

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. TINJAUAN PUSTAKA

Untuk membantu pembuatan proyek akhir yang berhubungan dengan pengujian dan pengaruh penggunaan Automatic Change Over pada pelanggan premium untuk meminimalisirkan pemadaman, dibutuhkan adanya beberapa referensi yang dapat menjadi acuan penulis dalam melakukan penelitian.

1. Eko Susilo. 2017. Dalam karya ilmiah yang berjudul *Kubikel Automatic Change Over (ACO)*, PT.PLN (Persero) Area Menteng. Menjelaskan tentang pengertian kubikel ACO, prinsip kerja, tipe-tipe, pengoperasian ACO.
2. Nur Hidayati. 2014. Dalam proyek akhirnya yang berjudul *Pengujian Panel Automatic Transfer Switch (ATS) – Automatic Main Failure (AMF) genset 2000 KVA 400 Volt*, Tugas Akhir DIII Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik PLN. Menjelaskan tentang proses perakitan panel, prinsip kerja panel ATS-AMF, baik itu fungsi, bagian-bagian, cara pemasangannya, cara kerja dari sistem kontrol ATS-AMF untuk mengatur otomatisasi dan tahap pengujian panel.
3. Wily Adde Fitria Kenaka. 2018. Dalam makalah uji portofolio kompetensi yang berjudul *Efektivitas Penggunaan Kubikel Automatic Change Over (ACO) 20 kV Terhadap Recovery Time Gangguan Pasokan Listrik Pelanggan Premium*, PT.PLN (Persero) Area Menteng menjelaskan tentang penerapan sistem, bagian-bagian, dari ACO dan efektivitas penggunaan ACO terhadap pelanggan.

2.2. LANDASAN TEORI

2.2.1. Sistem Distribusi

Sistem tenaga listrik terdiri atas tiga subsistem pokok, yaitu subsistem pembangkit, subsistem transmisi dan subsistem distribusi. Sistem distribusi adalah sistem yang berfungsi mendistribusikan tenaga listrik kepada konsumen. Sistem distribusi ini berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar sampai ke konsumen.

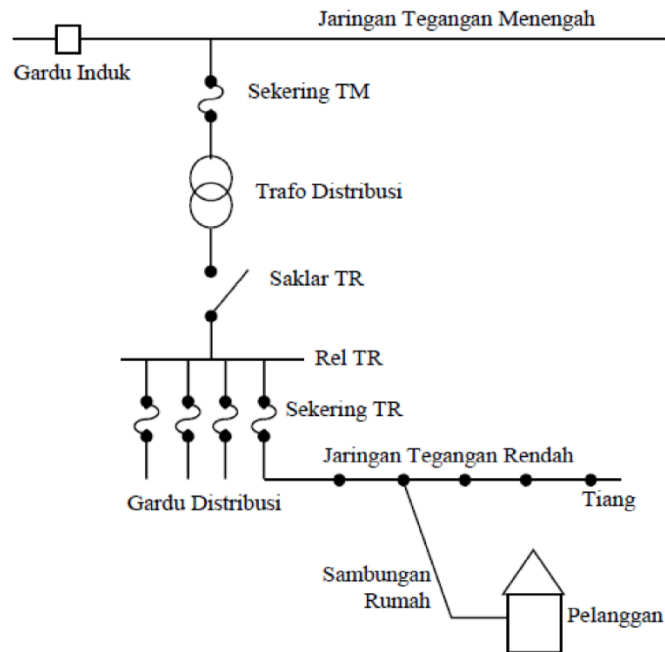
Bagian-bagian sistem jaringan distribusi adalah :

1. Gardu Induk distribusi.
2. Jaringan Distribusi Primer atau Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20kV.
3. Gardu Distribusi.
4. Jaringan Distribusi Sekunder atau Jaringan Tegangan Rendah (JTR) 220/380 Volt.

Saluran distribusi dibagi menjadi dua sub bagian yaitu jaringan distribusi tegangan menengah dan jaringan distribusi tegangan rendah.

1. Sistem Jaringan Distribusi Tegangan Menengah

Sistem distribusi tegangan menengah disebut juga sistem distribusi primer yang mempunyai tegangan kerja diatas 1 kV dan setinggi-tingginya 35 kV. Sistem jaringan tegangan menengah adalah jaringan pendistribusian tegangan menengah yang disalurkan oleh gardu induk atau gardu hubung yang kemudian akan diubah menjadi tegangan rendah melalui gardu distribusi. Penyaluran pada sistem ini ada 2 yaitu Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) dan Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM).



Gambar 2.1 hubungan tegangan menengah ke tegangan rendah

Jaringan Tegangan Menengah meliputi :

- Gardu Induk (GI) berfungsi menerima daya listrik dari jaringan subtransmisi dan menurunkan tegangannya menjadi tegangan jaringan distribusi primer.
- Gardu Hubung (GH) berfungsi menerima daya listrik dari gardu induk yang telah diturunkan menjadi tegangan menengah dan menyalurkan atau membagi daya listrik tanpa mengubah tegangannya melalui jaringan distribusi primer (JTM) menuju gardu atau transformator distribusi.
- Gardu Distribusi adalah bagian yang berfungsi untuk menurunkan tegangan primer (tegangan menengah) menjadi tegangan sekunder (tegangan rendah).
- Feeder (penyulang) dalam jaringan distribusi merupakan saluran yang menghubungkan gardu induk dengan gardu distribusi.

2. Sistem Jaringan Distribusi Tegangan Rendah

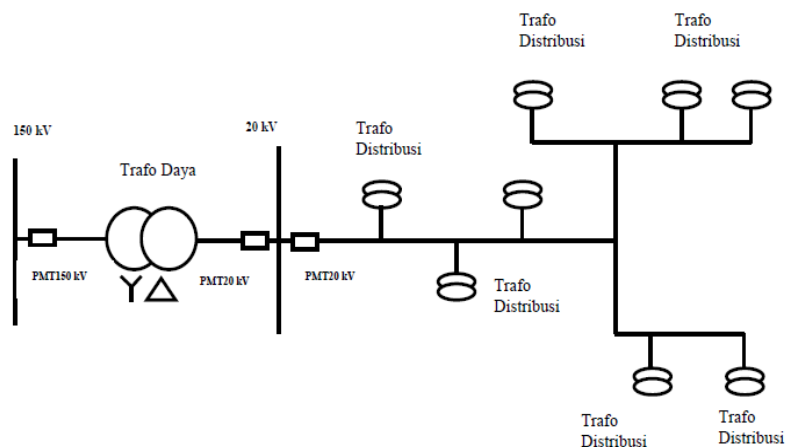
Sistem distribusi tegangan rendah disebut juga sistem distribusi sekunder, sistem ini memiliki tegangan kerja setinggi-tingginya 1 kV dan tegangan nominal 380/220 Volt. Sistem distribusi tegangan rendah berfungsi untuk menyalurkan / menghubungkan sisi tegangan rendah transformator distribusi ke konsumen menggunakan jaringan hantaran udara 3 fasa 4 kawat kecuali untuk daerah – daerah khusus dengan pertimbangan keindahan, keselamatan dan keandalan yang tinggi dipergunakan sistem kabel bawah tanah.

2.2.2. Konfigurasi Jaringan Tenaga Listrik

Secara umum sistem distribusi memiliki beberapa konsep konfigurasi jaringan tenaga listrik, yaitu :

1. Jaringan Radial

Jaringan radial adalah sistem distribusi yang paling sederhana dan ekonomis. Dinamakan radial karena saluran ini ditarik secara radial dari suatu titik yang merupakan sumber dari jaringan itu dan dicabang – cabangkan ke titik – titik beban yang dilayani. Pada sistem ini memiliki beberapa penyulang yang menyuplai beberapa gardu distribusi secara radial.

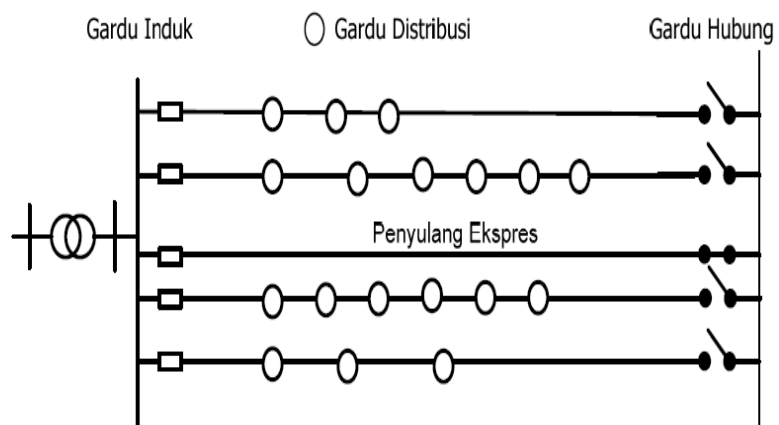


Gambar 2.2. Konfigurasi Jaringan Radial

Dalam penyulang tersebut dipasang gardu-gardu distribusi untuk konsumen. Gardu distribusi adalah tempat dimana trafo untuk konsumen dipasang. Bisa dalam bangunan beton atau diletakan diatas tiang. Keuntungan dari sistem ini adalah sistem ini tidak rumit dan lebih murah dibanding dengan sistem yang lain. Namun keandalan sistem ini lebih rendah dibanding dengan 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 diujung saluran dan kontinuitas pelayanan daya kurang terjamin sebab antara titik sumber dan titik beban hanya ada satu alternatif saluran sehingga bila saluran tersebut mengalami gangguan maka akan mengalami "*black out*" secara total. Untuk melokalisir gangguan pada bentuk radial ini biasanya dilengkapi dengan peralatan pengaman, fungsinya untuk membatasi daerah yang mengalami pemadaman total, yaitu daerah saluran sesudah atau dibelakang titik gangguan selama gangguan belum teratasi.

2. Jaringan Spindel

Jaringan spindel adalah suatu pola kombinasi jaringan dari pola Radial dan Ring. Jaringan spindel terdiri dari beberapa penyulang (feeder) yang tegangannya diberikan dari Gardu Induk dan tegangan tersebut berakhir pada sebuah Gardu Hubung (GH).



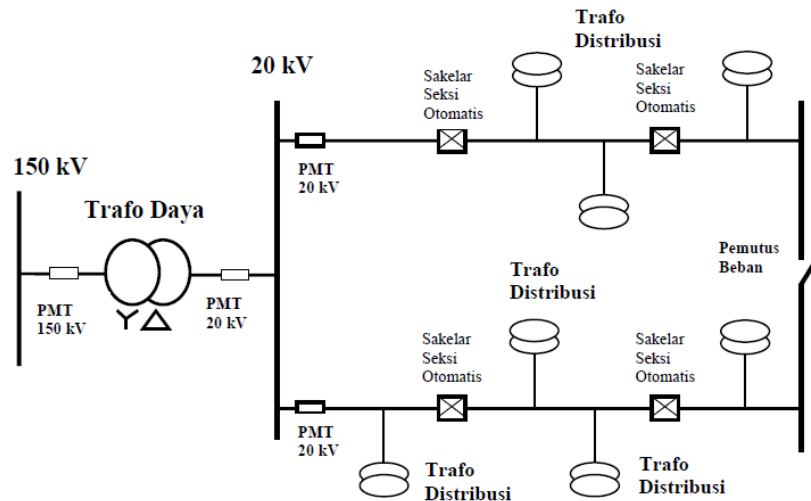
Gambar 2.3. Konfigurasi Jaringan Spindel

Pada jaringan spindel biasanya terdiri dari beberapa penyulang aktif dan sebuah penyulang cadangan (express) yang akan dihubungkan melalui gardu hubung. Pola Spindel biasanya digunakan pada jaringan tegangan menengah (JTM) yang menggunakan kabel tanah/saluran kabel tanah tegangan menengah (SKTM). Namun pada pengoperasiannya, sistem Spindel berfungsi sebagai sistem Radial. Di dalam sebuah penyulang aktif terdiri dari gardu distribusi yang berfungsi untuk mendistribusikan tegangan kepada konsumen baik konsumen tegangan rendah (TR) atau tegangan menengah (TM).

3. Jaringan *Loop/Ring*

Jaringan ini merupakan bentuk tertutup, disebut juga bentuk jaringan ring. Susunan rangkaian saluran membentuk ring, seperti terlihat pada gambar 2.4 yang memungkinkan titik beban terlayani dari dua arah saluran, sehingga kontinuitas pelayanan lebih terjamin serta kualitas dayanya menjadi lebih baik, karena *drop voltage* dan rugi daya pada saluran menjadi lebih kecil. Bila terjadi gangguan pada jaringan primernya, maka pemutus beban yang di GI akan membuka dan ini menyebabkan semua gardu distribusi akan mengalami pemadaman. Semua sirkuit dari penyulang primer

ini biasanya diambil sama dan perlu dirancang agar tidak akan berbeban lebih bila satu sirkuitnya tidak berfungsi.



Gambar 2.4. Konfigurasi Jaringan *Loop/Ring*

4. Jaringan Anyaman (*Mesh/Grid*)

Pola jaringan ini mempunyai beberapa rel daya dan antara rel-rel tersebut dihubungkan oleh saluran penghubung yang disebut *tie feeder*. Dengan demikian setiap gardu distribusi dapat menerima atau mengirim daya dari atau ke rel lain. Keuntungan dari jenis jaringan ini adalah:

- Kontinuitas pelayanan lebih baik dari pola radial atau loop.
- Fleksibel dalam menghadapi perkembangan beban.
- Sesuai untuk daerah dengan kerapatan beban yang tinggi. Adapun kerugiannya terletak pada sistem proteksi yang rumit dan mahal dan biaya investasi yang juga mahal.

2.2.3. Saluran Udara Tegangan Menengah dan Saluran Kabel Tegangan Menengah

1. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) adalah sebagai konstruksi termurah untuk penyaluran tenaga listrik pada daya yang sama. Konstruksi ini terbanyak digunakan untuk konsumen jaringan Tegangan Menengah yang digunakan di Indonesia. Ciri utama jaringan ini adalah penggunaan penghantar telanjang yang ditopang dengan isolator pada tiang besi / beton. Penggunaan penghantar telanjang, dengan sendirinya harus diperhatikan faktor yang terkait dengan keselamatan ketenagalistrikan seperti jarak aman minimum yang harus dipenuhi penghantar bertegangan 20 kV tersebut antar fasa atau dengan bangunan atau dengan tanaman atau dengan jangkauan manusia.

2. Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM)

Konstruksi SKTM ini adalah konstruksi yang aman dan handal untuk mendistribusikan tenaga listrik Tegangan Menengah, tetapi relatif lebih mahal untuk penyaluran daya yang sama. Keadaan ini dimungkinkan dengan konstruksi isolasi penghantar per fasa dan pelindung mekanis yang dipersyaratkan. Penggunaan Saluran Kabel bawah tanah Tegangan Menengah (SKTM) sebagai jaringan utama pendistribusian tenaga listrik adalah sebagai upaya utama peningkatan kualitas pendistribusian. Dibandingkan dengan SUTM, penggunaan SKTM akan memperkecil resiko kegagalan operasi akibat faktor eksternal / meningkatkan keamanan ketenagalistrikan.

2.2.4. Kubikel

Kubikel adalah suatu perlengkapan atau peralatan listrik yang berfungsi sebagai pengendali, penghubung dan pelindung serta membagi tenaga listrik dari sumber tenaga listrik. Istilah umumnya mencakup

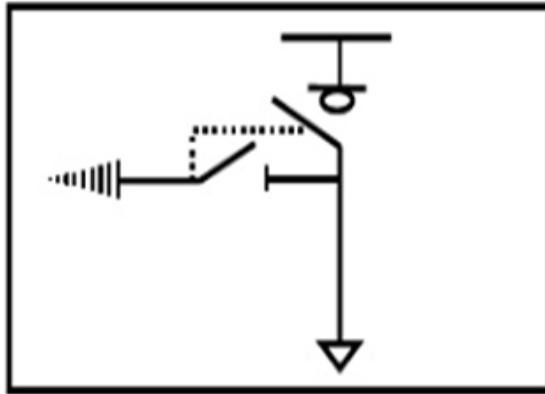
peralatan switching dan kombinasi dengan peralatan kontrol, pengukuran, proteksi dan peralatan pengatur .



Gambar 2.5 Bentuk Kubikel

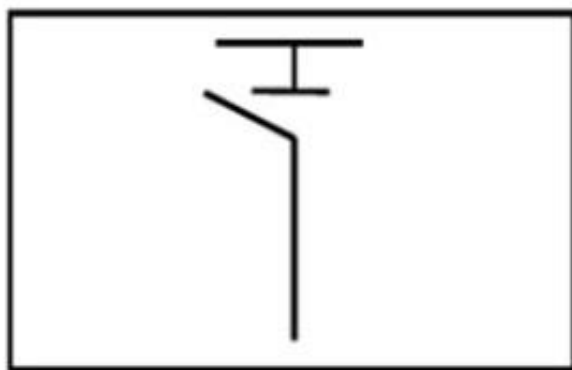
Jenis dan Fungsi Kubikel :

1. Kubikel Pemutus Beban (*Load Break Switch*) adalah peralatan hubung yang digunakan sebagai pemutus tenaga dengan beban normal. LBS berfungsi sebagai pemutus atau penghubung aliran listrik 20 kV, kontak penghubung dilengkapi dengan peredam busur api sehingga dapat dioperasikan dalam keadaan berbeda bisa terpasang pada Kabel *incoming* atau *outgoing* gardu distribusi atau gardu hubung. Pada umumnya kubikel LBS dilengkapi dengan saklar pentanahan yang terdapat didalam tabung atau terpisah diluar tabung yang bekerjanya interkoneksi dengan LBS.



Gambar 2.6 Simbol diagram kubikel LBS

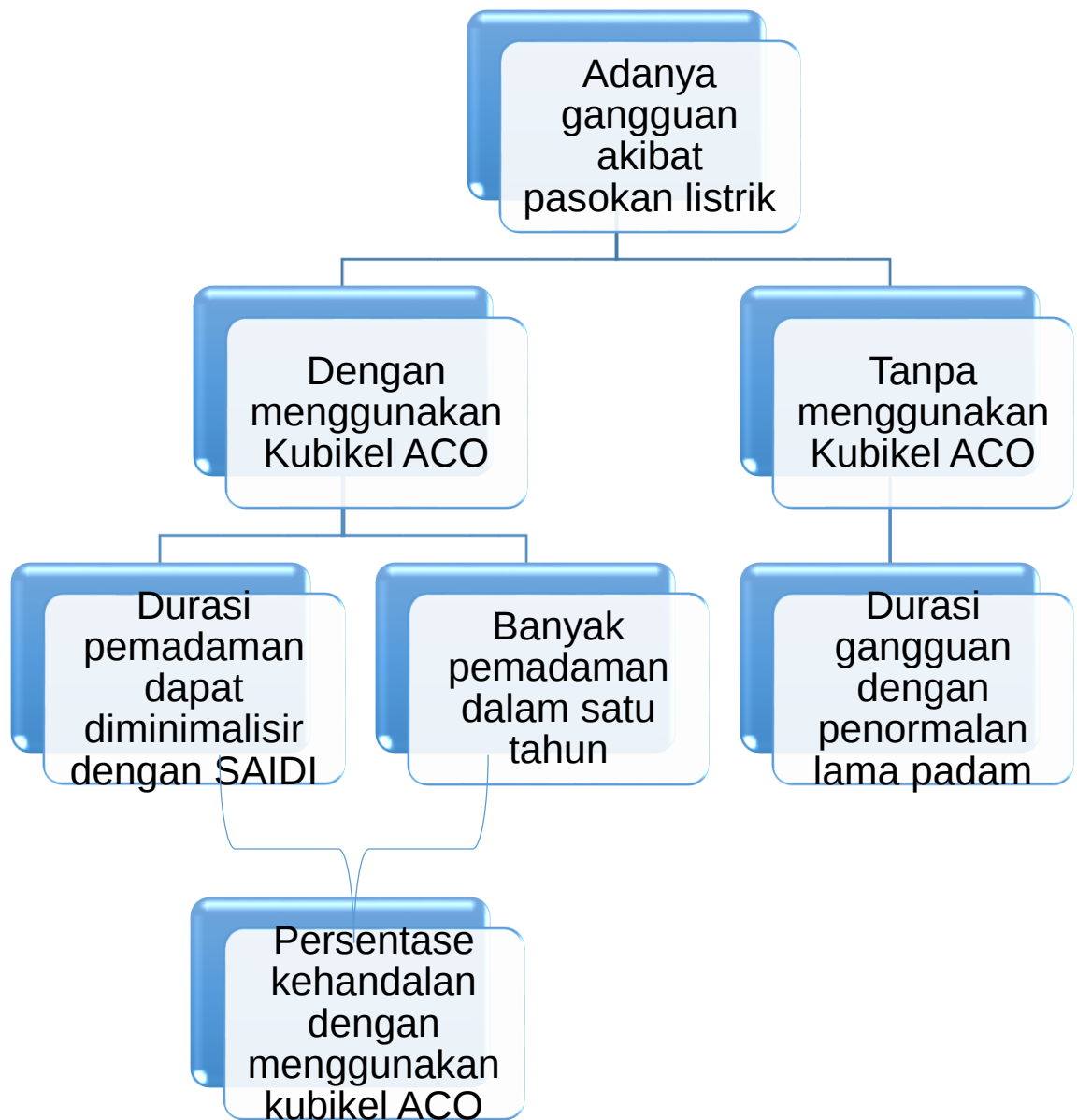
2. Kubikel Pemutus Tenaga (PMT) adalah alat pemutus tenaga listrik yang berfungsi untuk membuka dan menutup aliran listrik dalam keadaan berbeban atau tidak berbeban, termasuk pemutus pada saat terjadi hubungan singkat.
3. Kubikel Pemisah (PMS) atau sering disebut disconnecting switch adalah kubikel yang hanya boleh dioperasikan tanpa arus. Berfungsi sebagai pemutus atau penghubung aliran listrik 20 kV kontak penghubung tidak dilengkapi alat peredam busur api sehingga posisi alat kontak (buka/tutup) harus dilakukan dalam keadaan tidak berbeda. Bisa terpasang pada sisi kabel *incoming* gardu distribusi.



Gambar 2.7 Simbol diagram kubikel PMS

2.3. Kerangka Pemikiran

Adapun kerangka kerja penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 2.8 Kerangka Pemikiran