

BAB II

SISTEM DISTRIBUSI LISTRIK

2.1 Sistem Jaringan Distribusi

Sistem distribusi tenaga listrik adalah penyaluran energi listrik dari pembangkit tenaga listrik (power station) hingga sampai kepada konsumen (pemakai) pada tingkat tegangan yang diperlukan. Jaringan distribusi terdistribusi dua bagian, yang pertama adalah jaringan tegangan menengah/primer (JTM) yang menggunakan tiga kawat atau empat kawat untuk tiga fasa. Jaringan distribusi primer berada antara gardu induk dan transformator distribusi. Jaringan yang kedua adalah jaringan tegangan rendah (JTR) dengan tegangan 380/220 V, dimana sebelumnya tegangan tersebut ditransformasikan oleh transformator distribusi dari 20 kV menjadi 380/220 Volt jaringan ini dikenal pula dengan jaringan distribusi sekunder. Jaringan distribusi sekunder terletak antara transformator distribusi dan sambungan pelayanan (beban) menggunakan penghantar udara terbuka atau kabel dengan sistem tiga fasa empat kawat (tiga kawat fasa dan satu kawat netral).

2.1.1 Struktur Distribusi Tenaga Listrik

1. Gardu Induk

Gardu induk merupakan transmisi/subtransmisi, transformator, peralatan proteksi, peralatan control dan pangkal saluran distribusi. Gardu induk memberikan suplai tenaga listrik ke jaringan distribusi. Tegangan yang suplai gardu induk adalah berupa tegangan menengah karena pada gardu induk tegangan tinggi yang diterima diturunkan terlebih dahulu ke tegangan menengah sebelum disalurkan ke daerah beban yang dikehendaki. Secara lebih rinci gardu induk berfungsi:

A) Mentransformasikan tenaga listrik dari tegangan tinggi yang satu ke tegangan tinggi lainnya, atau ke tegangan menengah.

B) Pengukuran, pengawasan operasi serta pengamanan sistem tenaga listrik.

2. Gardu hubung

Gardu hubung merupakan gardu penghubung antara gardu induk dengan gardu trafo distribusi. Gardu ini tidak berisikan transformator tetapi hanya perlengkapan hubung bagi (*Switch gear*) dan biasanya rel-rel (*busbars*). Gardu hubung ini terdiri dari gardu hubung spindel yang memiliki maksimum 7 unit penyulang dan gardu hubung non-spindel yang memiliki 3 unit penyulang.

3. Gardu distribusi

Gardu Distribusi adalah gardu yang berisikan trafo distribusi dan merupakan daerah / titik pertemuan antar jaringan tegangan menengah dan jaringan tegangan rendah karena pada gardu ini tegangan menengah (JTM) diubah ketegangan rendah (JTR).

2.2 Klasifikasi Sistem Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi dikategorikan kedalam beberapa jenis, sebagai berikut ;

a. Tegangan pengenalnya :

1. JTM 20 KV
2. JTR 400/230 Volt

b. Konfigurasi jaringan tegangan menengah (JTM) :

1. Jaringan distribusi pola radial
2. Jaringan distribusi pola loop
3. Jaringan distribusi pola loop radial
4. Jaringan distribusi pola grid
5. Jaringan distribusi pola spindel

c. Konfigurasi penghantar jaringan tegangan menengah (JTM):

1. Konfigurasi penghantar segitiga
2. Konfigurasi penghantar vertikal
3. Konfigurasi penghantar horisontal

d. Sistem Pentanahan Jaringan Distribusi di Indonesia:

Pentanahan titik netral adalah hubungan titik netral dengan tanah, baik langsung maupun melalui tahanan reaktansi ataupun kumparan. Di Indonesia sistem pentanahan meliputi empat macam, yaitu ;

1. Sistem distribusi tanpa pentanahan
2. Sistem distribusi pentanahan tak langsung (dengan tahanan)
3. Sistem distribusi pentanahan langsung (solid)
4. Sistem distribusi pentanahan dengan kumparan Petersen

2.3 Sistem JTM 20 KV PLN

Pasokan daya listrik pada sistem distribusi 20 KV PLN didapat dari sistem penyaluran 150 KV atau 70 KV melalui trafo tenaga yang berfungsi sebagai trafo step down 150/20 KV atau 70/20 KV yang terpasang di Gardu Induk dengan kapasitas yang bervariasi antara 5, 10, 20, 30 s/d 60MVA. Dengan berkembangnya sistem kelistrikan, sistem penyaluran 150KV PLN menjadi sudah besar sekali terinterkoneksi antara area satu dengan area lainnya. Khusus di pulau Jawa, kapasitas saluran 150 KV sudah sampai pada level 1000 s/d 2000 A per sirkit dan kapasitas hubung singkat di Bus 150 KV sudah mencapai ribuan MVA. Sistem distribusi 20 KV Keluaran dari trafo daya dikumpulkan dulu pada Bus 20 KV di kubikel Gardu Induk untuk kemudian di distribusikan melalui beberapa penyulang 20 KV ke konsumen dengan jaringan berupa Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) atau Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM). Khusus SUTM, jaringan bisa ditarik sepanjang puluhan sampai ratusan Km termasuk

percabangannya dan biasanya ada diluar kota besar. Seperti diketahui di Indonesia, jaringan dengan konduktor telanjang yang digelar di udara bebas banyak mengandung resiko terjadi gangguan hubung singkat fasa-fasa atau satu fasa-tanah. Disepanjang SUTM terdapat percabangan yang dibentuk didalam Gardu Distribusi atau Gardu Tiang. Sementara jaringan SKTM relatif lebih pendek dan berada di dalam kota besar dengan jumlah gangguan relatif sedikit. Bila terjadi gangguan itu biasanya pada sambungan yang akan merupakan gangguan permanen. Seperti halnya di jaringan SUTM, di jaringan SKTM juga terdapat Gardu Distribusi untuk percabangan ke beban konsumen atau percabangan SKTM. Seringnya gangguan hubung singkat di jaringan menyebabkan sering pula relay proteksi bekerja dan sesering itu pula trafo daya menderita pukulan hubung singkat yang dapat memperpendek umur trafo daya tersebut. Dengan sudah besarnya kapasitas sistem 150 KV, boleh dikatakan hubung singkat di Bus 20 KV tergantung dan dibatasi oleh besarnya kapasitas trafo daya.

2.4 Diagram Penyalur Tenaga Listrik



(Gambar 2.1 Diagram Penyalur Tenaga Listrik)

Peralatan utama gardu induk adalah transformator daya, panel-panel tegangan tinggi, saklar pemutus, saklar pemisah dan penghubung, arrester, rel atau busbar, rille, isolator tegangan tinggi, meter-meter dan alat ukur.



(Gambar 2.2 Jaringan Distribusi)

2.5 Peralatan Elektromekanikal dan Instalasi Listrik Bandar Udara

Peralatan elektromekanikal dan instalasi listrik di bandar udara, yaitu penyedia elektromekanikal dan instalasi yang dibutuhkan bandar udara. Peralatan-peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

2.5.1 Instalasi Penerangan Gedung, Parkir Dan Jalan

Lampu yang dipasang pada gedung dan areal parkir kendaraan pengunjung jalan akses dan tempat-tempat lain yang memerlukan penerangan yang berada di areal bandara.

2.5.2 Air Conditioning

Suatu sistem yang menjalankan suatu proses mengkondisikan udara ruangan sehingga mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan yang dipersyaratkan terhadap kondisi udara dari suatu ruangan tertentu.

2.5.3 Traction Equipments

Peralatan yang berfungsi memberikan kelancaran dan kenyamanan para pengguna jasa di terminal bandar udara dan gedung operasi keselamatan penerbangan. Peralatan tersebut meliputi garbarata, escalator, elevator, conveyor, dll.

2.5.4 Apron Flood Light

Lampu yang dipasang di sekitar apron dengan syarat-syarat tertentu untuk menerangi wilayah apron apabila apron memerlukan penerangan.

2.5.5 Wind Directional Indicator Light & Landing Direction Indicator

Lampu yang menunjukkan letak wind sock pada area dekat runway dan lampu penunjuk arah pendaratan berbentuk huruf "T" yang dapat dikontrol arahnya dengan menggunakan motor.

2.5.6 Instrument Landing Sistem (Fasilitas Bantu Pendaratan)

Fasilitas Bantu Pendaratan, adalah salah satu prasarana penunjang operasi bandara, dan dibagi menjadi dua kelompok peralatan, yaitu:

- 1) Alat Bantu Pendaratan Instrumen/ILS (Instrument Landing System)
- 2) Alat Bantu Pendaratan Visual/AFL (Airfield Lighting System)

2.6 Alat Bantu Pendaratan Instrument

2.6.1 Instrument Landing System / ILS

adalah alat bantu pendaratan instrumen (non visual) yang digunakan untuk membantu penerbang dalam melakukan prosedur pendekatan dan pendaratan pesawat di suatu bandara. Peralatan ILS terdiri atas 3(tiga) subsistem :

- 1) **Localizer** : yaitu pemancar yang memberikan sinyal pemandu azimuth, mengenai kelurusan pesawat terhadap garis tengah landasan pacu, beroperasi pada daerah frekuensi 108 MHz hingga 111,975 MHz
- 2) **Glide Slope** : yaitu pemancar yang memberikan sinyal pemandu sudut luncur pendaratan, bekerja pada frekuensi UHF antara 328,6 MHz hingga 335,4 MHz.
- 3) **Marker Beacon** : yaitu pemancar yang menginformasikan sisa jarak pesawat terhadap titik pendaratan. dioperasikan pada frekuensi 75 Hz. Marker Beacon terdiri dari 3 buah, yaitu :

A) Outer Marker (OM) : terletak 3,5 - 6 nautical miles dari landasan pacu. Outer Marker dimodulasikan dengan sinyal 400 Hz.

B) Middle Marker (MM) : terletak 1050 ± 150 meter dari landasan pacu dan dimodulasikan dengan frekuensi 1300 Hz.

C) Inner Marker (IM) : terletak 75 – 450 meter dari landasan pacu dan dimodulasikan dengan sinyal 3000 Hz.

Di Indonesia tidak di pasang IM mengingat ILS dioperasikan dengan kategori I

2.7 Runway Visual Range (RVR)

adalah suatu sistem/alat yang digunakan untuk memperoleh informasi meteorologi (cuaca) yaitu jarak tembus pandang (visibility) di sekitar runway

2.8 Airfield Lighting System (AFL)

adalah alat bantu pendaratan visual yang berfungsi membantu dan melayani pesawat terbang selama tinggal landas, mendarat dan melakukan taxi agar dapat bergerak secara efisien dan aman. Air field Lighting System (AFL) meliputi peralatan-peralatan sebagai berikut :

2.8.1 Runway Edge Light

yaitu rambu penerangan landasan pacu, terdiri dari lampu-lampu yang dipasang pada jarak tertentu di tepi kiri dan kanan landasan pacu

untuk memberi tuntunan kepada penerbang pada pendaratan dan tinggal landas pesawat terbang disiang hari pada cuaca buruk, atau pada malam hari.

2.8.2 Threshold Light

yaitu rambu penerangan yang berfungsi sebagai penunjuk ambang batas landasan, dipasang pada batas ambang landasan pacu dengan jarak tertentu memancarkan cahaya hijau jika dilihat oleh penerbang pada arah pendaratan.

2.8.3 Runway End Light

yaitu rambu penerangan sebagai alat bantu untuk menunjukkan batas akhir/ujung landasan, dipasang pada batas ambang landasan pacu dengan memancarkan cahaya merah apabila dilihat oleh penerbang yang akan tinggal landas.

2.8.4 Taxiway Light

yaitu rambu penerangan yang terdiri dari lampu-lampu memancarkan cahaya biru yang dipasang pada tepi kiri dan kanan taxiway pada jarak-jarak tertentu dan berfungsi memandu penerbang untuk mengemudikan pesawat terbangnya dari landasan pacu ke dan atau dari tempat parkir pesawat.

2.8.5 Flood Light

yaitu rambu penerangan untuk menerangi tempat parkir pesawat terbang di waktu siang hari pada cuaca buruk atau malam hari pada saat ada pesawat terbang yang menginap atau parkir.

2.8.6 Approach Light

yaitu rambu penerangan untuk pendekatan yang dipasang pada perpanjangan landasan pacu berfungsi sebagai petunjuk kepada penerbang tentang posisi, arah pendaratan dan jarak terhadap ambang landasan pada saat pendaratan.

2.8.7 PAPI (Precision Approach Path Indicator) dan VASIS (Visual Approach Slope Indicator System)

yaitu rambu penerangan yang memancarkan cahaya untuk memberi informasi kepada penerbangan mengenai sudut luncur yang benar, dan memandu penerbang melakukan pendekatan menuju titik pendaratan pada daerah touch down.

2.8.8 Rotating Beacon

yaitu rambu penerangan petunjuk lokasi bandar udara, terdiri dari 2 (dua) sumber cahaya bertolak belakang yang dipasang pada as yang dapat berputar, sehingga dapat memancarkan cahaya berputar dengan warna hijau dan putih pada umumnya Rotating Beacon dipasang diatas tower.

2.8.9 Turning area light, Apron Light, Sequence Flashing Light (SQFL), Traffic Light

yaitu rambu penerangan untuk memberi tanda bahwa didaerah ini terdapat tempat pemutaran pesawat terbang. Rambu penerangan yang terdiri dari lampu-lampu yang memancarkan cahaya merah yang dipasang di tepi Apron untuk memberi tanda batas pinggir Apron. Lampu penerangan berkedip berurutan pada arah pendekatan. SQFL dipasang pada Bar 1 s/d Bar 21 Approach Light System. Rambu penerangan berfungsi sebagai tanda untuk pengaturan kendaraan umum yang dikhawatirkan akan dapat menyebabkan gangguan terhadap pesawat terbang yang sedang mendarat. Dan juga rambu penerang lain seperti **Obstruction Light & Wind Cone**. Yaitu rambu penerangan berfungsi sebagai tanda untuk menunjukan ketinggian suatu bangunan yang dapat menyebabkan gangguan/rintangan pada penerbangan dan rambu penerangan menunjukan arah angin bagi pendaratan atau lepas landas suatu pesawat terbang.