



ID0200233

PENGUJIAN KEANDALAN KABEL PADA KONDISI KELEMBABAN LINGKUNGAN

Oleh: Johnny Situmorang, Puradw. I.W, D.T. Sony T, Demon Handoyo, Dwijo Mulyanto, Starlet Kusmono

ABSTRAK

PENGUJIAN KEANDALAN KABEL PADA KONDISI KELEMBABAN LINGKUNGAN. Telah dilakukan pengujian sistem kabel pada kondisi kelembaban. Pengujian dilakukan pada pemanas listrik horizontal dengan kemampuan pemanasan hingga 300°C. Sebagai hasil pengujian adalah kegagalan terjadi karena adanya penurunan arus dengan kenaikan resistansi akibat kenaikan suhu. Sedangkan pengaruh kelembaban terhadap kegagalan belum diperoleh hasil yang signifikan sesuai kondisi uji yang dilakukan. Demikian pula halnya bahwa waktu hingga mencapai kegagalan akan bertambah singkat dengan dengan kenaikan suhu uji.

ABSTRACT

RELIABILITY TESTING OF CABLE ON ENVIRONMENTAL HUMIDITY CONDITION. reliability testing of cable on humidified condition has been carried out. As a result, the failure occurred due to reduction of current by increasing the resistance on rising temperature testing. For humidified condition the result which are observed did not significant at the stated condition of testing. The needed time up to the failure criteria increased as a temperature testing increased.

PENDAHULUAN

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan karakteristik kabel pada suhu relatif tinggi dan dengan memperhatikan keadaan kelembaban lingkungan sekitar yang dilakukan berdasarkan analisis keandalan. Dengan keadaan suhu relatif tinggi dan lembab sistem kabel pada penggunaan normal maupun khususnya pada keadaan kecelakaan maka sistem kabel akan mengalami penuaan.

Untuk analisis tersebut, dilakukan pengujian hidup terakselerasi sebagai substitusi terhadap pengamatan terhadap pemakaian pada kondisi normal. Hal ini mengingat bahwa pengamatan pengalaman operasi pada umumnya sulit dilakukan, karena sistem pencatatan yang rata-rata kurang memadai. Untuk dilakukan pengujian kondisi beban penggunaan normal diwakili oleh lampu pijar yang berlaku sekaligus sebagai indikator untuk menentukan kriteria kegagalan.

TEORI

Secara umum pembahasan sistem kabel dapat dikategorikan berdasarkan: ① Ragam kabel dan koneksi untuk jenis Klas 1E (klasifikasi jenis yang penting untuk keselamatan) dan bahan pembuatnya, ② Identifikasi *stressor*, degradasi penuaan, mekanisme dan moda kegagalan potensial, serta indikator efek-penuaan, ③ Evaluasi terhadap pengalaman operasi yang penting untuk pengkajian umur, ④ Evaluasi terhadap metode yang diusulkan untuk deteksi efek dan degradasi penuaan, dan ⑤ Pendekatan pengkajian umur sistem kabel yang dihubungkan dengan moda kegagalan.

Secara khusus sistem kabel pada kungkungan reaktor digunakan untuk daya dengan pengenal 600 V atau di bawahnya, umumnya arus bolak balik, untuk kontrol-pengenal tegangan umumnya digunakan berbeda mulai dari mikrovoit hingga 440 volt, arus searah atau arus bolak balik, maupun untuk instrumentasi-biasanya digunakan sirkuit daya rendah dengan impedansi rendah maupun tinggi menggunakan arus searah, arus bolak balik, atau sinyal denyut. Kabel pada kungkungan mungkin dipasang dengan *tray* membuka atau tertutup, maupun dalam saluran logam yang kaku. Kabel yang berawal atau berakhir pada komponen (alat) sering dengan saluran fleksibel untuk memungkinkan pergeseran atau getaran. Pada sisi lain banyaknya kabel yang digunakan dalam kungkungan reaktor, misalnya tipe air ringan (BWR) kira-kira adalah untuk: daya 91700 m, untuk kontrol 74000 m dan untuk instrument 407000 m,

yang sebagian besar adalah terhubung dengan keselamatan. Materi komponen logam pada sistem kabel biasanya adalah tembaga pilin, inconel, aluminium, dan lain lain. Masing-masing materi mempunyai aras penuaan yang tertentu dan mekanisme degradasi yang berbeda. Sedangkan bahan isolasi dan jaket juga mempunyai aras penuaan selain mempunyai daya tahan terhadap radiasi yang berbeda. Contoh bahan isolasi dan jaket adalah polimer, nilon, neoprene dan lain-lain.

Sistem kabel terdistribusi luas diseluruh kungkungan. Agar pengkajian umur layak, maka perlu mempertimbangkan *stressor* yang paling berpengaruh pada sesuatu lokasi sehingga dapat diperkirakan pola degradasi setempat yang paling mungkin. Ada empat pertimbangan yang dapat membantu identifikasi pola degradasi setempat yang serius, yaitu keadaan keragaman lingkungan, daya tahan kabel atau rancang koneksi, konfigurasi instalasi yang dibutuhkan sesuai fisik, dan catatan pengalaman.

Walaupun secara terpisah pengalaman sangat membantu untuk identifikasi pola degradasi setempat yang paling mungkin terjadi bila dihubungkan dengan ketiga lainnya. Pola degradasi setempat potensial untuk sistem kabel dapat dibedakan untuk masing-masing komponen. Untuk komponen konduktor degradasi terjadi pada titik koneksi dan konduktor yang berada pada lingkungan kelembaban dan kimia. Untuk komponen isolator kabel dan juga konektor degradasi terjadi pada daerah radiasi dan termal yang tinggi, khususnya bagi kabel yang tidak mempunyai jaket.

TATA KERJA

Perlengkapan uji adalah sebagai berikut:

1. Furnace

- Ukuran : 2 meter-panjang, 0,8 meter-diameter.
- Bahan : Baja, tebal 10 mm.
- Pemanasan : Elektrik Heater dan termokontrol, 4 kW
- Termokopei : 4 penyidik (probe)
- Isolasi : Rockwool-jaket : aluminium.

2. Stabilisator

- Spesifikasi : 380 Volt Luaran, 3-fasa.

3. Untai uji : Rangkaian kabel uji

a. Kabel uji

- Jumlah uji : 3 titik suhu a 3 kali pengujian,

- Panjang : 9 x 2 x 3 meter x 150%
- b. Meter
- Voltmeter
 - Amperemeter
 - Lampu, berlaku sebagai beban
- c. Perlengkapan untai uji
- sakelar
 - pemutus arus (breaker), pada sumber untuk setting arus.
 - resistor putar

Susunan perlengkapan dan contoh uji yang ditempatkan mendatar di pusat diameter furnace, dalam keadaan tidak berbelit-belit atau relatif lurus, disusun seperti terlihat pada Gambar 1. Sedangkan pengamatan akan dilakukan terhadap rangkaian lampu beban yang berlaku sekaligus sebagai indikator, Gambar 3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mekanisme penuaan dipengaruhi oleh *stressor* dapat menyebabkan kegagalan sirkuit. Pada umumnya bahan isolasi akan mengalami pengerasan dan mengurangi elastisitas, dengan tingkat perubahan dari 400%-800% menurun menjadi 10%-15%. Peretakan/patah mungkin terjadi karena kabel tergeser, karena kemungkinan adanya pengkerutan bahan yang cukup, atau karena peregangan dari pengkerutan pada bagian yang dingin dari siklus suhu. Sedangkan untuk komponen logam, karena tidak bergerak, maka akan mempunyai mekanisme penuaan yang terbatas. Mekanisme yang mungkin menyebabkan kegagalan sirkuit adalah korosi karena kandungan air, fatik, pemakaian, keadaan menjadi longgar yang lebih cepat karena fleksi, vibrasi, atau pemisahan koneksi yang berulang-ulang.

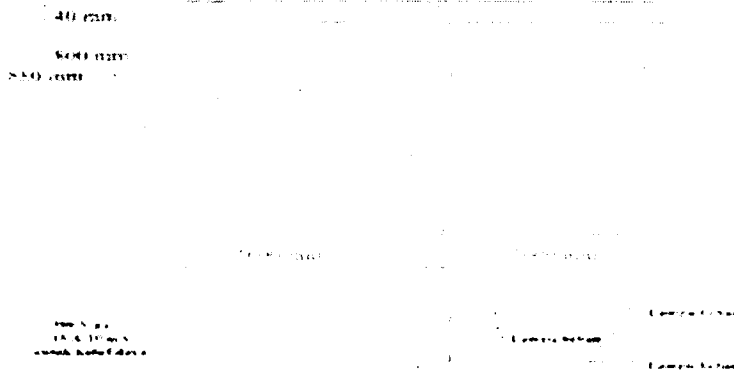
Kegagalan adalah hasil dari ketidak mampuan sirkuit listrik melakukan fungsinya. Tergantung pada fungsi sirkuit maka moda kegagalan sistem kabel yang mungkin adalah resistansi seri naik karena sirkuit terbuka atau hubung singkat antar konduktor akibat lukanya isolasi yang terjadi pada suhu uji yang ekstrim tinggi atau

Secara umum konduktor logam dan komponen konektor sistem kabel mempunyai karakteristik yang berkaitan dengan keterjadian kenaikan resistansi dengan kenaikan suhu. Hal ini ditunjukkan oleh hasil pengujian, sebagaimana diperlihatkan oleh Tabel 1, yaitu dengan pengamatan kriteria kegagalan pada

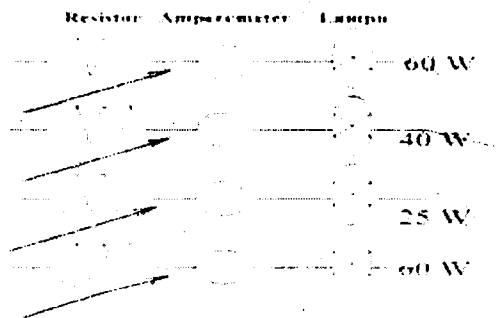
lampu beban terbesar (60 W). Sedangkan dengan perubahan kelembaban hasil yang dianggap signifikan masih perlu dilakukan pengujian lebih lanjut.

Tabel 1: Hubungan suhu dan waktu pemanasan hingga kriteria kegagalan dan besarnya arus pada kondisi lingkungan

Suhu, °C	Arus Awal, mA	Arus Akhir, mA	Waktu hingga kriteria kegagalan
50	40	-	Lebih dari 7 jam
100	40	36	6 jam
150	40	34	3 jam 40 menit



Gambar 1. Furnace dan rangkaian uji



Gambar 2. Rangkaian lampu beban

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dapat diperoleh kesimpulan bahwa kegagalan sirkuit listrik melakukan fungsinya dengan moda kegagalan sistem kabel dimungkinkan terjadi resistans seri naik dengan sebagai akibat kenaikan suhu. Sedangkan pengaruh kelembaban terhadap kegagalan masih perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang signifikan. Pada sisi lain suhu uji yang meningkat akan mengakibatkan waktu hingga kriteria kegagalan yang ditetapkan

sebelum memberikan hasil yang signifikan yaitu pada suhu uji kondisi kamar waktu yang diperlukan lebih dari 7 jam, sedang pada suhu uji 100°C dan 150°C masing-masing adalah 6 jam dan 3 jam 40 menit

DAFTAR PUSTAKA

1. Combes, J.P., Capel, R. and Valibs, L., "Presentation of works relating to the french PWR nuclear power plant lifetime", Power Plant Systems/Components Aging Management and Life Extension 1991, PVP Vol.208, ISBN No. 0-7918-0802-5, The American Society of Mechanical Engineers, New York.
2. Kececioglu, D., Reliability Engineering Handbook, ISBN 0-13-772294-X (vol 1) dan ISBN 0-13-772302-4 (vol 2), 1991, Prentice-Hall Inc., New Jersey
3. Kececioglu, D., Reliability Life Testing Handbook, ISBN 0-15-772294-X (vol 1) dan ISBN 0-15-772302-4 (vol 2), 1993, Prentice-Hall Inc., New Jersey
4. Gardner, J.B., Meyer, L.C., Light water Reactor Cables and Connections in Coontainment, Aging Management, 1991, New York.