



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah; 1) pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan), dan 2) merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikkan tegangannya oleh gardu induk 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 konsumen-konsumen. Dengan ini jelas bahwa sistem distribusi merupakan bagian yang penting dalam sistem tenaga listrik secara keseluruhan.

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



Pada sistem penyaluran daya jarak jauh, selalu digunakan tegangan setinggi mungkin, dengan menggunakan trafo-trafo step-up. Nilai tegangan yang sangat tinggi ini (HV, UHV, EHV) menimbulkan beberapa konsekuensi antara lain: berbahaya bagi lingkungan dan mahal harganya perlengkapan-perengkapannya, selain menjadi 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 trafo-trafo step-down. Akibatnya, bila ditinjau nilai tegangannya, maka mulai dari titik sumber hingga di titik beban, terdapat bagian-bagian saluran yang memiliki nilai tegangan berbeda-beda.

2.2 Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

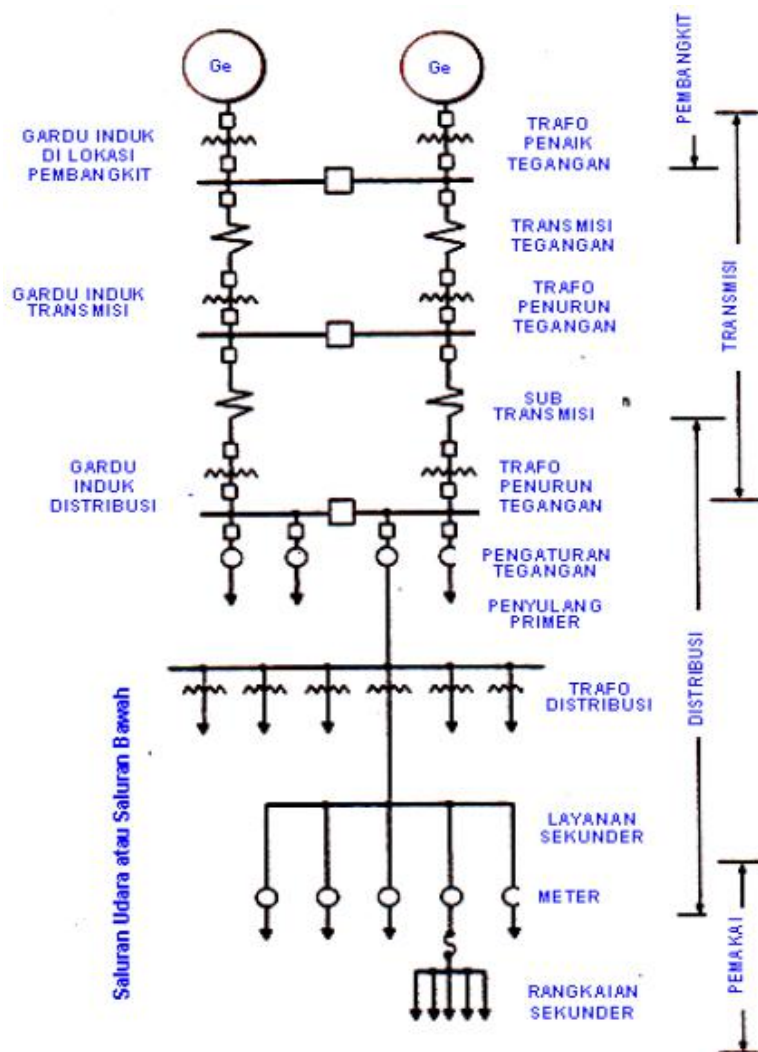
Untuk kemudahan dan penyederhanaan, lalu diadakan pembagian serta pembatasan-pembatasan yaitu:

- Daerah I : Bagian pembangkitan (Generation)
- Daerah II : Bagian penyaluran (Transmission), bertegangan tinggi (HV, UHV, EHV)
- Daerah III : Bagian Distribusi Primer, bertegangan menengah (6 atau 20kV).
- Daerah IV : Di dalam bangunan pada beban / konsumen, Instalasi, bertegangan rendah

Berdasarkan pembatasan-pembatasan tersebut, maka diketahui bahwa porsi materi Sistem Distribusi adalah Daerah III dan IV, yang pada dasarnya dapat diklasifikasikan menurut beberapa cara, bergantung dari segi apa klasifikasi itu dibuat. Dengan demikian ruang lingkup Jaringan Distribusi adalah:

- a. SUTM, terdiri dari Tiang dan peralatan kelengkapannya, konduktor dan peralatan per-lengkapannya, serta peralatan pengaman dan pemutus.

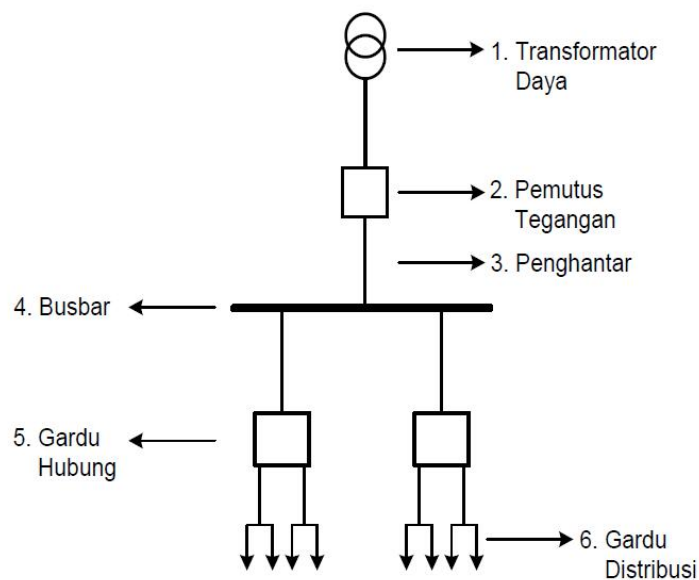
- b. SKTM, terdiri dari Kabel tanah, indoor dan outdoor termination, batu bata, pasir dan lain-lain.
- c. Gardu trafo, terdiri dari Transformator, tiang, pondasi tiang, rangka tempat trafo, LV panel, pipa-pipa pelindung, Arrester, kabel-kabel, transformer band, peralatan grounding, dan lain-lain.
- d. SUTR dan SKTR terdiri dari sama dengan perlengkapan/ material pada SUTM dan SKTM. Yang membedakan hanya dimensinya.



Gambar 2.1 Pengelompokan Tegangan Sistem Tenaga Listrik

2.3 Jaringan Sistem Distribusi Primer²

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 disuplai tenaga listrik sampai ke pusat beban. Terdapat bermacam-macam bentuk rangkaian jaringan distribusi primer yaitu Jaringan Radial, Jaringan hantaran penghubung (*Tie Line*), Jaringan Lingkaran (Loop), Jaringan Spindel dan Sistem Gugus atau Kluster.



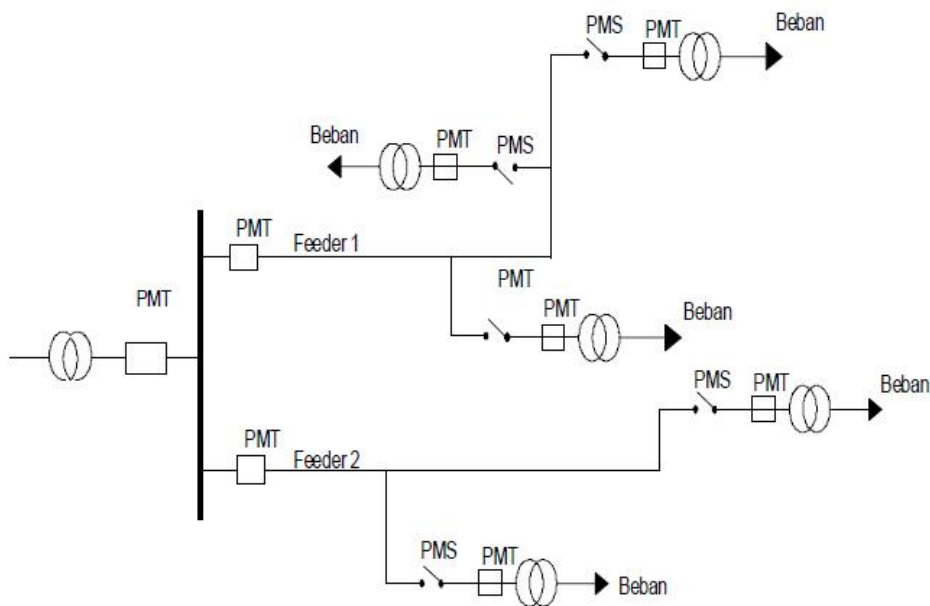
Gambar 2.2 Diagram Distribusi Primer

2.3.1 Sistem Radial

Merupakan jaringan sistem distribusi primer yang sederhana dan ekonomis. Pada sistem ini terdapat beberapa penyulang yang menyuplai beberapa gardu distribusi secara radial.

² Ahmad Ardiansyah. 2010. *Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Udara 20 kV*. Medan. Hal 7

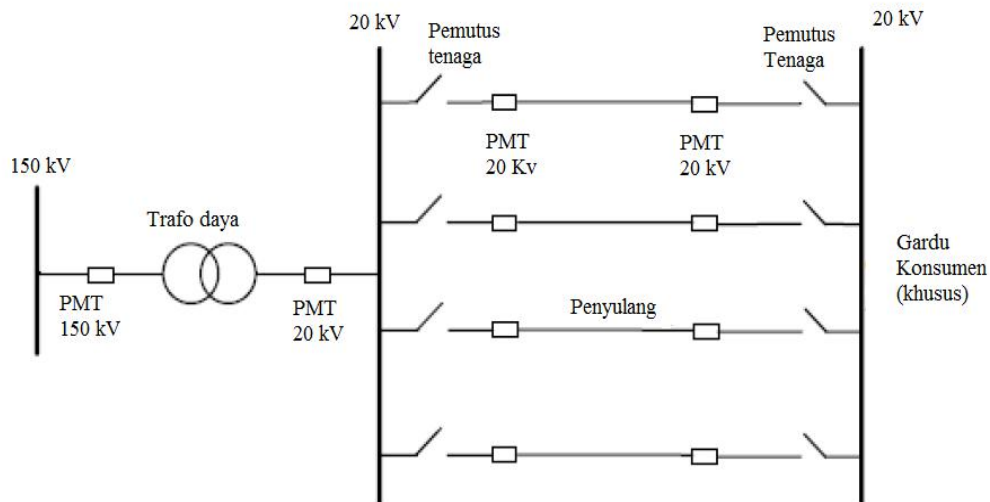
Namun keandalan sistem ini lebih rendah dibanding sistem lainnya. Kurangnya keandalan disebabkan karena hanya terdapat satu jalur utama yang menyuplai gardu distribusi, sehingga apabila jalur utama tersebut mengalami gangguan, maka seluruh gardu akan ikut padam. Kerugian lain yaitu mutu tegangan pada gardu distribusi yang paling ujung kurang baik, hal ini dikarenakan jatuh tegangan terbesar ada di ujung saluran.



Gambar 2.3 Konfigurasi Sistem Radial

2.3.2 Sistem Hantaran Penghubung (*Tie Line*)

Sistem distribusi Tie Line seperti Gambar 2.5 digunakan untuk pelanggan penting yang tidak boleh padam (Bandar Udara, Rumah Sakit, dan lain-lain.)



Gambar 2.4 Konfigurasi Sistem *Tie Line*

2.3.3 Sistem Loop

Sistem jaringan distribusi loop adalah suatu sistem jaringan distribusi primer yang dimulai dari rel gardu induk atau sumber daya, melalui daerah beban dan kemudian kembali lagi ke rel gardu induk atau sumber daya yang sama. Susunan rangkaian saluran memungkinkan titik beban terlayani dari dua arah saluran, sehingga kontinuitas pelayanan lebih terjamin serta kualitas dayanya menjadi lebih baik karena drop tegangan dan rugi daya saluran menjadi lebih kecil.

Bentuk sistem jaringan distribusi loop ada dua macam, yaitu :

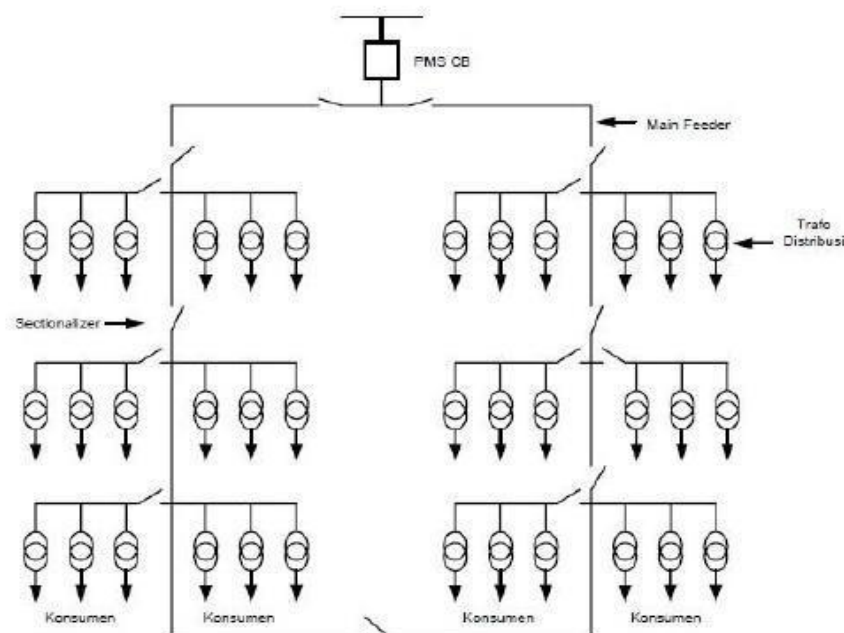
a. Bentuk open loop (loop terbuka), bila dilengkapi dengan normally open switch yang terletak pada salah satu bagian gardu distribusi, dalam keadaan normal rangkaian selalu terbuka.

b. Bentuk close loop (loop tertutup), bila dilengkapi dengan normally close switch yang terletak pada salah satu bagian antara gardu distribusi, dalam keadaan normal rangkaian selalu tertutup.

Struktur jaringan ini merupakan gabungan dari dua buah jaringan distribusi radial, dimana pada ujung dua buah jaringan ini dipasang sebuah pemutus (PMT) atau pemisah (PMS). Pada saat terjadi gangguan, setelah

gangguan dapat diisolir, maka PMT atau PMS ditutup sehingga aliran listrik yang mengalir ke tempat terjadinya gangguan tidak terhenti. Pada umumnya penghantar dari struktur ini mempunyai struktur yang sama.

Kelebihan dari jaringan distribusi loop adalah kualitas dan kontinuitas pelayanan daya lebih baik, sedangkan kekurangannya terletak pada biaya investasi yang mahal. Jaringan distribusi loop cocok digunakan pada daerah yang padat dan memerlukan keandalan tinggi.



Gambar 2.5 Konfigurasi Sistem Loop

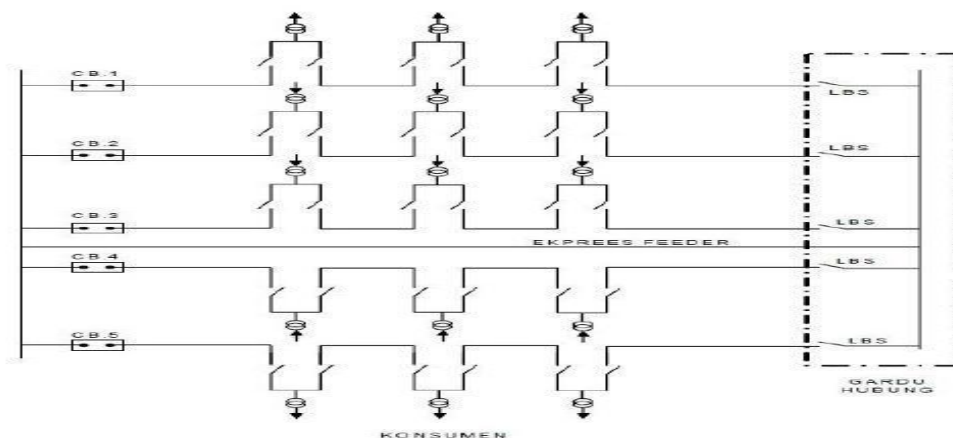
2.3.4 Sistem Spindle

Jaringan distribusi spindle merupakan saluran kabel tanah tegangan menengah (SKTM). Jaringan distribusi jenis ini biasanya banyak diterapkan di kota-kota besar.

Pada spindle, terdapat sebuah penyulang khusus yang disebut dengan penyulang express. Penyulang express ini tidak mencatu gardu-gardu distribusi, tetapi merupakan penyulang penghubung antara gardu induk dengan gardu yang dimaksudkan untuk menjaga kelangsungan pasokan tenaga listrik ke

konsumen jika terjadi gangguan pada salah satu penyulang yang memasok gardu-gardu distribusi. Jika terjadi gangguan pada salah satu penyulang, maka penyulang lain tidak mengalami pemadaman karena dapat disuplai dari tempat lain melalui sebuah penyulang express. Jenis kawat yang digunakan untuk penyulang express ini sebaiknya kawat yang berpenampang lebih besar dari penyulang lain yang sedang beroperasi.

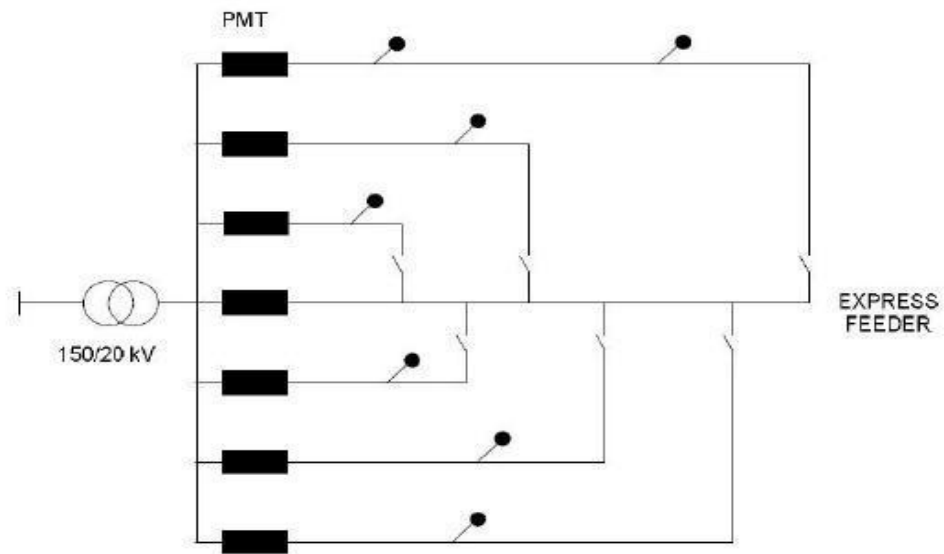
Sistem ini relatif mahal karena biasanya dalam pembangunannya sekaligus untuk mengatasi perkembangan beban dimasa yang akan datang. Proteksinya relative sederhana hampir sama dengan sistem open loop. Biasanya di tiap – tiap penyulang dalam sistem spindle disediakan gardu tengah (middle point) yang berfungsi untuk titik manuver apabila terjadi gangguan pada jaringan tersebut.



Gambar 2.6 Konfigurasi Sistem Spindle

2.3.5 Sistem Cluster

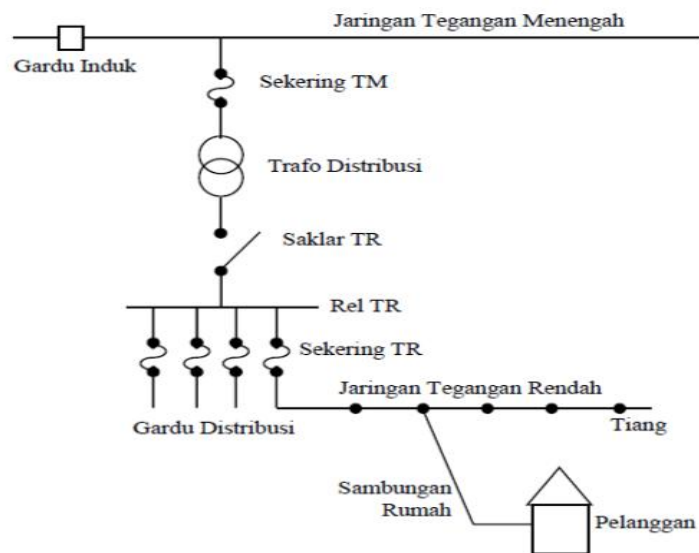
Sistem cluster hampir sama dengan sistem spindle, karena dalam sistem cluster juga tersedia satu penyulang express yang merupakan penyulang tanpa beban yang digunakan sebagai titik manuver beban oleh penyulang dalam sistem ini. Proteksi yang digunakan untuk sistem cluster juga relatif sama dengan proteksi yang digunakan pada sistem spindle.



Gambar 2.7 Konfigurasi Sistem Cluster

2.4 Jaringan Sistem Distribusi Sekunder

Sistem distribusi sekunder seperti pada Gambar 2.9 merupakan salah satu bagian dalam sistem distribusi, yaitu mulai dari gardu trafo sampai pada pemakai akhir atau konsumen.



Gambar 2.8 Diagram Distribusi Sekunder



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 :

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

2. Saluran Kabel Udara Tegangan Rendah (SKUTR) Jenis penghantar yang dipakai adalah kabel berisolasi seperti kabel LVTC (*Low Voltage Twisted Cable*) ukuran kabel LVTC adalah : $2 \times 10 \text{mm}^2$, $2 \times 16 \text{mm}^2$, $4 \times 25 \text{mm}^2$, $3 \times 35 \text{mm}^2$, $3 \times 50 \text{mm}^2$, $3 \times 70 \text{mm}^2$.

Menurut SPLN No.3 Tahun 1987, 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).

2.5 Gardu Distribusi³

Pengertian umum Gardu Distribusi tenaga listrik yang paling dikenal adalah suatu bangunan gardu listrik berisi atau terdiri dari instalasi Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah (PHB-TM), Transformator Distribusi (TD) dan Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) untuk memasok

³ PT. PLN (Persero). (2010). *Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik*. Jakarta.



kebutuhan tenaga listrik bagi para pelanggan baik dengan Tegangan Menengah (TM 20 kV) maupun Tegangan Rendah (TR 220/380V). .

Konstruksi Gardu distribusi dirancang berdasarkan optimalisasi biaya terhadap maksud dan tujuan penggunaannya.

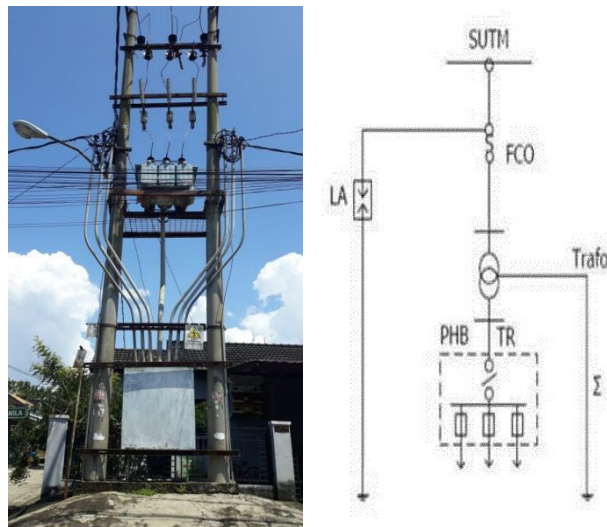
Secara garis besar gardu distribusi dibedakan atas :

1. Jenis pemasangannya
 - Gardu pasangan luar : Gardu Portal, Gardu Cantol
 - Gardu pasangan dalam : Gardu Beton, Gardu Kios
2. Jenis Konstruksinya
 - Gardu Beton (bangunan sipil : batu, beton)
 - Gardu Tiang : Gardu Portal dan Gardu Cantol
 - Gardu Kios
3. Jenis Penggunaannya
 - Gardu Pelanggan Umum
 - Gardu Pelanggan Khusus

Khusus pengertian Gardu Hubung adalah gardu yang ditujukan untuk memudahkan manuver pembebanan dari satu penyulang ke penyulang lain yang dapat dilengkapi/tidak dilengkapi RTU (*Remote Terminal Unit*). Untuk fasilitas ini lazimnya dilengkapi fasilitas DC Supply dari Trafo Distribusi pemakaian sendiri atau Trafo distribusi untuk umum yang diletakkan dalam satu kesatuan.

2.5.1 Gardu Portal

Umumnya konfigurasi Gardu Tiang yang dicatu dari SUTM adalah T section dengan peralatan pengaman Pengaman Lebur Cut-Out (FCO) sebagai pengaman hubung singkat transformator dengan elemen pelebur (*pengaman lebur link type expulsion*) dan *Lightning Arrester* (LA) sebagai sarana pencegah naiknya tegangan pada transformator akibat surja petir.



Gambar 2.9 Gardu Portal dan Bagan Satu Garis

Untuk Gardu Tiang pada sistem jaringan lingkaran terbuka (open-loop), seperti pada sistem distribusi dengan saluran kabel bawah tanah, konfigurasi peralatan adalah π section dimana transformator distribusi dapat di catu dari arah berbeda yaitu posisi Incoming – Outgoing atau dapat sebaliknya.

Guna mengatasi faktor keterbatasan ruang pada Gardu Portal, maka digunakan konfigurasi switching/proteksi yang sudah terakit ringkas sebagai RMU (Ring Main Unit). Peralatan switching incoming-outgoing berupa Pemutus Beban atau LBS (Load Break Switch) atau Pemutus Beban Otomatis (PBO) atau CB (Circuit Breaker) yang bekerja secara manual (atau digerakkan dengan remote control).

Fault Indicator (dalam hal ini PMFD : Pole Mounted Fault Detector) perlu dipasang pada section jaringan dan percabangan untuk memudahkan pencarian titik gangguan, sehingga jaringan yang tidak mengalami gangguan dapat dipulihkan lebih cepat.

2.5.2 Gardu 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.

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.



Gambar 2.10 Gardu Tipe Cantol

2.5.3 Gardu Beton

Seluruh komponen utama instalasi yaitu transformator dan peralatan switching/proteksi, terangkai didalam bangunan sipil yang dirancang, dibangun dan difungsikan dengan konstruksi pasangan batu dan beton.

Konstruksi ini dimaksudkan untuk pemenuhan persyaratan terbaik bagi keselamatan ketenagalistrikan.



Gambar 2.11 Gardu Tipe Beton

2.5.4 Gardu Kios

Gardu tipe ini adalah bangunan *prefabricated* terbuat dari konstruksi baja, fiberglass atau kombinasinya, yang dapat dirangkai di lokasi rencana pembangunan gardu distribusi. Terdapat beberapa jenis konstruksi, yaitu Kios Kompak, Kios Modular dan Kios Bertingkat.

Gardu ini dibangun pada tempat-tempat yang tidak diperbolehkan membangun Gardu Beton. Karena sifat mobilitasnya, maka kapasitas transformator distribusi yang terpasang terbatas. Kapasitas maksimum adalah 400 kVA, dengan 4 jurusan Tegangan Rendah. Khusus untuk Kios Kompak, seluruh instalasi komponen utama gardu sudah dirangkai selengkapnyanya di pabrik, sehingga dapat langsung di angkut kelokasi dan disambungkan pada sistem distribusi yang sudah ada untuk difungsikan sesuai tujuannya.



Gambar 2.12 Gardu Tipe Kios



Gambar 2.13 Gardu Tipe Kios Bertingkat

2.6 Transformator⁴

Transformator merupakan suatu alat listrik suatu alat listrik yang termasuk ke dalam klasifikasi mesin listrik statis yang berfungsi menyalurkan tenaga/daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah dan sebaliknya atau dapat juga diartikan mengubah tegangan arus bolak-balik dari satu tingkat ke tingkat yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip-prinsip induksi elektromagnet.

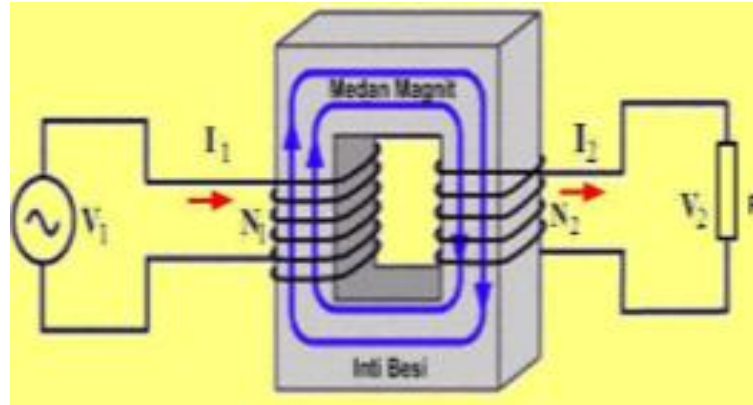
Transformator terdiri atas sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaan transformator dalam sistem tenaga listrik memungkinkan terpilihnya tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan, misalnya kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya listrik jarak jauh.

Dalam bidang teknik listrik pemakaian transformator dikelompokkan menjadi:

⁴ Prih Sumardjati dkk. (2008). *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

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 2.14 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 Gambar menunjukkan 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.

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.

2.7 Arus Beban Penuh Transformator⁵

Daya transformator tiga fasa bila ditinjau dari sisi tegangan tinggi (primer) maupun tegangan rendah (sekunder) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$$

di mana :

S : daya transformator (kVA)

V : tegangan sisi primer transformator (kV)

I : arus jala-jala (A)

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

⁵ Pelawi Zulfadli, Yusmartato. (2018). *Analisis Rugi-Rugi Daya pada Penghantar Netral Jaringan Distribusi Sekunder Akibat Ketidakseimbangan Beban*. Buletin Utama Teknik. 13(2) : 127

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

Di mana :

I_{FL} : arus beban penuh (A)

S : daya transformator (kVA)

V : tegangan sisi sekunder transformator (kV)

2.8 Rugi-Rugi Daya Akibat Adanya Arus Netral pada Penghantar Netral Transformator⁶

Sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa pada sisi sekunder trafo (fasa R, fasa S, fasa T) mengalir 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:

$$P_N = I_N^2 \cdot R_N$$

dimana:

P_N = losses pada penghantar netral trafo (watt)

I_N = arus yang mengalir pada netral trafo (A)

R_N = tahanan penghantar netral trafo (Ω)

Rugi-rugi daya reaktif yang timbul akibat reaktansi penghantar adalah:⁷

$$Q = I^2 \cdot X_L$$

dimana:

Q = rugi-rugi daya reaktif (VAR)

I = arus mengalir pada penghantar (A)

X_L = reaktansi penghantar (Ω)

⁶ Setiadji Julius Sentosa, dkk. (2006). *Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi*. Jurnal Teknik Elektro. 6(1) : 69

⁷ Azhari, Azka, dkk. (2017). *Analisis Rugi-Rugi Daya Jaringan Distribusi Primer Penyulang Adhyaksa Makassar*. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar : 45



Sedangkan losses yang diakibatkan karena arus netral yang mengalir ke tanah (ground) dapat dihitung dengan perumusan sebagai berikut :

$$P_G = I_G^2 \cdot R_G$$

dimana:

P_G = losses akibat arus netral yang mengalir ke tanah (watt)

I_G = arus netral yang mengalir ke tanah (A)

R_G = tahanan pembumian netral trafo (Ω)

2.9 Rekonfigurasi Jaringan⁸

Sistem distribusi merupakan jaringan yang langsung terhubung dengan beban. Sehingga sistem distribusi sangat sensitif apabila terjadi penambahan beban. Akibat dari penambahan beban, arus yang mengalir pada sistem menjadi bertambah besar, sehingga mengakibatkan losses yang besar. Oleh karena itu, suatu tindakan diperlukan untuk mengurangi losses. Salah satu cara yang digunakan adalah rekonfigurasi jaringan distribusi.

Rekonfigurasi jaringan distribusi adalah suatu cara untuk mengurangi losses pada jaringan distribusi serta untuk meningkatkan kehandalan sistem distribusi. Dalam kondisi operasi normal, rekonfigurasi jaring dilakukan karena dua alasan:

1. Mengurangi rugi-rugi daya pada sistem (*loss reduction*).
2. Mendapatkan pembebanan yang seimbang untuk mencegah pembebanan yang berlebih pada jaringan (*load balancing*).

⁸ Firdaus Aji Akbat, dkk. (2014). *Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Menggunakan Binary Particle Swarm Optimization untuk Menaikkan Nilai Indeks Stabilitas Tegangan*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan PKM Sains, Teknologi dan Kesehatan. 4(1) : 492