

**STUDI CIRCUIT BREAKER TYPE BHG-114 PADA GAS  
INSULATED SWITCHGEAR TEGANGAN 150 kV  
DI GARDU INDUK GLUGUR**

**TUGAS AKHIR**

Oleh

**ZULKIFLI SHULHAM**  
**NIM : 968120023**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
M E D A N  
2 0 0 1**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)12/12/23

# STUDI CIRCUIT BREAKER TYPE BHG-114 PADA GAS INSULATED SWITCHGEAR TEGANGAN 150 kV DI GARDU INDUK GLUGUR

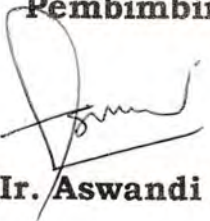
## TUGAS AKHIR

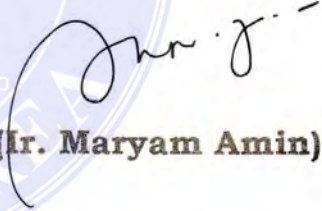
*Diajukan Guna Melengkapi Syarat  
Dalam Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Elektro*

Menyetujui :

Pembimbing II

Pembimbing I

  
(Ir. Aswandi Azwar)

  
(Ir. Maryam Amin)

Mengetahui :

Ketua Jurusan

Dekan

  
  
(Ir. Jairo Tavip)

  
  
(Ir. H. Yusri Nasution, SH)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Tanggal Lulus :

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## DAFTAR ISI

	Hal
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1. Latar Belakang Masalah .....	1
2. Batasan Masalah.....	2
3. Tujuan Pembahasan .....	3
4. Metode Pembahasan .....	3
5. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	6
1. Tinjauan Umum Gardu Induk.....	6
1.1 Umum .....	6
1.2 Klasifikasi Gardu Induk .....	7
1.2.1 Klasifikasi Berdasarkan Fungsi .....	7
1.2.2 Klasifikasi Berdasarkan Konstruksi.....	8
1.3 Peralatan dan Fasilitas Gardu Induk .....	8
1.4 Fungsi dari Peralatan Gardu Induk .....	10
1.4.1 Lightning Arrester .....	10
1.4.2 Pemisah (PMS).....	11
1.4.3 Pemutus Tenaga .....	12
1.4.4 Trafo Tegangan atau Potensial Traformer (PT)	12
1.4.5 Trafo Arus (CT).....	13

1.4.6	Rel (Busbar).....	14
1.4.7	Transformer Tenaga .....	15
1.4.8	Panel-Panel Kontrol .....	16
1.4.9	Batere.....	17
2.	Gas Insulated Switchgear (GIS) .....	18
3.	Circuit Breaker .....	20
3.1	Pengertian .....	20
3.2	Proses Mengatasi Gangguan oleh Circuit Breaker .....	21
3.3	Rangkaian Trip .....	22
3.4	Terbentuknya Busur Api dalam Circuit Breaker .....	23
4.	Jenis-Jenis Circuit Breaker .....	23
4.1	Oil Circuit Breaker (Pemutus Tenaga dengan Media Minyak) .....	23
4.2	Air Blast Circuit Breaker (Pemutus Tenaga dengan Udara Hembus).....	27
4.3	Vacuum Circuit Breaker (Pemutus Tenaga dengan Hampa Udara).....	28
4.4	Circuit Breaker dengan Media Gas.....	29
<b>BAB III</b>	<b>CIRCUIT BREAKER TYPE BHG-114</b> .....	<b>32</b>
1.	Konstruksi CB Type BHG-114 .....	33
2.	Rating Circuit Breaker .....	38
3.	Media Pemadam Busur Api .....	43
4.	Prinsip Kerja CB Type BHG-114.....	48
4.1	Bagian-Bagian Utama dari CB Type BHG-114.....	48
4.2	Prinsip Kerja CB Type BHG-114.....	50
5.	Mekanisme Operasi.....	53
6.	Prinsip Pengoperasian CB Type BHG-114 .....	56

<b>BAB IV ASPEK-ASPEK YANG PERLU DILAKUKAN DALAM PENGOPERASIAN DAN PEMELIHARAAN PEMUTUS MEDIA GAS SF<sub>6</sub></b> .....	59
1. Prosedur Operasi (Membuat Persediaan Kerja) .....	62
2. Prosedur Pengosongan .....	63
3. Pemuatan Gas .....	64
4. Prosedur Pengisian Gas .....	65
<b>BAB V KESIMPULAN</b> .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	68
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan sistem tenaga listrik dewasa ini sangatlah pesat, maka perkembangan sistem proteksi pun juga mengalami perkembangan yang pesat karena tidaklah mungkin suatu sistem tenaga listrik dengan kapasitas yang besar tanpa sistem proteksi yang dapat diandalkan. Salah satu peralatan proteksi yang sangat penting dalam sistem tenaga listrik adalah Circuit Breaker (CB). Circuit breaker merupakan peralatan pemutus tenaga pada keadaan berbeban, baik pada saat terjadi gangguan maupun untuk perbaikan. Circuit breaker type BHG-114 merupakan salah satu peralatan proteksi yang digunakan pada suatu gardu induk yang menggunakan jenis gardu induk indoor dengan sistem Gas Insulated Switchgear (GIS). Circuit breaker type BHG-114 menggunakan gas SF<sub>6</sub> (Sulfur Hexafluorida) sebagai media pemadam busur apinya.

Gas SF<sub>6</sub> merupakan jenis gas yang mempunyai sifat dielektrik dan pemadam busur api yang sangat baik. Dibandingkan dengan udara maka gas SF<sub>6</sub> ini memiliki kekuatan dielektrik 2 s/d 3 kali dari kekuatan dielektrik udara. Circuit breaker type BHG-114 digunakan pada sistem GIS dengan rating tegangan 150 KV. Karena menggunakan gas SF<sub>6</sub> yang memiliki kekuatan

dielektrik dan memadamkan busur api lebih baik dari udara maka ukuran circuit breakerpun lebih kecil dari pada circuit breaker jenis lain sehingga sangat cocok digunakan pada gardu induk yang berada di daerah perkotaan dimana lahan sangat terbatas atau di negara-negara maju dimana lahan kosong sulit didapat.

## 2. Batasan Masalah

Pada tugas akhir penulis mencoba membahas mengenai circuit breaker type BHG-114 yang digunakan pada Gas Insulated Switchgear tegangan 150 kV sebagai pemutus hubungan antara sumber (incoming) dan ke pemakaian (outgoing) yang merupakan jenis circuit breaker yang paling aman terhadap tegangan sentuh dan andal dalam pengoperasiannya, karena media pemadam busur apinya serta bahan isolasinya memakai gas SF<sub>6</sub> yang dapat bekerja dengan baik untuk jangka waktu yang lama. Sampai saat ini gas SF<sub>6</sub> dikenal peralatan proteksi pemutus tenaga yang tetap dominan dalam peranannya sebagai peralatan pengaman sistem pemutus tenaga. Khusus untuk Sumatera Utara hanya ada dipakai pada Gardu Induk Glugur dan Gardu Induk Mabar.

### 3. Tujuan Pembahasan

Dengan adanya penulisan tugas akhir yang merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa Universitas Medan Area Medan dalam menyelesaikan perkuliahannya maka mahasiswa diharapkan dapat mengembangkan ilmu pengetahuan yang dimilikinya dan menambah wawasan pemikiran mahasiswa.

Tujuan pembahasan ini secara khusus adalah :

1. Mengenai konstruksi dan cara kerja circuit breaker secara umum dan khususnya type BHG-114.
2. Menambah pengetahuan mengenai gardu induk.
3. Menambah pengetahuan mengenai Gas Insulated Switchgear dan gas SF<sub>6</sub>.
4. Dapat membandingkan dan menambah wawasan antara ilmu yang didapat dibangku kuliah dengan yang ada di lapangan.
5. Melatih diri membuat laporan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan.

### 4. Metoda Pembahasan

Dalam pembuatan tugas akhir ini, metoda pengambilan data dan pembuatan laporan adalah dengan metoda studi lapangan dan studi literatur. Studi lapangan dilakukan dengan cara observasi langsung ke objek permasalahan, dan berkonsultasi dengan pembimbing jurusan. Studi literatur dilakukan dari buku-buku yang ada di gardu induk glugur dan di perpustakaan Universitas Medan Area dengan membaca buku-buku yang erat hubungannya



dengan permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini, serta menggabungkan semua catatan-catatan yang sesuai selama mengikuti perkuliahan di Universitas Medan Area Medan maka disusunlah tugas akhir ini.

## **5. Sistematika Penulisan**

Untuk membatasi luasnya ruang lingkup pembahasan, maka dibuatlah suatu sistematika penulisan.

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bagian yang menceritakan atau menerangkan alasan penulis sehingga mengambil judul tugas akhir ini, batasan-batasan masalah yang dibahas pada tugas akhir ini, tujuan penulis serta metoda pembahasan.

### **BAB II : TINJAUAN UMUM GARDU INDUK**

Pada bagian ini menjelaskan teori-teori dasar, pengertian-pengertian serta pengenalan yang mendukung terhadap materi yang akan dibahas pada tugas akhir ini.

### **BAB III : CIRCUIT BREAKER TYPE BHG-114**

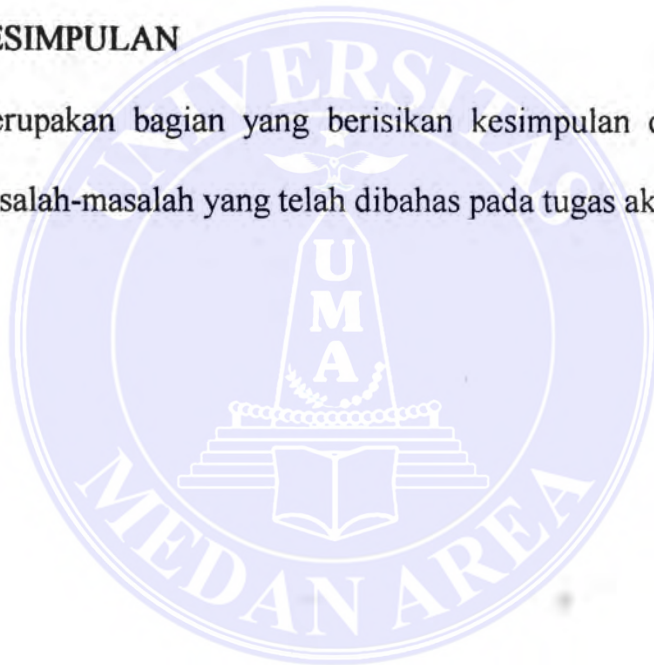
Pada bab ini dibahas mengenai beberapa hal antara lain konstruksi dari CB type BHG-114, media pemadam busur apinya serta cara kerjanya sehingga pada nantinya circuit breaker tersebut dapat menyalurkan daya listrik secara kontiniu dan handal.

## BAB IV : ASPEK-ASPEK YANG PERLU DILAKUKAN DALAM PENGOPERASIAN DAN PEMELIHARAAN PEMUTUS TENAGA MEDIA GAS SF<sub>6</sub>

Pada bab ini dijelaskan mengenai cara pengoperasian dan pemeliharaan pada gas insulated swithgear sehingga langkah-langkah apa saja yang dilakukan harus tepat dan sesuai dengan standar operasinya.

## BAB V : KESIMPULAN

Merupakan bagian yang berisikan kesimpulan dari keseluruhan masalah-masalah yang telah dibahas pada tugas akhir ini.



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **1. Tinjauan Umum Gardu Induk**

##### **1.1 Umum**

Saluran transmisi dan distribusi dihubungkan dengan Gardu Induk, jadi Gardu Induk ini merupakan tempat pemusatan dari tenaga yang dibangkitkan dan interkoneksi dari sistem transmisi dan distribusi kepada para pelanggan.

Gardu induk adalah suatu instalasi yang terdiri dari rel daya, peralatan hubung bagi, transformator, reaktor, peralatan ukur dan pengaman, yang merupakan bagian dari suatu sistem tenaga listrik yang berfungsi sebagai :

- Menurunkan atau menaikkan tegangan sistem.
- Memutus atau menyambungkan jaringan listrik.
- Pengukuran, pengawasan operasi serta pengaturan pengaman sistem tenaga listrik.
- Pengaturan daya ke gardu induk lain atau ke gardu-gardu distribusi melalui feeder-feeder tegangan menengah.

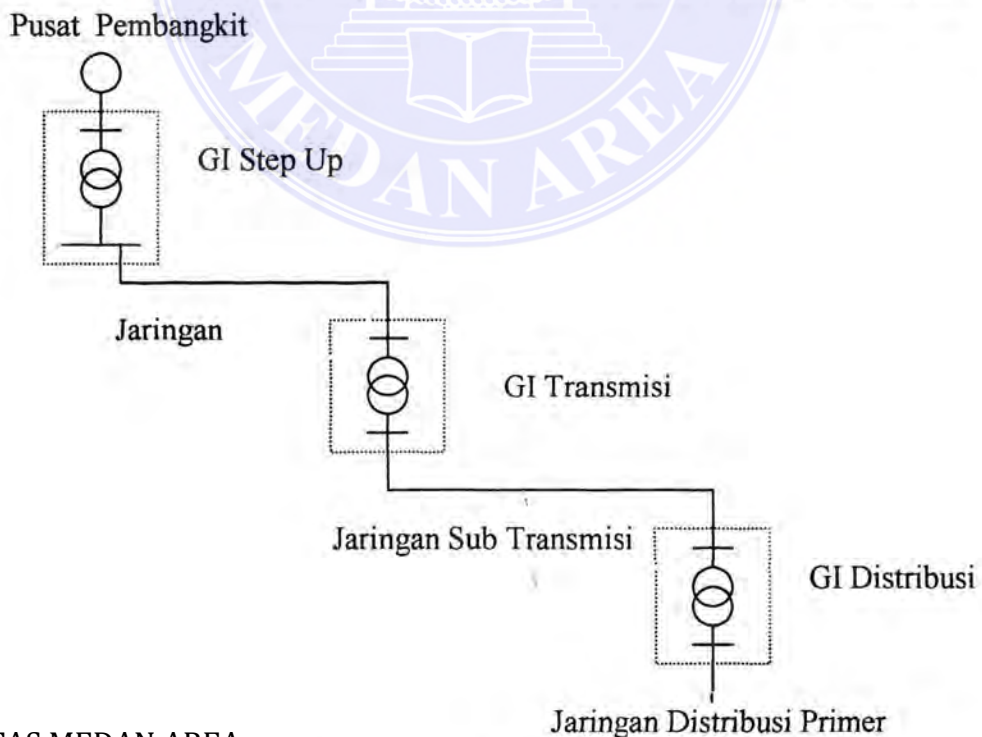
## 1.2 Klasifikasi Gardu Induk

### 1.2.1 Klasifikasi Berdasarkan Fungsi

Sesuai dengan fungsinya, gardu induk dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- Gardu induk Step Up yaitu gardu induk yang berfungsi menaikkan tegangan dari pembangkit sehingga sesuai dengan tegangan pada transmisi.
- Gardu Induk Transmisi yaitu gardu induk yang berfungsi menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan subtransmisi.
- Gardu Induk Distribusi yaitu gardu induk yang berfungsi menurunkan tegangan subtransmisi menjadi tegangan primer.

Gambar di bawah ini menunjukkan gambar satu garis yang sangat sederhana dari suatu sistem tenaga listrik dengan beberapa jenis gardu induk.



### 1.2.2 Klasifikasi Berdasarkan Konstruksi

Sesuai dengan konstruksinya, gardu induk dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- Gardu Induk Pasangan Luar (outdoor) yaitu gardu induk dimana peralatan utama seperti transformator, peralatan hubung bagi, rel daya, dan lain-lain semuanya dipasang di udara terbuka.

Hanya peralatan kontrol, peralatan ukur, rele-rele dan peralatan bantu saja yang dipasang didalam ruangan/bangunan.

- Gardu Induk Konstruksi Pasangan Dalam (indoor) yaitu gardu induk dimana semua peralatan baik utama maupun kontrol dipasang didalam ruangan tertutup/bangunan. Isolasi antara bagian-bagian yang bertegangan dari fasa yang berbeda adalah udara.
- Gardu Induk Berisolasi Gas (Gas Insulated Switchgear) yaitu gardu induk bagian yang bertegangan diisolasi dengan gas, seperti rel daya, terminal-terminal peralatan hubung bagi.

### 1.3 Peralatan dan Fasilitas Gardu Induk

Perlengkapan dan fasilitas suatu gardu induk pada umumnya terdiri dari:

- a. Transformator Daya
- b. Peralatan tegangan tinggi sisi primer, antara lain :

- Lightning Arrester
- Pemutus Tenaga (PMT) atau Circuit Breaker (CB)
- Pemisah (PMS)
- Transformator Arus (CT)
- Transformator Tegangan (PT)

c. Peralatan tegangan sisi sekunder, antara lain :

- Lightning Arrester
- Pemutus Tenaga (PMT) atau CB
- Pemisah (PMS)
- Transformator Arus (CT)
- Transformator Tegangan (PT)

d. Peralatan Kontrol

Digunakan untuk mengontrol aktivitas gardu induk dari suatu tempat (Control Room) terdiri dari :

- Panel Kontrol
- Panel rele
- Meter-meter pengukuran
- PLC
- Battery dan charger
- dan lain-lain.

## 1.4 Fungsi dari Peralatan Gardu Induk

### 1.4.1 Lightning Arrester

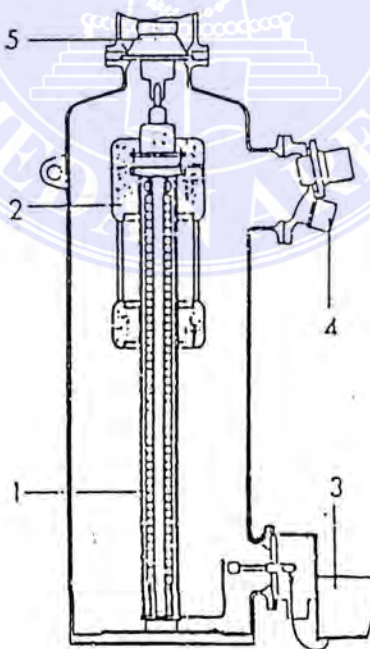
Berfungsi untuk mengamankan instalasi (peralatan - peralatan listrik yang terpasang) dari gangguan tegangan lebih dari sambaran petir atau surja petir.

Yang perlu diperhatikan dalam pengoperasiannya adalah counter (penghitung) jumlah operasi dari lightning arrester tersebut dicatat dan dilaporkan bila ada pertambahan.

Pada Gambar 2.2. di bawah ini dapat dilihat bentuk dari lightning arrester pada gardu induk dengan sistem gas insulated switchgear.

Keterangan Gambar 2.2.

1. ZnO resistor
2. dielectric screen
3. surge counter
4. SF6 control cover
5. support insulator



Gbr. 2.2. Lightning Arrester

### 1.4.2 Pemisah (PMS)

Pemisah (PMS) adalah alat yang dipergunakan untuk menyatakan secara visuil bahwa suatu peralatan listrik sudah bebas dari tegangan kerja. Oleh karena itu pemisah tidak diperbolehkan untuk dimasukkan atau dikeluarkan pada rangkaian listrik dalam keadaan berbeban.

#### – Macam-macam Pemisah

- a. Pemisah tanah ; untuk mengamankan peralatan dari sisa-sisa tegangan yang timbul sesudah saluran diputuskan, atau induksi dari penghantar lain terhadap pekerja yang memperbaiki instalasi.

Yang perlu diperhatikan dalam mengoperasikan adalah :

- Dioperasikan setelah PMT dan PMS dilepas (saluran tanpa tegangan).
- Apakah pisau-pisau masuk dan keluar dalam keadan normal.

- b. Pemisah peralatan ; untuk mengisolasi dari peralatan yang bertegangan.

Yang perlu diperhatikan dalam pengoperasiannya adalah :

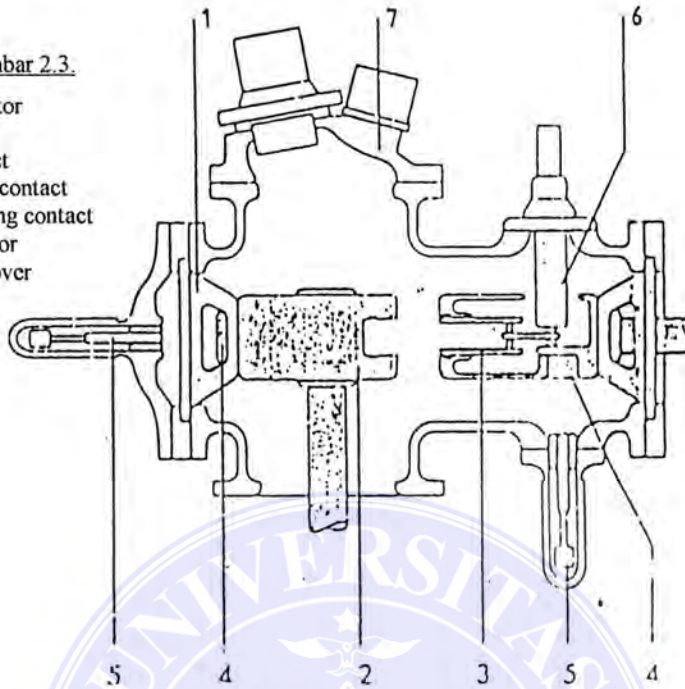
- Dioperasikan setelah PMT dilepas (saluran tanpa tegangan).
- Apakah pisau-pisau masuk dan keluar dalam keadaan normal.

Gambar 2.3. di bawah ini merupakan gambar dari pemisah yang digunakan pada sistem Gas Insulated Switchgear di gardu induk glugur.



**Keterangan Gambar 2.3.**

1. support insulator
2. fixed contact
3. moving contact
4. fixed earthing contact
5. moving earthing contact
6. driving insulator
7. SF6 control cover



Gbr. 2.3. Pemisah (Disconnecter)

**1.4.3 Pemutus Tenaga**

Berfungsi untuk memutuskan hubungan tenaga listrik dalam keadaan berbeban dan prosesnya harus cepat.

Pemutus tenaga listrik dalam keadaan gangguan akan memutuskan arus yang relatif besar, sehingga pada saat itu PMT bekerja sangat berat. Maka cara pemeliharaannya sangat mempengaruhi kemampuan pemutus daya.

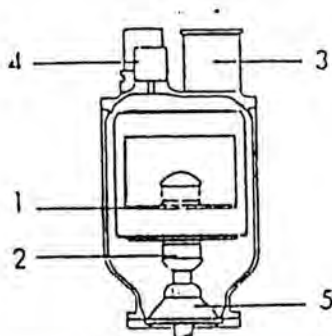
**1.4.4 Trafo Tegangan atau Potensial Transformer (PT)**

Berfungsi menurunkan tegangan yang lebih tinggi ke tegangan yang lebih rendah untuk keperluan alat-alat ukur (pengukuran) dan alat-alat

pengaman (proteksi). Trafo tegangan yang digunakan pada Gas Insulated Switchgear dapat dilihat pada Gambar 2.4.

Keterangan Gambar 2.4.

1. secondary winding
2. primary winding
3. terminal box
4. SF6 control cover
5. support insulator



Gbr. 2.4. Trafo Tegangan

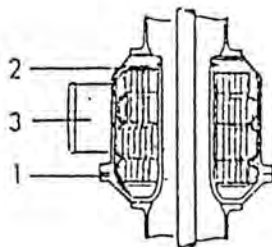
### 1.4.5 Trafo Arus (CT)

Berfungsi untuk menurunkan arus besar dan atau pada tegangan tinggi menjadi arus yang lebih kecil dan atau pada tegangan yang lebih rendah untuk keperluan pengukuran dan pengamanan (proteksi).

Dengan trafo arus, maka arus dapat dirubah besarnya menjadi besaran yang lebih sesuai dengan peralatan ukur, dan juga dapat mengisolasi tegangan tinggi terhadap alat-alat yang dipakai. Gambar 2.5 di bawah memperlihatkan gambar dari trafo arus.

Keterangan Gambar 2.5.

1. secondary winding
2. light enclosure
3. terminal box



Gbr. 2.5. Trafo Arus

### 1.4.6 Rel (Busbar)

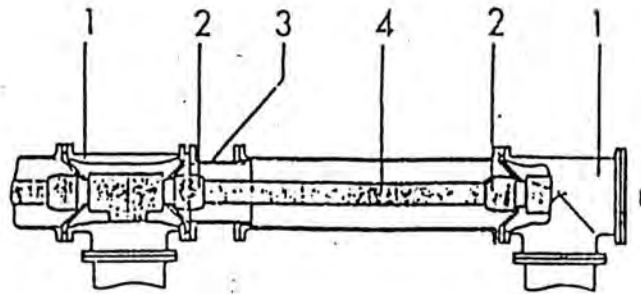
Rel adalah tempat titik temu saluran-saluran tenaga (sumber keluaran) antara trafo-trafo tenaga, SUTT atau dengan kata lain tempat menerima dan menyalurkan daya listrik. Pada gardu induk, peranan rel daya sangat penting, yaitu sebagai tempat menghubungkan beberapa rangkaian dan peralatan, dan harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- Mampu mengalirkan arus normal untuk waktu yang lama dan arus hubung singkat dalam periode waktu tertentu (singkat).
- Mampu menahan gaya-gaya yang disebabkan berat sendiri, dan alat-alat yang tersambung padanya serta gaya akibat arus hubung singkat dan angin.
- Bebas korona
- Jumlah isolator minimum
- Murah

Rel terbuat dari :

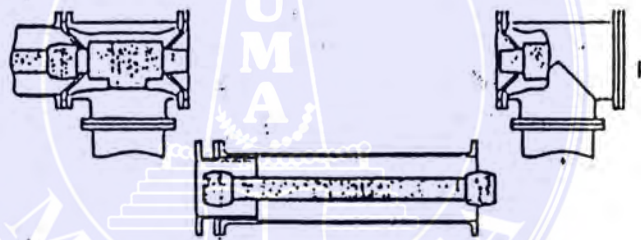
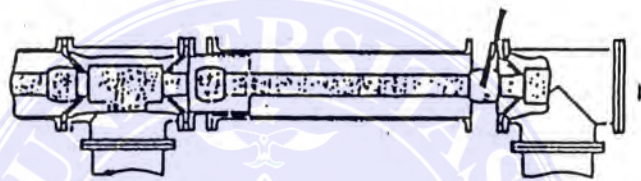
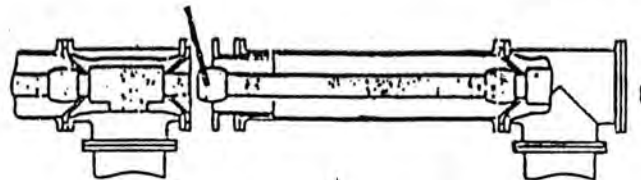
Tembaga, almalec atau aluminium yang bisa berbentuk bar atau hollow condensor.

Rel (busbar) dapat dilihat pada Gambar 2.6. di bawah ini.



Keterangan Gambar 2.6.

1. busbar disconnector
2. telescopic contact
3. telescopic enclosure
4. busbar conductor



Gbr. 2.6. Rel (busbar)

### 1.4.7 Transformator Tenaga

Transformator Tenaga adalah peralatan listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari tegangan rendah ke tegangan tinggi atau sebaliknya. Dalam pengoperasian trafo-trafo tenaga, titik netralnya ditanahkan sesuai dengan kebutuhan untuk sistem pengamanan (proteksi).

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

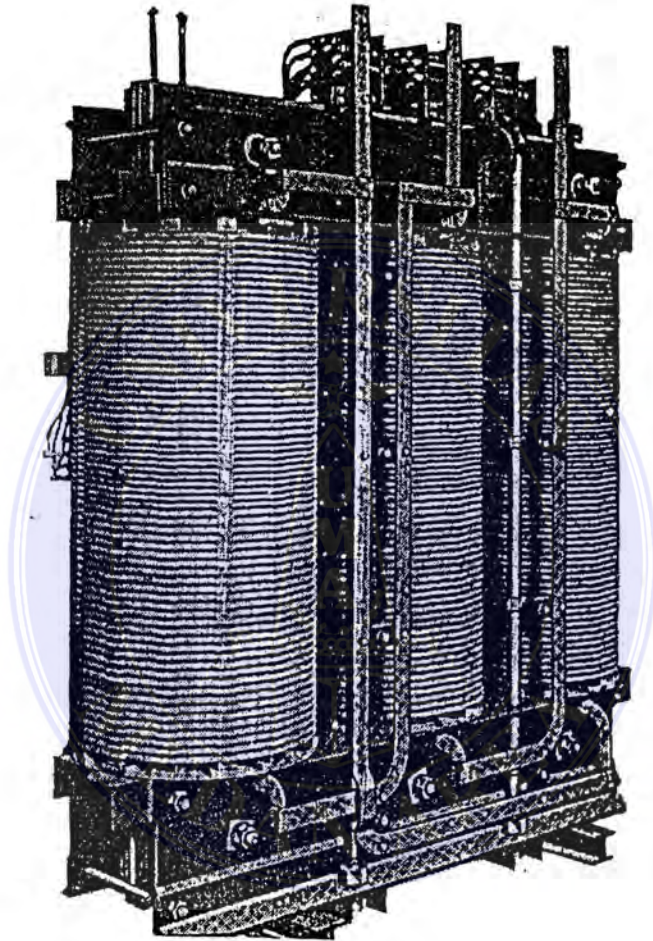
Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)12/12/23

Untuk trafo tenaga digunakan trafo tiga fasa. Pada Gambar 2.7. di bawah ini dapat dilihat dari bentuk susunan kumparan dari suatu transformator tenaga.



Gbr 2.7. Susunan Kumparan Trafo Tenaga

### 1.4.8 Panel-Panel Kontrol

Jenis panel kontrol yang ada pada suatu gardu induk adalah panel kontrol utama, panel rele dan pemakaian sendiri.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)12/12/23

- Panel kontrol utama terdiri dari panel instrumen dan panel operasi. Pada panel instrumen terpasang alat-alat ukur dan indikator gangguan, dari panel ini alat-alat tersebut dapat diawasi dalam keadaan beroperasi.

Pada panel operasi terpasang sakelar operasi dari PMT dan PMS serta lampu-lampu indikator posisi sakelar dan diagram rail

- Pada panel rele terpasang rele pengaman untuk SUTT, rele pengaman untuk trafo dan sebagainya.

Dengan membaca/mencatat rele yang bekerja dan indikasi yang muncul dapat diidentifikasi jenis gangguan yang terjadi.

#### 1.4.9 Batere

Batere adalah suatu alat yang menghasilkan enersi listrik dengan proses kimia. Batere dapat berupa susunan beberapa sel atau hanya satu sel saja. Tiap sel dari batere terdiri dari elektroda positif (+), elektroda negatif (-) dan elektrolit. Jenis elektroda dan elektrolit ini tergantung dari pabrik yang memproduksi batere tersebut. Di Gardu-Gardu Induk maupun di Pusat-Pusat Pembangkit Tenaga Listrik, batere ini berfungsi sebagai :

- Sumber tenaga untuk alat kontrol, pengawasan, tanda-tanda isyarat (signalling dan alarm).
- Sumber tenaga motor-motor untuk PMT, PMS, tap-charging trafo tenaga dan sebagainya.

- Sumber tenaga untuk penerangan darurat.
- Sumber tenaga untuk relay proteksi.
- Sumber tenaga untuk peralatan telekomunikasi.

Sumber tenaga untuk sistem kontrol dan proteksi harus selalu mempunyai keandalan dan stabilitas yang tinggi, maka batere dipakai sebagai sumber tenaga kontrol dan proteksi didalam gardu induk.

Peranan dari batere ini adalah sangat penting guna untuk menjamin kontinuitas pada keadaan normal maupun saat terjadi gangguan.

Ada dua jenis batere yang dikenal antara lain :

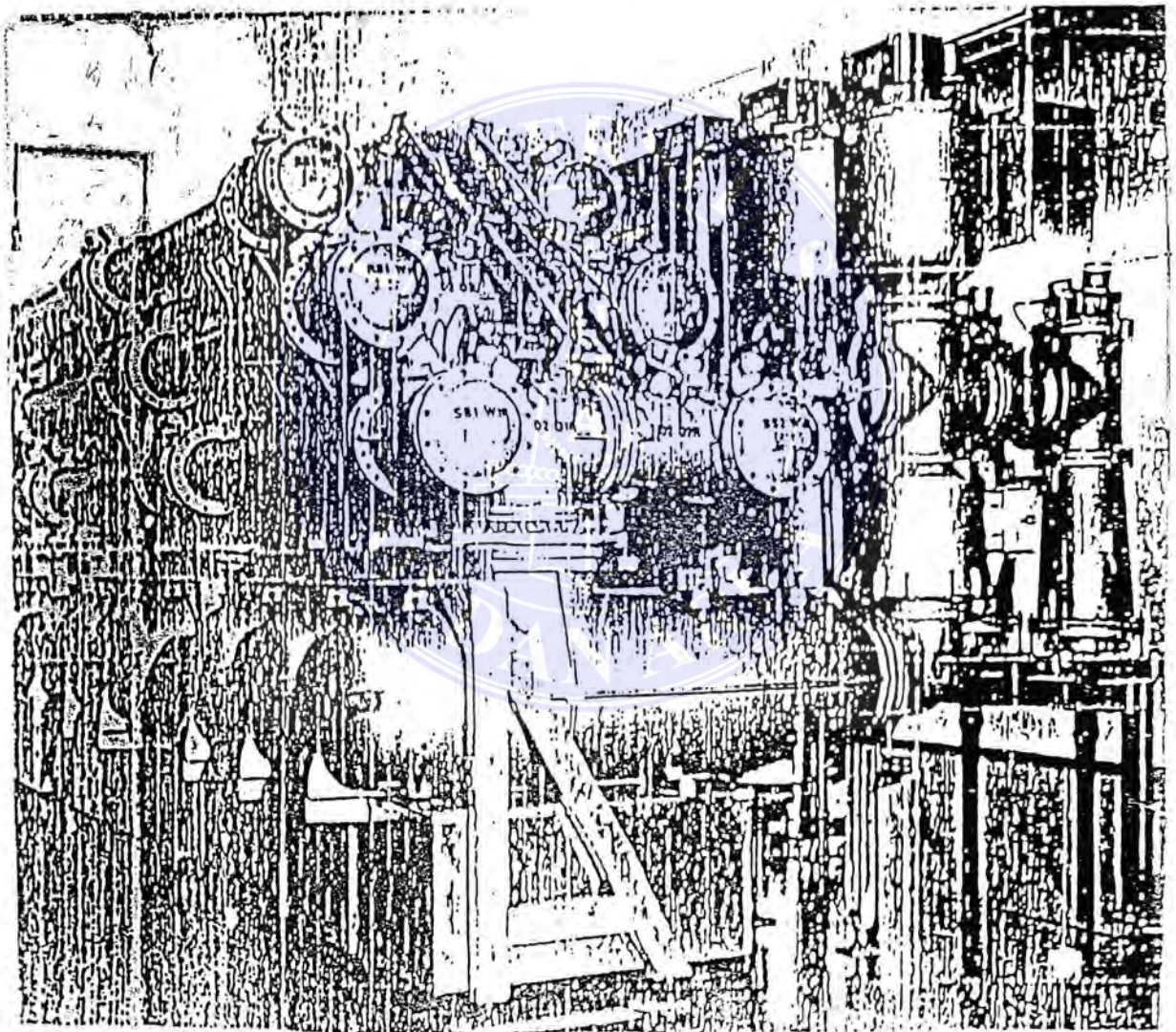
- Batere timah hitam
- Batere alkali

## **2. Gas Insulated Switchgear (GIS)**

Gas insulated switchgear (GIS) merupakan suatu sistem peralatan pada gardu induk dimana peralatan switchgearnya seperti circuit breaker, disconnecting switch, busbar dan peralatan lainnya menggunakan gas SF<sub>6</sub> sebagai proteksinya terhadap tegangan sentuh maupun untuk memadamkan busur api. Gas Insulated Switchgear (GIS) merupakan gardu induk yang tidak membutuhkan tempat yang luas. Karena Gas Insulated Switchgear menggunakan gas SF<sub>6</sub> sebagai perlindungan terhadap tegangan ataupun arus.

Di daerah Sumatera Utara hanya ada dua gardu induk yang memakai Gas Insulated Switchgear, yaitu Gardu Induk Mabar dan Gardu Induk Glugur.

Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.8. dimana pada gambar tersebut dapat dilihat konstruksi dari sistem Gas Insulated Switchgear yang berupa tabung yang diisi gas  $SF_6$  dengan tekanan yang ditentukan.



Gbr. 2.8. Gas Insulated Switchgear

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



### 3. Circuit Breaker

#### 3.1 Pengertian

Circuit Breaker atau pemutus tenaga merupakan salah satu peralatan yang sangat penting pada suatu gardu induk. Circuit Breaker berfungsi untuk menutup, dan membuka rangkaian, baik dalam keadaan tidak berbeban maupun berbeban dan dapat memutuskan arus hubung singkat secara otomatis dengan baik.

Circuit Breaker harus dapat menyalurkan arus beban penuh untuk waktu yang lama tanpa menyebabkan pemanasan yang berlebihan, dan harus mampu menahan arus gangguan untuk waktu tertentu maupun menahan akibat-akibat busur api dan gaya-gaya elektromagnetis.

Circuit Breaker merupakan kontak-kontak otomatis yang dapat memutuskan rangkaian, baik dalam keadaan normal maupun dalam keadaan terjadi gangguan. Oleh karena itu suatu Circuit Breaker harus mempunyai persyaratan-persyaratan sebagai berikut :

- harus mempunyai kemampuan pemutus daya
- waktu pemutusan yang singkat
- tahan terhadap busur api dan ledakan yang terjadi
- harus dapat melayani dan bekerja secara kontinyu

Circuit Breaker yang digunakan pada sistem tiga fasa disebut circuit breaker tiga kutub. Dalam beberapa pemakaian seperti fasa tunggal digunakan

circuit breaker kutub tunggal. Masing-masing kutub dari circuit breaker terdiri dari satu atau lebih pemutus. Pemutus ini memiliki kontak tetap dan kontak yang bergerak.

Sistem mekanisme dari circuit breaker memberikan tenaga yang sangat penting untuk membuka dan menutup kontak-kontak circuit breaker. Busur api yang timbul pada kontak-kontaknya dapat dipadamkan oleh medium yang digunakan oleh circuit breaker tersebut.

### **3.2 Proses Mengatasi Gangguan oleh Circuit Breaker**

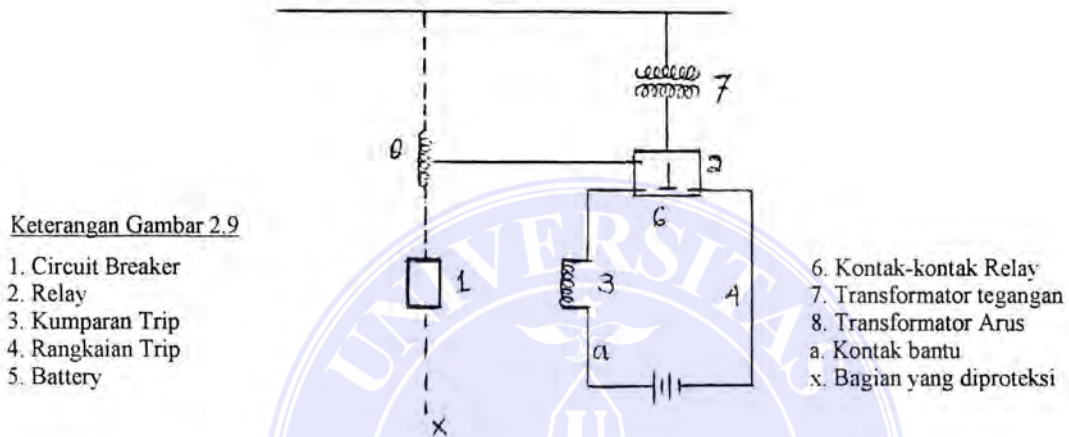
Dalam keadaan normal circuit breaker dapat dibuka dan ditutup baik untuk pemeliharaan maupun perbaikan. Pada keadaan tidak normal ataupun kesalahan, maka relay akan bekerja dan menutup rangkaian trip dari circuit breaker sehingga circuit breaker akan membuka kontak-kontaknya.

Proses mengatasi masalah tersebut dapat diuraikan sebagai berikut :

- Terjadi kesalahan, maka impedansi menjadi rendah dan arus menjadi besar, disini relay mulai bekerja.
- Kontak-kontak relay akan menutup rangkaian trip dari circuit breaker dan kumparan trip terenergi.
- Mekanisme operasi dari circuit breaker mulai bekerja untuk membuka kontak-kontaknya.

### 3.3 Rangkaian Trip

Rangkaian trip dari circuit breaker secara sederhana ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gbr. 2.9. Rangkaian Trip CB

Gambar di atas menggambarkan dasar-dasar hubungan dari kontrol circuit breaker untuk operasi pembukaan. Apabila terjadi kesalahan pada rangkaian yang diproteksi maka relay yang dihubungkan pada transformator arus dan transformator tegangan bekerja menutup kontak-kontaknya, akibat arus yang mengalir dari batere pada rangkaian trip, sehingga kumparan trip circuit breaker terenergi, maka mekanisme operasi untuk pembukaan kontak-kontak circuit breaker dilaksanakan.

### 3.4 Terbentuknya Busur Api dalam Circuit Breaker

Busur api adalah salah satu pelepasan muatan listrik diantara dua elektroda. Pemisahan kontak-kontak dalam circuit breaker akan menimbulkan suatu temperatur yang tinggi pada permukaan kontak.

Elektroda-elektroda diemisikan dari permukaan kontak dengan emisi panas, emisi sekunder, emisi medan dan emisi cahaya. Gas-gas antara ruang kontak diionisasikan dengan ionisasi panas dan ionisasi tumbukkan (collision). Dalam keadaan ini ruang antara kontak dalam keadaan plasma dan oleh karenanya menghantar. Jadi pelepasan busur api terjadi antara kontak-kontak apabila kontak yang dialiri arus dipisahkan.

## 4. Jenis-Jenis Circuit Breaker

Berdasarkan media pemadam busur apinya, jenis-jenis circuit breaker terbagi atas :

### 4.1 Oil Circuit Breaker (Pemutus Tenaga dengan Media Minyak)

Circuit breaker media minyak ada dua jenis, yaitu :

#### a. Bulk Oil Circuit Breaker (Pemutus Tenaga dengan Banyak Minyak)

Circuit breaker type ini telah lama digunakan secara luas untuk tegangan rendah sampai tegangan tinggi. Circuit breaker ini menggunakan minyak sebagai pemadam busur api dan sebagai bahan dielektriknya. Kontak-

kontaknya terletak dan terendam didalam minyak. Bentuk dari kontak-kontaknya selalu dipengaruhi oleh kontrol busurnya. Adapun yang perlu diperhatikan dari kontak-kontak bulk oil circuit breaker adalah :

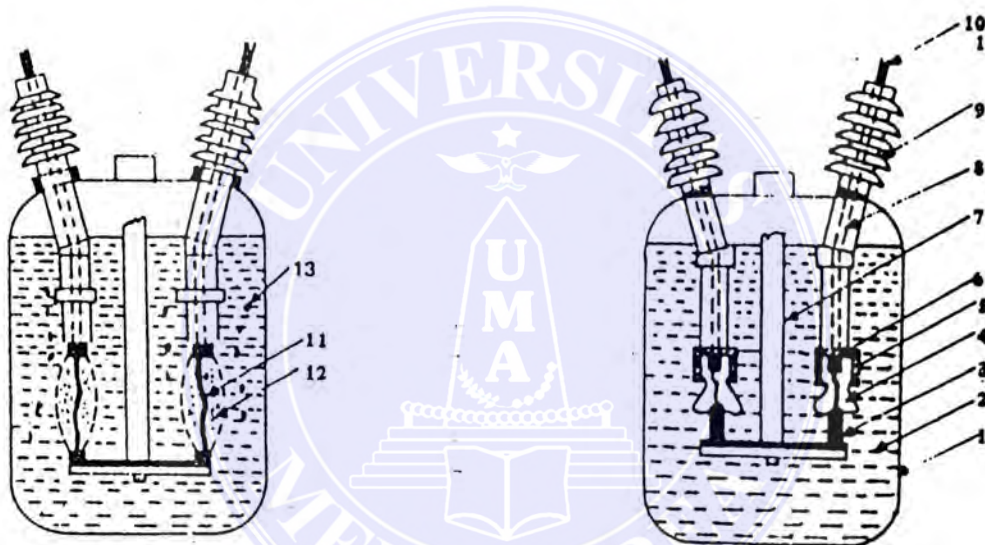
- kontak-kontak utama harus memiliki tahanan rendah
- kontak-kontak harus berupa self cleaning
- pegas yang dipergunakan untuk kontak harus memiliki karakteristik yang baik
- dikehendaki kontak utama dengan kontak pembusuran haruslah dalam keadaan terpisah. Tahanan untuk kontak utama adalah rendah, sedangkan kontak untuk pembusuran tahanannya harus cukup tinggi dan tahan terhadap panas.

Keuntungan dan kerugian minyak sebagai media pemadam busur api pada circuit breaker antara lain :

- minyak akan memberi isolasi antara tangki dengan bagian-bagian yang mengkonduksi dalam circuit breaker.
- masalah mengenai current chopping, over voltage dan lainnya adalah kecil dengan minyak sebagai mediumnya.
- dapat mengurangi panjang busur api dengan baik.
- produk-produk yang terurai dari dielektrik minyak mudah terbakar dan meledak
- minyak memerlukan pemeliharaan dan pemeriksaan yang teratur

- minyak dapat menyerap air sehingga kekuatan dielektriknya dapat berkurang oleh karbonisasi yang terjadi selama pembusuran
- minyak memerlukan penggantian setelah beberapa kali beroperasi, karena itu minyak bukan media yang cocok untuk pengoperasian berulang-ulang.

Konstruksi sederhana dari bulk oil circuit breaker dapat dilihat pada Gambar 2.10.a. dan 2.10.b. di bawah ini.



Gbr 2.10.a. Bulk Oil Circuit Breaker

Gbr 2.10.b. Bulk Oil Circuit Breaker dengan pengatur busur api

Keterangan Gambar 2.10.a. dan 2.10.b.

1. tangki
2. minyak dielektrik
3. kontak yang bergerak
4. gas yang terbentuk oleh dekomposisi minyak dielektrik
5. alat pembatas busur api listrik
6. kontak tetap
7. batang penegang
8. konduktor dari tembaga
9. bushing terisi minyak
10. konduktor (tembaga berlapis perak)
11. inti busur api minyak
12. gas hasil ionisasi
13. gelembung-gelembung gas

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)12/12/23

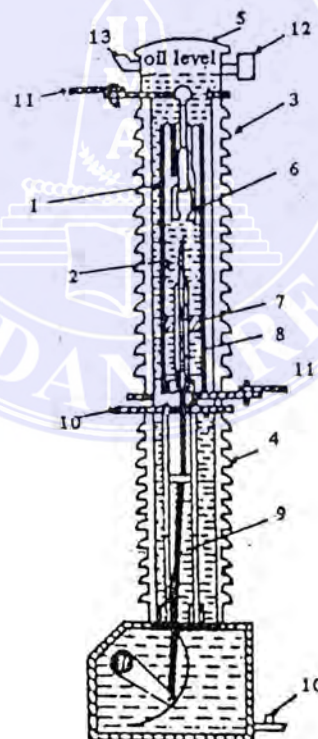
## b. Low Oil Content Circuit Breaker (Pemutus Tenaga Dengan Sedikit Minyak)

Circuit breaker type ini memiliki dua ruangan yang terpisah antara satu dengan yang lainnya. Ruangan bagian atas merupakan untuk pemadam busur api . Minyak bagian atas tidak akan bercampur dengan minyak yang berada pada bagian bawah. Dimana minyak yang berada pada bagian bawah bertindak sebagai dielektrik support.

Konstruksi Minimum oil circuit breaker dapat dilihat pada Gambar 2.11 di bawah ini.

### Keterangan Gambar 2.11

1. kontak tetap
2. kontak bergerak
3. ruangan pemutus aliran
4. ruangan penyangga
5. ruangan atas (puncak)
6. alat pemadam busur api
7. kontak tetap
8. penutup dari kertas bakelit
9. batang penggerak
10. katup pelau
11. terminal
12. katup pembantu
13. lobang gas



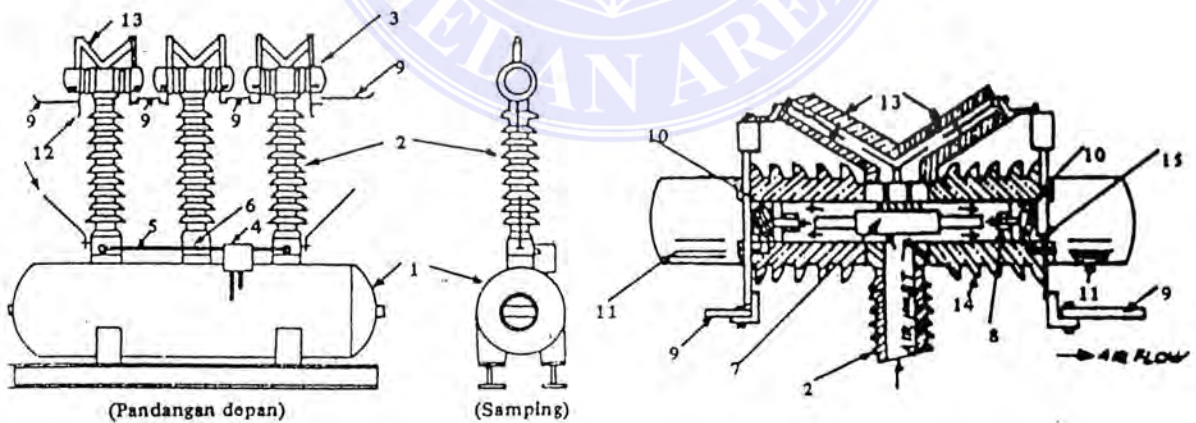
Gbr 2.11. Low Oil Content Circuit Breaker

## 4.2 Air Blast Circuit Breaker (Pemutus Tenaga Udara Hembus)

Pada Air Blast Circuit Breaker yang disebut juga Compressed Circuit Breaker, udara tekanan tinggi dihembuskan ke busur api melalui nozzle pada kontak pemisah. Ionisasi media diantara kontak dipadamkan oleh hembusan udara. Setelah pemadaman busur api dengan udara tekanan tinggi, udara ini juga berfungsi mencegah restriking voltage (tegangannya pukul).

Kontak circuit breaker ditempatkan didalam isolator, dan juga katup hembusan udara. Pada circuit breaker kapasitas kecil isolator ini merupakan satu kesatuan dengan circuit breakernya, tetapi untuk kapasitas besar tidak demikian halnya.

Konstruksi dari Air Blast Circuit Breaker dapat dilihat pada Gambar 2.12.a. dan 2.12.b. di bawah ini.



Gbr 2.12.a. Air Blast Circuit Breaker      Gbr 2.12.b. Ruangan pemadam busur api ganda air blast circuit breaker



Keterangan Gambar 2.12.a dan 2.12.b.

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 1. tangki persediaan dari plat baja              | 8. Kontak bergerak dari baja         |
| 2. isolator berongga dari steatite atau porselen | 9. Terminal dari tembaga atau perak  |
| 3. ruang pemadam busur api ganda                 | 10. Pegas penekan dari campuran baja |
| 4. mekanis penggerak pneumatik                   | 11. Pelepas udara keluar             |
| 5. batang penggerak dari baja                    | 12. Tanduk busur api dari tembaga    |
| 6. katup pneumatik                               | 13. Unit tahanan                     |
| 7. kontak tetap dari tembaga                     | 14. Penutup dari porselen            |
|  | 15. saluran                          |

### 4.3 Vacuum Circuit Breaker (Circuit Breaker Hampa Udara)

Vacuum Circuit Breaker mempunyai kontak-kontak pemutus yang terdiri dari kontak tetap dan kontak bergerak yang ditempatkan didalam ruangan hampa udara. Ruang hampa udara ini mempunyai kekuatan dielektrik yang tinggi dan merupakan media pemadam busur api yang baik.

Vacuum circuit breaker dapat diklasifikasikan dalam dua kategori yaitu :

- Jenis pasangan dalam (indoor) digunakan sampai tegangan diatas 36 kV.
- Jenis pasangan luar (outdoor) digunakan untuk tegangan diatas 72 kV dan circuit breaker pasangan luar ini memiliki dua atau lebih pemutus tiap kutubnya.

Konfigurasi jenis pasangan dalam dan pasangan luar agak berbeda, walau dasar-dasar pemutusannya sama.

Pada vacuum circuit breaker, kontak-kontak pemutus serta pemadam busurnya terjadi dalam ruangan hampa. Dimana tekanan udara telah dikuatkan pada suatu tekanan yang rendah dari  $10^{-6}$  sampai  $10^{-8}$  Newton  $\text{cm}^2$ .

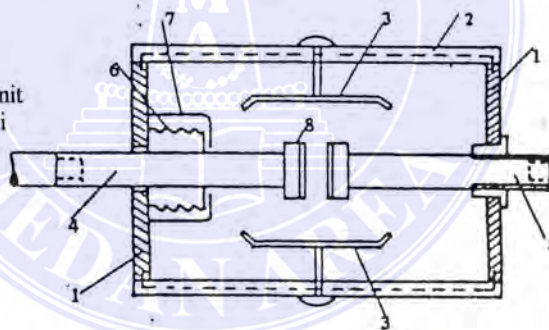
Keuntungan dari Vacuum Circuit Breaker adalah sebagai berikut :

- kontak-kontaknya pada saat bergerak cukup sedikit saja
- cocok untuk operasi yang berulang-ulang
- sistem mekanisnya sederhana
- pemulihan kekuatan dielektriknya cepat.

Kesulitan dalam pemasangan Vacuum Circuit Breaker adalah masalah perencanaan yang serius, khusus untuk jenis pemasangan luar harus selalu memperhatikan isolasi luarnya.

Keterangan Gambar 2.13.

1. plat-plat penahan-bukan bahan magnet
2. rumah pemutus dari bahan berisolasi
3. pelindung dari embun uap
4. kontak bergerak
5. kontak tetap
6. penghembus dari bahan logam
7. tutup alat penghembu
8. ujung kontak



Gbr 2.13. Vacuum Circuit Breaker

#### 4.4 Circuit Breaker dengan Media Gas

Media gas yang digunakan pada circuit breaker type ini adalah gas SF<sub>6</sub>

(Sulfur Hexaflorida). Sifat-sifat gas SF<sub>6</sub> murni ialah tidak berwarna, tidak

berbau, tidak beracun dan tidak mudah terbakar.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)12/12/23

Pada temperatur diatas 150 °C gas SF<sub>6</sub> mempunyai sifat tidak merusak metal, plastik dan bermacam-macam bahan yang digunakan dalam circuit breaker tegangan tinggi.

Sebagai isolasi listrik, gas SF<sub>6</sub> mempunyai kekuatan dielektrik yang tinggi ( 2,36 kali udara ) dan kekuatan dielektrik ini bertambah sesuai dengan pertambahan tekanan.

Sifat lain dari gas SF<sub>6</sub> adalah mampu mengembalikan kekuatan dielektrik dengan cepat, setelah busur api padam.

Circuit Breaker dengan media gas SF<sub>6</sub> ada dua type yaitu :

1. Type tekanan tunggal (single pressure type)
2. Type tekanan ganda (double pressure type), dimana pada saat ini sudah tidak diproduksi lagi.

Pada type tekanan tunggal, tekanan gas adalah sebesar 5 sampai dengan 6 Kg/cm<sup>2</sup>. Pada saat kontak-kontaknya membuka, maka gas SF<sub>6</sub> akan dikompresikan pada silinder yang menahan gerak kontak. Kemudian melalui nozzle, gas tersebut diteruskan untuk segera memadamkan busur api yang terjadi. Untuk selanjutnya type ini disebut dengan circuit breaker type penghembus (puffer type).

Sedangkan pada type tekanan ganda, gas tekanan tinggi akan diteruskan secara langsung melalui nozzle pada ruang tekanan rendah sambil memadamkan busur api yang terjadi.

Untuk tekanan tinggi tekanan gas kurang lebih sebesar  $12 \text{ Kg/cm}^2$  dan untuk tekanan rendah tekanan gas kurang lebih  $2 \text{ Kg/cm}^2$ . Gas pada sistem tekanan rendah kemudian dipompakan kembali ke sistem tekanan tinggi.



## **BAB III**

### **CIRCUIT BREAKER TYPE BHG-114**

Circuit Breaker type BHG-114 khusus dirancang sebagai peralatan pengaman atau proteksi untuk memperoleh kerja yang baik dari suatu sistem pemutus tenaga listrik, terutama untuk daerah yang padat dan daerah industri yang semakin lama menimbulkan tuntutan atau masalah kompleks terhadap peralatan-peralatan proteksi terutama peralatan switchgear khususnya circuit breaker. Hal ini disebabkan karena circuit breaker type BHG-114 dituntut untuk dapat memutus dan menghubungkan suatu rangkaian listrik pada saat berbeban ataupun pada saat terjadi gangguan dimana arus yang mengalir pada kontak-kontak circuit breaker tersebut sangat besar sehingga menyebabkan terjadinya busur api, busur api yang terjadi pada saat pemutusan rangkaian pada circuit breaker merupakan hal yang sangat penting untuk dapat diatasi karena apabila hal ini terjadi terus menerus maka kontak-kontak circuit breaker akan terjadi oksidasi secara perlahan-lahan tentu saja hal ini akan menyebabkan terjadinya resistansi pada kontak-kontak circuit breaker. Karena adanya resistansi yang terdapat pada kontak-kontak circuit breaker maka circuit breaker tidak lagi dapat mengalirkan arus listrik secara sempurna dan resistansi yang terdapat pada kontak-kontak circuit breaker menyebabkan rugi-

rugi daya yang menyebabkan panas, panas yang terjadi ini semakin lama akan semakin besar karena resistansi yang terdapat pada kontak-kontak circuit breakerpun semakin besar karena terjadinya busur api dan hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada circuit breaker tersebut. Apalagi untuk circuit breaker yang digunakan pada tegangan tinggi dan dengan daya yang besar, maka busur api yang terjadipun juga semakin besar, belum lagi terjadinya tegangan pukul pada saat terjadi gangguan atau saat memutus rangkaian. Untuk mengatasi hal tersebut maka peralatan circuit breaker khususnya type BHG-114 harus mempunyai ketahanan yang baik terhadap busur api dan tegangan pukul, sehingga dalam mengatasi hal tersebut faktor kontruksi circuit breaker harus sangat diperhatikan, juga kontak-kontaknya, rating circuit breaker, kemampuan memutuskan arus, kemampuan menahan tegangan yang tinggi dan kemampuan media pemadam busur apinya. Hal yang juga harus diperhatikan adalah kecepatan kontak-kontaknya untuk memutus rangkaian dan sistem pemadaman busur apinya.

## 1. Kontruksi CB Type BHG-114

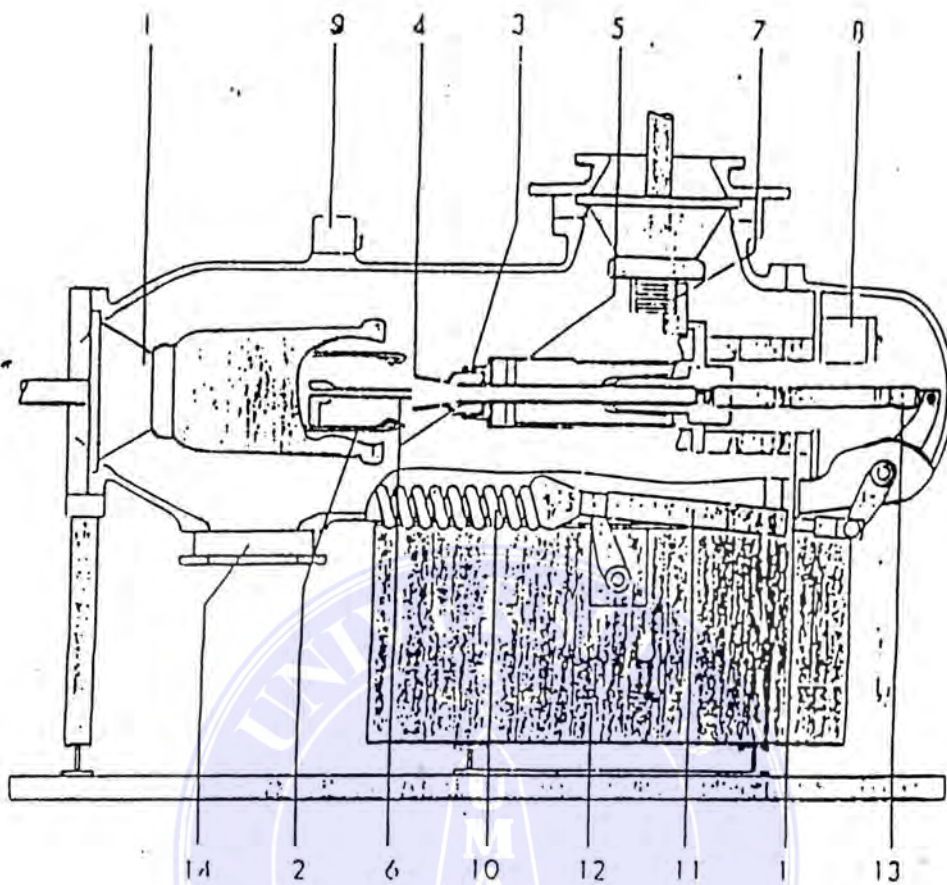
CB type BHG-114 merupakan salah satu jenis circuit breaker dari sekian banyak jenis circuit breaker yang menggunakan gas SF<sub>6</sub> sebagai media pemadam busur apinya. Untuk memadamkan busur api yang terjadi pada saat memutuskan rangkaian maka tidak cukup hanya gas SF<sub>6</sub> saja tetapi juga

tekanan, jadi disini digunakan gas  $SF_6$  yang bertekanan tertentu untuk memadamkan busur api dan sebagai isolasi terhadap tegangan. Untuk menghasilkan tekanan sesuai dengan yang diinginkan maka CB type BHG-114 dibuat dalam bentuk tabung. Circuit breaker type BHG-114 merupakan circuit breaker yang mempunyai rating tegangan 170 kV samapai 245 kV dengan satu kutub, jadi fasa per fasa beroperasi dan dikontrol masing-masing. Untuk tiga fasa maka harus ada tiga buah circuit breaker type BHG-114.

Karena berbentuk tabung maka tekanan gas diusahakan merata sehingga dapat mengisolasi bagian yang bertegangan. Dengan gas  $SF_6$  sebagai media pemadam busur apinya dan sebagai isolasi terhadap tegangan sentuh maka konstruksi CB type BHG-114 ini tidak memerlukan ruang yang besar dan lebih aman terhadap tegangan sentuh.

Konstruksi CB type BHG-114 juga sangat mudah dikombinasikan dengan peralatan-peralatan lain pada sistem Gas Insulated Switchgear.

Konstruksi dari circuit breaker type BHG-114 dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan pada Gambar 3.2 merupakan gambar circuit breaker type BHG-114 yang dihubungkan dengan peralatan Gas Insulated Switchgear lainnya.



Gbr. 3.1. Circuit Breaker Type BHG-114

Keterangan Gambar 3.1

- |                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| 1. support insulator      | 8. moisture absorber    |
| 2. fixed contact          | 9. density switch       |
| 3. moving contact         | 10. opening spring      |
| 4. puffer nozzle          | 11. driving rod         |
| 5. SF6 compression piston | 12. operating mechanism |
| 6. arcing contact         | 13. driving insulator   |
| 7. knife edge contact     | 14. rupture diaphragm   |

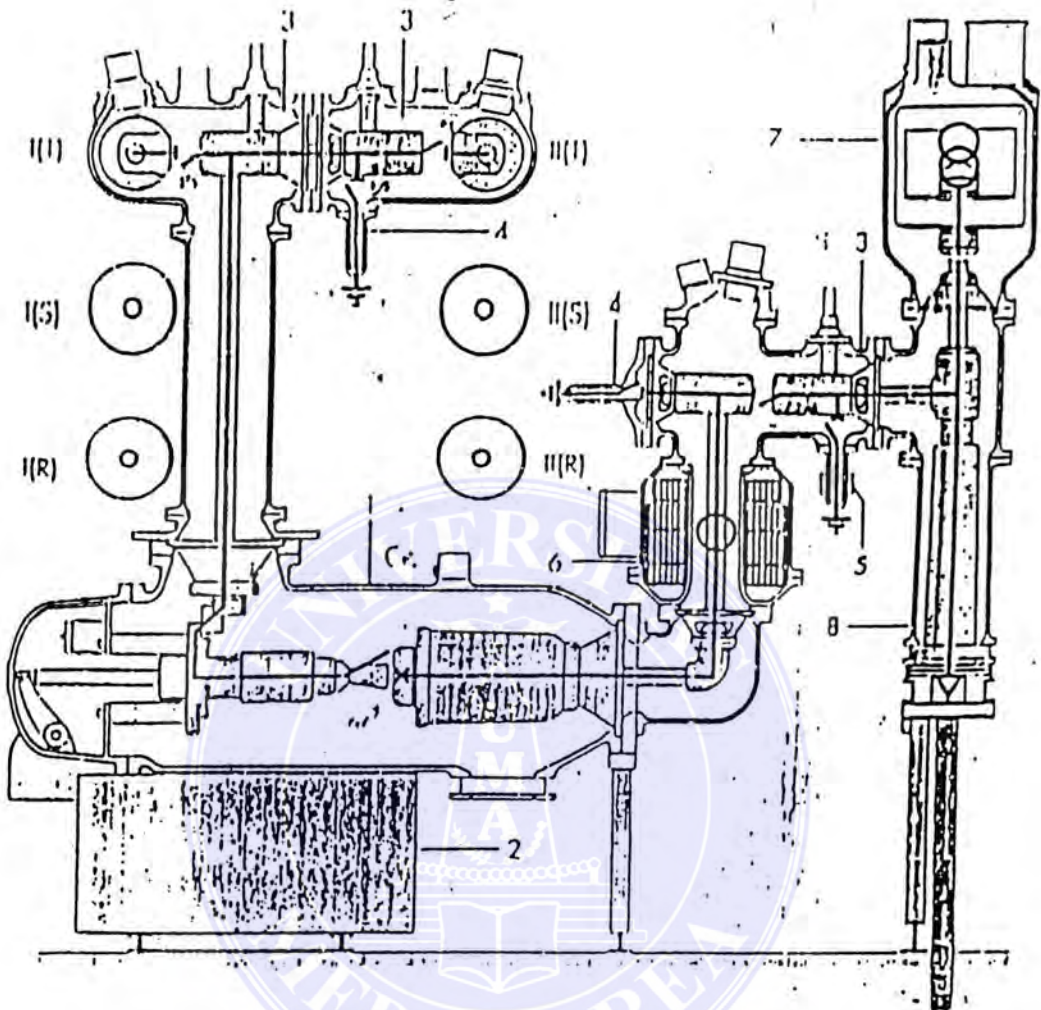
Dari Gambar 3.1. dapat dilihat bahwa support insulator berfungsi sebagai penyangga dan sebagai isolasi dari kontak-kontak circuit breaker dan bagian yang bertegangan dengan badan tabung yang terbuat dari tembaga,

sedangkan support insulator itu sendiri terbuat dari porselen. Fixed contact



berfungsi sebagai kontak yang tetap atau tidak bergerak yang akan terhubung dengan moving contact bila circuit breaker dalam keadaan terhubung dan lepas dari moving contact bila circuit breaker dalam keadaan membuka. Moving contact berfungsi sebagai kontak yang bergerak menutup atau membuka circuit breaker. Puffer nozzle berfungsi sebagai penyembur gas SF<sub>6</sub> untuk memadamkan busur api. SF<sub>6</sub> compression piston berfungsi untuk menekan gas SF<sub>6</sub> agar dapat menghembus busur api yang terjadi. Arcing contact berfungsi untuk tempat terjadinya busur api, jadi pada saat membuka maka arcing contactlah yang paling akhir terlepas sedangkan pada saat menutup maka arcing contactlah yang paling pertama sekali terhubung. Knife edge contact berfungsi untuk menghubungkan circuit breaker dengan terminal. Density switch berfungsi sebagai tempat untuk menambah gas SF<sub>6</sub> apabila tekanannya telah berkurang dan tidak sesuai lagi dengan yang telah ditentukan. Opening spring berfungsi untuk pegas membuka kontak. Driving rod berfungsi sebagai tongkat untuk menarik atau menekan agar kontak membuka atau menutup. Operating mechanism berfungsi sebagai penggerak dari kontak circuit breaker menutup atau membuka. Driving isolator berfungsi untuk menarik atau menekan kontak circuit breaker dan juga sebagai isolator. Rupture diaphragm berfungsi sebagai tempat melihat peralatan yang ada didalam tabung.

Di bawah ini dapat dilihat gambar Circuit Breaker type BHG-114 yang dihubungkan dengan peralatan Gas Insulated Switchgear.



Gambar 3.2. CB Type BHG-114 dengan Peralatan GIS

Keterangan Gambar 3.2.

1. Circuit breaker
2. Spring mechanism
3. Disconnecter
4. Slow earthing switch
5. Make proof earthing switch
6. Current transformer
7. Voltage transformer
8. HV cable connection

## 2. Rating Circuit Breaker

Pada stiap circuit breaker ada beberapa rating yang harus diperhatikan agar circuit breaker dapat beroperasi dengan baik. Rating-rating tersebut yaitu :

### 1. Rating Tegangan

Rating tegangan circuit breaker adalah tegangan maksimum sistem dimana circuit breaker dirancang. Standard tegangan IEC untuk tegangan diatas 72,5 kV adalah : 100, 123, 145, 300, 362, 420, 525, 765, kV. Standard ini didasarkan atas operasi pada ketinggian 1000 m (3300 feet) atau kurang. Bila circuit breaker dioperasikan pada ketinggian lebih dari 1000 m diatas permukaan laut maka tegangan operasi harus dikalikan dengan faktor koreksi tegangan dalam tabel dibawah ini, oleh karena makin tinggi suatu tempat kerapatan udara relatif makin turun sehingga tegangan flash-over juga menurun.

Ketinggian (feet)	Faktor Koreksi Tegangan
3300	1,00
4000	0,98
5000	0,95
10000	0,80

Pada Circuit Breaker type BHG-114 rating tegangannya adalah 170 kV–245 kV.

Hal ini dapat dilihat pada data-data dibawah ini.

Type of circuit breaker		BHG 112	BHG 114
Rated voltage	(kV)	72.5 to 145	170 to 245
Double busbar bay:			
Width	(m)	1.5	2
Depth	(m)	3.3	3.4
Height	(m)	3.4	3.4
Weight	(kg)	3800	5000/5700
Ground area	(m <sup>2</sup> )	5.0	6.8

## 2. Rating Arus Normal

Rating arus normal adalah harga arus efektif yang mampu dialirkan melalui circuit breaker secara terus menerus, tanpa melampaui temperatur yang diperkenankan. Standard rating arus normal circuit breaker yang direkomendasikan oleh IEC adalah 400, 630, 800, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000, 5000, 6300, Ampere.

Untuk circuit breaker type BHG-114 rating arus normalnya adalah 2000 Ampere, hal ini dapat dilihat pada tabel data-data Gas Insulated Switchgear di halaman berikut.

**Tabel Data-Data Gas Insulated Switchgear**

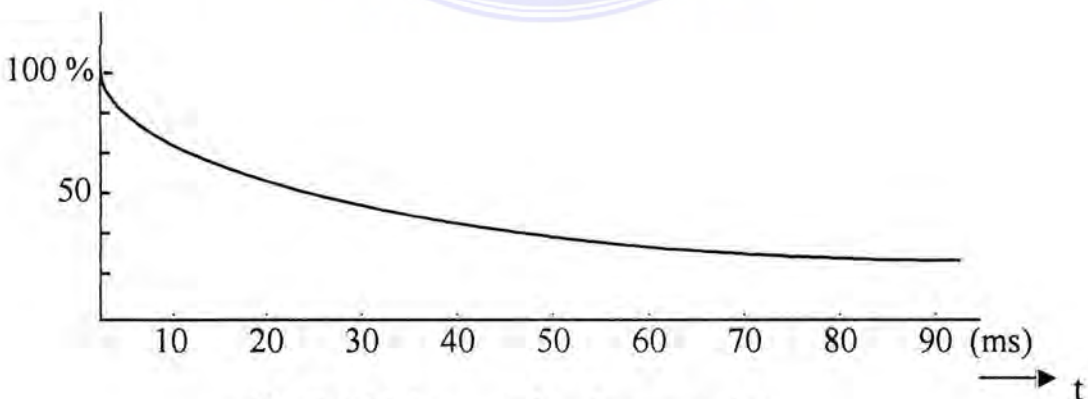
<b>Substation</b>		<b>B95/2</b>	<b>B95/3</b>	<b>B95/4</b>
Voltage	kV	72.5 – 145	170	245
Frequency	Hz	50 – 60	50 – 60	50 – 60
<b>Withstand voltages to earth of substation and across CB</b>				
- at power frequency	kV	140 – 275	325	395
- at lightning impulse (peak)	kV	325 – 650	750	950
<b>Short time withstand current (I s)</b>	<b>kA</b>	<b>31.5 – 40</b>	<b>31.5 – 40</b>	<b>31.5 – 40</b>
<b>Peak withstand current</b>	<b>kA</b>	<b>80 – 100</b>	<b>80 – 100</b>	<b>80 – 100</b>
<b>Normal current</b>	<b>kA</b>	<b>2500 – 3150</b>	<b>2500 – 3150</b>	<b>2500 – 3150</b>
<b>SF6 relative pressure at 20 °C</b>				
-filling	bar	3.8	3.8	5.5
-alarm	bar	3.3	3.3	5.0
-minimum	bar	3.1	3.1	4.8
Approximate weight per bay	kg	3800	5000	5700
<b>Circuit-breaker</b>		<b>BHG 112</b>	<b>BHG 114</b>	<b>BHG 114</b>
Short circuit breaking current	kA	31.5 – 40	31.5 – 40	31.5 – 40
Making current (peak value)	kA	80 – 100	80 – 100	80 – 100
Operating sequence			0.03 s . CO . 3 mn . CO	
Breaking time	ms	50	50	50
Closing time	ms	140	140	140
<b>SF6 relative pressure at 20 °C</b>				
-filling	bar	6.2	6.2	6.2
-alarm	bar	5.7	5.7	5.7
-minimum	bar	5.5	5.5	5.5
Spring reset motor power	W	1 X 1600	3 X 800	3 X 800
Opening and closing coil power	W	1 X 400	3 X 400	3 X 400
<b>Disconnecter</b>		<b>BT 212</b>	<b>BT 212</b>	<b>BT 212</b>
<b>Withstand voltages across contact</b>				
-at power frequency	kV	160 – 315	375	460
-at lightning impulse (peak)	kV	375 – 750	860	1050
Operating motor	W	220	220	220
<b>Earthing switch</b>		<b>BE / BFE 212</b>	<b>BE / BFE 212</b>	<b>BE / BFE 212</b>
Making current (peak value) (only BFE 212)	kA	80 – 100	80 – 100	80 – 100
Operating motor	W	220	220	220
<b>Load-break switch</b>		<b>BTL 212</b>	<b>BTL 212</b>	-
Making current (peak value)	kA	80 – 100	80 – 100	-
Load breaking current	A	3150	3150	-
Inductive breaking current	A	20	20	-
Withstand voltage across contacts	kV	dillo disconnecter	dillo disconnecter	-
Operating motor	W	300	300	-

### 3. Rating Pemutus Arus Hubung Singkat

Rating pemutus arus hubung singkat dinyatakan dalam dua besaran, yaitu besaran :

- r.m.s dari komponen arus bolak-balik
- persentasi komponen arus searah

Nilai rms komponen arus bolak-balik menurut standard IEC adalah sebagai berikut : 6.3, 8, 12.5, 20, 25, 31.5, 40, 50, 63, 80, 100 dalam kA. Komponen arus searah merupakan arus sisa yang terjadi pada saat hubung singkat dimana terdapat arus sisa pada jaringan walaupun circuit breaker telah memutus rangkaian, arus sisa ini terjadi karena bentuk gelombang arus bolak-balik yang tidak simetris pada saat terjadi hubung singkat. Komponen arus searah ini akan berkurang atau akan hilang setelah circuit breaker memutus beberapa saat. Persentasi dari komponen arus searah ini dapat ditentukan dari Gambar 3.3 dibawah ini.



Gbr 3.3. Hubungan  $I_{dc}$  dengan waktu  
 $t =$  waktu setelah hubung singkat

Untuk circuit breaker type BHG-114 pada gas Insulated Switchgear nilai bolak-baliknya adalah 31,5 kA – 40 kA.

#### 4. Rating Arus Sesaat

Rating arus sesaat adalah harga total terbesar (bolak-balik dan searah) yang dapat dilakukan circuit breaker untuk memutuskan rangkaian dengan aman selama satu detik atau kurang, yang besarnya adalah 1,73 kali arus hubung singkat komponen arus bolak-balik. Karena redaman yang cukup besar, maka sering diambil faktor perkalian 1,6 dan bukan 1,73. Pada circuit breaker type BHG-114 rating arus sesaatnya adalah 80 – 100 kA.

#### 5. Rating Waktu Pemutusan

Waktu pemutusan ialah jumlah dari waktu buka kontak dan waktu berlangsungnya busur api. Waktu buka kontak adalah jangka waktu mulai dari waktu dimuatinya kumparan pembuka sampai terbukanya kontak circuit breaker waktu itu sering dinyatakan dalam cycle atau detik.

Untuk circuit breaker type BHG-114 waktu pemutusannya adalah 50 ms, dimana  $t = 0$  sampai  $t = 50$  ms dimulai pada saat kontak circuit breaker masih dalam posisi tertutup sampai kontak circuit breaker betul-betul dalam posisi terbuka dan waktu penutupannya adalah 140 ms,

dimana  $t = 0$  sampai  $t = 140$  ms dimulai saat pegas telah ditarik sehingga terkunci sampai kontak circuit breaker menutup sempurna.

### 3. Media Pemadam Busur Api

Hal yang paling penting pada suatu circuit breaker adalah bagaimana circuit breaker tersebut dapat memadamkan busur api yang terjadi dalam waktu yang singkat dan tidak menimbulkan kerusakan atau mempengaruhi kontak-kontak circuit breaker tersebut. Karena kekuatan dielektrik dari udara terbatas maka digunakan media lain untuk membantu pemadaman busur api tersebut. Pada circuit breaker type BHG-114 media yang digunakan untuk memadamkan busur api tersebut adalah gas Sulfur Heksafluorida ( $SF_6$ ) yang bertekanan. Gas  $SF_6$  merupakan gas yang mempunyai kemampuan dielektrik dan pemadam busur api yang baik. Kekuatan dielektrik gas  $SF_6$  akan bertambah dengan bertambahnya tekanan. Kekuatan dielektrik gas  $SF_6$  akan lebih besar dari kekuatan dielektrik minyak pada tekanan  $3 \text{ Kg/cm}^2$ .

Gas  $SF_6$  dibuat dengan membakar secara kasar rol sulfur yang telah dihancurkan dalam gas sulfur pada suatu kotak baja yang dilengkapi dengan laci-laci horizontal yang terpisah-pisah dengan masing-masing mengandung 4 kg sulfur. Kotak baja tersebut dibuat dengan kedap udara, dengan demikian gas yang diperoleh masih mengandung flourida-flourida yang lain seperti  $S_2F_{10}$ ,  $SF_4$  maka harus dimurnikan lagi. Sebelum diisi dengan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)12/12/23



gas SF<sub>6</sub> circuit breaker dikosongkan atau dihampakan sampai mencapai tekanan tertentu. Setelah itu baru circuit breaker diisi dengan gas SF<sub>6</sub>.

Gas SF<sub>6</sub> mempunyai sifat-sifat yaitu :

### 1. Sifat-sifat fisis dari gas SF<sub>6</sub>

- Tidak berwarna
- Tidak berbau
- Tidak bersifat racun
- Tidak mudah menyala atau terbakar
- Stabil pada tekanan dan temperatur normal

Gas SF<sub>6</sub> mulai mencair pada suhu-suhu tertentu, suhu pencairan tergantung pada tekanan. Pada tekanan 15 Kg/cm<sup>2</sup> gas akan mencair pada temperatur 10°C. Oleh karena itu gas SF<sub>6</sub> tidak sesuai tekanan diatas 15 Kg/cm<sup>2</sup>.

Kesanggupan untuk memindahkan panas dari gas SF<sub>6</sub> adalah 2 sampai 2,5 kali dari udara pada tekanan yang sama. Oleh karena itu untuk ukuran konduktor yang sama, kesanggupan memindahkan panas adalah secara konveksi.

Panas yang dikandung pada temperatur dibawah 6000°K lebih besar dari nitrogen. Hal ini akan membantu pendinginan permukaan busur setelah arus nol, karena pembuangan panas pada permukaan kontak yang dikelilingi menjadi lebih lama.

## 2. Sifat Kimia dari Gas SF<sub>6</sub>

- Stabil
- Inert

Sifat ini sangat menguntungkan bagi peralatan Switchgear, karena umur dari bagian-bagian logam dari kontak menjadi lebih lama dan perawatan menjadi minimum. Kelembaban udara sangat mempengaruhi sifat-sifat gas SF<sub>6</sub>, dimana dengan adanya kelembaban titik-titik air akan membentuk hidrogen fluorida selama pembusuran yang dapat merusak bagian-bagian logam dan isolasi dalam circuit breaker.

- Sebagai gas elektronegatif

Adanya sifat elektronegatif dari gas SF<sub>6</sub> konstanta waktu busur menjadi sangat singkat dan tingkat kekuatan dielektriknya menjadi tinggi. Konstanta waktu busur dari suatu medium didefinisikan sebagai waktu antara arus nol dan saat aliran permukaan mencapai harga nol.

- Produk-produk dekomposisi

Selama proses pemakaian busur gas SF<sub>6</sub> akan berubah menjadi SF<sub>4</sub> dan SF<sub>5</sub>. Gas-gas tersebut akan bersatu kembali pada saat pendinginan.

- Fluorida-fluorida logam tidak menghantar dan aman bagi peralatan listrik.

### 3. Sifat Listrik

Sifat-sifat listrik yang sesuai dengan Pemadaman Busur dan Medium Isolasi adalah :

– Sifat dielektrik

Molekul-molekul gas elektronegatif mempunyai kemampuan untuk menarik dan mengikat elektron-elektron bebas dan membentuk ion-ion negatif. Ion-ion negatif menjadi berat dan praktis sukar untuk mengalir. Karenanya kekuatan dielektrik gas elektronegatif dan konstanta fisis dari gas SF<sub>6</sub> diberikan pada tabel-tabel berikut ini :

Tabel konstanta Dielektrik Dan Gas Elektronegatif

Gas	Kekuatan dielektrik Relatif terhadap udara
Udara	1
SF <sub>6</sub>	2,35
CCl <sub>4</sub>	6,33
CCl <sub>3</sub> F	3,5
CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	2,42
CF <sub>4</sub>	1,01

Tabel Konstanta Fisis Dari Gas SF<sub>6</sub>

Material	SF <sub>6</sub>	Udara
Molekuler	146,07	28,8
Titik lebur (°C)	-50,7	-
Temperatur sublimat (°C)	-63,8	-
Temperatur kritis(°C)	45,547 ± 0,0030	-
Kerapatan kritis (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,73	-
Tekanan kritis (Kg/cm <sup>2</sup> )	38,35	-
Tetapan dielektrik pada 25°C 1 Atmosfir	1,002	1,0005
Kerapatan pada 20°C (g/l)	6,25	1,166
Kerapatan pada 0 Kg/cm <sup>2</sup>	12,3	-
Kerapatan pada 1 Kg/cm <sup>2</sup>	38,2	-
Kerapatan pada 5 Kg/cm <sup>2</sup>	75,6	-
Kerapatan pada 10 Kg/cm <sup>2</sup>	119,0	-
Kerapatan pada 15 Kg/cm <sup>2</sup>	3,36 x 10 <sup>-5</sup>	5,12 x 10 <sup>-5</sup>
Daya hantar panas pada 30°C (Cal/Sec cm °C) <sup>o</sup>	1,07	1,4
Perbandingan kalor spesifikasi Daya larut :		
Dalam minyak (CC S per CC minyak)	0,297	-
Dalam H <sub>2</sub> O (CC S per CC H <sub>2</sub> O)	0,01	-
H <sub>2</sub> O dalam SF <sub>6</sub> (% berat pada 30°C)	0,035 ± 0,01	-

## 4. Prinsip Kerja CB Type BHG-114

### 4.1 Bagian-Bagian Utama Dari CB Type BHG-114

Pada circuit breaker ini gas SF<sub>6</sub> berfungsi sebagai pemadam busur api dan bahan isolasi antara bagian-bagian yang bertegangan dan tidak.

Bagian-bagian utama terdiri dari (lihat Gambar 3.1) :

- Ruang pemutus tenaga (tangki)

Ruang ini terbuat dari besi baja dan didalam ruangan ini terdapat kontak-kontak, silinder bergerak / silinder penghembus dan torak tetap.

- Support insulator

Insulator penyangga (support insulator) terbuat dari bahan keramik yang mempunyai sifat sebagai insulator yang baik. Ada beberapa insulator penyangga didalam tangki circuit breaker ini yaitu :

- support insulator kontak tetap
- support insulator kontak bergerak
- support insulator knife edge contact

- Kontak-Kontak

Kontak-kontak terdiri dari kontak tetap (fixed contact) dan kontak bergerak (moving contact), pada kontak tetap terdapat dua jari-jari kontak tetap yang terletak pada bagian atas dan bawah. Ditengah-tengah antara

jari kontak tetap bagian atas dan jari kontak tetap bagian bawah terdapat kontak busur (arcing contact). Kontak tetap ini disangga oleh insulator penyangga (support insulator).

Pada kontak bergerak (moving contact) juga terdapat jari-jari kontak bergerak. Yaitu jari kontak bergerak bagian atas dan jari kontak bergerak bagian bawah. Ditengah-tengah antara jari kontak bergerak bagian atas dan jari kontak bergerak bagian bawah terdapat kontak busur. Sedangkan diujung kontak bergerak terdapat pipa penghembus (puffer nozzle).

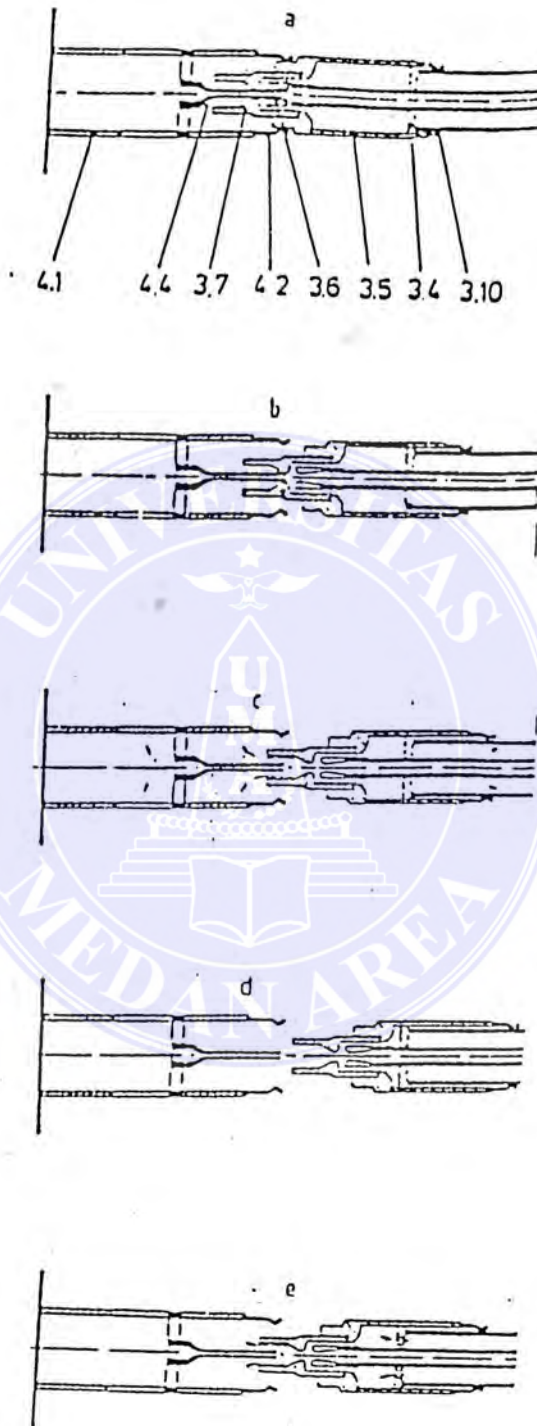
#### – Piston Kompresor ( $SF_6$ Compression piston)

Piston ini berada pada tabung kontak bergerak dimana ditengah piston ini terdapat kontak bergerak sehingga piston terbagi dua, bagian atas dan bagian bawah.

## 4.2 Prinsip Kerja CB Type BHG-114

Untuk membuka dan menutup kontak dari circuit breaker adalah dengan mendorong atau menarik dari kontak bergerak (moving contact) yang terhubung pada batang bergerak (driving rod) yang digerakkan oleh mekanisme penggerak (operating mechanism).

Untuk menjelaskan proses pembukaan dan penutupan kontak-kontak circuit breaker dapat dilihat dari Gambar 3.4.



**Keterangan Gambar 3.4.**

- 3.4 Piston
- 3.5 Blast (puffer) cylinder
- 3.6 Tulip contact
- 3.7 Insulated blast contact
- 3.10 Sliding contact crown
- 4.1 Exhaust
- 4.2 Contact crown
- 4.3 Fixed contact pin

**Gambar 3.4. Proses Penutupan dan Pembukaan Kontak CB**

Proses pembukaan kontak-kontak circuit breaker dapat dilihat pada gambar 3.4.a, pada gambar tersebut kontak-kontak dalam posisi "ON " atau posisi menutup. Pada saat hendak operasi membuka maka blast cylinder akan bergerak mundur bersama dengan insulated blast nozzle, tulip-contact dan sliding contact crown (gambar 3.4.b). Pada saat itu gas SF<sub>6</sub> akan tertahan diantara blast-cylinder dan piston akan tertekan. Waktu paralel isolating contact akan terpsiah, maka arus hubung singkat mengalir melalui fixed contact pin dan tulip contact. Pada saat hubungan listrik terpisah maka busur api akan terbentuk antara fixed contact pin dengan tulip contact (gambar 3.4.c). Gas SF<sub>6</sub> akan mengalir dengan keras melalui insulated blast nozzle dan arcing contact. Setelah busur api padam maka gas akan mengalir secara terus menerus sampai circuit breaker betul-betul dalam posisi "OFF " atau terbuka (Gambar 3.4.d) dan tekanan didalam blast cylinder akan seimbang.

Pada saat operasi untuk menutup kontak, blast cylinder bergerak dari posisi "OFF " (gambar 3.4.d) menuju exhaust, gas SF<sub>6</sub> yang digunakan untuk memadamkan busur api terhisap melalui katup pemeriksa didalam piston dan insulated blast nozzle kedalam blast cylinder. Gambar 3.4.e saat operasi penutupan kontak circuit breaker, pegas akan ditarik oleh operating mechanism.



## 5. Mekanisme Operasi

Mekanisme operasi merupakan bagian yang penting juga, dia harus dapat membuka dan menutup dengan cepat.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam memilih mekanisme operasi dari circuit breaker diantaranya :

- Daya operasi kecil
- Gerakan yang cepat
- Percepatan yang besar, yang segera hilang setelah kontak circuit breaker bertemu
- Trip free

Mekanisme operasi pada circuit breaker type BHG-114 yang ada digunakan pada Gas Insulated Switchgear di Gardu Induk Glugur Medan diklasifikasikan sebagai berikut :

### 1. Operasi tangan

- Tidak digunakan untuk tegangan tinggi
- Sangat tergantung tenaga operator dan tidak reliable

### 2. Operasi selenoid

Tenaga listrik elektromagnet dirubah menjadi tenaga mekanis sederhana, dan ada kekurangannya :

- Konsumsi daya adalah besar
- Gerakan lamban

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)12/12/23

- Percepatan mula rendah – percepatan tinggi pada akhir gerakannya, oleh karena itu perlu peredam
- Kurang sesuai untuk tegangan tinggi

### 3. Operasi Dengan Motor Listrik

Sebuah motor AC atau DC memutar suatu plunyer yang menggerakkan circuit breaker tanpa akumulasi tenaga. Konsumsi tenaga adalah kecil, tetapi operasinya lamban.

### 4. Operasi Dengan Pegas Yang Digerakan Motor

Pegas ditegangkan dengan motor, dan dilepaskan untuk mengoperasikan circuit breaker. Waktu operasi hanya tergantung dari kekuatan pegas dan tidak tergantung pada waktu menegangkan pegas. Kecepatannya dapat mencapai 5 cycle.

Keuntungannya :

- Waktu pemutusan/penutupan adalah konstanta
- Daya yang diperlukan adalah kecil
- Dapat dioperasikan secara manual
- Perawatan ringan

### 5. Operasi Secara Peunomatik

Daya yang diperlukan untuk operasi circuit breaker diperoleh dari tenaga potensial udara tekan.

**Keuntungan :**

- Kecepatan tinggi
- Baik untuk recloser, sebab bagian-bagian yang bergerak ke arah berlawanan, sebab ringan.
- Pada air blast CB udara tekan yang sama dapat dipergunakan sebagai mekanisme operasi dan pemadaman busur api.

Pada circuit breaker type BHG-114 mekanis penggerakannya adalah dengan pegas yang ditarik dengan motor. Data-data motor dapat dilihat dibawah ini.

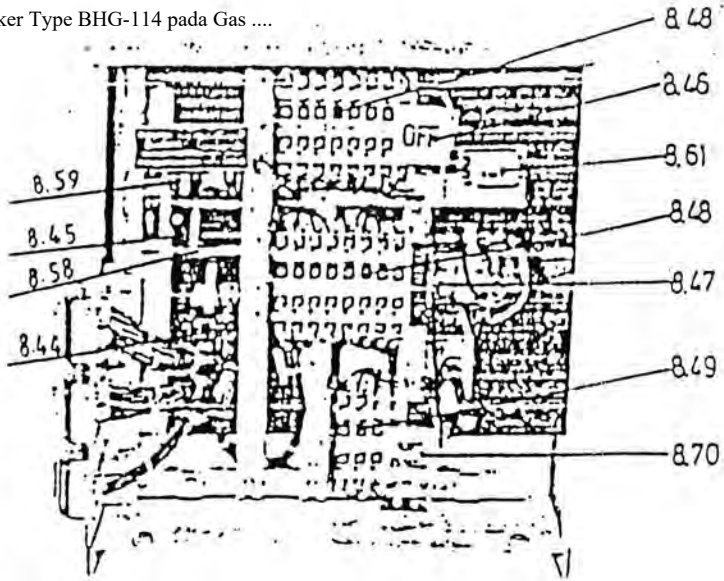
**Data-Data Motor Pada CB Type BHG-114**

Type	:	FK 2-2
Tegangan + 10 % - 15 %	:	110 Volt DC
Rating Arus Normal	:	3,4..... 6,3 A
Arus Start	:	18 A
Waktu Operasi saat menutup	:	15 detik

Pada saat menutup kontak circuit breaker maka motor akan beroperasi menarik pegas sampai batas tertentu yang dibatasi oleh limit switch yang melepas pen (pengunci) pegas sehingga pegas akan menarik kontak circuit breaker. Mekanisme operasi dari circuit breaker type BHG-114 dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut ini.

Keterangan Gambar 3.5

- 8.44 Trip magnet and coil
- 8.45 Manual TRIP lever
- 8.46 Position indicator
- 8.47 Motor
- 8.48 Auxiliary switch
- 8.49 Limit Switch
- 8.58 Closing magnet and coil
- 8.59 Manual CLOSING lever
- 8.61 Operation counter
- 8.70 Position indicator of closing Spring



Gbr 3.5. Mekanisme Operasi CB Type BHG-114

### 6. Prinsip Pengoperasian CB Type BHG-114

Untuk mengoperasikan CB type BHG-114 yang terdapat pada gardu induk Glugur dapat dioperasikan dalam dua kondisi yaitu :

#### 1. Pengoperasian secara manual

Circuit Breaker type BHG-114 yang digunakan di gardu induk Glugur dapat dioperasikan secara manual, maksudnya pada saat tidak terjadi gangguan. Hal ini dilakukan pada saat ada perbaikan dan pemeliharaan pada jaringan ataupun pada peralatan-peralatan yang ada pada gardu induk yang mengharuskan circuit breaker harus dibuka. Pengoperasian secara manual ini dapat dilakukan dari tiga tempat yang berbeda yaitu dari Unit Pengatur Beban

(UPB) dengan menggunakan remote, dari ruang kontrol yang ada di gardu induk glugur dan dari ruangan Gas Insulated Switchgear itu sendiri.

Untuk mengoperasikan circuit breaker supaya kontak-kontaknya terbuka cukup dengan mengoperasikan switch yang ada pada UPB atau pada ruangan kontrol gardu induk atau pada ruangan Gas Insulated Switchgear. Dengan mengoperasikan switch tersebut maka coil dari opening coil akan terenergis sehingga kontak-kontaknya akan menutup rangkaian pada coil auxiliary switch sehingga arus akan mengalir ke coil auxiliary switch dengan mengalirnya arus ke coil auxiliary switch maka auxiliary switch akan beroperasi dengan melepaskan pen (pengunci pegas) sehingga pegas akan menarik kontak-kontak circuit breaker maka circuit breaker akan terbuka. Pada saat operasi membuka ini motor tidak beroperasi, jadi pada operasi membuka kontak-kontak circuit breaker hanya mengandalkan kekuatan dan kecepatan dari pegas yang digunakan. Pada saat kontak-kontak circuit breaker membuka maka baru disconnecting switch dapat dibuka dan earthing switch dapat ditutup.

Untuk membuka kembali kontak-kontak circuit breaker maka disconnecting switch harus menutup terlebih dahulu dan kontak-kontak earthing switch harus dalam posisi terbuka. Untuk menutup kontak-kontak circuit breaker secara manual juga dapat dilakukan dari Unit Pengatur Beban, dari ruang kontrol gardu induk Glugur dan dari ruang Gas Insulated Switchgear. Untuk menutup kontak-kontak circuit breaker dari ruang Gas

Insulated Switchgear dapat dilakukan dengan mengoperasikan switch yang akan mengoperasikan motor atau dengan engkol tanpa menggunakan motor. Bila switch untuk menutup kontak-kontak circuit breaker dioperasikan maka arus akan mengalir ke closing coil maka kontak-kontak dari closing coil akan menutup sehingga motor akan beroperasi menarik pegas, dengan ditariknya pegas maka kontak-kontak circuit breaker akan menutup.

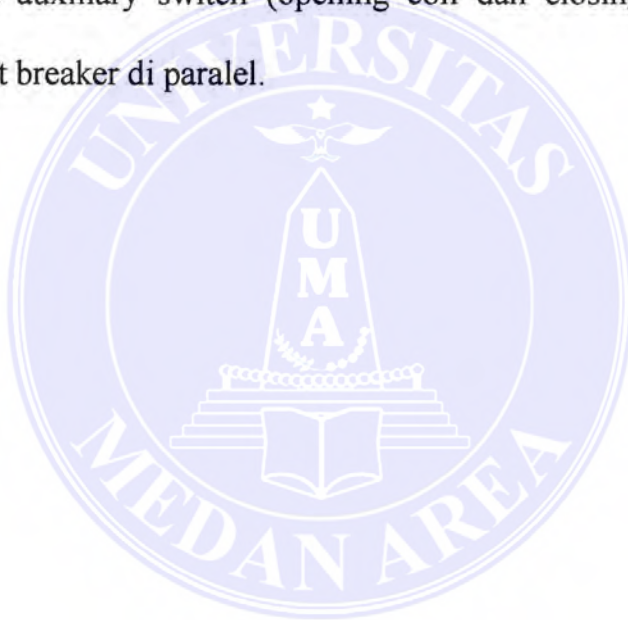
## 2. Pengoperasian secara otomatis

Circuit breaker type BHG-114 yang digunakan pada Gardu Induk Glugur Medan dapat juga beroperasi secara otomatis, maksudnya apabila terjadi gangguan maka circuit breaker dapat beroperasi membuka atau menutup kontak-kontaknya secara otomatis.

Apabila terjadi gangguan maka gangguan ini akan dideteksi oleh peralatan pengaman yang ada diantaranya rele jarak, rele diffrensial dan rele arus lebih. Maka rele tersebut akan menutup kontakannya sehingga arus akan mengalir ke coil dari master trip dan master trip akan beroperasi menutup kontakannya. Dengan menutupnya kontak dari master trip maka auxiliary switch akan beroperasi melepas pen (pengunci) pegas dengan dilepasnya pengunci pegas maka pegas akan menarik kontak-kontak circuit breaker sehingga membuka.

Apabila gangguan yang terjadi tidak bersifat permanen maka kontak circuit breaker dapat menutup kembali secara otomatis. Hal ini dilakukan dengan adanya recloser yang waktu operasinya disetting sesuai dengan keperluan.

Karena circuit breaker type BHG-114 merupakan circuit breaker yang memiliki satu kutub (satu fasa) maka untuk sistem tiga fasa digunakan tiga unit circuit breaker type BHG-114. Agar operasi dari ketiga circuit breaker ini dapat serentak maka auxiliary switch (opening coil dan closing coil) dari masing-masing circuit breaker di paralel.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

Dari pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat diambil

kesimpulan sebagai berikut :

1. Circuit breaker type BHG-114 mempunyai bentuk yang simpel sehingga mudah dalam pengoperasiannya dan dapat dikombinasikan dalam berbagai macam formasi pada Gas Insulated Switchgear.
2. Sistem Gas Insulated Switchgear pada suatu gardu induk mempunyai kelebihan yaitu :
  - mudah dalam pengoperasiannya
  - tidak memerlukan pemeliharaan yang berarti sampai 25 tahun
  - tidak memerlukan lahan yang luas
  - lebih aman terhadap tegangan sentuh karena semua peralatannya diisolasi dan dilindungi dengan menggunakan gas SF<sub>6</sub>.
3. Penggunaan gas SF<sub>6</sub> pada circuit breaker type BHG-114 dan pada gas Insulated Switchgear mempunyai keuntungan yaitu :
  - sifat SF<sub>6</sub> yang tidak mengandung racun sehingga aman bagi manusia
  - sifat gas SF<sub>6</sub> yang tidak mudah menyala atau terbakar dan mempunyai kekuatan dielektrik yang sangat baik sehingga dapat memadamkan busur api dengan cepat dan tahan tegangan tembus.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Sprecher + Schuh. **Operation And Maintenance Instructions Metal Clad SF<sub>6</sub> Circuit Breaker BHG-114 With Motor Wound Spring Operation Mechanism FK 2-2.**
2. HITACHI Ltd , TOKYO JAPAN ; **SF<sub>6</sub> Gas Handling Equipment Instruction.**
3. PT. PLN (PERSERO) KITLUR SUMBAGUT Sektor Glugur 7-8-1997. **Informasi Data Peralatan Terpasang Gardu Induk Glugur.**
4. Perusahaan Umum Listrik Negara Wilayah-II SUMUT Sektor Glugur, Agustus 1989. **Pengetahuan Dasar Peralatan Gardu Induk.**
5. Soedibyono, M.sc. **Gardu Induk.** Kerjasama PLN-ITB Tim Pelaksana Penyelenggara Pendidikan Dan Penataran Sarjana Teknik Elektro PLN Institut Teknologi Bandung.
6. S.Austen Stigant, A.C. Franklin. **“J & P Transformer Book”** 10 th edition, Newne – Butterworts, London.
7. C.H. Flurschein **“Power Circuit Breaker Theory and Design”** Peter Peregrinus Ltd 1975 England.