



Penggunaan Gas Sf6 Sebagai Media Isolasi Pemutus Tenaga Dan Peredam Sumbu Api Listrik Kubikel Pada Sistem Distribusi Listrik di PT. PLN (Persero) Up3 Pln Kramat Jati

Muarif Ridwan Setyo Pambudi¹, Ulinnuha Latifa²

^{1,2}Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

Abstract

Received: 14 April 2023

Revised: 25 April 2023

Accepted: 22 Mei 2023

The selection of an insulator as an electrical power insulation medium must have reliable specifications and be safe for workers. SF6 gas is the best choice as a highly efficient insulation medium because it is colorless, odorless, chemically inert, and does not easily mix with other substances. Its lifespan is long, which helps save costs. This research was conducted using three methods: literature method as a data collection method by reading theories and existing guidelines, observation method by directly observing objects in the field, and interview method as a data collection method by directly asking field supervisors. The data obtained from these three methods are then organized for the preparation of this research. SF6 gas is pumped into a cylinder located in the cubicle during the separation of contacts. When the circuit breaker lever is moved as a voltage breaker for SKTM cable, SF6 gas is compressed through a nozzle, and the gas flow generates an electric arc that occurs due to contact friction, which will be extinguished. The advantages of using SF6 gas are its ability to quickly and efficiently extinguish electric arcs, its low chemical reactivity, colorless and stable properties, and its long-lasting usage, which helps save investment costs

Keywords: *Electric Power Distribution, Circuit Breaker, SF6, Electric Cubicle, Sulfur Hexa Fluorida*

(*) Corresponding Author: muarifridwan3@gmail.com, ulinnuha.latifa@ft.unsika.ac.id

How to Cite: Pambudi M.R.S, & Latifa U. (2023). Penggunaan Gas Sf6 Sebagai Media Isolasi Pemutus Tenaga Dan Peredam Sumbu Api Listrik Kubikel Pada Sistem Distribusi Listrik di PT. PLN (Persero) Up3 Pln Kramat Jati. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8078910>

PENDAHULUAN

Distribusi listrik adalah penyaluran listrik dari sumber daya listrik besar yang kemudian disalurkan melalui saluran transmisi sampai ke konsumen. Agar pendistribusian listrik berjalan dengan lancar dan aman diperlukan Pemutus Tenaga Listrik (PMT). Circuit Breaker (CB) atau Pemutus Tenaga Listrik (PMT) merupakan sebuah saklar yang dipergunakan untuk menutup, menghubungkan dan memutus arus listrik dalam kondisi normal. Alat ini juga mampu memutus dan mengalirkan beban pada kondisi abnormal seperti short circuit. Pemutus Tenaga (PMT) tidak dapat bekerja bila tidak ada media isolator sebagai peredam sumbu api. Salah satu jenis media isolasi yang sering digunakan adalah minyak, PMT jenis ini digunakan untuk meredam sumbu api pada tegangan menengah 6 kV sampai tegangan ekstra tinggi 425 kV. Beberapa kubikel di Indonesia masih banyak menggunakan PMT jenis minyak yang mana jenis ini kurang efisien dan kurang aman sebagai media isolasi pada PMT Kubikel.

Pemilihan isolator sebagai media isolasi tenaga listrik harus memiliki spesifikasi yang handal serta aman bagi pekerja. Gas SF6 merupakan pilihan terbaik sebagai media isolasi yang sangat efisien, karena gas ini memiliki sifat tidak berwarna, tidak berbau, memiliki sifat kimia yang sangat rendah dan tidak



mudah tercampur. Umur dari penggunaan gas SF₆ cukup lama sehingga menghemat biaya, Massa jenis dari Sulfur Hexa Fluorida ini adalah 6,135 kg/m³ pada tekanan 760 mmHg dengan temprature 200°C, dibandingkan dengan massa jenis udara yang memiliki berat lebih besar lima kalinya.



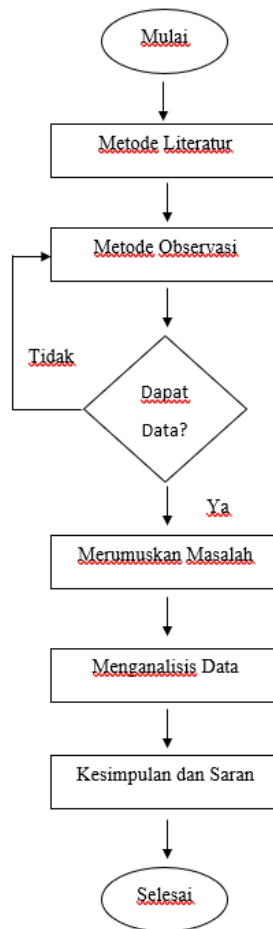
Gambar 1. Kubikel 20kV
Sumber : Dokumentasi pribadi

Penelitian ini dibuat untuk mengetahui bagaimana cara penggunaan gas SF₆ sebagai media isolasi pemutus tenaga sebagai peredam sumbu api listrik pada kubikel 20kV.

METODE

Penelitian dilakukan pada tanggal 07 Februari – 16 April 2022 di PT. PLN (Persero) UP3 Kramat Jati. Metode penelitian yang digunakan antara lain sebagai berikut : Metode *Literature*, Metode yang menggunakan buku pedoman dan buku teori serta sumber dari media yang lain untuk mendukung pengumpulan data untuk penyusunan laporan. Metode Observasi, Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melakukan pengamatan objek secara langsung ke ruang lingkup pekerjaan untuk penyusunan laporan. Metode *Interview*, Metode yang dilakukan dengan cara bertanya jawab dengan pengawas lapangan, narasumber maupun teknisi lapangan yang senior untuk memperoleh data.

Penelitian ini dilakukan dengan cara menggunakan tiga metode, yaitu metode literatur sebagai metode pengumpulan data dengan cara membaca teori serta buku pedoman yang ada, kemudian dengan metode observasi yang dilakukan dengan cara mengobservasi objek secara langsung di lapangan dan metode interview yang merupakan metode pengumpulan data dengan cara bertanya langsung dengan pembimbing lapangan kerja. Dari tiga metode pengumpulan data diatas, data yang didapat kemudian disusun sedemikian rupa untuk pembuatan penelitian ini. Berikut Flowchart pada penelitian ini:



Gambar 2. Flowchart
Sumber : Dokumentasi pribadi

HASIL & PEMBAHASAN

Sulfur Hexa Fluorida atau bias disebut Gas SF₆ adalah suatu gas organik yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak mudah terbakar, dan sangat berguna dalam peralatan daya listrik. Gas SF₆ merupakan pilihan terbaik untuk media isolasi, dikarenakan dapat berfungsi sebagai penyekat antara komponen bertegangan listrik dengan ground pembumian dengan jarak yang cukup pendek dibandingkan dengan isolasi udara yang cukup banyak memakan tempat. Media ini juga cukup handal sebagai peredam jika terjadi sebuah percikan sumbu api listrik sehingga tidak terjadi kerusakan yang fatal pada peralatan bertegangan tinggi seperti kubikel.



Gambar 3. Indikator Gas SF₆ pada kubikel

Sumber : Dokumentasi pribadi

Sifat Fisik dan Dielektrik Gas SF₆

Gas SF₆ Memiliki sifat tidak berwarna, tidak berbau, memiliki sifat kimia yang sangat rendah dan tidak mudah tercampur. Massa jenis dari Sulfur Hexa Fluorida ini adalah 6,135 kg/m³ pada tekanan 760 mmHg dengan temperature 200°C, dibandingkan dengan massa jenis udara yang memiliki berat lebih besar lima kalinya. Tekanan yang diberikan pada temperature yang rendah, gas SF₆ ini akan mencair. Sebagai pemutus tegangan, tekanan yang digunakan adalah 7 bar (kopling galvanic/cm²). Kekuatan dielektrik yang dihasilkan dengan menggunakan tekanan tersebut adalah semakin lebih besar, sehingga dapat menahan tegangan transien yang terjadi pada pembukaan kopling kontakannya. Gas SF₆ memiliki kekuatan dielektrik sebesar 5 kali kekuatan dielektrik udara pada tekanan beberapa atmosphere. Menurut tekanannya, kekuatan dielektrik yang dihasilkan oleh Sulfur Hexa Fluorida akan semakin besar.

Proses Terjadinya Busur Api

Proses pemutusan serta penghubungan tegangan kubikel terjadi gesekan antar kontak yang akan terlepas atau berhubungan. Proses tersebut menimbulkan medan listrik dengan tegangan tinggi yang kemudian memunculkan busur api. Kontak yang dialiri arus listrik akan menyebabkan panas dan menghasilkan emisi termis, sedangkan medan elektrik menimbulkan emisi medan tinggi pada kontak katoda (K). Proses yang dihasilkan dari kedua emisi tersebut menimbulkan elektron bebas yang sangat banyak dan bergerak menuju anoda (A). Pada kawasan positif terjadi benturan antara elektron dengan molekul netral, dari benturan tersebut menimbulkan suatu proses ionisasi. Dengan demikian, elektron yang menuju kawasan positif akan terus bertambah dan munculah ion positif yang dihasilkan dari ionisasi yang bergerak menuju katoda.

Elektron bebas yang berpindah menuju anoda menimbulkan arus dan memanaskan kontak anoda. Terjadi dua efek yang berbeda setelah ion positif yang

sampai di kontak katoda, jika bahan dari kontak tersebut terbuat dari titik lebur yang tinggi seperti tungsten atau karbon, maka ion positif akan menimbulkan pemanasan di katoda, yang berakibat emisi termis akan semakin meningkat. Jika kontak terbuat dari bahan yang titik leburnya rendah seperti tembaga, ion positif akan menimbulkan emisi medan yang tinggi. Emisi termis dan emisi medan yang tinggi akan menghasilkan pelanggungan pada proses ionisasi, sehingga perpindahan kontak akan terus berlangsung, dan itulah yang disebut dengan busur api. Busur api akan padam jika pengurangan partikel karena proses deionisasi lebih banyak ketimbang penambahan muatan. Pada sela kontak akan tetap ada terpaan medan elektrik ketika busur api padam. Jika terjadi lagi terpaan medan elektrik yang lebih besar daripada kekuatan dielektrik maka busur api akan terjadi lagi.

Cara Kerja Pemutus Tenaga Listrik (PMT) Dengan Gas SF₆

Sebagai media isolasi, Gas SF₆ memiliki kekuatan dielektrik yang tinggi yaitu sebesar lima kali kekuatan dielektrik udara. Media ini dengan tekanan kira-kira 5 Kg/cm² dapat mengembalikan kekuatan dielektrik dengan cepat disaat titik busur api listrik pada titik nol. Gas SF₆ dipompa pada tabung yang berada pada kubikel selama pemisahan kontak-kontak. Saat tuas pemutus digerakan sebagai pemutus tegangan dari kabel SKTM, Gas SF₆ ditekan melalui nozzle dan hembusan dari gas ini meimbulkan busur api yang terjadi akibat gesekan kontak akan padam. Pada tekanan ganda, gas dari tekanan tinggi dialirkan melalui nozzle ke gas tipe tekanan rendah selama proses pemadaman busur api. Tipe tekanan tinggi gas kurang lebih sebesar 12 Kg/cm², sedangkan pada tekanan rendah nilainya selisih dari nilai tekanan rendah dikurang dengan nilai gas tekanan tinggi.

Kelebihan dan Kekurangan Gas SF₆

Penggunaan media ini sebagai media isolasi terhadap busur api yang terjadi pada kontak pemutus memiliki beberapa kelebihan, kekurangan, dan dampak terhadap manusia serta peralatan, diantaranya sebagai berikut :

Kelebihan.

1. Mengurangi pemakaian sejumlah pemutus jenis lainnya dalam hubungan seri per fasa pada rating tegangan yang digunakan.
2. Dapat mengurangi busur api dari gesekan kontak secara cepat dan efisien.
3. Hasil busur api yang telah diredam oleh Gas SF₆ adalah serpihan serbuk yang kemudian dapat dibersihkan saat melakukan revisi.
4. Gas blast ini tidak melepaskan muatan ke atmosphere sehingga saat melakukan pekerjaan akan lebih tenang dibandingkan dengan pemutus udara,
5. Memiliki sifat kimia yang rendah, tidak berwarna, serta stabil.
6. Memiliki dimensi yang lebih jika dibandingkan dengan pemutus tegangan lainnya.

Kekurangan

1. Memiliki dimensi yang lebih jika dibandingkan dengan pemutus tegangan yang lain.
2. Membutuhkan waktu yang lama jika ada gangguan terhadap pemutusan tegangan, bahkan bisa meledak jika indikator kurang dari yang di tentukan.
3. Gas ini harus dipompa terlebih dahulu kedalam tabung sebelum melakukan pekerjaan.
4. Pengontrolan atau monitoring harus dilakukan dengan pengukuran suhu, ini disebabkan karena titik leburnya yang sangat rendah.

KESIMPULAN

Dari pemunlisan serta pembahasan Laporan Kerja Praktik diatas mengenai pemutus tenaga listrik menggunakan media isolasi Gas SF₆ (Sulfur Hexa Fluorida) dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :Gas SF₆ merupakan suatu gas organik yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak mudah terbakar. Gas sini sangat handal sebagai media isolasi dibandingkan dengan media isolasi lainnya. Media ini juga mampu untuk meredam jika terjadi percikan api listrik yang dapat membahayakan pekerja dan dapat merusak peralatan.

Pada saat pemutusan kontak saklar PMT terjadi gesekan antara kontak yang akan terlepas. Proses tersebut menimbulkan medan listrik dengan tegangan listrik yang kemudian memunculkan busur api. Kontak yang dialiri arus listrik akan menyebabkan panas dan menghasilkan emisi thermis Emisi thermis dan emisi medan yang tinggi akan menghasilkan pelanggengan pada proses ionisasi, sehingga perpindahan kontak akan terus berlangsung, dan itulah yang disebut dengan busur api. Gas SF₆ dipompa pada tabung yang berada pada kubikel selama pemisahan kontak-kontak. Saat tuas pemutus digerakan sebagai pemutus tegangan dari kabel SKTM, Gas SF₆ ditekan melalui nozzle dan hembusan dari gas ini meimbulkan busur api yang terjadi akibat gesekan kontak akan padam. Pada tekanan ganda, gas dari tekanan tinggi dialirkan melalui nozzle ke gas tipe tekanan rendah selama proses pemadaman busur api.

Kelebihan dari penggunaan Gas SF₆ ini adalah dapat meredam busur api secara cepat dan efisien, Memiliki sifat kimia yang rendah, tidak berwarna, serta stabil dan pemakaian Gas SF₆ ini cukup terbilang awet sehingga mengemat biaya investasi yang di keluarkan. Kekurangan dari Gas SF₆ ini adalah biaya yang dikeluarkan lebih mahal dibandingkan dengan penggunaan pemutus tegangan yang lain, monitoring pada media ini juga harus sering di lakukan karena jika indikator pada kubikel dibawah 0.01 MPa maka gas ini cukup berbahaya bagi kubikel.

REFERENSI

- Suhadi, Teknik Distribusi Tenaga Listrik, Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- Y. Susman, Pt Pln (Persero) Pemutus Tenaga, Jakarta: Perusahaan Listrik Negara (Pln), 2017.
- Gunadarma, "Library.Gunadarma.Ac.Id," Gunadarma, 12 Juni 2007. [Online]. Available: <https://Library.Gunadarma.Ac.Id/Repository/Prinsip-Kerja-Dan-Pengoperasian-Pemutus-Tenaga-Pmt-Dengan-Media-Minyak-Di-Pt-Pln-Persero-P3b-Gandul-Jakarta-Selatan-Ssm>. [Accessed 26 Mei 2022].
- I. F. L. M. S. S. M. Jeandy T. I. Kume, "Analisa Gangguan Hubung Singkat Saluran Kabel Bawah Tanah Tegangan 20 Kv Penyulang Sl 3 Gi Teling Manado," E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer , Vol. 5, P. 1, 2016.
- B. Kelistrikan, "Banjarweb-Info," Desember 2009. [Online]. Available: <https://seputarbanjarpatroman.blogspot.com/2014/07/spesifikasi-gardu-tembok-beton.html>. [Accessed 26 5 2022].
- Gita, "Http://Digilib.Polban.Ac.Id/," 15 08 2018. [Online]. Available: <http://Digilib.Polban.Ac.Id/Files/Disk1/214/Jbptppolban-Gdl-Gitapurnam-10678-3-Bab2--9.Pdf>. [Accessed 05 26 2022].
- A. F. Hidayat, "Www.Edukasikini.Com," 09 2018. [Online]. Available: <https://www.edukasikini.com/2018/09/kubikel-20-kv.html>. [Accessed 26 05 2022].
- Pln, Pengenalan Kubikel 20 Kv Dan, Pt Pln (Persero) Pusat Pendidikan Dan Pelatihan .