

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Coil

Trip Coil Supervisory (TCS) atau dalam bahasa Indonesia dikenal dengan rangkaian pengawas trip yang berfungsi untuk mengawasi rangkaian trip coil pada PMT. Rangkaian TCS ini bekerja terus menerus baik dalam kondisi PMT On maupun Off. Apabila rangkaian tripping terputus maka TCS akan memberikan indikasi berupa alarm dan apabila PMT dalam Kondisi Off akan memblokir rangkaian closing. PMT tidak akan bisa dimasukkan selama penyebab bekerjanya TCS belum ditemukan.

Coil merupakan alat yang terdiri dari beberapa lilitan dan mempunyai prinsip kerja yakni medan magnet. Kedua ujung terminal *coil* jika diberikan tegangan akan menimbulkan arus yang dapat membangkitkan medan magnet, kemudian medan magnet tersebut akan menggerakkan rod pada *coil* dengan menonjolkan pin *spring* yang selanjutnya akan menutup atau membuka PMT.

Coil ini mempunyai peranan penting dalam sistem penyaluran tenaga listrik, karena memberikan informasi lebih dini apabila terjadi ketidaksiapan rangkaian tripping. Apabila rangkaian tripping tidak siap dan terjadi gangguan maka PMT tidak akan trip, dan gangguan akan meluas dan menimbulkan kerugian yang besar. Akan tetapi, anomaly yang terjadi pada rangkaian *coil* juga dapat menyebabkan PMT trip tanpa indikasi, misalnya jika R *coil short* sehingga mentripping PMT, karena pemasangan rangkaian *coil* parallel dengan rangkaian tripping.

[3] IEC 60694 ed.2.2: 2002-01, *Common Specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards*, 2002.

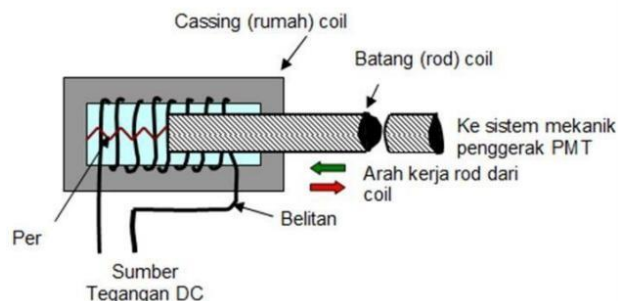
2.1.1. Nilai resistansi *coil*

Pengukuran nilai resistansi *coil* bertujuan untuk mengetahui apakah sebuah *coil* pada PMT masih layak digunakan atau tidak. Berdasarkan pada **KEPDIR 0520-2.K.DIR.2014** tentang standar nilai resistansi *coil*, mengacu pada nilai pabrikasi untuk resistansi *coil* sebesar 50Ω . Jika nilai resistansi *coil* melebihi batas dari nilai yang telah ditetapkan, maka kemungkinan *coil* tersebut sudah rusak. Pengukuran dilakukan dengan mengukur langsung *coil* yang digunakan pada masing-masing fasa PMT menggunakan multimeter digital.

2.1.2. Tegangan minimum *coil*

Tegangan minimum *coil* bertujuan untuk mengetahui berapa besar nilai tegangan minimal sumber DC yang dapat mengerjakan sebuah *coil*, sehingga kita dapat mengetahui fungsi dari *coil* tersebut apakah masih baik atau tidak. Setiap PMT baik yang *single pole* maupun yang *three pole* mempunyai jumlah tripping yang berbeda. Jumlah *tripping coil* pada saat *open* biasanya lebih banyak dari pada jumlah *tripping* pada saat *close*, hal ini disebabkan faktor keamanan pola operasi system PMT.

Tegangan minimum *coil* mempunyai nilai standar dalam operasionalnya. Berdasarkan standar **IEC (International Electrotechnical Commission) 60947-4-1 amd1: 2002-09** (*Common Specifications for Low-Voltage Switchgear and Controlgear Standards*) merekomendasikan batasan relatif toleransi untuk suplai tegangan DC sebesar 80%-110% dari tegangan normal.



Gambar 2. 1. Prinsip kerja coil

2.2. Definisi Pemutus Tenaga (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 kondisi abnormal/gangguan seperti kondisi hubung singkat (*short circuit*).

Sedangkan definisi PMT berdasarkan *IEEE C37.100:1992 (Standard definitions for power switchgear)* adalah peralatan saklar/*switching* mekanis, yang mampu menutup, mengalirkan dan memutus arus beban dalam kondisi normal sesuai dengan ratingnya serta mampu menutup, mengalirkan (dalam periode waktu tertentu) dan memutus arus beban dalam spesifik kondisi abnormal/gangguan sesuai dengan ratingnya.

Pemutus tenaga berfungsi 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 peralatan lain [4].



Gambar 2. 2. Pemutus Tenaga (PMT) 150KV

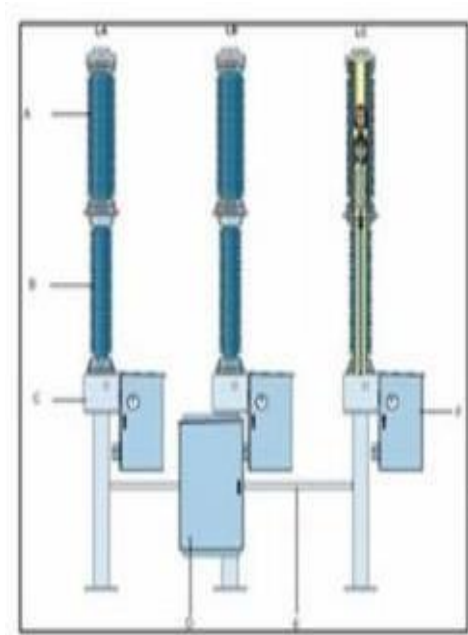
[4] P.P (Persero), *Buku Petunjuk Operasi Operasi dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik*, Jakarta: Perusahaan Umum Listrik Negara, 1984

2.2.1. Jumlah mekanik penggerak PMT

Berdasarkan jumlah mekanik penggerak/*tripping coil*, PMT dapat dibedakan menjadi beberapa jenis diantaranya:

2.2.1.1. pemutus tenaga (PMT) *single pole*

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



Gambar 2. 3. PMT Single Pole

Keterangan gambar 2.3:

- a. Ruang pemutus (*interrupting chamber*)
- b. Isolator *support*
- c. Kerangka (*support structure*)
- d. Lemari kontrol local
- e. *Wiring* dan pipa gasSF6
- f. Lemari mekanik penggerak

2.2.1.2. pemutus tenaga (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 dipasang pada bay trafo dan bay kopel serta PMT 20 kV untuk distribusi.



Gambar 2. 4. PMT three pole

Keterangan gambar 2.4:

1. Pondasi
2. Kerangka (*structure*)
3. Mekanik penggerak
4. Isolator support
5. Ruang pemutus
6. 6a. Terminal utama atas
6b. Terminal utama bawah
7. Lemari kontrol lokal
8. Pentanahan (*grounding*)
9. Pipa gas SF6 dan jalur kabel control

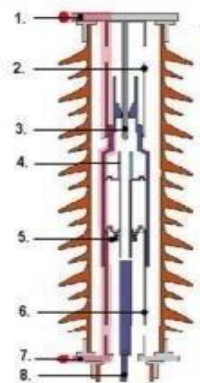
2.2.2. Komponen pemutus tenaga (PMT)

Sistem pemutus pada PMT terdiri dari beberapa komponen. Berikut adalah komponen-komponen yang ada di PMT, diantaranya :

2.2.2.1. *interrupter*

Interrupter merupakan bagian terjadinya proses membuka atau menutup kontak PMT. Terdapat beberapa jenis kontak yang berkenaan langsung dalam proses penutupan atau pemutusan arus, yaitu:

- ✓ Kontak bergerak/*moving contact*
- ✓ Kontak tetap/*fixed contact*
- ✓ Kontak *arcing/arcing contact*



Gambar 2. 5. Interrupter

Keterangan gambar 2.5:

- a. Main terminal *upper*
- b. *Upper current conductor*
- c. *Fix contact*
- d. *Moving contact*
- e. *Pressure relief conductor*
- f. *Lower current conductor*
- g. *Main terminal lower*
- h. *Operating insulator*

2.2.2.2. terminal utama

Terminal utama merupakan titik sambungan atau koneksi antara PMT dengan konduktor luar, yang berfungsi untuk mengalirkan arus ke konduktor luar.



Gambar 2. 6. Terminal utama pemutus tenaga

2.2.2.3. penggerak pegas (*spring drive*)

Penggerak pegas terdiri dari dua jenis yaitu Pegas Pilin (*Helical Spring*) dan Pegas Gulung (*Scroll Spring*). Berikut adalah penjelasan tentang kedua jenis Penggerak Pegas tersebut :

1. Pegas Pilin (*Helical Spring*)

Penggerak jenis ini menggunakan pegas pilin sebagai sumber tenaga penggeraknya dengan cara ditarik atau diregangkan oleh motor melalui rantai.



Gambar 2. 7. Sistem Pegas Pilin (helical)

2. Pegas Gulung (*Scroll Spring*)

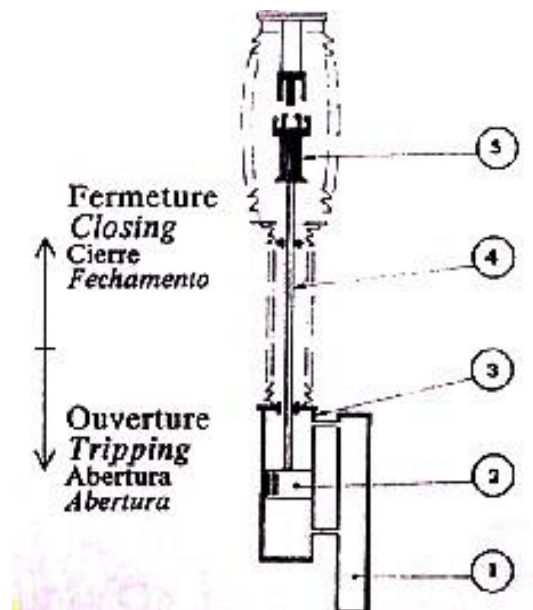
Penggerak jenis ini menggunakan pegas gulung sebagai sumber tenaga penggerak yang diputar oleh motor melalui roda gigi.



Gambar 2. 8. Sistem pegas gulung (scroll)

2.2.2.4. penggerak hidrolik

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



Gambar 2. 9. Penggerak hidrolik

Keterangan gambar 2.9:

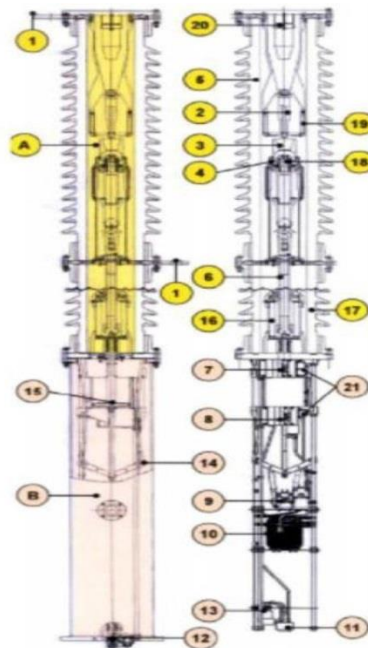
1. Akumulator
2. Piston
3. RAM
4. *Tic road*
5. *Moving contact*

2.2.2.5. penggerak pneumatic

Penggerak mekanik *pneumatic* adalah rangkaian gabungan dari beberapa komponen mekanik seperti elektrik dan udara bertekanan yang kemudian dirangkai sedemikian rupa sehingga dapat berfungsi sebagai penggerak untuk membuka dan menutup PMT.

2.2.2.6. penggerak gas SF6 dynamic

Penggerak jenis ini memanfaatkan media berupa tekanan gas SF6 yang memiliki fungsi ganda sebagai pemadam. Tekanan gas ini juga dimanfaatkan sebagai media penggerak pada PMT.



Gambar 2. 10. Penggerak gas SF6 dynamic

Keterangan gambar 2.10:

1. HV terminal
2. *Fixed arcing contact*
3. *Nozzle*
4. *Moving main contact*
5. *Upper porcelain insulator*
6. *Insulating rod*
7. *Opening valve group*
8. *Closing valve group*
9. *Auxiliary contact*
10. *Compressor*
11. *Gas filling valve*

2.2.2.7. lemari mekanik/control

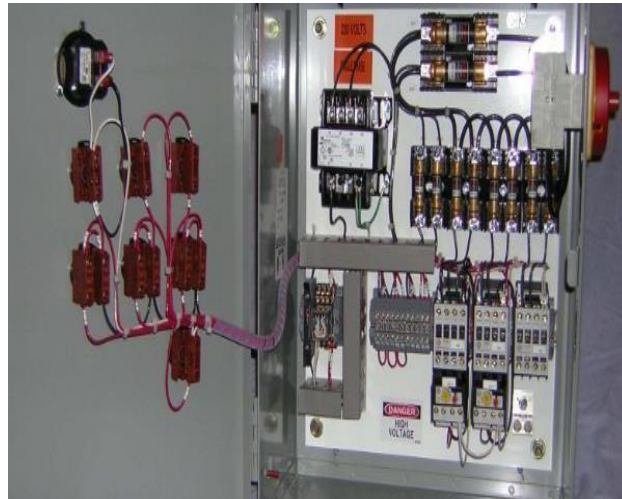
Lemari mekanik berfungsi untuk melindungi peralatan tegangan rendah dan sebagai tempat *secondary equipment*.



Gambar 2. 11. Lemari mekanik/control

2.2.2.8. Terminal dan *wiring control*

Terminal dan *wiring control* berfungsi sebagai terminal *wiring* kontrol PMT serta memberikan *trigger* pada mekanik penggerak untuk operasi PMT.



Gambar 2. 12. Terminal dan wiring control

2.2.3. Keserempakan PMT

Keserempakan PMT dapat dilakukan untuk mengetahui waktu kerja PMT secara individu serta untuk mengetahui keserempakan PMT pada saat menutup ataupun membuka. Berdasarkan cara kerja penggerak, PMT dibedakan menjadi dua jenis yakni *single pole* (Penggerak Satu Fasa) dan *three pole* (Penggerak Tiga Fasa).

Perbedaan waktu yang terjadi antar fasa R, S, T pada waktu PMT membuka dan menutup kontak dapat diketahui dari hasil pengukuran, sehingga pengukuran keserempakan pada umumnya sekaligus meliputi pengukuran waktu buka tutup PMT. Nilai yang dapat diketahui dalam pengukuran keserempakan adalah Δt yang merupakan selisih waktu tertinggi dan terendah antar fasa R, S, T sewaktu membuka ataupun menutup kontak. Berdasarkan standar PLN SK/114/DIR/2010 tentang selisih waktu (Δt) yang diijinkan adalah < 10 ms.

Keserempakan PMT mempunyai nilai standar yang telah ditetapkan oleh PT. PLN (Persero). Pada saat waktu PMT *trip* akibat terjadi suatu gangguan pada sistem tenaga listrik diharapkan PMT bekerja dengan cepat sehingga *clearing*

time yang diharapkan sesuai standard **SPLN No 52-1 1983**. Berikut nilai standar keserempakan PMT yang telah ditetapkan[5]:

- *system* 70kV = < 150 milidetik.
- *system* 150kV = < 120 milidetik.
- *system* 275kV = < 100 milidetik.
- *system* 500kV = < 90 milidetik.

2.3. Jenis Isolasi Pemutus Tenaga

2.3.1. Pemutus Tenaga dengan media Pemutus Gas

Media gas yang digunakan pada tipe PMT ini adalah Gas SF₆ (Sulphur Hexafluoride). Sifat-sifat gas SF₆ murni ialah tidak berwarna, tidak berbau, tidak beracun dan tidak mudah terbakar. Pada temperatur diatas 150oC gas SF₆ mempunyai sifat tidak merusak metal, plastik dan bermacam-macam bahan yang umumnya digunakan dalam pemutus tenaga tegangan tinggi. Sebagai isolasi listrik, gas SF₆ mempunyai kekuatan dielektrik yang tinggi (2,35 kali udara) dan kekuatan dielektrik ini bertambah dengan pertambahan tekanan. Sifat lain dari gas SF₆ ialah mampu mengembalikan kekuatan dielektrik dengan cepat, tidak terjadi karbon selama terjadi busur, tidak mudah terbakar (thermal conductivit) yang baik, tidak menimbulkan bunyi berisik. Prinsip pemadaman busur apinya adalah Gas SF₆ ditiupkan sepanjang busur api, gas ini akan mengambil panas dari busur api tersebut dan akhirnya padam. Rating tegangan CB adalah antara 3.6 KV –760 KV.

[5] D. Yusniati, *Analisis Kinerja Circuit Breaker Pada Sisi 150kV Gardu Induk Lamhotma, Sumatera Utara: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*, 2019.



Gambar 2. 13. Pemutus Tenaga Gas SF6

Adapun jenis-jenis pemutus tenaga gas SF6 yaitu pemutus tenaga jenis tekanan tunggal dan pemutus tenaga jenis tekanan ganda. Berikut penjelasannya :

2.3.1.1. Pemutus tenaga jenis tekanan tunggal

PMT gas SF6 bertekanan berkisar 5 Kg/cm^2 , sepanjang terdapatnya proses pelepasan kontak- kontak, gas SF6 ditekan pada sesuatu tabung yang melekat pada kontak bergerak berikutnya dikala terjalin pemutusan, gas SF6 ditekan lewat nozzle yang memunculkan tenaga hembusan serta hembusan ini yang padamkan busur api.

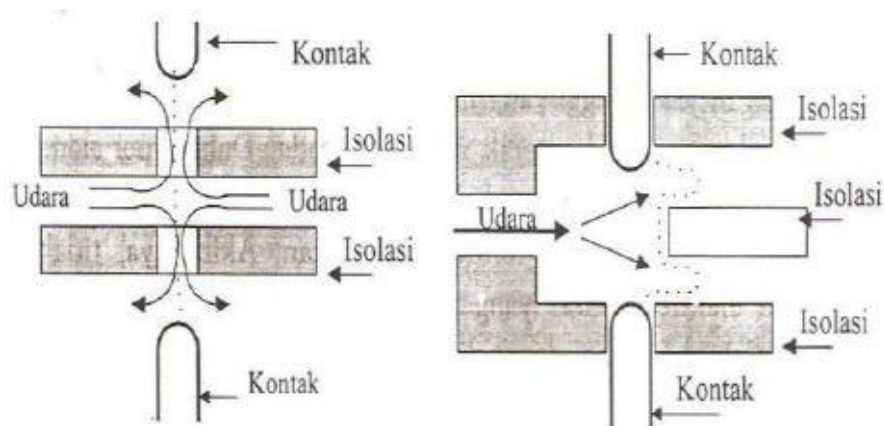
2.3.1.2. Pemutus tenaga jenis tekanan ganda

Pemutus Tenaga isi gas Sulfur Hexafluoride yang tatanan bobot besar kisaran 12 Kg/cm^2 serta tatanan beban kecil berkisar 2 Kg/cm^2 , pada waktu pemutusan busur api gas SF6 dari sistem tekanan besar dialirkan lewat nozzle ke sistem tekanan besar, dikala ini PMT SF6 jenis ini telah tidak diproduksi lagi.

2.3.2. Pemutus Tenaga dengan media pemutus menggunakan Udara

PMT ini menggunakan udara sebagai pemutus busur api dengan menghembuskan udara ke ruang pemutus. PMT ini disebut PMT Udara Hembus (Air Blast Circuit Breaker) Pada PMT udara hembus (juga disebut compressed air circuit breaker), udara tekanan tinggi dihembuskan ke busur api melalui *nozzle* pada kontak pemisah ionisasi media antara kontak dipadamkan oleh hembusan udara. Setelah pemadaman busur api dengan udara tekanan tinggi, udara ini juga berfungsi mencegah restriking voltage (tegangan pukul). Kontak PMT ditempatkan didalam isolator, dan juga katup hembusan udara.

Pemutus daya ini dirancang untuk mengatasi kelemahan pada pemutus daya minyak, yaitu dengan membuat media isolator kontak dari bahan yang tidak mudah terbakar dan tidak menghalangi pemisahan kontak, sehingga pemisahan kontak dapat dilaksanakan dalam waktu yang sangat cepat.



Gambar 2. 14. Pemutus Tenaga Udara Hembus (Air Blast)

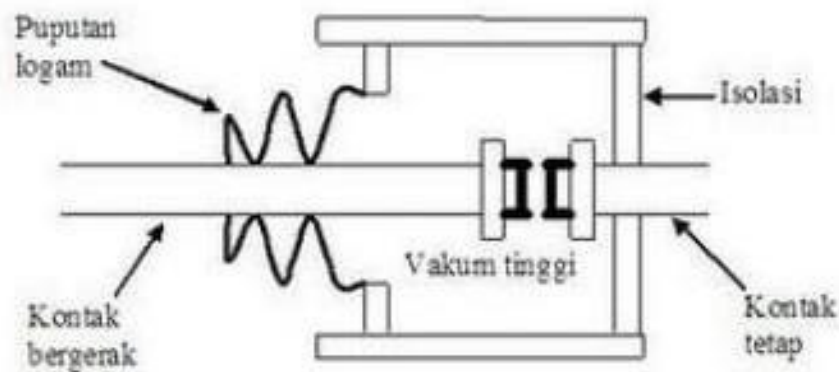
2.3.3. Pemutus Tenaga dengan Hampa Udara (Vacuum)

Kontak-kontak pemutus dari PMT ini terdiri dari kontak tetap dan kontak bergerak yang ditempatkan dalam ruang hampa udara. Ruang hampa udara ini mempunyai kekuatan dielektrik (dielektrik strength) yang tinggi dan sebagai media pemadam busur api yang baik.

PMT jenis vacuum kebanyakan digunakan untuk tegangan menengah dan hingga saat ini masih dalam pengembangan sampai tegangan 36 kV. 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.



Gambar 2. 15. Kontak pemutus daya vakum

2.3.4. Pemutus Tenaga dengan Media pemutus menggunakan Minyak

Pemutus tenaga (*circuit breaker*) jenis minyak adalah suatu pemutus tenaga atau pemutus arus menggunakan minyak sebagai pemadam busur api listrik yang timbul pada waktu memutus arus listrik. Jenis pemutus minyak dapat dibedakan menurut banyak dan sedikit minyak yang digunakan pada ruang pemutusan yaitu : pemutus menggunakan banyak minyak (bulk oil) dan menggunakan sedikit minyak (small oil).

Pemutus minyak digunakan mulai dari tegangan menengah 20 kV sampai tegangan ekstra tinggi 425 kV dengan arus nominal 400 A sampai 1250 A dengan arus pemutusan simetris 12 kA sampai 50 kA.

Pada PMT ini minyak berfungsi sebagai perendam loncatan bunga api listrik selama pemutusan kontak-kontak dan bahan isolasi antara bagian-bagian yang

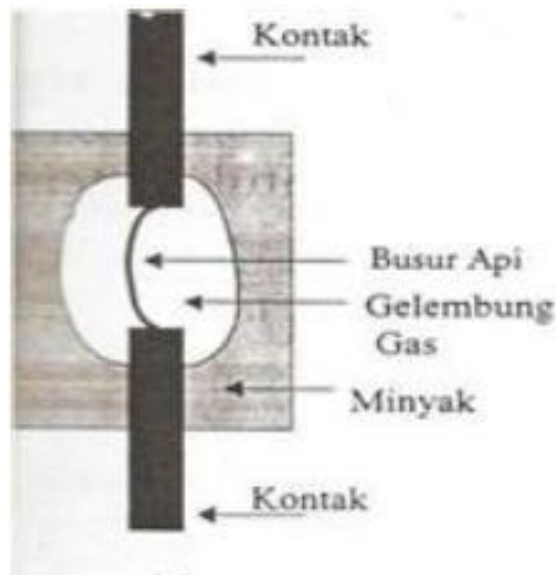
bertegangan dengan badan. PMT dengan media pemutus menggunakan banyak minyak (*bulk oil*). PMT tipe ini ada yang mempunyai alat pembatas busur api listrik.

Prinsip kerjanya, kontak dipisahkan, busur api akan terjadi di dalam minyak, sehingga minyak menguap dan menimbulkan gelembung gas yang menyelubungi busur api.

Kelemahannya adalah minyak mudah terbakar dan kekentalan minyak memperlambat pemisahan kontak, sehingga tidak cocok untuk sistem yang membutuhkan pemutusan arus yang cepat serta dimensi PMT yang terlalu besar.

PMT dengan sedikit minyak, minyak hanya dipergunakan sebagai perendam loncatan bunga api, sedangkan sebagai bahan isolasi dari bagian-bagian yang bertegangan digunakan porselen atau material isolasi dari jenis organik.

Pemutusan arus dilakukan dibagian dalam dari pemutus. Pemutus ini dimasukkan dalam tabung yang terbuat dari bahan isolasi. Diantara bagian pemutus dan tabung diisi minyak yang berfungsi untuk memadamkan busur api waktu pemutusan.



Gambar 2. 16. Pemutus Tenaga dengan media Minyak

2.4. 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:

2.4.1. Pemadam busur api dengan gas Sulfur Hexa Fluorida (SF₆)

Menggunakan gas SF₆ sebagai media pemadam busur api yang timbul pada waktu memutus 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 kedalam suatu tabung/silinder yang menempel pada kontak bergerak. Pada waktu pemutusan, gas SF₆ ditekan melalui nozzle dan tiupan ini yang mematikan busur api.



Gambar 2. 17. PMT Satu Katup dengan Gas SF₆

2.4.2. Pemadam Busur Api Dengan Oil/Minyak

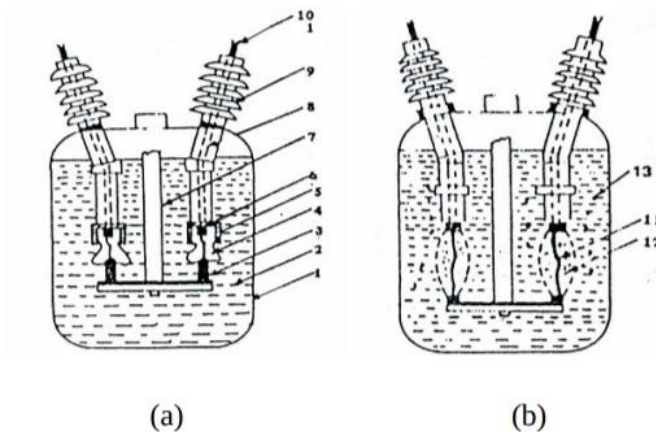
Menggunakan minyak isolasi sebagai media pemadam busur api yang timbul pada saat PMT bekerja membuka atau menutup.

Jenis PMT dengan minyak ini dapat dibedakan menjadi bulk oil dan small oil.

2.4.2.1. pemutus tenaga dengan banyak menggunakan minyak (*bulk oil*)

PMT dengan banyak menggunakan minyak secara umum dipergunakan pada sistem tegangan sampai 245 kV. Pada tipe ini minyak berfungsi sebagai:

1. Peredam loncatan bunga api listrik selama pemutusan kontak-kontak.
2. Bahan isolasi antara bagian-bagian yang bertegangan dengan badan.

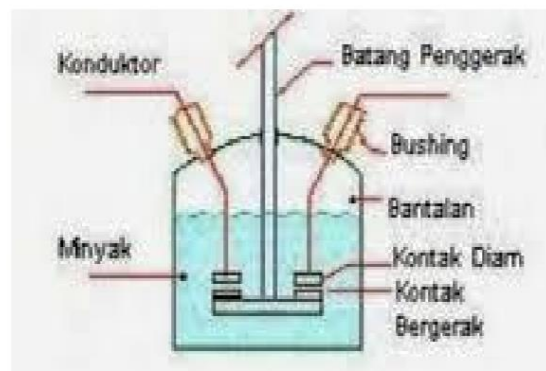


Gambar 2. 18. PMT banyak menggunakan minyak

Keterangan gambar 2.18. (a) dan (b) :

1. Tangki
2. Minyak dielektrik
3. Kontak yang bergerak
4. Gas yang terbentuk dari dekomposisi minyak dielektrik (hidrogen 70 %)
5. Alat pembatas busur api listrik
6. Kontak tetap
7. Batang penegas
8. Konduktor dari tembaga

9. Bushing terisi minyak atau tipe kapasitor
10. Konduktor
11. Inti busur api listrik
12. Gas hasil ionisasi
13. Gelembung-gelembung gas



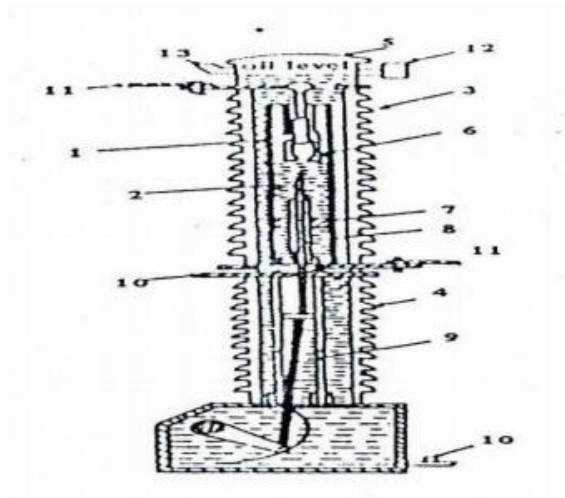
Gambar 2. 19. PMT dengan menggunakan banyak minyak (*bulk oil*)

Prinsip kerja pemutus tenaga dengan menggunakan banyak minyak. Untuk proses membuka dan menutup dari pemutus tenaga ini adalah dengan menggerakkan batang penggerak (tension rod) turun untuk membuka kontak-kontak dan naik untuk menutup kontak-kontak. Batang penggerak digerakkan oleh mekanisme penggerak (operating mechanism).

2.4.2.2. pemutus tenaga dengan sedikit menggunakan minyak (low oil)

Pada PMT dengan menggunakan sedikit menggunakan minyak ini, minyak hanya dipergunakan sebagai peredam loncatan bunga api. Sedangkan sebagai bahan isolasi dari bagian-bagian yang bertegangan digunakan porselen atau material isolasi dari jenis organik.

Pemutusan arus dilakukan di bagian dalam dari pemutus. Pemutus ini dimasukkan dalam tabung yang terbuat dari bahan isolasi. Diantara bagian pemutus dan tabung diisi minyak yang berfungsi untuk memadamkan busur api waktu pemutusan. Gambar potongan PMT tipe ini dapat dilihat pada Gambar 2. 20.



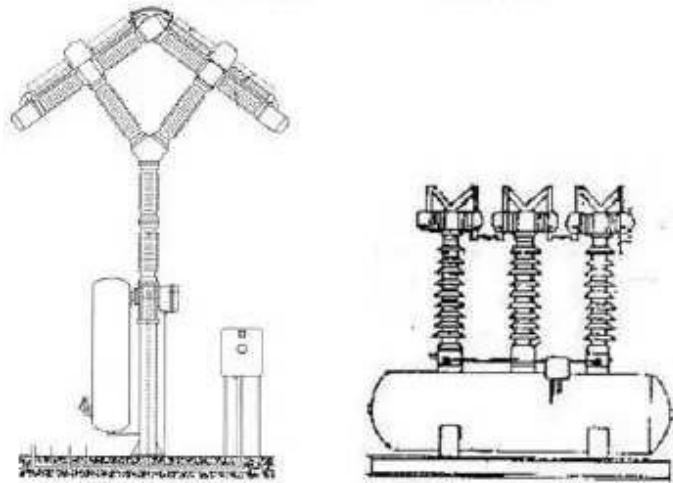
Gambar 2. 20. PMT sedikit menggunakan minyak

Keterangan gambar 2.20. :

1. Kontak tetap
2. Kontak bergerak
3. Ruang pemutus aliran
4. Ruang penyangga
5. Ruang atas
6. Alat pemadam busur api
7. Kontak tetap
8. Penutup dari kertas berkelit
9. Batang penggerak
10. Katup pelalu
11. Terminal
12. Katup pembantu
13. Lubang gas

2.4.3. 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).



Gambar 2. 21. PMT Udara Hembus/Air Blast

Prinsip kerja pada pemutus tenaga ini yaitu pada keadaan pemutus tenaga masuk, arus mengalir dari terminal pemutus pembantu yang selanjutnya terus melewati kontak tetap pemutus pembantu, kontak bergerak, kontak jari-jari pemutus pembantu, penyangga pemutus pembantu, kontak pemutus utama, kontak bergerak utama, penyangga pemutus utama, kemudian menuju kontak gerak, kontak tetap pemutus utama pada sisi yang berikutnya, kontak bergerak, kontak tetap pemutus pembantu dan terus ketterminal pemutus pembantu. Seperti juga pada pemutus tenaga yang lainnya, proses penutupan dan pembukaan pemutus tenaga adalah dengan cara menutup dan membuka kontak-kontak pada/ dari kontak-kontak tetap dengan adanya perubahan tekanan udara didalam ruangan pemutus secara terperinci.

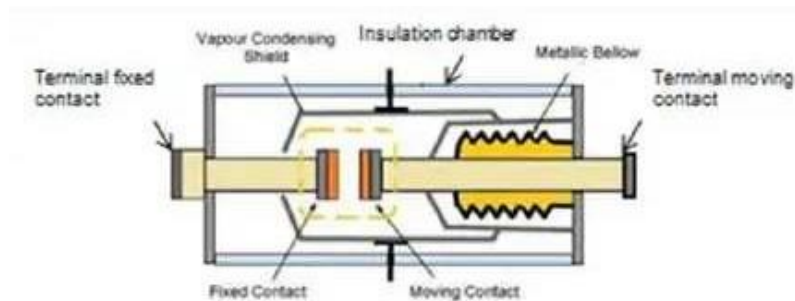
2.4.4. Pemadam Busur Api Dengan Hampa Udara (Vacuum)

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 seri.

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 tegangan dielektrik yang tinggi maka bentuk fisik PMT jenis ini relatif kecil.



Gambar 2. 22. Ruang kontak utama (breaking chamber) pada PMT vacuum



Gambar 2. 23. PMT dengan Hampa Udara (vacuum)

2.5.Prinsip Kerja

Pada kondisi normal, PMT dapat dioperasikan lokal oleh operator untuk maksud *switching* dalam perawatan. Pada kondisi abnormal/gangguan pada CT (*Current Transformer*) akan membaca arus lebih kemudian relay akan mendeteksi gangguan dan menutup rangkaian trip circuit , sehingga trip coil ter-energized, kemudian mekanis penggerak PMT akandapat perintah buka dari relay dan beroperasi membuka kontak-kontak PMT. Mekanis penggerak yang digunakan pada Gardu Induk 150 kV Bukit Asam ini adalah menggunakan mekanis penggerak Spring (Pegas) dan ada beberapa yang dikombinasikan dengan mekanis penggerak pneumatic, dengan maksud hanya sebagai penggerak pada pegas membuka atau menutup. Pada waktu pemutusan/menghubungkan daya listrik akan terjadi busur api, yang terjadi pada kontak-kontak di dalam ruang pemutus. Pemadamaman busur api dapat dilakukan oleh beberapa macam bahan peredam, diantaranya yaitu dengan minyak, udara, dan gas. Bahan peredam busur api yang digunakan pada Gardu Induk 150 KV Bukit Asam yaitu menggunakan bahan GAS SF₆ (Sulphur Hexafluoride).