

ANALISA PENGARUH TEGANGAN LEBIH PADA PERALATAN GARDU INDUK 150 KV SIBOLGA

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana
Di Universitas Medan Area*

Oleh :

TRIWANSON BESTIN SIMATUPANG

NIM: 08 812 0022



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2014**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/9/23

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

ANALISA PENGARUH TEGANGAN LEBIH PADA PERALATAN GARDU INDUK 150 KV SIBOLGA

Oleh:

TRIWANSON BESTIN SIMATUPANG

NIM : 08 812 0022

Disetujui Oleh :

Pembimbing I


(Ir.H.Usman Harahap, MT)

160914

Pembimbing II


(Ir.ZulkifliBahri.)

Mengetahui Oleh :



Ka.Program Studi


(Ir.H.Usmanharahap,MT)

160914

Tanggal Lulus :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)6/9/23

ABSTRAKSI

Suatu tenaga listrik mengalami gangguan yang dapat mengakibatkan terhentinya pelayanan daya. Gangguan tersebut lebih sering terjadi pada Gardu Induk baik transmisi maupun distribusi. Terjadinya gangguan adalah disebabkan oleh peninggian tegangan. Pada hantaran transmisi yang dikenal sebagai tegangan lebih, di mana tegangan itu melampaui tingkat ketahanan isolasi. Dalam tegangan lebih ini antara lain disebabkan oleh sambaran petir, surja hubung, dan juga akibat perubahan tegangan dengan frekuensi rendah.

Dan gangguan tersebut diatas yang sangat berbahaya adalah sambaran petir. Sebagian petir ini dapat menyebabkan flash over pada rangkaian isolator yang kemudian diikuti oleh arus susulan (follow current). Arus susulan ini bisa menyebabkan kebakaran pada peralatan gardu induk. Supaya gardu induk herfungsi seperti yang diharapkan maka perlu dicegah atau dibuat sekecil mungkin, misalnya memasang kawat tanah atau dengan memasang arrester.

Gangguan tegangan lebih apabila tidak segera ditanggulangi akan memengaruhi peralatan gardu induk dan dapat merusak peralatan-peralatan gardu induk.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	i
Abstrak	iii
Daftar Isi.....	v
Daftar Gambar	vi
Daftar Tabel.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Asumsi dan batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Penelitian Relevan	7
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Klasifikasi Gardu induk.....	7
2.2.2 Peralatan Gardu Induk.....	10
2.2.2a Trafo Daya.....	10 ^c
2.2.2b Alat Perubah Fase.....	12
UNIVERSITAS MEDAN AREA	
2.2.2c RMS.....	14

2.2.2d PMT.....	15
2.2.2e LA.....	20
2.2.3 Proteksi Gardu Induk.....	22
2.2.4 Prinsip Tata letak.....	24
2.2.5 Pentanahan Gardu Induk.....	27
2.2.6 Tegangan lebih pada Gardu Induk.....	29
2.2.7 Sumber Tegangan lebih.....	29
2.2.8 Gangguan Tegangan Pada system.....	31
2.2.9 Pengertian Surja.....	32
2.2.9a Surja Petir.....	32
2.2.9b Surja Hubung.....	34

BAB III LOKASI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian.....	36
3.2 Peralatan Penelitian.....	36
3.3 Data Penelitian.....	37
3.3.1 Data Trafo.....	37
3.3.2 Data PMT.....	37
3.3.3 Data LA.....	37
3.4 Jenis Penelitian.....	38
3.4.1 Wawancara.....	38
3.4.2 Metode Observasi.....	38
3.5 Teknik Analisa Data.....	38

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Gangguan pada Sistem Tenaga.....	40
4.2 Analisa dan Mekanisme Akibat Kerusakan.....	41
4.3 Gelombang Sambaran Petir.....	43
4.3.1 Sambaran Langsung.....	43
4.3.2 Sambaran Induksi.....	39
4.3.3 Sambaran Dekat.....	44
4.4 Perubahan Tegangan Dengan frekuensi rendah.....	45
4.5 Surja Hubung.....	46
4.6 Analisa Perhitungan.....	48
4.7 Usaha Penanggulangan.....	55

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kontinuitas pelayanan dari suatu sistem tenaga listrik dipengaruhi oleh kemampuan Gardu Induk dalam meredam gangguan tegangan lebih, baik yang berasal dari dalam maupun luar.

Gangguan tegangan lebih dari luar disebabkan oleh sambaran petir, sedangkan dari dalam berasal dari surja hubung atau switching. Dengan demikian halnya di atas memungkinkan gangguan yang lebih besar pada Gardu Induk dan akan mengakibatkan menurunnya kontinuitas pada Gardu Induk.

Gangguan dari luar disebabkan sambaran petir atau kilat yang langsung mengenai busbar. Sudah dapat dipastikan akan mengganggu pada aliran daya. Hal ini disebabkan karena sebagian sambaran petir itu dapat menyebabkan terjadinya flash over pada rangkaian Isolator yang kemudian diikuti oleh arus susulan (*follow current*). Arus susulan ini biasanya menyebabkan terbentuknya pemutus beban yang ada pada Gardu Induk.

Supaya Gardu Induk berfungsi seperti yang diharapkan, gangguan yang berasal dari sambaran kilat langsung perlu dicegah atau dibuat sekecil mungkin, misalnya memasang kawat tanah. Lewat kawat harus diatur pada Gardu Induk tersebut sedemikian rupa sehingga bila ada sambaran kilat di

dalam Gardu Induk tersebut akan tertarik pada kawat tanah ini.

Walaupun sambaran petir tersebut mengenai kawat tanah tidak berarti bahwa flash over tidak terjadi. Bila hambatan kaki menara tianglampu kawat tanah pada Gardu Induk tersebut besar, ada kemungkinan terjadinya terkan balik (*hack flash*) yang dapat menyebabkan terputusnya pelayanan daya.

Sedangkan gangguan dari dalam adalah surja hubung atau switching. Proses terjadinya yaitu pembukaan suatu rangkain ataupun karena perubahan beban secara cepat dengan adanya gangguan pada saluran.

Gangguan-gangguan tegangan lebih tersebut apabila tidak segera ditanggulangi akan mempengaruhi peralatan-peralatan Gardu Induk tersebut. Pengaruh dari tegangan lebih terhadap perlatan Gardu Induk sangat besar dan akan mempengaruhi sistem tenaga listrik juga akan merusak peraalatan-peralatan penting Gardu Induk tersebut.

Sistem jaringan tegangan tinggi dan ekstra tinggi mulai berkembang pesat pada tahun-tahun belakangan ini sehingga apabila tuntutan kenaikan kebutuhan tenaga listrik yang digunakan untuk pemenuhan suatu produksi dan pemenuhan kebutuhan serhari-hari.Tersedianya tenaga listrik dalam jumlah dan mutu yang memadai akan mempengaruhi laju pertumbuhan dari segala sektor kegiatan seperti : industri, pertanian, pendidikan dan lain-lain.

Bertambahnya kebutuhan tenaga listrik menurut suatu sistem kelistrikan mempunyai keandalan dan kontinuitas yang tinggi dalam

persediaan daya yang diperlukan jaringan yang luas dan koordinasi

Sistem kelistrikan di pulau sumatra mulai tahun 1984/1985 telah tersambung menjadi satu (*interkoneksi*) melalui saluran transmisi 150 KV. Hal ini dilakukan untuk memperoleh suatu sistem yang baik namun mempunyai beberapa kerugian antara lain :

- Memerlukan penambahan jaringan.
- Memerlukan alat pengaman.
- Daerah yang terkena gangguan mempunyai area yang lebih luas.
- Memerlukan suatu pusat pengendalian beban (*load dispatching center*).
- Memerlukan menejemen yang lebih baik.

Dalam sistem tenaga listrik, bagian yang sering mengalami gangguan adalah saluran transmisinya yang kira-kira 70% sampai 80% dari seluruh gangguan. Hal ini disebabkan transmisi dan bekerjanya pada koordinasi udara yang berbeda.

Bila gangguan pada saluran transmisi itu berupa sambaran petir, maka tegangan lebih akibat sambaran petir akan merambat sepanjang saluran transmisi yang akhirnya sampai ke Gardu Induk, akan tetapi apabila gangguan tersebut berasal dari surja hubung maka akan terjadi perubahan beban secara cepat.

Apabila Gardu Induk selalu mengalami gangguan tegangan lebih

UNIVERSITAS MEDAN AREA

maka akan mempengaruhi peralatan Gardu Induk tersebut Pengaruh apa saja

Document Accepted 6/9/23

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

yang dapat mempengaruhi peralatan Gardu Induk? yang akan dibahas dalam

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)6/9/23

hal ini yaitu "Pengaruh Tegangan Lebih terhadap Perlengkapan Gardu Induk".

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah di atas dapat dirumuskan beberapa masalah untuk diuraikan secara sistematis dan analisis yaitu :

1. Gardu Induk tegangan tinggi
2. Tegangan lebih pada Gardu Induk
3. Pengaruh tegangan lebih terhadap peralatan Gardu Induk

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penulisan Skripsi ini adalah :

1. Ingin mengetahui atau mempelajari komponen-komponen tegangan listrik sebagai dasar analisis perlindungan Gardu Induk tegangan tinggi.
2. Ingin mengetahui pengaruh tegangan lebih terhadap peralatan Gardu Induk

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dari pembuatan laporan tugas akhir ini adalah:

1. Dapat menerapkan ilmu yang di dapat selama kuliah.
2. Dapat mengetahui akibat dari pengaruh tegangan lebih pada peralatan gardu induk khususnya gardu induk Sibolga

1.5 Batasan Masalah

UNIVERSITAS MEDAN AREA batasan tugas akhir ini penulis hanya membahas tentang

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/9/23

Gardu induk tegangan tinggi, tegangan lebih pada Gardu induk dan pengaruh

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)6/9/23

tegangan lebih pada peralatan Gardu induk,serta peralatan yang digunakan seperti :

1. Trafo Daya
2. Alat Pengubah Fasa
3. Rele dan Peralatan ukur
4. Lightning Arrester

1.6 Sistematika Penulisan

Penulis akan memberikan gambaran umum mengenai hal-hal yang akan dibahas dalam penulisan skripsi ini,sehingga dapat diperoleh gambaran yang jelas tentang isi dari penulisan skripsi ini.Iisi dari penulisan skripsi ini adalah:

BAB I

PENDAHULUAN

Berisikan tentang segala macam pokok persoalan yang akan dibahas dalam penulisan skripsi ini,yaitu: Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Mamfaat, Batasan Masalah dan Sistematika Penulisan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang teori-teori pendukung yang digunakan untuk menganalisa pengaruh tegangan lebih pada peralatan Gardu induk yang ada di GI SIBOLGA diantaranya: Tinjauan penelitian relevan, Klasifikasi Gardu induk, Peralatan pada Gardu induk, Proteksi pada Gardu

induk,Prinsip tata letak Gardu induk, Tegangan lebih pada

pada sisitem, Pengertian Surja.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang lokasi penelitian, peralatan penelitian, data penelitian, jenis penelitian,

BAB IV Bab ini berisikan tentang analisis dan pembahasan dari pengaruh tegangan lebih pada peralatan Gardu induk 150 KV Sibolga.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran yang dapat diberikan berdasarkan analisis dan pembahasan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian Relevan

Gardu Induk dapat didefinisikan sebagai sekumpulan peralatan listrik yang berfungsi untuk mengubah peralatan karakteristik listrik dari satu bentuk ke bentuk lainnya, misalnya arus bola-balik menjadi arus searah, dan suatu tagangan ke tegangan lainnya (tegangan tinggi ke tegangan rendah)

Peralatan tersebut disusun menurut aturan tertentu yang pada dasarnya merupakan pertimbangan segi teknis, ekonomis dan keindahan. Optimasi dari ketiga faktor di atas melahirkan bermacam-macam jenis Gardu Induk. Dalam kesempatan ini akan dibahas beberapa hal tentang secara garis besar.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Klasifikasi Gardu Induk

Ada macam-macam Gardu Induk, diantaranya adalah klasifikasi menurut lokasinya, klasifikasi menurut peralatan, klasifikasi fungsi pelayanan dan klasifikasi menurut hubungan rel daya.

1. Klasifikasi Gardu Induk menurut lokasinya dalam system

Klasifikasi menurut lokasinya dalam sistem terdiri dari :

UNIVERSITAS MEDAN AREA Pusat Pembangkit

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

b. Gardu Induk Sub Transmisi

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)6/9/23

c. Gardu Induk Distribusi

2. Klasifikasi Gardu Induk menurut peralatan

1. Gardu Induk Pasang Luar

Disebut demikian karena semua peralatan utama tegangan tinggi dipasang di luar udara terbuka. Peralatan utama tersebut diantaranya: trafo daya, pemutus beban, pemisah tegangan dan lain-lain. Sedang peralatan kontrol biasanya terletak di dalam. Jenis peralatan pemasangan luar memerlukan tanah yang luas namun biaya konstruksinya murah dan pendinginnya mudah.

2. Gardu induk Pasang Dalam

Pada Gardu Induk ini baik peralatan tegangan tinggi seperti trafo utama, peralatan penghubung, dan sebagainya, maupun peralatan kontrolnya seperti meja penghubung dan sebagainya dipasang di dalam satu bangunan. Jenis pemasangan dalam dipakai dipusat kota, dimana harga tanah mahal dan daerah pantai dimana ada pengaruh kontaminasi garam. Disamping itu jenis ini dipakai untuk menjaga keselarasan dengan daerah sekitarnya, juga untuk menghindari kebocoran dan gangguan suara.

3. Gardu Induk Pasang Luar (setengah pasang dalam)

Peralatan utama Gardu Induk ini sebagian terletak di udaraterbuka, sebagian lagi terletak di dalam.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/9/23

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

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

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

Access From (repository.uma.ac.id)6/9/23

Hampir semua peralatan terpasang dalam bangunan bawah. Alat pendinginnya biasanya terletak di alas tanah, kadang-kadang ruang kontrolnya juga ada di atas tanah.

3 .Klasifikasi Gardu Induk menurut Fungsi Pelayanannya

Gardu Induk berdasarkan fungsi pelayanannya dibagi menjadi :

1.Gardu Induk transmisi

Gardu Induk ini berfungsi merubah tegangan pada terminal Generator yang biasanya rendah ke tegangan yang diperlukan transmisi daya.

2..Gardu Induk Sub Transmisi

Gardu Induk merubah tegangan transmisi ke tegangan sub transmisi yang biasanya relatif rendah.

3.Gardu Induk Distribusi

Gardu Induk ini berfungsi merubah tegangan sub transmisi ke tegangan yang lebih rendah tegangannya untuk keperluan distribusi.



Gambar2.1.Gardu Induk

2.2.2 Peralatan Gardu Induk

Secara garis besar peralatan Gardu induk terdiri dari:

- a. Trafo daya
- b. Alat Fase.
- c. PMS
- d. PMT
- e. LA(Lignting Arrester)

2.2.2.a Trafo Daya

Transformator atau trafo didefinisikan sebagai alai elektromagnet statis yang dapat memindahkan dan merubah energi listrik dari suatu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya melalui suatu gandingan magnet yang berdasarkan prinsip elektromagnetis. Pengubahan yang dilakukan oleh trafo ialah besaran tegangan dan arus. Dilihat dari fungsinya ada beberapa jenis transformator, diantaranya ialah transformator daya.

Trafo daya boleh dikatakan merupakan peralatan utama pada Gardu Induk. Dengan trafo ini dapat dipilih suatu harga tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan. Trafo daya tegangan tinggi dan tegangan ekstra tinggi pada umumnya menggunakan minyak yang panas akan mulai bersirkulasi dalam trafo. Yang menyebabkan pendingin sendiri. Untuk trafo dengan kapasitas besar, perlu konstruksi tengki khusus yang memungkinkan pendingin dapat berjalan dengan baik selain itu trafo

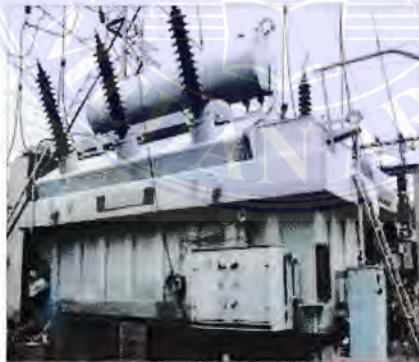
UNIVERSITAS MEDAN AREA juga dilengkapi dengan kipas angin yang merupakan alat pendingin

UNIVERSITAS MEDAN AREA tambahan Kipas angin ini hanya bekerja pada saat tertentu bila diperlukan.

Pada Gardu Induk, trafo daya yang digunakan dapat terdiri dari tiga trafo fase tunggal atau trafo tiga fase. Tetapi pada umumnya suatu Gardu Induk menggunakan trafo tiga fase. Hal ini disebabkan karena trafo tiga fase mempunyai keuntungan dibandingkan dengan tiga fase trafo tunggal. Keuntungan tersebut adalah :

- a. Lebih hemat ruangan
- b. Menguntungkan dalam hal pondasi, karena lebih ringan
- c. Trafo tiga fase lebih kompak
- d. Pemasangan lebih cepat

Trafo fase tunggal keuntungan dalam hal pengangkutan, dibandingkan dengan trafo tiga fase. Pemilihan rating daya trafo ditentukan berdasarkan beban yang ada sekarang dan juga harus dipertimbangkan pula perkembangan dimasa mendatang.



Gambar 2.2 Trafo Daya

2.2.2.b Alat Perubah Fase

Suatu Gardu Induk biasanya dilengkapi dengan suatu alat pengubah fase. Alat ini berguna dalam hal perbaikan faktor daya serta keperluan stabilitas. Ada beberapa alat pengubah fase yang dikenal, yaitu kondensator putar, kapasitor shunt dan reaktor shunt.

a. Kondensator putar

Berdasarkan kondensator putar dapat berupa mesin sinkron atau mesin asinkron. Akan tetapi yang biasa digunakan jenis kondensator sinkron karena dapat memberikan daya aktif kapasitif atau induktif.

Saluran transmisi panjang pada saat perubahan pemuatan (*charging test*) atau menyerat daya reaktif kapasitif yang biasa dikenal dengan nama SIL (*Surge Impedance Loading*). Pada saat ini generator akan mengalami penguatan sendiri (*self excitation*). Untuk mencegah perubahan yang berlebih itu diperlukan kondensator sinkron dengan daya reaktif induktif.

Kondensator sinkron terutama dipakai ketika sistem tenaga masih dalam awal pembangunannya, karena kondensator ini tidak hanya memberikan daya reaktif kapasitif tetapi seaktif induktif secara kontinu, sehingga dapat dipakai sebagai pemuatan percobaan saluran, serta perbaikan stabilitas sistem. Jika sistem telah berkembang, dipakailah kapasitor shunt atau reaktor shunt yang lebih ekonomis dan lebih mudah perawatannya.

b. Kapastior Shunt

Seperti transformator, suatu kapasitor satu fase atau kapasitor tiga fase. Untuk saluran distribusi biasanya dipakai kapasitor tiga fase. Sedangkan bila tegangan sistem serta kapasitornya tinggi, dipakai kapasitor tiga fase yang dihubungkan secara bintang (Y). Pemasangan kapasitor ini tidak hanya kapasitor saja, melainkan ditambah dengan beberapa induktor. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar 1.4 berikut :



Gambar 2.3. Susunan Kapasitor Statis

- CB = Pemutus beban
 DC = Kumbaran pelepasan
 SR = Reaktor seri
 SC = Kapasitor statis

Guna kumbaran adalah untuk membuat kapasitor tersebut bersifat induktif terhadap harmonis. Dengan demikian tidak mungkin terjadi akan resonansi paralel terhadap frekuensi harmonis. Bila resonansi ini terjadi akan mengalirkan arus yang lebih besar pada sistem dan rangkaian kapasitor sehingga dapat menimbulkan pemanasan yang berlebihan. Untuk menghilangkan muatan ini dipasang kumbaran pelepas DC, sehingga tidak berbahaya apabila tersentuh oleh manusia.



2.2.2.c PMS(Disconnecting Switch))

PMS adalah suatu pemisah yang digunakan untuk mengamankan peralatan dari sisa-sisa tegangan yang timbul sesudah saluran diputuskan, atau induksi dari penghantar lain terhadap pekerja yang memperbaiki instalasi. Sesuai dengan penempatan di daerah mana PMS dipasang, maka PMS dapat dibagi:

- a. PMS Line, yang berfungsi untuk memisahkan peralatan listrik pada Gardu Induk dengan line atau SUTT 150 KV.
 - b. PMS Rel, yang berfungsi untuk memisahkan peralatan listrik pada Gardu Induk dengan rel atau busbar.
 - c. PMS Tanah, yang berfungsi untuk memisahkan peralatan listrik pada Gardu Induk dan sisa tegangan yang ada sudah lain atau SUTT 150 KV diputus atau dari induksi penghantar lain.
- Pemasangan PMS lain selalu interlock dengan PMS Tanah dengan tujuan menjamin keandalan.

Prinsip kerja interlock adalah sebagai berikut :

- a. Bila PMS Line akan dimasukkan (close), maka PMS Line harus dalam posisi open.
- b. Bila PMS Tanah akan dimasukkan (Close), maka PMS Tanah harus dalam posisi buka (open).

Pada line atau rel tiga fase terhadap tiga PMS yang dimasukkan

secara mekanikal dengan tujuan tiga buah PMS tersebut dapat dikerjakan secara bersamaan. Sehingga tiga buah penghantar akan open dan

close secara serempak. Jenis PMS line maupun PMS rel di Gardu Induk Sibolga adalah PMS dengan gerakan siku, yang digerakkan secara lokal agar lebih efektif sebaiknya PMS dapat dioperasikan secara remote dengan cara menambah motor listrik pada PMS tersebut.

2.2.2.d PMT(Pemutus)

PMT digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan arus atau daya listrik. Berdasarkan rating tegangannya ada dua macam PMT, yaitu :

- a. PMT 150 KV
- b. PMT 20 KV

Dalam penggunaannya ada tiga macam PMT, yaitu :

- a. PMT 150 KV untuk memutuskan atau menghubungkan line atau SUTT dengan peralatan-peralatan lainnya.
- b. PMT 150 KV untuk memutuskan atau menghubungkan trafo daya dengan peralatan-peralatan lainnya.
- c. PMT 22 KV untuk memutuskan atau menghubungkan trafo daya dengan feeder 22 KV yang menuju ke konsumen.

Karena beda potensial yang cukup tinggi, pada saat PMT close atau open akan terjadi busur api. Busur api yang terjadi perlu dipadamkan, pemadaman dapat dilakukan dengan cara memberikan media pada kontak-kontak penghubung atau pemutus pada PMT. Media yang biasa dipakai antara lain pemutus beban minyak, pemutus beban semburan udara dan



Gambar 2.5 PMT

a. Pemutus beban minyak

Pada pemutus tenaga kontak-kontaknya ada dalam tabung isolator porselin. Untuk menghemat biaya dan bahan bakar maka digunakan tabung ukuran kecil.

b. Pemutus beban udara dan pemutus beban semburan

Busur api dipadamkan dengan menyemburkan udara tekan ke bagian pemutus. Udara yang digunakan bertekanan tinggi (15-30 kg/cm)

Bagian pemutus dipasang dalam tabung isolator porselin secara mendatar dan udara disemburkan pada bagian pemutus tersebut. Kembalinya sifat isolasi antara pemisah terjadi karena semburan udara ini. Karena pemutus jenis ini tidak menggunakan minyak, maka perawatannya lebih mudah, karena tidak memerlukan penggantian minyak. Tegangan kerja dari pemutus jenis ini sampai 765 KV dan digunakan untuk penutupan kembali dengan cepat (*high speed reclosing*) dari saluran transmisi tegangan tinggi.

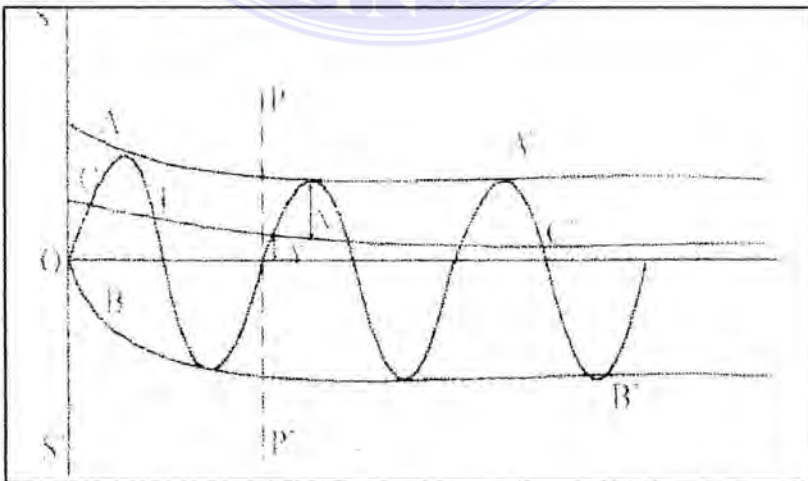
c. Pemutus beban dengan SF6

Pemutus jenis ini merupakan pemutus beban terbaru dan taraf perkembangan pemutus ini memberikan harapan dalam pemutus beban tegangan ultra high voltage (UHV). Karena adanya isolasi gas sangat tinggi, maka bentuk fisis pemutus beban dapat dibuat lebih kecil.

Rating pemutus beban

Pemutus beban mempunyai besaran-besaran yang perlu diperhatikan yaitu

1. Rating tegangan berdasarkan atas tegangan nominal jaringan.
2. Rating arus kerja, yaitu arus nominal yang diperbolehkan lewat pada pemutus ini dalam waktu yang tak terbatas, dimana temperatur disekeliling tidak melebihi 40^o.
3. Rating arus pemutus simetris, merupakan arus efektif pada saat terjadi pemutusan.



Keterangan gambar :

I : Arus

AA', BB: Selubung arus pemutusan

CC' : Garis tengah antara AA' dan BB'

SS' : Saat terjadi hubung singkat

PP' : Saat terjadi busur api

X : Komponen simetris pada saat terjadi busur api

Y : Kapasitas pemutus, besar $3 \times V \times I$ dimana I adalah besarnya arus pada saat terjadi pemutusan.

Saklar pemisah di buka atau ditutup pada saat tidak ada aliran daya. Dengan kata lain pembukaan atau penutupan dilakukan setelah pemutus beban lebih dulu dibuka. Untuk menjamin supaya urutan operasi tidak salah, maka pemisah dan pemutus beban dilengkapi dengan keadaan saling mengunci (*inter lock*), saklar pemisah ini digunakan pada saat terjadi perbaikan alat-alat yang sedang diperbaiki itu dengan bagian-bagian yang bertegangan.

1, Saklar beban

Saklar beban tidak dapat memutuskan arus gangguan secara otomatis. Tetapi dapat digunakan untuk memutuskan arus beban. Biasanya saklar mempunyai daya relatif kecil, kemudian diseri dengan sekering

tersebut. Setelah PMT bekerja dengan jumlah tertentu maka media yang

UNIVERSITAS MEDAN AREA
dipakai harus diganti :

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

a. Secara manual

Apabila line atau trafo daya akan dipelihara maka secara manual PMT yang bersangkutan harus dibuka (*open*) terlebih dahulu. Hal ini bisa dilakukan dengan dua cara yaitu :

1. Lokal
2. Remot

Secara lokal PMT dioperasikan dari panel PMT yang berada di dekat PMT, sedangkan secara remot PMT dapat dioperasikan dari ruang operator.

a. Secara otomatis

Apabila ada gangguan maka rele-rele yang berhubungan akan memerintahkan PMT untuk trip, yaitu PMT akan open dengan sendirinya. Gerakan kontak-kontak pada PMT diperoleh dari tekanan minyak yang didorong dengan tekanan dari pompa listrik yang disuplai dari arus DC dengan tegangan 110 V. Hal ini berlaku untuk PMT dengan media minyak maupun gas. Pompa listrik dipanel yang berada di dekat PMT. Pada panel tersebut juga dilengkapi dengan counter. Ada dua macam counter yaitu :

1. Counter untuk mencacah jumlah gerakan PMT.
2. Counter untuk mencacah jumlah gerakan motor listrik.

Dalam pembukaan jaringan tegangan tinggi PMT dibuka terlebih dahulu sebelum PMS line dan PMT tanah. Sedangkan dalam pemutusan jaringan penutupan PMT menempati urutan terakhir setelah PMS tanah

dibuka dan PMS ditutup.

2.2.2.e LA(Lightning Arrester)

Lightning Arrester adalah sebuah salah satu alat pelindung peralatan listrik terhadap tegangan lebih yang datang ke Gardu Induk melalui saluran transmisi dalam bentuk gelombang berjalan. Bila ada tegangan pulsa datang ke Gardu Induk, Lightning Arrester bekerja melepaskan medan listrik serta mengurangi tegangan normal yang akan mengenai peralatan Gardu Induk. Sesuai dengan fungsinya maka Lightning Arrester pada keadaan normal bersifat sebagai isolator dan bila ada tegangan impuls yang melebihi kekuatan isolator peralatan. Lightning Arrester cepat berubah sehingga konduktor yang baik yang mem-bypass tegangan. Impuls tersebut, arus menyalir karena tegangan sistem. Arus ini dikenal dengan nama arus susulan atau follow current. Lightning Arrester harus tahan terhadap panas yang ditimbulkan oleh arus ini, dan kemudian memutuskan dengan cepat. Dengan demikian Lightning Arrester harus cepat kembali sebagai isolator lagi setelah membebaskan tegangan lebih itu, sehingga pemutus beban atau circuit breaker (CB) tidak sempat bekerja, bila pemutus beban bekerja, maksud penggunaan Lightning Arrester gagal.

" Spark Gap " sederhana bukan merupakan Lightning Arrester. Meskipun mempunyai kemampuan untuk membebaskan tegangan lebih. Hal ini disebabkan karena Spark Gap tidak dilengkapi dengan pemutus arus susulan.

UNIVERSITAS MEDAN AREA mempunyai kemampuan tujuan yang sama, yaitu mengamankan peralatan

terhadap tegangan lebih. Perbedaannya terletak pada cara Lighting Arrester memadamkan arus susulan, cara merubah dirinya kembali sebagai isolator serta besaran arus dan tegangan yang mampu ditahannya. Ada 2 cara Lighting Arrester dilihat dari cara kerjanya, yaitu “expulsion arrester” dan “Vallue arrester”.

Lighting Arrester merupakan kunci koordinasi isolasi dalam sistem tenaga listrik. Agar tujuan mencapai koordinasi isolasi secara ekonomis dan seefektif mungkin, karakteristik Lighting Arrester diketahui dengan jelas, yang dimaksud dengan karakteristik Lighting adalah :

- a. Rating tegangan yang dinyalakan dalam trafo daya, misal 20KV 50 Hz.
- b. Karakteristik proteksi atau karakteristik proteksi impuls, digunakan untuk mendapatkan korelasi antara Lighting Arrester dengan peralatan yang diproteksi.
- c. Kemampuan terhadap arus daya yang dinyatakan dalam bentuk arus hubung singkat sistem.
- d. Kemampuan terhadap impuls, yang dinyatakan dalam puncak (crest) dari bentuk gelombang yang dispesifikasikan.
- e. Batas termis yakni kemampuan untuk melakukan arus susulan dalam waktu tertentu.



Gambar 2.7 Arrester

2.2.3 Proteksi Gardu Induk

Selama operasi gangguan yang akan membuat terhentinya pelayanan selalu ada. Oleh karenanya, peralatan proteksi pada Gardu Induk merupakan bagian penting untuk menjaga kelangsungan pelayanan maupun kerusakan alat itu sendiri. Secara garis besar proteksi Gardu Induk meliputi :

1. Proteksi trafo daya

Ada beberapa gangguan yang mungkin terjadi pada trafo daya, misalnya gangguan yang bersifat simetris menyebabkan arus lebih pada tempat terjadinya kesalahan tetapi juga menyebabkan tegangan lebih pada fase yang sehat.

2. Proteksi rel daya

Proteksi rel daya tidak meliputi rel daya saja melainkan juga meliputi hubungan pada saklar dan pemutus lebur. Pada prinsipnya, proteksi rel daya

ialah mengisolir tempat gangguan tersebut, sehingga tidak terpengaruh pada rel daya lainnya yang sehat. Macam hubungan rel daya juga menentukan bagaimana sistem pengaman dipasang. Tetapi pada umumnya untuk melindungi rel daya dengan arus keluar dari rel daya. Bila tidak terjadi kesalahan jumlah yang masuk akan serta dengan jumlah yang keluar.

3. Proteksi jaringan

Proteksi jaringan juga menggunakan pengaman dengan prinsip diferensial, selain itu pengaman terhadap arus lebih dari sambaran kilat perlu diperhatikan.

4. Proteksi sambaran petir/kilat tak langsung (gelombnag impuls yang masuk melalui gelombnag transmisi)

Sambaran tak langsung adalah sambaran kilat yang terjadi diluar Gardu Induk, misalnya saluran transmisi. Sambaran kilat pada saluran transmisi menimbulkan tegangan lebih berbentuk pulsa. Yang kemudian merambat menuju Gardu Induk. Untuk mengamankan peralatan Gardu Induk terhadap tegangan ini dipasang Lighting Arrester diujung saluran transmisi. Koordinasi isolasi merupakan salah satu cara untuk mengatasi tegangan lebih akibat sambaran kilat secara ekonomi.

5. Proteksi sambaran kilat langsung pada Gardu Induk

Cara melindungi Gardu Induk terhadap sambaran kilat ini ialah dengan memasang kawat tanah pada Gardu Induk tersebut. Aturan pemasangan kawat berdasarkan model elektromagnetis yang akan

UNIVERSITAS MEDAN AREA
ditranskripkan pada halaman selanjutnya.

© 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

Document Accepted 6/9/23

Access From (repository.uma.ac.id)6/9/23

2.2.4 Prinsip Tata Letak

Dalam Gardu Induk ada beberapa peralatan yang harus disusun letaknya sedemikian sehingga memenuhi persyaratan teknis, ekonomis dan keindahan. Syarat teknis meliputi cara-cara pemisah peralatan satu dengan lainnya, pemisah peralatan, penentuan letak. Lighting Arrester sertapemasangan kawat tanah untuk melindungi Gardu Induk terhadap sambaran kilat. Dengan demikian tata letak Gardu Induk akan dijumpai tata cara pengaturan komponen peralatan sesuai dengan rangkaian yang telah ditentukan, dikaitkan dengan persyaratan tersebut diatas.

Prinsip tata letak tidak dipengaruhi oleh besar tegangan dan arus yang masuk ke Gardu Induk. Besar tegangan serta arus hanya menentukan besar komponen peralatan dan jarak pemisah setiap komponen tersebut. Pembahasan tata letak ini meliputi :

1. Pemisah bagian peralatan

Penentuan besar jarak pemisah bagian peralatan didasarkan atas besar tegangan kerja, tegangan impuls yang diperkirakan akan terjadi, (baik impuls yang disebabkan oleh kilat maupun oleh swaching) sehingga memerlukan jarak pemisah yang lebih besar.

Dalam penentuan pemisahan peralatan, ada 4 macam jarak yang perlu diperhatikan yaitu :

- a. Pemisah tanah (*earth clearance*), yaitu jarak antara bagian yang dialiri arus dengan tanah, atau bagian peralatan yang ditanahkan.

- b. Pemisah fase (*phase clearance*), yaitu jarak antara fase yang satu

dengan fase yang lainnya.

- c. Jarak pengisolasian (*isolating distance*), yaitu jarak antara saklar pemisah dan pemutus beban.
- d. Pemisah bagian (*section clearance*), yaitu jarak antara bagian yang dialiri arus dengan daerah kerja.

Pada tabel 2.1 dan 2.1 akan diberikan harga-harga pemisah tanah dan pemisah fase untuk Gardu Induk dengan sistem pertanahan efektif dan sistem pertanahan non efektif Pada tabel tersebut tegangan impuls (KV) dinyatakan dalam harga puncak, sedangkan tegangan kerja dalam rms. Pemisahan tanah dan pemisah fase untuk Gardu Induk pemasangan luar dengantegangan kerja dari 22 KV s/d 88 KV dan 110 KV keatas dengan pentanahan nonefektif

Tingkat pentanahan; thd teganan impuls	Tegangan kerja nominal	Pemisah tanah minimum	Pemisah fase minimum
(KV)	(KV)	(mm)	(mm)
150	22	279	330
200	33	381	432
250	44	482	558
300	66	685	768
450	88	863	989
550	110	1068	1219
650	132	1270	1473
1	165	1473	1702
750	220	2082	2388
1050			

Jarak pemisah tanah dan pemisah fase untuk Gardu Induk pasangan luar dengantegangan kerja 110 KV ke atas memakai pentanahan efektif

Tingkat pentanahan thd tegangan impuls	Tegangan kerja nominal	Pemisah tanah minimum	Pemisah fase minimum
(KV)	(KV)	(mm)	(mm)
450	110	863	989
550	132	1068	1219
650	165	1270	1473
900	220	1473	1702
1050	275	2082	2,38

Tabel 2.2

1. Daerah Pemeliharaan

Salah satu faktor dalam menentukan tata letak ialah keamanan pekerja yang akan mengulas Gardu Induk itu. Keamanan bagi pekerja ditentukan oleh suatu jarak pengaman dalam pemeliharaan peralatan, masalah pengisolasian dengan bagian yang aman. Daerah pemeliharaan dari pengelompokan pengaman.

a. Jarak pengaman dan pemisah daerah pemeliharaan

Jarak pengaman dan jarak antara bagian peralatan yang bertegangan

dengan daerah kerja sehingga memungkinkan dilakukan

standari yang pasti. Setiap negara mempunyai pedoman sendiri-sendiri dalam menentukan jarak tersebut. Tetapi pada dasarnya, jarak pengaman ditentukan oleh besar jarak pemisah tanah ditambah dengan tinggi pekerjaan dan jangkauannya, untuk jarak vertikal sedangkan untuk jarak horizontal diambil sekitar jarak vertikal.

b. Pengelompokan daerah pengaman

Pemeliharaan tidak boleh mengabaikan keamanan pekerja, tetapi dilain pihak keandalan Gardu Induk tersebut harus tetap dipertahankan. Untuk dapat mencapai tujuan tersebut di atas, diperlukan pengelompokan daerah pengaman untuk daerah pemeliharaan. Secara garis besar pengelompokan daerah pengaman pemeliharaan terdiri dari daerah pemutus beban daerah busbar (rel daya) dan jaringan primer.

2. Ekonomisasi Peralatan dari Luas Tanah

Karena jumlah peralatan pokok dalam Gardu Induk sudah tertentu, maka ekonomisasi peralatan hanya dapat dilakukan dengan pengaturan tata letak peralatan itu, sehingga jumlah isolator penumpu dapat dibuat sekecil mungkin. Sedangkan ekonomisasi luas tanah dapat dicapai dengan membuat tata letak sebaik mungkin dapat dicapai luas tanah seminimum mungkin.

2.2.5 Pentanahan Gardu Induk

Pentanahan Gardu Induk adalah pentanahan (yang merupakan hubungan ke tanah) dari bagian peralatan yang tidak dialiri arus sistem

tenaga. Untuk jelasnya dapat diambil contoh 2.4 tujuan dari pentanahan

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)6/9/23

dengan tanah atau bagian peralatan yang dihubungkan tanah, pada batas tegangan yang cukup aman bagi manusia atau operator baik pada waktu keadaan normal maupun pada saat sistem Gardu Induk mengalami gangguan.

Pada keadaan normal misalnya, tegangan induksi dan pada saat gangguan misal hubung singkat dengan bagian-bagian yang tidak dialiri arus serta gangguan sambaran petir.

Secara garis besar pentanahan Gardu Induk dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

1. Pentanahan dengan menanamkan batang konduktor tegak lurus ke dalam permukaan.
2. Pentanahan dengan menanamkan batang konduktor dalam tanah sejajar permukaan tanah.

Sistem pentanahan tersebut diatas dimaksudkan untuk memperoleh hambatan tanah yang sekecil mungkin hingga tujuan pentanahan dapat tercapai.

Pada sub bab ini tidak akan dibahas cara pentanahan itu sendiri, tetapi hanya akan ditunjukkan sistem pentanahan yang baik terhadap gangguan sambaran kilat, kemudian akan dihubungkan dengan sistem pelindung terhadap sambaran langsung dan kestabilan Gardu Induk dalam melayani beban.

UNIVERSITAS MEDAN AREA ~~Medan~~ perencanaan sistem pelindung terhadap petir dengan

kawat tanah ini, belum berarti bahwa Gardu Induk ini telah bebas dari tegangan lebih yang dapat memutuskan pelayanan daya. Hal ini masih tergantung pada pentanahan Gardu Induk.

Bila hambatan tanah di buat sekecil mungkin maka pada saat kawat tanah tersambar petir, maka akan terjadi tembus balik (*back flash*) yang menyebabkan terjadinya flash over pada rangkain isolator.

Sebaiknya bila tahanan kaki menara besar tembus balik akar terjadi dan peristiwa ini menyebabkan pemutus beban muka.

2.2.6 Tegangan Lebih pada Gardu Induk

Peralatan Gardu Induk senantiasa akan selalu mendapat tegangan lebih (*over voltage*) yang akan merusak peralatan tersebut. Tegangan ini bisa berbentuk pulsa yang ditimbulkan oleh sambaran kilat. Proses pemutusan gangguan oleh pemutus beban atau proses penyaklaran untuk Gardu Induk tegangan tinggi dan tegangan ekstra tinggi. Oleh karenanya pada kesempatan ini akan dibahas sumber-sumber tegangan lebih pada Gardu Induk.

2.2.7 Sumber Tegangan Lebih Pada Gardu Induk

Sumber-sumber tegangan lebih pada sistem tenaga listrik berdasarkan golongannya dapat dibagi menjadi 2 yaitu :

1. Tegangan lebih yang disebabkan dari luar

Petir merupakan penyebab utama timbulnya tegangan lebih yang

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)6/9/23

terpasang di luar tidak aman terhadap tegangan lebih yang ditimbulkan oleh surja petir dapat sangat besar (potensial yang sangat besar) disebabkan oleh muatan listrik antara awan dan bumi.

Tegangan lebih yang disebabkan dari Luar yaitu :

a. Tegangan lebih akibat sambaran langsung

Apabila kilat menyambar jaringan transmisi maka energi kilat terhimpun pada konduktor yang tersambar mengakibatkan naiknya tegangan pada sistem.

b. Tegangan lebih akibat sambaran tak langsung

Apabila kilat terjadi dekat dengan penghantar, misalnya menyambar kawat tanah maka akan terjadi tegangan induksi pada kawat penghantar yang mengakibatkan tegangan lebih.

1. Tegangan yang disebabkan dari dalam

Di dalam operasi sehari-hari mungkin terjadi tegangan lebih yang disebabkan dari faktor-faktor dari dalam sendiri. Tegangan lebih ini misalnya disebabkan oleh proses switching yaitu pembukaan atau penutupan suatu rangkain ataupun karena perubahan beban secara cepat dengan adanya gangguan pada saluran. Tegangan lebih yang disebabkan dari dalam yaitu :
Tegangan lebih stasioner.

Tegangan lebih stasioner adalah suatu tegangan lebih yang diakibatkan adanya peristiwa atau proses pembebanan jaringan pemutus hubung singkat, akibat dari pemutusan arus induktor yang kecil dan pemutusan saluran udara

terbuka. Proses ini akan terjadi peralihan dari kondisi normal ke keadaan

2.2.8 Gangguan Tegangan Pada Sistem

Pada saat tenaga listrik sering digunakan ada kalanya gangguan dapat mengakibatkan terjadinya pelayanan daya listrik sebagian ataupun seluruhnya.

Penyebab utama dari gangguan tersebut kemungkinan adanya hubung singkat kawat dengan tanah, dua fase ke tanah atau hubung singkat tiga fase. Hal ini menimbulkan arus yang besar pada sistem yang terganggu. Dalam hal ini terjadi gangguan disamping arusnya membesar juga pada fase-fase yang tidak terganggu akan bertambah besar.

Pengaruh besar arus gangguan peralihan dapat melemahkan peralatan-peralatan listrik yang dilaluinya, bila berlangsung lama dapat mengakibatkan melemahnya konduktor dan peralatan-peralatan lainnya.

Ketahanan peralatan terhadap tegangan lebih yang disebabkan adanya surja tegangan terhadap yang terjadi pada suatu sistem tenaga umumnya dan peralatan khususnya mengakibatkan penembusan-penembusan pada transformator. Bila tegangan yang ditimbulkan oleh kilat melebihi kekuatan isolasi peralatan maka akan terjadi flash over atau break down.

Untuk itu tagangan lebih besarnya melebihi batas isolasi peralatan menggunakan suatu peralatan pada terminal yang dilindungi guna membatasi besarnya tegangan lebih yang timbul pada terminal yang proteksi tanpa mengganggu keadaan sistem.

Dalam pemasangan alat-alat pengaman tegangan lebih perlu

diperhatikan mengenai yaitu :

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)6/9/23

1. Batas ketahanan isolasi yang diamankan.
2. Kesanggupan alat pengaman dalam hal mengatasi tegangan lebih.

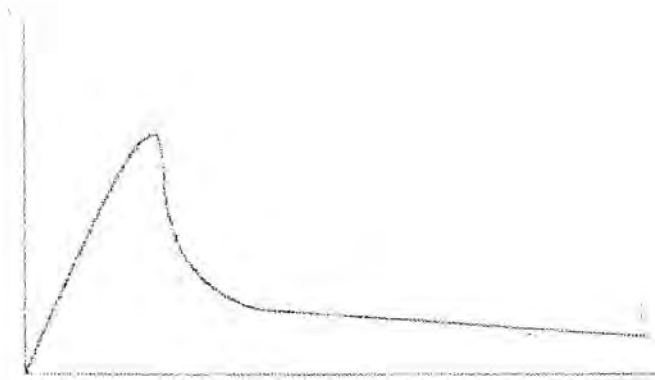
2.2.9 Pengertian Surja

Surja dapat berupa arus ataupun tegangan. Surja timbul pada suatu peristiwa (phenomena) perubahan mendadak yang besar dan dalam waktu yang singkat pada besaran arus dan tegangan surja ada dua macam, yaitu :

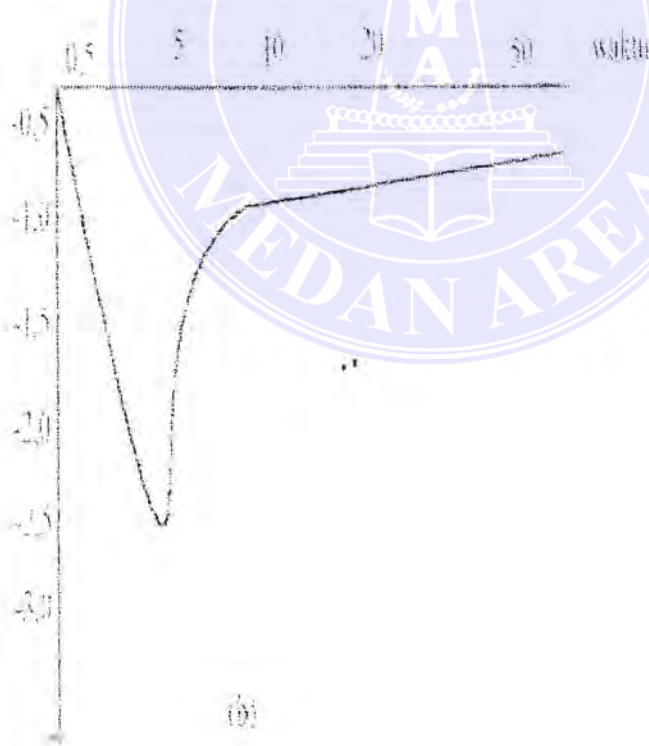
- a. Surja Petir
- b. Surja Hubung

2.2.9.a Surja Petir

Gangguan dapat terjadi karena pukulan-pukulan gelombang surja. Gelombang surja dapat terjadi karena cuaca yaitu petir yang menyambar jaringan transmisi yang kemudian menyalurkan ke Gardu Induk terdekat antara transformator dipasang. Walaupun waktu kerja gelombang surja sangat singkat yaitu hanya hingga beberapa puluh mikrodetik, akan tetapi karena tidak mengakibatkan kerusakan pada sebuah transformator.



Gambar 3.1(a) Bentuk gelombang yang berasal dari surja petir



Gambar 3.1(b) Bentuk gelombang yang berasal dari surja petir

Keterangan Gambar:

Gambar (a) memperlihatkan bentuk gelombang yang berasal dari surja petir yang dicatat dengan sebuah osilograf/sinar katoda, yaitu berupa tegangan sebagai fungsi waktu pada lengkung terlihat tiga bagian. Pada awal tempat suatu loncatan, yang sering dinamakan sebagai muka gelombang kemudian suatu puncak, yang disusul oleh suatu ekor yang panjang. Bentuk surja dianggap sebagai regular/standari. Gambar (b) terlihat bentuk yang berlainan. Disini gelombang surja praktis hanya berbentuk puncak, hampir tanpa ekor, lonjakan sangat curam sekali juga dapat dicatat bahwa gelombang ini mempunyai muatan listrik yang negatif. Lengkung ini dilengkapi dengan ukuran sekala, dan dapat dibaca bahwa tegangan puncak melampaui tegangan 2500 KV atau 2,5 juta volt, dan waktu berlangsung sangat singkat sekali, hanya sekitar 5-6 mikro detik. Bentuknya secara relatif tidak berarti, walaupun secara absolut masih setinggi 100 KV, kiranya petir yang menghasilkan gelombang surja ini sangat dahsyat adanya.

2.2.9.b Surja Hubung

Mekanisme pokok dari terjadinya surja hubung adalah sebagai berikut :

- a. Peristiwa pukulan kembali (*restrising phenomena*) dan dalam pemutusan arus kapasitif dari saluran transmisi tanpa beban atau kapasitor tenaga.
- b. Peristiwa terpotongnya arus pembangkitan pada transformator tenaga.

5. Penutupan arus tenaga.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

d. Penutupan yang tidak serentak pada sektor pemutus tenaga tiga fasa.

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

Perlindungan terhadap tegangan lebih dimaksudkan agar isolasi perlengkapan-perengkapan tidak mendapat tegangan yang mencapai atau melebihi batas elektrik isolasi tersebut jika terjadi tegangan lebih (dari surja petir maupun surja hubung). Alat pelindung tersebut harus memberi impedansi serendah-rendah pada surja. Sehingga tagangan pada sistem tidak melonjak, sedang bila surja telah lewat, alat pengaman tersebut harus cepat kembali bersifat isolator untuk mencegah aliran arus yang berkelanjutan, dan pengaman yang dipakai adalah Lighting Arrester.

Lighting Arrester apabila memenuhi melepas surja hubung. Maka tenaga harus ditampung Lighting Arrester lebih besar daripada tenaga yang ditimbulkan surja petir yang menyambar ketika Lighting Arrester yang dapat memenuhi tugas kerja terhadap surja hubung belum berhasildibaut, maka Lighting Arrester dan tingkat isolasi dari peralatan yang dilindungi diperkuat terhadap surja hubung. Namun pada sistem tegangan tinggi karena pertimbangan ekonomis dikehendaki tegangan pelepasan terhadap tegangan surja hubung kurang dari 70 % BIL dan peralatan yang dilindungi. Suatu batas minimum kadang-kadang diadakan, karena jika tegangan terlalu rendah. Lighting Arrester akan sering terlalu bekerja, dan ini akan mempercepat kerusakannya.

Setelah surja hubung, Lighting Arrester harus dengan cepat menjadi isolator sehingga pemutusan daya tidak sempat terbuka. Lighting Arrester dapat memutuskan arus susulan tanpa menimbulkan gangguan sehingga

kontinuitas pemaluran daya listrik tidak terhambat.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian-

Adapun lokasi yang digunakan sebagai objek penelitian adalah Gardu Induk 150 KV Sibolga PT. PLN (Persero) Pembangkitan Sumatera Bagian Utara Sektor Pandan Jln.Aek Tolang Pandan.

3.2 Peralatan Penelitian

Adapun peralatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Satu unit Notebook

Merk :AsusTek 1025CE

Processor :Intel® Atom™ CPU N2800 @1.86GHz 1.86GHz

Installed memory (RAM) :2GB

System Type :32-bit operating system

Fungsi : Sebagai alat penyimpan data dari flasdisk

2. Satu Unit Plashdrive

Merk : KINGSTON

Kapasitas : 4 GB

Fungsi : Sebagai alat penyimpan data yang dibutuhkan dari tempat penelitian

3.3 Data Penelitian

3.3.1 Data Trafo Daya

Merk	= Pasti trafo
Rating Power ON AN	= 60940 KVA =60,9 MVA
Rating Power ON AF	= 81250 KVA =81,25 MVA
Frekuensi	= 50 Hz
Insul Level	= 170/12,5
Inpedansi Voltage	= 11,75%
Ratio	= 400/5
Rating	= 15 VA
Reaktansi Trafo(XT)	= 0,21Pu

3.3.2 Data PMT

Merk	= AEG
Rated Voltage	= 170 KV
Frequency	= 50 Hz
Rated Normal Current	= 3150 A
Rated Duration Short C	= 40 KVA
Rated Duration Phasa	= 10 KVA

3.3.3 Data LA(Lightning Arrester)

Merk	= Bowthorpe EMP Brighton England
Type	= 28150
System	= 50/60 Hz
Standard	= IEC 99-4-1991
Maks.Break	= 150 KV

3.4 Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis penelitian langsung yang dilakukan untuk mengumpulkan data atau informasi yang dibutuhkan dengan cara meneliti langsung di GI Sibolga. Teknik yang digunakan dalam pengumpulan data ini adalah :

3.4.1 Wawancara (*Intervi*w)

Metode ini digunakan untuk memperoleh data atau informasi dengan cara percakapan langsung dengan pegawai atau operator yang ada di GI Sibolga untuk mendapatkan data yang dibutuhkan.

3.4.2 Metode Observasi

Metode ini dilakukan dengan pengamatan dilingkungan kerja, pengamatan yang dilakukan adalah mengamati peralatan-peralatan Gardu Induk yang ada di Gardu Induk 150 KV Sibolga.

3.5 Teknik Analisa Data

Teknik analisa data sangat diperlukan dalam proses menganalisa data dengan memasukkan data yang diperoleh dari penelitian langsung di GI Sibolga. Alur teknik penelitian data adalah sebagai berikut :

3.5.1 Algoritma Penelitian

Mulai :

Data dalam system :

Arus pukulan petir(I) : 12 KA

Induktansi Kawat(L): 1,27 μ H/m

Yaitu menghitung kenaikan ataupun penurunan tegangan permeter

Selanjutnya:

Menghitung sambaran petir langsung pada saluran.

Data dalam system:

- Arus pukulan petir(I)=10 KA

-Perambatan gelombang=4/1 detik

-Tegangan saluran(Vs)=11 KV

-Loncatan Impedansi(Z)=400 Ohm

Menghitung arus pukulan puncak dengan batas 25 KA dalam jarak 31,5 m

Menghitung batas kemampuan hantar arus penangkal petir pada jarak 22,5

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dalam pembahasan tentang pengaruh tegangan lebih terhadap perlengkapan Gardu Induk dapat diambil kesimpulan :

1. Hal-hal yang dapat menyebabkan gangguan pada sistem tenaga listrik diantaranya adalah
 - a. Surja pertir
 - b. Surja hubung singkat dan
 - c. Frekuensi rendah.
2. Akibat yang ditimbulkan oleh adanya sambaran petir adalah kerusakan isolasi pentahan apabila terjadi pada Gardu Induk maka peralatan yang utama yaitu transformator bisa terbakar atau bahkan bisa meledak dan ini dapat terjadi kalau sistem proteksi atau sistem pelindung pada transformator kurang baik. Selain itu sambran petir juga mengakibatkan perubahan tegangan pada sistem, karena saat terjadi sambaran, tegangan bisa mencapai hampir sepuluh kali lipat tegangan menurut analisa perhitungan.
3. Dilihat dari analisa perhitungan apabila lonjakan impedansi (Z) semakin besar maka akan semakin besar pula lonjakan tegangannya (V) dan bila

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

Document Accepted 6/9/23

lonjakan tegangannya besar, semakin bertambah besar arusnya juga

Access From (repository.uma.ac.id)6/9/23

apabila tegangan puncaknya bertambah besar mengakibatkan tingkat isolasinya menjadi kecil.

4. Usaha pengamanan atau proteksi yang paling baik adalah dengan pemasangan arrester terhadap peralatan utama. Selain itu pemasangan kawat bawah tanah dengan resistansi penghantar yang kecil. Dengan demikian diharapkan kerusakan pada peralatan akibat adanya gangguan sambaran surja petir sangat kecil.

5.2 SARAN

1. Untuk mendapatkan keandalan dalam mengatasi gangguan-gangguan yang ada terutama sambaran surja petir hendaknya dalam pemasangan peralatan yang lain dilaksanakan dengan baik dan benar tetapi juga harus memperhatikan faktor keamanan lingkungan dan faktor ekonomis.
2. Kepada semua elemen masyarakat terutama PLN dalam memenuhi kebutuhan akan tingginya listrik pada saat ini setidaknya harus mampu memberikan yang terbaik dalam pelayanannya.

DAFTAR PUSTAKA

Buku pegangan Teknik Tenaga listrik PT.PLN GI Sei Rotan

PT.PLN "LIGHTNING ARRESTER" No. 12-22/HARLUR-PST-2009

PT.PLN "PROTEKSI DAN KONTROL BUSBAR 2009

PT.PLN SEKTOR GLUGUR "PENGETAHUAN DASAR PERALATAN GI"

[http://www.scribd.com/sepintas-Gardu Induk](http://www.scribd.com/sepintas-Gardu-Induk)

[http://www.banyumaslive.com/sambaran petir](http://www.banyumaslive.com/sambaran-petir)

[http://www.arismunandar/Teknik Tegangan Tinggi 1994](http://www.arismunandar/Teknik-Tegangan-Tinggi-1994)

