

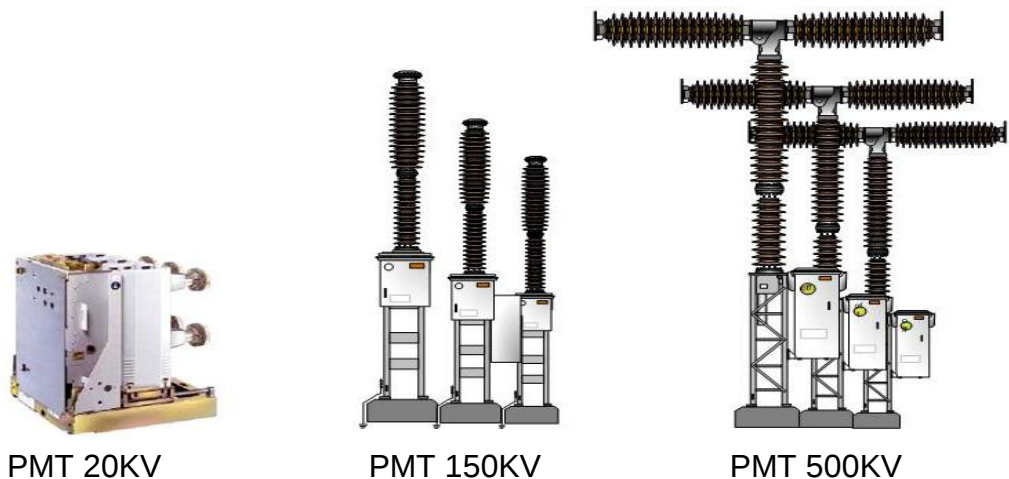
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. PENGERTIAN PMT

Berdasarkan *IEV (International Electrotechnical Vocabulary)* 441-14-20 disebutkan bahwa Circuit Breaker (CB) atau Pemutus Tenaga (PMT) merupakan peralatan saklar / switching mekanis, yang mampu menutup, mengalirkan dan memutus arus beban dalam kondisi normal serta mampu menutup, mengalirkan (dalam periode waktu tertentu) dan memutus arus beban dalam spesifik kondisi abnormal / gangguan seperti kondisi short circuit / hubung singkat.

Fungsi utamanya adalah sebagai alat pembuka atau penutup suatu rangkaian listrik dalam kondisi berbeban, serta mampu membuka atau menutup saat terjadi arus gangguan (hubung singkat) pada jaringan atau peralatann lain.



Gambar 2.1 Macam – macam PMT

2.2 KLASIFIKASI PMT

Klasifikasi Pemutus Tenaga dapat dibagi atas beberapa jenis, antara lain:

2.2.1 Berdasarkan jumlah mekanik penggerak / tripping coil

PMT dapat dibedakan menjadi :

1. PMT *Single Pole*

PMT type ini mempunyai mekanik penggerak pada masing-masing *pole*, umumnya. PMT jenis ini dipasang pada bay penghantar agar PMT bisa reclose satu fasa.

2. PMT *Three Pole*

PMT jenis ini mempunyai satu mekanik penggerak untuk tiga fasa, guna menghubungkan fasa satu dengan fasa lainnya di lengkapi dengan kopel mekanik, umumnya PMT jenis ini di pasang pada bay trafo dan bay kopel serta PMT 20 kV untuk distribusi.

2.2.2 Berdasarkan media isolasi

Jenis PMT dapat dibedakan menjadi :

1. PMT Gas SF₆
2. PMT Minyak
3. PMT Udara Hembus (*Air Blast*)
4. PMT Hampa Udara (*Vacuum*)

2.2.3 Berdasarkan proses pemadaman busur

PMT SF₆ dapat dibagi dalam 2 (dua) jenis, yaitu :

1. PMT Jenis Tekanan Tunggal (*single pressure type*)

PMT terisi gas SF₆ dengan tekanan kira-kira 5 Kg / cm², selama terjadi proses pemisahan kontak – kontak, gas SF₆ ditekan (*fenomena thermal overpressure*) ke dalam suatu tabung/cylinder yang menempel pada kontak bergerak selanjutnya saat terjadi pemutusan, gas SF₆ ditekan melalui *nozzle* yang menimbulkan tenaga hembus/tiupan dan tiupan ini yang memadamkan busur api.

2. PMT Jenis Tekanan Ganda (*double pressure type*)

PMT terisi gas SF₆ dengan sistim tekanan tinggi kira-kira 12 Kg / cm² dan sistim tekanan rendah kira-kira 2 Kg / cm², pada waktu pemutusan busur api gas SF₆ dari sistim tekanan tinggi dialirkan melalui *nozzle* ke sistim tekanan rendah. Gas pada sistim tekanan rendah kemudian dipompakan kembali ke sistim tekanan tinggi, saat ini PMT SF₆ tipe ini sudah tidak diproduksi lagi.

2.3 KOMPONEN DAN FUNGSI PMT

Sistem Pemutus (PMT) terdiri dari beberapa sub-sistem yang memiliki beberapa komponen. Pembagian komponen dan fungsi dilakukan, sebagai berikut :

2.3.1 Mekanik Penggerak

Berfungsi menggerakkan kontak gerak (*moving contact*) untuk operasi pemutusan atau penutupan PMT.

Terdapat beberapa jenis sistem penggerak pada PMT, antara lain :

1. Penggerak pegas (*Spring Drive*)

Mekanis penggerak PMT dengan menggunakan pegas (*spring*) terdiri dari 2 macam, yaitu :

a. Pegas pilin (*helical spring*)

PMT jenis ini menggunakan pegas pilin sebagai sumber tenaga penggerak yang di tarik atau di regangkan oleh motor melalui rantai.

b. Pegas gulung (*scroll spring*)

PMT ini menggunakan pegas gulung untuk sumber tenaga penggerak yang di putar oleh motor melalui roda gigi.

2. Penggerak Hidrolik

Penggerak mekanik PMT hidrolik adalah rangkaian gabungan dari beberapa komponen mekanik, elektrik dan hidrolik *oil* yang dirangkai sedemikian rupa sehingga dapat berfungsi sebagai penggerak untuk membuka dan menutup PMT.

3. Penggerak Pneumatic

Penggerak mekanik PMT pneumatic adalah rangkaian gabungan dari beberapa komponen mekanik, elektrik dan udara

bertekanan yang dirangkai sedemikian rupa sehingga dapat berfungsi sebagai penggerak untuk membuka dan menutup PMT.

4. *SF₆ Gas Dynamic*

PMT jenis ini media memanfaatkan tekanan gas SF₆ yang berfungsi ganda selain sebagai pemadam tekanan gas juga dimanfaatkan sebagai media penggerak.

Setiap PMT terdiri dari 3 identik *pole*, dimana masing – masing merupakan unit komplit dari *Interrupter*, isolator tumpu, dan power aktuator yang digerakkan oleh gas SF₆ masing – masing *pole* dalam *cycle* tertutup.

Energi untuk menggerakkan kontak utama terjadi karena adanya perbedaan tekanan gas SF₆ antara :

- a. Volume yang terbentuk dalam *interrupter* dan isolastor tumpu.
- b. Volume dalam enclosure mekanik penggerak

2.3.2 Control / Auxiliary Circuit

Terdiri dari :

1. Lemari mekanik / kontrol

Berfungsi untuk melindungi peralatan tegangan rendah dan sebagai tempat secondary equipment.

2. Terminal dan Wiring control

Sebagai terminal wiring kontrol PMT serta memberikan trigger pada mekanik penggerak untuk operasi PMT.



Gambar 2.2 Lemari mekanik / kontrol

2.3.3 Struktur Mekanik

Terdiri dari struktur besi/beton serta pondasi sebagai dudukan struktur peralatan Pemutus (PMT).

1. Struktur besi / baja atau beton

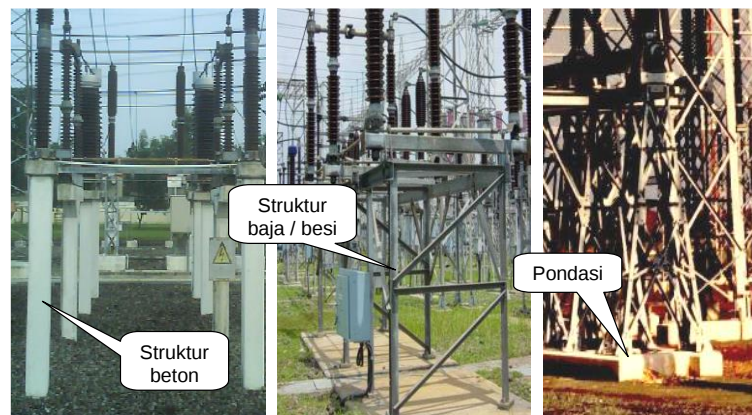
Adalah rangkaian besi / baja atau beton yang dibentuk sedemikian rupa sehingga bentuk dan ukuran disesuaikan dengan kebutuhan peralatan yang akan dipasang.

Berfungsi sebagai penyangga peralatan / dudukan PMT yang bahannya terbuat dari besi / baja atau beton.

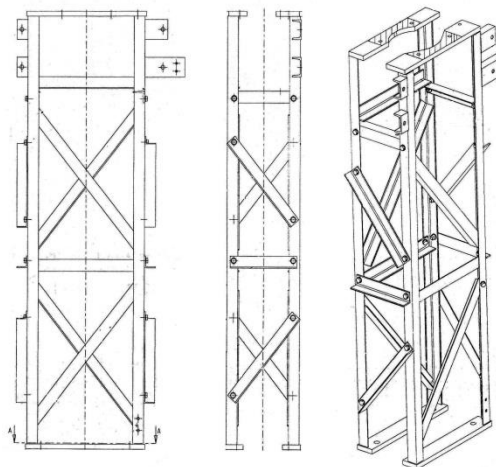
2. Pondasi

. Adalah bagian dari suatu sistem rekayasa teknik yang mempunyai fungsi untuk memikul beban luar yang bekerja dan beratnya sendiri yang pada akhirnya didistribusikan dan disebarkan pada lapisan tanah dan batuan yang berada dibawahnya untuk distabilisasi

Sebagaiudukan struktur peralatan PMT, terbuat dari beton.



Gambar 2.3 Struktur mekanik

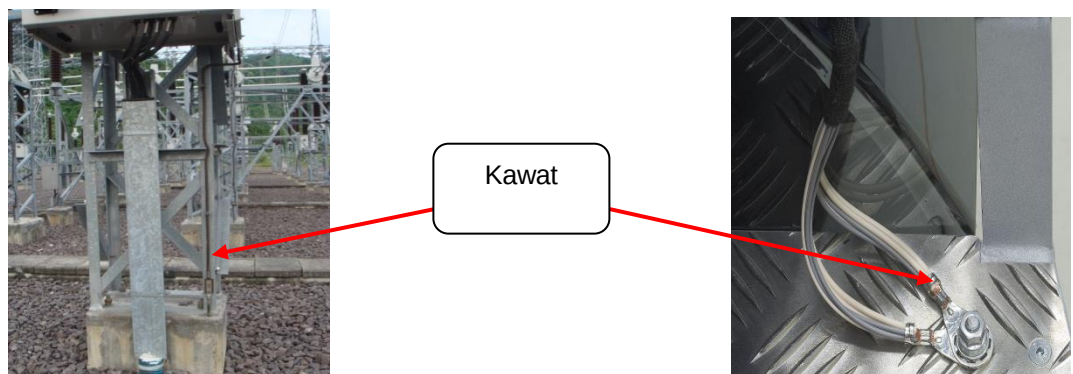


Gambar 2.4 Struktur besi / baja

2.3.4 Sistem Pentanahan / *Grounding*

Sistem pentanahan atau biasa disebut sebagai *grounding* adalah sistem pengamanan terhadap perangkat-perangkat yang mempergunakan listrik sebagai sumber tenaga, dari lonjakan listrik, petir dan lain-lain.

Fungsi pentanahan peralatan listrik adalah untuk menghindari bahaya tegangan sentuh bila terjadi gangguan atau kegagalan isolasi pada peralatan / instalasi dan pengaman terhadap peralatan.



Gambar 2.5 Pentanahan

2.3.5 Media pemadam busur api

Berfungsi sebagai media pemadam busur api yang timbul pada saat PMT bekerja membuka atau menutup. Berdasarkan media pemadam busur api, PMT dapat dibedakan menjadi beberapa macam, antara lain :

1. Pemadam busur api dengan gas SF₆

Menggunakan gas SF₆ sebagai media pemadam busur api yang timbul pada waktu memutuskan arus listrik.

Sebagai isolasi, gas SF₆ mempunyai kekuatan dielektrik yang lebih tinggi dibandingkan dengan udara dan kekuatan dielektrik ini bertambah seiring dengan pertambahan tekanan.

Umumnya PMT jenis ini merupakan tipe tekanan tunggal (*single pressure type*), dimana selama operasi membuka atau menutup PMT, gas SF₆ ditekan ke dalam suatu tabung/silinder yang menempel pada kontak bergerak. Pada waktu pemutusan, gas SF₆ ditekan melalui *nozzle* dan tiupan ini yang mematikan busur api.

2. Pemadam busur api dengan *oil* / minyak

Menggunakan minyak isolasi sebagai media pemadam busur api yang timbul pada saat PMT bekerja membuka atau menutup.

Jenis PMT dengan minyak ini dapat dibedakan menjadi :

- a. PMT menggunakan banyak minyak (*bulk oil*)
- b. PMT menggunakan sedikit minyak (*small oil*)

PMT jenis ini digunakan mulai dari tegangan menengah 6 kV sampai tegangan ekstra tinggi 425 kV dengan arus nominal 400 A sampai 1250 A dengan arus pemutusan simetris 12 kA sampai 50 kA.

3. Pemadam busur api dengan udara hembus / *air blast*

PMT ini menggunakan udara sebagai media pemadam busur api dengan menghembuskan udara ke ruang pemutus. PMT ini disebut juga sebagai PMT Udara Hembus (*Air Blast*).

4. Pemadam busur api dengan Hampa Udara (Vacuum)

Ruang hampa udara mempunyai kekuatan dielektrik (*dielektrik strength*) yang tinggi dan sebagai media pemadam busur api yang baik. Saat ini, PMT jenis vacuum umumnya digunakan untuk tegangan menengah (24kV).

Jarak (gap) antara kedua katoda adalah 1 cm untuk 15 kV dan bertambah 0,2 cm setiap kenaikan tegangan 3 kV. Untuk pemutus vacuum tegangan tinggi, digunakan PMT jenis ini dengan dihubungkan secara serie.

Ruang kontak utama (*breaking chambers*) dibuat dari bahan antara lain porcelain, kaca atau plat baja yang kedap udara. Ruang kontak utamanya tidak dapat dipelihara dan umur kontak utama sekitar 20 tahun. Karena kemampuan ketegangan dielektrikum yang tinggi maka bentuk pisik PMT jenis ini relatif kecil.

2.4 Gas SF₆

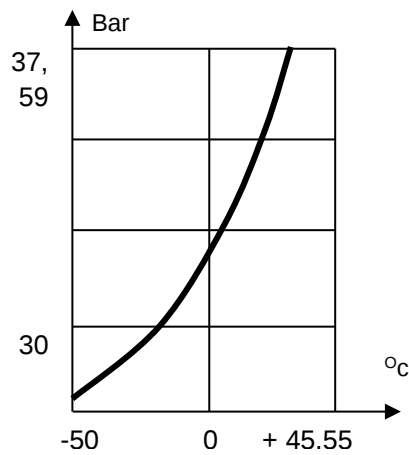
Sebagaimana diketahui Gas SF₆ pada Pemutus Tenaga (PMT) berfungsi sebagai media pemadam busur api listrik saat terjadi pemutusan arus listrik (arus beban atau arus gangguan) dan sebagai isolasi antara bagian – bagian yang bertegangan (kontak tetap dengan kontak bergerak

pada ruang pemutus) dalam PMT, juga sebagai isolasi antara bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan pada PMT. Saat ini gas SF₆ banyak digunakan pada PMT atau GIS (*Gas Insulating Switchyard*) mulai dari tegangan 20 kV sampai dengan 500 kV karena gas SF₆ mempunyai sifat / karakteristik yang lebih baik dari jenis media pemutus lainnya.

Karakteristik / sifat gas SF₆ yang dimaksud adalah sebagai berikut :

2.4.1 Sifat fisik

Gas SF₆ murni (pada tekanan absolut = 1013 mbar dan temperatur = 20⁰ C) tidak berwarna, tidak berbau dan tidak beracun dengan berat isi 6,14 kg / m³ dan sifat lainnya adalah mempunyai berat molekul 146,7 gram, temperatur kritis 45,55⁰ C dan tekanan absolut kritis 37,59 bar seperti terlihat pada grafik dibawah ini :



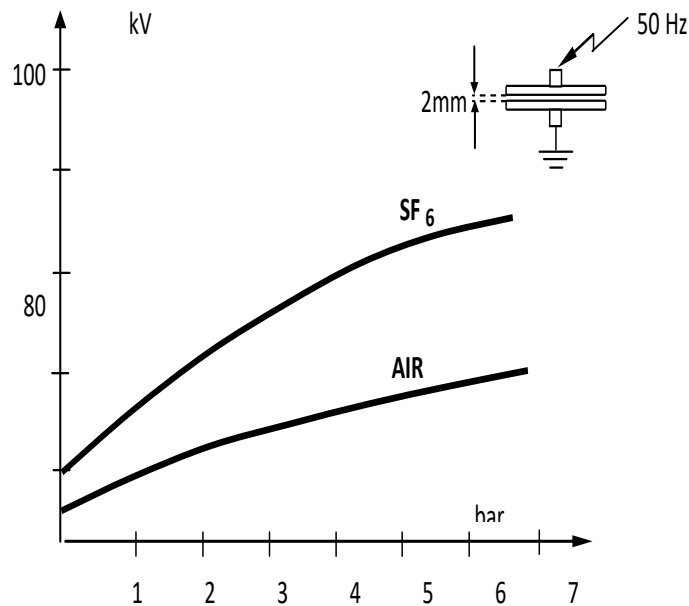
Gambar 2.6 SF₆ *saturated vapour absolute pressure*

2.4.2 Sifat Kimia

Sifat kimiawi gas SF_6 sangat stabil, pada ambient temperatur dapat berupa gas netral dan juga sifat pemanasannya sangat stabil. Pada temperatur diatas 150°C mempunyai sifat tidak merusak metal, plastik dan bermacam-macam bahan yang umumnya digunakan dalam pemutus tenaga tegangan tinggi.

2.4.3 Sifat Listrik

Sebagai isolasi listrik, gas SF_6 mempunyai kekuatan dielektrik yang tinggi, 2,35 kali kekuatan dielektrik udara dan kekuatan dielektrik ini bertambah dengan pertambahan tekanan dan mampu mengembalikan kekuatan dielektrik dengan cepat setelah arus bunga api listrik melalui titik nol, seperti terlihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 2.7 SF_6 dan Air disruptive voltage vs absolute pressur Pemeriksaan