



Penggunaan Circuit Breaker Sf6 Pada Gardu Traksi Di Jalur Kereta Rel Listrik Manggarai Jatinegara

Mohamad Fatkur Rozi¹, Dian Budhi Santoso², Ibrahim³

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

Abstract

Received: 29 November 2023
Revised: 11 Desember 2023
Accepted: 18 Desember 2023

The electric rail system uses a traction substation as a control center to regulate and manipulate the electric power used in train operations. One of the key components in a traction substation is the circuit breaker, which is responsible for breaking off the flow of electricity in the event of a disturbance or failure in the system. Circuit breaker SF6 (Sulfur Hexafluoride) is a type of circuit breaker that is often used in traction substation applications on electric railroads. SF6 has excellent insulation properties and high extinguishing ability, so it can cut off electricity quickly and efficiently in the event of a disturbance. In addition, SF6 gas has a high density, so the size of the SF6 circuit breaker is relatively smaller compared to other types of circuit breakers, making it suitable for use in confined spaces at traction substations. In the Manggarai-Jatinegara electric railroad line, the use of the SF6 circuit breaker at the traction substation provides several advantages. First, the SF6 circuit breaker can handle the high amperage used by electric trains, with sufficient breaking capacity. Second, the good insulation properties of SF6 help prevent voltage spikes that can damage sensitive electronic equipment in traction substations. Third, the compact size of the SF6 circuit breaker allows efficient use in confined spaces at the traction substation. However, the use of SF6 circuit breakers also has several challenges. One of them is the environmental impact of SF6 gas used as an arc extinguishing medium. SF6 is included in the greenhouse gases that have a high global warming potential. Therefore, it is important to ensure the use and processing of SF6 gas safely and responsibly so that environmental impacts can be minimized. In conclusion, the use of the SF6 circuit breaker at the traction substation on the Manggarai-Jatinegara electric railroad line provides advantages in terms of efficient breaking capability and compact size. However, it is necessary to remember to manage the environmental impact of using SF6 gas in a responsible manner.

Keywords: *Installation of distribution systems, Low Voltage networks, energy efficiency, system reliability.*

(*) Corresponding Author: Mohamad.fatkur17087@unsika.ac.id

How to Cite: Rozi, M. F., Santoso, D. B., & Ibrahim, I. (2023). Penggunaan Circuit Breaker Sf6 Pada Gardu Traksi Di Jalur Kereta Rel Listrik Manggarai Jatinegara. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10432729>.

PENDAHULUAN

Kereta rel listrik telah menjadi salah satu mode transportasi yang penting dan populer di banyak kota besar di seluruh dunia. Sistem kereta rel listrik terdiri dari jalur rel, kereta, dan infrastruktur pendukung lainnya, termasuk gardu traksi. Gardu traksi berperan sebagai pusat kendali yang penting dalam operasional kereta rel listrik, bertanggung jawab untuk mengatur dan memanipulasi aliran tenaga listrik yang digunakan.

Dalam gardu traksi, circuit breaker atau pemutus sirkuit adalah salah satu komponen utama yang digunakan untuk melindungi sistem dari gangguan listrik. Circuit breaker digunakan untuk memutus aliran listrik jika terjadi gangguan, kelebihan beban, atau kegagalan lainnya yang dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan dan infrastruktur gardu traksi. Pemutusan aliran listrik yang cepat dan efisien sangat penting untuk menjaga keandalan dan keselamatan operasional kereta rel listrik.

Dalam konteks gardu traksi pada jalur kereta rel listrik Manggarai-Jatinegara, penggunaan circuit breaker SF6 (Sulfur Hexafluoride) telah menjadi pilihan yang umum. Circuit breaker SF6 dikenal karena memiliki sifat insulasi yang sangat baik dan kemampuan extinguishing yang tinggi. Dalam kondisi normal, SF6 berperan sebagai isolator listrik di dalam circuit breaker, tetapi saat terjadi gangguan, gas SF6 berfungsi sebagai media pemadam busur yang efektif.

Keuntungan utama penggunaan circuit breaker SF6 pada gardu traksi di jalur kereta rel listrik Manggarai-Jatinegara adalah kemampuannya dalam menangani arus listrik yang tinggi dengan kapasitas pemutusan yang memadai. Selain itu, ukuran yang kompak dari circuit breaker SF6 memungkinkan penggunaan yang efisien dalam ruang terbatas di gardu traksi. Hal ini sangat penting mengingat ruang yang terbatas menjadi kendala dalam perancangan dan penempatan peralatan di gardu traksi.

Namun, penggunaan circuit breaker SF6 juga memiliki tantangan yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah dampak lingkungan yang terkait dengan penggunaan gas SF6. SF6 termasuk dalam kategori gas rumah kaca dengan potensi pemanasan global yang tinggi. Oleh karena itu, perlu adanya langkah-langkah yang bertanggung jawab dalam pengelolaan dan pemrosesan gas SF6 agar dampak lingkungan dapat diminimalkan.

Dalam konteks tersebut, penelitian ini akan membahas penggunaan circuit breaker SF6 pada gardu traksi di jalur kereta rel listrik Manggarai-Jatinegara. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis keuntungan dan tantangan penggunaan circuit breaker SF6 dalam operasional gardu traksi serta mempertimbangkan aspek lingkungan yang terkait dengan penggunaan gas SF6.

METEDO PENELITIAN

Metode pada penelitian ini dilakukan dengan teknik pengumpulan data, yang dimana metode pengumpulan data merupakan strategi yang ditempuh untuk mengambil data lapangan. Data-data dikumpulkan dalam seluruh kegiatan menggunakan metode wawancara dan studi langsung di lapangan. Dan juga studi literatur yang dilakukan dengan cara mempelajari teori-teori yang mendukung pemecahan masalah baik dari jurnal, buku maupun penelitian yang sejenis. Sehingga dari kegiatan lapangan pula didukung dengan literatur yang relevan. Selain metode pengumpulan data dan studi literatur adapun metode observasi lapangan, Metode observasi lapangan digunakan untuk mengumpulkan data yang relevan.

HASIL & PEMBAHASAN

1. Sinyal

Sinyal adalah seperangkat alat yang berfungsi untuk memberikan isyarat berupa bentuk atau warna untuk mengatur perjalanan kereta api.

2. Switch/Wesel

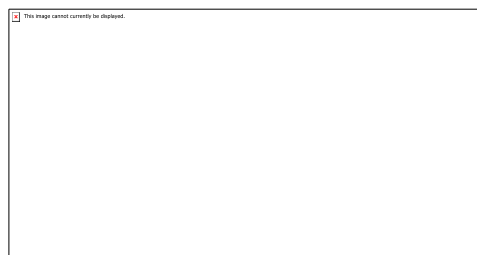
Wesel (dari Bahasa belanda *Wissel*) adalah konstruksi rel kereta api yang bercabang (bersimpangan) tempat memindahkan jurusan rel kereta api. Wesel terdiri dari sepasang rel kereta api dari jalur yang ujungnya diruncingkan sehingga dapat melancarkan perpindahan kereta api dari jalur yang satu ke jalur yang lain dengan menggeser bagian rel yang runcing. Jenis wesel terdiri dari wesel biasa yang mengarahkan kereta api menuju dua arah saja (lurus atau belok kanan/kiri) dan wesel inggris yang mengarahkan kereta api menuju ke segala arah (lebih dari dua arah).

Wesel Berfungsi untuk memindahkan jalur kereta api pada saat memasuki peron wesel dikendalikan oleh Pusat Pengendali Kereta Api. Wesel merupakan system control close loop karena wesel tersebut mengetahui perpindahan kereta ke jalur yang lain.



Gambar 1. Wesel/switch point yang terletak pada rel kereta api.

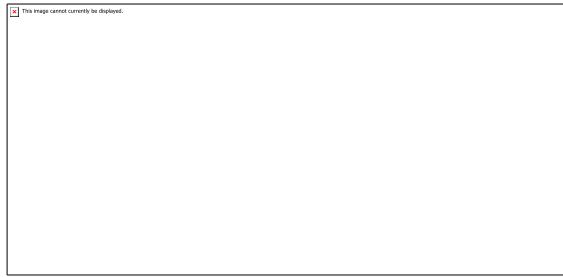
Informasi petak blok adalah informasi blok yang diberikan dari stasiun A ke Stasiun B begitu juga sebaliknya dengan tujuan untuk memastikan hanya ada satu kereta yang memasuki blok yang akan dilewati, cara kerjanya yaitu stasiun A meminta warta aman, kemudian stasiun B memberi warta aman. Lalu kereta membuat rute berangkat, stasiun A memberi warta lepas dan stasiun B memberi warta masuk.



Gambar 2. Rute masuk dan keluar pada tiap stasiun.

Gambar diatas menjelaskan tentang informasi peta blok yang berfungsi untuk memastikan hanya ada satu kereta yang masuk pada rel/blok yang di lewati.

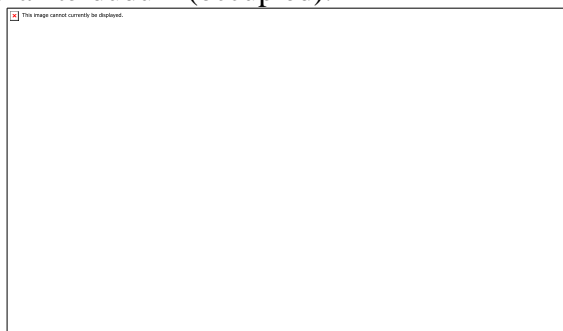
3. *Track circuit* bekerja dengan memutuskan arus dari feeder yang menuju relay apabila ada kereta yang lewat dengan tujuan mendeteksi adanya kereta yang melewati jalur kereta yang putus.



Gambar 3. Track circuit rel kereta api

Menjelaskan tentang track circuit yang berfungsi memutuskan arus ke feeder yang berada pada listrik aliran atas untuk masuk ke relay apabila ada kereta yang sudah memasuki jalur tersebut.

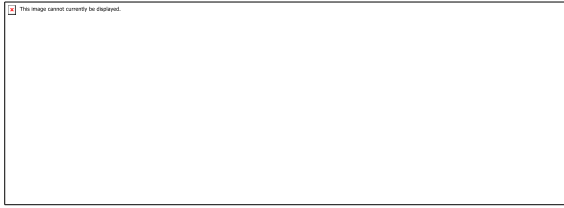
4. Penghitung gandar (*Axle Counter*) merupakan salah satu dari peralatan pendeteksi sarana yang juga digunakan pada bidang perkeretaapian. Axle counter pada hakikatnya mempunyai fungsi yang sama dengan track circuit yaitu sebagai peralatan pendeteksi sarana atau kereta api. Selain sebagai pendeteksi sarana, Axle counter mempunyai fungsi yang lain yaitu sebagai alat untuk menghitung jumlah gandar yang masuk dan keluar pada area sensor axle counter tersebut. Penghitungan terhadap jumlah gandar tersebut bertujuan untuk pendeteksian kereta api yang lewat di atas sensor tersebut. Prinsip kerja axle counter yaitu bekerja dengan cara menghitung jumlah gandar (axle) roda kereta api yang masuk pada track section tertentu dan membandingkannya dengan jumlah gandar (axle) roda kereta api yang Apabila jumlah gandar yang masuk terhitung lebih besar dari pada jumlah gandar yang keluar, maka track section dinyatakan terduduki (occupied).



Gambar 4. Axle counter pada jalur kereta api

Gambar diatas menjelaskan tentang Axle counter yang berfungsi sebagai penghitung jumlah gambar/roda kereta api yang masuk pada jalur tertentu tersebut.

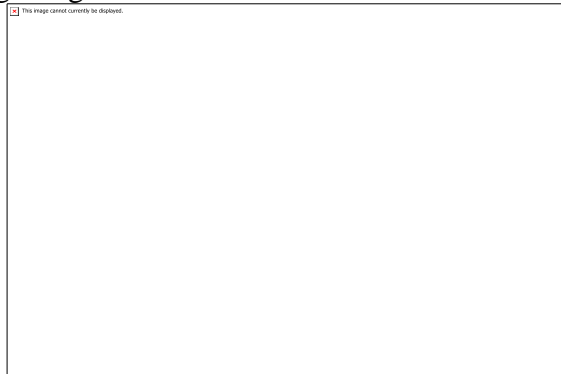
5. Local control panel adalah sebuah panel yang digunakan untuk engontrol perangkat persinyalan di lapangan dan melihat status indikasi perangkat persinyalan di lapangan. Local control panel berada di pusat pengendalian kereta api yang berada di stasiun terdiri dari tombol sinyal, tombol petak blok, tombol wesel, dll.



Gambar 4. Papan operator local control panel

Gambar diatas menjelaskan tentang papan operator local control panel yaitu bentuk visual sinyal kereta dalam jalur. Contohnya untuk mengatur perpindahan jalur kereta.

6. Single line diagram gardu traksi



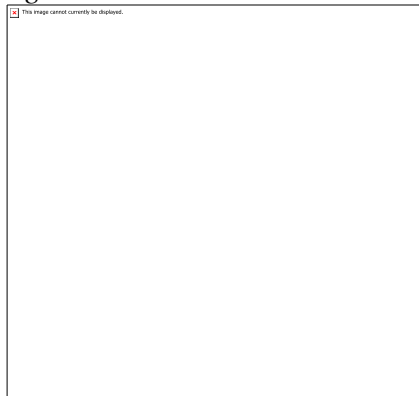
Gambar 5. Single line diagram gardu traksi

Gambar diatas merupakan bentuk dari diagram satu jalur yang dimana jalur tersebut menunjukkan jalur kelistrikan dari sumber PLN sapai dengan beban yang terpasang yaitu kereta, sistem persinyalan dan telekomunikasi antar stasiun.

Dari jaringan pln dengan tegangan 9,5 MVA dirurunkan melali trafo utama menjadi 20 KVA AC kemudian tegangan diturunkan lagi melalui trafo distribusi menjadi 1200V AC, lalu disearahkan dengan rectifier menjadi 1500 V DC digunakan untuk menyuplai daya ke sumber listrik kereta.

Dari trafo utama pln 20 KVA dinaikan melalui trafo distrubusi menjadi 50 KVA kemudia disearahkan dengan panel distribusi AC-DC Digunakan untuk system kendali pada setiap stasiun

7. Komponen AC Switchgear



Gambar 5. Komponen AC Switchgear

Gambar diatas menunjukkan komponen AC Switchgear dengan bagian :

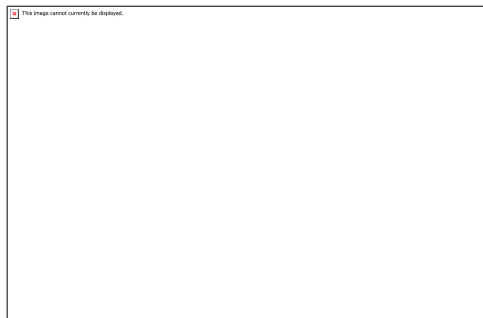
1. Switchgear : pemutus yang terisi gas SF₆
2. Busbar : penyalur tenaga dari trafo ke peralatan listrik lainnya
3. Conection and switchgear : terminal Switchgear
4. Operating mechanism : elemen untuk mengoprasikan pemutus dari switchgear
5. Low voltage : terdiri dari relay dan kontak terminal uji



Gambar 6. Tampilan depan panel rectifier

Gambar 8 menunjukkan tampilan depan panel rectifier. Rectifier sendiri berfungsi untuk mengkonversi listrik AC 20 KV menjadi listrik DC 1500 VDC.

1. Di bagian depan dari panel rectifier terdapat komponen berupa dioda element, heat pipe cooling sytem, thermostat untuk memantau apabila suhu diatas 60°C maka alarm akan menyala, CR snubber circuit AC yaitu circuit untuk meredam tegangan transient.
2. Dibagian belakang panel rectifier terdapat komponen berupa heat pipe cooling system, CR snubber circuit DC, Arrester, Incoming & Outgoing cable terminal.
8. Panel Link brake device



Gambar 7. Tampilan luar dan dalam panel link brake device

Gambar diatas tampilan luar dan dalam dari panel link brake device yang berfungsi sebagai penghubung satu gardu ke gardu yang lain dengan media komunikasi berupa kabel serat optik.

1. Panel LBD berfungsi sebagai penghubung satu gardu dengan yang lainnya melalui media komunikasi data untuk memutus listrik suplai gardu traksi tetangga bila terjadi gangguan.
2. Power suplai control pada alat ini membutuhkan tegangan 110V DC dan 14,5A input dengan media komunikasi berupa kabel serat optik dan protocol komunikasi berupa modbus tcp ip, alat ini memiliki touch screen display untuk memonitor dan tiga mode pengaturan yaitu mode test, service dan bypass. Setiap kali masalah terjadi, seperti korsleting, LBD akan mengirim perintah trip

(status) ke gardu sebelahnya. Ketika status ini diterima, gardu sebelahnya juga akan melakukan trip.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Circuit Breaker SF6 dengan media isolasi Gas SF6 mempunyai keunggulan untuk memutus arus sampai 40 kA pada rangkaian bertegangan sampai 765 kV. Pada suhu di atas 150° C, gas SF6 mempunyai sifat tidak merusak metal, plastik dan bermacam bahan yang umumnya digunakan dalam pemutus tenaga tegangan tinggi dibandingkan dengan PMT (Pemutus Tenaga) dengan media yang berupa minyak yang hanya bisa memutus arus sampai dengan 10 KA pada tegangan 500 KV, kemudian dengan PMT Vakum yang dimana PMT Vakum hanya dapat di gunakan sampai tegangan 38 KV, dan untuk PMT Udara hembus mempunyai kekuatan untuk memutus tegangan sama dengan PMT bermedia Gas SF6 .
2. Kekurangan pada PMT udara hembus adalah peralatan pada PMT ini kontak langsung dengan udara yang akan menyebabkan korosi atau karat pada peralatan PMT. 2
3. Pemeliharaan circuit Breaker SF6 adalah Pengukuran tahanan isolasi, tahanan kontak, pengujian keserempakan dan tahanan pentanahan[9].
4. Pemeliharaan alat setelah proyek di naungi anak perusahaan LRS (Rekaprima Len Railways sistem) kalau sudah operasi/serah terima ke KAI masa pemeliharaan selama 2 tahun,habis itu pemeliharaan tanggung jawab KAI

REFERENSI

- Faisal Oktavian S, Ir. Juningtyastuti, M.T, “Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT) Menggunakan Media Pemadam Gas SF6 Di Gardu Induk Ungaran 150 KV APP Semarang Base Camp Semarang”.
- Gardu Traksi KRL (Traction Substation), <https://www.len.co.id/gardu-traksitraction-substation/> ,Di akses pada 11 Januari 2021
- Transformator, <https://id.wikipedia.org/wiki/Transformator>, Di akses pada 11 Januari 2021
- Pengertian SCR (Silicon Controlled Rectifier) dan Prinsip Kerjanya, <https://teknikelektronika.com/pengertian-scr-silicon-controlled-rectifier-prinsip-kerja-scr/>, Di akses pada 11 Januari 2021
- Switchgear, <https://id.wikipedia.org/wiki/Switchgear>, Di akses pada 13 Januari 2021.
- Iman Setiono, “Gas SF 6 (Sulfur Hexa Fluorida) Sebagai Pemadam Busur Api Pada Pemutus Tenaga (PMT) Di Saluran Transmisi Tegangan Tinggi”, 2017 Vol. 13(12):1-6, ISSN: 1858-2907, EISSN: 2549-9130.
- Eliyus Sayuri, M. Aan Auliy, ST. MT., Aji Brahma Nugroho, S.Si, MT., “ Perancangan Sistem Persinyalan Elektrik Di Stasiun Berbasis Plc Omron Cp1eE30sdr-A”. di Akses pada 17 Juli 2021
- Mariana Diah Puspitasari, Faris Hendra Purwaka, “Analisis Perbandingan Pendeteksi Sarana Pada Lintas Surabaya – Madiun.” Di Akses pada 10 Juli 2021.