

**PENGOPERASIAN DAN PEMELIHARAAN
PERALATAN JARINGAN
TRANSMISI DAN DISTRIBUSI**

TUGAS AKHIR

Oleh :

**Petrus Surya H. Rumapea
Stb.98.812.0020**



**PROGRAM STUDI FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2005**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

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

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

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

Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

RINGKASAN

Kontinuitas penyampaian tenaga listrik kepada konsumen tergantung pada kondisi sarana, antara lain jaringan transmisi dan distribusi beserta peralatannya. Agar kondisi jaringan tetap selalu dalam keadaan baik. Maka kita harus tahu bagaimana mengoperasikan dan sekaligus memelihara secara teratur.

Dapat disimpulkan bahwa pengoperasian dan pemeliharaan peralatan jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik, berguna untuk memungkinkan penyediaan tenaga listrik kepada para pelanggan/konsumen dengan mutu serta keadaan yang baik/ tinggi juga kondisi peralatan yang selama mungkin guna kepentingan masyarakat sendiri.

Pengoperasian dan pemeliharaan peralatan ini harus pula dipertimbangkan sematang-matangnya secara ekonomis tanpa mengurangi kehandalan kerja dari peralatan tersebut.

ABSTRACT.

The distribution continuity of electricity power to consumer depends on condition of facilities such as transmission network and distribution as well as all its instruments. The network must be always in good condition. Hence, we have to know of how to operate and maintain it regularly.

It can be concluded that the operation and maintenance of transmission and distribution of electricity power is use full for the supply of electricity power for the consumer with high quality. The condition of its instruments must be also maintained for the sake of the community it self

The operation and maintenance of instruments must be also considered well from economical side without reducing its work reliability from such as instruments.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
RINGKASAN	ii
DAFTAR ISI	iii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Tujuan Penulisan.....	2
I.3. Sistematika Penulisan.....	2
I.4. Batasan Permasalahan.....	3
BAB II. SISTEM TENAGA LISTRIK.....	4
II.1. Sistem Penyaluran Tenaga Listrik	4
II.2. Jaringan Transmisi dan Distribusi	7
II.3. Gangguan-gangguan pada Instalasinya	8
II.4. Perkiraan Beban dan Energinya.....	9
II.4.1. Kebutuhan Beban	9
II.4.2. Karakteristik Beban	10
II.4.2.1. Tipe-tipe Beban.....	10
II.4.2.2. Parameter Beban	11

**BAB III. PENGOPERASIAN DAN PEMELIHARAAN
 PADA PERALATAN PENDUKUNG JARINGAN**

TRANSMISI DAN DISTRIBUSI	16
III.1. Tujuan Pemeliharaan	16
III.2. Pengoperasian dan Pemeliharaan pada Generator ...	17
III.2.1 Pengaturan Generator	17
III.2.2 Pengoperasian Generator	18
III.2.3 Eksitasi Generator AC	20
III.2.4 Eksitasi Tegangan pada Generator	21
III.2.5 Pemeliharaan Generator.....	21
III.3 Pengoperasian dan Pemeliharaan pada Transformator	23
III.3.1 Pembagian Transformator.....	23
III.3.1.1 Transformator Kering	23
III.3.1.2 Transformator Minyak.....	24
III.3.2 Pengoperasian Transformator	26
III.3.3 Penyebab Kerusakan pada Transformator	27
III.3.4 Kerugian dan Efisiensi pada Transformator	30
III.4. Pemutus Rangkaian	30

III.4.1. Pemutus Rangkaian yang Menggunakan Minyak dan Udara.....	31
III.4.2. Pemutus Rangkaian Konak yang Dicetak.....	32
III.4.3. Pemutus Rangkaian Kebocoran ke Tanah	35
III.4.4 Pemutus Rangkaian Ruang Hampa.....	35
III.4.5 Pemutus Rangkaian SF ₆	36
BAB IV. KEBERHASILAN SUATU PEMELIHARAAN.....	37
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pengembangan sumber energi untuk memperoleh kerja yang berguna adalah kunci dari kemajuan industri yang penting untuk peningkatan taraf hidup yang berkesinambungan bagi rakyat dimanapun mereka berada. Bagaimana menemukan sumber energi yang pada dasarnya tidak akan pernah habis untuk masa mendatang, menyediakan energi dimana saja diperlukan, dan mengubah energi dari suatu bentuk ke bentuk yang lain serta yang menggunakannya tanpa menimbulkan pencemaran yang akan merusak lingkungan hidup, adalah beberapa dari tantangan-tantangan terbesar yang di hadapi dunia pada masa kini. Sistem tenaga listrik adalah salah satu dari alat-alat untuk mengubah dan memindahkan energi yang mempunyai peranan penting dalam menghadapi tantangan-tantangan tersebut. Dilihat dari berbagai standar, industri tenaga listrik adalah yang terbesar di dunia. Diperlukan sarjana-sarjana Elektro yang terlatih dengan baik untuk mengembangkan dan menerapkan kemajuan yang didapat dari ilmu pengetahuan guna memecahkan problema industri tenaga listrik dan memastikan adanya keterandalan yang tinggi dari sistem tersebut yang disertai pula dengan perhatian yang mendalam akan hal-hal yang menyangkut perlindungan ekologi.

Pada Bab III Penulis membahas tentang pengoperasian dan pemeliharaan pada beberapa peralatan pendukung jaringan Transmisi dan Distribusi.

Pada Bab IV Penulis membahas tentang keberhasilan akan suatu pemeliharaan

Pada Bab V Disini Penulis menguraikan tentang kesimpulan dan saran yang baik dalam suatu perawatan Transmisi dan Distribusi sistem tenaga listrik.

I.4. Batasan Masalah

Penulis perlu memberikan suatu pembatasan masalah sesuai dengan judul Tugas Akhir ini yaitu : **“ Pengoperasian dan Pemeliharaan Peralatan Jaringan Transmisi dan Distribusi.”**

Dalam penyajian ini penulis hanya membahas tentang pengoperasian dan pemeliharaan pada beberapa peralatan yang dominan sering digunakan pada sistem tenaga listrik.

BAB II

SISTEM TENAGA LISTRIK

II.1 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik

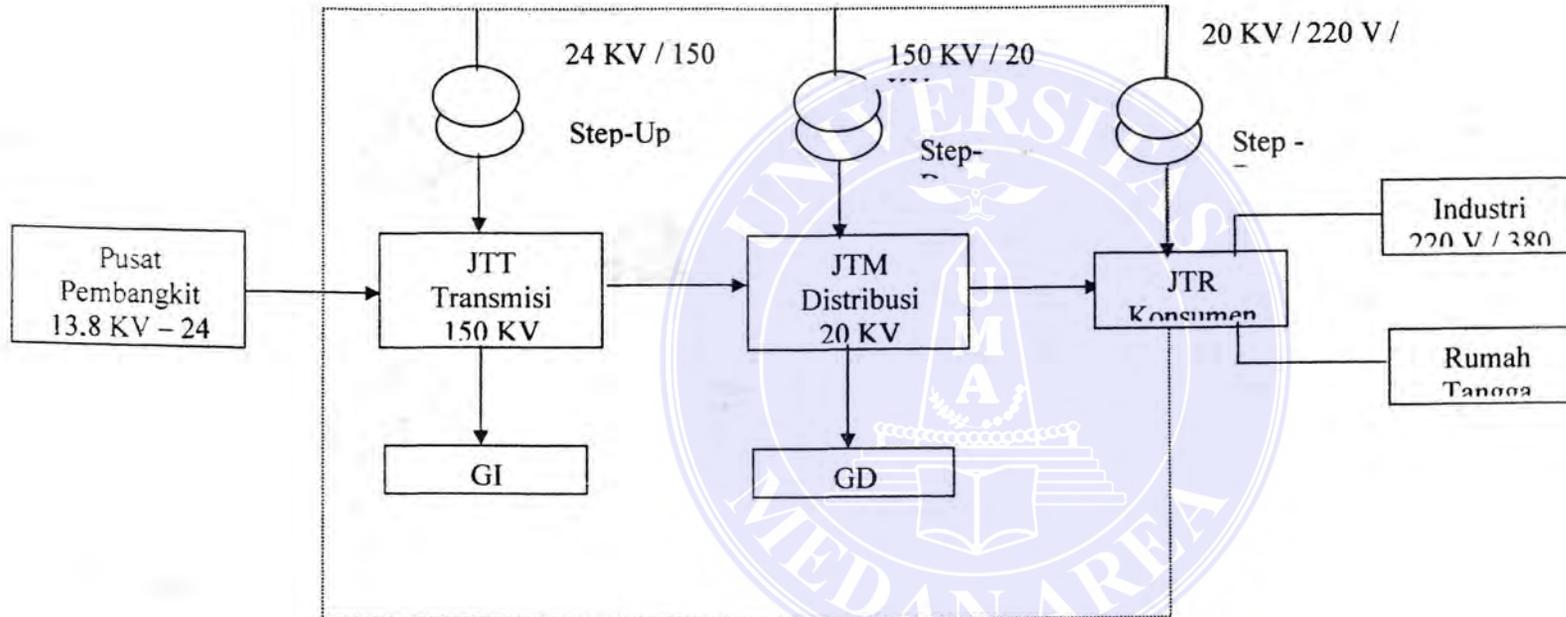
Untuk menganalisa penyaluran tenaga listrik diperlukan adanya rangkaian setara pengganti saluran transmisi. Pembahasan disini dibatasi hanya pada penyaluran arus bolak-balik.

Sebenarnya klasifikasi saluran menurut panjangnya adalah relatif. Klasifikasi saluran transmisi harus didasarkan atas besar-kecilnya kapasitansi ke tanah. Jadi bila kapasitansi kecil, dengan demikian arus bocor ke tanah kecil terhadap arus beban, maka dalam hal ini kapasitansi ke tanah dapat diabaikan dan dinamakan saluran pendek. Tetapi bila kapasitansi sudah mulai besar sehingga sudah tidak dapat diabaikan, tetapi belum besar sekali sehingga masih dapat dianggap seperti kapasitansi terpusat dan ini dinamakan saluran menengah. Bila kapasitansi itu besar sekali sehingga tidak mungkin lagi dianggap sebagai kapasitansi terpusat dan harus dianggap terbagi rata sepanjang saluran, maka dalam hal ini dinamakan saluran panjang.

Namun perlu diketahui pula, bahwa makin tinggi tegangan kerja, maka kemungkinan timbulnya korona juga makin besar. Jadi ada kalanya walaupun panjang saluran hanya 50 Km misalnya, dan bila tegangan kerja sangat tinggi, maka kapasitansi relatif besar sehingga tidak mungkin lagi diabaikan walaupun panjang saluran hanya 50 Km. Gambar di bawah

Gambar dibawah ini menunjukkan suatu sistem penyaluran tenaga listrik, mulai dari pembangkitnya hingga ke penyaluran kepada konsumen, yang juga menjadi kontinuitas sistem penyaluran tenaga listrik.





Gambar 2.1 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik

Keterangan Gambar :

1. Pusat pembangkit (13,8 KV-24 KV)
2. Jaringan Tegangan Tinggi (150 KV)
3. Trafo Step-up (24/150 KV)
4. Jaringan Tegangan Menengah (20 KV)
5. Trafo Step-down (150/20KV)
6. Jaringan Tegangan Rendah (220-380V)
7. Trafo Step-down (20KV/220-380V)

Ketujuh bagian diatas satu sama lainnya tak dapat berdiri sendiri dalam arti saling ketergantungan.

II.2 Jaringan Transmisi dan Distribusi

Tegangan pada generator besar biasanya berkisar diantara 13,8KV dan 24KV. Tetapi generator besar yang modern dibuat dengan tegangan yang bervariasi antara 18 dan 24 KV. Tidak ada suatu standar yang umum diterima untuk tegangan generator.

Kini sedang dilakukan penelitian untuk pemakaian tegangan tinggi-ultra antara 1000 sampai 1500 KV. Keuntungan Transmisi dengan tegangan yang lebih tinggi akan menjadi jelas jika kita melihat pada kemampuan Transmisi suatu saluran Transmisi. Kemampuan Transmisi dari saluran yang sama panjangnya

UNIVERSITAS MEDAN AREA sebanding dengan kuadrat tegangannya.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

- Penurunan tegangan dari tingkat tegangan Transmisi pertama-tama terjadi pada saluran pembantu bertegangan besar, dimana tegangan diturunkan sesuai
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan Sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang mempergunakan sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk tujuan komersial atau untuk dipublikasikan di media massa

dengan tegangan saluran transmisinya. Penurunan tegangan berikutnya terjadi pula pada stasiun pembantu Distribusi.

II.3. Gangguan Pada Instalasinya

Gangguan dapat menyebabkan kontinuitas, keandalan dan mutu pelayanan daya pada konsumen menurun. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya gangguan pada instalasinya dapat berasal dari luar instalasinya dan atau dari instalasi sendiri.

Gangguan dari luar terutama disebabkan oleh petir, burung, dan atau pohon, debu atau pencemaran udara, hujan, sedangkan dari dalam instalasi terutama disebabkan sifat ketahanan yang berubah, misalnya isolator retak, umur peralatan yang sudah tua.

Menurut lamanya waktu-waktu terjadinya gangguan dapat dibedakan atas:

- Gangguan sementara
- Gangguan permanen

Gangguan listrik lebih dari 80% terjadi disaluran, pada gardu 12% dan pada kabel 8%. Sedangkan menurut kemungkinan terjadinya gangguan hubungan singkat pada saluran adalah yang paling besar. Kebanyakan gangguan pada jaringan distribusi disebabkan hubungan singkat, satu fasa ketanah (70%), dua fasa ketanah (25%), dan tiga fasa ketanah (5%). Penentuan titik gangguan dan perbaikannya pada saluran udara lebih mudah daripada saluran kabel bawah tanah, tapi saluran udara yang menggunakan konduktor telanjang mempunyai frekuensi gangguan makin banyak.

Penentuan lokasi terjadinya gangguan dapat dilakukan dengan bantuan peralatan penemu gangguan. Peralatan penemu gangguan ini bekerja berdasarkan perambatan gelombang yang merambat melalui saluran. Lokasi titik gangguan dapat ditemukan berdasarkan rumus :

$$\left[l = \frac{V \cdot t}{2} \right] \dots\dots(2-1)$$

Dimana :

l = jarak peralatan ketitik gangguan

V = kecepatan rambatan gelombang dalam saluran

t = waktu yang ditempuh oleh gelombang saat dikirimkan hingga diterima kembali pantulannya

Waktu tempuh dapat dibaca pada osilosgraph dan kecepatan rambat gelombang dalam saluran digunakan 3.10^8 m/detik.

II.4. Perkiraan Beban dan Energi

II.4.1 : Kebutuhan Beban

Kebutuhan beban dari suatu daerah tergantung dari daerah, penduduk, dan standar kehidupan, rencana pengembangan sekarang dan masa datang, harga daya dan sebagainya. Akan tetapi terdapat juga suatu kebutuhan untuk memperbaiki metodologinya untuk memperkirakan kebutuhan daya secara lebih teliti.

II.4.2. Karakteristik Beban

Adalah perlu mengetahui sifat umum dari beban yang karakteristiknya ditentukan oleh faktor kebutuhan (Demand Faktor), faktor beban (Load Faktor) ,atau faktor diversitas (Diversity Faktor).

II.4.2.1 Tipe-tipe Beban

Pada umumnya, tipe-tipe beban dapat dibagi dalam kategori berikut :

- Perumahan (Domestik)

Ini terdiri dari penerangan,kipas angin, alat-alat rumah tangga, misalnya pemanas, lemari es, alat pendingin udara (air conditioner),alat pemanggang, kompor listrik,dan motor-motor listrik kecil untuk pompa dan yang lainnya.Bermacam-macam faktornya adalah : faktor kebutuhan 70%-100%, faktor diversitas 1.2-1.3 dan faktor beban 10-15%.

- Komersial

Ini terutama terdiri atas penerangan untuk toko dan reklame, restoran, pasar-pasar,dan sebagainya. Faktor kebutuhan biasanya sebesar 90-100%, faktor diversitas adalah 1.1-1.2 dan faktor beban sebesar 25-30%.

- Industri

Beban ini mungkin mempunyai tingkat daya tipikal seperti berikut:

Industri rumah tangga	5 KW
Industri skala kecil	5-25 KW
Industri skala menengah	25-100 KW
Industri besar	100-500 KW
Industri berat	diatas 500 KW

Kedua jenis beban terakhir membutuhkan daya pada periode yang lebih lama dan tetap sama dalam sehari. Untuk beban skala besar, faktor kebutuhan sekitar 70-80%, dan faktor beban 60-65%, dan untuk industri berat, faktor kebutuhannya antara 85-90% dengan faktor beban 70-80%.

- Beban-beban lain

Diluar beban-beban yang telah disebutkan diatas, masih ada beban lain misalnya penyediaan yang besar, industri khusus seperti kertas, tekstil, dan sebagainya yang mempunyai karakteristiknya tertentu.

II.4.2.2 Parameter Beban

Parameter beban antara lain meliputi beban, interval kebutuhan dan kebutuhan maksimum. Kebutuhan (*demans*) suatu instalasi adalah beban yang rata-rata pada terminal-terminal penerima untuk suatu interval tertentu. Beban dalam konteks ini dinyatakan dalam KW, KVAR, KVA, KA atau Ampere.

Interval dan kebutuhan periode dimana beban rata-rata dapat dipilih sebagai periode waktu (t) 15 menit, 30 menit, 1 jam atau yang lebih lama lagi.

Permintaan dan kebutuhan maksimum adalah kebutuhan terbesar yang terjadi pada interval waktu yang ditentukan. Dalam suatu sistem daya listrik, masing-masing daya mempunyai kapasitas maksimum untuk penyerapan daya. Untuk beberapa hal, masing-masing daya dalam pengoperasian suatu group, tapi beban dapat berfungsi sendiri-sendiri. Jika suatu sistem daya tersebut semua daya mengalir penuh dalam serempak, maka kebutuhan maksimum dari beban sistem akan sama dengan beban terhubung.

Faktor-faktor yang berhubungan dengan parameter beban yang terpenting adalah :

- Faktor serempak
- Faktor kebutuhan
- Faktor kapasitas
- Faktor beban
- Faktor diversitas
- Faktor rugi

Faktor Serempak

Faktor serempak adalah perbandingan antara jumlah seluruh beban yang terjadi pada saat puncak dibagi beban puncak terbesar. Nilai faktor serempak lebih besar dari 1, sedangkan kebalikannya faktor tak serempak.

Faktor kebutuhan

Faktor kebutuhan didefinisikan sebagai perbandingan antara kebutuhan maksimum dalam sebuah sistem dengan total beban yang terpasang atau terhubung pada sistem tersebut.

Tabel II.1 Faktor Kebutuhan

Jenis Beban	Faktor Kebutuhan
Pemukiman / Perumahan	0,50 s/d 0,70 %
Komersial	0,50 s/d 0,70 %
Industri	0,50 s/d 0,80 %

Faktor kebutuhan dapat juga diterapkan untuk suatu bagian dari sistem, misalnya dalam suatu industri, atau pelanggan-pelanggan komersial lainnya. Data

ini menunjukkan indikator keserempakan operasi beban-beban yang terhubung nilai kebutuhan ditunjukkan pada Tabel 2.1 diatas.

$$F_{dm} = \frac{\text{Kebutuhan Daya Maksimum}}{\text{Total Kebutuhan Beban Terhubung}} \dots\dots\dots(2-2)$$

Beban terhubung adalah jumlah dari beban yang terhubung ke sistem atau bagian-bagiannya. Jika kebutuhan maksimum sama dengan total beban terhubung maka faktor kebutuhan adalah seratus persen (%).

Faktor Kapasitas

Faktor kapasitas didefenisikan sebagai perbandingan antara energi total yang diproduksi dalam satu periode dengan energi yang akan diproduksi jika pembangkit telah dioperasikan secara terus-menerus pada rating maksimumnya.

Faktor ini juga dikenal sebagai faktor kegunaan. Jadi dirumuskan :

$$F_{cap} = \frac{\text{Beban rata - rata}}{\text{Kapasitas Maksimum}} = \frac{L_{av}}{L_{cap}} \dots\dots\dots(2 - 3)$$

Faktor Beban

Faktor beban adalah perbandingan rata-rata beban pada periode waktu tertentu yang direncanakan terhadap beban puncak yang terjadi pada periode tersebut.

$$F_{ut} = \frac{\text{Rata - rata Beban}}{\text{Beban Puncak}} = \frac{\text{Rata - rata Beban} \times T}{\text{Beban Puncak} \times T} \dots\dots\dots(2 - 4)$$

semakin panjang atau kama periode Transformator, maka semakin kecil faktor bebannya, ini disebabkan untuk kebutuhan maksimum yang sama,

penggunaan energi menutup periode waktu yang terbesar dan menghasilkan beban rata-rata yang kecil. Jika Transformator dipilih dalam hari, pekan, bulan atau tahunan maka akar nilai, 24, 168, 730, atau 8760 jam dan hasilnya akan kurang dari satu sama dengan satu.

Faktor Deversitas

Adalah perbandingan antara jumlah kebutuhan maksimal individu dari bermacam-macam bagian sistem dengan jumlah keseluruhan kebutuhan maksimum.

Tabel II.2 Faktor Deversitas

Kelompok Beban	Kwh/Kelompok	Jurusan	Puncak
Pemukiman	3 – 5	1,2 – 1,4	5 x 1,40
Komersial	1,40 – 1,80	1,1 – 1,2	1,2 x 1,80
Industri	1,40 – 1,80	1,1 – 1,2	1,2 x 1,80

$$F_{dv} = \frac{\text{Jumlah Kebutuhan Maksimal Individu}}{\text{Kebutuhan Maksimum Keseluruhan}} \dots\dots\dots(2-5)$$

atau

$$F_{dv} = \frac{D_1 + D_2 + D_3 \dots\dots\dots D_n}{D_g} \dots\dots\dots(2-6)$$

dimana $D_1, D_2 \dots\dots\dots D_n$ = Kebutuhan Maksimal ke n sedangkan

$$D_g = (D_1 + D_2 + D_3 \dots\dots\dots D_n) = \text{Maksimum}$$

Pada Tabel 2.2 diberikan beberapa nilai faktor diversitas kelompok beban.

Faktor Penggunaan Dan Faktor Kapasitas

Faktor penggunaan mengukur penggunaan terhadap kapasitas terpasang total dari suatu persediaan atau peralatan, diidentifikasi sebagai berikut :

$$F_{dv} = \frac{L_{maks}}{L_{cap}} \dots\dots\dots(2-7)$$

Faktor penggunaan untuk suatu penyedia atau pembangkit tergantung pada jenis sistem dimana hal tersebut adalah bagiannya. Faktor penggunaan yang rendah dapat diartikan, bahwa pembangkit hanya digunakan untuk cadangan pada suatu sistem yang terdiri dari beberapa pusat (stasiun) atau kapasitas yang telah terpasang dengan baik pada keperluan yang semakin meningkat.

Nilai yang tinggi dari faktor pada keadaan suatu pembangkit dari sistem yang paling besar, menunjukkan bahwa pembangkit mungkin lebih efisien pada sistem ini. Pada keadaan pembangkit yang terisolasi nilai faktor penggunaan yang tinggi berarti kemungkinan merupakan rancangan yang baik dengan beberapa kapasitas cadangan. Faktor ini dapat melebihi kesatuan, yang menunjukkan bahwa beban telah membawahi kelebihan ukuran dari kapasitas perlengkapan.

Dan defenisi ketiga faktor, maka jelaslah bahwa besarnya faktor kapasitas = faktor penggunaan X faktor beban.

$$F_{cap} = F_{ut} \cdot XF_{id} \dots\dots\dots(2-8)$$

BAB III

PENGOPERASIAN DAN PEMELIHARAAN PADA BEBERAPA PERALATAN PENDUKUNG JARINGAN TRANSMISI DAN DISTRIBUSI

III.1. Tujuan Pemeliharaan

Pemeliharaan instalasi peralatan bertujuan :

- Menjaga agar peralatan dapat selalu berfungsi dengan baik
- Menjaga kontinuitas penyaluran daya pada tegangan dan frekuensi yang stabil.
- Mempertahankan kondisi dan umur peralatan selama mungkin.
- Menghindari terjadinya gangguan dan mengatasi gangguan sesingkat mungkin, oleh karena itu perlu adanya perbaikan sebelum kerusakan menjadi parah serta langkah-langkah untuk mengantisipasinya pada suatu Instalasi.

Pemeliharaan pada dasarnya adalah untuk menjaga mutu, meningkatkan keandalan dan nilai ekonomi serta efisiensi penyaluran daya; untuk maksud ini sistem instalasi peralatan selain harus memenuhi persyaratan teknis, susunan tata letak peralatan dasarnya juga harus mendukung kemudahan operator dan teknisi kegiatan operasional maupun pada saat perbaikan dan pemeliharaan dilaksanakan.

Suatu sentral daya atau gardu distribusi yang menggunakan generator dan atau trafo 50 KVA instalasinya relatif dapat dikatakan sederhana dan tidak memerlukan ruang khusus; tetapi misalnya bila generator dan transformator

tersebut kapasitasnya 300 KVA atau lebih maka diperlukan peralatan, perlengkapan dan pendukung antara lain :

- Peralatan penghubung dan relai
- Peralatan pengontrol
- Peralatan pengangkat (derek)
- Peralatan pemadam api.

Peralatan-peralatan tersebut harus terletak di dalam ruang khusus, di dalam lemari khusus (kubikal, panel). Mesin pengangkat (derek) memang hanya digunakan pada saat pemasangan dan atau pemeliharaan tetapi harus disediakan pada bangunan.

Sentral daya atau gardu sebelum dioperasikan.

Makin besar kapasitasnya daya, maka sistem instalasi, operasi dan pemeliharaan makin banyak masalahnya. Sejak belum mulainya beroperasi makin banyak masalahnya. Sejak, sebelumnya mulainya beroperasi peralatan, pelatihan pengoperasian dan pemeliharaan calon operator dan teknisi sebaiknya diikutsertakan secara langsung pada saat pengetesan peralatan, emergited dan komisioning serta uji coba permulaan.

III.2. Pengoperasian dan Pemeliharaan Pada Generator

III.2.1 Pengaturan Generator

Pengaturan generator AC didefenisikan sebagai persentase kenaikan tegangan terminal ketika beban dikurangi dari arus beban penuh ternilai sampai nol, dimna kepesatan dan eksitasi medan dijaga konstant atau persen pengaturan (pada faktor daya tertentu)

$$\frac{\text{Tegangan Tanpa Beban} - \text{Tegangan Beban Penuh}}{\text{Tegangan Beban Penuh}} \dots\dots\dots(3-1)$$

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengaturan generator adalah sebagai berikut :

- a) Penurunan tegangan IR pada lilitan jangkar
- b) Penurunan tegangan IX_L pada lilitan jangkar
- c) Reaksi jangkar (pengaruh magnetisasi dari arus jangkar)

Dalam generator AC, penurunan tegangan karena rekasi induktif lilitan harus diperhitungkan generator AC sama dengan tagangan terminal ditambah penurunan tegangan IR maupun IX_L dalam lilitan jangkar.

Karena tegangan terminal generator AC banyak berubah dengan berubahnya beban, maka untuk operasi hampir semua peralatan listrik diperlukan usaha untuk menjaga agar tegangannya konstans cara yang biasa dilakukan untuk ini adalah menggunakannya alat pembantu yang disebut pengatur tegangan (Voltage Regulator) yang gunanya untuk mengendalikan besarnya eksitasi medan yang dicatukan pada generator.

III.2.2 Pengoperasian Generator

Pada sistem distribusi tenaga listrik sebagai sumber pasok daya adalah tranformator atau generator. Transformator sebagai sumber daya apabila daya berasal dari luar (misalnya dari jaringan PLN) dan pdat pula berasal dari generator pembangkit milik sendiri misalnya PLTD.

Sistem kan lebih handal untuk pengoperasian awal pasok daya dari PLN, tetapi juga memiliki pembangkit sendiri; disini genset pembangkit sendiri selain

berfungsi sebagai cadangan juga dapat dioperasikan pada saat beban puncak sehingga dapat mengurapi ongkos pembelian daya listrik pada beban puncak, harga jual energi PLN pada waktu beban puncak lebih mahal daripada waktu luar beban puncak.

Untuk mendapatkan umur ekonomis yang lebih lama, transformator maupun generator sebaiknya pada faktor beban sekitar 70 %. Dalam menentukan spesifikasi termasuk kemampuan travo maupun generator harus benar-benar diperhatikan bila akan digunakan untuk mesin rel baja serta nomor-nomor listrik pengangkat/kren, derek, misalnya pada pelabuhan peti kemas; hal ini karena tanur baja dan mesin-mesin tersebut pada pengoperasiannya sangat fluktuatif, arus tegangan maupun frekuensinya dapat sangat berpengaruh terhadap beban jaringan disekitarnya.

Dalam pengoperasian generator sebaiknya dilakukan secara teratur disetiap 15 menit dicatat segai evaluasi pengolahan yang makin baik. Data-data yang dimaksud antara lain daya, tegangan, faktor daya, frekuensi dan sebakinya.

Seperti diketahui beroperasinya mesin kren memerlukan daya yang besar pada saat start dan mengangkat beban dilanjutkan menurunkan beban, disaat menurunkan beban ini mesin akan melepaskan (mengeluarkan) daya dan seterusnya berulang-ulang seterusnya mesin berubah-ubah fungsinya motor dan generator. Keadaan yang hampir sama terjadi pada pengoperasian tanur pengecoran baja. Besarnya arus beban pada tanur tergantung kapada jaraknya elektroda tanur dengan banyaknya besi yang akan dicairkan, makin dekat dan makin dalam berarti makin banyak besi yang akan dicairkan makin besar bebannya.

Pada dasarnya pengoperasian tanur peleburan besi baja adanya bunga api akibat hubung singkat. Elektroda digunakan untuk mencairkan besi, sama halnya pada proses pengelasan listrik.

Diperlukan operator yang bertugas mengawasi, memantau selama generator beroperasi, mencatat seluruh penunjukan waktu generator pada buku laporan harian generator dan segera melaporkan kebagian perawatan/gangguan apabila operasi yang tidak normal.

Pada keadaan darurat generator diijinkan memikul beban lebih 10 % selama waktu terbatas.

III.2.3 Eksitasi Generator AC

Sistem eksitasi konvensional sebelum tahun 1960 terdiri dari sumber arus searah yang dihubungkan ke medan generator AC melalui 2 cincin slip dan sikat-sikat.

Setelah datangnya alat zat padat, beberapa sistem eksitasi yang berbeda yang menggunakan alat-alat ini telah dikembangkan dan digunakan dalam salah satu sistem, daya diambil dari terminal generator AC, diubah kodenya AC oleh pengarah zat padat stasioner dan kemudian dicatukan ke medan generator AC dan menggunakan cincin slip konvensional dan sikat-sikat.

Dalam sistem serupa yang digunakan dalam generator besar yang digerakkan oleh turbin uap, daya dicatukan ke pengarah zat padat dari lilitan 3 fase terpisah yang terletak di atas alur stator generator satu-satunya fungsi dari lilitan ini adalah menyediakan daya eksitasi untuk generator.

III. 2.4 Eksitasi Tegangan

Setelah generator AC mencapai kepesatan yang sebenarnya oleh penggerak mulanya, medannya dieksitasi dari catu AC. Ketika kutub lewat dibawah konduktor jangkar yang berada pada stator reaksi medan yang memotong konduktor menginduksikan ggl kepadanya.

Besarnya ggl yang dibangkitkan bergantung pda laju pemotongan garis gaya, atau dalam hal generator berpesatan rotor. Ini berarti bahwa besarnya ggl yang dibangkitkan dapat dikendalikan dengan mengatur besarnya eksitasi medan yang diberikan pada generator.

Bila tegangan terminal generator turun karena perubahan beban, pengaturan turun karena perubahan beban, pengaturan tegangan secara otomatis menaikkan pembangkitan medan sehingga tegangan kembali normal sama halnya bila tegangan terminal naik karena perubahan beban, pengatur mengembalikan nilai tegangan normalnya dengan mengurangi eksitasi medan.

Hampir semua pengatur tegangan mengendalikan eksitasi medan generator secara tak langsung yaitu dengan mengoperasikan rangkaian pengekstiasi medan, arus yang harus ditangani oleh pengatur jauh lebih kecil dalam rangkaian medan pengekstiasi daripada dalam rangkaian medan generator.

III.2.5 Pemeliharaan Generator

Generator atau alternator berfungsi sebagai sumber energi pada sistim distribusi tenaga listrik. Pengoperasian generator dapat berfungsi sebagai cadangan kontinyu terus menerus. Pemeliharaan generator setidak-tidaknya harus dilakukan sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel III.1**

Tabel III.1 Pemeliharaan Generator

Intervensi Waktu	Kegiatan
Setiap Hari	<ul style="list-style-type: none"> - Pemeriksaan pengoperasian mesin
Setiap Minggu	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaikan-perbaikan - Pemeriksaan stabilitas tegangan dan frekuensi bila diperlukan perbaikan secukupnya. - Pemeriksaan temperatur belitan utama stator, pada 155 °C alarm harus berbunyi dan pada 1800 °C mesin harus berhenti. - Pemeriksaan pada baut dan dudukan rotor, (kurungannya) pada 85 °C alarm harus berbunyi dan pada 155 °C mesin harus berhenti. - Pemeriksaan visual seluruh badan mesin, termasuk ulir, baut kebocoran minyak dan sebagainya.
Setiap 1000 Jam atau Setiap Bulan	<ul style="list-style-type: none"> - Pemeriksaan perluasan pada bagian yang bergerak atau berputar.
Setiap 2000 Jam atau 3 Bulan	<ul style="list-style-type: none"> - Pemeriksaan tahanan isolasi kumparan, nilai minimal harus 1,5 M ohm atau (1 Mohm + 1 Kohm/V).

Untuk perbaikan hasil setempat yang memerlukan komponen (misalnya sekering) sebaiknya sudah tersedia dimiliki yang setiap saat dibutuhkan, sedangkan untuk perbaikan-perbaikan besar, generator sebaiknya dilaksanakan bersamaan dengan perbaikan mekanik mesin penggerakannya sesuai dengan rekomendasi pabrik.

III.3. Pengoperasian dan Pemeliharaan Pada Transformator.

III.3.1 Pembagian Transformator

Transformator dapat dibagi dalam dua kategori menurut isolasi dan konstruksinya, yaitu transformator kering dan minyak, masing-masing mempunyai variasi yang perlu diperhatikan manakala akan dibuat prosedur pemeliharaannya.

III.3.1.1 Transformator Kering

Transformator kering berisi udara atau gas adan bahannya berisi minyak. Ada 2 jenis menurut konstruksinya yaitu jenis yang terbuka atau yang dilengkapi dengan lipas dingin dan jenis yang tertutup. Jenis yang tertutup didinginkan dengan gas mulia yang mempunyai sifat resistans isolasi tinggi, seperti gas nitrogen, gas SF₆, atau gas perflhorophane.

Udara atau gas bertindak sebagai medium isolasi dan juga sebagai pengantar panas yang timbul dalam kumparan. Standar kelas isolasinya adalah kelas B (kenaikan suhu yang di izinkan 80 ° C) dan kelas H (kenaikan suhu yang di izinkan 150 ° C).

Untuk transformator ini kita hapus melakukan beberapa hal pemeliharaan ataupun perawatannya antara lain :

a) Pemeriksaan Rutin (Berkala)

Dalam hal ini pemeriksaan ini juga berlaku sama halnya dengan transformator minyak, dengan pengecualian hal-hal yang khusus.

b) Pemeriksaan Khusus

Selain dari pemeriksaan secara visual dari jauh, hal utama yang harus dilakukan adalah mematikan transformator tersebut selain itu diikuti dengan penguncian yang teratur.

Selanjutnya tutup lubang selungkup pada transformator ini yang dilengkapi kipas angin harus dibuka. Pemeriksaan ini dilakukan untuk melihat apakah ada penimbunan kotoran pada lumpuran, isolator dan permukaan isolasi lainnya dan sekaligus periksa apakah aliran udara pendingin tidak terhalang sesuatu.

III.3.1.2 Transformator Minyak

Dalam transformator minyak (berisi minyak), kumparan dan inti direndam dalam cairan berfungsi 2 macam pertama merupakan medium isolasi, dan kedua bertindak sebagai perambat membuang panas dari kumparan keluar melalui mirip-mirip pendingin, permukaan bejana atau radiator.

Kedua jenis cairan isolasi yang biasa digunakan adalah minyak isolasi mineral dan askeral yang terakhir tidak dapat terbakar merupakan minyak sintesis.

Pada transformator ini juga kita harus melakukan pemeriksaan ataupun pemeliharaan yang sama dengan transformator kering antara lain :

a) Pemeriksaan Rutin (Berkala)

Pemeriksaan berkala pada transformator tenaga harus termasuk pengamatan keadaan operasi secara periodik jadwalnya tergantung dari keperluannya, kondisi lingkungan kerja dan beban.

Jadwal pemeriksaan masing-masing bagian antara lain sebagai berikut:

- Arus beban = setiap hari
- Tegangan = setiap minggu
- Alat dengan cairan = setiap minggu
- Suhu cairan = setiap hari

b) Pemeriksaan Khusus

Oleh karena adanya berbagai macam variasi pada jenis transformator, ukuran dan penggunaannya terdapat juga cara-cara khusus inspeksi dan operasi. Harus diikuti petunjuk-petunjuk khusus dari pabrik.

Yang terutama harus selalu diperiksa adalah mematikan transformator. Setelah dimatikan kemudian harus dikunci dengan cara tertentu untuk memastikan tidak akan dimasukkan kembali tanpa rencana, yang dapat mencelakakan petugas atau alat-alat setelah dimatikan harus pula diikuti dengan pengetesan agar yakin bahwa peralatan listrik telah mati.

Bila transformator telah dimatikan atau telah dikunci maka kedua sambungan sisi tegangan rendah dan tinggi diperiksa untuk melihat akibat adanya pemanasan yang berlebihan atau korosi. Pemeriksaan

isolasi dan bushing harus dilakukan kalu-kalau pecah atau retak dan demikian juga dengan gasket bagian bawahnya kalu-kalau bocor.

III. 3.2 Pengoperasian Pada Transformator

Transformator merupakan peralatan yang dapat merubah energi tenaga listrik dari suatu tegangan yang lain. Biasanya merupakan dua atau lebih kumparan pada satu inti besi.

Pengoperasian transformator harus sesuai dengan rekomendasi dari pabrik pembuatannya. Faktor yang terpenting yang harus diperhatikan pada perbedaan transformator adalah temperatur, pertambahan/kenaikan temperatur dari yang direncanakan akan mempunyai umur transformator yang secara normalnya adalah 20 tahun.

Kemampuan memikul beban leboh transformator direkomendasikan tidak melebihi selama waktu sebagaimana ditunjukkan pada Tabel III.2

Tabel III.2 Kemampuan Beban Lebih Trafo Distribusi

Beban	110	120	130	140	150
Durasi (Menit)	60	30	15	8	4

Transformator harus dioperasikan pada tempat yang aman, kelembaban, dan ventilasi sesuai dengan desain dari pabrik pembuatnya. Pada prinsipnya.

Pada prinsipnya variasi pembebanan termasuk kemampuan memikul beban lebih tergantung dari ketentuan sebagai berikut :

- Karakteristik desain trafo
- Jenis pendinginan dan perlengkapan
- Batasan perlengkapan.

III.3.3 Penyebab Kerusakan Pada Transformator

Kerusakan karena kesalahan yang berulang : Bila pada lilitan transformator tiba-tiba ada hubungan singkat, akan terjadi kenaikan suhu lilitan. Kenaikan suhu ini dapat menyebabkan “annealing” penghantar dan perubahan komposisi isolasi yang menimbulkan gas. Dapat terjadi kelemahan mekanis lilitan karena suhu. Ketahanan isolasi sebagai akibat hubungan singkat, bersifat nominal. Pengaruh suhu karena hubung singkat sebanding dengan $I^2 t$ di mana I merupakan harga rms arus hubung singkat/ arus kesalahan dan t merupakan waktu adanya arus kesalahan. Pengaruh mekanis arus hubung singkat mungkin merupakan aspek yang paling penting dari mode kesalahan transformator dalam kesalahan-kesalahan selanjutnya. Kuat mekanis pada penghantar sebanding dengan hasil kali arus sesaat dalam penghantar dan besarnya kerapatan fluks magnetis pada penghantar. Kuat elektromagnetis yang ditimbulkan sebanding dengan kuadrat arus. (Harga offset arus adalah harga sesaat maksimum. Untuk reaktansi yang tetap, perbandingan dari gelombang offset maksimum dan gelombang arus simetris merupakan fungsi perbandingan antara reaktansi dan tahanan rangkaian sampai pada titik kesalahan seperti sudut penutup).

Kesalahan pada sistem distribusi mempunyai karakteristik berdasarkan waktu dan terulangnya kembali kesalahan. Pengujian-pengujian menunjukkan bahwa kerja terus menerus transformator menyebabkan terjadinya penurunan kekuatannya secara pelan-pelan. Isolasi selulosa mengalami dua jenis perubahan fisik pada saat dipakai. Bila dalam tekanan dia tidak mampu mempertahankan ukuran aslinya dan beban tekanan pada periode waktu yang lama, tetapi secara perlahan-lahan membentuk bentuk tetapnya. Ini cenderung melemahkan

tekanannya. Perubahan kedua adalah terjadi rapuhnya isolasi. Kedua perubahan ini menyebabkan bahwa membiarkan kemungkinan terjadinya hubung singkat pada transformator merupakan sesuatu yang tidak realistis.

Akibat melemahnya tekanan isolasi (compressed insulation) adalah kenyataan naiknya gaya dinamis puncak karena penekan mula turun sampai harga besar sangat rendah.

Akan terlihat ini terlihat bahwa besarnya tekanan mula dalam transformator umumnya menurunnya, hal ini disebabkan karena hubungan singkat dan naiknya beban. Juga akan terlihat bahwa ini menambah tekanan untuk setiap kesalahan yang baru dengan besar yang sama.

Akibat dari semua adalah penurunan kemampuan mekanis transformator dan tentu saja bertambahnya kemungkinan kerusakan transformator karena hubung singkat.

ISO : 1180-1964 atau 2026-1962 tidak menggambarkan pengujian hubung singkat sebagai suatu jenis pengujian. Sesuai studi pengujian hubung singkat pada lima belas transformator distribusi baru dnegan pengujian hubung singkat dan pusat pengembangan Bhopal, sembilan transformator gagal dalam pengujian.

Kegagalan unit-unit ini disebabkan :

- a) Kerusakan isolasi antara lilitan tegangan rendah dan tangki transformator
- b) Pengeseran ke atas lilitan-lilitan tegangan rendah dan tegangan tinggi
- c) Pengeseran jarak.

Kerusakan karena perlindungan yang jelek : Transformator distribusi biasanya dilindungi dengan fuwa meskipun ini bukan metode yang dapat diandalkan. Fusa yang dipakai kadang-kadang mempunyai transformator dan ini

sebenarnya betul-betul merusak tujuan utama perlindungan. Di daerah pedesaan, fusa-fusa transformator dan ini sebenarnya betul-betul merusak tujuan utama perlindungan. Di daerah pedesaan, fusa-fusa transformator yang diletakkan di atas tiang sering diganti oleh konsumen atas kemauannya sendiri karena hampir semua switch tidak dikunci.

Bila tidak dilindungi secara benar transformator dapat menyebabkan kerusakan karena tagangan lebih disebabkan oleh halilintar. Lebih baik dipasang penangkal petir di atau dekat kutub-kutub transformator.

Kerusakan yang disebabkan oleh pembebanan yang tidak naik : Hampir tidak ada suatu pegangan mengenai kenaikan suhu pada saat transformator dibebani. Hampir semua staf lapangan tidak begitu pandai tentang hubungan antara kenaikan suhu dengan pembebanan transformator. Beban pada fasa yang berbeda tidak seimbang sebagai akibat dari cara kerja transformator dalam berbagai cara tidak berpasangan.

Kerusakan yang disebabkan karena desain yang jelek dan bahan baku yang di bawah standar : Kadang-kadang kerusakan transformator disebabkan karena desain yang salah dan penggunaan bahan berkualitas rendah oleh berbagai perusahaan. Sebagai contoh, pennis dari isolasi yang dipadatkan untuk lilitan ada bermacam-macam dari berbagai pabrik. Akibatnya pembentukan lumpur pada transformator ada bermacam-macam. Adanya masalah pembentukan lumpur.

Dalam penggunaan, minyak transformator diuji kuat dielektris dan dehidridainya sebagai pengukuran bersifat koreksi. Pertambahan asam pada saat dipakai sangat membahayakan isolasi organik lilitan dan karenanya menurunkan umur transformator.

III.3.4 Kerugian dan Efisiensi pada Transformator

Efisiensi transformator adalah perbandingan antara keluaran daya yang berguna dan masukan daya total karena masukan ke transformator sama dengan keluaran daya yang berguna ditambah kerugiannya, maka persamaan efisiensi dapat ditulis dalam bentuk sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persen Efisiensi} &= \frac{\text{daya keluaran}}{\text{daya masuka}} \times 100 \% \\
 &= \frac{\text{daya keluaran}}{\text{daya keluaran} + \text{kerugian}} \times 100 \% \dots\dots\dots(3-2)
 \end{aligned}$$

Rugi beban atau I^2R ada karena digunkannya daya selama arus mengalir melalui tahanan. Arus beban yang mengalir melalui tahanan. Arus beban yang mengalir melalui lilitan transformator menghasilkan kerugian daya yang besarnya tergantung pada beban yang sedang dicatu oleh transformator. Rugi beban dapat dihitung untuk setiap beban tertentu jika tekanan kedua lilitan diketahui atau dapat diukur. Jika R_H dan R_X adalah tahanan lilitan tegangan tinggi dan rendah, maka rugi-bebannya adalah :

$$\text{Rugi beban} = I_H^2 R_H + I_X^2 R_X \dots\dots\dots(3-3)$$

Kerugian tanpa beban atau rugi inti diakibatkan oleh efek histerisis dan arus pusar dalam inti besi transformator.

III.4 Pemutusan Rangkaian (Circuit Breaker)

Sebuah pemutusan rangkaian merupakan alat yang disediakan bukan sering untuk dipakai, tetapi mampu menyambung dan memutus arus termasuk arus yang salah sampai dengan kemampuan batas relatif tinggi. Berbagai cara penyambungan dan pemutusan di dapat dengan menggunakan relai dengan waktu

delai yang dipilih dan sejumlah mekanisme kerja yang memakai kumparan, pegas atau sistem pneumatik. Jenis pemutus yang dipakai pada sistem distribusi adalah : jenis pemutus udara, pemutus minyak, hampa udara dan jenis gas elektronegatif (SF_6). Satu keuntungan besar dari pemutus rangkaian adalah kecepatan kerja mereka, bila diperbandingkan pada beban yang lebih kecil dan pada pengaturan waktu kerja yang ditentukan. Bila fasa bersifat tetap kemampuan memutusnya, pada pemutus rangkaian dapat diatur sesuai dengan kebutuhan.

III.4.1 Pemutus Rangkaian yang Menggunakan Pemutus Minyak dan

Udara

Pola kerja dari semua pemutus rangkaian ditentukan dari cara pemutusan arus salah dengan pemisah pasangan kontak-kontak. Cara-cara padamnya kawat ini memungkinkan perbedaan bermacam jenis pemutus rangkaian. Bila kontak tertutup dan mengalirkan arus, suhu naik dan tegangan jatuh dalam milivolt ini bisa terjadi pada semua bentuk pemutus rangkaian dan merupakan fungsi dari bahan dan kuat kontak. Segi lain dari desain juga menyumbang tetapi tidak penting.

Untuk tegangan sampai dengan 11 kV, pemutus rangkaian jenis sederhana dengan minyak (minyak penuh atau minimum) banyak dipakai untuk melengkapi unit-unit ekonomis dengan kemampuan memutus sampai dengan 250 MVA. Pada daya medium dipakai pemutus rangkaian dengan udara (ACB) dengan kemampuan memutus sampai dengan 500 MVA, 11 kV. Pada sistem tegangan rendah biasa dipakai pemutus rangkaian dengan udara sampai pada batas 7000 A. Nyala kawat dipadamkan oleh kumparan magnetik peledak, yang memaksa

lepasnya kontak. Akhirnya pemutusan kontak dan awal dari kawat fusa seringkali dilengkapi dengan kontak-kontak tambahan yang dibuat dari bahan penahan nyala yang khusus. Kontak-kontak nyala hanya dibutuhkan untuk membawa arus penuh pada saat pemutusan karena kontak utama selalu mengalirkan arus.

Meskipun pemutus rangkaian dengan udara umunya lebih mahal dari jenis pemutus rangkaian dengan minyak, biaya pemeliharaan umunya lebih murah, sebagian karena perlu ganti minyak. Juga diperlukan sistem pemadam api yang lebih canggih pada jenis pemutus yang memakai minyak.

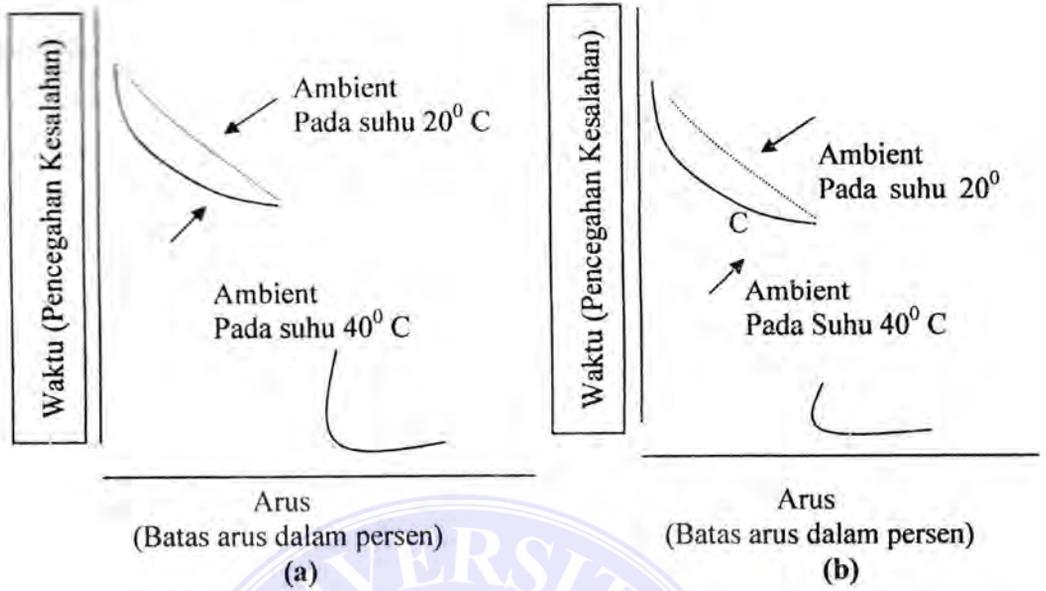
Alat-alat pengatur dengan daerah lebar yang dapat dipakai pada kedua jenis pemutus rangkaian, pemasangan kontak-kontak tambahan, kemampuan memutus pada arus yang sangat tinggi dan perlengkapan untuk menutup kembali dengan cepat membuat pemutus rangkaian mempunyai banyak kemampuan, meskipun juga merupakan alat perlindungan yang mahal.

III.4.2 Pemutus Rangkaian Kontak yang Dicetak

Pemutus rangkaian kotak cetakan adalah sederhana, padat, merupakan pemutus rangkaian dengan udara yang dapat diproduksi secara massa karena cetakan. Harga berkisar antara harga kombinasi fuda dan kontak dan pemutus rangkaian konvensional dengan kualitas yang sama. Untuk perbandingan lebih lanjut, perlu mempertimbangkan biaya keseluruhan dari segi ukuran, berat, pemeliharaan, usaha pemasangan, kecepatan memutus, biaya penggunaan dan faktor-faktor lain, seperti misalnya waktu putus sampai nyala kembali dan ketelitian perlindungan. Rumah cetakan terbuat dari bahan penahan panas fenol-asbestos atau plastik yang mudah pemasangannya. Hanya jenis tagangan rendah

yang ada sampai pada batas 600 Volts ac dan batas arus sampai dengan 1200 A dan kemampuan memutus sampai 42 kA rms simetri pda faktor daya 0,20, dalam hal ini kemampuan memetus 31 MVA. Terpisah dari kemampuan memutus mereka yang biasa ada keuntungan dan kerugian yang sama dengan pemutus rangkaian yang menggunakan pemeacah udara, pemutus rangkaian cetakan kotak(MCCB) yang modern memberi perlindungan yang dapat dipercaya dan juaga ada yang menggunakan mekanisme tanpa kesalahan. Ini biasanya dipasang dnegan sistim penangkap kesalahan yang mungkin thermal-magnetik atau magnetik dengan karakteristik arus-waktu yang berlawanan, untuk perlindungan beban lebih dan perlindungan sesaat terhadap hubung pendek. Karakateristik arus-waktu yang berlawanan untuk kedua pembahas kesalahan diberikan pada **Gambar 3.1. dibawah ini**

Karakteristik ini khusus untuk suhu lingkungan tertentu 20^0 , 40^0 C dan faktor koreksi yang cocok khusus untuk suhu lingkungan lain. Karakteristik mekanisme pencegahan kesalahan dapat didesain khusus untuk kebutuhan rangkaian distribusi. Transformator arus tidak dipakai pada memutus rangkaian cetakan kotak. Pelepas thernmal magnetik dibuat bi-metal dengan sebuah elektromagnetik untuk siap kutub pemutus rangkaian yang mempunyai sambungan yang sama untuk perlindungan terhadap fasa tunggal. Penyetelan suhu biasanya antara 75 sampai dengan 130 % dari batas arus untuk perlindungan beban lebih seperti ditentukan oleh IS : 3842 dan penyetelan megnetik antara 300 dan 800 dari batas arus untuk perlidungan hubung singkat. Dalam hal mekanisme pencegahan kesalahan magnetik



Gambar 3.1 Bentuk karakteristik arus-waktu : (a) Thermal Magnetik; (b) Magnetik penuh

penuh penyesalan karakteristik arus-waktu beban lebih biasanya dalam daerah antara 75 dan 200 % dan penyetelan sesaat antara 300 dan 800 %. Perlengkapan perlindungan yang lain, seperti misalnya pelepasan paralel atau tegangan rendah dengan satu dua kontak tambahan tersedia sebagai pilihan lain.

Kamampuan pemutus hanya menjadi terbatas bila impedansi sumber sangat rendah dan bersifat induktif tinggi. Karena minimum impedansi sumber dapat langsung di hitung dalam desain instalasi untuk lokasi yang sudah ditentukan, maka pemutus rangkaian cetakan kotak yang cocok untuk lokasi tersebut dapat langsung diterapkan. Sebaliknya, untuk memperbaiki sumber daya yang mempunyai pengaruh dalam mengurangi impedansi sumber suatu sistem langsung cocok dengan pemutus rangkaian cetakan kotak, perlu diberikan cetakan perubahan setiap pembatasan kemampuan pemutus dan perlengkapan yang dibuat pada desain perubahan.

Tiga penggunaan penting dari pemutus rangkaian cetakan kotak adalah : pemutus rangkaian sisi sekundair transformator, pelindung catu distribusi dan pengatur motor. Di daerah pedesaan di mana ada persoalan untuk mendapatkan fusa yang tepat untuk mengganti yang putus, pemutus ini sangat berguna untuk membersihkan perlindungan kepada transformator distribusi

III.4.3 Pemutus Rangkaian Kebocoran ke Tanah

Ini pada dasarnya merupakan pemutus rangkaian tegangan rendah didesain terutama untuk melindungi terhadap resiko sengatan listrik. Ada dua jenis-bekerja dengan tegangan dan bekerja dengan arus, didesain untuk mengisolasi rangkaian bila tegangan yang berbahaya ada pada penghantar tanah dan bangunan besi.

III.4.4 Pemutusan Rangkaian Ruang Hampa

Teknik pemutusan AC dalam ruang hampa terdiri dari sepasang kontrak pembawa arus yang terpisah, pemutus rangkaian ruang hampa memberi keuntungan-keuntungan sebagai berikut :

- (a) Waktu hidup lebih panjang dengan pemeliharaan yang minimum
- (b) Konstruksinya keseluruhan sangat pendek
- (c) Cocok untuk menutup kembali secara cepat dan otomatis
- (d) Tidak da bahaya api.
- (e) Tidak ada derau dan pengeluaran gas atau udara pada saat bekerja.

III.4.5 Pemutusan Rangkaian SF₆

Pemutusan rangkaian ini menggunakan gas belerang heksaflorida (SF₆) sebagai media isolasi dan pemadaman bunga-api. Gas ini telah terbukti mempunyai sifat isolasi yang baik sekali disamping tidak dapat terbakar, tidak beracun, dan tidak berbau. Pemutus rangkaian SF₆ tiga-kutub yang dipasang pada kerangka yang dirancang untuk digunakan pada rangkaian dengan yang tegangan 72,5 KV kebawah ditunjukkan dalam gambar 3.2 Pemutus berbentuk silinder yang dapat dilihat dipasang pada bagian atas kabinet yang menjadi rumah bagi mekanisme kerja pemutus.

Mekanisme kerjanya dioperasikan secara pneumatik (udara tekan), jika kontak pemutus ditutup oleh mekanisme pneumatik, pegas akan tertekan yang menyediakan energi untuk pembukaan pemutus.



Gambar 3.2 Pemutus Rangkaian SF₆

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Perencanaan sumber energi listrik perlu diadakan evaluasi untuk menemukan sumber energi baku yang dapat diolah atau dirubah kebentuk energi listrik secara terus-menerus (berkeseimbangan).
2. Pemeliharaan ataupun perawatan peralatan jala-jala transmisi dan distribusi bertujuan untuk :
 - Meningkatkan penyaluran tenaga listrik kepada para pelanggan dengan mutu serta keterhandalan yang baik (tinggi).
 - Mempertahankan kondisi peralatan selam mungkin guna memperkecil biaya operasional.
3. Dalam melakukan pemeliharaan peralatan jal-jala transmisi dan distribusi perlu dilakukan patroli, antara lain :
 - Patroli Tertentu (Berkala)

Dalam hal ini kesadaran seluruh jala-jala harus diselidiki dengan frekuaensi satu kali dalma sebulan, ini disesuaikan degan keadaan cuaca disekitar jala-jala dalam arti jadwal dapat berubah seketika apabila dibutuhkan.
 - Patroli Bahaya (Gangguan)

Patroli bahaya ini dimaksudkan untuk menyelidiki sesegera mungkin apabila terjadi gangguan pada jala-jala sert daerah yang tergabung di dalamnya.

- **Patroli Khusus**
Memeriksa keadaan jala-jala transmisi dan distribusi walaupun peralatan dalam keadaan baik dengan maksud untuk melihat langsung apakah peralatan masih layak dipergunakan.
4. Sistem distribusi berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya besar kepada konsumen dengan memperhatikan faktor kelangsungan pelayanan yang baik, pengaturan tegangan, efisiensi serta harga yang dibutuhkan.
 5. Untuk menanggulangi pengotoran yang menyebabkan penurunan tegangan ketahanan pada isolator perlu ditempuh cara-cara berikut ini :
 - Menambah isolasi (misalnya dengan menambah jumlah piringan dalam gandengan).
 - Mencuci isolator dengan menyemprotnya dengan air biasanya dalam keadaan tidak bertegangan.
 - Memberi lapisan campuran silikon pada isolator untuk menangkal air.
 - Menurunkan tegangan sistem atau memutuskan saluran transmisi bila diperkirakan terjadi gangguan.

5.2 Saran

1. Pengembangan sumber energi listrik sebaiknya tidak hanya memtingkan keterhadandalan dan biaya operasional yang kecil akan tetapi juga perlu dipikirkan keselamatan penduduk setempat dan perlindungan ekologi.
2. Sebaiknya dalam melakukan patroli pemeliharaan perlu disediakan transportasi udara (Helikopter) untuk menjangkau daerah-daerah jaringan yang terisolasi.
3. Dalam suatu pemeliharaan perlu diadakan rencana dan penerapan serta penjadwalan yang tepat (terorganisir).



DAFTAR PUSTAKA

- 1) AS. Pabla, *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Terjemahan Ir. Abdul Hadi. Penerbit Erlangga 1994.
- 2) Eugene C. Lister, *Mesin dan Rangkaian Listrik*, Edisi Keenam, Terjemahan Ir. Drs. Hanafi Gunawan, Penerbit Erlangga 1993.
- 3) PT. PLN (Persero) Wilayah II/SUMATERA UTARA, *Pemeliharaan Peralatan/Instalasi Listrik*, Penerbit Direktorat Jenderal Listrik dan Energi Baru, Jakarta 1985.
- 4) Ir. Sulasno, *Teknik dan Sistem Distribusi Tenaga Listrik*, Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang 2001.
- 5) William D. Stevenson, Jr, *Analisa Sistem Tenaga Listrik*, Edisi Keempat, Terjemahan Ir. Kamal Idris, Penerbit Erlangga.