

BAB I

Dosen Pemberi Tugas : Ir. Jatmiko, MT.

II. 1 DESKRIPSI TUGAS

Selesaikan tugas berikut :

- A. Teknologi Kabel Tenaga Listrik
- B. Teknik Tegangan Tinggi
- C. Teknologi Gardu Induk

II.2 PENYELESAIAN

11.2.1 Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas ini adalah untuk menyelesaikan soal terkait tentang kabel atau penghantar dalam kelistrikan.

Mengerti tentang istilah-istilah dalam ilmu ketenagaan listrik, dan juga mengetahui tentang peralatan dalam gardu induk beserta fungsinya.

II.2.2 Pembahasan

A. Teknologi Kabel Tenaga Listrik

1. Jelaskan, apa yang dimaksud dengan istilah-istilah berikut! :

a. *Heat resistance*;

Sebuah kondisi pada konduktor yang mampu menahan panas sampai nominal tertentu.

b. *Skin effect*;

Merupakan fenomena pada saluran transmisi yang disebabkan karena tidak meratanya distribusi arus pada penampang konduktor disepanjang saluran transmisi jarak jauh. Fenomena ini muncul sesuai dengan peningkatan panjang efektif konduktor saluran transmisi sehingga skin effect pada saluran pendek jarang ditemui.

c. Tegangan nominal;

Besarnya tegangan yang telah diterapkan, sehingga karakteristik kerja tertentu yang disyaratkan dari sistem itu ditunjukkan

d. Tegangan gagal;

Kegagalan isolatornya sebuah kabel listrik atau komponen listrik yang lain. Kegagalan seperti ini biasanya mengakibatkan hubungan pendek atau sekering yang meledak

e. Tegangan efektif;

Nilai arus dan tegangan bolak-balik yang setara dengan arus searah yang dalam waktu yang sama jika mengalir dalam hambatan yang sama akan menghasilkan kalor yang sama

f. arus bocor

a. (pada suatu instalasi) – arus yang dalam keadaan tidak ada gangguan mengalir ke bumi atau ke bagian konduktif ekstra dalam sirkit;

CATATAN: Arus ini dapat mempunyai komponen kapasitif termasuk yang dihasilkan dari penggunaan kapasitor yang disengaja. (*leakage current (in an installation)*) – IEV 826-03-08.

b. arus dalam lintas lain selain yang diinginkan karena isolasi tidak sempurna. (*leakage current (syn. earth current)*)

g. Arus hubung singkat;

Arus lebih yang dihasilkan oleh gangguan dengan mengabaikan impedansi antara titik-titik pada potensial yang berbeda dalam kondisi layanan normal.

PUIL 2000 (1.9) mendefinisikan Arus Hubung Pendek adalah :

Arus lebih yang diakibatkan oleh gangguan impedans yang sangat kecil mendekati nol antara dua penghantar aktif yang dalam kondisi operasi normal berbeda potensialnya (*short circuit current*).

h. Arus beban lebih;

Arus lebih yang terjadi dalam sirkit pada waktu tidak *ada gangguan listrik*. (*overload current (of a circuit)*)

i. SUTET dan SUTT

- SUTET : Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi 200kV-500kV

Pada umumnya saluran transmisi di Indonesia digunakan pada pembangkit dengan kapasitas 500 kV. Dimana tujuannya adalah agar drop tegangan dari penampang kawat dapat direduksi secara maksimal, sehingga diperoleh operasional yang efektif dan efisien

- SUTT : Saluran Udara Tegangan Tinggi 30kV-150kV.

Pada saluran transmisi ini memiliki tegangan operasi antara 30kV sampai 150kV. Konfigurasi jaringan pada umumnya single atau double sirkuit, dimana 1 sirkuit terdiri dari 3 fasa dengan 3 atau 4 kawat. Biasanya hanya 3 kawat dan penghantar netralnya diganti oleh tanah sebagai saluran kembali. Apabila kapasitas daya yang disalurkan besar, maka penghantar pada masing-masing fasa terdiri dari dua atau empat kawat (*Double* atau *Quadrupole*) dan Berkas konduktor disebut *Bundle Conductor*.

2. Sebutkan kelebihan dan kekurangan penggunaan bahan tembaga dibandingkan dengan bahan aluminium pada kawat/kabel listrik!

- Kelebihan : daya hantar listrik yang tinggi, kekuatan mekanikalnya cukup baik.

- Kekurangan : harganya mahal sehingga rawan pencurian

3. Jelaskan nomenklatur kawat/kabel berikut! :

a. NYM 4x4 mm²

Kabel dengan penghantar tembaga berinti 4, isolator PVC dan berselubung PVC, berukuran 4 mm²

b. NYY 4x16 mm²

Kabel penghantar tembaga berinti 4 selubung isolasi PVC, selubung luar PVC, berukuran 16 mm²

c. NA2XS2Y 1x240 cm/25 12/20 (24) kV

Menyatakan suatu kabel berinti tunggal berisolasi XLPE dan berselubung PE bertegangan pengenal 12/20 (24) kV, berpenghantar aluminium dengan penampang nominal 240 mm², berlapis pita tembaga dengan luas penampang nominal geometris 25 mm². 38

d. NA2XSEBY 3x150 cm/25 12/20 (24) kV

Menyatakan suatu kabel berinti tiga berisolasi XLPE, berperisai pita baja galvanis dan berselubung PVC bertegangan pengenal 12/20 (24) kV, berpenghantar aluminium dipilin bulat berkawat banyak dipadatkan dengan penampang nominal 150 mm², lapisan tembaga pada masing-masing intinya dengan luas penampang nominal geometris 25 mm²

e. N2XSERGbY

Menyatakan suatu kabel berpengantar tembaga berisolasi XLPE, berperisai kawat baja bulat, berperisai spiral pita baja dan berselubung PVC

f. NA2XSEKRGb2Y

Menyatakan suatu kabel berpengantar aluminium berisolasi XLPE, berselubung dalam timah hitam, berperisai kawat baja bulat, berperisai spiral pita baja dan berselubung Polyethylene (PE)

g. AAAC

Pengantar aluminium campuran. Kabel tembaga jenis ini mempunyai ukuran antara 16- 500 mm, dengan bentuk fisiknya berurat banyak

h. ACSR

Pengantar aluminium basa. Kabel tembaga Jenis ini mempunyai ukuran antara 16 – 680 mm, dengan struktur bentuknya berupa serabut

4. Sebutkan dan jelaskan faktor yang mengakibatkan kawat/kabel mengalami gaya-gaya mekanis!

- Besar kecilnya gaya,
- Bentuk kawat/kabel,

- Bahan kawat/kabel dibuat,

5. Jelaskan maksud penggunaan kawat ACSR pada SUTT!

Bagian dalam kawat berupa steel yang mempunyai kuat mekanik tinggi, sedangkan bagian luarnya mempunyai konduktifitas tinggi. Karena sifat electron lebih menyukai bagian luar kawat daripada bagian sebelah dalam kawat maka ACSR cocok dipakai pada SUTT/SUTETI.

6. Jelaskan mekanisme kegagalan bahan isolasi padat yang terjadi pada kabel!

- **Kegagalan asasi (*intrinsik*)**

Adalah kegagalan yang disebabkan oleh jenis dan suhu bahan (dengan menghilangkan pengaruh luar seperti tekanan, bahan elektroda, ketidakmurnian, kantong kantong udara. Kegagalan ini terjadi jika tegangan yang dikenakan pada bahan dinaikkan sehingga tekanan listriknya mencapai nilai tertentu yaitu 106 volt/cm dalam waktu yang sangat singkat yaitu 10-8 detik

- **Kegagalan elektromekanik**

Adalah kegagalan yang disebabkan oleh adanya perbedaan polaritas antara elektroda yang mengapit zat isolasi padat sehingga timbul tekanan listrik pada bahan tersebut.

Tekanan listrik yang terjadi menimbulkan tekanan mekanik yang menyebabkan timbulnya tarik menarik antara kedua elektroda tersebut.

- **Kegagalan *streamer***

Adalah kegagalan yang terjadi sesudah suatu banjir (avalanche). Sebuah elektron yang memasuki band conduction di katoda akan bergerak menuju anoda dibawah pengaruh medan memperoleh energi antara benturan dan kehilangan energi pada waktu membentur. Jika lintasan bebas cukup panjang maka tambahan energi yang diperoleh melebihi pengionisasi latis (lattice).

- **Kegagalan *thermal*,**

Adalah kegagalan yang terjadi jika kecepatan pembangkitan panas di suatu titik dalam bahan melebihi laju kecepatan pembuangan panas keluar.

- **Kegagalan Erosi,**

Adalah kegagalan yang disebabkan zat isolasi pada tidak sempurna, karena adanya lubang lubang atau rongga dalam bahan isolasi padat tersebut. Lubang/rongga akan terisi oleh gas atau cairan yang kekuatan gagalnya lebih kecil dari kekuatan zat padat.

7. Sebutkan dan jelaskan jenis rugi-rugi listrik yang terjadi pada kabel!

- **Rugi tegangan ;**

Yang dimaksud dengan Rugi Tegangan didalam suatu penghantar (konduktor) ialah tegangan yang hilang atau tegangan yang tidak dapat dimanfaatkan. Hal ini disebabkan karena adanya arus listrik (I) ampere yang mengalir melalui penghantar (konduktor), sedangkan penghantar itu sendiri mempunyai tahanan listrik sebesar (R) Ohm

- **Rugi daya;**

Merupakan daya yang hilang dalam penyaluran daya listrik dari sumber daya listrik utama ke suatu beban seperti ke rumah-rumah, ke gedung-gedung, dan lain sebagainya

- **Rugi kebocoran pada isolator**

Kegagalan listrik pada isolator dapat disebabkan oleh adanya rongga-rongga kecil pada dielektrik padat (porselen) atau disebabkan terjadinya flashover di sepanjang permukaan isolator.

- **Rugi tembaga (PCu)**

Rugi yang disebabkan arus beban mengalir pada kawat tembaga

- **Rugi besi (Pi)**

Rugi besi terdiri dari :

- Rugi histerisis

yaitu rugi yang disebabkan fluks bolakbalik pada inti besi

- Rugi '*eddy current*'

yaitu rugi yang disebabkan arus pusar pada inti besi.

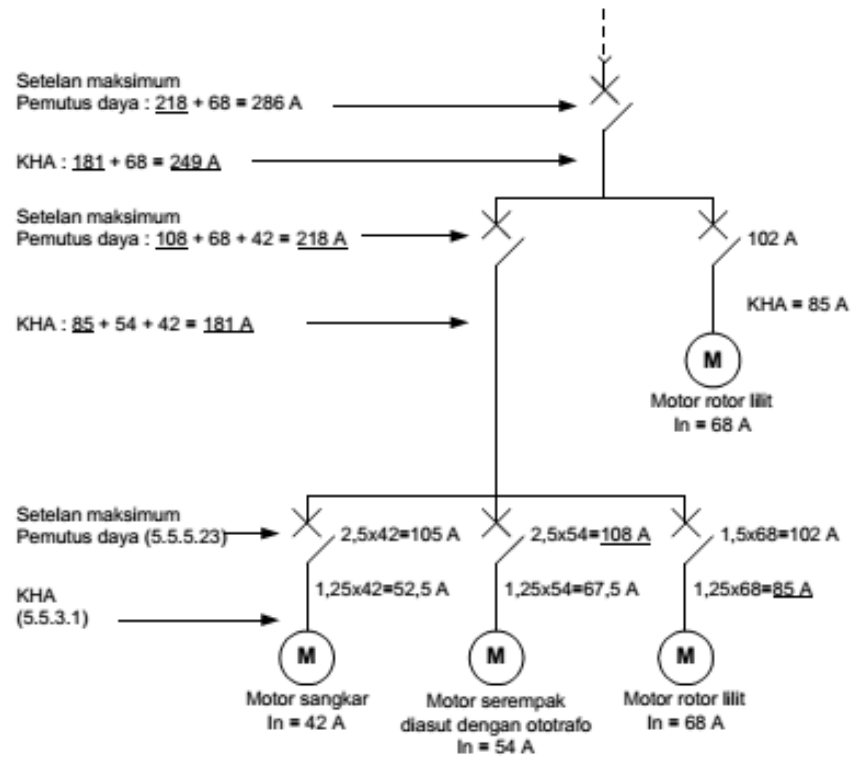
8. Jelaskan apa yang dimaksud dan bagaimana menentukan “Kemampuan/kuat hantar arus(KHA)” suatu kawat/kabel penghantar!

Arus maksimum yang dapat dialirkan dengan kontinu oleh penghantar pada keadaan tertentu tanpa menimbulkan kenaikan suhu yang melampaui nilai tertentu. (*current carrying capacity*) IEV 826-05-05.

9. Jelaskan koordinasi antara KHA penghantar dengan peralatan proteksinya!(Berikan ilustrasi secukupnya pada instalasi penerangan dan/atau instalasi tenaga listrik).

Besarnya KHA kabel harus lebih besar dari rating MCB, karena prinsipnya adalah MCB harus trip sebelum kabelnya terkena masalah. Arus listrik yang melebihi KHA dari suatu kabel akan menyebabkan kabel tersebut menjadi panas dan bila melebihi daya tahan isolasinya, maka dapat menyebabkan rusaknya isolasi. Kerusakan isolasi

bisa menyebabkan kebocoran arus listrik dan akibatnya bisa fatal seperti kesetrum pada manusia atau bahkan mengakibatkan terjadinya kebakaran.



Gambar 1.1 Koordinasi KHA penghantar dengan alat proteksi

B. Teknik Tegangan Tinggi

1. Jelaskan konsep tentang tegangan tinggi, tegangan ekstra tinggi, dan tegangan ultra tinggi pada sistem tenaga listrik!

- **Tegangan Tinggi**

Tegangan generator yang dinaikkan oleh transformator guna melakukan transmisi daya, tegangan tinggi dengan nilai tegangannya yaitu 30, 66, 70, 150, 138 kV.

- **Tegangan ekstra tinggi (*Extra High Voltage – EHV*)**

Penaikkan tegangan dari untuk jarak yang cukup jauh dari jangkauan dengan nilai tegangannya mulai dari 220, 500, 765 kV.

- **Tegangan Ultra Tinggi (*Ultra High Voltage - UHV*)**

Untuk melakukan kenaikan tegangan yang dibutuhkan dalam penyaluran transmisi jarak yang sangat jauh guna meminimalisir rugi-rugi daya, dengan nilai tegangan lebih dari 765 kV.

2. Jelaskan maksud istilah berikut!

a. *Discharge*

Adalah pelepasan muatan

b. *Sparkover voltage*

Percikan api yang terjadi di udara tanpa menyangkut permukaan bahan

c. *Flashover voltage*

Lompatan api yang terjadi melewati permukaan bahan

d. *Lightning surge*

Adalah surja (yang merupakan gelombang berjalan dan dapat menimbulkan gangguan pada sistem tenaga listrik) yang disebabkan oleh petir

e. *Switching surge*

Adalah surja (yang merupakan gelombang berjalan dan dapat menimbulkan gangguan pada sistem tenaga listrik) yang disebabkan oleh operasi *switching*.

3. Jelaskan fenomena yang terjadi pada sistem tegangan tinggi berikut! :

(proses terjadinya, penyebab dan akibat yang ditimbulkan)

a. **Gangguan radio (*interference radio*)**

Implikasi dari gejala korona adalah timbulnya gangguan pada radio. Adanya frekuensi harmonisa dengan amplitude yang besar di saluran tegangan tinggi akan mempengaruhi komunikasi radio dan televisive, karena saluran akan berfungsi sebagai pemancar dengan frekuensi-frekuensi

harmonisa. Gangguan ini harus ditekan dengan filter harmonisa sehingga harmonisa tersaring.

b. *Audible noise*

Fenomena yang terjadi saat pelepasan korona sehingga menimbulkan suara berdesis. Fenomena terjadi karena pengaruh kondisi udara.

c. *Corona*

Terjadinya suatu pelepasan muatan yang bermula pada permukaan dari suatu kawat bila nilai medan listrik pada permukaan kawat itu melampaui nilai tertentu

- Proses terjadinya Korona

yaitu bila dua kawat sejajar yang mempunyai penampang kecil bila dibandingkan dengan jarak kedua kawat tersebut, kemudian diberikan pada tegangan bolak-balik yang dinaikkan secara perlahan-lahan, maka gradien tegangan pada permukaan tegangan akan naik sehingga pada saat tegangan mencapai tegangan maksimum, yakni 30 kV/cm, udara di sekitar konduktor segera menjadi konduktor pula. Kemudian terdengar suara mendesis, bersamaan dengan itu konduktor pun bergetar hebat.

Selanjutnya bila hal ini terjadi di udara yang gelap, maka akan terlihat gejala ini yang disebut dengan gejala korona.

Faktor-faktor yang mempengaruhi korona yaitu:

- Penampang kawat konduktor, korona akan tampak pada kawat yang mempunyai penampang kasar, kusam atau kotor
- Jenis kawat yang memiliki karakteristik tertentu. Yang mempengaruhi timbulnya gejala korona
- Kondisi permukaan konduktor
- Kondisi cuaca sekitar, seperti hujan, kabut, dll
- Medan listrik bumi yang mempunyai medan listrik yang besar kecilnya bergantung pada medan listrik bumi

4. Jelaskan istilah pada pengujian tegangan tinggi berikut!

a. ***Withstand test*** (Pengujian ketahanan)

Sebuah tegangan tertentu diterapkan untuk waktu tertentu, bila tidak terjadi lompatan api (flashover, disruptive discharge), maka pengujiannya dianggap memuaskan.

b. **Discharge test** (Pengujian pelepasan)

Tegangan yang dinaikan sehingga terjadi pelepasan pada benda yang diuji, tegangan pelepasan lebih tinggi dari tegangan ketahanan. Pengujian dapat dilakukan dengan suasana kering (udara biasa) dan udara basah (menirukan keadaan hujan)

c. **Breakdown** (Pengujian kegagalan)

Tegangan dinaikan sampai terjadi kegagalan (breakdown) di dalam benda (specimen) yang diuji

5. Jelaskan fungsi dan sebutkan jenis/tipe *Lightning Arrester/LA*!

- **Lightning Arrester**

Adalah alat proteksi peralatan sistem tenaga listrik terhadap arus listrik, yang berfungsi sebagai alat yang dapat memby-pass ke ground, pada keadaan normal, lightning arrester akan bersifat sebagai isolator dan bila timbul surja Petir akan berfungsi sebagai penghantar/konduktor.

Setelah surja itu hilang lightning arrester harus dengan cepat kembali bersifat isolator, sehingga circuit braker (CB) tidak sempat membuka. Lightning arrester ini tidak sama dengan sela batang maupun protection tube, karena arrester

bisa memutuskan arus susulan sehingga tidak mengganggu sistem secara keseluruhan

Pemakaiannya pada sistem tenaga listrik bolak balik ada dua tipe utama arrester yaitu:

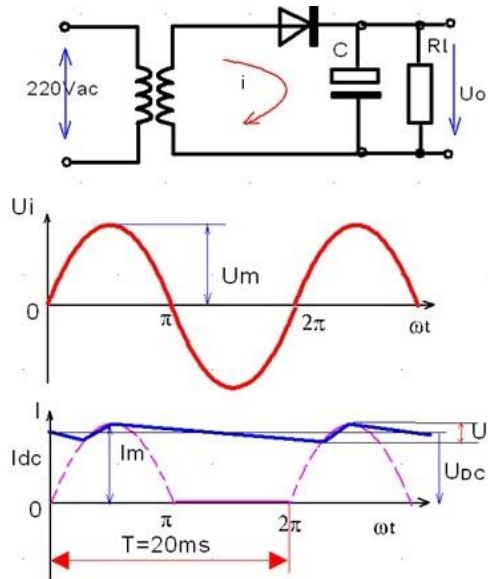
- a. ***Expulsion type Arrester*** digunakan untuk saluran Distribusi dan Transmisi.

Ada dua macam type dari arrester jenis ini, yaitu :

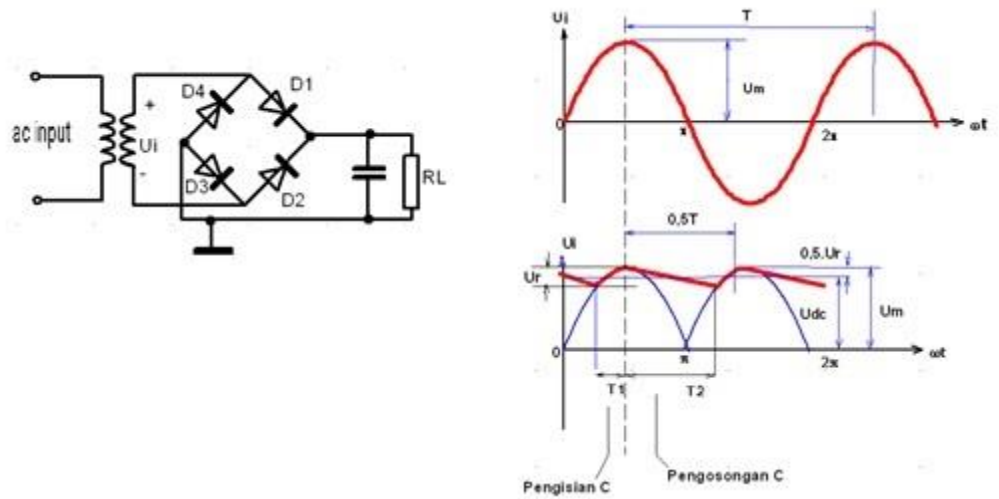
1. Jenis Transmisi (*Transmission type Arrester*)
2. Jenis Distribusi (*Distribusi type Arrester*)

- b. ***Arrester Type Valve*** untuk saluran Distribusi dan Transmisi

6. Gambarkan rangkaian penyearah setengah gelombang dan gelombang penuh menggunakan filter kapasitor dan gambarkan juga gelombang input-outpunya!



Gambar 1.2 Rangkaian penyearah setengah gelombang dengan filter kapasitor



Gambar 1.3 Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan filter kapasitor

7. Sebutkan dan jelaskan masing-masing tipe kegagalan pada bahan dielektrik padat!

- **Kegagalan asasi (*intrinsik*)**

Adalah kegagalan yang disebabkan oleh jenis dan suhu bahan (dengan menghilangkan pengaruh luar seperti tekanan, bahan elektroda, ketidakmurnian, kantong-kantong udara).

- **Kegagalan elektromekanik**

Adalah kegagalan yang disebabkan oleh adanya perbedaan polaritas antara elektroda yang mengapit zat isolasi padat sehingga timbul tekanan listrik pada bahan tersebut.

- **Kegagalan streamer**

Adalah kegagalan yang terjadi sesudah suatu banjiran (avalanche). Sebuah elektron yang memasuki band conduction di katoda akan bergerak menuju anoda dibawah pengaruh medan memperoleh energi antara benturan dan kehilangan energi pada waktu membentur.

- **Kegagalan termal**

Adalah kegagalan yang terjadi jika kecepatan pembangkitan panas di suatu titik dalam bahan melebihi laju kecepatan pembuangan panas keluar. Akibatnya terjadi

keadaan tidak stabil sehingga pada suatu saat bahan mengalami kegagalan.

- **Kegagalan Erosi**

Adalah kegagalan yang disebabkan zat isolasi padat tidak sempurna, karena adanya lubang lubang atau rongga dalam bahan isolasi padat tersebut. Lubang/rongga akan terisi oleh gas atau cairan yang kekuatan gagalnya lebih kecil dari kekuatan zat padat.

C. Teknologi Gardu Induk

1. Sebutkan peralatan utama di GI dan jelaskan masing-masing fungsinya!

Peralatan utama Gardu Induk

- **Tranformator daya**

Berfungsi mentransformasikan daya listrik, dengan merubah besaran tegangannya, sedangkan frekuensinya tetap

- ***Neutral Grounding Rresistance (NGR)***

Diperlukan proteksi yang praktis dan biasanya tidak terlalu mahal, karena karakteristik relay dipengaruhi oleh sistem pentanahan neutral. Berfungsi untuk memperkecil arus gangguan yang terjadi.

- ***Circuit Breaker***

Adalah peralatan pemutus, yang berfungsi untuk memutus rangkaian listrik dalam keadaan berbeban (berarus).

- ***Disconnecting Switch (DS)***

Adalah peralatan pemisah, yang berfungsi untuk memisahkan rangkaian listrik dalam keadaan tidak berbeban.

- ***Lightning Arrester (LA)***

Berfungsi untuk melindungi (pengaman) peralatan listrik di gardu induk dari tegangan lebih akibat terjadinya sambaran petir (lightning surge) pada kawat transmisi, maupun disebabkan oleh surya hubung (switching surge).

- ***Current Transformer (CT)***

Berfungsi merubah besaran arus dari arus yang besar ke arus yang kecil atau memperkecil besaran arus listrik pada sistem tenaga listrik, menjadi arus untuk sistem pengukuran dan proteksi.

- ***Potential Transformer (PT)***

Berfungsi untuk merubah besaran tegangan dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau memperkecil besaran

tegangan listrik pada sistem tenaga listrik, menjadi besaran tegangan untuk pengukuran dan proteksi.

- **Trafo Pemakaian Sendiri (TPS)**

Berfungsi sebagai sumber tegangan AC 3 fasa 220/380 Volt.

- **Rel (Busbar)**

Berfungsi sebagai titik pertemuan/ hubungan (connecting) antara transformator daya, SUTT, SKTT serta komponen listrik lainnya yang ada pada *switch yard*.

2. Sebutkan jenis trafo di GI dan jelaskan masing-masing fungsinya!

Jenis trafo

- ***Current Transformer (CT)***

Berfungsi merubah besaran arus dari arus yang besar ke arus yang kecil atau memperkecil besaran arus listrik pada sistem tenaga listrik, menjadi arus untuk sistem pengukuran dan proteksi.

- ***Potential Transformer (PT)***

Berfungsi untuk merubah besaran tegangan dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau memperkecil besaran tegangan listrik pada sistem tenaga listrik, menjadi besaran tegangan untuk pengukuran dan proteksi.

- **Trafo Pemakaian Sendiri (TPS)**

Berfungsi sebagai sumber tegangan AC 3 fasa 220/380 Volt.

- **Tranformator daya**

Berfungsi mentransformasikan daya listrik, dengan merubah besaran tegangannya, sedangkan frekuensinya tetap

3. Jelaskan perbedaan fungsi PMT(CB) dan PMS(DS) serta jelaskan sistem interlocknya!

- **Perbedaan fungsi**

- PMT (CB) yang berfungsi untuk memutus rangkaian listrik dalam keadaan berbeban (berarus).
- PMS (DS) yang berfungsi untuk memisahkan rangkaian listrik dalam keadaan tidak berbeban (berarus).

- **Sistem intrerlocknya**

- CB dapat dioperasikan pada saat jaringan dalam kondisi normal maupun pada saat terjadi gangguan.
- DS hanya dapat dioperasikan pada kondisi jaringan tidak berbeban, maka yang harus dioperasikan terlebih dahulu adalah CB. Setelah rangkaian diputus oleh CB, baru DS dioperasikan.

4. Jelaskan perbedaan antara GI Konvensional dan GIS!

Perbedaan

- **Gardu Induk Konvensional**

Adalah gardu induk yang sebagian besar komponennya di tempatkan di luar gedung, kecuali komponen kontrol, sistem proteksi dan sistem kendali serta komponen bantu lainnya, ada di dalam gedung.

- **Gas Insulated Substation (GIS)**

Adalah gardu induk yang hampir semua komponennya (switchgear, busbar, isolator, komponen kontrol, komponen kendali, cubicle, dan lain-lain) dipasang di dalam gedung. Kecuali transformator daya, pada umumnya dipasang di luar gedung.

5. Jelaskan tipe, fungsi dan cara kerja Lightning Arrester(LA)!

- a. **Lightning arrester tipe ekspulsi**

Lightning arrester tipe ekspulsi terdiri dari tabung isolasi yang mempunyai elektroda disetiap ujung dan lubang pelepasan pada ujung bawah . Panjang tabung sedemikian rupa sehingga percikan besar terjadi pada sela antara kedua elektroda dalam tabung .

Untuk ranting tegangan yang tinggi kemungkinan dalam tabung tergabung dua buah atau lebih sela dengan lubang pelepasan pada bagian atas, bawah dan tengah-tengah dari tabung ini merupakan sela seri yang dipasang antara elektroda dengan kawat penghantar yang mencegah pemakaian tegangan system yang terus-menerus pada tabung dengan cara demikian kebocoran korona dan karbonisasi dapat dihindari.

b. Lightning arrester tipe katup

Lightning arrester katup terdiri dari dua elemen yaitu sela seri dan sela seri elemen katup (valve element), elemen katup merupakan sebuah tahanan yang tidak linear, tahanan ini mempunyai sifat khusus yaitu tahanan berubah dengan berubahnya arus dan proses perubahan ini berlangsung cepat. Bila sebuah surja sampai pada kawat saluran tegangan menengah dan dilewatkan sela seri, tahanan elemen katup berubah turun dengan cepat, sehingga tegangan turun dibatasi meskipun arusnya besar.

Bila tegangan itu telah habis dan tinggal tegangan normal (frekuensi 50 hz) tahanannya naik lagi sehingga arus

susunan (follow current) dibatasi dan akhirnya dimatikan pada saat tegangan mencapai nol .

6. Sebutkan tipe busbar beserta kelebihan dan kekurangan masing-masing!Tipe Busbar

a. Sistem cincin atau *ring*

- Kelebihan : masing-masing percabangan hanya menggunakan 1 breaker dan masing-masing breaker dapat di “open” atau di isolasi tanpa mengganggu penyaluran tenaga listrik.
- Kekurangan : secara keseluruhan konfigurasi ini tidak memiliki fleksibilitas seperti pada konfigurasi Double Busbar dan jarang dipakai.

b. Busbar Tunggal atau *Single busbar*

- Kelebihan : dari segi ekonomi lebih murah karena peralatan yang digunakan sedikit di banding konfigurasi lain.
- Kekurangan : Dari segi segi kehandalan konfigurasi ini sangat terbatas, karena jika terjadi gangguan pada salah satu Busbar dan memerlukan pemadaman untuk perbaikan maka

semua beban yang ditanggung oleh Busbar tersebut akan mengalami pemadaman juga

c. Busbar Ganda atau *double busbar*

- Kelebihan : dari segi kehandalan maka system ini akan sangat handal karena jika salah satu peralatan mengalami gangguan maka peralatan tersebut akan diisolasi sehingga tidak mengganggu peralatan yang lain dan penyaluran tenaga listrik akan dapat dilakukan secara utuh
- Kekurangan : dibutuhkan lebih banyak peralatan listrik juga peralatan yang lainnya seperti peralatan control, konstruksi dan tentukan dengan lahan tanah yang dibutuhkan

7. Sebutkan rele yang di GI dan jelaskan secara singkat fungsi dan cara kerjanya!

- **Relay Arus Lebih**

Berfungsi mengamankan trafo dari gangguan hubung singkat (short circuit) antara phasa di dalam maupun di luar daerah pengamanan trafo.

- **Relay Differensial**

Berfungsi mengamankan trafo dari gangguan hubung singkat (short circuit) yang terjadi di dalam daerah pengamanan trafo.

- **Relay Gangguan Tanah Terbatas**

Berfungsi untuk mengamankan Transformator Daya terhadap tanah di dalam daerah pengamanan trafo, khususnya gangguan di dekat titik netral yang tidak dapat dirasakan oleh Relay Differensial.

- **Relay Arus Lebih Berubah**

Berfungsi untuk mengamankan Transformator Daya dari gangguan antara fasa dan tiga fasa dan bekerja pada arah tertentu.

- **Relay Gangguan Tanah**

Berfungsi mengamankan Transformator Daya dari gangguan hubung tanah, di dalam dan di luar daerah pengamanan trafo.

- **Relay Tangki Tanah**

Berfungsi untuk mengamankan Transformator Daya terhadap hubung singkat (short circuit) antara fasa dengan tangki trafo dan trafo yang titik netralnya ditanahkan.

- **Relay Suhu**

Berfungsi untuk mendeteksi suhu minyak trafo dan kumparan secara langsung, yang akan membunyikan alarm serta mentriapkan Circuit Breaker

- **Relay Jansen**

Berfungsi untuk mengamankan pengubah/pengatur tegangan (Tap Changer) dari Trafo.

- **Relay Bucholz**

Berfungsi mendeteksi adanya gas yang ditimbulkan oleh loncatan bunga api dan pemanasan setempat dalam minyak trafo