

ANALISIS KARAKTERISTIK KENAIKAN TEMPERATUR PADA INTI KABEL NYM 3 x 1,5mm² TERHADAP TAHANAN ISOLASI BAHAN

Deni Almanda¹, Anwar Ilmar Ramadhan²

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta, 10510

*Email: denialmnda58@gmail.com

Abstrak

Isolasi kabel akan mengalami degradasi atau penurunan performa saat diberi panas melebihi batas yang ditolerir. Dalam penulisan ini diuji dua merk Kabel yakni merk A dan merk B yang kemudian diberikan perlakuan panas sehingga diketahui degradasi isolasi kabel sampai meleleh. Pada pengujian Panas Eksternal, kabel NYM 3x1.5mm² merk A, isolasi kabel single core meleleh, di detik ke 65 saat temperatur plat 92°C. Pada kabel NYM 3x1.5mm² merk B, isolasi kabel single core meleleh di detik ke 95 saat temperatur plat 111°C. Pada pengujian ini kabel dialiri arus sebesar 36.9A selama kurang lebih 10 menit. kemudian didapat hasil pertama pada kabel NYM 3x1.5mm² merk A, isolasi kabel single core akan meleleh di menit ke 17 (di detik 1020). Ke dua pada kabel NYM 3x1.5mm² merk B, isolasi kabel single core akan meleleh di menit ke 50 (di detik 3000).

Kata Kunci : Kabel, Temperatur, Waktu, Ampere, A dan B

1. PENDAHULUAN

Instalasi listrik yang baik tentunya menggunakan kabel instalasi yang sesuai dengan standar SNI/SPLN seperti kabel NYM dengan isolasi PVC. Insulator PVC karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan instalasi listrik rumah tangga dan memenuhi syarat standar serta beberapa kelebihan dari material lain antara lain lebih ringan, sifat mekanik yang lebih baik, sifat rugi di elektrik yang lebih kecil, factor disipasi yang lebih kecil serta resistivitas volume yang lebih tinggi. Kelebihan lain yang juga penting adalah proses produksinya yang relative lebih cepat dan biaya produksinya yang lebih murah. Sehingga proses ke arah pabrikasi akan lebih mudah jika dibandingkan isolator yang lain.

Dibalik kelebihan yang dimiliki oleh insulator jenis ini, terdapat beberapa kekurangan. Ketahanan panas yang rendah sehingga mudah rusak/meleleh hangus jika bekerja pada suhu yang tinggi. Untuk itu pada prinsipnya ini dilakukan pengujian terhadap insulator PVC dengan memberikan panas di atas kemampuan tahan panas isolasi (di atas titik leburnya) untuk mengetahui karakteristik penurunan dari tahanan isolasinya. Setiap merk yang ada di pasaran mempunyai karakteristik material yang berbeda. Dalam penelitian ini akan dibandingkan ketahanan kabel merk A dengan merk B.

1.1 PVC (Polivinil Klorida)

PVC atau Polivinil Klorida termasuk dalam jenis polimer termoplastik/resin termoplastik. PVC memiliki rumus kimiawi sebagai berikut:

Tabel 1. Bahan PVC

Polimer	Ketahanan panas (°C)
Polietilen (masa jenis rendah)	80-100
Polietilen (masa jenis medium)	105-120
Polistirene	65-75
Polivinil klorida	65-75
Resin fenol	150
Resin melamin	160
Resin Urea	90
Polietilen (masa jenis tinggi)	120
Polipropilen	120
Polikarbonat	120
Poliamid	80
Polisulfon	100

Sifat dan karakteristik dari PVC adalah sebagai berikut:

1. Muai panjang = $7-25 \text{ } ^\circ\text{C} \times 101-5$
2. Panas jenis = $0,2-0,3 \text{ cal } ^\circ\text{C}$
3. Ketahanan panas = $65^\circ\text{C} -75^\circ\text{C}$
4. Berat jenis = 1390 kg/m^3
5. Modulus Young (E) = $2900-3300 \text{ MPa}$
6. Kekuatan Tarik (σ) = $50-80 \text{ MPa}$
7. Pemuluran saat putus = $20-40\%$
8. Temperatur getas = 82°C
9. Titik lebur = $100^\circ\text{C} -260^\circ\text{C}$
10. Koefisien hantar panas (λ) = $0.16 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
11. Energi pembakaran = 17.95 MJ/kg
12. Penyerapan air (ASTM) = $0.04-0.4$
13. Permittivitas = $3.4-10$ (umumnya 6)
14. Mengandung kira-kira 55% klorin.
15. Memiliki ketahanan kimiawi yang sangat baik (tidak bereaksi) terhadap asam dengan konsentrasi tinggi ataupun konsentrasi rendah.
16. Memiliki ketahanan kimiawi yang cukup baik (bereaksi sedikit) dengan minyak nabati dan oksidan.
17. Memiliki ketahanan kimiawi yang terbatas (bereaksi normal dan hanya bisa untuk waktu yang sebentar) dengan aldehida.
18. Memiliki ketahanan kimiawi yang buruk (tidak disarankan untuk penggunaan) dengan aldehida, ester, aromatik dengan hidrokarbon berhalogen, dan keton.
19. Memiliki kecenderungan untuk kehilangan elastisitas dibawah tekanan terus-menerus.

1.2 Kabel

Kabel dalam bahasa Inggris disebut *cable* merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal dari satu tempat ke tempat lain. Kabel seiring dengan perkembangannya dari waktu ke waktu terdiri dari berbagai jenis dan ukuran yang membedakan satu dengan lainnya. Berdasarkan jenisnya, kabel terbagi menjadi 3 yakni kabel tembaga (*copper*), kabel koaksial, dan kabel serat optik.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Sampel Pengujian

Sampel yang di gunakan dalam pengujian adalah kabel NYM $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ dengan standar SPLN 42. Dalam tulisan Tugas Akhir ini akan diuji 2 sample 2 merk kabel yaitu **A** dan **B**.

Kabel "A"

Kabel NYM $3 \times 1,5 \text{ mm}$ dengan merk Eterna mempunyai Tiga lapis isolasi PVC yang cukup untuk melapisi suatu tembaga/konduktor.



Gambar 1. Kontruksi dari kabel NYM $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ merk A

Kabel "B"

Panjang kabel: 50M, Isi: 3 Kawat, Jenis Kawat: Tembaga Murni, Diameter kawat inti: $1,5 \text{ mm}^2$, Kapasitas Maksimum: 500 V

Detil Produk "B NYM (SPLN 42-2 LMK) $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ @ 100M

Kabel NYM memiliki lapisan isolasi PVC (biasanya warna putih atau abu-abu), ada yang berinti 2, 3 atau 4. Kabel NYM memiliki lapisan isolasi dua lapis, sehingga tingkat keamanannya lebih baik dari kabel NYA (harganya lebih mahal dari NYA). Kabel ini dapat dipergunakan dilingkungan yang kering dan basah, namun tidak boleh ditanam.

Kabel NYM 3x1,5 mm dengan merk **B** mempunyai Dua lapis isolasi PVC yang cukup untuk melapisi suatu tembaga/konduktor.



Gambar 2. Kontruksi dari kabel NYM 3x1,5 mm² merk B

Pada kabel yang di gunakan tertulis SNI 04-2699 SPLN 42 NYM 3x1.5mm² 300v/500v. Arti dari tulisan tersebut diatas adalah sebagai berikut:

1. SNI 42-2699.
 Nomor lengkap : SNI 04 – 2699 -1999.
 Judul SNI : kabel berisolasi dan berselubung PVC tegangan pengenal 300/500Volt (NYM)
 SK Penetapan wajib : 407/M/SK /10/1980
2. SPLN 42 atau standar perusahaan listrik Negara nomor 42 adalah suatu standar PLN yang menyatakan persyaratan dan detail karakteristik dari sebuah kabel. Nomor lengkap untuk kabel NYM di atas adalah SPLN 42 2 :1992.
3. Huruf kode komponen (poin d-g tidak tercantum dari anggota
 - a. N Kabel jenis standar dengan tembaga sebagai penghantar
 - b. Y isolasi PVC
 - c. M selubung PVC
 - d. Re penghantar padat bulat
 - e. Rm penghantar bulat berkawat banyak
 - f. –I kabel dengan system pengenal warna hijau –kuning
 - g. –O kabel dengan system pengenal warna inti tanpa hijau – kuning.
4. 3x1,5mm², berarti kabel tersebut memiliki 3core/inti dan setiap intinya berdiameter 1,5 mm².
5. 300/500 V adalah tegangan pengenal dari kabel tersebut.

Adapun parameter umum dari kabel NYM 3x1,5 mm² (re) SPLN42 adalah sebagai berikut:

Jumlah inti dan luas penampang	= 3x1,5 mm ²
Jumlah kawat dalam satu inti	= 1 buah
Diameter kawat	= 1,38
Isolasi nominal SI	= 0,7 mm ±(0,1mm + 10 %)
Lapisan pembungkus inti S2	= 0,4 mm
Selubung nominal S3	= 1,2 mm
Diameter luar minimum	= 8,4 mm
Diameter luar maksimum	= 10 mm
Kuat hantar arus pada 30 C	= 19 A
kuat hantar arus pada 40 C	= 16 A

2.2 Peralatan Pengujian

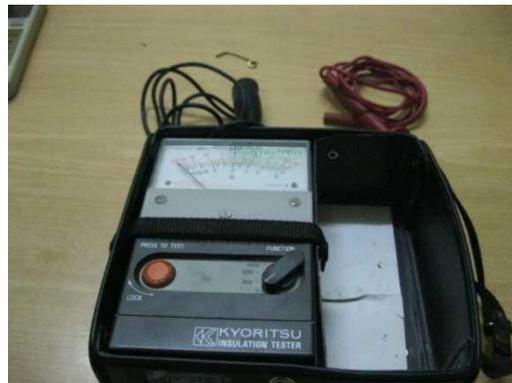
Peralatan yang di gunakan untuk pengujian kabel NYM 3x1,5 mm² adalah sebagai berikut:

1. Labu pembakaran/pemanas
2. Tripot besi
3. Plat besi untuk menahan kabel
4. Megohmmeter/mega ohm meter

5. Infrared Thermogun untuk mengukur temperature
6. Thermo-higrometer
7. Perekam video
8. Alat bantu penahan sampel
9. Tang ampere
10. Satu Set alat untuk Beban
11. Satu Set untuk power inkaming



Gambar 3. Pelat / Tripot Besi dan sumbu pembakaran



Gambar 4. Mega Ohm Meter



Gambar 5. Infrared Thermogun Alat Pengukur Suhu

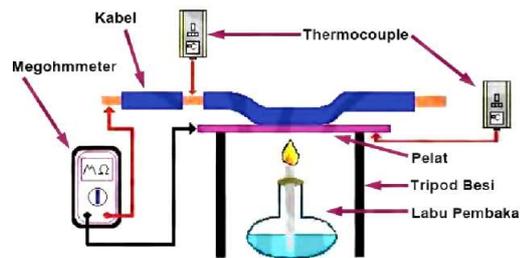


Gambar 6. Tang Ampere

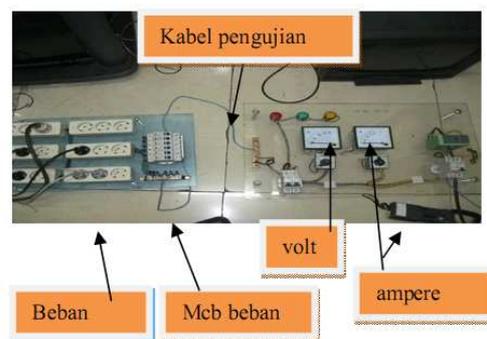
2.3 Rangkaian Pengujian

Pada pengujian dapat digunakan inti kabel dengan isolasi nominal SI berwarna hitam atau warna coklat.

Pengujian ini di lakukan untuk mengukur penurunan nilai/degradasi tahanan isolasi PVC nominal S1 (yang selanjutnya di sebut tahanan isolasi) apabila kabel mengalami kenaikan temperature. Kenaikan temperature pada kabel di simulasikan dengan cara memberikan panas pada permukaan kabel.panas tersebut akan mengakibatkan isolasi kabel meleleh dan hangus hingga tahanan isolasinya turun.



Gambar 7. Rangkaian Pengujian degradasi tahanan isolasi pada kabel



Gambar 8. Rangkaian Pengujian tahanan isolasi pada kabel Dengan Tegangan

Pengujian Degradasi Isolasi Kabel NYM 3 x 1,5 mm

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai proses pengujian degradasi isolasi kabel yang dibagi menjadi dua tahap, yaitu:

1. Persiapan awal pengujian
2. Proses pengujian
 - a. Pengujian panas eksternal (sumbu api)
 - b. Pengujian panas internal (kabel diberikan tegangan listrik)

Persiapan Awal Pengujian

Sebelum melakukan pengujian, maka ada beberapa hal yang harus dikerjakan, antara lain:

1. Mencatat kondisi ruangan (temperature ruangan)
2. Mencatat temperature pelat pada temperature konduktor.
3. Mencatat standar setingan pengapian (untuk pengujian panas eksternal)
4. Mencatat tinggi dari dasar permukaan plat/api dari plat (untuk pengujian panas eksternal)
5. Menyiapkan instalasi kabel dan power listrik yang akan diberikan pada kabel uji (untuk pengujian panas internal)
6. Menyiapkan alat-alat ukur dan bahan yang akan di uji
7. Menyiapkan perekam video untuk merekam data pengujian
8. Menyiapkan tim atau orang untuk membantu dalam pengambilan data pengujian.

Proses Pengujian

Apabila setiap langkah pada persiapan telah selesai di laksanakan, maka kabel telah siap untuk diuji degradasi tahanan isolasinya. Pengujian dilakukan dengan 2 cara yaitu Uji Panas Eksternal dan Uji Panas Internal.

Uji Panas Internal

Uji ini dilakukan dengan cara memberikan tegangan dengan beban ampere tertentu kepada kabel hingga pada akhirnya inti tembaga kabel panas dan isolasi kabel meleleh dan tahanan isolasinya menurun. Langkah-langkah yang di lakukan pada pengujian adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan semua peralatan ukur dan alat pengujian
2. Menyiapkan kabel yang akan diuji, yaitu kabel merk **A** dan kabel merk **B** dengan isolasi warna hitam /coklat sepanjang 15 cm.
3. Merangkai rangkaian percobaan
4. Siapkan kondisi alat-alat untuk beban listrik
5. Nyalakan semua peralatan beban listrik setting di ampere 36A.
6. Mengaktifkan perekam video yang merekam alat pengukur. Rekam kejadian pengujian selama 10 menit
7. Non aktifkan perekam video
8. Non aktifkan semua alat ukur

Pengambilan Data Pengujian

Perubahan data pada pengujian sangatlah cepat hingga diperlukan perekam video untuk mengambil data-data yang sudah terekam dan diputar ulang kemudian di catat nilai-nilainya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Pengujian

Dari pengujian yang dilakukan di tempat kami bekerja diperoleh data seperti pada tabel di bawah. Kondisi awal pengujian adalah sebagai berikut.

1. Temperatur ruang = 30 °C
2. Kelembaban = 60 %
3. Tekanan Udara = 29,31 inHg
4. Temperatur pelat = 30 °C
5. Temperatur konduktor = 29,9 °C

Perlu diperhatikan:

Waktu = detik ke-n selama pengujian berlangsung.

Tahanan= Tahanan isolasi nominal S1 dari kabel yang diujikan.

Pelat = Temperatur Pelat.

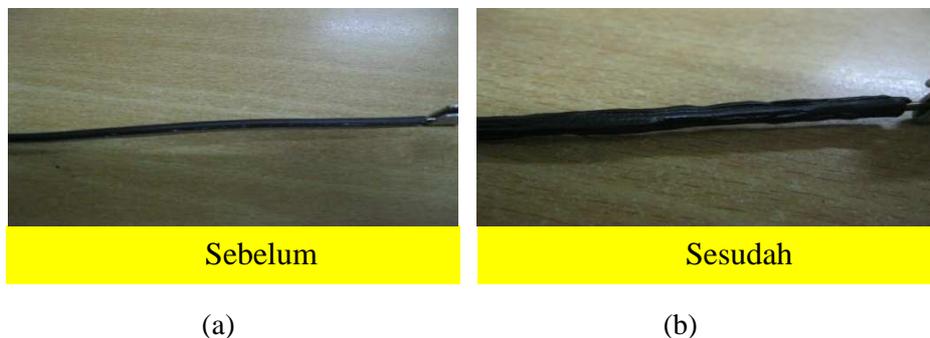
Konduktor = Temperatur inti kabel / konduktor tembaga.

Selisih = Selisih nilai tahanan isolasi antara nilai detik ke-n dengandetik ke-(n-1).

% Selisih = [(Nilai selisih pada baris detik ke-n / Nilai tahanan isolasi pada baris detik ke-(n-1)] * 100%.

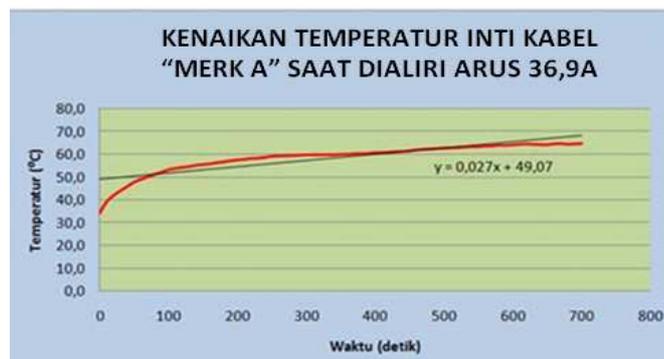
**Hasil Pengujian Kabel dengan Cara Uji Panas Internal
Kabel merk”A”“Single Core**

Untuk mengetahui karakteristik kenaikan temperatur inti kabel A single core saat dialiri arus listrik 36.9 A selama 10 menit dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini:



(a) (b)
**Gambar 9. Karakteristik kenaikan temperatur inti kabel A single core
(a) sebelum dan (b) sesudah**

Dari hasil pengujian dapat dilihat hubungan karakteristik kenaikan temperatur inti kabel terhadap waktu selama dialiri arus listrik, dapat dilihat pada Gambar 10 berikut ini:



Gambar 10. Karakteristik Kenaikan Temperatur inti kabel A Single Core saat dialiri arus listrik 36,9 Ampere selama 10 menit

Berdasarkan pengujian panas internal, kabel berpenampang 1.5mm² diberikan beban di atas beban yang ditolerir. Pada pengujian ini, kabel diberikan beban arus sebesar 36.9A selama 10 menit. Sesuai Tabel 2.3. Ketahanan Panas Polimer, bahwa PVC mempunyai ketahanan panas di temperatur 65°C - 75°C. Dan dalam pengujian beban arus 36.9A, maka di detik ke 600 (menit ke-10) temperatur inti kabel di suhu 64.3°C, dan pada temperatur ini PVC masih berada di bawah batas ketahanan panas polimernya.

Dan jika mengacu pada rumus dalam grafik, yaitu:

$$y = (0.027x) + 49.07$$

Dimana:

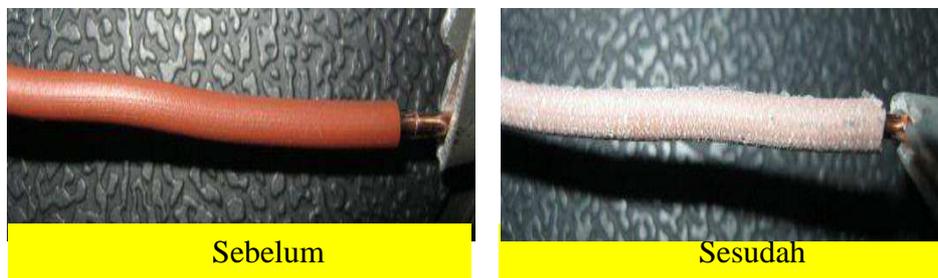
y = Temperatur kabel (°C)

x = Waktu pemberian beban (detik)

Maka di detik ke 1020 (menit ke 17) temperatur kabel mencapai 76.6°C yakni di atas batas ketahanan kabel sesuai dengan Tabel 2.3, dan di saat itu isolasi kabel sudah mulai meleleh/rusak.

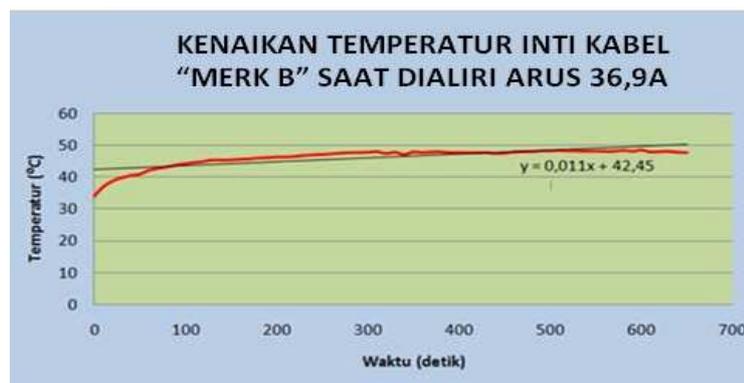
Kabel Merk “B” Single Core

Untuk mengetahui karakteristik kenaikan temperatur inti kabel A single core saat dialiri arus listrik 36.9 A selama 10 menit dapat dilihat pada Gambar 11 berikut ini:



Gambar 11. Karakteristik kenaikan temperatur inti kabel B single core (a) sebelum dan (b) sesudah

Dari hasil pengujian dapat dilihat hubungan karakteristik kenaikan temperatur inti kabel terhadap waktu selama dialiri arus listrik, dapat dilihat pada Gambar 12 berikut ini:



Gambar 12. Karakteristik Kenaikan Temperatur inti kabel B Single Core saat dialiri arus listrik 36,9 Ampere selama 10 menit

Berdasarkan pengujian panas internal, kabel berpenampang 1.5mm² diberikan beban di atas beban yang ditolerir. Pada pengujian ini, kabel diberikan beban arus sebesar 36.9A selama 10 menit. Sesuai Tabel 2.3. Ketahanan Panas Polimer, bahwa PVC mempunyai ketahanan panas di temperatur 65°C - 75°C. Dan dalam pengujian beban arus 36.9A, maka di detik ke 600 (menit ke-10) temperatur inti kabel di suhu 48°C, dan pada temperatur ini PVC masih berada di bawah batas ketahanan panas polimernya.

Dan jika mengacu pada rumus dalam grafik, yaitu:

$$y = (0.011x) + 42.45$$

Dimana:

y = Temperatur kabel (°C)

x = Waktu pemberian beban (detik)

Maka di detik ke 3000 (menit ke 50) temperatur kabel mencapai 75.45°C yakni di atas batas ketahanan kabel sesuai dengan tabel 2.3, dan di saat itu isolasi kabel sudah mulai meleleh/rusak.

4. KESIMPULAN

Dari hasil Pengujian Panas Internal yang dilakukan, dimana metode yang digunakan adalah mengalirkan beban arus pada kabel di atas beban yang ditolerir, dimana pada pengujian ini kabel dialiri arus sebesar 36.9A selama kurang lebih 10 menit. Dan dari pengujian tersebut didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada kabel NYM 3x1.5mm² merk **A**, isolasi kabel single core akan meleleh di menit ke 17 (di detik 1020).
2. Pada kabel NYM 3x1.5mm² merk **B**, isolasi kabel single core akan meleleh di menit ke 50 (di detik 3000).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. *Analisis karakteristik termal dan resistansi konduktor pada kabel inti ganda NYM 2 x 1,5 mm* http://www.ee.ui.ac.id/online/main/mhs_semta/show/id/4758 Diakses tgl 2 Maret 2009
- Andre Sutomo 2010, SI Departemen Teknik Elektro FTUI *Analisis Degradasi Tahanan Isolasi PVC Pada Kabel Jenis "Nya" Dengan Penginjeksian Arus*. Depok
- Brian Candra. 2009. Skripsi, S1 Departemen Teknik Elektro FTUI: "*Analisis Degradasi Tahanan Isolasi PVC Pada Kabel Dengan Tegangan Pengenal 300/500V*". Depok.
- Bayliss, Colin. 1996. *Transmission and Distribution Electrical Engineering*. Oxford, Butherworth-Heinemann
- Dyna Laboratory Cooperation. *Technical Info PVC*.
<http://www.dynalabcorp.com/technical_info_pvc.asp.htm>
- Factors Affecting Insulation Resistance*
<<http://www.tpub.com/content/navyict/14120/141200076.htm>>
- International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering* Website: www.ijetae.com (ISSN 2250-2459, Volume 2, Issue 10, October 2012)
- Setiabudy, Rudy. 2009. Pidato Pengukuhan Guru Besar: "*Permasalahan dan Solusi Terbakarnya Isolasi Kabel Listrik pada Instalasi Rumah Tangga*".
- Surdia, Tata, & Saito, Shinroku. 1992. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Pradya Paramita.
- Transcat. *Basic Insulation Testing*. <<http://www.transcat.com/PDF/BasicInsulationTesting.pdf>>
- Thue, William A. 1999. *Electrical power cable engineering*. Marcel Dekker, Inc.
- Umam, Khairul, Himawan, Nur.A. Nurmawati 2007 *Makalah Struktur Dan Sifat Polimer*. Departemen Teknik Mataluargi UI
- Wikipedia. *Polivinyll Chloride*. <http://en.wikipedia.org/wiki/Polyvinyl_chloride.htm>