

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

Syafriyudin

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

dien@akprind.ac.id

ABSTRACT

Cable that has function of transmitting power, is a vulnerable tool in installation security aspect. Short-circuit on installation usually caused by failure of cable connection or failure of insulation cable, know ledge the cause of insulation failure and its impact to insulation endurance is absolutely needed for preventing of failure of insulation cable.

Degradation of insulation cable that is caused by temperature impact, causes change of chemical structure on the material, this degradation is signed by reduction of insulation endurance, the breakdown voltage is faster occurred if temperature increased, level of damage on material is affected by period and level of temperature increasing of time and temperature on the insulation material causes level of damage on material be increasing as well.

On testing of characteristic insulation, its endurance can be different in every tested insulation material, its depend on the percentage of substance on additive material that is mixed on the insulation material, continuous degradation that is caused by increasing of temperature can be caused cable insulation to be rigid, then breakdown voltage on material is faster.

Key words : insulation, mechanics strength, temperature

INTISARI

Kabel yang berfungsi menyalurkan energi listrik merupakan peralatan yang paling rentan dalam sisi keamanan instalasi. Terjadinya hubung singkat pada instalasi rumah tangga biasanya disebabkan karena sambungan kabel yang tidak baik ataupun karena rusaknya isolasi kabel, untuk mengantisipasi karena kerusakan isolasi kabel, diperlukan adanya pengetahuan dengan faktor-faktor penyebab kerusakan isolasi dan seberapa besar pengaruh faktor-faktor tersebut 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 dari 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, temperature.

PENDAHULUAN.

Tenaga listrik sangat berguna karena, dapat dengan mudah ditransportasikan atau disalurkan dan juga mudah diatur. Tenaga listrik dibangkitkan dipusat-pusat listrik tenaga (PLT). Pusat-pusat tenaga listrik umumnya terletak jauh dari tempat-tempat dimana tenaga listrik digunakan atau disalurkan melalui kawat-kawat atau kabel saluran transmisi. Saluran transmisi umumnya mempunyai dua kategori yaitu saluran udara (*overhead lines*) dan saluran kabel tanah (*underground cable*). Tenaga listrik yang disalurkan melalui kawat-kawat yang

digantung pada menara atau tiang transmisi dengan perantara isolator-isolator, sedangkan kategori kedua yaitu menyalurkan tenaga listrik melalui kabel-kabel yang 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 dari bahan isolasi yang sudah ada. Suatu bahan yang

digunakan sebagai bahan isolasi peralatan listrik, maka kualitas isolasi peralatan menentukan keandalan dan keamanan operasi sistem tenaga listrik. Pengujian tegangan dilakukan untuk menguji apakah kualitas kemampuan isolasi peralatan memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan untuk peralatan tersebut.

Kabel merupakan sebagai peralatan pokok dalam instalasi listrik yang berfungsi menyalurkan energi ke peralatan-peralatan yang menggunakan energi listrik, adalah peralatan yang paling rentan dalam keamanan instalasi. Terjadinya hubungan singkat pada instalasi rumah tangga biasanya disebabkan karena sambungan kabel yang tidak baik ataupun karena rusaknya isolasi kabel. Oleh karena itu, dalam pemasangan instalasi kabel listrik pada saat penyambungan kabel harus diperhatikan bahwa sambungan tersebut benar-benar terbungkus dengan sempurna. Untuk mengantisipasi karena kerusakan isolasi kabel, diperlukan adanya pengetahuan tentang faktor penyebab kerusakan isolasi isolasi dan seberapa besar faktor-faktor tersebut berpengaruh terhadap ketahanan isolasi.

PEMBAHASAN.

Pengujian berat Jenis (*Specific Gravity*) dimaksudkan untuk menilai kebenaran berat jenis pada bahan isolasi. Metode yang digunakan untuk bahan baku PE, PVC dan XLPE. Pengujian ini sesuai dengan SPLN 39-1 : 1981.

Alat Pengujian

- Timbangan Sauter dengan ketelitian 0,0001 gr
- Gelas Pyrex 200 cc
- Cairan alcohol dengan B.J 0,82 gr/cc

Cara Pengujian

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 ± 2,5 gr. Contoh harus berada disuhu ruangan 23 °C ± .

Contoh ditimbang di udara dengan berat M₁, kemudian contoh ditimbang di dalam cairan alcohol dengan berat jenis 0,8 gr/cc dengan digantung dengan kawat halus dengan berat M₂. Sehingga didapat perhitungan sebagai berikut :

Berat Jenis (*Specific Gravity*)

$$: \frac{M_1 \times d}{M_1 - M_2} \quad \llllllllllllllll \square \square \square \square$$

Keterangan :

Berat jenis : (gr/cm³)

- M₁ : Berat contoh di udara (gr)
- M₂ : Berat contoh di dalam cairan (gr)
- d : Berat jenis cairan (0,8 gr/cc)



Gambar 1. Pengujian berat Jenis

Pengujian penyusutan berat (*Plasticizer Loss On Ageing*) 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

- Alat Press Pontijne
- Oven
- Timbangan Sauter dengan ketelitian 0,0001 gr

Cara Pengujian

Butiran sampel PVC di press dalam bentuk lempengan dengan ketebalan ± 1,2 mm pada alat pontijne dengan setting temperatur sesuai tipe bahan baku. Bahan baku yang telah dipress didumble dengan helter.



Gambar 2 Alat Press Pontijne

Kepingan dumbble ditimbang, kemudian dilakukan penuaan dengan cara dioven selama 7 x 24 jam dan setting temperatur oven disesuaikan dengan tipe bahan baku.

Setelah proses penuaan selesai, sampel tersebut didinginkan hingga mencapai suhu ruangan. Kemudian timbang sampel tersebut satu persatu dengan alat timbangan sauter dan ukur ketebalannya. Perhitungan berat penyusutan setelah proses penuaan adalah.

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

Pengujian berat Jenis (*Specific Gravity*) dimaksudkan untuk menilai kebenaran berat jenis pada bahan isolasi. Metode yang digunakan untuk bahan baku PE, PVC dan XLPE. Pengujian ini sesuai dengan SPLN 39-1 : 1981.

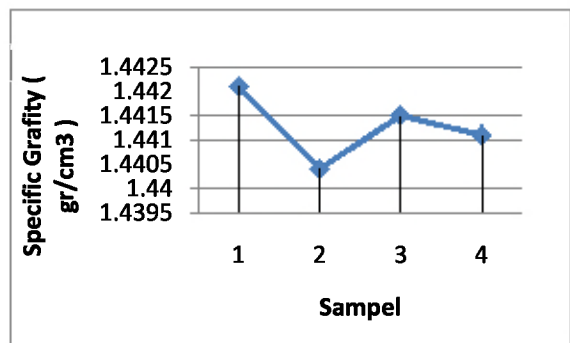
- Material : PVC Sheathing Grade
- Type : YM/1 or STI RD (Red)
- Room Temperature : 20⁰ C
- S.G Liquid : 0,82 gr/cm³

Dengan menggunakan persamaan yang sama dengan persamaan 1 maka dapat dihitung

1. Berat Jenis : $\frac{M_1 \times d}{M_1 - M_2}$
: $\frac{3,0760 \times 0,82}{3,0760 - 1,3270}$
: 1,4421 gr/cm³
2. Berat Jenis : $\frac{M_1 \times d}{M_1 - M_2}$
: $\frac{2,8953 \times 0,82}{2,8953 - 1,2470}$
: 1,4404 gr/cm³
3. Berat Jenis : $\frac{M_1 \times d}{M_1 - M_2}$
: $\frac{3,1048 \times 0,82}{3,1048 - 1,3386}$
: 1,4415 gr/cm³
4. Berat Jenis : $\frac{M_1 \times d}{M_1 - M_2}$
: $\frac{3,0374 \times 0,82}{3,0374 - 1,3091}$
: 1,4411 gr/cm³

Tabel 1 Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*)

N o	Weight on Air (gr)	Weight in Liquid (gr)	Specific Gravity (gr/cm ³)	Remarks
1	3,0760	1,3270	1,4421	S.G Liquid : 0,82 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	



Gambar 4. Grafik Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*)

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.

Pengujian Penyusutan Berat Pengujian (*Plasticizer Loss On Ageing*) 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.

- Material : PVC Sheathing Grade
- Type : YM/1 or STI RD (Red)
- Room Temperature : 20⁰ C
- Plasticizer Loss On Ageing : 100⁰ C

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

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

$$1. \quad A : 12,56 + 180 \times t$$

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

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

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

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

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

$$2. \quad A : 12,56 + 180 \times t$$

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

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

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

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

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

$$3. \quad A : 12,56 + 180 \times t$$

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

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

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

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

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

$$4. \quad A : 12,56 + 180 \times t$$

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

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

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

$$: \frac{15,8}{15,19}$$

$$: 1,0401 \text{ mg/cm}^2$$

$$5. \quad A : 12,56 + 180 \times t$$

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

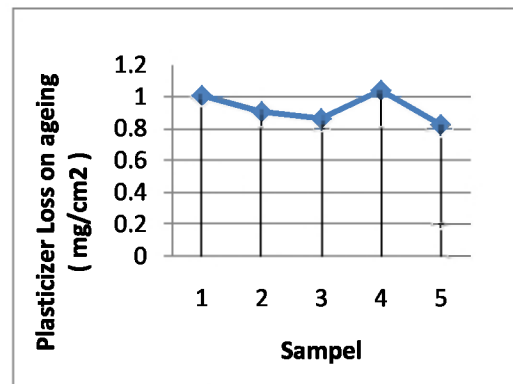
$$: 15,03 \text{ cm}^2$$

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

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

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

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



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

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui 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.

KESIMPULAN

Dari uraian dan penjelasan ini maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Bahan isolasi digunakan untuk memisahkan bagian-bagian yang bertegangan atau bagian-bagian yang aktif, sifat-sifat penting yang dimiliki oleh bahan isolasi seperti : sifat kelistrikan, sifat mekanis, sifat thermal, dan ketahanan terhadap bahan kimia.
2. 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. Sehingga dilakukan pengujian thermal terhadap bahan isolasi khususnya inner insulation.

3. Selain suhu, air dan bahan-bahan kimia lainnya juga berperan aktif terjadinya kegagalan pada bahan isolasi. Dengan melakukan pengujian daya tolak air. Maka dapat diketahui daya tahan bahan isolasi terhadap besarnya penyerapan air. Hal ini dikarenakan isolasi yang diuji adalah bahan isolasi untuk kabel tanah.
4. Tujuan dari beberapa pengujian yang telah dilakukan adalah untuk mengetahui tingkat ketahanan sifat bahan terhadap berbagai perlakuan. Antara lain sifat mekanis, sifat termal, sifat hidrofobik.
5. 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 Syukur, 2008., Sistem Pengukuran Partial Discharge pada Model Void dalam PVC, UNDIP, Semarang

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

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

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

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

Suwarno, 2005., Pengaruh usia pakai terhadap karakteristik Thermal Isolasi Polyvinyl Chloride (PVC) Tesis ITB.

««□□□□, (&□□□□□□□□□□\$VVHVPHQW□RI□WKH□5LVN□
Damage due to Lightning, International Standard, CEI IEC 1662 First Edition,

««□□□□, (&□□□□3HQJXMLDQ□+RW□VHV□□□□□□□□□□□
60811-2-1

....., IEC, 2009., Kabel Daya Dengan Insulasi Terekstrusi Dan Kelengkapannya Untuk Voltase Pengenal 1 kV ± 30 kV, IEC 60502-1

««□□□□□□63/1□□□□□□□□□□□□.DEHO□%HULVRODVL□;/3(□□
dan Berselubung PVC, SPLN 43 ± 5.

«««□□□63/1□□□□□□□□□□□□3HQJXMLDQ□.DEHO□/LVWULN□
SPLN 39-1

«««□□□63/1□□□□□□□□□□□□3HQJXMLDQ□.XDW□7DULN□
(*Tensile Strength*) pasal 9 Sub ayat 43, SPLN SPLN 39-1

«««□□□□□□□□□□□□.DEHOLQGR□□□37□□3HQJXMLDQ□
Tegangan Medium Voltage AC/DC. Jakarta

«««□□□□□□□□□□□□.DEHOLQGR□□□37□□3HQJXMLDQ□
Tahanan Isolasi Kabel Medium Voltage. Jakarta

«««□□□□□□□□□□□□.DEHOLQGR□□□37□□3HQJXMLDQ□5□
Pengantar Kabel Medium Voltage. Jakarta