

ARTIKEL PENELITIAN
No.Kontrak 065/J.16/PL/DIPA/IV/2006

Pengujian Partial Discharge Low Density Polyethylene Pada Kondisi Ruang dengan Tegangan Operasi 20 kV

OLEH:

Aulia, ST

Veni Dwiputri

Refdinal Nazir, PhD

(Ketua)

(Anggota)

(Pembimbing)



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS ANDALAS
GEDUNG REKTORAT LANTAI II KAMPUS UNIVERSITAS
ANDALAS LIMAU MANIS PADANG (25163)

**ARTIKEL PENELITIAN
DANA DIPA UNAND 2006**

1. Judul Penelitian : Pengujian Partial Discharge Low Density Polyethylene Pada Kondisi Ruang
2. Bidang Ilmu : Teknik Tegangan Tinggi / Teknik Elektro
3. Peneliti
- a. Nama Lengkap : Aulia, ST
- b. Pangkat / Gol : Asisten Ahli, III/b
- c. Nip : 132 166 501
- d. Jabatan Fungsional : Lektor
- e. Jabatan Struktural : Fakultas Teknik, Universitas Andalas
- f. Mata Kuliah Diasuh : -
Bahan-bahan Listrik
Peluhan Sebagian pada Bahan Dielektrik
4. Anggota Peneliti : Veni Dwiputri
5. Lama Penelitian : 160 Hari
6. Biaya yang Diperlukan : Rp. 2.000.000,- (Dua Juta Rupiah)

Padang, November 2006
Ketua Peneliti

Aulia, ST
NIP 132 166 501

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Andalas

Dekan
Fakultas Teknik UNAND
Surat Kuasa Dekan No.
1585/J16.8/KP/2006

Ikhwana Elfitri, MT
Nip. 132 258 567

Dr.-Ing Uyung Gatot S. Dinata
Nip. 132 0088 658

Abstrak

Dalam isolasi padat sering terdapat rongga. Peristiwa ini telah diteliti oleh para ahli tapi belum memberikan penjelasan yang menyeluruh tentang peristiwa tersebut. Rongga ini bisa berisi gas atau cairan yang mempunyai tegangan tembus lebih rendah dibanding bahan isolasinya. Dalam kondisi normal, tegangan rongga dapat melebihi tegangan tembusnya dan mungkin akan memulai terjadinya tembus di dalam rongga. Tembus semacam ini disebut partial discharge, yaitu peluahan listrik yang terjadi secara lokal dalam suatu sistem isolasi. Dari hasil pengujian dan pengamatan dapat dilihat bahwa karakteristik PD berupa jumlah pulsa, muatan rata-rata, muatan maksimum dan muatan total, sebagai fungsi tegangan menunjukkan hasil yang lebih signifikan, yaitu pada setiap kenaikan tegangan, jumlah pulsa PD yang muncul akan meningkat. Demikian juga muatan rata-rata, muatan maksimum dan PD akan ikut meningkat. Parameter kurtosis yang didapat pada pengukuran adalah cenderung positif (tajam). Parameter skewness untuk siklus positif mempunyai nilai negatif. Sedangkan untuk siklus negatif, parameter skewness bernilai positif dan negatif. Pola (ϕ - q - n) berubah sesuai dengan tingkat degradasi dari material polymer, dengan kecenderungan semakin tinggi tegangan, jumlah pulsa dan muatan PD semakin meningkat.

Evaluation
PDF Creator Plus

Pengujian Partial Discharge Low Density Polyethylene Pada Kondisi Ruang

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam isolasi padat sering terdapat rongga yang dapat menyebabkan terjadinya partial discharge. Peristiwa ini telah diteliti oleh para ahli tapi belum memberikan penjelasan yang menyeluruh tentang peristiwa tersebut.

Material isolasi padat, terutama polimer, sering mengandung cacat berupa rongga yang timbul karena adanya gas atau bahan isolasi yang tidak homogen pada saat proses *manufacturing*. Rongga ini bisa berisi gas atau cairan yang mempunyai tegangan tembus lebih rendah dibanding bahan isolasinya. Disamping itu, konstanta dielektrik di dalam rongga biasanya lebih rendah dibanding permitifitas relatif zat padat, sehingga intensitas medan di dalam rongga menjadi lebih besar. Oleh karena itu dalam kondisi normal, tegangan rongga dapat melebihi tegangan tembusnya dan mungkin akan memulai terjadinya tembus di dalam rongga. Tembus semacam ini disebut partial discharge, yaitu pelepasan listrik yang terjadi secara lokal dalam suatu sistem isolasi.

Devins menyatakan bahwa penelitian tentang penurunan kualitas material isolasi akibat partial discharge telah banyak dilakukan, baik di dalam maupun diantara permukaan elektroda dengan material isolasi. Walaupun begitu, sebagian besar mekanisme penurunan kemampuan isolasi karena partial discharge masih belum banyak diketahui. Padahal degradasi material akibat partial discharge merupakan salah satu faktor yang paling berpengaruh terhadap umur efektif pemakaian isolasi.

Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, tim peneliti membatasi permasalahan hanya pengujian partial discharge internal berdasarkan pengukuran di ruang laboratorium pada kondisi normal atau kondisi ruang, dimana tekanan dianggap 1 atm dan suhu 30°C. Tegangan aplikasi dipertahankan sebesar 20 kV plus minus 2 kV.

II. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Tujuan Penelitian

1. Mengukur dan menganalisa tegangan dan arus pada void pada bahan dan kemudian menentukan besar muatan yang dilepaskan pada peristiwa pelepasan sebagian.
2. Menganalisa nilai kapasitansi void terhadap tegangan pada bahan.

Manfaat Penelitian

- Bagi Peneliti :

1. Melatih kemampuan akademis dalam proses penelitian pada bidang teknik tegangan tinggi.
2. Sebagai bahan tambahan untuk memperkaya materi perkuliahan pada bidang material listrik dan teknik isolasi.

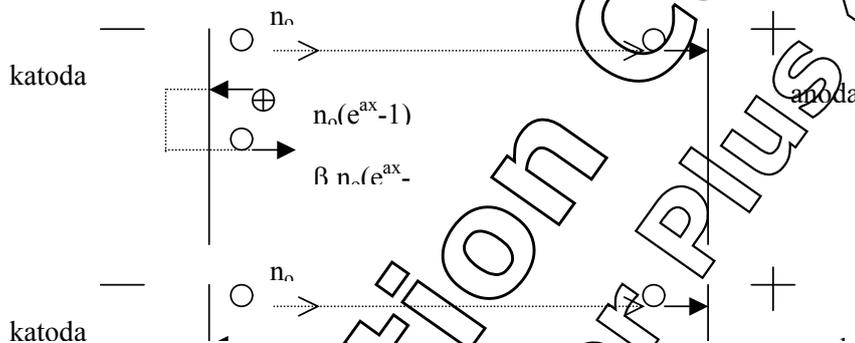
- Bagi Praktisi

Sebagai bahan pertimbangan dalam pemasangan dan mengoperasikan kabel berisolasi polimer.

III. TINJAUAN PUSTAKA

Mekanisme peluahan muatan sebagian (*partial discharge*) menurut Townsend.

Peluahan muatan diawali dengan adanya elektron mula pada katoda, yang diperkuat oleh energi kinetik dari medan listrik merambat menuju anoda. Jika energi yang dimilikinya cukup tinggi, dalam perjalanannya menuju anoda, elektron tersebut menumbuk atom lain (ionisasi) sehingga terlepas elektron baru. Elektron kedua ini mengalami mekanisme yang sama dengan elektron sebelumnya dan berulang-ulang sehingga membentuk aliran elektron (*avalanche*). Jika aliran elektron telah mampu menjembatani katoda dan anoda, maka terjadilah peluahan muatan sebagian. Selain itu proses ionisasi akan menghasilkan ion positif yang bergerak lambat menuju katoda. Dengan energi yang dimilikinya ion positif itu mampu mengemisikan elektron dari permukaan katoda, sehingga terbentuk elektron sekunder. Elektron tersebut kemudian mengikuti proses yang sama seperti elektron awal.



Jika n_0 adalah jumlah elektron mula. Maka pada jarak x dari katoda, elektron yang terbentuk mencapai jumlah

$$n(x) = n_0 e^{\alpha x}$$

Ion positif yang terbentuk

$$n_p = n_0(e^{\alpha x} - 1)$$

Elektron sekunder yang mampu diemisikan oleh ion positif:

$$n_e = \beta n_0(e^{\alpha x} - 1)$$

α : koefisien ionisasi primer

β : koefisien ionisasi sekunder.

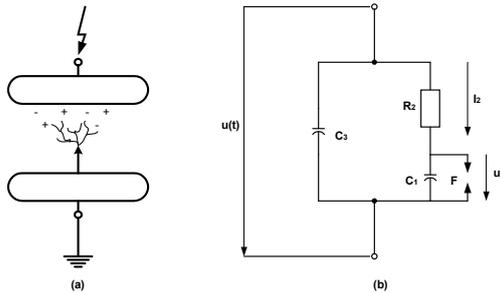
Tembus akan terjadi jika $n_e \geq 1$.

Jenis peluahan muatan sebagian (*partial discharge*)

a. Peluahan parsial luar

Ionisasi tumbukan berlangsung dalam gas bilamana tegangan mula terlampaui pada elektroda yang runcing. Dalam medan yang sangat tidak homogen avalan elektron dan ionisasi-photo menghasilkan saluran tembus yang tidak sempurna, yang harus menyala kembali setelah setiap pemadaman peluahan parsial pada saat perpotongan tegangan(pada tegangan bolak balik). Gejala ini, disebut sebagai peluahan parsial luar atau peluahan korona, hal ini sangat penting juga untuk diketahui terutama dalam perancangan saluran transmisi tegangan tinggi udara, karena peluhan ini memerlukan energi (rugi korona) dan pulsa arus yang dihasilkan membangkitkan gelombang elektromagnetik (interferensi radio). Peluahan parsial luar juga terjadi dalam rangkaian uji untuk pengujian tegangan tinggi yang tidak merusak, dan menghambat deteksi peluahan parsial dalam yang dapat

membahayakan dielektrik. Peluahan parsial luar juga dapat terjadi dalam isolator cair atau pada perbatasan permukaan dari bahan isolasi padat ; pada akhirnya gejala tersebut akan melemahkan isolasi dan akan mengarah pada terjadinya tembus sempurna.



Gambar 1. Susunan dengan peluahan partial luar dan rangkaian ekuivalen. (a) konfigurasi elektroda jarum-plat, (b) rangkaian ekuivalen

Dalam gambar 1. dicontohkan konfigurasi elektroda plat-jarum sebagai suatu rangkaian dengan peluahan parsial luar maupun rangkaian ekuivalen yang disederhanakan untuk peluahan parsial berbentuk pulsa. Nilai C_1 menyatakan kapasitansi yang berkaitan dengan tembus ruang gas dan akan diluahkan bilamana tegangan nyala U_z dari sela F tercapai. Pembawa muatan yang terbentuk “wanda” ke dalam medan, menyebabkan konduktivitas tertentu yang dinyatakan oleh R_2 dalam rangkaian ekuivalen.

Akhirnya, C_3 adalah kapasitansi paralel yang diberikan oleh susunan elektroda.

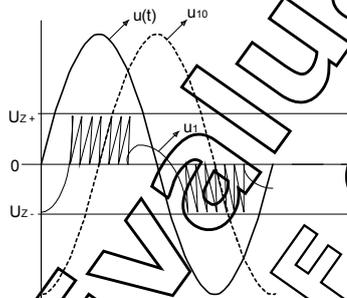
Dengan mengandaikan $R_2 \gg 1/\omega C_1$, maka arus yang mengalir melalui R_2 ialah :

$$i_2 = \frac{u(t)}{R_2}$$

Jika teganga uji di tulis sebagai $u(t) = U \sin \omega t$

Maka tegangan rangkaian terbuka pada C_1 pada akhir perioda transien ialah :

$$u_{10} = \frac{U}{\omega C_1 R_2} \sin(\omega t - \pi/2).$$



Jika teganga puncak dari tegangan uji mencapai tegangan mula :

$$\hat{U}_e = \omega C_1 R_2 U_z$$

Maka tegangan nyala U_z yang muncul pada F dan C_1 akan diluahkan secara bersamaan. Dengan meningkatkan teganga uji $u(t)$, maka secara berutan C_1 akan dimuati kembali oleh tegangan yang menyerupai u_{10} sehingga U_z tercapai kembali, dan demikian seterusnya. dari kurva yang diperoleh untuk teganga u_1 nampak bahwa impuls peluahan parsial terjadi terutama pada puncak tegangan uji.

Muatan yang dikompensasi dalam F pada setiap peluahan ialah :

$$Q = C_1 U_z = \frac{\hat{U}_e}{\omega R_2}$$

Muatan ini kemudian diberikan kembali pada C_1 melalui R_2 oleh sumber tegangan dan dapat diamati sebagai :

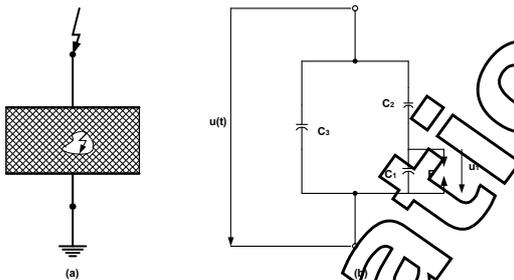
$$\Delta Q = Q_1.$$

Awalan Δ dimaksudkan untuk memperlihatkan bahwa ini merupakan besaran yang berhubungan dengan sebuah pulsa yang lengkap, namun dengan tempo yang sangat singkat dibandingkan dengan periode tegangan uji.

Dengan menambahkan elemen-elemen tambahan maka rangkaian ekivalen yang diberikan dapat dibuat lebih menyerupai perilaku fisika dari rangkaian yang sesungguhnya dengan adanya peluahan parsial luar. Sebagai contoh, nilai tegangan mula dalam banyak kasus bergantung pada polaritas. Penambahan sebuah penyearah yang terpasang paralel dengan C_1 memungkinkan pengkajian peluahan yang periodik dengan polaritas tunggal. Penyearah ini berfungsi sebagai limasan untuk peluahan kapasitor C_1 selama setengah periode saat tidak terjadi peluahan parsial, karena tegangan mula bernilai terlalu tinggi.

b. Peluahan parsial dalam atau treeing

Jika di dalam dielektrik padat atau cairan dari suatu sistim isolasi terdapat rongga maka kuat medan dalam rongga akan lebih besar dari pada dalam medium sekelilingnya. Bilamana tegangan pada rongga melampaui tegangan nyala maka terjadi tembus parsial. Terutama untuk tegangan bolak-balik dengan amplitudo yang mencukupi maka terjadi peluahan yang berbentuk pulsa di dalam rongga. Dielektrik sekeliling dapat memburuk akibat pengaruh jangka panjang dari peluahan parsial ini, dan dengan kondisi tertentu bahkan dapat dirusakkan oleh tembus sempurna akibat mekanisme erosi.



Gambar 1. Susunan dengan peluahan partial luar dan rangkaian ekivalen. (a) objek uji dengan rongga, (b) rangkaian ekivalen

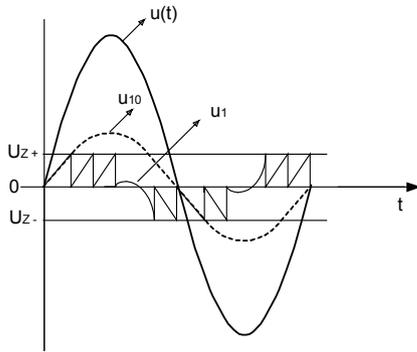
Disontokkan suatu susunan elektroda dengan peluahan parsial dalam yang digambarkan dengan sistim isolasi dengan dielektrik padat yang mengandung rongga gas. Gambar tersebut juga memperlihatkan ragkaiian ekivalen untuk peluahan parsial dalam berbentuk pulsa yang dikemukakan oleh *A. Gemant dan W. Philippoff (1932)*. Nilai C_1 berhubungan dengan kapasitansi rongga yang meluuh melalui F bilamana tegangan nyala U_z tercapai. Nilai C_2 berhubungan dengan kapsitansi yang terhubung seri dengan rongga dan C_3 untuk menyatakan kapasitansi paralel dari susunan tersebut. Untuk tegangang uji sinusoidal maka pada tegangan pada C_1 dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$u_{10} = \frac{C_2}{C_1 + C_2} u(t) = \frac{C_2}{C_1 + C_2} \hat{U} \sin \omega t.$$

Nilai puncak dari tegangan uji akan mencapai tegangan mula U_e sewaktu nilai puncak dari tegangan hubung terbuka sama dengan U_z . Dengan demikian berlaku persamaan :

$$\hat{U}_e = \frac{C_1 + C_2}{C_2} U_z.$$

Jika tegangan uji lebih besar dari tegangan mula maka terjadi pemuatan C_1 secara berulang. Nampak pada gambar 2 tersebut bahwa pulsa-pulsa peluahan parsial terjadi terutama dalam daerah perpotongan dengan tegangan uji.



Hubungan fasa yang berbeda dari peluahan parsial dalam dan luar merupakan karakteristik pembeda yang penting dari kedua gejala ini.

Muatan yang dikompensasi pada tempat peluahan untuk setiap peluahan sebesar,

$$Q_1 = (C_1 + C_2)U_z,$$

Dengan "muatan semu" Q_1 disulang pada C_2 .

$$Q_{1s} = C_2U_z \neq Q_1.$$

Disini tidak mungkin mengukur muatan yang sebenarnya Q_1 untuk kapasitansi parsial yang tidak diketahui : hal tersebut berlawanan dengan peluahan parsial luar. Muatan Q_{1s} yang dapat diukur dinyatakan dengan ΔQ seperti halnya untuk peluahan luar.

$$\Delta Q = Q_{1s}.$$

Medan tembus rongga udara

Medan tembus void dinyatakan dengan persamaan empirik Paschen

$$\frac{E_g(P, L)}{P} = A + \frac{B}{(PL)^C}$$

$E_g(P, L)$: medan tembus void sebagai fungsi tekanan dan diameter void (Volt/m)

P : tekanan (kPam)

L : diameter void (m)

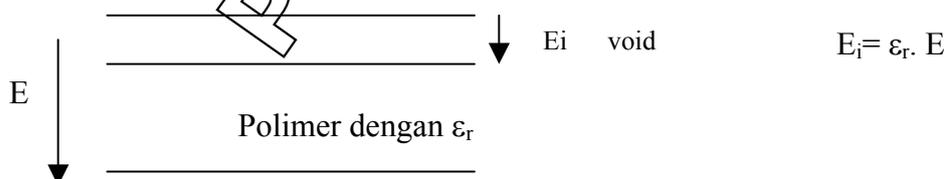
A : konstanta (kV/kPam)

B : konstanta (kV)

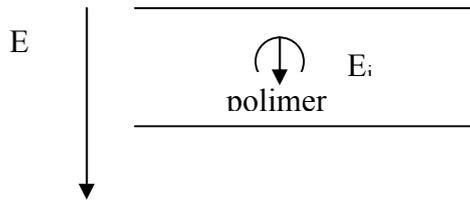
C : konstanta

Void akan mengalami tembus jika medan listrik yang dialaminya melebihi medan tembus void ($E_i > E_g(P, L)$). Medan listrik yang dialami oleh void tergantung pada bentuknya yang diterangkan dengan gambar dibawah ini:

1. Rongga berbentuk plat



2. Rongga berbentuk silinder dan bola



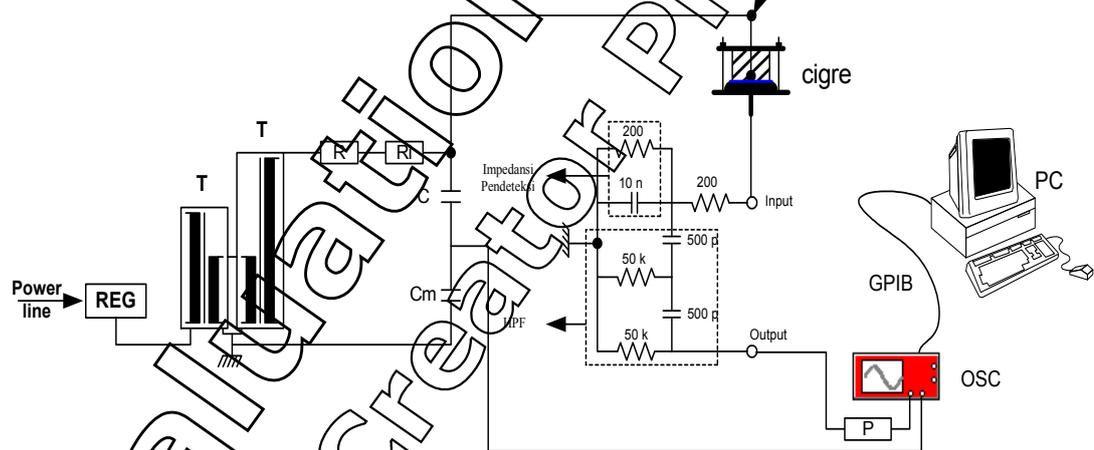
$$\text{Silinder: } E_i = \frac{2\epsilon_r}{1 + \epsilon_r} E$$

$$\text{Bola : } E_i = \frac{3\epsilon_r}{1 + 2\epsilon_r} E$$

IV. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian:

- Pengujian - Pengujian terhadap polietilen dilakukan di labor Teknik Tegangan Tinggi Unand dengan menggunakan rangkaian pengujian seperti pada gambar berikut :



Keterangan gambar:

- T : Trafo uji dengan perbandingan belitan 2x220 V/100 kV. Daya 5 kVA.
- HPV : Filter dan impedansi pendeteksi
- P : Proteksi osciloskop terdiri dari tahanan dan dioda.
- OSC : Osciloskop
- CIGRE : Sampel
- PC : Komputer untuk merekam dan mengolah data yang didapat.
- REG : Regulator untuk mengatur tegangan input.
- R : Tahanan
- Ri : Tahanan yang diisolasi dengan minyak.
- C : Capacitansi pembagi.
- Cm : Capacitansi pengukuran.
- GPIB : Interface yang menghubungkan osciloskop dengan komputer.

Pengujian sampel dilakukan berdasarkan model pengujian CIGRE. Kedua elektroda dihubungkan ke sistim pembangkit tegangan tinggi U, trafo tegangan tinggi, T. Besarnya tegangan input dikendalikan melalui regulator, REG. Pengukuran dilakukan

dengan menggunakan kapasitor, CM. Data pengukuran kemudian dilihat pada isoloskop dan di simpan ke komputer melalui GPIB card. Selama pengukuran tegangan input dipertahankan konstan sebesar 20 kV sedangkan suhu dianggap konstan pada suhu ruang.

- Analisa - Untuk mendapatkan informasi dan karakteristik mengenai fenomena PD yang berkaitan dengan sudut fasa insepasi PD, maka beberapa besaran statistik dievaluasi, antara lain: jumlah pulsa (n), muatan maksimum (Q_{max}), muatan rata-rata (Q_{avr}), muatan total (Q_{tot}), kurtosis (K_u) dan skewness (S_k). Skewness dipilih karena kemampuannya menggambarkan dengan baik asimetri atau simetri distribusi data.

$$S_k = \frac{\sum_{i=1}^{N_p} (x_i - \mu)^3 P_i}{\sigma^3} \quad (16)$$

dimana :

N_p = jumlah fasa tegangan,

x_i = jumlah PD ke-i,

P_i = probabilitas kejadian,

μ = nilai rata-rata.

Distribusi simetri $S_k = 0$, dan $S_k > 0$, $S_k < 0$ masing-masing asimetri yang condong ke kanan dan ke kiri.

$$\mu = \sum_{i=1}^{N_p} x_i p_i \quad (17)$$

dan σ adalah variance.

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^{N_p} (x_i - \mu)^2 P_i \quad (18)$$

Parameter kedua K_u mengindikasikan ketajaman distribusi, didefinisikan sebagai :

$$K_u = \frac{\sum_{i=1}^{N_p} (x_i - \mu)^4 P_i}{\sigma^4} \quad (19)$$

Jika $K_u = 0$, mengindikasikan distribusi normal, $K_u > 0$ dan $K_u < 0$ masing-masing mengindikasikan ketajaman dan kedataran distribusi PD.

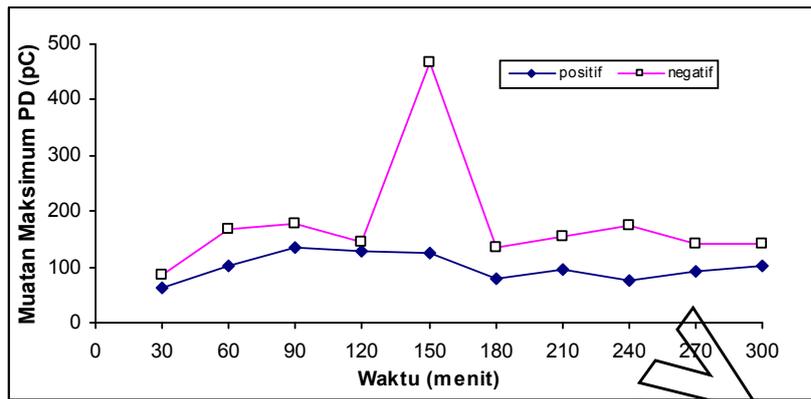
V. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISA

5.1 Karakteristik PD Sebagai Fungsi Waktu

Tegangan tinggi AC yang diterapkan pada elektroda metoda II CIGRE untuk mengetahui karakteristik PD sebagai fungsi waktu adalah 9 kV. Data direkam sebanyak 100 buah setiap 30 menit untuk waktu pengambilan selama 5 jam. Analisa untuk karakteristik PD sebagai fungsi waktu ini dibagi dalam siklus positif dan siklus negatif.

5.1.1 Muatan Maksimum PD Sebagai Fungsi Waktu

Gambar 4.3 memperlihatkan grafik muatan maksimum PD sebagai fungsi waktu. Dari gambar terlihat bahwa muatan maksimum siklus negatif mempunyai muatan yang lebih besar dibandingkan dengan muatan pada siklus positif, hal ini diakibatkan oleh bentuk elektroda yang digunakan, seperti yang telah dijelaskan dalam sub bab 4.1.1.



Gambar 4.3. Muatan maksimum PD sebagai fungsi waktu

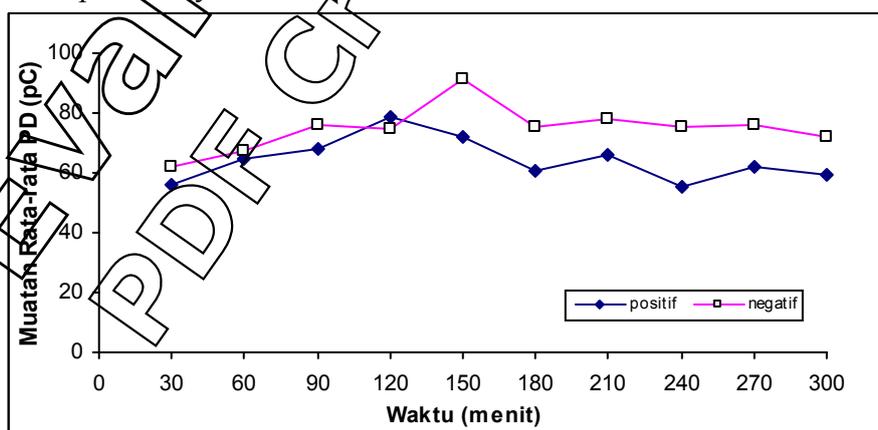
Secara umum dapat dikatakan bahwa muatan maksimum PD pada siklus positif dan negatif mempunyai harga yang berfluktuasi dengan nilai yang tidak terlalu jauh berbeda. Dimana untuk siklus positif harga muatan maksimum berkisar antara 61,5 – 133,67 pC. Sedangkan untuk siklus negatif berkisar antara 86,07 – 466,31 pC.

5.1.2 Muatan Rata-rata PD Sebagai Fungsi Waktu

Muatan rata-rata Pd bisa diformulasikan sebagai berikut:

$$q(\varphi_i) = \frac{\sum_{j=1}^{j=c} q_j(\varphi_i)}{c} \quad 4.1$$

dimana c adalah jumlah pulsa dalam satu kali pengukuran dan $q_j(\varphi_i)$ adalah muatan PD pada fasa i dalam siklus j. Muatan rata-rata PD sebagai fungsi waktu ditunjukkan oleh gambar 4.4. Dari gambar dapat dilihat bahwa muatan rata-rata siklus positif dan siklus negatif mempunyai nilai yang tidak terlalu jauh berbeda untuk setiap pertambahan waktu. Dimana pada umumnya muatan rata-rata pada siklus negatif hampir selalu lebih besar dibandingkan muatan rata-rata siklus positif. Hal ini menunjukkan bahwa lamanya penerapan tegangan tidak akan terlalu mempengaruhi besarnya muatan rata-rata dari PD terjadi pada setiap siklusnya.



Gambar 4.4. Muatan rata-rata PD sebagai fungsi waktu

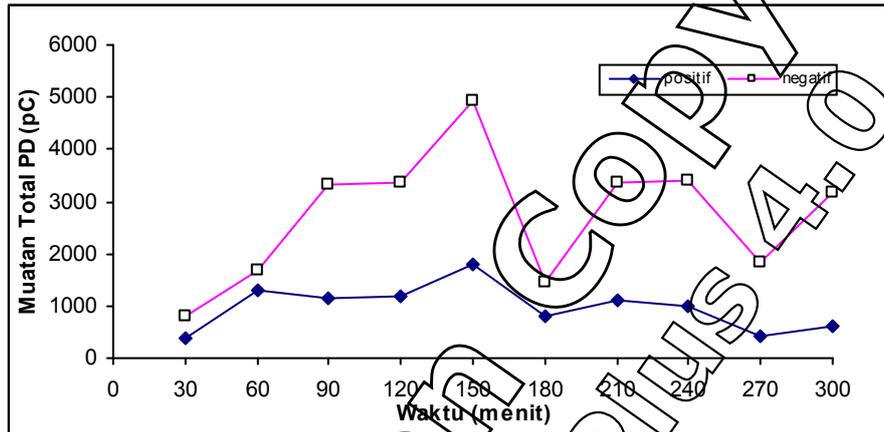
Dari pengukuran didapatkan nilai muatan rata-rata PD untuk siklus positif berkisar dari 55,97 – 78,96 pC dan untuk siklus negatif berkisar dari 62,31 – 91,64 pC.

5.1.3 Muatan Total PD Sebagai Fungsi Waktu

Muatan total adalah jumlah muatan dari pulsa PD pada masing-masing setengah siklus positif dan negatif dalam 500 siklus.

$$q(\varphi_i) = \sum_{j=1}^{j=0} q_j(\varphi_i) \quad 4.2$$

dimana c adalah jumlah siklus dalam satu kali pengukuran dan $q_j(\varphi_i)$ adalah muatan PD pada fasa I dalam siklus j . Muatan total siklus positif dan negatif erat kaitannya dengan jumlah pulsa (n) siklus positif dan negatif. Semakin banyak jumlah PD yang terjadi, semakin besar pula muatan total PD yang terjadi.



Gambar 4.5. Muatan total PD sebagai fungsi waktu

Dari gambar dapat dilihat bahwa muatan total PD akan berfluktuasi dengan pertambahan waktu, hal ini berkaitan dengan jumlah pulsa PD yang juga berfluktuasi. Muatan total PD ini menunjukkan tingkat degradasi dari bahan isolasi itu sendiri.

Dari pengukuran yang telah dilakukan, didapatkan harga muatan total untuk siklus positif berkisar dari 391,81 – 1799,03 pC dan untuk siklus negatif berkisar dari 810,03 – 4948,73 pC.

5.2 Karakteristik PD Sebagai Fungsi Tegangan

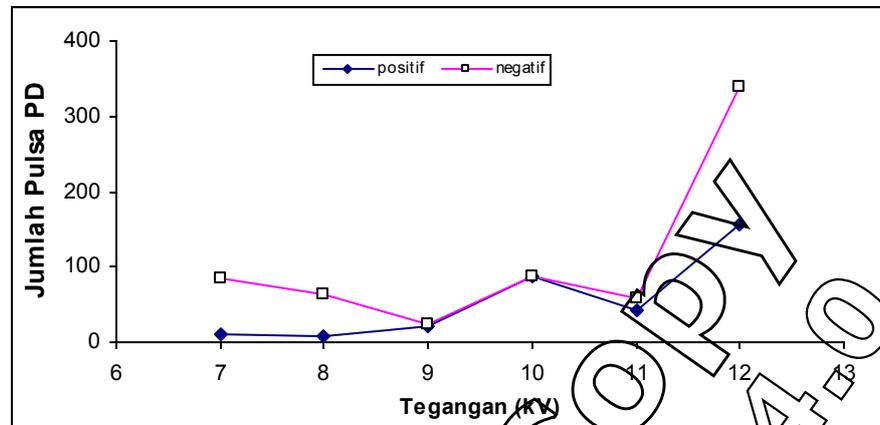
Untuk analisa karakteristik PD sebagai fungsi tegangan, tegangan tinggi AC yang diterapkan adalah 7, 8, 9, 10, 11 dan 12 kV (rms). Dari variasi tegangan terapan ini, dapat dilihat karakteristik dari PD yang terjadi akibat kenaikan tegangan. Pengambilan data dilakukan pada menit ke-60 penerapan tegangan dan analisisnya dibagi dalam siklus positif dan negatif.

5.2.1 Jumlah Pulsa PD Sebagai Fungsi Tegangan

Gambar 4.18 memperlihatkan hubungan antara jumlah pulsa PD dengan kenaikan tegangan. Dari gambar terlihat bahwa kenaikan tegangan menyebabkan terjadinya kenaikan jumlah pulsa PD. Hal ini diakibatkan karena kenaikan tegangan akan menyebabkan medan yang timbul pada bahan isolasi menjadi semakin besar sehingga pergerakan elektron menuju elektroda positif menjadi lebih cepat. Dengan semakin cepatnya pergerakan elektron ini maka kemungkinan terjadinya PD pada bahan isolasi akan semakin besar.

Juga terlihat bahwa jumlah pulsa PD pada siklus negatif hampir selalu lebih besar dibandingkan dengan jumlah pulsa PD pada siklus positif. Hal ini diakibatkan oleh bentuk dari elektroda yang dipergunakan dan posisi dari rongga. Pada siklus positif elektron akan bergerak menuju elektroda bola, sedangkan pada siklus negatif elektron akan bergerak

menuju elektroda bidang. Kemungkinan bagi elektron tersebut untuk menumbuk elektroda bidang lebih besar dibandingkan dengan elektroda bola karena luas permukaannya yang besar. Hal ini akan mengakibatkan pulsa PD akan lebih banyak muncul pada saat siklus negatif.



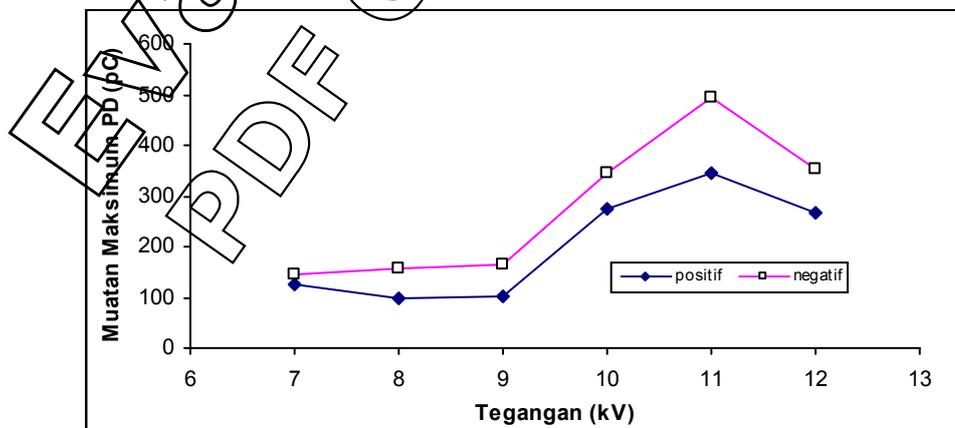
Gambar 4.18. Jumlah Pulsa PD sebagai fungsi tegangan

Jadi dapat disimpulkan bahwa kenaikan tegangan pada suatu bahan isolasi polymer akan menyebabkan bertambahnya jumlah PD yang terjadi, dengan kata lain akan mempercepat proses kegagalan dari suatu bahan isolasi.

5.2.2 Muatan Maksimum PD Sebagai Fungsi Tegangan

Muatan maksimum PD sebagai fungsi tegangan dapat dilihat pada gambar 4.19. Pada gambar terlihat bahwa muatan maksimum PD dari tegangan 7 kV sampai 11 kV mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena tekanan gas pada kanal menjadi lebih tinggi dengan kenaikan tegangan^[5]. Disamping itu dengan kenaikan tegangan juga akan mempercepat tercapainya tegangan insepasi.

Pada tegangan 12 kV terlihat bahwa muatan maksimum PD mengalami penurunan, namun jumlah pulsa PD pada tegangan ini mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena kondisi gas yang terdapat didalam rongga. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Mizutani T dan Kondo T^[11] dimana pulsa PD yang muncul amplitudonya akan berkurang dengan pertambahan waktu dan kenaikan tegangan terapan, sementara jumlah pulsa yang muncul akan semakin bertambah.



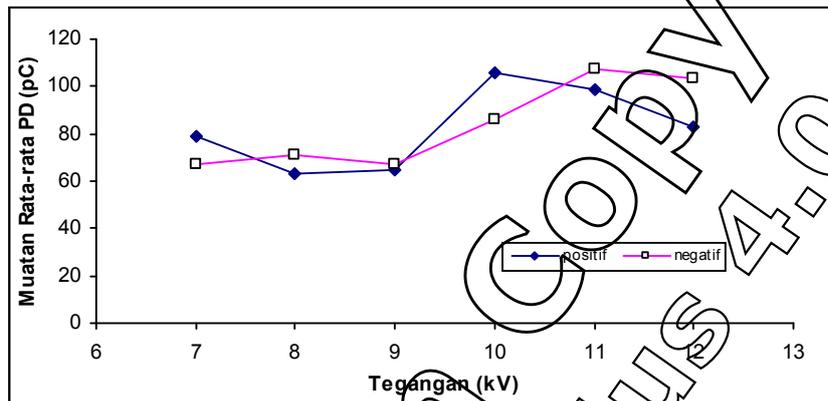
Gambar 4.19. Muatan Maksimum PD sebagai fungsi tegangan

Secara umum dapat dilihat bahwa kenaikan tegangan menyebabkan bertambahnya muatan maksimum PD hingga mencapai keadaan tertentu. Jadi dapat disimpulkan bahwa

muatan maksimum dari PD sangat dipengaruhi oleh kenaikan tegangan yang diterapkan dan kondisi dari bahan isolasi itu sendiri.

5.2.3 Muatan Rata-rata PD Sebagai Fungsi Tegangan

Gambar 4.20 memperlihatkan muatan rata-rata PD sebagai fungsi tegangan. Dari gambar terlihat bahwa secara umum muatan rata-rata PD akan naik seiring dengan kenaikan tegangan hingga mencapai suatu kondisi tertentu dan kemudian nilainya akan berkurang. Hal ini diakibatkan karena adanya perubahan kondisi gas yang terdapat di dalam rongga.

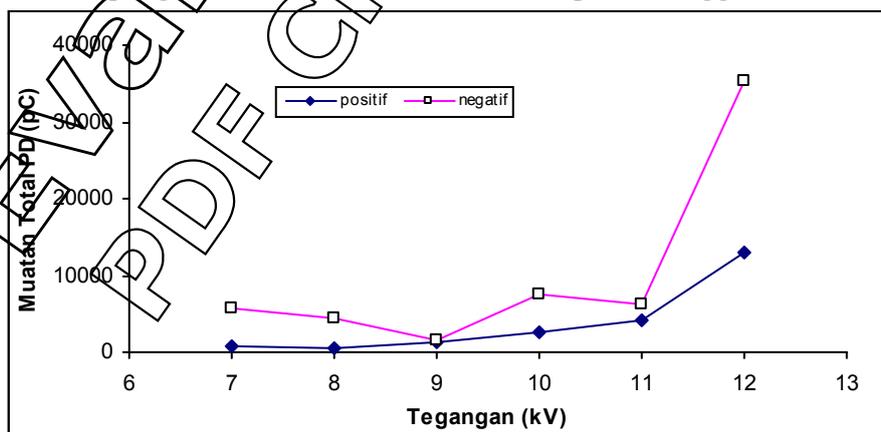


Gambar 4.20. Muatan Rata-rata PD sebagai fungsi tegangan

5.2.4 Muatan Total PD Sebagai Fungsi Tegangan

Muatan total PD sebagai fungsi tegangan dapat dilihat pada gambar 4.21. Dari gambar terlihat bahwa muatan total PD akan naik akibat kenaikan tegangan. Hal ini mengindikasikan akumulasi degradasi pada bahan isolasi polymer tersebut, dimana semakin tinggi tegangan yang diterapkan pada bahan isolasi maka tingkat degradasi dari bahan isolasi tersebut akan menjadi lebih cepat.

Selain itu juga dapat dilihat bahwa secara umum nilai muatan total PD siklus negatif hampir selalu lebih besar dibandingkan dengan siklus positif. Hal ini terjadi karena PD cenderung terjadi pada siklus negatif dibandingkan siklus positif, dimana hal ini disebabkan karena pengaruh dari bentuk elektroda dan posisi rongga.

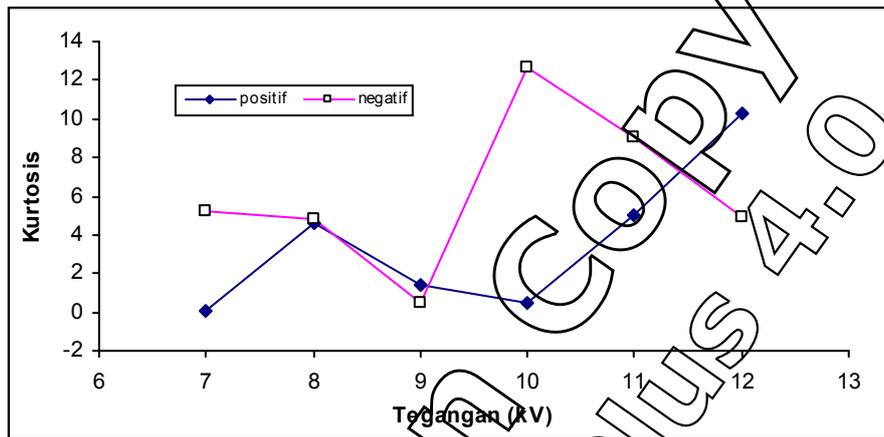


Gambar 4.21. Muatan Total PD sebagai fungsi tegangan

5.2.5 Kurtosis (K_u)

Gambar 4.22 menunjukkan harga kurtosis sebagai fungsi tegangan. Parameter kurtosis ini berguna untuk menggambarkan ketajaman dan kedataran distribusi data dengan kurva normal sebagai referensi.

Jika K_u positif berarti distribusi data PD tajam dan diatas kurva normal, kemudian jika K_u negatif berarti distribusi data PD datar dan dibawah kurva normal. Pada pengukuran ini didapatkan harga kurtosis yang bernilai lebih dari nol untuk tegangan 7-12 kV. Ini berarti pola PD yang terjadi adalah tajam untuk setiap kenaikan dari tegangan yang diterapkan.

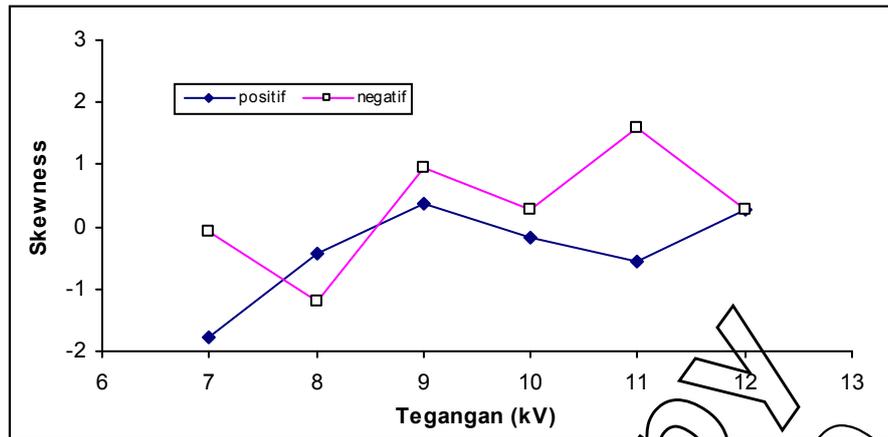


Gambar 4.22. Kurtosis sebagai fungsi tegangan

5.2.6 Skewness (S_k)

Parameter Skewness merupakan suatu parameter untuk menggambarkan kecondongan pola PD dengan kurva normal sebagai referensi. Jika S_k positif berarti distribusi data PD condong ke kanan dan kejadian PD lebih banyak di sebelah kiri kurva normal, kemudian jika S_k negatif berarti distribusi data PD condong ke kiri dan kejadian PD lebih banyak di sebelah kanan kurva normal. Harga skewness sebagai fungsi tegangan dapat dilihat pada gambar 4.23

Pada tegangan 7 dan 8 kV, skewness mempunyai nilai negatif. Hal ini menunjukkan bahwa pola PD pada masing-masing siklus condong ke kiri, artinya kejadian PD lebih banyak terjadi di sebelah kanan kurva normalnya. Untuk tegangan 9 kV, skewness untuk kedua siklus bernilai positif. Artinya pola PD condong ke kanan, pulsa PD lebih banyak muncul di sebelah kiri kurva normalnya. Pada tegangan 10 dan 11 kV skewness untuk siklus positif bernilai negatif dan pada tegangan 12 kV skewness bernilai positif. Sedangkan untuk siklus negatif, pada tegangan 10 sampai 12 kV skewness mempunyai nilai positif.



Gambar 4.23 Skewness sebagai fungsi tegangan

Jadi dapat disimpulkan bahwa skewness sebagai fungsi tegangan mempunyai nilai positif dan negatif.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik PD berupa jumlah pulsa, muatan rata-rata, muatan maksimum dan muatan total, sebagai fungsi tegangan menunjukkan hasil yang lebih signifikan, yaitu pada setiap kenaikan tegangan, jumlah pulsa PD yang muncul akan meningkat. Demikian juga muatan rata-rata, muatan maksimum dan PD akan ikut meningkat.
2. Parameter kurtosis yang didapat pada pengukuran adalah cenderung positif (tajam).
3. Parameter skewness untuk siklus positif mempunyai nilai negatif. Sedangkan untuk siklus negatif, parameter skewness bernilai positif dan negatif.
4. Pola (ϕ - q - n) berubah sesuai dengan tingkat degradasi dari material polymer, dengan kecenderungan semakin tinggi tegangan, jumlah pulsa dan muatan PD semakin meningkat.

6.2 Saran

Untuk penelitian lebih lanjut, penulis mempunyai saran-saran sebagai berikut:

- Untuk mendapatkan hasil yang lebih umum mengenai karakteristik PD pada bahan isolasi polymer, pengukuran hendaknya juga dilakukan dengan menggunakan bahan polymer berbeda seperti XLPE, PVC, EAA dan lain-lain.
- Holder elektroda sebaiknya diletakkan pada wadah tertutup dan elektroda direndam dalam isolasi minyak sehingga pengaruh dari lingkungan luar dapat diperkecil.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dieter Kind; High Voltage Insulation Technology, Friedr Vieweg dan Sohn,
2. L.A. Dissado; Electrical Degradation and Berakdown in Polymer, Peter Peregrinus Ltd, 1992
3. T.J. Gallagher; High Voltage Measurement Testing and Design, John Wiley and Son, , 1984
4. Zainuddin Nawawi; Pengaruh Tahanan permukaan terhadap karakteristik tembus Material Isolasi LDPE, Proceeding SNWTT'II, Yogyakarta, 1999
5. Sri Hartaty; Studi perhitungan tegangan ambang peluahan muatan akibat rongga udara pada kabel tegangan tinggi berisolasi polimer, Proceeding SNWTT'II, Yogyakarta, 1999
6. Suharyanto; Aplikasi Matlab untuk perhitungan distribusi kejadian partial discharge pada isolasi padat, Proceeding SNWTT, Yogyakarta 1999
7. Ngapuli I. Sinisuka; A study of Insulation failure cause of 20 kV XLPE Insulated Cable in the distribution system of PLN Distribusi Jakarta-Tangerang, Proceeding of Electropic'96, Jakarta, 1996
8. Asoka Subhawickarma; EHV Cable for Tropical Environments Design and Installation, Proceeding of Electropic'96, Jakarta, 1996
9. Jinder Jow; Material Differentiation by Water Treeing Tests, Annual report Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena Volume II, IEEE, 1999.

Evaluation
PDF Creator Plus