

## PEMUTUS TENAGA SISTEM HEMBUS PADA RANGKAIAN TRANSMISI LISTRIK

Oleh: Juwarta

Staff Pengajar Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Semarang  
Jl. Prof. H. Soedarto SH, Tembalang, Semarang – 50275

### Abstrak

*Pada umumnya lokasi sumber energi primer konvensional tidak selalu dekat dengan pusat beban sehingga pusat pembangkit tenaga listrik dibangun di lokasi yang terpisah (jauh) dari pusat beban dan penyaluran daya dilakukan melalui instalasi penyaluran (saluran transmisi gardu induk). Gardu induk merupakan suatu instalasi yang terdiri dari peralatan yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan tegangan sistem pengukuran, pengawasan operasi serta pengaturan pengamanan dari system tenaga listrik dan mengatur penyaluran daya ke gardu lain melalui jaringan transmisi. Di dalam suatu gardu induk terdiri dari berbagai macam peralatan tegangan tinggi, salah satu diantaranya adalah pemutus tenaga (PMT) / circuit breaker, yang merupakan saklar yang dapat digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan arus beban dan arus gangguan. Pada jaringan transmisi sangat dibutuhkan peralatan yang disebut dengan pemutus tenaga system hembus.*

**Kata Kunci:** Transmisi, Pemutus, Hembus

### 1. Pendahuluan

Sistem tenaga listrik merupakan salah satu sistem untuk mengubah dan memindahkan energi yang mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Pemanfaatan tenaga listrik untuk kemajuan industri berpengaruh pada peningkatan taraf hidup masyarakat secara berkesinambungan. Untuk mengupayakan pemenuhan kebutuhan tenaga listrik secara memadai diperlukan suatu sistem kelistrikan yang mempunyai tingkat keandalan tinggi.

Gangguan yang terjadi pada saluran transmisi dapat menimbulkan kerusakan yang besar pada sistem tenaga listrik. Banyak studi pengembangan alat dan *design* yang telah dibuat, sehingga pada saat ini pencegahan kerusakan pada alat pembangkitan, transmisi, distribusi dan peralatan yang lain

Dalam suatu sistem transmisi, terdapat suatu pemutus tenaga (PMT) yang berfungsi untuk memutuskan hubungan tenaga listrik dalam keadaan gangguan maupun dalam keadaan berbeban dan proses ini harus dapat dilakukan dengan cepat apabila terjadi gangguan. Oleh karena itu PMT harus selalu dipelihara dan dijaga dengan baik, karena sangat erat

hubungannya dengan penyaluran daya listrik ke pelanggan.

### 2. Pemutus Tenaga Hembus

Pada dasarnya PMT terdiri dari satu atau lebih ruang pemutus yang terdapat satu unit kontak tetap. Mekanisme penggerak dari pemutus tenaga memberikan energi yang dibutuhkan untuk membuka dan menutup kontak-kontak tersebut. Pada kondisi gangguan relay mendeteksi dan menutup “tripcircuit”, “tripenergize”. Mekanisme penggerak siap beroperasi dan kemudian kontak-kontak pemutus tenaga membuka, maka gangguan hilang. Ketika terjadi waktu pemutusan / menghubungkan arus atau daya listrik terjadi busur api diantara kontak-kontak dalam ruang pemutus.

PMT tipe udara hembus ini mempunyai beberapa kekurangan yaitu pembangunan pusat sistem kompresi udara sangat mahal dan polusi suara yang sangat tinggi. Setelah pemadam busur api dengan udara tekanan tinggi, udara ini juga berfungsi untuk mencegah restriking voltage (tagangan pukul). Kontak PMT ditempatkan di dalam isolator dan juga katup hembusan udara. Pada PMT kapasitas kecil, isolator ini merupakan satu kesatuan dengan PMT-nya. Tetapi untuk kapasitas besar tidak demikian halnya.

## 2.1. Pengertian Pemutus Tenaga Hembus

Pemutus tenaga tipe udara hembus juga disebut *compressed air circuit breaker*, udara tekanan tinggi dihembuskan ke busur api melalui nozzle pada kontak pemisah ionisasi media diantara kontak dipadamkan oleh hembusan udara. Sampai sekarang PMT jenis ini mendominasi pada aplikasi tegangan tinggi dan tegangan extra tinggi dari 170 sampai dengan 800 KV dan memiliki kapasitas breaking sebesar 20 KA sampai dengan 100 KA.

Meskipun peningkatan tekanan udara mengakibatkan peningkatan terhadap kecepatan regenerasi dielektrik, tapi ini masih dihitung lambat. Selain itu disisipkan resistor sebagai pengurang surja tegangan. Sebagai contoh penambahan resistor tunggal maupun ganda untuk mengurangi surja tegangan sangat mudah dilakukan, dan juga PMT ini mampu menerima waktu pemutusan yang sangat cepat yaitu dua siklus atau kurang, sehingga meningkatkan stabilitas jaringan.

Pada umumnya PMT udara hembus adalah alat berteknologi tinggi yang memiliki kekuatan mekanik dan elektrik yang tinggi. Ruang kontaknya rendah agar memperpendek durasi busur api dan tegangan busur api yang rendah.

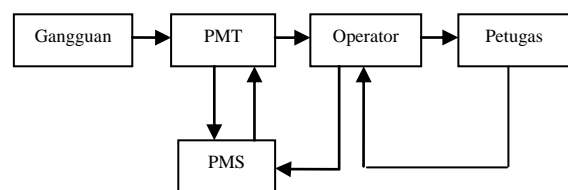
## 2.2. Prinsip Kerja Pemutus Tenaga Hembus

Dalam proses ini PMT membutuhkan media udara untuk menggerakkan kontak dan mematikan busur api pada saat terjadi gangguan maupun dalam keadaan berbeban. Udara tersebut dihasilkan oleh suatu sistem kompresor. Biasanya menggunakan dua unit kompresor, dimana sistem kompresor tersebut dihubungkan dengan tabung-tabung besar untuk supply menuju ke PMT. Dan dalam sistem tersebut tersedia juga beberapa tabung-tabung cadangan yang menampung udara bertekanan. Sehingga tidak perlu khawatir jika terjadi kekurangan udara. Udara yang

dikeluarkan oleh kompresor tersebut memiliki tekanan 180 bar.

PMT memutuskan hubungan tenaga listrik dalam keadaan gangguan maupun dalam keadaan berbeban dan proses ini harus dapat dilakukan dengan cepat, dalam proses membuka dan menutupnya kontak PMT yang digerakkan oleh udara bertekanan. Setelah magnetic valve trip coil mendapat supply 110 volt DC maka udaramengalir ke piston, sehingga mendorong piston ke atas. Gerakan piston ini menyebabkan aliran udara yang menekan control rod drive, sehingga menggerakkan control valve. Control valve membuka katub sehingga mengalirkan udara secara bersamaan ke control isolator menuju driving mechanism yang satuannya ke dalam blast valve.

Aliran tekanan udara yang ke driving mechanism untuk mengerjakan kontak gerak (moving contact) membuka PMT dan yang ke blast valve adalah untuk pemadaman busur api. Dalam driving mechanism terdapat exhaust valve, dimana *exhaust valve* tersebut ikut terbuka seiring dengan terbukanya kontak gerak yang disebabkan oleh udara bertekanan yang menekan pegas yang terdapat dalam driving mechanism. Karena katub buang (exhaust valve) terbuka maka udara bertekanan dari *blast valve* keluar lewat celah kecil menuju ke udara bebas.



Gambar Bagan Prinsip Kerja PMT

Pada saat terjadi gangguan, PMT secara otomatis trip dan menginterlock PMS. Kemudian dimonitoring oleh petugas Gardu Induk (Operator) dan segera menginformasikannya kepada petugas lapangan untuk mengatasi gangguan yang ada. Setelah gangguan teratasi, maka petugas lapangan menghubungi operator

untuk melakukan control switching open terhadap PMT, setelah melakukan penutupan terlebih dahulu pada PMS.

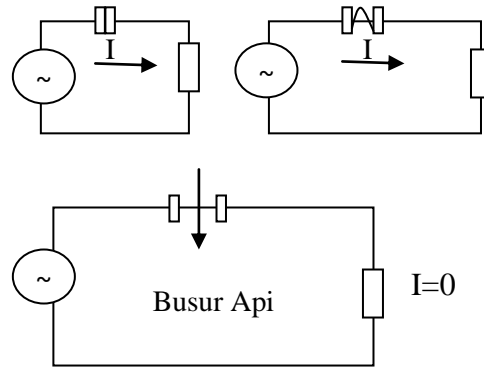
Setelah gangguan teratasi, maka magnetic close coil diaktifkan. Maka tekanan yang ada di dalam piston terbuang ke udara bebas, sehingga piston terdorong ke bawah. Gerakan piston ini menyebabkan control rod drive tertarik ke bawah, sehingga menggerakkan control valve untuk membuka katup yang menyebabkan udara di dalam control isolator terbuang keluar ke udara bebas. Dengan hilangnya tekanan ini maka tenaga yang menahan driving mechanism menjadi hilang sehingga menggerakkan kontak penggerak (moving contact) untuk kemudian menutup PMT.

### 2.3. Karakteristik PMT Hembus

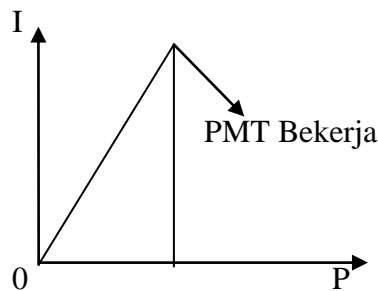
Bagian-bagian utama atau karakteristik dari PMT tipe udara hembus yang tidak dimiliki oleh pemutus tenaga tipe lainnya adalah:

- Ruang pemutus tenaga (circuit breaker compartment)
- Kontak-kontak (contact)
- Pengatur busur api (arc control device)
- Bagian penyangga (supporting compartment)
- Katub hembus dan katub pembuangan (blast valve and exhaust valve)
- Tangki (tank)
- Mekanisme penggerak (operating mechanism)
- Sistem udara tekan (compressed air system)

Unit pemutus utama dari pemutus tenaga tipe udara hembus ini berupa ruangan yang diselubungi bagian luar oleh isolator dari porselin dan disebelah dalamnya terdapat ruangan udara, kontak-kontak bergerak serta dilengkapi oleh pegas penekan, torak dan kontak tetap sebagai penghubung yang terletak melekat pada isolator porselin.



Simulasi Karakteristik PMT



Grafik Karakteristik Kerja PMT

Sesuai dengan grafik karakteristik PMT Udara Hembus, pada dasarnya seperti PMT-PMT pada umumnya. Yaitu bekerja sesuai dengan beban yang diberikan. Apabila beban yang diberikan melebihi dari kerja PMT atau terdapat kesalahan sistem (short sirkit / hubungan singkat) maka PMT bekerja dan melakukan pemutusan terhadap arus yang melewati PMT tersebut menuju ke beban dan sumber. PMT seperti halnya dengan CB (Circuit breaker) mini namun dalam bentuk yang lebih besar, karena tegangan, arus dan beban yang diberikan pun lebih besar dibandingkan dengan circuit breaker mini.

Sedangkan unit pemutus bantu dari PMT udara hembus ini berfungsi sebagai pemutus arus yang melalui tahanan, unit pemutus pembantu ini berupa ruangan yang diselubungi bagian luar oleh isolator dari porselin dilengkapi oleh pegas penekan, torak dan kontak tetap sebagai penghubung yang terletak melekat pada porselin.

#### **2.4. Fungsi PMT Hembus**

Pada umumnya pemutus tenaga tipe udara hembus ini memiliki fungsi yang sama dengan pemutus udara tipe lain, yaitu untuk memutuskan hubungan listrik dalam keadaan gangguan maupun dalam keadaan berbeban sesuai dengan rating dan proses ini harus dapat dilakukan dengan cepat. Setelah pemadam busur api dengan udara tekanan tinggi, udara ini juga berfungsi untuk mencegah restriking voltage (tegangan pukul). Kontak PMT ditempatkan di dalam isolator dan juga katup hembusan udara. Pada PMT kapasitas kecil, isolator ini merupakan satu kesatuan dengan PMTnya. Tetapi untuk kapasitas besar tidak demikian halnya.

Pemutus tenaga listrik dalam keadaan gangguan menimbulkan arus yang relatif besar. Pada saat tersebut PMT bekerja sangat berat. Bila kondisi peralatan PMT menurun karena kurangnya pemeliharaan sehingga tidak sesuai antara kemampuan dengan daya yang diputuskannya, maka alat tersebut rusak (meledak). Adapun jenis / tipe dari PMT udara hembus ada dua yaitu tipe DLFVK (tipe PMT yang mempergunakan closing resistor) dan tipe DLFK (tipe PMT yang tidak mempergunakan closing resistor).

### **3. Kesimpulan**

Dari uraian-uraian dan penjelasan-penjelasan dapat diambil kesimpulan

- a. Gangguan yang terjadi pada saluran transmisi dapat menimbulkan kerusakan yang besar pada sistem tenaga listrik.
- b. Pemutus tenaga (PMT) yang berfungsi untuk memutuskan hubungan tenaga listrik dalam gangguan maupun dalam keadaan berbeban dan proses ini harus dilakukan dengan cepat.
- c. Kontak PMT ditempatkan di dalam isolator dan juga katup hembusan udara.
- d. PMT Tipe udara hembus mendominasi pada aplikasi tegangan tinggi dan tegangan extra tinggi dari 170 sampai

dengan 800 KV dan memiliki kapasitas breaking sebesar 20 KA sampai dengan 100 KA.

- e. Terdapat dua jenis/tipe dari PMT udara hembus yaitu tipe DLFVK (tipe PMT yang menggunakan closing resistor) dan tipe DLFK (tipe PMT yang tidak menggunakan closing resistor).

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Arismunandar,A, Kuwara . S. 1991. *“Teknik Tenaga Listrik”*. PT. Pradnya Paramita: Jakarta.
- Arismunandar, Artono.1984. *“Teknik Tegangan Tinggi”*. Pradnya Paramita : Jakarta.
- Kadir, Abdul. 1996. *“Pembangkit Tenaga Listrik”*. Penerbit UI Press : Jakarta.
- L. Weeks, Walter. 1981. *“Transmission And Distrbution Of Electrical Energy”*. Publishers :Harper & Row. New York.
- Marsudi, Djiteng. 2005. *“Pembangkit Energi Listrik”*. Erlangga : Jakarta.
- Muslimin. M. 1980. *“Teknik Tenaga Listrik”*. Armico : Bandung.