

## LAPORAN KERJA PRAKTEK

### OPERASIONAL DAN PEMELIHARAAN

# FUSE CUTOUT (FCO) SEBAGAI SISTEM PROTEKSI PADA JARINGAN DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH 20KV PT. MUSTIKA ASAHAN JAYA

DISUSUN OLEH :

JERI ARITONANG

188120045



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

2021

Document Accepted 29/12/22

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)29/12/22

## LEMBAR PENGESAHAN

OPERASIONAL DAN PEMELIHARAAN FCO (FUSE CUT OUT) SEBAGAI  
SISTEM PROTEKSI PADA JARINGAN DISTRIBUSI TEGANGAN  
MENENGAH 20KV PT. MUSTIKA ASAHAN JAYA

DI SUSUN OLEH

NAMA : Jeri Aritonang

NPM : 18.812.0045

PROGRAM STUDI : Teknik Elektro

FAKULTAS : Teknik

Dosen Pembimbing Kerja Praktek

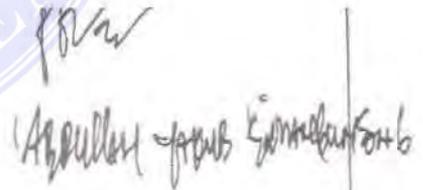
Pembimbing Lapangan



( Ir. Zulkifli Banri , MT )

NILAI:

B<sup>+</sup>



( Abdullah Yakub S )

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS  
MEDAN AREA  
PROGRAM STUDI  
Studi Teknik Elektro  
  
Nur Hafidha Putri, ST, MT

Document Accepted 29/12/22

Access From (repository.uma.ac.id)29/12/22

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa , yang senantiasa melimpahkan rahmat dan berkat -Nya kepada penulis sehingga penulis dapat melaksanakan Kerja Praktek (KP) serta dapat menyelesaikan laporannya dengan lancar dan tanpa adanya halangan yang berarti. Laporan kerja praktek ini disusun berdasarkan kegiatan yang dilakukan pada saat dilapangan yakni pada PT.MUSTIKA ASAHAN JAYA Aek Loba" yang beralamat di Aek Kabupaten Asahan , Sumatera Utara. Dimulai tanggal 12 Agustus 2021 s/d 12 September 2021.

Kerja praktek ini merupakan syarat wajib yang harus dipenuhi dalam Program Studi Teknik Elektro, selain untuk memenuhi persyaratan program studi yang penulis tempuh, kerja praktik ini juga banyak memberikan manfaat kepada penulis baik dari segi akademis maupun untuk pelajaran yang tidak didapatkan penulis pada saat berada di bangku kuliah.

Pada kesempatan kali ini juga penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar- besarnya atas segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyusun dan menyelesaikan laporan kerja praktik ini, terutama kepada :

1. Orang tua yang telah memberi dukungan moril/spiritual kepada penulis.
2. Ibu Dr.Ir Dina Maizana,MT , selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Syarifah Muthia Putri, ST, MT, selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir.Zulkifli Bahri,MT, selaku dosen pembimbing kerja praktek jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.
5. Bapak Jonson Simanjuntak selaku Supervisor Teknik PT.M Ustika Asahan Jaya

1. Pihak-pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis.
2. Teman-teman kelompok kerja praktek yang telah berjuang bersama- sama menyelesaikan kerja praktek di PT.MUSTIKA ASAHAN JAYA AEK LOBA.

Penulis tidaklah sempurna, apabila nantinya terdapat kekeliruan dalam penulisan laporan kerja praktik ini penulis mengharapkan kritik dan sarannya.

Akhir kata semoga laporan kerja praktek ini dapat memberikan banyak manfaat untuk kita semua.



Medan, 28-10-2021

JeriAritonang

## ABSTRAK

Saat ini listrik merupakan suatu kebutuhan utama sebagai penunjang kepentingan dan pekerjaan manusia. Listrik digunakan untuk hampir semua pekerjaan seperti bisnis, industri, maupun sosial. Supaya kebutuhan listrik bagi masyarakat terpenuhi, dibutuhkan sistem tenaga listrik yang handal dan dapat bekerja secara berkelanjutan, mulai dari pembangkit, transmisi, hingga distribusi dan sistem proteksi dan pemeliharaan. PT MUSTIKA ASAHAN JAYA, Aek Loba, Kabupaten Asahan hampir tiap harinya mengalami gangguan di berbagai desa. Hal ini mengakibatkan tenaga listrik tidak tersalur ke konsumen secara berkelanjutan, dan yang paling sering terkena gangguan adalah FCO (FUSE COUT OUT).

Maka dari itu di buatlah sebuah kegiatan pemeliharaan FCO, pemeliharaan adalah merupakan suatu pekerjaan yang di maksud untuk mendapatkan jaminan bahwa suatu sistem / peralatan akan berfungsi secara optimal dan umur teknis nya meningkat dan aman bagi personil dan masyarakat.

FCO merupakan sebuah alat pemutus rangkaian listrik yang berbeban pada jaringan distribusi yang bekerja dengan cara meleburkan bagian dari komponennya (fuse link) yang telah di rancang khusus dan di sesuaikan dengan ukurannya itu. Disamping itu FCO merupakan peralatan proteksi yang bekerja apabila terjadi gangguan arus lebih. Alat ini akan memutuskan rangkaian listrik yang satu dengan yang lain apabila dilewati arus yang melewati kapasitas kerjanya. Prinsip kerjanya adalah ketika terjadi gangguan arus maka fuse pada cut out akan putus, dan tabung ini akan lepas dari pegangan atas, dan menggantung di udara, sehingga tidak ada arus yang mengalir ke sistem atau ke konsumen.

**Katakunci:** OPERASIONAL DAN PEMELIHARAAN FCO (FUSE CUT OUT)  
SEBAGAI SISTEM PROTEKSI PADA JARINGAN DISTRIBUSI TEGANGAN  
MENENGAH 20K

## DAFTAR ISI

<b>LAPORAN KERJA PRAKTEK.....</b>	<b>I</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>II</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>V</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>VI</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>VII</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>12</b>
1.1 Latar Belakang.....	12
1.2 Ruang Lingkup.....	13
1.3 Metodologi.....	13
<b>BAB II STUDI KASUS.....</b>	<b>14</b>
2.1 Sistem Distribusi.....	14
2.2 Gardu Portal.....	16
2.3 Isolator.....	19
2.4 Lightning Arrester (LA).....	20
2.5 Fuse Cut Out (FCO).....	23
Tabel 2. 1 Tabel Tingkat Ketahanan Logam.....	24
2.6 Jenis Fuse Cut Out.....	27
2.7 Transformator Distribusi.....	30
2.8 Papan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR).....	31
2.8 Fungsi PHB TR.....	32
1. Daya Nyata (P).....	35
2. Daya Semu (S).....	35
3. Daya Reaktif (Q).....	35
2.9.1 Tiang.....	37
Tabel 2. 2 Ukuran Dan Jarak Antar Tiang Menurut Peraturan AVE D210.....	39
2.9.2 Kabel.....	39
Tabel 2. 3 Penandaan Kode Pengenal Kabel.....	40
2.9.3 Pembumian (Grounding).....	40
Tabel 2. 4 Jenis Pembumian Pada Gardu tiang.....	41
2.9.4 Pemeliharaan.....	41
2.10 Kesimpulan.....	41

2.9.5	Macam-macam Pemeliharaan metodenya .....	44
2.9.6	Pemeliharaan Korektif.....	45
2.9.7	Jenis Pemeliharaan .....	46
2.9.8	Prosedur pelaksanaan pemeliharaan.....	46
<b>BAB III PENGUMPULAN DATA .....</b>		<b>47</b>
3.1	Gardu Portal.....	47
3.2	Peralatan yang digunakan .....	48
3.3	Gardu Portal .....	51
3.4	Komponen-komponen Gardu Portal.....	54
1.	Tiang.....	54
2.	Transformator (Trafo) Distribusi .....	55
3.5	FCO (Fuse Cut Out) .....	56
3.6	Lighting Arrester (LA).....	56
3.7	Kabel Penghantar.....	57
3.8	Isolator .....	58
3.9	PHB-TR .....	59
3.9.1	Pembahasan Hasil pengamatan FCO.....	60
1.	Penggunaan Fuse Cut Out (FCO).....	60
2.	Prosedur Pemeliharaan Fuse Cut Out PT.MUSTIKA ASAHAN JAYA .....	66
A.	Tahap Persiapan.....	66
B.	Tahap Pemeriksaan Oleh Pengawas .....	66
c.	Tahap Pemeliharaan (Penggantian FCO): .....	67
	Tabel 2.6 Hasil Pemeliharaan FCO Di PT.MAJ .....	69
<b>BAB IV.....</b>		<b>70</b>
<b>ANALISIS HASIL PEMELIHARAAN FCO .....</b>		<b>70</b>
4.1	Pemeliharaan FCO .....	70
4.2	pemeliharaan SUTM.....	70
4.3	Perampalan Pohon .....	70
4.4	Pemeliharaan lighting aresster .....	70
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>71</b>
5.1	Kesimpulan .....	71
5.2	Saran .....	71
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>72</b>
	Lembar Penilaian.....	74

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema sederhana Sistem Tenaga Listrik.....	10
Gambar 2. 2 Penampakan dan diagram segaris Gardu portal.....	18
Gambar 2. 3 Isolator jenis Polimer.....	20
Gambar 2. 4 Ligning Arrester.....	22
Gambar 2. 5 Lightning Arrester Jenis Thyrite.....	22
Gambar 2. 6 Lightning Arrester Jenis Katub (Valve).....	22
Gambar 2. 7 FCO jenis polimer dan bagian-bagiannya.....	24
Gambar 2. 8 Fuse Cut Out.....	26
Gambar 2. 9 Prinsip dasar kerja transformator.....	31
Gambar 2. 10 Konstruksi tranformator.....	31
Gambar 2. 11 Konstruksi Kotak PHB-TR.....	32
Gambar 2. 12 Tiang Beton 9 meter.....	38
Gambar 2.13 Kabel NA2XSEBY.....	39
Gambar 3. 2 Komponen-komponen Gardu Portal.....	54
Gambar 3. 3 Memasang Fuse Link.....	56
Gambar 3. 4 Lightning Arrester Selesai di pasang.....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ukuran Dan Jarak Antar Tiang Menurut Peraturan AVE D2103

Tabel 2. 2 Penandaan Kode Pengenal Kabel 3

Tabel 2. 3 Instalasi Pembumian Pada Gardu tiang 3



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Meningkatnya kebutuhan manusia yang sesuai dengan perkembangan zaman juga berpengaruh terhadap kebutuhan tenaga listrik dalam mengerjakan aktivitas manusia tersebut. Tersedianya listrik dalam jumlah dan mutu yang memadai akan mempengaruhi laju pertumbuhan di segala sektor kegiatan seperti : industri, pertambangan, pertanian, pendidikan, kesehatan dan lain-lain sehingga dapat semakin meningkatkan pertumbuhan perekonomian dan menghasilkan taraf kehidupan yang lebih baik. Dengan demikian, maka tidak dapat disangkal lagi bahwa tenaga listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting.

Fuse Cut Out merupakan peralatan proteksi yang bekerja apabila terjadi gangguan arus lebih, dimana proses kerjanya dengan meleburnya bagian dari komponen fuse cut out tersebut yang telah dirancang khusus dan disesuaikan dengan ukurannya, untuk membuka rangkaian dimana pelebur tersebut terpasang dan memutuskan arus bila arus tersebut melebihi suatu nilai tertentu dalam waktu yang cukup. Fuse cut out (sekring) adalah suatu alat pengaman yang melindungi jaringan terhadap arus beban lebih (*over load current*) yang mengalir melebihi dari batas maksimum, yang disebabkan karena hubung singkat (*short circuit*) atau beban lebih (*over load*). Konstruksi dari fuse cut out ini jauh lebih sederhana bila dibandingkan dengan pemutus beban (*circuit breaker*) yang terdapat di Gardu distribusi. Fuse cut out ini hanya dapat memutuskan satu saluran kawat jaringan di dalam satu alat. Apabila diperlukan pemutus saluran tiga fasa maka dibutuhkan fuse cut out sebanyak tiga buah.

distribusi yang berfungsi untuk menghubungkan Jaringan Tegangan Menengah (JTM) ke konsumen atau untuk membagikan atau mendistribusikan tenaga listrik pada beban atau konsumen baik konsumen tegangan menengah maupun konsumen tegangan rendah. Gardu portal merupakan salah satu komponen instalasi tenaga listrik yang

terpasang di jaringan distribusi dan berlokasi dekat dengan konsumen. Berfungsi sebagai trafo daya penurun tegangandari tegangan menengah ke tegangan rendah dan selanjutya tegangan tersebut disalurkan ke konsumen.Keandalan penyaluran listrik ke konsumen sangat bergantung pada baik tidaknya keadaan gardu portal karena gardu portallah yang menghubungkan serta membagi daya listrik yang akan digunakan oleh konsumen. Untuk menjaga keandalah gardu portal dibutuhkan pemeliharaan yang maksimal, benar-benar dilakukan untuk mendapatkan hasil yang terbaik pula karena pada prinsipnya kepuasan pelanggan adalah tujuan utama yang ingin dicapai dan untuk mencapai itu dibutuhkan keseriusan dalam melakukan pemeliharaan jaringan terkhusus gardu portal yang merupakan komponen terpenting dari Sistem distribusi tenaga listrik kekonsumen.

## 1.2 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam kerja praktek ini antara lain sebagai berikut

1. Mengerti bagaimana proses perbaikan dan pemasangan FCO di PT.MUSTIKA ASAHAN JAYA,Kabupaten Asahan
2. Memahami bagaimana standart Operasional (SOP) yang di lakukan pihak PT.MUSTIKA ASAHAN JAYA ,Kabupaten Asahan ,ek loba dalam melakukan Perbaikan dan pemasangan FCO
3. Membahas seputar peralatan yang digunakan pada jaringan udara 20 KV pada saat melakukan perbaikan dan pemasangan FCO di PT.MUSTIKA ASAHAN JAYA

## 1.3 Metodologi

Metode penelitian yang di lakukan penulis dalam penyusunan laporan ini adalah sebagai berikut :

1. Data- data studi yang penulis dapatkan dari sumber tertulis lainnya baik dari dalam perusahaan ,e-book,laporan atau jurnal online penulisan yang pernah dibuat maupun dari media internet yang terkait dengan topik penulisan laporan kerja praktek ini
2. Pengamatan secara langsung yang di dampingi oleh pembimbing lapangan di

## BAB II

### STUDI KASUS

#### 2.1 Sistem Distribusi

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah: 1) pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan), dan 2) merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat- pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringandistribusi.

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikkan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kV, 150kV, 275kV atau 500kV kemudian disalurkan melalui saluran transmisi. Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir. Dengan daya yang sama bila nilai tegangannya diperbesar, maka arus yang mengalir semakin kecil sehingga kerugian daya juga akan kecil pula. Dari saluran transmisi, tegangan diturunkan lagi menjadi 20 kV dengan transformator penurun tegangan pada gardu induk distribusi, kemudian dengan sistem tegangan tersebut penyaluran tenaga listrik dilakukan oleh saluran distribusi primer.

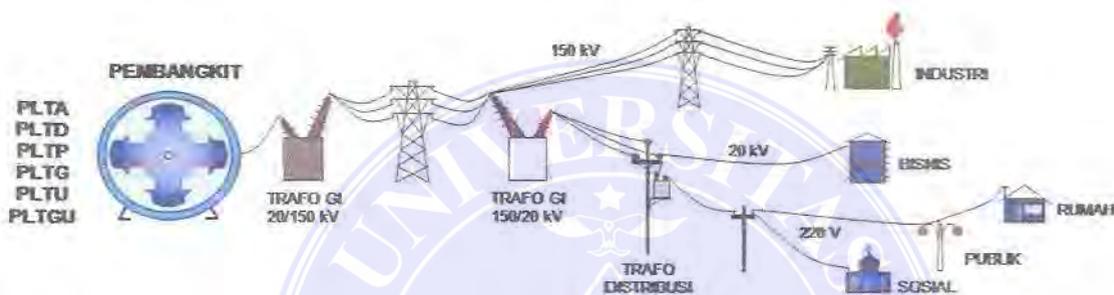
Dari saluran distribusi primer inilah gardu-gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah, yaitu 220/380Volt. Selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke konsumen- konsumen. Dengan ini jelas bahwa sistem distribusi merupakan bagian yang penting dalam sistemtenaga listrik secara keseluruhan.

Pada sistem penyaluran daya jarak jauh, selalu digunakan tegangan setinggi mungkin, dengan menggunakan trafo-trafo *step-up*. Nilai tegangan yang sangat tinggi

nilai tegangan yang dibutuhkan pada sisi beban. Maka, pada daerah-daerah pusat beban tegangan saluran yang tinggi ini diturunkan kembali dengan menggunakan trafo-trafo step

down. Akibatnya, bila ditinjau nilai tegangannya, maka mulai dari titik sumber hingga di titik beban, terdapat bagian-bagian saluran yang memiliki nilai tegangan berbeda-beda.

Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Untuk kemudahan dan penyederhanaan dapat kita lihat pada gambar 2.1



Gambar 2. 1 Skema sederhana Sistem Tenaga Listrik

Dari penampakan gambar 2.1 diatas, sistem tenaga listrik dapat dikelompokkan menjadi 4 bagian besar yaitu:

Daerah I :Bagian pembangkitan (Generation)

Daerah II :Bagian penyaluran (Transmission), bertegangan tinggi (High Voltage, Extra High Voltage, Ultra High Voltage)

Daerah III :Bagian Distribusi Primer, bertegangan menengah.

Daerah IV :Di dalam bangunan pada beban/konsumen, Instalasi, bertegangan rendah. Berdasarkan pembatasan-pembatasan tersebut, maka diketahui bahwa porsi materi

Sistem Distribusi adalah Daerah III dan IV, yang pada dasarnya dapat dikelasifikasikan menurut beberapa cara, bergantung dari segi apa klasifikasi itu dibuat. Dengan demikian ruang lingkup Jaringan Distribusi adalah:

Dari penampakan gambar 2.1 diatas, sistem tenaga listrik dapat

dikelompokkan menjadi 4 bagian besar yaitu:

Daerah I : Bagian pembangkitan (Generation)

Daerah II : Bagian penyaluran (Transmission), bertegangan tinggi (High Voltage, Extra High Voltage, Ultra High Voltage)

Daerah III : Bagian Distribusi Primer, bertegangan menengah.

Daerah IV : Di dalam bangunan pada beban/konsumen, Instalasi, bertegangan rendah. Berdasarkan pembatasan-pembatasan tersebut, maka diketahui bahwa porsi materi

Sistem Distribusi adalah Daerah III dan IV, yang pada dasarnya dapat diklasifikasikan menurut beberapa cara, bergantung dari segi apa klasifikasi itu dibuat. Dengan demikian ruang lingkup Jaringan Distribusi adalah:

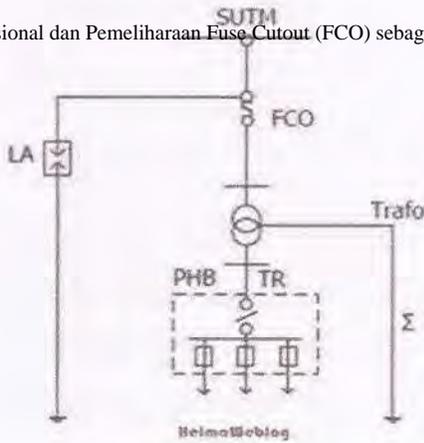
1. Saluran Khusus Tegangan Menengah (SKTM), terdiri dari: Kabel tanah, indoor dan outdoor termination, batu bata, pasir dan lain-lain.
2. Gardu trafo, terdiri dari: Transformator, tiang, pondasi tiang, rangka tempat trafo, LV panel, pipa-pipa pelindung, Arrester, kabel-kabel, transformer band, peralatan grounding, dan lain-lain.
3. Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR) dan Saluran Khusus Tegangan Rendah (SKTR) terdiri dari: sama dengan perlengkapan/ material pada SUTM dan SKTM. Yang membedakan hanya dimensinya.

## 2.2 Gardu Portal

Gardu portal adalah gardu listrik tipe terbuka (*outdoor*) yang memakai konstruksi tiang/menara. Kedudukan transformator minimal 3 meter di atas permukaan tanah dengan sistem proteksi dibagian atas dan Papan Hubung Bagi (PHB) tegangan dibagian bawah untuk memudahkan kerja teknis dan pemeliharaan. Pada gardu distribusi tipe portal transformator yang terpasang adalah trafo dengan daya  $\leq 250$  kVA 3 fasa atau satu fasa. (Suhadi, dkk. 2008:36.).

Gambar penampakan gardu portal dapat kita lihat pada gambar 2.2





Gambar 2.2 tiang gardu portal

Ada beberapa komponen/bagian yang terpasang pada gardu portal diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Isolator
2. Lightning Arrester (LA)
3. Fuse Cut Out (FCO)
4. Transformator Distribusi
5. Papan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR)
6. Tiang
7. Kabel
8. Gounding

## 2.3 Isolator

Isolator jaringan tenaga listrik merupakan alat tempat menopang kawat penghantar jaringan pada tiang-tiang listrik yang digunakan untuk memisahkan secara elektrik dua buah kawat atau lebih agar tidak terjadi kebocoran arus (*leakage current*) atau loncatan bunga api (*flash over*) sehingga mengakibatkan terjadinya kerusakan pada sistem jaringan tenaga listrik (Suswanto Daman,2009:65). Isolator memiliki kekuatan isolasi untuk mengisolasi antara kawat penghantar yang satu dengan penghantar yang lainnya. Selain itu isolator juga memiliki kekuatan mekanis yang harus disesuaikan dengan kuatnya kawat andongan pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM) yang ditopang pada isolator, sehingga isolator tidak mengalami kerusakan apabila kekuatan mekanisnya disesuaikan batas kemampuan dari isolator.

Fungsi isolator antara lain :

- a. Untuk mengikat kawat yang akan ditopang sehingga kawat dapat terisolasi antara kawat JTM dengan tanah.
- b. Untuk menopang kawat, sehingga apabila kawat ditarik sesuai perubahan andongan, isolator dapat menahan kekuatan mekanisnya.
- c. Untuk menjaga agar jarak antar penghantar tidak berubah.

Bahan isolator banyak menggunakan bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik. Bahan dielektrik menghambat arus listrik mengalir kebagian permukaan isolator, adapun arus yang dialirkan sangat kecil dan dapat dikatakan tidak ada arus yang mengalir. Ukuran dari isolator sendiri tidak boleh terlalu berat, hal ini dikarenakan semakin berat ukuran isolator, maka akan mempengaruhi beban penyangga pada sebuah tiang listrik. Bahan material yang digunakan pada umumnya adalah terbuat dari bahan padat seperti porselin, gelas, mika, ebonit, keramik, parafin, kuarts, veld spat dan polimer. Contoh isolator dapat kita lihat pada gambar 2.3



Gambar 2. 3 Isolator jenis Polimer

## 2.4 Lightning Arrester (LA)

*Lightning arrester* adalah suatu alat pengaman yang melindungi jaringan dan peralatannya terhadap tegangan lebih abnormal yang terjadi karena sambaran petir (*flash over*) dan karena surja hubung (*switching surge*) di suatu jaringan (Suswanto Daman, 2009: 36 ). *Lightning arrester* ini memberi kesempatan yang lebih besar terhadap tegangan lebih abnormal untuk dilewatkan ke tanah sebelum alat pengaman ini merusak peralatan jaringan seperti transformator dan isolator. Oleh karena itu lightning arrester merupakan alat yang peka terhadap tegangan, maka pemakaiannya harus disesuaikan dengan tegangan sistem.

*Lightning Arrester* atau disingkat arrester adalah suatu alat pelindung bagi peralatan sistem tenaga listrik terhadap surja petir. Alat pelindung terhadap gangguan surja ini berfungsi melindungi peralatan sistem tenaga listrik dengan cara membatasi surja tegangan lebih yang datang dan mengalirkannya ke tanah. Disebabkan oleh fungsinya, Arrester harus dapat menahan tegangan sistem 50 Hz untuk waktu yang terbatas dan harus dapat melewatkan surja arus ke tanah tanpa mengalami kerusakan. Arrester berlaku sebagai jalan pintas sekitar isolasi. Arrester membentuk jalan yang mudah untuk dilalui oleh arus kilat atau petir, sehingga tidak timbul tegangan lebih yang tinggi pada peralatan. Pada keadaan normal arrester berlaku sebagai isolator, bila timbul gangguan surja, alat ini berfungsi sebagai konduktor yang tahanannya relatif rendah untuk mengalirkan arus yang tinggi ke tanah. Setelah surja hilang, arrester kembali menjadi isolasi. Selain melindungi peralatan dari

tegangan lebih yang diakibatkan oleh tegangan lebih external, arrester juga melindungi peralatan yang diakibatkan oleh tegangan lebih internal seperti surja hubung, selain itu arrester juga merupakan kunci dalam koordinasi isolasi suatu



system tenaga listrik. Bila surja datang ke gardu induk arrester bekerja melepaskan muatan listrik serta mengurangi tegangan abnormal yang akan mengenai peralatan di gardu portal.

Sehubungan dengan kegunaannya sebagai pelindung ada dua posisi pemasangan Lightning Arrester di gardu portal yaitu:

- a. Pemasangan Lightning Arrester sebelum FCO Keuntungannya: Pengamanan terhadap surja petir tidak dipengaruhi oleh kemungkinan FCO putus. Kerugiannya: Kegagalan LA memadamkan sistem penyulang penghantar LA lebih panjang
- b. Pemasangan LA setelah FCO Keuntungan: Jika LA rusak atau gagal, FCO putus tidak memadamkan sistem SUTM.

Kerugiannya: Fuse link rentan terhadap surja petir Untuk saluran udara sangat panjang, pemasangan LA sesudah FCO dapat dipergunakan sedangkan untuk saluran udara pendek, pemasangan LA sebelum FCO lebih baik sebagai pilihan.

Bentuk Lightning Arrester dapat kita perhatikan pada gambar 2.4



Gambar 2.4. Ligning Arrester

## 2.5 Fuse Cut Out (FCO)

Fuse cut out (sekring) adalah suatu alat pengaman yang melindungi jaringan terhadap arus beban lebih (*over load current*) yang mengalir melebihi dari batas

ksimum, yang disebabkan karena hubung singkat (*short circuit*) atau beban lebih (*over load*). (Suswanto Daman,2009:131). Adapun cara perlindungannya adalah dengan melelehkan fuse link, sehingga dapat memisahkan antara bagian yang sehat dan yang terganggu. Sedangkan fuse link itu sendiri adalah elemen inti dari FCO yang terletak di dalam fuse holder dan mempunyai titik lebur tertentu. Jika beban jaringan sesudah FCO menyentuh titik lebur tersebut, maka fuse link akan meleleh dan akan memisahkan jaringan sebelum FCO dengan jaringan sesudah FCO. Fuse cut out ini hanya dapat memutuskan satu saluran kawat jaringan di dalam satu alat. Apabila diperlukan pemutus saluran tiga fasa maka dibutuhkan fuse cut out sebanyak tiga buah. Penggunaan fuse cut out ini merupakan bagian yang terlemah di dalam jaringan distribusi. Sebab *fuse cut out* boleh dikatakan hanya berupa sehelai kawat yang memiliki penampang disesuaikan dengan besarnya arus maksimum yang diperkenankan mengalir di dalam kawat tersebut. Pemilihan kawat yang digunakan pada fuse cut out ini didasarkan pada faktor lumer yang rendah dan harus memiliki daya hantar (*conductivity*) yang tinggi.

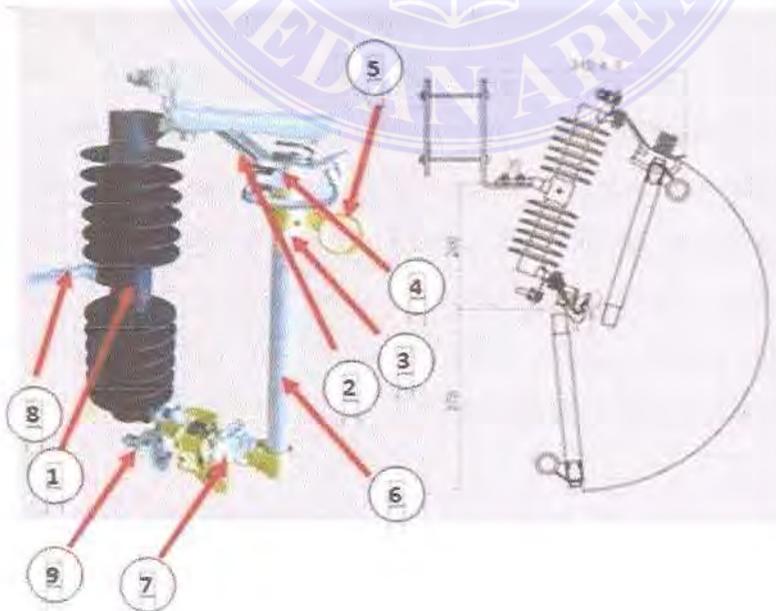
Faktor lumer ini ditentukan oleh temperatur bahan tersebut. Biasanya bahan-bahan yang digunakan untuk fuse cut out ini adalah kawat perak, kawat tembaga, kawat seng, kawat timbel atau kawat paduan dari bahan-bahan tersebut. Mengingat kawat perak memiliki konduktivitas 60,6 mho/cm lebih tinggi dari kawat tembaga, dan memiliki temperatur 960° C, maka pada jaringan distribusi banyak digunakan. Kawat perak ini dipasangkan di dalam tabung porselin yang diisi dengan pasir putih sebagai pemadam busur api, dan menghubungkan kawat tersebut pada kawat fasa, sehingga arus mengalir melaluinya. Untuk tipe fuse link dibedakan menjadi 3 yaitu tipe K, T, dan H. Perbedaan tipe fuse link ini berdasarkan pada kecepatan memutuskan jaringan listrik yang berbeban apabila terjadi ganggaun. Tipe K untuk menyatakan waktu kerja lebih “cepat” dan tipe T untuk menyatakan waktu kerja lebih lambat, sedangkan tipe H berdasarkan surja petir. Selain dibedakan berdasarkan tipenya, fuse link juga dapat dibedakan berdasarkan bahan

pembuatannya yaitu:

**Tabel 2. 1 Tabel Tingkat Ketahanan Logam**

No	Jenis Logam	Titik Lebur (°C)	Resistansi Spesifik ( $\mu\Omega/cm$ )
1	Tembaga	1090	1,7
2	Aluminium	665	2,8
3	Perak	980	1,6
4	Timah	240	11,2
5	Seng	419	6,0

Jenis fuse cut out ini untuk jaringan distribusi digunakan dengan saklar pemisah. Pada ujung atas dihubungkan dengan kontak-kontak yang berupa pisau yang dapat dilepaskan. Sedangkan pada ujung bawah dihubungkan dengan sebuah engsel. Adapun struktur dari fuse cut out ini terdiri dari beberapa bagian seperti dapat kita lihat pada gambar 2.7



Keterangan Gambar :

- a. Isolator Polimer
- b. Kontak Tembaga ( dibuat dari Perak)
- c. Alat Pemadam Busur
- d. Tutup yang dapat dilepas ( dari kuningan )
- e. Mata Kait ( dari brons )
- f. Tabung Pelebur (dari resin)
- g. Penggantung (dari kuningan)
- h. Klem Pemegang ( dari baja )
- i. Klem Terminal ( dari kuningan )

Kalau arus beban lebih melampaui batas yang diperkenankan, maka kawat perak di dalam tabung pelebur akan putus dan arus yang membahayakan dapat dihentikan. Pada waktu kawat putus terjadi busur api, yang segera dipadamkan oleh pasir yang berada di dalam tabung pelebur. Karena udara yang berada di dalam polimer itu kecil maka kemungkinan timbulnya ledakan akan berkurang karena diredam oleh pasir putih. Panas yang ditimbulkan sebagian besar akan diserap oleh pasir putih tersebut. Apabila kawat perak menjadi lumer karena tenaga arus yang melebihi maksimum, maka waktu itu kawat akan hancur. Karena adanya gaya hentakan, maka tabung pelebur akan terlempar keluar dari kontakny. Dengan terlepasnya tabung pelebur ini yang berfungsi sebagai saklar pemisah, maka terhidarlah peralatan jaringan distribusi dari gangguan arus beban lebih atau arus hubung singkat.

Berikut rumus mencari nominal FCO yang dipakai

Umur dari *fuse cut out* ini tergantung pada arus yang melaluinya. Bila arus yang melalui fuse cut out tersebut melebihi batas maksimum, maka umur fuse cut out lebih pendek. Oleh karena itu pemasangan *fuse cut out* pada jaringan distribusi hendaknya yang memiliki kemampuan lebih besar dari kualitas tegangan jaringan, lebih kurang tiga sampai lima kali arus nominal yang diperkenankan. Fuse cut out ini biasanya ditempatkan sebagai pengaman transformator distribusi, dan pengaman pada cabang cabang saluran feeder yang menuju ke jaringan distribusi sekunder.



Gambar 2.6 Fuse Cut Ou

## 2.6 Jenis Fuse Cut Out

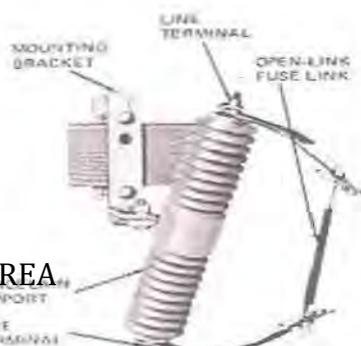
Klasifikasi *Fuse Cut Out* Jenis-jenis fuse untuk tegangan tinggi dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini Pada gambar ini diperlihatkan fuse yang dirancang untuk penggunaan pada tegangan tinggi dapat dibedakan dalam 2 ( dua ) macam yaitu Cutout Distribusi (Distribution Cutouts), dilapangan sering disebut: *Fuse Cut Out* disingkat FCO dan Fuse TM (Power Fuse ) yang sering disebut MV Fuse atau Fuse pembatas arus. Dilapangan keperluan dan cara pemasangan kedua jenis fuse ini berbeda. *Fuse cut out* banyak dipergunakan pada saluran saluran percabangan dengan konstruksi saluran udara terbuka sedangkan MV fuse banyak dipergunakan pada panel-panel cubicle dengan saluran kabel atau campuran.

*Fuse cut out* distribusi diklasifikasi dalam 2 macam fuse yaitu : Fuse letupan (Expulsion Fuse) dan Fuse Liquid (Liquid Filled Fuse) Namun pada kenyataannya dilapangan *fuse cut out* letupan (expulsion) lebih banyak dipakai untuk jaringan distribusi dibanding dengan power fuse, istilah letupan (expulsi) merupakan suatu tanda yang dipergunakan fuse sebagai tanda adanya busur listrik yang melintas didalam tabung fuse yang kemudian dipadamkannya. Peristiwa yang terjadi pada bagian dalam tabung fuse ini adalah peristiwa penguraian panas secara partial akibat busur dan timbulnya gas yang di deionisasi pada celah busurnya

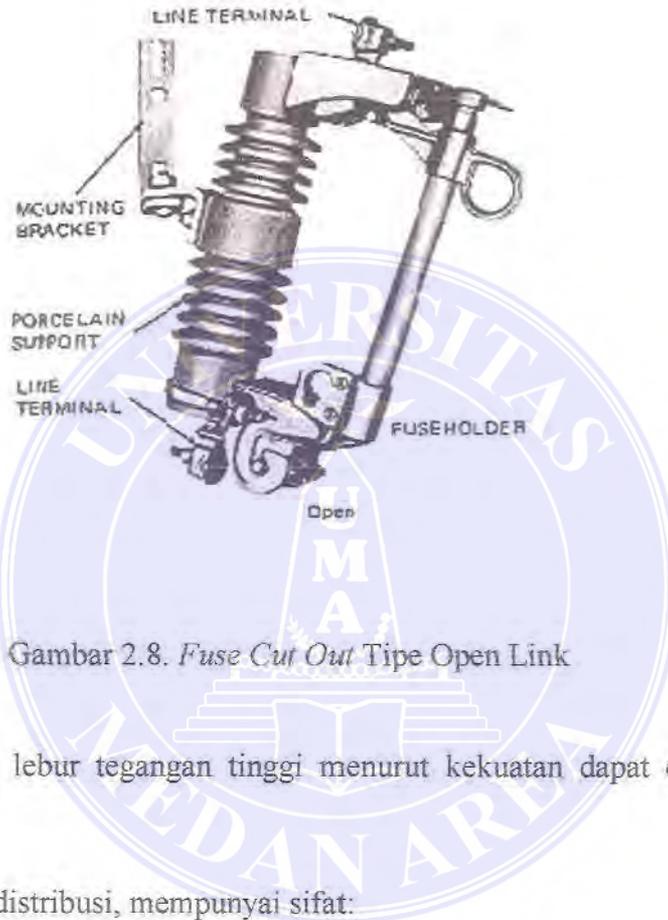
sehingga busur api segera menjadi padam pada saat arus menjadi nol. Tekanan gas yang timbul pada tabung akibat naiknya temperatur dan pembentukan gas menimbulkan terjadinya

pusaran gas didalam tabung dan ini membantu deionisasi lintasan busur api. Tekanan yang semakin besar pada tabung membantu proses pembukaan rangkaian, setelah busur api padam partikel-partikel yang dionisasi akan tertekan keluar dari ujung tabung yang terbuka. Klasifikasi *fuse cut out* yang kedua adalah *fuse cut out liquid*. Namun menurut referensi *Fuse Cut Out* semacam ini dapat digunakan untuk jaringan distribusi dengan saluran kabel udara Jenis-Jenis *Fuse Cut Out* Letupan Ada 2 jenis fuse letupan (expulsion) yang diklasifikasi sebagai *Fuse Cut Out* (FCO) distribusi yaitu: *Fuse cut out* bertabung fiber (Fibre tube fuse) dan Fuse link terbuka (Open link fuse).

*Fuse cut out* bertabung fiber (Fibre tube fuse) *Fuse cut out* bertabung fiber mempunyai fuse link yang dapat diganti-ganti (interchangeability) dan terpasang didalam pemegang fuse (fuse holder) berbentuk tabung yang terbuat dari bahan serat selulosa. Fuse ini dapat dipergunakan baik untuk *Fuse Cut Out* terbuka (open fuse cut-out) atau *Fuse Cut Out* tertutup (enclosed *fuse cut out*), *fuse cut out* terbuka dapat dilihat pada gambar 2.7. Pada gambar ini terlihat fuse bertabung fiber dipasang diantara 2 (dua) isolator dan jaringan listrik dihubungkan pada kedua ujung fuse holdernya pada *fuse cut out* tertutup, tabung fuse terpasang disebelah dalam pintu *fuse cut out* dan seluruh kontak listriknya terpasangkan pada rumah fuse yang terbuat dari porselin seperti terlihat pada gambar 2.8. Kedua *fuse cut out* ini dapat dipergunakan pada jaringan-jaringan dengan sistem delta atau jaringan dengan sistim bintang tanpa pentanahan demikian juga pada jaringan – jaringan yang menggunakan sistim netral ditanahkan apabila tegangan pemutusan *fuse cut out* secara individual tidak melebihi tegangan maksimum pengenalan rancangan dan tahanan isolasi ketanah sesuai dengan kebutuhan operasinya



Gambar 2.7. Fuse Cut Out Tipe Terbuka



Gambar 2.8. Fuse Cut Out Tipe Open Link

Fuse atau pengaman lebur tegangan tinggi menurut kekuatan dapat digolongkan menjadi dua, yaitu:

a. Fuse Cut Out distribusi, mempunyai sifat:

- Kekuatan isolasinya berada pada tingkat distribusi
- Terutama digunakan dalam rangkaian distribusi
- Konstruksi mekanis disesuaikan untuk dipasang diatas tiang batas tegangan operasinya berhubungan dengan tegangan sistem distribusinya.

Cut out distribusi mempunyai penyangga yang bersifat menyekat dan memegang

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
 pemegang yang terbuat dengan bahan organik. Pemutusan karena arus lebih, akan terjadi pada pemegang pemegang oleh aksi ionisasi dari gas yang dihasilkan oleh

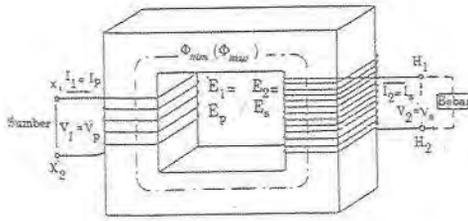
lapisan bahan organik sewaktu terkena busur panas api yang timbul karena mencairnya sambungan pelebur.

## 2.7 Transformator Distribusi

Dalam sistem tenaga listrik, transformator dipergunakan untuk memindahkan energi dari satu rangkaian listrik ke rangkaian listrik berikutnya tanpa merubah frekuensi. Biasanya dapat menaikkan atau menurunkan tegangan maupun arus, sehingga memungkinkan transmisi ekstra tinggi, pemakaian pada sistem dapat dibagi menjadi 3 yaitu, Trafo penaik tegangan (*step up*) atau disebut trafo daya, untuk menaikkan tegangan pembangkit menjadi tegangan transmisi, trafo penurun tegangan (*step down*), dapat disebut trafo distribusi, untuk menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan distribusi, trafo instrument, untuk pengukuran yang terdiri dari trafo tegangan dan trafo arus, dipakai menurunkan tegangan dan arus agar dapat masuk ke meter-meter pengukuran.

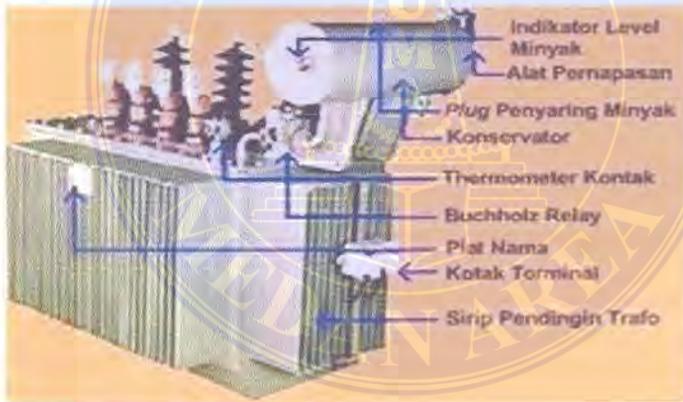
Transformator distribusi yang umum digunakan adalah transformator step-down 20kV/400V. Tegangan fasa ke fasa sistem jaringan tegangan rendah adalah 380 V. Transformator bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik. Ketika Kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, perubahan arus listrik pada kumparan primer menimbulkan perubahan medan magnet. Medan magnet yang berubah diperkuat oleh adanya inti besi. Inti besi berfungsi untuk mempermudah jalan fluksi yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan, sehingga fluks magnet yang timbulkan akan mengalir ke kumparan sekunder, sehingga pada ujung-ujung kumparan sekunder akan timbul ggl induksi. Efek ini dinamakan induktansi timbal-balik (*mutual inductance*). Bila pada rangkaian sekunder ditutup (rangkaian beban) maka akan mengalir arus pada kumparan sekunder. Jika efisiensi sempurna (100%), semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder, atau dapat kita lihat pada Gambar 2.9 berikut ini.





Gambar 2.9 Prinsip dasar kerja transformator

Transformator bekerja berdasarkan prinsip **induksi elektromagnetik**. Tegangan masukan bolak-balik yang membentangi primer menimbulkan fluks magnet yang idealnya semua bersambung dengan lilitan sekunder. Fluks bolak-balik ini menginduksikan GGL dalam lilitan sekunder. Trafo 3 fasa terdiri dari beberapa bagian/komponen yang tampak dari luar yang dapat kita lihat secara langsung, perhatikan gambar 2.10 berikut:



Gambar 2.10 Konstruksi tranformator

## 2.8 Papan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR)

PHB-TR adalah komponen gardu portal yang di gunakan untuk untuk membagi tegangan rendah ke saluran rumah tangga, istilah mudahnya PHB TR adalah terminal pembagi dari trafo pada gardu listrik ke jaringan rumah

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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



Gambar 2.11 Konstruksi Kotak PHB-TR

## 2.8 Fungsi PHB TR

Fungsi atau kegunaan PHB TR adalah sebagai penghubung dan pembagi atau pendistribusian tenaga listrik dari output trafo sisi tegangan rendah TR ke Rel pembagi dan diteruskan ke Jaringan Tegangan Rendah (JTR) melalui kabel jurusan (*Opstyg Cable*) yang diamankan oleh NH Fuse jurusan masing-masing.

Perlengkapan Hubung Bagi jaringan distribusi tegangan rendah, PUIL mensyaratkan sebagai berikut: Pada jaringan distribusi tegangan rendah, PHB-TR berfungsi sebagai titik pencabangan jaringan dan sambungan pelayanan. Instalasi PHB-TR pasangan luar dan pasangan dalam harus memenuhi persyaratan keamanan dan keselamatan lingkungan, persyaratan teknis elektris dan mekanis, serta harus dilindungi dari kemungkinan kerusakan mekanis. Pada setiap unit PHB-TR harus mempunyai peralatan minimal; Satu sakelar masuk pada sirkit masuk, Satu proteksi arus pada sirkit keluar atau kombinasi proteksi dan sakelar (MCB atau MCCB). Arus minimal sakelar masuk minimal sama besar dengan arus nominal penghantar masuk atau arus maksimal beban penuh. Besar arus yang mengalir pada rel harus diperhitungkan sesuai kemampuan rel, temperature ruang dan kerja tidak boleh melebihi  $65^{\circ}\text{C}$ . Besarnya arus pada rel telanjang harus sedemikian rupa sehingga memenuhi

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

PHB-TR adalah suatu perlengkapan listrik yang berfungsi sebagai pengendali, penghubung dan melindungi, serta membagi tenaga dari sumber tenaga listrik ke suatu beban atau pemakai. Untuk instrument ukur indicator, terminasi, PHB-TR diisyaratkan sebagai berikut:

1. Harus dipasang paling sedikit instrument indikator dengan warna yang sesuai.
2. Panel PHB-TR utama pada gardu distribusi (GTT) harus dipasang instrument ukur minimal Volt meter dan Ampere meter.
3. Instrument indicator harus disambung pada sirkit masuk sebelum saklar masuk. Sambungan sirkit pada PHB harus memakai sepatu kabel yang sesuai dengan jenis metalnya dan ukuran penghantar serta harus dijepit/dipress pada penghantar, KHA terminal sepatu kanel harus minimum sama dengan kemampuan sakelar dari sirkit yang bersangkutan rangkaian.

Pemegang kabel harus dapat memikul gaya berat, gaya tekan dan gaya tarik, sehingga gaya tersebut tidak akan langsung dipikul oleh gawai listrik lain.

Adapun komponen dalam PHB-TR adalah:

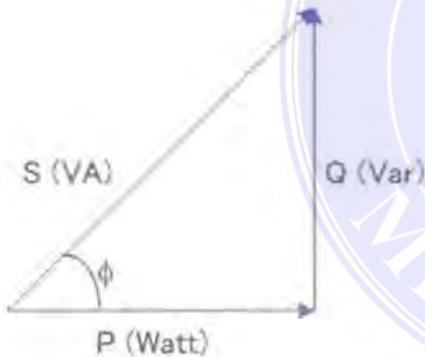
1. saklar utama
2. rel tembaga atau rel jurusan
3. NH-Fuse jurusan

NH Fuse pelat lebur dari perak dengan campuran beberapa logam lain, antara lain timbel, seng, dan tembaga. Untuk pelat lebur digunakan perak, karena logam ini hampir tidak mengoksid, dan daya hantarnya tinggi. Jadi pelatnya bisa sekecil mungkin, sehingga kalau pelatnya menjadi lebur, tidak akan timbul banyak uap. Dengan demikian kemungkinan terjadinya ledakan juga lebih kecil.

Selain pelat lebur, dalam NH Fuse juga terdapat pelat isyarat dari pelat tahanan. Pelat isyarat ini dihubungkan parallel dengan pelat lebur. Karena tahanannya besar, arus yang mengalir dalam pelat isyarat hanya kecil. Pada ujung pelat isyarat terdapat sebuah piringan kecil berwarna yang berfungsi sebagai isyarat.

Piringan isyarat ini menekan sebuah pegas kecil. Kalau pelat leburnya putus karena arus yang terlalu besar, pelat isyaratnya juga akan segera putus. Karena itu piringan isyaratnya akan lepas, sehingga dapat diketahui bahwa pelat leburnya telah putus. Dalam NH Fuse juga terdapat pasir. Pasir ini dimaksudkan untuk memadamkan api yang timbul kalau pelat leburnya putus. Dan juga untuk meningkatkan penyaluran panasnya.

Dalam pemasangannya pada kedua ujung NH terdapat pelat berbentuk pisau yang dijepit erat oleh kontak-kontak pegas di dalam panel. Pegas kontak-kontak ini dibuat dari baja krom nikel yang dilapisi dengan perak. Dengan menggunakan alat penjepit tersebut, NH Fuse dapat dipasang dan dilepas tanpa memutuskan tegangannya. Cara menghitung berapa ampere NH fuse yang harus dipasang adalah sebagai berikut. (Dikutip. *Rangkaian Listrik & Sistem Distribusi*)



Jika digambarkan dalam bentuk segitiga daya, maka daya nyata direpresentasikan oleh sisi miring dan daya aktif maupun reaktif direpresentasikan oleh sisi-sisi segitiga yang saling tegak lurus.

Dari gambar diatas terlihat pula bahwa semakin besar nilai daya reaktif (Q) akan meningkatkan sudut antara daya nyata dan daya semu atau biasa disebut dengan power factor /  $\cos \phi$ . sehingga daya yang terbaca pada alat ukur (S) lebih besar daripada daya yang sesungguhnya dibutuhkan oleh beban (P).

Berdasarkan gambar diatas kita dapat simpulkan daya listrik dibagi dalam

tiga macam daya sebagai berikut :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/22

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)29/12/22

### 1. Daya Nyata (P)

Daya nyata merupakan daya listrik yang digunakan untuk keperluan menggerakkan mesin-mesin listrik atau peralatan lainnya.

*Line to netral / 1 fasa*

$$P = V \times I \times \cos \emptyset$$

*Line to line/ 3 fasa*

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \emptyset \text{ Ket :}$$

$$P = \text{Daya Nyata (Watt)}$$

V = Tegangan (Volt)

I = Arus yang mengalir pada penghantar (Amper)

Cos T = Faktor Daya

### 2. Daya Semu (S)

Daya semu merupakan daya listrik yang melalui suatu penghantar transmisi atau distribusi. Daya ini merupakan hasil perkalian antara tegangan dan arus yang melalui penghantar.

*Line to netral/ 1 fasa*

$$S = V \times I$$

*Line to line/ 3 fasa*

$$S = \sqrt{3} \times V \times I$$

Ket :

S = Daya semu (VA)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus yang mengalir pada penghantar (Amper)

### 3. Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif merupakan selisih antara daya semu yang masuk pada penghantar dengan daya aktif pada penghantar itu sendiri, dimana daya ini terpakai untuk daya mekanik dan panas. Daya reaktif ini adalah hasil kali antara besarnya arus dan tegangan yang dipengaruhi oleh faktor daya.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

$$Q = V \times I \times \sin \theta$$

*Line to line/ 3 fasa*

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \theta$$

Ket :

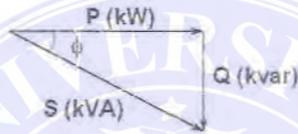
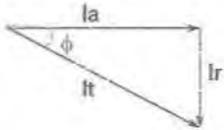
Q = Daya reaktif (VAR)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Amper)

Sin T = Faktor Daya

Dari penjelasan ketiga macam daya diatas, kita dapat simpulkan bahwa:



$I_t$  = Arus Nyata

$I_a$  = Arus Aktif

$I_r$  = Arus Reaktif

$$I_t = \sqrt{I_a^2 + I_r^2}$$

$$I_a = I_t \cos \varphi$$

$$I_r = I_t \sin \varphi$$

**F = power factor**

$$F = \frac{P}{S} = \cos \varphi$$

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P}$$

$$S = V I_t$$

S = Daya Nyata

P = Daya Aktif

Q = Daya Reaktif

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = V I_t$$

$$P = V I_t \cos \varphi = V I_a$$

$$Q = V I_t \sin \varphi = V I_r$$

### 2.9.1 Tiang

Tiang yang digunakan saat ini adalah tiang beton, tiang kayu, dan tiang besi, namun tiang kayu sudah jarang digunakan, karena tiang kayu lebih relatif kecil umur pemakaian, dan perawatan yang dibutuhkan dalam penggunaan tang kayu lebih relatif rumit, hal ini dikarenakan tiang kayu lebih mudah rapuh apa bila terkena air dan cuaca panas.

Titik lokasi Penanaman Tiang mengikuti ketentuan pada peta rencana jalur.

Koreksi lapangan dapat dilakukan dengan pertimbangan :

- a. Perlu dilakukan penyesuaian jalur saluran pada lokasi-lokasi dilekang sungai / tepi saluran air, Titik tikungan jalan
- b. Khusus untuk lokasi yang menyangkut kepemilikan tanah perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :
  - Titik pada garis pagar bangunan
  - Halaman rumah penduduk
  - Garis batas antara bangunan penduduk

Penyesuaian titik tiang yang berakibat pada bertambahnya jarak gawang, perlu diantisipasi dengan tiang beton dengan kekuatan atau panjang lebih dari rencana. Dalam penempatan jarak tiang ketiang juga harus diperhatikan, penempatan setiap daerah berbeda-beda, dan syarat yang untuk di beberapa daerah adalah:

- a. Daerah Kota jaraknya  $\pm$  50 m
- b. Daerah Kampung jaraknya  $\pm$  60 m
- c. Daerah pegunungan atau berbukit jaraknya disesuaikan posisi tempatnya.

Pada umumnya tiang listrik yang sekarang pada Saluran Udara Tegangan

Menengah (SUTM) 20 kV terbuat dari beton bertulang dan tiang besi (Dikutip:

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Suswanto Daman 2009). Berikut contoh tiang beton ukuran 9 m.

Document Accepted 29/12/22

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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)29/12/22



Gambar 2.12 contoh tiang beton 10 m.

Hal-hal yang harus diperhatikan mengenai ukuran tiang listrik ini adalah

- a. Tinggi tiang, yang tergantung pada ukuran tegangan sistem.
- b. Kedalaman pondasi tiang, yang tergantung pada kondisi tanah setempat.
- c. Jarak antara tiang (*span*), yang tergantung pada kepadatan beban untuk suatu daerah pelayanan, jenis kawat penghantara dan ketinggian tiang.

Berikut tabel ukuran dan jarak antar tiang menurut peraturan AVED210

**Tabel 2. 2 Ukuran Dan Jarak Antar Tiang Menurut Peraturan AVE D210**

Macam Saluran	Tegangan Saluran (kv)	Macam Tiang	Tinggi Tiang(m)	Jarak Tiang(m)
Distribusi tegangan tinggi	0 s/d 1	Tiang kayu Tiang pipa	9 s/d 20	60 s/d 150
Distribusi tegangan tinggi	6 s/d 30	Tiangkayu, tiang pipabesi, tiang baja, tiang konstruksi besi	10 s/d 20	60 s/d 150
Transmisi tegangan tinggi	60 s/d 110	Tiang kontruksi besi, tiang beton bertulang, menara baja	30 s/d 60	200 s/d 300
Transmisi ekstra hiight voltage	220 s/d	Kontruksi	40 s/d 80	250 s/d 350

### 2.9.2 Kabel



Kabel merupakan penghantar yang akan di gunakan untuk menghubungkan antara komponen yang satu dengan yang lain nya. Berikut adalah gambar kabel yang digunakan pada system jaringan distribusi.

**Tabel 2. 2 Ukuran Dan Jarak Antar Tiang Menurut Peraturan AVE D210**

Macam Saluran	Tegangan Saluran (kv)	Macam Tiang	Tinggi Tiang(m)	Jarak Tiang(m)
Distribusi tegangan tinggi	0 s/d 1	Tiang kayu Tiang pipa	9 s/d 20	60 s/d 150
Distribusi tegangan tinggi	6 s/d 30	Tiang kayu, tiang pipabesi, tiang baja, tiang konstruksi besi	10 s/d 20	60 s/d 150
Transmisi tegangan tinggi	60 s/d 110	Tiang konstruksi besi, tiang beton bertulang, menara baja	30 s/d 60	200 s/d 300
Transmisi ekstra high voltage	220 s/d	Konstruksi	40 s/d 80	250 s/d 350

### 2.9.2 Kabel



Kabel merupakan penghantar yang akan di gunakan untuk menghubungkan antara komponen yang satu dengan yang lain nya. Berikut adalah gambar kabel yang

digunakan pada sistem jaringan distribusi.

Gambar 2.13 KabelNA2XSEBY

Berikut beberapa jenis kabel yang sering digunakan pada gardu portal. Penandaan kode pengenal dilengkapi dengan jumlah inti, luas penampang, penghantar dan tegangan pengenal. Berikut tabel penandaan kode pengenal kabel.

Tabel 2. 3 Penandaan Kode Pengenal Kabel

N	Inti terbuat dari bahan tembaga
NF	Kabel udara dengan inti terbuat dari tembaga
NA	Inti terbuat dari bahan aluminium
NFA	Kabel udara dengan inti terbuat dari aluminium
Y	Isolasi atau selubung dari Pvc ( <i>Poly Vynil Chloride</i> ) tegangan kerja maksimal 1000 V 70 °C
2X	Isolasi atau selubung dari Xlpe ( <i>Cross Link Poly Etheline</i> ) tegangan kerja sampai di atas 20 KV titik lebur 90 °C
S atau SE	Pelindung elektrik terbuat dari pita pelat tembaga
C atau CE	Pelindung elektrik terbuat dari penghantar tembaga yang di pasang konsentris
F	Pelindung mekanik terbuat dari fita baja pipih
Gb	Pelindung mekanik terbuat dari spiral pelat baja
B	Pelindung mekanik terbuat dari lapisan pelat baja

### 2.9.3 Pembumian (Grounding)

*Grounding* atau arde pada instalasi listrik berguna sebagai pencegah terjadinya kontak antara makhluk hidup dengan tegangan listrik yang terekspos akibat terjadi kegagalan isolasi. Seluruh terminal pembumian tersebut disambung

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mengutipkan 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

Gambar 2.13 KabelNA2XSEBY

Berikut beberapa jenis kabel yang sering digunakan pada gardu portal. Penandaan kode pengenal dilengkapi dengan jumlah inti, luas penampang, penghantar dan tegangan pengenal. Berikut tabel penandaan kode pengenal kabel.

Tabel 2.3 Penandaan Kode Pengenal Kabel

N	Inti terbuat dari bahan tembaga
NF	Kabel udara dengan inti terbuat dari tembaga
NA	Inti terbuat dari bahan aluminium
NFA	Kabel udara dengan inti terbuat dari aluminium

Y	Isolasi atau selubung dari Pvc ( <i>Poly Vinyl Chloride</i> ) tegangan kerja maksimal 1000 V 70 °C
2X	Isolasi atau selubung dari Xlpe ( <i>Cross Link Poly Ethylene</i> ) tegangan kerja sampai di atas 20 KV titik lebur 90 °C
S atau SE	Pelindung elektrik terbuat dari pita pelat tembaga
C atau CE	Pelindung elektrik terbuat dari penghantar tembaga yang di pasang konsentris
F	Pelindung mekanik terbuat dari pita baja pipih
Gb	Pelindung mekanik terbuat dari spiral pelat baja
B	Pelindung mekanik terbuat dari lapisan pelat baja

### 2.9.3 Pembumian (Grounding)

*Grounding* atau arde pada instalasi listrik berguna sebagai pencegah terjadinya kontak antara makhluk hidup dengan tegangan listrik yang terekspos akibat terjadi kegagalan isolasi. Seluruh terminal pembumian tersebut disambung

pada ikatan penyama potensial pembumian dan selanjutnya dihubungkan ke

elektroda pembumian. Berikut tabel instalasi pembumian pada gardu portal.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

**Tabel 2. 4 Instalasi Penumbumian Pada Gardu tiang**

No	Uraian	Ukuran min penghantar penumbumian
1	Panel PHB-TM (kubikel)	BC 16 mm <sup>2</sup>
2	Rak kabel TM-TR	BC 16 mm <sup>2</sup>
3	Pintu gardu/pintu besi/pagar besi	BC pita 16 mm <sup>2</sup> (NYAF)
4	Rak PHB-TR	BC 50 mm <sup>2</sup>
5	Badan transformator	BC 50 mm <sup>2</sup>
6	Titiknetral sekunder transformator	BC 50 mm <sup>2</sup>

## 2.9.4 Pemeliharaan

### 2.9.4.1 Pengertian Pemeliharaan

Pemeliharaan (*maintenance*) adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima. Di dalam praktek pemeliharaan di masa lalu dan saat ini, pemeliharaan dapat diartikan sebagai tindakan merawat mesin atau peralatan listrik dengan memperbaharui usia pakai suatu mesin atau peralatan

Secara umum sebuah produk yang dihasilkan oleh manusia, tidak ada yang tidak mungkin rusak, tetapi usia penggunaannya dapat diperpanjang dengan melakukan perbaikan yang dikenal dengan pemeliharaan (Corder, Antony, K Hadi, 1992).

### 2.9.4.2 Tujuan Pemeliharaan

Dengan dasar Surat Edaran Direksi PT.PLN (Persero) Nomor: 040.E/152/DIR/1999 maksud diadakannya kegiatan perawatan/pemeliharaan jaringan distribusi, tujuan utama dari pelaksanaan perawatan distribusi adalah untuk:

1. Menjaga agar peralatan dapat dioperasikan secara optimal berdasarkan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

spesifikasinya sehingga sesuai dengan umur ekonomisnya.

Document Accepted 29/12/22

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

2. Menjamin bahwa jaringan tetap berfungsi dengan baik untuk

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)29/12/22

menyalurkan energi listrik dari pusat listrik sampai ke sisi pelanggan.

3. Menjamin bahwa energi listrik yang diterima pelanggan selalu berada dalam tingkat keandalan dan mutu yang baik.
4. Mendapatkan jaminan bahwa system/peralatan distribusi aman baik bagi personil maupun bagi masyarakat umum.
5. Untuk mendapatkan efektivitas yang maksimum dengan memperkecil waktu tak jalan peralatan sehingga ongkos operasi yang menyertai diperkecil.
6. Menjaga kondisi peralatan atau sistem dengan baik, sehingga kualitas produksi atau kualitas kerja dapat dipertahankan.
7. Mempertahankan nilai atau harga diri peralatan atau system, dengan mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan.
8. Untuk menjamin keselamatan bagi karyawan yang sedang bekerja dan seluruh peralatan dari kemungkinan adanya bahaya akibat kerusakan dan kegagalan suatu alat.
9. Untuk mempertahankan seluruh peralatan dengan efisiensi yang maksimum.
10. Dan tujuan akhirnya yaitu untuk mendapatkan suatu kombinasi yang ekonomis antar berbagai factor biaya dengan hasil kerja yang optimum

Menurut (Daryus A:2008) dalam bukunya manajemen pemeliharaan mesin tujuan utama pemeliharaan dapat didefinisikan sebagai berikut.

- a. Untuk mengurangi kerugian aset;
- b. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi dan mendapatkan laba investasi maksimum yang mungkin;
- c. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu;
- d. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

Sedangkan menurut Sofyan Assauri, (2004) tujuan perawatan/pemeliharaan yaitu:

- a. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi;
- b. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dari kegiatan produksi yang tidak terganggu;
- c. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang di luar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan tersebut;
- d. Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin dengan melaksanakan kegiatan pemeliharaan secara efektif dan efisien;
- e. menghindari kegiatan pemeliharaan yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja;
- f. Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama.

Mengingat pentingnya diadakan perawatan Jaringan Tenaga Listrik terutama Gardu portal sebagai penghubung antara Tegangan menengah ke konsumen. Untuk melaksanakan pemeliharaan yang baik perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

yang berkualitas baik sesuai standar yang berlaku

- b. Sistem distribusi yang baru di bangun harus diperiksa secara teliti, apabila terdapat kerusakan kecil segera diperbaiki pada saat itu juga
- c. Staf / petugas pemeliharaan harus terlatih dengan baik dan dengan jumlah petugas cukup memadai
- d. Mempunyai peralatan kerja yang cukup memadai untuk melaksanakan pemeliharaan dalam keadaan tidak bertegangan maupun pemeliharaan dalam bertegangan.
- e. Mempunyai buku/brosur peralatan pabrik pembuat peralatan tersebut dan harus diberikan kepada petugas terutama pada saat pelaksanaan pemeliharaan
- f. Gambar (peta) dan catatan pelaksanaan pemeliharaan dibuat dan di pelihara untuk bahan pada pekerjaan pemeliharaan berikutnya
- g. Jadwal yang telah dibuat sebaiknya dibahas ulang untuk melihat kemungkinan penyempurnaan dalam pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan
- h. Harus diamati tindakan pengamanan dalam pelaksanaan pemeliharaan, gunakan peralatan keselamatan kerja yang baik dan benar

### 2.9.5 Macam-macam Pemeliharaan metodenya

1. Pemeliharaan berdasarkan waktu (*time base maintenance*)
2. Pemeliharaan berdasarkan kondisi (*on condition base maintenance*)
3. Pemeliharaan darurat / khusus (*break down maintenace*).

Bila dari macam-macam pemeliharaan tersebut digabungkan, maka pemeliharaan dibedakan menjadi:

- a. Pemeliharaan rutin: merupakan pemeliharaan yang terencana berdasarkan waktu yang terjadwal
- b. Pemeliharaan korektif: merupakan pemeliharaan yang terencana dikarenakan faktor waktu dimana peralatan memerlukan perbaikan atau pemeliharaan yang tidak terencana tetapi berdasarkan kondisi peralatan yang menunjukkan

- c. Pemeliharaan darurat: merupakan pemeliharaan karena keadaan yang darurat tanpa diketahui gejala kerusakan sebelumnya.

### 2.9.6 Pemeliharaan Korektif

Pemeliharaan secara korektif (*corrective maintenance*) adalah pemeliharaan yang dilakukan secara berulang atau pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian (termasuk penyetelan dan reparasi) yang telah terhenti untuk memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima. (Anthony, 1992). Pemeliharaan ini meliputi reparasi minor, terutama untuk rencana jangka pendek, yang mungkin timbul diantara pemeriksaan, juga overhaul terencana.

Menurut Jaydan Barry Render, (2001) pemeliharaan korektif (*Corrective Maintenance*) adalah: “*Remedial maintenance that occurs when equipment fails and must be repaired on an emergency or priority basis*” Pemeliharaan ulang yang terjadi akibat peralatan yang rusak dan harus segera diperbaiki karena keadaan darurat atau karena merupakan sebuah prioritas utama.

Menurut Dhillon (2006), Biasanya pemeliharaan korektif (*Corrective Maintenance*) adalah pemeliharaan yang tidak direncanakan, tindakan yang memerlukan perhatian lebih yang harus ditambahkan, terintegrasi, atau menggantikan pekerjaan telah dijadwalkan sebelumnya.

Sedangkan menurut wikepedia “Pemeliharaan korektif adalah tugas pemeliharaan yang dilakukan untuk mengidentifikasi, mengisolasi, dan memperbaiki kesalahan sehingga gagal peralatan, mesin, atau sistem dapat dikembalikan ke kondisi operasional dalam toleransi atau batas-batas yang telah ditentukan sebelumnya”

Dapat disimpulkan bahwa Pemeliharaan Korektif (*Corrective Maintenance*) merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mengatasi kegagalan atau kerusakan yang ditemukan selama masa waktu pemeliharaan rutin. Pada umumnya,

mengembalikan kehandalan sebuah komponen atau sistem ke kondisi semula. Pemeliharaan hanya dilakukan setelah peralatan atau mesin rusak.

### 2.9.7 Jenis Pemeliharaan

Pemeliharaan korektif dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

#### 1. *Planned Corrective Maintenance*

Dilakukan apabila telah diketahui sejak dini kapan peralatan yang harus diperbaiki, sehingga dapat sejak awal dan mampu dikontrol.

#### 2. *Unplanned Corrective Maintenance*

Dilakukan apabila peralatan telah benar – benar rusak atau dalam keadaan darurat, sehingga aktivitas ini selalu segera (*urgent*) dan sulit untuk dikendalikan yang mengakibatkan ongkos yang tinggi.

### 2.9.8 Prosedur pelaksanaan pemeliharaan

Prosedur pelaksanaan pemeliharaan korektif adalah sebagai berikut:

1. Informasi kerusakan peralatan ditulis oleh operator, menggunakan formulir permintaan pemeliharaan.
2. Setelah diisi lengkap dan disetujui oleh koordinator pemeliharaan, kemudian disampaikan ke bagian pemeliharaan.
3. Berdasarkan laporan tersebut, bagian pemeliharaan melakukan tindakan perbaikan pada peralatan.
4. Hasil dari pemeliharaan pencegahan dan pemeliharaan korektif ditulis pada formulir laporan kerja dan kartu perhitungan biaya pemeliharaan.
5. Setelah laporan dibuat lengkap dan disetujui oleh penyedia pemeliharaan,

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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)29/12/22

## BAB III

### PENGUMPULAN DATA

#### 3.1 Gardu Portal

Selama lebih kurang satu bulan penulis melakukan kegiatan Kerja praktek (KP) di PT.MUSTIKA ASAHAN JAYA. Tentu banyak kegiatan yang penulis lakukan mulai dari didalam ruangan (kantor) sebagai pelayanan untuk masyarakat yang datang untuk mengadakan berbagai kerusakan maupun yang mengadakan kendala listrik seperti terjadi kerusakan di KWH meter dan mustang melalui telepon, dan juga mendapat pengalaman diluar ruangan (lapangan) dimana pengalaman yang dimaksud ialah kegiatan menangani secara langsung segala kerusakan baik di perumahan maupun di bagian gardu. Dulunya hanya bisa mendengar dari gambar berbagai kerusakan dan gangguan yang terjadi di saluran distribusi baik mendengar kerusakan di KWH Meter dan kerusakan didalam berbagai komponen saluran udara tegangan menengah atau komponen yang digunakan pada sistem distribusi 20 KVA. Setelah melakukan kegiatan kerja praktek penulis dapat melihat secara langsung dan bahkan diperbolehkan sesekali memperbaiki kerusakan yang ada tetapi tetap didalam proses pengawasan pembina lapangan dan diperlihatkan juga segala bagian atau komponen – komponen yang terdapat didalam saluran udara tegangan menengah (maksudnya, komponen tersebut diperlihatkan secara langsung dan bahkan diperbolehkan untuk memegang bendanya dan alatnya) beserta prinsip kerjanya. Hal ini menambah pemahaman penulis mengenai sistem jaringan distribusi saluran udara tegangan menengah.

Selain mengetahui kompone-komponen gardu portal penulis juga mendapat ilmu mengenai proses pemeliharaan dan prosedur-prosedur yang dilakukan pada saat pemeliharaan.

### 3.2 Peralatan yang digunakan

#### 1. Stick 20 kV



Stik adalah alat bantu yang memudahkan pekerja untuk tidak lagi memanjat tiang ketika ingin melepaskan fuse link atau digunakan untuk melepas dan memasang FCO.

#### 2. Tangga isolator



membantu proses pekerjaan yang membutuhkan alat untuk mencapai ketinggian, tangga ini sering digunakan para teknisi untuk memanjat tiang gardu portal.

### 3. Tali panjat/sabuk pengaman



Tali panjat adalah alat yang digunakan para teknisi sebagai sabuk pengaman ketika memanjat dan turun dari tiang portal.

### 4. Kunci



Kunci adalah alat yang terbuat dari baja yang berfungsi untuk mengencangkan dan melepas baut atau mur, kunci dibuat dengan berbagai bentuk untuk tujuan pemakaian pada berbagai kondisi, posisi dan dimensi mur tersebut.

### 5. Tang





Alat ini berfungsi sebagai memegang, memuntir dan memotong kawat penghantar. Tang terbuat dari baja dan pemegangnya dilapisi dengan karet keras.

#### 6. Tang Ampere



Tang ampere adalah sebuah alat ukur yang sangat nyaman dipakai dan memberikan kemudahan pengukuran arus listrik.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/22

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)29/12/22

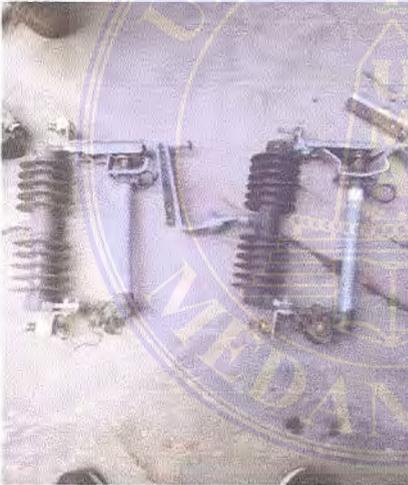
### 3.3 Gardu Portal



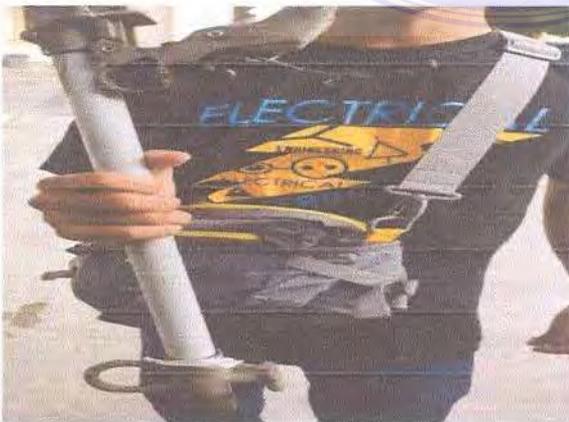
Gambar 3. 1 Gardu Portal

Pada gambar tersebut terlihat dua (2) orang petugas pemeliharaan yang sedang melakukan pengecekan Fuse Cut Out.

Setelah melakukan pengecekan Fuse Cut Out Dibeberapa lokasi terdapat ada beberapa FCO yang tidak layak pakai terlihat seperti gambar,. Pada gambar tersebut terlihat tiga orang petugas pemeliharaan (team ranger) dan salah seorang supervesor yang sedang melakukan breafing sebelum melakukan pengerjaan penggantian FCO. Pada gardu portal MK 010 dilakukan pemeliharaan korektif berupa penggantian 3 buah FCO jenis keramik dengan FCO jenis polimer karena FCO yang lama sudah usang dan sudah tidak layak untuk dipakai lagi. Hal ini dilakukan untuk tetap menjaga keandalan sistem pengaman pada gardu portal ini. FCO polimer dipilih karena lebih ringan dibandingkan dengan FCO keramik. Gambar FCO dapat dilihat pada gambar 3.2



Jeri Aritonang - LKP Operasional dan Pemeliharaan Fuse Cutout (FCO) sebagai...



**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

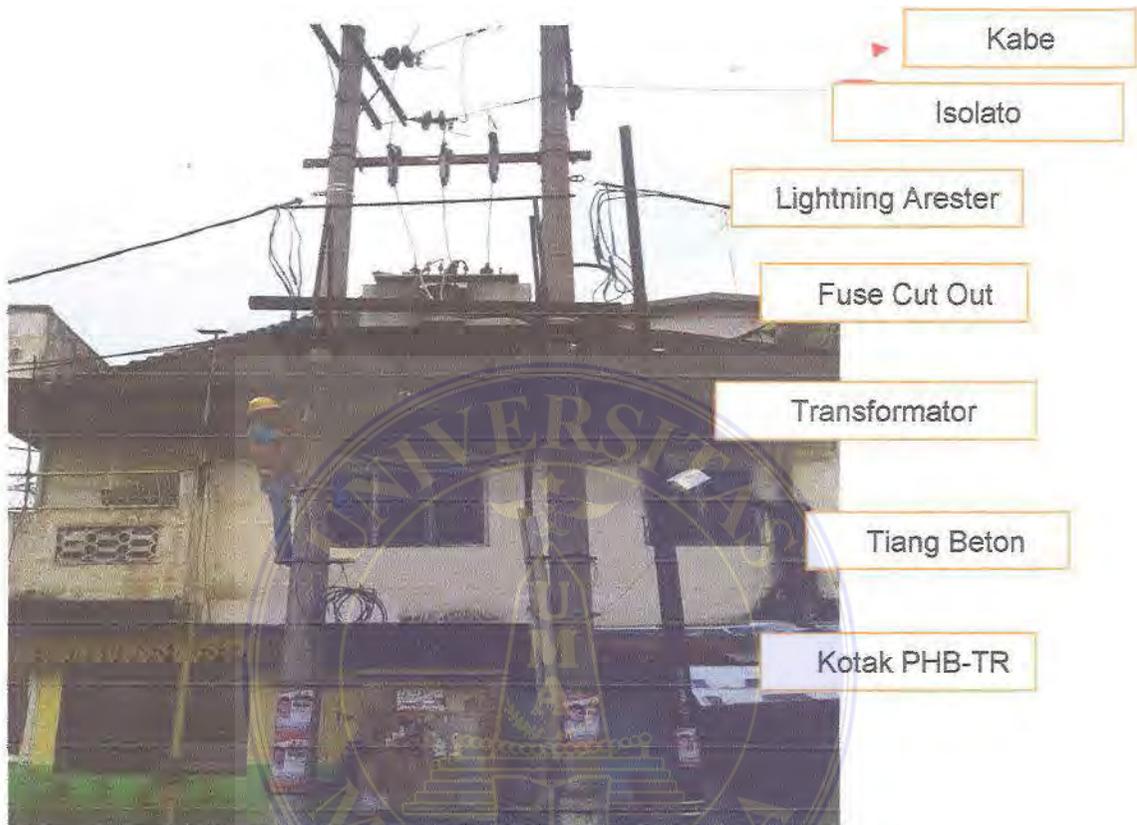
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/22

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)29/12/22

Adapun Komponen-komponen yang menyusun gardu portal ini adalah:



Gambar 3. 3 Komponen-komponen Gardu Portal

### 1. Tiang

Tiang merupakan salah satu komponen gardu portal yang berfungsi sebagai penopang komponen-komponen gardu portal lainnya untuk itu kekuatan tiang harus diperhatikan yaitu dari segi jarak peletakan tiang satu dengan tiang yang lain serta dalamnya batang tiang yang ditanam. Tiang yang digunakan pada gardu tipe portal ini adalah dua tiang jenis beton yang didirikan sejajar lalu ditengah tiang dihubungkan dengan besi yang bertujuan untuk tempat meletakkan transformator lalu kedua ujung

Universitas Medan Area dengan besi cross arm yang bertujuan untuk tempat

menempelkan komponen seperti FCO dan LA. Tiang ini memiliki panjang 13 meter

dengan panjang tiang yang ditanam sekitar 2,5 meter. Tiang gardu portal ini merupakan tiang ujung yang berjarak sekitar 50 meter dari tiang lainnya

## 2. Transformator (Trafo) Distribusi

Trafo distribusi adalah jenis trafo Step Down (penurun tegangan) yang berfungsi menurunkan tegangan dari 20 Kilovolt (kV) menjadi 380/220 Volt dimana jaringan tegangan menengah 20 kV di hubungkan melalui bushing trafo primer dan keluarannya menjadi 380/220 Volt di bushing sekunder yang selanjutnya di salurkan ke sistem distribusi Tegangan Rendah.

Gambar 3. 4 Spesifikasi transformator



### 3.5 FCO (Fuse Cut Out)

Fuse Cut Out adalah komponen gardu portal yang berfungsi untuk mengamankan trafo dari arus hubung singkat dan sebagai cara untuk membebaskan sumber tegangan jika sedang dilakukan pemeliharaan. Cara kerja FCO adalah ketika terjadi gangguan hubung singkat yang menyebabkan mengalirnya arus melewati fuse link melebihi batas nominal fuse link yang sudah diatur sebelumnya akan mengakibatkan melelehnya fuse link. Kalau fuse link sudah meleleh maka arus tidak akan mengalir lagi karena tidak terjadi hubungan (sudah terputus)

Fuse link adalah elemen inti dari FCO yang terletak di dalam fuse holder dan mempunyai titik lebur tertentu. Jika beban jaringan sesudah FCO menyentuh titik lebur tersebut, maka fuse link akan meleleh dan akan memisahkan jaringan sebelum FCO dengan jaringan sesudah FCO. Nilai arus nominal yang dipakai dalam fuse link FCO ini adalah 5 Ampere. Gambar FCO yang dipakai pada gardu portal ini dapat kita lihat pada Gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3. 5 Memasang Fuse Link

### 3.6 Lightning Arrester (LA)

Lightning Arrester adalah salah satu komponen gardu portal yang berfungsi

UNIVERSITAS MEDAN AREA lebih pada jaringan dan mengalirkannya langsung

ketanah. Lightning Arrester biasanya bekerja dikombinasi dengan FCO dimana setelah arus terputus kesisi bawah(ke trafo) FCO disaat itu juga diberikan jalan pintas oleh Lightning Arrester untuk mengalirkan tegangan lebih tersebut ketanah. Lightning Arrester merupakan alat yang bekerja sebagai isolator apabila tidak terjadi gangguan (tegangan normal) namun bila terjadi sambaran petir yang menyebabkan lonjakan tegangan melebihi batas tegangan yang diterima LA sebagai isolator maka LA akan berubah menjadi konduktor dan mengalirkan tegangan lebih tersebut ketanah.



Gambar 3. 6 Lightning Arrester

Keuntungan dari pemasangan ini adalah bila ada gelombang petir yang merambat pada SUTM maka FCO akan putus, jadi ketika LA rusak atau gagal akan diamankan oleh FCO.

### 3.7 Kabel Penghantar

Kabel penghantar berfungsi sebagai penghantar daya yang disalurkan dari pembangkit hingga ke pada konsumen rumah tangga. Pada gardu portal jenis kabel penghantar yang digunakan adalah kabel All Aluminium Conductor (AAC) tanpa isolasi. Fungsi kabel pada gardu portal MK 010 yaitu:

- a. Penghubung Jaringan Tegangan Menengah ke LA menggunakan kabel

dengan  $130 \text{ mm}^2$

- b. Penghubung LA ke FCO menggunakan penghantar tak berisolasi berukuran  $70 \text{ mm}^2$
- c. Penghubung LA ke arde pbumian berukuran  $70 \text{ mm}^2$
- d. Penghubung FCO ke bushing primer trafo menggunakan penghantar tak berisolasi berukuran  $70 \text{ mm}^2$
- e. Penghubung bushing sekunder trafo ke konsumen menggunakan penghantar berisolasi (NFAAX-T) berukuran  $50 \text{ mm}^2$
- f. Kabel penghubung trafo ke pbumian menggunakan penghantar tak berisolasi berukuran  $50 \text{ mm}^2$ .

### 3.8 Isolator

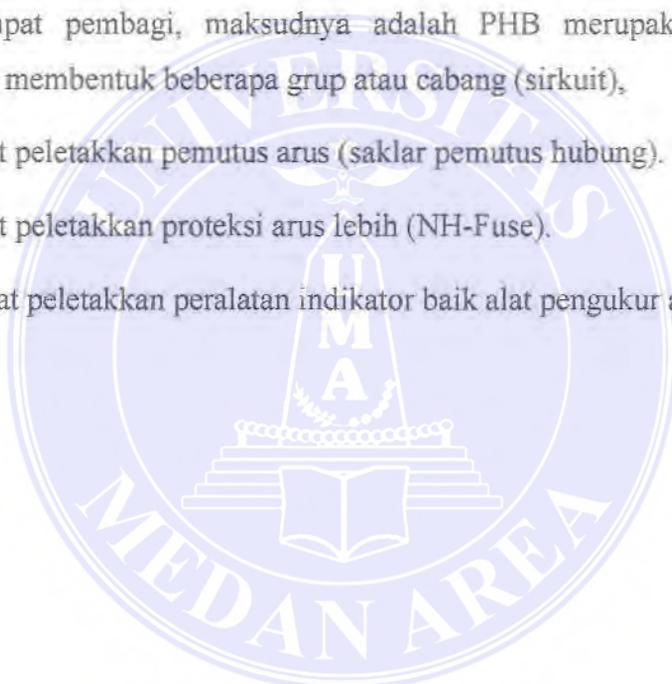
Pada gardu portal MK 010 isolator digunakan sebagai penghambat mengalirnya listrik ke cross arm pada saat cross arm digunakan sebagai penahan penghantar tanpa isolasi tersebut, Gardu portal MK 010 isolator yang digunakan adalah isolator tarik/gantung yang terbuat dari kaca/gelas,



### 3.9 PHB-TR

PHB-TR (Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah) merupakan tempat percabangan dari sirkit yang ada pada sebuah intalasi listrik yang dilengkapi dengan proteksi arus dan indikator lampu serta indikator pengukuran. PHB-TR yang digunakan di Gardu portal MK 010 masih menggunakan PHB-TR tipe lama dengan 2 jurusan. Adapun fungsi PHB-TR pada gardu portal adalah untuk:

- 1). Menerima sumber listrik dari bushing sekunder trafo,
- 2). Sebagai tempat pembagi, maksudnya adalah PHB merupakan tempat pembagian untuk membentuk beberapa grup atau cabang (sirkuit),
- 3). Sebagai tempat peletakkan pemutus arus (saklar pemutus hubung).
- 4) Sebagai tempat peletakkan proteksi arus lebih (NH-Fuse).
- 5) Sebagai tempat peletakkan peralatan indikator baik alat pengukur atau lampuindikato





Gambar 3.8 PHB 2 Jurusan

### 3.9.1 Pembahasan Hasil pengamatan FCO

#### 1. Penggunaan Fuse Cut Out (FCO)

Cara kerja FCO adalah ketika terjadi gangguan arus pada trafo maka fuse link pada FCO akan putus, dan tabung ini akan lepas dari pegangan atas, dan menggantung di udara, sehingga tidak ada arus yang mengalir ke sistem. Gangguan trafo bisa digolongkan oleh 2 faktor, diantaranya :

Gangguan Internal, merupakan gangguan yang disebabkan oleh trafo itu sendiri.

1. Gangguan Hubung Singkat Gangguan antar Fasa Gangguan Fasa ke Tanah
2. Bushing TM/TR dan packing body yang kurang kencang / kendur
3. Gangguan Sistem Pendingin
4. Penyambungan Kumpan yang kurang baik

Gangguan Eksternal , merupakan gangguan yang disebabkan faktor luar

1. Gangguan Hubung Singkat pada penyulang (feeder),rel, dan incoming feeder
2. Pembebanan trafo yang tidak seimbang, melebihi dari kapasitas 80% kapasitas daya trafo. Semakin besarnya kebutuhan listrik pada konsumen dan semakin bertambahnya juga beban/ konsumen, menyebabkan trafo sebagai pemasok energi listrik pada suatu jaringan tegangan rendah mengalami Over Load atau beban lebih.Beban lebih yang terjadi seringkali secara perlahan dalam periode waktu tertentu menimbulkan kerusakan pada trafo
3. Sistem pemeliharaan yang kurang tepat. Pemeliharaan yang tidak rutin dan tidak terencana, metode yang salah dapat mengurangi keandalan trafo
4. Cuaca dan lokasi penempatan trafo. Cuaca yang buruk dapat mengakibatkan berkurangnya keandalan trafo. salah satu contohnya bisa diakibatkan karena adanya sambaran petir (Gelombang Surja), sambaran petir melalui sistem transmisi dalam waktu singkat saja dapat berakibat fatal karena dapat merambat ke gardu terdekat dimana trafo terpasang.

Adapun cara perlindungannya Terhadap trafo ketika terjadi gangguan adalah dengan melelehkan fuse link, sehingga dapat memisahkan antara bagian yang sehat dan yang terganggu. Sedangkan fuse link itu sendiri adalah elemen inti dari FCO yang terletak di dalam fuse holder dan mempunyai titik lebur tertentu. Jika beban jaringan sesudah FCO menyentuh titik lebur tersebut, maka fuse link akan meleleh dan akan memisahkan jaringan sebelum FCO dengan jaringan sesudah FCO. Nilai arus nominal yang dipakai dalam fuse link FCO ini adalah 5 Ampere. Gambar FCO yang dipakai pada gardu portal ini dapat kita lihat pada Gambar 3.3 dibawah ini.



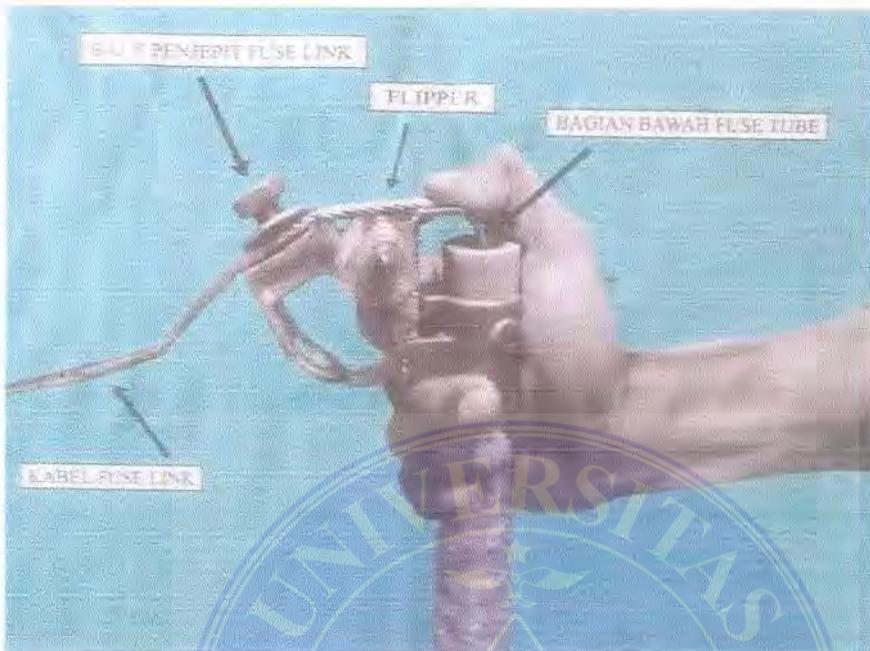
Gambar 3. 9 Memasang Fuse Link pada FCO

Pemasangan Fuse Link pada tube :

- Pasang fuse link pada fuse dengan membuka cap tutup atau fuse tube, masukkan fuse link kedalam fuse tube dengan memasukkan ujung kabel fuse link terlebih dahulu dan tarik ujung kabel fuse link yang keluar dari bagian bawah fuse tube.
- Pasang cap tutup fuse tube dan kencangkan dengan menggunakan kunci.
- Longgarkan baut penjepit kabel fuse link yang terdapat pada bagian bawah fuse tube.
- Putar dan tekan flipper sampai posisi maksimal ( berhenti ) dan tahan pada posisi ini.
- Pasangkan kabel fuse link melalui jalur pada flipper dan mengelilingi ( searah jarum jam ) baut penjepit kabel fuse link.
- Pertahankan flipper pada posisi maksimal ini dan kencangkan baut penjepit kabel fuse link dengan menggunakan kunci.

UNIVERSITAS MEDAN AREA Pasang kabel fuse link dengan jarak kurang lebih 13 mm dari baut

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang



Pemasangan fuse link pada fuse dengan membuka cap tutup fuse tube,

1. masukkan fuse link kedalam fuse tube dengan memasukkan ujung kabel fuse link terlebih dahulu dan tarik ujung kabel fuse link yang keluar dari bagian bawah fuse tube.
2. Pasang cap tutup atas fuse tube dan kencangkan dengan menggunakan kunci.
3. Longgarkan baut penjepit kabel fuse link yang terdapat pada bagian bawah fuse tube.
4. Putar dan tekan flipper sampai posisi maksimal (berhenti) dan tahan sehingga akan terealisasikannya fco tersebut.

Berikut daftar batas pengaman Fuse Link Pada saluran udara tegangan menengah atau yang sering dipakai pada proteksi pengaman trafo gardu portal yaitu :

UNIVERSITAS MEDAN AREA Trafo dan Sesuai pengaman

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/22

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)29/12/22

No	Kapasitas trafo ( KVA )	Batas Pengaman JTM Fuse Link ( A )
1	10	3
2	16	3
3	25	3
4	32	3
5	50	3
6	100	3
7	160	5
8	200	6
9	250	8
10	315	10
11	400	15
12	630	20

Adapun rumus menghitung fuse link untuk penentuan pengaman trafo yaitu, Dalam peralatan listrik tertentu ada berbagai pengaman beban lebih diantaranya adalah Fuse Link. Fuse ini berfungsi untuk pengaman arus lebih pada TM (Tegangan Maksimum) dan juga digunakan pada pengaman trafo. Adapun rumus menghitung fuse link untuk penentuan pengaman trafo yaitu,

$$I_{FCO} = \frac{\text{Daya Nominal Trafo}}{\text{Tegangan Menengah} \cdot \sqrt{3}}$$

Contoh, diambil  
sample dari tabel  
dengan kapasitas  
trafo 50 kVA.

$$= \frac{\text{Daya Nominal Trafo}}{\text{Tegangan Menengah} \cdot \sqrt{3}}$$

Maka, Kapasitas

trafo : 50 kVA  $F$

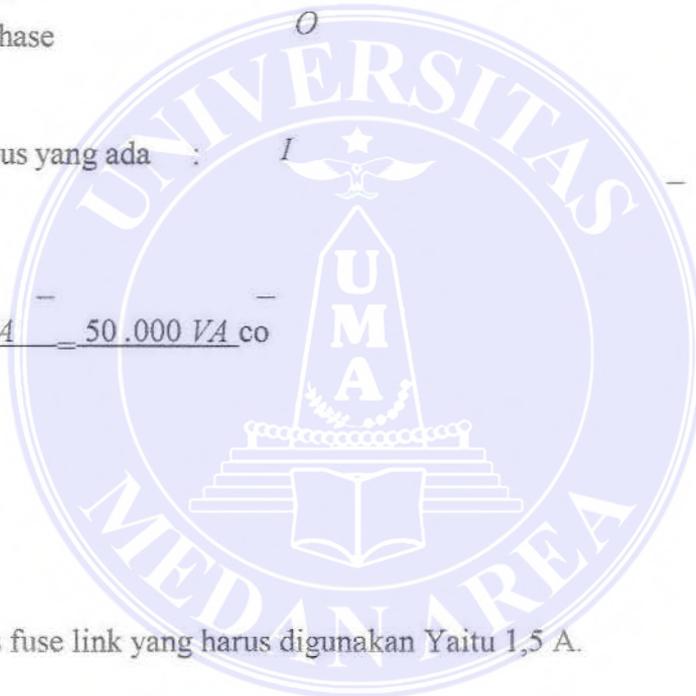
Tegangan menengah : 20 Kv = 20.000  $C$

volt Jenis trafo 3 fhas  $O$

Maka, sesuai rumus yang ada :  $I$

$$I = \frac{50 \text{ kVA}}{20 \text{ kV} \cdot \sqrt{3}} = \frac{50.000 \text{ VA}}{20.000 \text{ V} \cdot \sqrt{3}} = 1,5 \text{ A}$$

Maka, besar kapasitas fuse link yang harus digunakan Yaitu 1,5 A.



## 2. Prosedur Pemeliharaan Fuse Cut Out PT.MUSTIKA ASAHAN JAYA

Adapun prosedur yang dilakukan:

### A. Tahap Persiapan

- a) Team Har (nama lain dari team pemeliharaan) menerima Surat Perintah Kerja (SPK)
- b) dari kantor
- c) Team Har mempersiapkan alat yang digunakan sesuai dengan pekerjaan yang tertera di SPK.
- d) Team Har bergerak ke lokasi ULP yang tertera di SPK.
- e) Sampai di posko team Har melapor dan memberikan SPK kepada supervisor bagian teknik untuk diperiksa.

### B. Tahap Pemeriksaan Oleh Pengawas

- 1) Supervisor teknik mengecek SPK.
- 2) Membuat surat pemberitahuan pemadaman ke pelanggan jika diperlukan.
- 3) Mengambil material bersama team har ke Gudang
- 4) Supervisor teknik yang berperan sebagai pengawas mengarahkan team ranger ke lokasi pemeliharaan.
- 5) Untuk pekerjaan yang membutuhkan pemadaman (pembebasan tegangan) pengawas berkoordinasi dengan Petugas Pengatur Dinas Gangguan (PPDG).
- 6) Bila pembebasan tegangan sudah dilaksanakan maka dilakukan grounding.

### c. Tahap Pemeliharaan (Penggantian FCO):

- 1) Setelah sampai di lokasi gardu, maka segera lakukan persiapan alat dan bahan yang diperlukan, memakai peralatan K3 dan yakinkan bahwa peralatan kerjaserta peralatan bantu siap digunakan.
- 2) Selanjutnya laporkan pada piket pengatur cabang bahwa team ranger telah sampai di lokasi gardu yang dituju dan siap untuk pelaksanaan Penggantian Fuse Cut Out pada SUTM pada gardu.
- 3) Setelah gardu dibuka kemudian lakukan pelepasan beban sisi tegangan rendah (TR). Beban yang dimaksud disini adalah NT Fuse, atau yang beban setiap jurusan. Mengapa ini dilakukan,tepatnya agar sistem pengerjaan tidak memiliki beban, atau tidak memiliki tegangan.
- 4) Setelah itu Siapkan FCO yang hendak diganti seperti mengeluarkan FCO yang baru dari kotak dan segera memasang fuse link pada fuse holder (bambu CO) untuk FCO dan memasang penghantar yang menghubungkan Lightning Arrester dengan grouding.
- 5) Setelah itu team Har bersiap dan segera memanjat tiang menggunakan perlengkapan yg aman serta membawa tali free (tali tambang yg diulur kebawah yang bertujuan untuk sarana menaikkan dan menurunkan FCO yang di ganti.
- 6) Setelah selesai diganti kumpulkan dan simpan FCO yang telah diganti (yang bekas) untuk dibawa kembali keposko sebagai barang bukti penggantian. Setelah selesai dan team HAR turun kembali kepada piket pengatur cabang agar gardu telah selesai di pelihara agar dialiri listrik (diberi beban) kembali. Ukur tegangan di PHB-TR dengan AVO Meter apakah normal fasa ke fasa dan netral ke netral.
- 7) Kunci kembali gardu tersebut dengan baik Laporkan kepada piket pengatur Cabang bahwa pekerjaan sudah selesai dan kondisi aman.
- 8) Sebelum meninggalkan gardu, petugas agar memastikan bahwa tidak ada peralatan yang tertinggal dilokasi termasuk peralatan K3 Petugas-Petugas

- 9) Pada gardu portal yang berada di Kawasan Medan Industri dilakukan pemeliharaan korektif berupa penggantian 2 buah FCO jenis keramik dengan FCO jenis polimer karena FCO yang lama sudah usang dan sudah tidak layak untuk dipakai lagi. Hal ini dilakukan untuk tetap menjaga keandalan sistem pengaman pada gardu portal ini. FCO jenis polimer dipilih karena lebih ringan dibandingkan dengan jenis keramik.



**Tabel 2.6 Hasil Pemeliharaan FCO Di PT.MAJ**

N O	WAKTU & TEMPAT	PENYEBAB KERUSAKAN	PROSES Pengerjaan
1	18-08-2021	FCO Keramik Pecah Dan Terbakar Akibat Beban Berlebih Di PTPN 4 AEK LOBA	Pegawai Yantek (Pelayanan Teknik)
2	01-09-2021	Terjadi Pemadaman Di DESA BARGOT Tersebut Dan Beberapa Rumah Karena Fuselink Pada FCO Putus Akibat Beban Yang Digunakan Berlebih Dan Fuse Link Yang Digunakan Tidak Sesuai Ukuran	Pegawai Yantek (Pelayanan Teknik)
3	09-09-2021	Terjadi Pemadaman Di Beberapa Rumah Warga Karena Fuselink Pada FCO di salah satu Gardu Portal Putus Akibat Beban Yang Digunakan Berlebih Dan Fuse Link Yang Digunakan Tidak Sesuai Ukuran	Pegawai Yantek (Pelayanan Teknik)

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Adapun beberapa hal yang dapat disimpulkan dari laporan ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Prinsip kerja FCO

Prinsip kerja FCO adalah ketika terjadi gangguan arus maka fuse link akan putus, dan tabung ini akan lepas dari pegangan atas, dan menggantung di udara, sehingga tidak ada arus yang mengalir ke sistem. Nilai arus nominal yang dipakai dalam fuse link FCO ini adalah 5 Ampere. Pemeliharaan Korektif pada system proteksi jaringan distribusi 20 KV sangat perlu dilakukan mengingat dan menimbang bahwasanya system proteksi merupakan bagian yang penting pada proses distribusi tenaga listrik. FCO merupakan bagian dari gardu portal sehingga pemeliharaan gardu portal juga mencakup pemeliharaan FCO hal ini dilakukan pemeliharaan demi menjaga keandalan sistem tenaga listrik.

### 5.2 Saran

1. Dalam penggunaan dan pemeliharaan komponen gardu distribusi peralatan yang digunakan oleh PT.MUSTIKA ASAHAN JAYA disesuaikan dengan spesifikasi yang diakui oleh PLN

## DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofjan. 2004. *Manajemen Pemasaran*. Jakarta: Rajawali Press.
1. Badan Standarisasi Nasional. 2000. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*. Jakarta. BSN.
  2. Corder, Antony dan Kusnul Hadi. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
  3. Patton, Joseph D. 1983. *Preventive Maintenance*. America : Instrument Society Of America
  4. Suhadi, dkk. 2008. *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
  5. Suswanto, Daman. 2009. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Pad

