

BAB 5

ISOLATOR JARINGAN DISTRIBUSI

A. Pendahuluan

Isolator jaringan tenaga listrik merupakan alat tempat menompang kawat penghantar jaringan pada tiang-tiang listrik yang digunakan untuk memisahkan secara elektrik dua buah kawat atau lebih agar tidak terjadi kebocoran arus (*leakage current*) atau loncatan bunga api (*flash over*) sehingga mengakibatkan terjadinya kerusakan pada sistem jaringan tenaga listrik.

Langkah yang perlu diambil untuk menghindarkan terjadinya kerusakan terhadap peralatan listrik akibat tegangan lebih dan loncatan bunga api, ialah dengan menentukan pemakaian isolator berdasarkan kekuatan daya isolasi (*dielectric strenght*) dan kekuatan mekanis (*mechanis strenght*) bahan-bahan isolator yang dipakai. Karena sifat suatu isolator di tentukan oleh bahan yang digunakan.

Kemampuan suatu bahan untuk mengisolir atau menahan tegangan yang mengenainya tanpa menjadikan cacat atau rusak tergantung pada kekuatan dielektriknya.

Fungsi utama isoloator adalah :

1. Untuk penyekat / mengisolasi penghantar dengan tanah dan antara penghantar dengan penghantar.
2. Untuk memikul beban mekanis yang disebabkan oleh berat penghantar dan / atau gaya tarik penghantar.
3. Untuk menjaga agar jarak antar penghantar tetap (tidak berubah).

B. Bahan-Bahan Isolator Jaringan

Bahan-bahan yang baik untuk isolator adalah bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik. Walaupun ada yang sanggup menghantarkan arus listrik tetapi relatif sangat kecil, sehingga bisa diabaikan terhadap maksud penggunaan atau pemakaiannya.

Pemakaian bahan isolasi ini diharapkan seekonomis mungkin tanpa mengurangi kemampuannya sebagai isolator. Sebab makin berat dan besar ukuran isolator tersebut akan mempengaruhi beban penyangga pada sebuah tiang listrik.

Bahan-bahan isolasi yang dipakai untuk isolator jaringan kebanyakan terbuat dari bahan padat, seperti bahan porselin, gelas, mika, ebonit, keramik, parafin, kuarts, dan veld spaat.

Persyaratan bahan isolator adalah :

1. bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik.
2. bahan isolasi yang ekonomis, tanpa mengurangi kemampuannya sebagai isolator. Sebab makin berat dan besar ukuran isolator tersebut akan mempengaruhi beban penyangga pada sebuah tiang listrik.
3. bahan yang terbuat dari bahan padat, seperti : porselin, gelas, mika, ebonit, keramik, parafin, kuarts, dan veld spaat.

1. Kriteria Bahan Isolator

Kriteria bahan yang baik digunakan sebagai isolator jaringan distribusi adalah :

- a. Bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik
- b. Bahan isolasi yang ekonomis, tanpa mengurangi kemampuannya sebagai isolator. Sebab makin berat dan besar ukuran isolator tersebut akan mempengaruhi beban penyangga pada sebuah tiang listrik.
- c. Bahan yang terbuat dari bahan padat, dan memiliki kekuatan mekanis tinggi seperti : porselin, gelas, mika, ebonit, keramik, parafin, kuartz, dan veld spaat.
- d. Mempunyai tahanan jenis yang tinggi
- e. Memiliki kekuatan mekanis yang tinggi
- f. Memiliki sifat-sifat (dua hal diatas) tidak berubah oleh perubahan suhu, siraman air, kelembaban, sinar matahari, polaritas listrik.
- g. Bila mengalami loncatan listrik (*flash over*) tidak akan meninggalkan jejak (cacat)

2. Isolator Porselin

Isolator porselin dibuat dari bahan campuran tanah porselin, kwarts, dan veld spaat, yang bagian luarnya dilapisi dengan bahan glazuur agar bahan isolator tersebut tidak berpori-pori. Dengan lapisan glazuur ini permukaan isolator menjadi licin dan berkilat, sehingga tidak dapat mengisap air. Oleh sebab itu isolator porselin ini dapat dipakai dalam ruangan yang lembab maupun di udara terbuka.

Isolator porselin memiliki sifat tidak menghantar (*non conducting*) listrik yang tinggi, dan memiliki kekuatan mekanis yang besar. Ia dapat menahan beban yang menekan serta tahan akan perubahan-perubahan suhu. Akan tetapi isolator porselin ini tidak tahan akan ke-kuatan yang menumbuk atau memukul. Ukuran

isolator porselin ini tidak dapat dibuat lebih besar, karena pada saat pembuatannya terjadi penyusutan bahan. Walaupun ada yang berukuran lebih besar namun tidak seluruhnya dari bahan porselin, akan tetapi dibuat rongga di dalamnya, yang kemudian akan di isi dengan bahan besi atau baja tempaan sehingga kekuatan isolator porselin bertambah. Cara yang demikian ini akan menghemat bahan yang digunakan.

Karena kualitas isolator porselin ini lebih tinggi dan tegangan tembusnya (*voltage gradient*) lebih besar maka banyak disukai pemakaiannya untuk jaringan distribusi primer. Walaupun harganya lebih mahal tetapi lebih memenuhi persyaratan yang diinginkan. Kadang-kadang kita jumpai juga isolator porselin ini pada jaringan distribusi sekunder, tetapi ukurannya lebih kecil.

Keuntungannya :

- a. Terbuat dari bahan campuran tanah porselin, kwarts, dan veld spaat,
- b. Bagian luarnya dilapisi dengan bahan glazuur agar bahan isolator tersebut tidak berpori-pori.
Dengan lapisan glazuur ini permukaan isolator menjadi licin dan berkilat, sehingga tidak dapat mengisap air.
- c. Dapat dipakai dalam ruangan yang lembab maupun di udara terbuka.
- d. Memiliki sifat tidak menghantar (*non conducting*) listrik yang tinggi, dan memiliki kekuatan mekanis yang besar.
- e. Dapat menahan beban yang menekan serta tahan akan perubahan-perubahan suhu.
- f. Memiliki kualitas yang lebih tinggi dan tegangan tembusnya (*voltage gradient*) lebih besar, sehingga banyak disukai pemakaiannya untuk jaringan distribusi primer.
Kadang-kadang kita jumpai isolator porselin ini pada jaringan distribusi sekunder, tetapi ukurannya lebih kecil.

Kelemahannya :

- a. Tidak tahan akan kekuatan yang menumbuk atau memukul.
- b. Ukuran isolator porselin ini tidak dapat dibuat lebih besar, karena pada saat pembuatannya terjadi penyusutan bahan.
Walaupun ada yang berukuran lebih besar namun tidak seluruhnya dari bahan porselin, akan tetapi dibuat rongga di dalamnya, yang kemudian akan di isi dengan bahan besi atau baja tempaan sehingga kekuatan isolator porselin bertambah. Cara yang demikian ini akan menghemat bahan yang digunakan.

- c. Harganya lebih mahal tetapi lebih memenuhi persyaratan yang diinginkan.

3. Isolator Gelas

Isolator gelas pada umumnya terbuat dari bahan campuran antara pasir silikat, dolomit, dan fosfat. Komposisi dari bahan-bahan tersebut dan cara pengolahannya dapat menentukan sifat dari isolator gelas ini. Isolator gelas memiliki sifat mengkondensir (mengembun) kelembaban udara, sehingga lebih mudah debu melekat dipermukaan isolator tersebut. Makin tinggi tegangan sistem makin mudah pula terjadi peristiwa kebocoran arus listrik (*leakage current*) lewat isolator tersebut, yang berarti mengurangi fungsi isolasinya. Oleh karena itu isolator gelas ini lebih banyak dijumpai pemakaiannya pada jaringan distribusi sekunder.

Kelemahan isolator gelas ini adalah memiliki kualitas tegangan tembus yang rendah, dan kekuatannya berubah dengan cepat sesuai dengan perubahan temperatur. Oleh sebab itu bila terjadi kenaikan dan penurunan suhu secara tiba-tiba, maka isolator gelas ini akan mudah retak pada permukaannya. Berarti isolator gelas ini bersifat mudah dipengaruhi oleh perubahan suhu disekelilingnya. Tetapi bila isolator gelas ini mengandung campuran dari bahan lain, maka suhunya akan turun. Selain dari pada itu, isolator gelas ini harganya lebih murah bila dibandingkan dengan isolator porselin.

Keuntungannya :

- a. Terbuat dari bahan campuran antara pasir silikat, dolomit, dan fosfat. Komposisi bahan tersebut dan cara pengolahannya dapat menentukan sifat dari isolator gelas ini.
- b. Lebih banyak dijumpai pemakaiannya pada jaringan distribusi sekunder.
- c. Isolator gelas ini harganya lebih murah bila dibandingkan dengan isolator porselin.

Kelemahannya :

- a. Memiliki sifat mengkondensir (mengembun) kelembaban udara, sehingga lebih mudah debu melekat dipermukaan isolator tersebut.
- b. Makin tinggi tegangan sistem makin mudah pula terjadi peristiwa kebocoran arus listrik (*leakage current*) lewat isolator tersebut, yang berarti mengurangi fungsi isolasinya.

- c. Memiliki kualitas tegangan tembus yang rendah, dan kekuatannya berubah dengan cepat sesuai dengan perubahan temperatur.
- d. Saat terjadi kenaikan dan penurunan suhu secara tiba-tiba, maka isolator gelas ini akan mudah retak pada permukaannya. Berarti isolator gelas ini bersifat mudah dipengaruhi oleh perubahan suhu disekelilingnya. Tetapi bila isolator gelas ini mengandung campuran dari bahan lain, maka suhunya akan turun.

4. Kelemahan dan Kelebihan Isolator Porselin & Isolator Gelas

- a. **Kelebihan** isolator dari **bahan porselin** adalah :
 - 1) Terbuat dari bahan campuran tanah porselin, kwartz, dan veld spaat.
 - 2) Bagian luarnya dilapisi dengan bahan glazuur agar bahan isolator tersebut tidak berpoi-pori. Dengan lapisan glazuur ini permukaan isolator menjadi licin dan berkilat, sehingga tidak dapat mengisap air.
 - 3) Dapat dipakai dalam ruangan yang lembab maupun di udara terbuka
 - 4) Memiliki sifat tidak menghantar (*non conducting*) listrik yang tinggi, dan memiliki kekuatan mekanis yang besar.
 - 5) Dapat menahan beban yang menekan serta tahan akan perubahan-perubahan suhu.
 - 6) Memiliki kualitas yang lebih tinggi dan tegangan tembusnya (*voltage gradient*) lebih besar, sehingga banyak disukai pemakaiannya untuk jaringan distribusi primer. Kadang-kadang kita jumpai isolator porselin ini pada jaringan distribusi sekunder, tetapi ukurannya lebih kecil.
- b. **Kelemahan** isolator dari **bahan porselin** adalah :
 - 1) Tidak tahan akan kekuatan yang menumbuk atau memukul
 - 2) Ukuran isolator porselin ini tidak dapat dibuat lebih besar, karena pada saat pembuatannya terjadi penyusutan bahan. Walaupun ada yang berukuran yang lebih besar, namun tidak seluruhnya terbuat dari bahan porselin, akan tetapi di buat berongga didalamnya, yang kemudian di isi dengan bahan besi atau baja tempaan sehingga kekuatan isolator porselin bertambah. Cara yang demikian ini akan menghemat bahan yang digunakan.
 - 3) Harganya lebih mahal, tetapi lebih memenuhi persyaratan yang diinginkan.

- c. **Kelebihan** isolator dari **bahan gelas** adalah :
- 1) Terbuat dari bahan campuran antara pasir silikat, dolomit, dan fosfat. Komposisi bahan tersebut dan cara pengolahannya dapat menentukan sifat dari isolator gelas ini.
 - 2) Lebih banyak dijumpai pemakaiannya pada jaringan distribusi sekunder.
 - 3) Isolator gelas ini harganya lebih murah bila dibandingkan dengan isolator porselin.
- d. **Kelemahan** isolator dari **bahan gelas** adalah :
- 1) Memiliki sifat mengkondensir (mengembun) kelembaban udara, sehingga lebih mudah debu melekat dipermukaan isolator tersebut.
 - 2) Makin tinggi tegangan sistem makin mudah pula terjadi peristiwa kebocoran arus listrik (*leakage current*) lewat isolator tersebut, yang berarti mengurangi fungsi isolasinya.
 - 3) Memiliki kualitas tegangan tembus rendah, dan kekuatannya berubah dengan cepat sesuai dengan perubahan temperatur.
 - 4) Saat terjadi kenaikan dan penurunan suhu secara tiba-tiba, maka isolator gelas ini akan mudah retak pada permukaannya. Berarti isolator gelas ini bersifat mudah dipengaruhi oleh perubahan suhu disekelilingnya. Tetapi bila isolator gelas ini mengandung campuran dari bahan lain, maka suhunya akan turun.

5. Kerusakan Pada Bahan Isolator Jaringan

Kerusakan isolator pada jaringan distribusi banyak disebabkan karena (Sariadi, 1997 : 144) :

- a. unsur isolasi yang sudah tua
- b. gangguan mekanis, seperti terkena benturan atau hentakan yang keras.
- c. panas yang berlebihan, yang melebihi ambang batas yang diperkenankan
- d. kesalahan dalam pemasangan

6. Pemburukan Isolator

Karena dipakai selama bertahun-tahun, isolator berkurang daya isolasinya, misalkan karena mengalami keretakan pada porselinya. Proses ini dinamakan pemburukan (deterioration). Isolator. Sebab-sebab utama dari pemburukan isolator adalah pengembungan kimiawi dan pengembangan pembekuan semen, perbedaan dari

pengembangan karena panas diberbagai bagaian isolator, pengembangan karena panas arus bocor dan berkaratnya pasangan-pasangan logam.

Untuk mencegah proses pemburukan dilakukan hal-hal sebagai berikut :

- a. Meninggikan kuat mekanis dari bagian porselin.
- b. Membatasi pengembangan kimiawi dari bagian-bagian semen.
- c. Mencet (buffer paint) bagian-bagian semen.
- d. tidak menggunakan semen dalam lapisan porselin.

Isolator jenis pasak (pin-type) paling banyak mengalami proses pemburukan sehingga sering menyebabkan gangguan pada saluran transmisi. Isolator gantung, isolator long-rod dan isolator line-post jarang menyebabkan gangguankarena pemburukan. Dengan kemajuan teknologi, maka isolator yang dibuat akhir-akhir ini sedikit sekali mengalami pemburukan.

C. Jenis Isolator Jaringan

Isolator yang digunakan untuk saluran distribusi tenaga listrik berdasarkan fungsi dan konstruksinya dapat dibedakan dalam 4 macam, yaitu :

Beberapa jenis isolator yang digunakan untuk jaringan distribusi primer maupun sekunder adalah :

1. Isolator Jenis Pasak (*pin type insulator*).

Isolator jenis pasak (*pin type insulator*), digunakan pada tiang-tiang lurus (*tangent pole*) dan tiang sudur (*angle pole*) untuk sudut 5° sampai 30° .

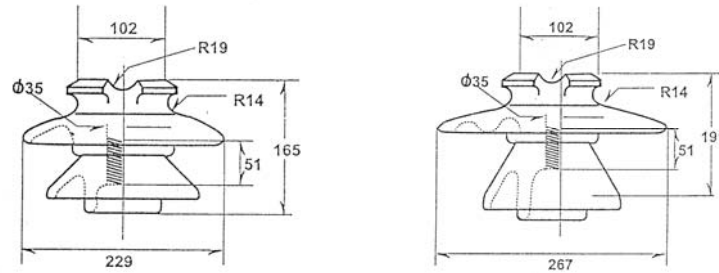
Banyak terbuat dari bahan porselin maupun bahan gelas yang dibentuk dalam bentuk kepingan dan bagian bawahnya diberi suatu pasak (*pin*) yang terbuat dari bahan besi atau baja tempaan. Tiap kepingan diikatkan oleh suatu bahan semen yang berkualitas baik.

Bentuk kepingan dibuat mengembang ke bawah seperti payung, untuk menghindarkan air hujan yang menimpa permukaan kepingan secara mudah. Banyaknya kepingan tergantung pada kekuatan listrik bahan kepingan. Biasanya jumlah kepingan ini maksimum lima buah.

Isolator pasak yang mempunyai satu keping, biasanya digunakan untuk jaringan distribusi sekunder pada tegangan 6 kV ke bawah yang terbuat dari bahan gelas atau porselin. Untuk jaringan distribusi primer biasanya terdiri dari dua keping yang terbuat dari bahan porselin.

Isolator jenis pasak ini banyak digunakan pada tiang-tiang lurus (*tangent pole*) dengan kekuatan tarikan sudut (*angle tensile strenght*)

hingga 10° . Kawat penghantar jaringan diletakkan di bagian atas untuk posisi jaringan lurus, sedangkan untuk jaringan dengan sudut di bawah 10° kawat penghantarnya diikatkan pada bagian samping agar dapat memikul tarikan kawat.



Gambar 60.
Isolator jenis pasak

Kekuatan tarik isolator jenis pasak ini lebih rendah bila dibandingkan dengan isolator jenis gantung, karena kekuatan isolator jenis pasak ini ditentukan oleh kekuatan pasaknya terhadap gaya tarikan kawat penghantar.

Pemasangan isolator jenis pasak ini direncanakan pada puncak tiang maupun pada palang kayu (*cross-arm*) yang disekrupkan pada isolator tersebut. Pemasangan isolator jenis pasak pada tiang kayu saluran satu fasa yang memiliki sudut : 0° sampai 5° , dan sudut 5° sampai 30° , serta untuk saluran tiga fasa dengan sudut 0° sampai 5° , dan untuk sudut 5° sampai 30° .

Isolator jenis pasak banyak digunakan karena :

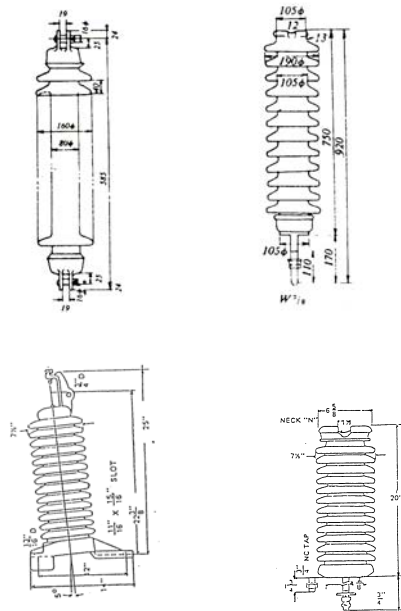
- a. lebih banyak jaringan dibuat lurus
- b. sudut saluran dibuat kurang dari 15°
- c. isolator jenis gantung lebih mahal dari isolator jenis pasak
- d. konstruksi tiang dibuat dengan *cross-arm* (*travers*) lebih menonjolkan ke laur sudut.

2. Isolator Jenis Pos (*post type insulator*).

Isolator jenis pos (*post type insulator*) , digunakan pada tiang-tiang lurus (*tangent pole*) dan tiang sudut (*angle pole*) untuk sudut 5° sampai 15° . Dibandingkan dengan isolator jenis pasak, isolator jenis pos ini lebih sederhana perencanaannya. Diameternya lebih kecil dan tak menggunakan kepingan-kepingan seperti isolator jenis pasak. Terdapat lekukan-lekukan pada permukaannya untuk mengurangi

hantaran yang terjadi pada isolator. Makin tinggi tegangan isolasinya makin banyak lekukan-lekukan tersebut.

Isolator jenis pos ini bagian atasnya diberi tutup (*cap*) dan bagian bawah diberi pasak yang terbuat dari bahan besi atau baja tempaan. Bahan yang digunakan untuk isolator jenis pos ini terbuat dari bahan porselin basah yang murah harganya.



Gambar 61.
Isolator jenis Pos

Kekuatan mekanis isolator jenis pos ini lebih tinggi dibandingkan isolator jenis pasak dan penggunaannya hanya pada jaringan distribusi primer untuk tiang lurus (*tangent pole*) pada sudut 5° sampai 15°. Isolator jenis pos yang digunakan untuk jaringan distribusi 20 kV, memiliki tegangan tembus sebesar 35 kV dengan kekuatan tarik (*tensile strenght*) sebesar 5000 pon.

3. Isolator Jenis Gantung (*suspension type insulator*).

Isolator jenis gantung (*suspension type insulator*), digunakan pada tiang-tiang sudur (*angle pole*) untuk sudut 30° sampai 90°, tiang belokan tajam, dan tiang ujung (*deadend pole*).

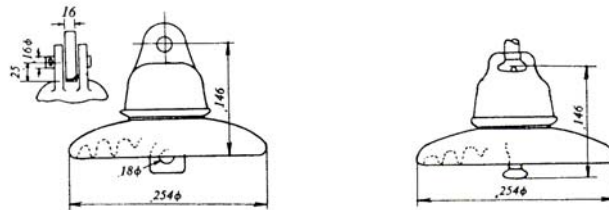
Isolator jenis clevis lebih banyak digunakan karena lebih kokoh dan kuat dalam penggandengannya, serta tidak ada kemungkinan

lepas dari gandengannya, karena pada ujungnya digunakan mur baut untuk mengikatnya.

Isolator gantung (*suspension insulator*) terdiri dari sebuah piringan yang terbuat dari bahan porselin, dengan tutup (*cap*) dari bahan besi tempaan (*malleable iron*) dan pasaknya terbuat dari bahan baja yang diikat dengan semen yang berkualitas, sehingga membentuk satu unit isolator yang berkualitas tinggi.

Dibandingkan isolator jenis pasak, isolator gantung ini hanya mempunyai satu piringan yang terbuat dari bahan porselin atau bahan gelas biru kelabu (*blue gray glaze*). Dengan menggunakan bahan gelas biru kelabu ini harga isolator dapat ditekan lebih murah dan dapat digunakan untuk beberapa gandengan.

Umumnya isolator gantung dengan bahan gelas ini digunakan untuk jaringan distribusi primer, sedangkan isolator gantung dari bahan porselin banyak digunakan untuk gandengan-gandengan pada jaringan transmisi tegangan tinggi.



Gambar 62.
Isolator gantung jenis clevis dan jenis ball and socket

Dilihat dari konstruksinya, isolator gantung ini dikenal dalam dua jenis, yaitu jenis clevis dan jenis ball and socket.

Jenis clevis ini memiliki bentuk tutup (*cap*) dan pasaknya (*pin*) berbentuk pipih dengan lubang ditengahnya, yang digunakan untuk keperluan penggandengan dari beberapa isolator gantung dengan mengikatnya dengan mur baut sehingga bisa lebih kuat penggandengannya.

Jenis ball and socket memiliki bentuk tutup (*cap*) berlubang (*socket*) untuk menyangkut-kan pasak (*pin*) yang berbentuk bulat (*ball*), sehingga penggandengan dari beberapa isolator gantung tidak menggunakan baut (*bolt*) lagi.

Kedua jenis ini yang paling banyak dipakai adalah jenis clevis, karena dibandingkan dengan jenis ball and socket maka jenis clevis ini lebih kokoh dan kuat serta tidak ada kemungkinan lepas.

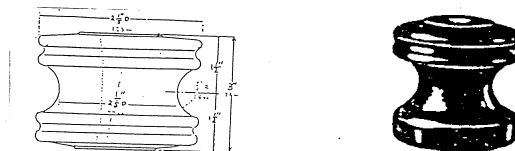
Isolator gantung mempunyai kualitas tegangan isolasi tidak begitu tinggi dibandingkan isolator jenis pasak, karena isolator gantung hanya memiliki satu piringan untuk setiap unit isolator. Oleh sebab itu agar memenuhi kebutuhannya maka isolator gantung ini digandeng-gandengkan satu unit dengan unit yang lain agar mendapatkan kualitas tegangan isolasi yang tinggi. Bila digandengkan isolator gantung mempunyai kualitas yang lebih tinggi dari isolator jenis pasak. Makin banyak gandengannya makin tinggi kualitas tegangan isolasinya.

Saluran transmisi banyak sekali menggunakan isolator gantung ini. Karena kekuatan mekanis isolator gantung ini lebih tinggi bila digandengkan, maka banyak digunakan untuk menahan besarnya tarikan atau ketegangan kawat pada tiang-tiang sudut (*angle pole*), tiang belokan tajam, dan tiang ujung (*deadend pole*).

4. Isolator Jenis Cincin (*spool type insulator*).

Isolator jenis cincin (*spool type insulator*), digunakan pada tiang-tiang lurus (*tangent pole*) dengan sudut 0° sampai 10° , yang dipasang secara horizontal maupun vertikal.

Isolator cincin bentuknya bulat berlubang ditengahnya seperti cincin yang hanya terdapat satu atau dua lekukan saja yang seluruhnya terbuat dari bahan porselin.



Gambar 63
Isolator jenis cincin

Isolator cincin ini tidak menggunakan pasak (*pin*) sehingga isolator cincin memiliki kualitas tegangannya lebih rendah. Biasanya tak lebih dari 3 kV. Isolator cincin ini besarnya tidak lebih dari 7,5 cm tinggi maupun diameternya, yang dipasangkan pada jaringan distribusi sekunder serta saluran pelayanan ke rumah-rumah.

Isolator ini dipasang pada sebuah *clamp* (pengapit) dengan sebuah pasak yang dimasukkan ke dalam lubang ditengahnya. Pemasangan secara horizontal digunakan untuk jaringan lurus (*tangent line*) dengan sudut antara 0° sampai 10° . Untuk jaringan lurus (*angle line*) untuk sudut lebih dari 10° dipasang pada

kedudukan vertikal. Kesemuanya dipasang pada tiang penyangga dengan jarak satu meter dari tiang atau 60 cm dari palang kayu (*cross arm*).

D. Karakteristik Isolator Jaringan

1. Karakteristik Isolator

- a. Mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi agar dapat menahan beban kawat penghantar
- b. Memiliki konstanta dielektrikum (*relative permittivity*) yang tinggi, agar memberikan kekuatan dielektrik (*dielectric strenght*) tinggi juga.
- c. Mempunyai tahanan isolasi (*insulation resistance*) yang tinggi agar dapat menghindari kebocoran arus ke tanah.
- d. Mempunyai perbandingan (*ratio*) yang tinggi antara kekuatan pecah dengan tegangan loncatan api (*flashover voltage*).
- e. Menggunakan bahan yang tidak berpori-pori dan tidak terpengaruh oleh perubahan temperatur
- f. Bebas dari kotoran dari luar dan tidak retak maupun tergores, agar dapat dilewati oleh air atau gas di atmosfer
- g. Mempunyai kekuatan dielektrik (*dielectric strenght*) dan kekuatan mekanis (*mechanis strenght*) yang tinggi
- h. Bahan yang mampu mengisolir atau menahan tegangan yang mengenainya.
- i. Harganya murah
- j. Tidak terlalu berat

2. Karakteristik Elektris

Isolator memiliki dari dua elektroda yang terbuat dari bahan logam berupa besi atau baja campuran sebagai tutup (*cap*) dan pasak (*pin*) yang dipisahkan oleh bahan isolasi. Dimana tiap bahan isolasi mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang mengenainya tanpa menjadi rusak, yang disebut dengan *kekuatan dielektrikum*.

Apabila tegangan diterapkan pada isolator yang ideal di kedua elektroda tersebut, maka dalam waktu singkat arusnya yang mengalir terhenti dan didalam bahan isolasi terjadi suatu muatan (Q). Hal ini menunjukkan adanya perbedaan tegangan (V) diantara kedua elektroda. Besarnya muatan itu adalah :

$$Q = C.V$$

Dimana nilai kapasitas C tergantung pada nilai konstanta dielektrik dari suatu bahan yang terdapat diantara kedua elektroda

tersebut. Makin tinggi nilai konstanta dielektrikum suatu bahan isolasi makin besar kapasitansi isolasi tersebut.

Untuk bahan isolasi porselin dan gelas nilai konstante dielektriknya lebih tinggi dibandingkan dengan bahan-bahan isolasi yang lain. Bandingkan konstante dielektrik bahan-bahan di bawah ini.

Tabel 8.
Nilai Konstante Dilektrikum Beberapa Bahan

Macam Bahan	ϵ	Macam Bahan	ϵ
Ebinit	2,8	Parafin	2,1 - 2,5
Fiber	2,5 - 5	Kertas	2,0 - 2,6
Gelas	5,4 - 9,9	Porselin	5,7 - 6,8
Mika	2,5 - 6,6	Air	2,0 - 3,5
Minyak	2,2 - 6,6	Kayu	2,5 - 7,7

Selain nilai konstante dielektrik yang mempengaruhi nilai kapasitansi, luas dan tebalnya suatu bahan mempengaruhi juga nilai kapitansi tersebut. Makin besar volume suatu bahan makin bertambah tinggi muatannya, dan makin besar nilai kapasitansinya yang ditentukan dengan persamaan.

$$C = \epsilon \frac{A}{4\pi d}$$

Dimana :

C = kapasitansi suatu bahan (Farad)

ϵ = konstanta dilektrikum

A = luas permukaan bahan (m^2)

d = diameter atau tebal bahan (m)

Nilai kapasitansi ini akan diperbesar lagi karena kelembaban udara, debu, panas udara, kerusakan mekanis, proses kimia serta tegangan lebih yang mempengaruhi permukaan dari bahan isolasi tersebut.

Oleh karena itu pendistribusian tegangan pada bahan isolasi tidak seragam, dan lebih besar pada bagian yang terkena tegangan. Hal ini disebabkan terjadinya arus kebocoran (*leakage current*) yang melalui permukaan bahan tersebut. Arus kebocoran ini kecil kalau dibandingkan dengan arus yang mengalir pada bahan isolasitersebut, yang besarnya adalah :

$$I_l = \frac{V}{R_i}$$

Dimana :

I_l = arus kebocoran dalam Ampere

V = tegangan yang melaluinya dalam Volt

R_i = tahanan isolasi dalam Ω

Hal tersebut diatas membuat isolator menjadi tidak ideal, yang seharusnya arus mengalir berhenti dalam waktu yang singkat, akan tetapi turun perlahan-lahan. Lihat gambar grafik dibawah ini.

Akan tidak ideal lagi isolator tersebut apabila terjadi tegangan yang diterapkan diantara kedua elektroda isolator tersebut mengalami tegangan loncatan api (*flash over voltage*) atau tegangan tembus pada isolator ini.

Dalam sistim tenaga listrik tegangan loncatan api ini biasa dikatakan sebagai tegangan lebih (*over voltage*) yang ditimbulkan dari dua sumber. Pertama sumber berasal dari sistim itu sendiri yang berupa hubungan singkat (*short circuit*), sedang yang kedua sumber dari luar sistim biasa disebut gangguan sambaran petir.

Tegangan tembus inilah yang terutama menentukan nilai suatu isolator sebagai penyekat dan menunjukkan kekuatan dielektrik dari isolator yang besarnya untuk tiap-tiap isolator berbeda-beda seperti yang terlihat pada tabel-tabel dibawah ini.

Isolator terdiri dari bahan porselin yang diapit oleh elektroda-elektroda. Dengan demikian isolator terdiri dari sejumlah kapasistansi. Kapasistansi ini diperbesar oleh terjadinya lapisan yang menghantarkan listrik, karena kelembaban udara, debu dan bahan-bahan lainnya pada permukaan isolator tersebut. Karena kapasistansi ini maka distribusi tegangan pada saluran gandengan isolator tidak seragam. Potensial pada bagian yang terkena tegangan (ujung saluran) adalah paling besar dengan memasang tanduk busur api (*arcing horn*), maka distribusi tegangan diperbaiki.

Tegangan lompatan api (*flashover voltage*) pada isolator terdiri atas tegangan-tegangan lompatan api frekuensi rendah (*bolak-balik*), impuls dan tembus dalam minyak (*bolak-balik frekuensi rendah*). Tegangan lompatan api frekuensi rendah kering adalah tegangan lompatan api yang terjadi bila tegangan diterapkan diantara kedua elektroda isolator yang bersih dan kering permukaannya, nilai konstanta serta nilai dasar karakteristik isolator. Tegangan lompatan api basah adalah tegangan lompatan api yang terjadi bila tegangan diterapkan diantara tegangan kedua elektroda isolator yang basah karena hujan, atau dibasahi untuk menirukan hujan.

Tegangan lompatan api impuls adalah tegangan lompatan api yang terjadi bila tegangan impuls dengan gelombang standar diterapkan. Karakteristik impuls terbagi atas polaritas positif dan negative. Biasanya tegangan dengan polaritas positif (yang memberikan nilai loncatan api yang rendah) yang dipakai. Untuk polaritas positif tegangan loncatan api basah dan kering sama.

Tegangan tembus (puncture) frekuensi rendah menunjukkan kekuatan dielektrik dari isolator, dan terjadi bila tegangan frekuensi rendah diterapkan antara kedua elektroda isolator yang dicelupkan pada minyak sampai isolator tembus. Untuk isolator dalam keadaan baik tegangan tembus ini lebih tinggi dari tegangan loncatan api frekuensi rendah, dan nilainya kira-kira 140 kV untuk isolator gantung 250 mm.

3. Karakteristik Mekanis

Kecuali harus memenuhi persyaratan listrik, isolator harus memiliki kekuatan mekanis guna memikul beban mekanis penghantar yang diisolasiannya. Porselin sebagai bagian utama isolator, mempunyai sifat sebagai besi cor, dengan tekanan-tekanan yang besar dan kuat-tarik yang lebih kecil. Kuat tariknya biasanya 400-900 kg/cm², sedangkan kuat tekanannya 10 kali lebih besar.

Porselin harus bebas dari lubang-lubang (blowholes) goresan-goresan, keretakan-keretakan, serta mempunyainya ketahanan terhadap perubahan suhu yang mendadak tumbukan-tumbukan dari luar.

Gaya tarik isolator yang telah dipasang relatif besar, sehingga kekuatan porselin dan bagian-bagian yang disemenkan padanya harus dibuat besar dari kekuatan bagian-bagian logamnya.

Kekuatan mekanis dari isolator gantung dan isolator batang panjang harus diuji untuk mengetahui kemampuan mekanis dan keseragamannya. Kekuatan jenis ini dan line post ditentukan oleh kekuatan pasaknya (pin) terhadap moment tekukan (bending momen) oleh penghantar. Pengkajian kekuatannya karena itu dilakukan dengan memberikan beban kawat secara lateral terhadap pasak.

Dalam perencanaan saluran transmisi udara, tegangan lebih pada isolator merupakan factor penting. Ditempat-tempat dimanana pengotoran udara tidak mengkhawatirkan, surja-hubung (switching-surge) merupakan factor penting dalam penentuan jumlah isolator dan jarak isolator. Karakteristik lompatan api dari surja-hubung lain dari karakteristik frekuensi rendah dan impuls, (Gbr.9).

E. Penggunaan Isolator Pada Jaringan Distribusi

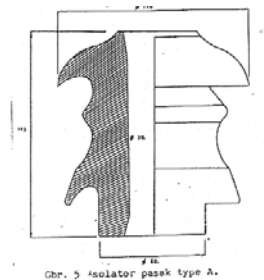
Ditinjau dari segi penggunaan isolator pada jaringan distribusi dapat dibedakan menjadi besar kecil tegangan, yaitu tegangan rendah (SUTR) dan tegangan menengah/tinggi (SUTM).

1. Pada Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR)

Isolator SUTR adalah suatu alat untuk mengisolasi kawat penghantar dengan tiang dan traves. Isolator yang baik harus memiliki cirri-ciri, yaitu sudut dan lekukkan yang licin dan tidak tajam, guna menghindari kerusakan kawat penghantar akibat tekanan mekanis pada saat pemasangan. Disamping itu isolator SUTR harus memenuhi persamaan mekanis, elektrik, dan termis, mempunyai ketahanan terhadap tembusan dan loncatan arus rambat listrik. Juga tahan terhadap gaya mekanis, perubahan suhu, dan cuaca sesuai dengan keadaan kerja setempat.

Pada pemasangan SUTR pemakaian jenis isolator dibedakan sesuai dengan lokasi berdiri tiang. Untuk tiang yang berdiri ditengah-tengah jaringan yang lurus digunakan isolator pasak type "RM".

Lokasi tiang yang berdiri pada akhir atau ditikungan jaringan SUTR digunakan isolator pasak jenis Spool Isolator dan Isolator pasak Type "A", dan isolator line-post. Sedangkan untuk tiang penegangan dipergunakan isolator gantung.



Gambar 64.
Isolator jenis pasak tipe A

Sebelum isolator dipasang pada SUTR terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan secara visual mengenai bentuk ukuran, dan keadaan isolator itu sendiri.

Disamping itu isolator harus terbuat dari bahan porselen yang diglasir, mempunyai kualitas isolator arus listrik tinggi, tidak berlapis-lapis, tidak berlubang, dan tidak cacat.

Bahan pin isolator harus diglavanis sehingga tidak mudah berkarat. Pemasangan pin pada poros isolator harus lurus.

Pemasangan pin pada poros idolator dilakukan dengan coran timah hitam.

2. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

Isolator yang digunakan untuk jaringan SUTM, karakteristiknya dan konstruksi dapat dilihat dibawah ini :

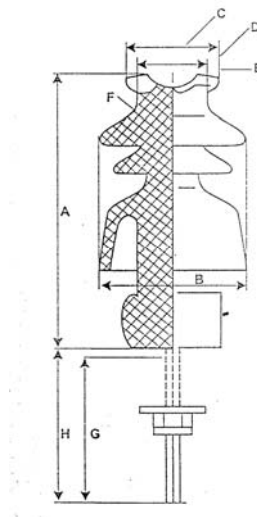
Temperature maksimum : 40°

Temperature normal : 28°

Temperature minimal : 16°

Dalam jaringan SUTM ini mempergunakan isolator jenis sangga dan isolator suspension (isolator gantung).

Didalam pemasangan isolator suspension maupun isolator sangga, diperiksa baut dan mur yang ada harus dikunci dengan kuat. Isolator itu dipasang pada traves dengan mengunci mur dan baut yang terdapat pada plat penegang. Didalam memasang isolator suspension dilakukan setiap satu persatuan unit. Setiap satu jaringan SUTM yang terdapat sambungan saluran udara pada tiang, dibutuhkan enam unit isolator suspension dan satu isolator sangga. Isolator sangga berfungsi sebagai penyangga kawat penghantar yang ditengah jaringan melintasi traves. Sebagai pengunci kawat penghantar dibutuhkan enam buah klem penyambung yang terbuat dari bahan yang sama dengan bahan penghantar. Pada traves diakhiri saluran SUTM dipakai tiga unit isolator suspension.



Gambar 65.
Isolator jenis sangga

