

PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYUSUTAN BERAT BAHAN UJI KABEL JENIS N2XSRY DAN NA2XSEYBY

Syafriyudin¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 9 Mei 2012, revisi masuk : 19 Juni 2012, diterima: 5 Juli 2012

ABSTRACT

Cable channel that serves the electrical energy is the most vulnerable equipment in the installation of security. The occurrence of short circuit in the installation of household is usually caused by bad cable connection or because of damage to cable insulation. To anticipate the damage to cable insulation, required the knowledge of the factors that cause the damage is and how great the influence of these factors on insulation resistance. The effect of temperature can cause the wiring insulation degradation process because it can result in changes in the chemical structure of the material. Degradasi this process is marked by a decrease insulation resistance, which is characterized by the rapid occurrence of breakdown voltage if the temperature continues to increase. The longer and higher temperature insulation material given the level of damage suffered by the material will also be greater. From the results of testing insulation resistance reduction characteristics can vary from insulating materials d test, depending on the percentage of additive materials are mixed with an insulating material, the degradation process continues over time due to a rise in temperature can cause the wiring insulation becomes stiff and the consequent breakdown voltage to the material will be faster.

Keywords : *insulation, mechanical strength, temperatur.berat types*

INTISARI

Kabel yang berfungsi menyalurkan energi listrik merupakan peralatan yang paling rentan dalam sisi keamanan instalasi. Terjadinya hubung singkat pada instalasi rumahtangga biasanya disebabkan karena sambungan kabel yang tidak baik ataupun karena rusaknya isolasi kabel. Untuk mengantisipasi kerusakan isolasi kabel, diperlukan adanya pengetahuan atas faktor-faktor penyebab kerusakan tersebut dan seberapa besar pengaruh faktor-faktor ini terhadap ketahanan isolasi. Pengaruh temperatur dapat menyebabkan terjadinya proses degradasi pada isolasi kabel karena dapat menyebabkan terjadinya perubahan struktur kimia bahan. Proses degradasi ini salah satunya ditandai dengan penurunan ketahanan isolasi, yang ditandai dengan semakin cepat terjadinya tegangan tembus jika temperatur terus dinaikkan. Semakin lama dan semakin tinggi temperatur yang diberikan pada bahan isolasi maka tingkat kerusakan yang dialami bahan juga akan semakin besar. Dari hasil pengujian karakteristik penurunan ketahanan isolasi dapat berbeda pada setiap bahan isolasi yang di uji, tergantung pada prosentase bahan aditif yang dicampurkan pada bahan isolasi, proses degradasi yang berlangsung secara terus menerus karena kenaikan temperatur dapat menyebabkan isolasi kabel menjadi kaku dan akibatnya tegangan tembus pada bahan akan semakin cepat.

Kata kunci : isolasi, kekuatan mekanis, temperatur.berat jenis

PENDAHULUAN.

Tenaga listrik sangat praktis karena dapat dengan mudah dapat

ditransportasikan atau disalurkan dan juga mudah diatur. Tenaga listrik dibangkitkan di pusat-pusat listrik tenaga.

¹dien@akprind.ac.id

Pusat-pusat tenaga listrik itu umumnya terletak jauh dari tempat-tempat dimana tenaga listrik itu digunakan sehingga harus disalurkan melalui kawat-kawat atau kabel transmisi. Saluran transmisi terbagi dalam dua kategori yaitu saluran udara (*overhead lines*) dan saluran kabel tanah (*underground cable*). Tenaga listrik yang menyalurkan melalui kawat-kawat yang digantung pada menara atau tiang transmisi dengan perantara isolator-isolator, sedangkan kabel tanah berupa kawat-kawat yang diselubungi isolasi dan ditanam dibawah permukaan tanah.

Mengingat bahwa biaya suatu peralatan tegangan tinggi ditentukan oleh biaya pengadaan bahan isolasinya, disamping perencanaan isolasi yang tepat perlu diadakan riset untuk menemukan bahan-bahan baru yang lebih murah. Kualitas isolasi peralatan menentukan keandalan dan keamanan operasi sistem tenaga listrik. Pengujian harus dilakukan untuk menjawab apakah kualitasnya memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan untuk peralatan tersebut.

METODE

Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*), pengujian berat Jenis dimaksudkan untuk menilai kebenaran berat jenis pada bahan isolasi. Metode yang digunakan khusus untuk bahan baku PE, PVC dan XLPE. Pengujian ini sesuai dengan SPLN 39-1 : 1981. Alat Pengujian yang digunakan adalah timbangan Sauter dengan ketelitian 0,0001 gr, Gelas Pyrex 200 cc dan Cairan alkohol dengan B.J 0,82 gr/cc

Tahapan pengujian meliputi proses awal yaitu Bahan baku yang berbentuk butiran kecil dipadatkan/dipres dengan tebal 5 mm, dengan tujuan agar tidak ada gelembung-gelembung udara pada contoh tersebut yang mengakibatkan beratnya berkurang. Kemudian dipotong-potong sedemikian rupa sehingga diperoleh berat $\pm 2,5$ gr. Contoh harus berada di suhu ruangan $23^{\circ}\text{C} \pm 2$. Contoh ditimbang di udara dengan berat M_1 , kemudian contoh ditimbang di dalam cairan alkohol dengan berat jenis 0,8 gr/cc dengan digantung dengan kawat halus dengan

berat M_2 , sehingga didapat perhitungan sebagai berikut :

Berat Jenis (*Specific Gravity*) :

$$\frac{M_1 \times d}{M_1 - M_2}$$

Keterangan :

Berat jenis : (gr/cm^3)

M_1 : berat contoh di udara (gr)

M_2 : berat contoh di dalam cairan (gr)

d : berat jenis cairan (0,8 gr/cc)



Gambar 1. Alat pengujian berat Jenis

PEMBAHASAN

Pengujian Penyusutan Berat (*Plasticizer Loss on Ageing*), Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui penyusutan berat bahan isolasi khususnya PVC karena proses penuaan (*Loss of mass*) setelah dproses dengan penuaan 7 x 24 jam. Pengujian ini sesuai dengan IEC 60811-3-2 : 1985. Alat Pengujian yang digunakan meliputi Alat *Press Pontijne*, Oven, Timbangan Sauter dengan ketelitian 0,0001 gr

Proses pengujian melalui beberapa tahapan. Tahap pertama butiran sampel PVC dipres dalam bentuk lempengan dengan ketebalan $\pm 1,2$ mm pada alat *pontijne* dengan setting temperatur sesuai tipe bahan baku. Bahan baku yang telah dipres di *dumble* dengan *helter*.

Langkah kedua yaitu kepingan *dumble* ditimbang kemudian dilakukan penuaan dengan cara dioven selama 7 x 24 jam dan setting temperatur oven disesuaikan dengan tipe bahan baku. Langkah ketiga, setelah proses penuaan selesai, sampel tersebut didinginkan hingga mencapai suhu ruangan.



Gambar 2 Alat Press Pontijne

Kemudian timbang sampel tersebut satu per satu dengan alat timbangan *sauter* dan ukur ketebalannya. Perhitungan berat penyusutan setelah proses penuaan adalah berdasarkan rumus :

$$A : 12,56 + 180 \times t$$

Keterangan :

A : Area (cm²)

t : Tebal (cm)

$$Q : \frac{\text{Difference}}{\text{Area}}$$

Keterangan :

Q : *Plasticizer Loss on Ageing* (mg/cm²)

Difference : Selisih berat sebelum penuaan dan sesudah penuaan (mg)



Gambar 3 Proses penuaan dengan oven

Hasil Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*), hasil pengujian berat Jenis dimaksudkan untuk menilai kebenaran berat jenis pada bahan isolasi. Pengujian ini sesuai dengan SPLN 39-1 : 1981 yang meliputi Material : PVC *Sheathing Grade*, Type : YM/1 or STI RD (Red ,) Room Temperature : 20 °C S.G Liquid: 0,82 gr/cm³ .

$$\text{Berat Jenis} : \frac{M_1 \times d}{M_1 - M_2}$$

Dengan 4 buah sampel hasilnya adalah.:

$$\text{Berat Jenis} : \frac{3,0760 \times 0,82}{3,0760 - 1,3270} : 1,4421 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Berat Jenis} : \frac{2,8953 \times 0,82}{2,8953 - 1,2470} : 1,4404 \text{ gr/cm}^3$$

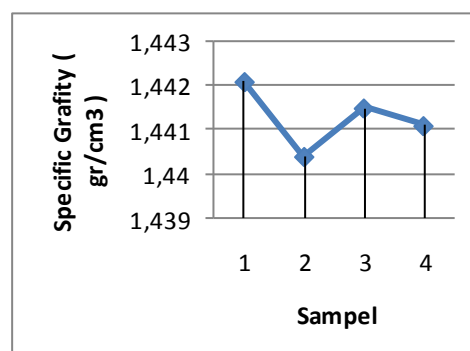
$$\text{Berat Jenis} : \frac{3,1048 \times 0,82}{3,1048 - 1,3386} : 1,4415 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Berat Jenis} : \frac{3,0374 \times 0,82}{3,0374 - 1,3091} : 1,4411 \text{ gr/cm}^3$$

Tabel 1 Pengujian Berat

No	Weight on Air (gr)	Weight in Liquid (gr)	Specific Gravity (gr/cm ³)	Remarks
1	3,0760	1,3270	1,4421	G Liquid : 82 gr/cm ³
2	2,8953	1,2470	1,4404	
3	3,1048	1,3386	1,4415	
4	3,0374	1,3091	1,4411	
Value			1,4413	

Pengujian berat jenis dilakukan untuk mengetahui berat jenis dari bahan PVC dan untuk mengetahui kadar air dalam bahan. Bila kadar air dalam bahan itu tinggi maka kekuatan tahanan isolasi pada bahan akan berkurang. Hal tersebut dapat mengakibatkan kegagalan dielektrik maupun mekanis.



Gambar 4. Grafik hasil Pengujian Berat Jenis.

Pengujian Penyusutan Berat (*Plasticizer Loss On Ageing*), pengujian ini dilakukan untuk mengetahui penyusutan berat bahan isolasi khususnya PVC karena proses penuaan (*Loss of mass*) setelah diproses dengan penuaan 7 x 24 jam. Pengujian ini sesuai dengan IEC 60811-3-2 : 1985 yang meliputi Material : PVC *Sheathing Grade*, Type : YM/1 or STI RD (Red), *Room Temperature* : 20 ° C dan *Plasticizer Loss On Ageing* : 100 ° C. Hasil pengujian berat ini adalah:

$$A : 12,56 + 180 \times t$$

$$Q : \frac{\text{Difference}}{\text{Area}}$$

$$A : 12,56 + 180 \times t$$

$$: 12,56 + 180 \times 0,0135$$

$$: 14,99 \text{ cm}^2$$

$$: \frac{15,1}{14,99}$$

$$: 1,0073 \text{ mg/cm}^2$$

$$A : 12,56 + 180 \times t$$

$$: 12,56 + 180 \times 0,0142$$

$$: 15,12 \text{ cm}^2$$

$$: \frac{13,7}{15,12}$$

$$: 0,9061 \text{ mg/cm}^2$$

$$A : 12,56 + 180 \times t$$

$$: 12,56 + 180 \times 0,0133$$

$$: 14,95 \text{ cm}^2$$

$$: \frac{12,9}{14,95}$$

$$: 0,8629 \text{ mg/cm}^2$$

$$A : 12,56 + 180 \times t$$

$$: 12,56 + 180 \times 0,0146$$

$$: 15,19 \text{ cm}^2$$

$$Q : \frac{\text{Difference}}{\text{Area}}$$

$$: \frac{15,8}{15,19} : 1,0401 \text{ mg/cm}^2$$

$$A : 12,56 + 180 \times t$$

$$: 12,56 + 180 \times 0,0137$$

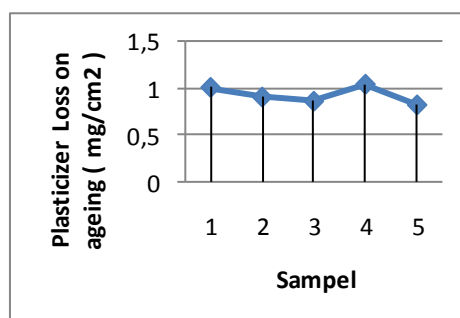
$$: 15,03 \text{ cm}^2$$

$$: \frac{12,4}{15,03}$$

$$: 0,8250 \text{ mg/cm}^2$$

Tabel 2 Pengujian Penyusutan Berat (*lasticizer Loss On Ageing*)

No	Thick-ness (mm)	Weight		Difference (mg)	Area	Plasticizer Loss on Ageing (mg/cm ²)
		Before Ageing (gr)	After Agein (gr)			
1	1,35	1,30	1,29	15,1	14,99	1,08
2	1,42	1,35	1,34	13,7	15,12	0,91
3	1,33	1,29	1,28	12,9	14,95	0,86
4	1,46	1,38	1,37	15,8	15,19	1,05
5	1,37	1,31	1,22	12,4	15,03	0,83
						0,93



Gambar 5. Grafik Pengujian Penyusutan Berat (*Plasticizer Loss On Ageing*)

Suhu juga sangat berpengaruh terhadap berubahnya struktur ikatan atom dalam bahan tersebut. Sehingga akan mempercepat penuaan pada bahan.

KESIMPULAN.

Dari uraian diatas maka dapat diambil beberapa kesimpulan. Bahan isolasi mempengaruhi : sifat kelistrikan, sifat mekanis, sifat thermal, dan ketahanan terhadap bahan kimia. Kegagalan pada bahan isolasi kabel sebagian besar disebabkan oleh pengaruh suhu yang tinggi. Pengaruh suhu akan mempercepat berkurangnya kekuatan dielektris bahan yang dapat menyebabkan terjadinya Breakdown Voltage dan arus bocor.

Kekuatan tarik dan prosentase pemuluran bahan isolasi jenis PVC pada bahan yang tidak mengalami proses penuaan (*Before Ageing*) Dimana grafik kuat tarik sebelum proses penuaan meningkat terus, hal ini disebabkan pada bahan belum terjadinya kegagalan yang diakibatkan oleh beberapa faktor karena tidak mengalami perlakuan (*Treatment*) sehingga ikatan-ikatan struktur pada bahan belum berubah.

Bahan yang telah mengalami proses penuaan (*After ageing*) terjadi pemuluran. Dimana bahan mengalami degradasi, akibat perlakuan (*Treatment*) yaitu proses penuaan dengan dipanaskan selama waktu yang telah ditentukan. Sehingga dapat mempengaruhi ikatan-ikatan kimia dalam struktur bahan yang dapat mengakibatkan umur bahan menjadi lebih pendek dan kekuatan mekanis bahan berkurang.

Besarnya penyusutan berat bahan terhadap suhu konstan dengan membandingkan berat sebelum penuaan dan setelah penuaan. Suhu sangat berpengaruh terhadap berubahnya struktur ikatan atom dalam bahan tersebut. Sehingga akan mempercepat penuaan pada bahan.

Khusus bahan XLPE. bahan ini dapat dikatakan baik bila saat dikenakan suhu panas maka pemulurannya tidak melebihi batas yang ditentukan dan pada saat didinginkan maka dapat kembali seperti semula. Hal ini sangat penting dikarenakan bahan XLPE digunakan untuk inner insulation yang dekatnya dengan penghantar. Bila bahan XLPE saat didinginkan tidak kembali seperti semula maka akan ada udara yang masuk diantara celah-celah isolasi dengan penghantar. Sehingga dapat mengakibatkan breakdown voltage, karena tahanan udara lebih kecil dibanding tahanan isolasi, akibatnya udara berubah menjadi penghantar yang akan menembus bahan isolasi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Abdul Syakur, Sistem Pengukuran Partial Discharge pada Model Void dalam PVC, UNDIP, Semarang. 2008

Bonggas, L. Tobing, Dasar Teknik Pengujian Tegangan Tinggi, Gramedi Pustaka Utama. Jakarta.2003.

IEC, Assesment of the Risk of Damage due to Lightning, International Standard, CEI IEC 1662 First Edition, 1995.

JEC. Pengujian Hot set, IEC 60811-2-1:1986

[5]IEC, Kabel Daya Dengan Insulasi Terekstrusi Dan Kelengkapannya Untuk Voltase Pengenal 1 kV – 30 kV, IEC 60502-1: 2009

Kabelindo, PT, Pengujian Tegangan Medium Voltage AC/DC. Jakarta

Kabelindo, PT, Pengujian Tahanan Isolasi Kabel Medium Voltage. Jakarta

Kabelindo, PT, Pengujian R Penghantar Kabel Medium Voltage. Jakarta

Munandar A., DR, Teknik Tegangan Tinggi, Ghalia, Indonesia. Jakarta, 1983.

]Schufft, W. Powerful frequency-tuned resonant test systems for after-laying test of 110 kV XLPE cables. 9th ISH Graz, paper 49.86. 1995.

SPLN, Kabel Berisolasi XLPE dan Berselubung PVC, SPLN 43 – 5. 1986

]SPLN, Pengujian Kabel Listrik, SPLN 39-1.1981

SPLN, Pengujian Kuat Tarik (*Tensile Strength*) pasal 9 Sub ayat 43, SPLN SPLN 39-1. 1981

[14]Suwarno, Pengaruh Usia Pakai Terhadap Karakteristik Thermal Isolasi Polyvinyl Chloride (PVC). Tesis. ITB. 2005