukkan pada diagram satu garis berwarna abu-abu. ETAP menggabungkan konsep-konsep baru untuk menentukan perangkat pelindung koordinasi langsung dari diagram satu garis.

2. Integrasi total data

ETAP menggabungkan listrik, atribut logis, mekanik, dan fisik dari elemen sistem dalam *database* yang sama. Misalnya, kabel tidak hanya berisi data yang mewakili sifat listrik dan dimensi fisik, tapi juga informasi yang menunjukkan *raceways* melalui yang disalurkan.

Dengan demikian, data untuk kabel tunggal dapat digunakan untuk analisis aliran daya atau sirkuit pendek (yang membutuhkan listrik dan parameter koneksi) serta kabel *ampacity derating* perhitungan (yang memerlukan rute fisik data). Integrasi ini menyediakan konsistensi data di seluruh sistem dan menghilangkan *multiple entry* data untuk unsur yang sama.

3. Kesederhanaan di data entri

ETAP melacak data rinci untuk setiap alat listrik. Editor data dapat mempercepat proses entri data dengan meminta data minimum untuk studi tertentu. Untuk mencapai hal ini, kita telah terstruktur editor properti dengan cara

yang paling logis untuk memasukkan data untuk berbagai jenis analisis atau desain. ETAP diagram satu garis mendukung sejumlah fitur untuk membantu dalam membangun jaringan dari berbagai kompleksitas. Misalnya, setiap elemen secara individu dapat memiliki berbagai orientasi, ukuran, dan simbol-simbol *display* (IEC atau ANSI). Diagram satu garis juga memungkinkan untuk menempatkan beberapa alat pelindung antara sirkuit cabang dan bus.

ETAP menyediakan berbagai pilihan untuk menampilkan atau melihat sistem listrik. Pandangan ini disebut presentasi. Lokasi, ukuran, orientasi, dan simbol setiap unsur dapat berbeda di masing-masing presentasi. Selain itu, alat pelindung dan *relay* dapat ditampilkan (terlihat) atau disembunyikan (tidak terlihat) untuk presentasi tertentu. Misalnya, satu presentasi dapat menggunakan tampilan *relay* di mana semua perangkat pelindung ditampilkan. presentasi lain mungkin menunjukkan diagram satu garis dengan beberapa pemutus sirkuit ditampilkan dan sisanya tersembunyi (tata letak paling cocok untuk hasil aliran beban).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam bekerja dengan ETAP adalah:

1. ***One Line Diagram***, menunjukkan hubungan antar komponen/peralatan listrik sehingga membentuk suatu sistem kelistrikan.
2. ***Library***, informasi mengenai semua peralatan yang akan dipakai dalam sistem kelistrikan. Data elektris 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.

2.7.1 Mempersiapkan plant

Persiapan yang perlu dilakukan dalam analisa/desain dengan bantuan ETAP adalah:

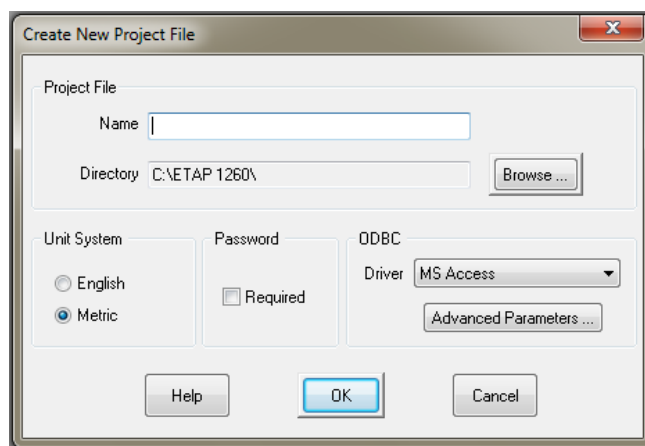
1. *Single Line Diagram*
2. Data peralatan baik elektris maupun mekanis

3. *Library* untuk mempermudah mengedit data

2.7.2 Membuat proyek baru

Berikut ini merupakan langkah-langkah untuk membuat proyek baru:

1. Klik tombol *New* atau klik menu *File* lalu akan muncul kotak dialog sebagai berikut:



Gambar 2.14 *create new project file*

2. Lalu ketik nama *file project*, misalnya: *Pelatihan*. Lalu klik OK.
3. Akan muncul kotak dialog *User Information* yang berisi data pengguna *software*. Isi nama dan deskripsikan proyek anda. Lalu klik OK.
4. Anda telah membuat file proyek baru dan siap untuk menggambar *one line diagram*.

2.7.3 Menggambar *single line diagram*

Menggambar *single line diagram* dilakukan dengan cara memilih simbol peralatan listrik pada menu bar disebelah kanan layar. Klik pada simbol, kemudian arahkan kursor pada media gambar. Untuk menempatkan peralatan pada media gambar, klik kursor pada media gambar.

Untuk mempercepat proses penyusunan *single line diagram*, semua komponen dapat diletakkan secara langsung pada media gambar. Untuk

mengetahui kontinuitas antar komponen dapat di cek dengan *Continuty Check* pada menu bar utama.

Pemakaian *Continuty Check* dapat diketahui hasilnya dengan melihat warna komponen/*branch*. Warna hitam berarti telah terhubung, warna abu-abu berarti belum terhubung.