

MAKALAH
STRUKTUR JARINGAN DISTRIBUSI DAN PERSYARATAN
SISTEM TENAGA LISTRIK



Disusun :

Deded Mydi Sunsang

Armansyah

Yosrarizal

Hengky Karisma

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRO

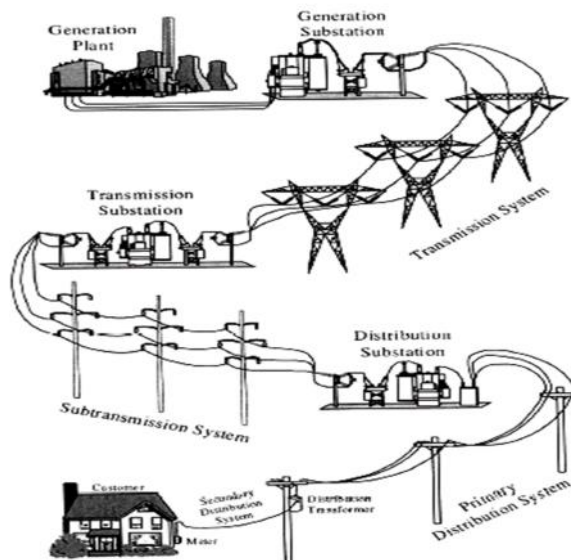
INSTITUT TEKNOLOGI PADANG

2018

A. Pendahuluan

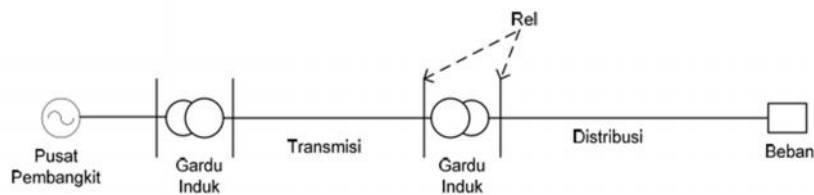
Sistem penyaluran tenaga listrik dari pembangkit tenaga listrik ke konsumen (beban), merupakan hal penting untuk dipelajari. Mengingat penyaluran tenaga listrik ini, prosesnya melalui beberapa tahap, yaitu dari pembangkit tenaga listrik penghasil energi listrik, disalurkan ke jaringan transmisi (SUTET) langsung ke gardu induk. Dari gardu induk tenaga listrik disalurkan ke jaringan distribusi primer (SUTM), dan melalui gardu distribusi langsung ke jaringan distribusi sekunder (SUTR), tenaga listrik dialirkan ke konsumen. Dengan demikian sistem distribusi tenaga listrik berfungsi membagikan tenaga listrik kepada pihak pemakai melalui jaringan tegangan rendah (SUTR), sedangkan suatu saluran transmisi berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik bertegangan ekstra tinggi ke pusat-pusat beban dalam daya yang besar (melalui jaringan distribusi).

Pada gambar 1 dibawah ini dapat dilihat, bahwa tenaga listrik yang dihasilkan dan dikirimkan ke konsumen melalui Pusat Pembangkit Tenaga Listrik, Gardu Induk, Saluran Transmisi, Gardu Induk, Saluran Distribusi, dan kemudian ke beban (konsumen tenaga listrik).



Gambar 1. Sistem pendistribusian tenaga listrik.

Sistem pembangkit (*generation plant*) terdiri dari satu atau lebih unit pembangkit yang akan mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik dan harus mampu menghasilkan daya listrik yang cukup sesuai kebutuhan konsumen. Sistem transmisi berfungsi mentransfer energi listrik dari unit-unit pembangkitan di berbagai lokasi dengan jarak yang jauh ke sistem distribusi, sedangkan sistem distribusi berfungsi untuk menghantarkan energi listrik ke konsumen, seperti ditunjukkan pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Diagram Garis Sistem Tenaga Listrik

B. Perbedaan Jaringan Distribusi Dengan Jaringan Transmisi

Untuk membedakan antara jaringan transmisi dan jaringan distribusi dapat dilihat pada tabel 1 yang dipandang dari berbagai segi sudut pandang.

Tabel 1.
Perbedaan Antara Jaringan Distribusi dengan Jaringan Transmisi

No	Dari segi	Distribusi	Transmisi
1	Letak Lokasi Jaringan	Dalam kota	Luar kota
2	Tegangan Sistem	< 30 kV	> 30 kV
3	Bentuk Jaringan	Radial, Loop, Paralel Interkoneksi	Radial dan Loop
4	Sistem Penyaluran	Saluran Udara dan Saluran Bawah Tanah	Saluran Udara Saluran Bawah Laut
5	Konstruksi Jaringan	Lebih rumit dan beragam	Lebih sederhana
6	Analisis Jaringan	Lebih kompleks	Lebih sederhana
7	Komponen Rangkaian Yang Diperhitungkan	Komponen R dan L	Komponen R, L, & C
8	Penyangga Jaringan	Tiang Jaringan	Menara Jaringan
9	Tinggi Penyangga Jaringan	Kurang dari 20 m	30 - 200 m

10	Kawat Penghantar	BCC, SAC, AAC, & AAAC	ACSR dan ACAR
11	Kawat Tarikan	Dengan kawat tarikan	Tanpa kawat tarikan
12	Isolator Jaringan	Jenis pasak (pin) Jenis post (batang) Jenis gantung	Jenis gantung
13	Besarnya Andongan	0 - 1 m	2 - 5 m
14	Fungsinya	Menyalurkan daya ke konsumen	Menyalurkan daya ke Gardu Induk
15	Bahan penyangga	Baja, besi, kayu	Baja
16	Jarak antar tiang	40 – 100 m	150 – 350 m



Gambar 3.
Perbedaan jaringan distribusi dan transmisi dari segi penyangga jaringan. a. Jaringan Distribusi, b. Jaringan Transmisi

C. Sistem Pendistribusian Tenaga Listrik

Sistem jaringan tenaga listrik adalah penyaluran energi listrik dari pembangkit tenaga listrik (power station) hingga sampai kepada konsumen (pemakai) pada tingkat tegangan yang diperlukan. Sistem tenaga listrik ini terdiri dari unit pembangkit, unit transmisi dan unit distribusi.

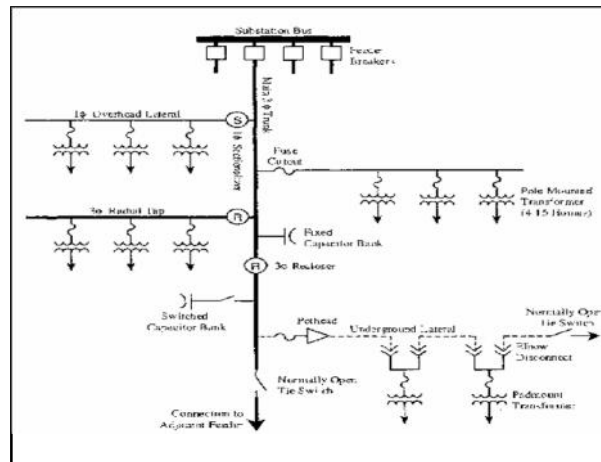
Sistem pendistribusian tenaga listrik dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu sistem pendistribusian langsung dan sistem pendistribusian tak langsung.

1. Sistem Pendistribusian Langsung

Sistem pendistribusian langsung merupakan sistem penyaluran tenaga listrik yang dilakukan secara langsung dari Pusat Pembangkit Tenaga Listrik, dan tidak melalui jaringan transmisi terlebih dahulu. Sistem pendistribusian langsung ini digunakan jika Pusat Pembangkit Tenaga Listrik berada tidak jauh dari pusat-pusat beban, biasanya terletak daerah pelayanan beban atau pinggiran kota.

2. Sistem Pendistribusian Tak Langsung

Sistem pendistribusian tak langsung merupakan sistem penyaluran tenaga listrik yang dilakukan jika Pusat Pembangkit Tenaga Listrik jauh dari pusat-pusat beban, sehingga untuk penyaluran tenaga listrik memerlukan jaringan transmisi sebagai jaringan perantara sebelum dihubungkan dengan jaringan distribusi yang langsung menyalurkan tenaga listrik ke konsumen.



Gambar 4. Sistem pendistribusian langsung dan tak langsung

D. Struktur Jaringan Distribusi

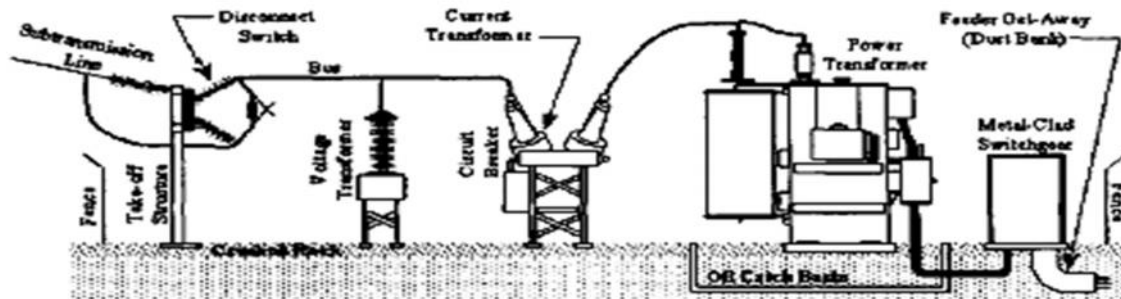
Sistem distribusi tenaga listrik terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

1. Gardu Induk atau Pusat Pembangkit Tenaga Listrik

Pada bagian ini jika sistem pendistribusian tenaga listrik dilakukan secara langsung, maka bagian pertama dari sistem distribusi tenaga listrik adalah Pusat Pembangkit Tenaga Listrik. Biasanya Pusat Pembangkit Tenaga Listrik terletak di pinggiran kota dan pada umumnya berupa Pusat Pembangkit Tenaga Diesel (PLTD). Untuk menyalurkan tenaga listrik ke pusat-pusat beban

(konsumen) dilakukan dengan jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder.

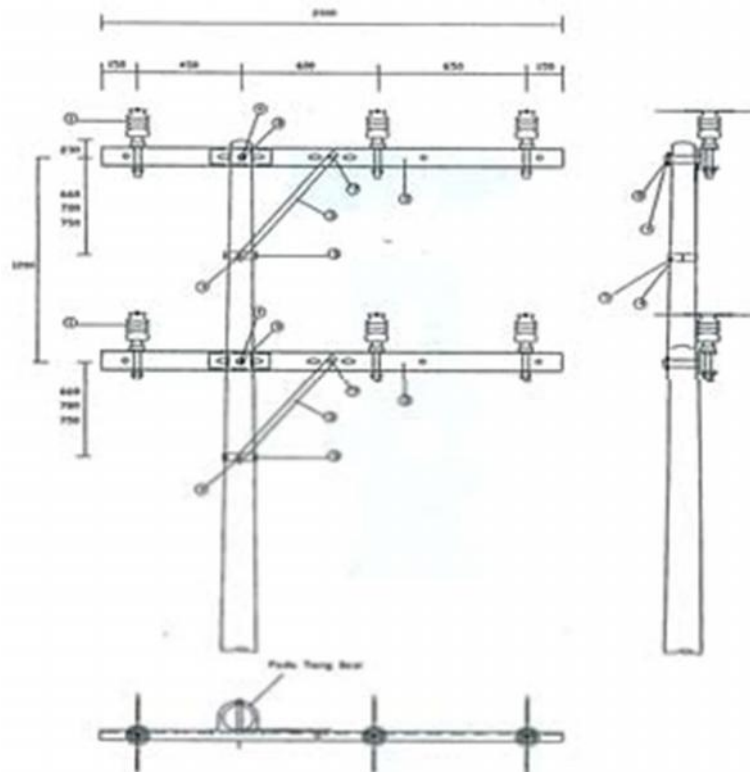
Jika sistem pendistribusian tenaga listrik dilakukan secara tak langsung, maka bagian pertama dari sistem pendistribusian tenaga listrik adalah Gardu Induk yang berfungsi menurunkan tegangan dari jaringan transmisi dan menyalurkan tenaga listrik melalui jaringan distribusi primer.



Gambar 5. Gardu Induk

2. Jaringan Distribusi Primer

Jaringan distribusi primer merupakan awal penyaluran tenaga listrik dari Pusat Pembangkit Tenaga Listrik ke konsumen untuk sistem pendistribusian langsung. Sedangkan untuk sistem pendistribusian tak langsung merupakan tahap berikutnya dari jaringan transmisi dalam upaya menyalurkan tenaga listrik ke konsumen. Jaringan distribusi primer atau jaringan distribusi tegangan tinggi (JDTT) memiliki tegangan sistem sebesar 20 kV. Untuk wilayah kota tegangan diatas 20 kV tidak diperkenankan, mengingat pada tegangan 30 kV akan terjadi gejala-gejala korona yang dapat mengganggu frekuensi radio, TV, telekomunikasi, dan telepon.

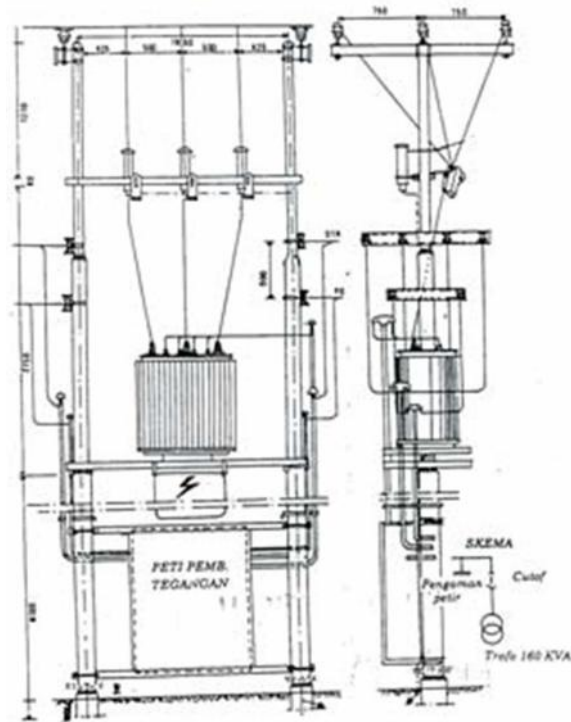


Gambar 6 Jaringan distribusi primer 20 kV

Sifat pelayanan sistem distribusi sangat luas dan kompleks, karena konsumen yang harus dilayani mempunyai lokasi dan karakteristik yang berbeda. Sistem distribusi harus dapat melayani konsumen yang terkonsentrasi di kota, pinggiran kota dan konsumen di daerah terpencil. Sedangkan dari karakteristiknya ada konsumen perumahan dan konsumen dunia industri. Sistem konstruksi saluran distribusi terdiri dari saluran udara dan saluran bawah tanah. Pemilihan konstruksi tersebut didasarkan pada pertimbangan sebagai berikut: alasan teknis yaitu berupa persyaratan teknis, alasan ekonomis, alasan estetika dan alasan pelayanan yaitu kontinuitas pelayanan sesuai jenis konsumen.

3. Gardu Pembagi/Gardu Distribusi

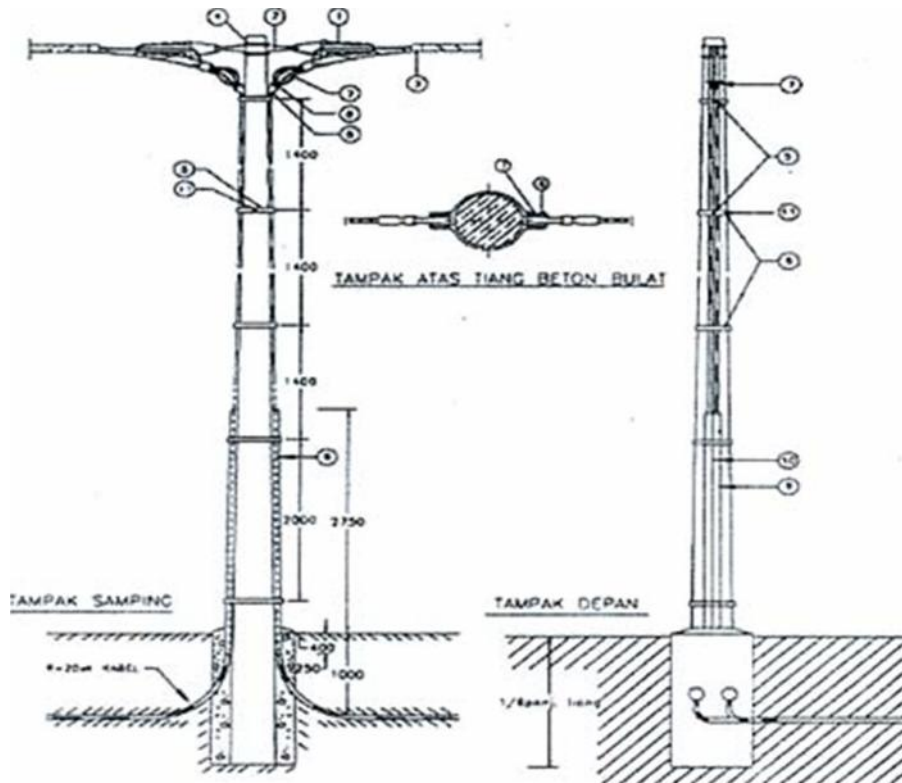
Berfungsi merubah tegangan listrik dari jaringan distribusi primer menjadi tegangan terpakai yang digunakan untuk konsumen dan disebut sebagai jaringan distribusi sekunder. Kapasitas transformator yang digunakan pada Gardu Pembagi ini tergantung pada jumlah beban yang akan dilayani dan luas daerah pelayanan beban. Bisa berupa transformator satu fasa dan bisa juga berupa transformator tiga fasa.



Gambar 7. Gardu distribusi jenis tiang

4. Jaringan Distribusi Sekunder

Jaringan distribusi sekunder atau jaringan distribusi tegangan rendah (JDTR) merupakan jaringan tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan konsumen. Oleh karena itu besarnya tegangan untuk jaringan distribusi sekunder ini 130/230 V dan 130/400 V untuk sistem lama, atau 230/400 V untuk sistem baru. Tegangan 130 V dan 230 V merupakan tegangan antara fasa dengan netral, sedangkan tegangan 400 V merupakan tegangan fasa dengan fasa.



Gambar 8. Jaringan distribusi sekunder 220 V

E. Persyaratan Sistem Distriusi Tenaga Listrik

Dalam usaha meningkatkan kualitas, keterandalan, dan pelayanan tenaga listrik ke konsumen, maka diperlukan persyaratan sistem distribusi tenaga listrik yang memenuhi alasan-alasan teknis, ekonomis, dan sosial sehingga dapat memenuhi standar kualitas dari sistem pendistribusian tenaga listrik tersebut.

Adapun syarat-syarat sistem distribusi tenaga listrik tersebut adalah :

1. Faktor Keterandalan Sistem

- a. Kontinuitas penyaluran tenaga listrik ke konsumen harus terjamin selama 24 jam terus-menerus. Persyaratan ini cukup berat, selain harus tersedianya tenaga listrik pada Pusat Pembangkit Tenaga Listrik dengan jumlah yang cukup besar, juga kualitas sistem distribusi tenaga listrik harus dapat diandalkan, karena digunakan secara terus-menerus. Untuk hal tersebut diperlukan beberapa cadangan, yaitu cadangan siap, cadangan panas, dan cadangan diam.

- 1). **Cadangan siap** adalah suatu cadangan yang didapat dari suatu

pembangkit yang tidak dibebani secara penuh dan dioperasikan sinkron dengan pembangkitlain guna menanggulangi kekurangan daya listrik.

- 2). **Cadangan panas** adalah cadangan yang

disesuaikan dari pusat pembangkit tenaga termis dengan ketel-ketel yang selalu dipanasi atau dari PLTA yang memiliki kapasitas air yang setiap saat mampu untuk menggerakkannya.

- 3). **Cadangan diam** adalah cadangan dari pusat-pusat pembangkit tenaga listrik yang tidak dioperasikan tetapi disediakan untuk setiap saat guna menanggulangi kekurangan daya listrik.
- b. Setiap gangguan yang terjadi dengan mudah dilacak dan diisolir sehingga pemadaman tidak perlu terjadi. Untuk itu diperlukan alat-alat pengaman dan alat pemutus tegangan (*air break switch*) pada setiap wilayah beban.
- c. Sistem proteksi dan pengaman jaringan harus tetap dapat bekerjadengan baik dan cepat.

2. Faktor Kualitas Sistem

- a. Kualitas tegangan listrik yang sampai ke titik beban harus memenuhi persyaratan minimal untuk setiap kondisi dan sifat-sifat beban. Oleh karena itu diperlukan stabilitas tegangan (*voltage regulator*) yang bekerja secara otomatis untuk menjamin kualitas tegangan sampai ke konsumen stabil.
- b. Tegangan jatuh atau tegangan drop dibatasi pada harga 10 % dari tegangan nominal sistem untuk setiap wilayah beban. (*Lihat IEC Publication 38/1967*). Untuk itu untuk daerah beban yang terlalu padat diberikan beberapa voltage regulator untuk menstabilkan tegangan.
- c. Kualitas peralatan listrik yang terpasang pada jaringan dapat menahan tegangan lebih (*over voltage*) dalam waktu singkat.

3. Faktor Keselamatan Sistem dan Publik

- a. Keselamatan penduduk dengan adanya jaringan tenaga listrik harus terjamin dengan baik. Artinya, untuk daerah padat penduduknya diperlukan rambu-rambu pengaman dan peringatan agar penduduk dapat mengetahui bahaya listrik. Selain itu untuk daerah yang sering mengalami gangguan perlu dipasang alat pengaman untuk dapat meredam gangguan tersebut secara cepat dan terpadu.
- b. Keselamatan alat dan perlengkapan jaringan yang dipakai hendaknya memiliki kualitas yang baik dan dapat meredam secara cepat bila terjadi gangguan pada sistem jaringan. Untuk itu diperlukan jadwal pengontrolan alat dan perlengkapan jaringan secara terjadwal dengan baik dan berkesinambungan.

4. Faktor Pemeliharaan Sistem

- a. Kontinuitas pemeliharaan sistem perlu dijadwalkan secara berkesinambungan sesuai dengan perencanaan awal yang telah ditetapkan, agar kualitas sistem tetap terjaga dengan baik.
- b. Pengadaan material listrik yang dibutuhkan hendaknya sesuai dengan jenis/ spesifikasi material yang dipakai, sehingga bisa dihasilkan kualitas sistem yang lebih baik dan murah.

5. Faktor Perencanaan Sistem

Perencanaan jaringan distribusi harus dirancang semaksimal mungkin, untuk perkembangan dikemudian hari.

Persyaratan sistem distribusi seperti diatas hanya bisa dipenuhi bila tersedia modal (investasi) yang cukup besar, sehingga sistem bisa dilengkapi dengan peralatan-peralatan yang mempunyai kualitas tinggi. Selain pemeliharaan sistem yang berkesinambungan sesuai jadwal yang ditentukan, seringkali berakibat fatal pada sistem jaringan justru karena kelalaian dalam cara pemeliharaan yang sebenarnya, disamping perencanaan awal yang kurang memenuhi syarat.

Untuk sistem tenaga listrik yang besar (*power utility*) biaya untuk sistem distribusi bisa mencapai 50 % - 60 % investasi keseluruhan yang diperlukan untuk sistem tenaga listrik. Apalagi sistem distribusi merupakan bagian yang paling banyak mengalami gangguan-gangguan sehingga bisa mengganggu kontinuitas aliran tenaga listrik pada konsumen.