

***FLASHOVER* PADA BAHAN ISOLASI RESIN EPOKSI
DENGAN BAHAN PENGISI ALUMINA, PASIR SILIKA
DAN *FIBER GLASS***



TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas Akhir dan Memenuhi Syarat-syarat Untuk Mencapai
Gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Diajukan Oleh:

FATHU ROHMAN

D 400 020 008

02.6.106.03061.50008

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVESITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2007

Daftar Gambar

Gambar 2.1	Contoh penamaan polimer	15
Gambar 2.2	Gaya intermolekul interatomik dari <i>ethylene</i> dan <i>polyethylene</i>	19
Gambar 2.3	Desain sederhana isolator polimer	22
Gambar 2.4	Gambaran fisis pohon listrik	28
Gambar 2.5	Contoh struktur resin epoksi	36
Gambar 2.6	Struktur kimia resin epoksi	36
Gambar 2.7	Struktur bisphenol A	39
Gambar 2.8	Reaksi pembentukan <i>phenol</i>	40
Gambar 2.9	Reaksi pembentukan <i>acetone</i>	40
Gambar 2.10	Reaksi pembentukan <i>bisphenol</i>	40
Gambar 2.11	Reaksi pembentukan <i>epichlorohydrin</i>	41
Gambar 2.12	Reaksi pembentukan <i>DGEBA</i>	42
Gambar 2.13	Struktur kimia <i>MPDA</i>	43
Gambar 2.14	Reaksi antara <i>DGEBA</i> dan <i>MPDA</i>	43
Gambar 3.1	Alat pembangkit tegangan tinggi 100 kV	58
Gambar 3.2	<i>Flowchart</i> jalannya penelitian	60
Gambar 3.3	Cetakan	62
Gambar 3.4	Dimensi gahan uji	62
Gambar 3.5	Proses pemberian polutan	64
Gambar 3.6	Kotak penyinaran ultraviolet	65
Gambar 3.7	Proses pengkabutan	67
Gambar 3.8	Rangkaian pengujian tegangan <i>flashover</i>	69
Gambar 4.1	Hubungan ESDD dengan lama penuaan dan kadar <i>filler</i>	83
Gambar 4.2	Grafik lama penuaan terhadap tegangan <i>flashover</i> pada bahan berpengisi pasir silika	85
Gambar 4.3	Grafik lama penuaan terhadap tegangan <i>flashover</i> pada bahan berpengisi <i>fiberglass</i>	85

Gambar 4.4	Grafik lama penuaan terhadap tegangan <i>flashover</i> pada bahan berpengisi alumina	86
Gambar 4.5	Grafik lama penuaan terhadap tegangan <i>flashover</i> pada bahan berpengisi 10%	86
Gambar 4.6	Grafik lama penuaan terhadap tegangan <i>flashover</i> pada bahan berpengisi 20%	87
Gambar 4.7	Grafik lama penuaan terhadap tegangan <i>flashover</i> pada bahan berpengisi 30%	87
Gambar 4.8	Grafik lama penuaan terhadap tegangan <i>flashover</i> pada bahan berpengisi 40%	88
Gambar 4.9	Grafik lama penuaan terhadap tegangan <i>flashover</i> pada bahan berpengisi 50%	88
Gambar 4.10	Grafik 3 dimensi hubungan tegangan <i>flashover</i> , lama penuaan dan komposisi pengisi pasir silika	89
Gambar 4.11	Grafik 3 dimensi hubungan tegangan <i>flashover</i> , lama penuaan dan komposisi pengisi <i>fiberglass</i>	89
Gambar 4.12	Grafik 3 dimensi hubungan tegangan <i>flashover</i> , lama penuaan dan komposisi pengisi Alumina	90
Gambar 4.13	Grafik 3 dimensi hubungan tegangan <i>flashover</i> , lama penuaan dan komposisi ketiga pengisi	91

Daftar Tabel

Tabel 1.1 Spesifikasi komposisi dan jumlah sampel dicetak untuk masing-masing pengisi	4
Tabel 2.1 Struktur kimia polimer umum (Malik, dkk, 1998)	17
Tabel 2.2 Tingkat polusi dan lingkungnya (SPLN 10-3B, 1993)	31
Tabel 2.3 Faktor b	54
Tabel 3.1 Komposisi penyusun sampel uji untuk masing-masing pengisi	56
Tabel 3.2 Komposisi Polutan Industri.....	57
Tabel 3.3 Data teknik lampu	66
Tabel 4.1 Nilai konduktivitas dan hasil perhitungan ESDD bahan pengisi pasir silika	74
Tabel 4.2 Nilai konduktivitas dan hasil perhitungan ESDD bahan pengisi <i>Fiberglass</i>	75
Tabel 4.3 Nilai konduktivitas dan hasil perhitungan ESDD bahan pengisi Alumina.....	76
Tabel 4.4 Nilai rerata tegangan <i>flashover</i> pada sisi primer hasil pengujian dengan pengisi pasir silika	77
Tabel 4.5 Nilai rerata tegangan <i>flashover</i> pada sisi primer hasil pengujian dengan pengisi <i>fiberglass</i>	78
Tabel 4.6 Nilai rerata tegangan <i>flashover</i> pada sisi primer hasil pengujian dengan pengisi Alumina.....	78
Tabel 4.7 Nilai tegangan <i>flashover</i> pada sisi sekunder pengisi pasir silika	79
Tabel 4.8 Nilai tegangan <i>flashover</i> pada sisi sekunder pengisi <i>fiberglass</i>	79
Tabel 4.9 Nilai tegangan <i>flashover</i> pada sisi sekunder pengisi Alumina	80
Tabel 4.10 Nilai tegangan <i>flashover</i> pada keadaan standar pengisi Pasir Silika	82
Tabel 4.11 Nilai tegangan <i>flashover</i> pada keadaan standar pengisi <i>Fiberglass</i>	82
Tabel 4.12 Nilai tegangan <i>flashover</i> pada keadaan standar pengisi Alumina.....	83

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAKSI	iv
DAFTAR KONTRIBUSI	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II. LANDASAN TEORI	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Isolator.....	12
2.2.1.1 Gelas.....	13
2.2.1.2 Keramik.....	13

2.2.1.3	Mika	14
2.2.1.4	Kertas dan Papan dielektrik	14
2.2.2	Polimer Umum	15
2.2.3	Struktur Fisik.....	19
2.2.4	Desain Sederhana Isolator Polimer	21
2.2.5	Degradasi Polimer	24
2.2.5.1	Penuaan Isolator Polimer	25
2.2.5.1.1	Penuaan Fisik	26
2.2.5.1.2	Penuaan Kimia	27
2.2.5.1.3	Penuaan Lisrik.....	28
2.2.5.1.4	Kombinasi Penuaan Listrik dan Mekanik.....	29
2.2.5.2	Kontaminasi Polutan Pada Permukaan Isolator.....	29
2.2.6	Kegagalan Bahan Isolasi	32
2.2.6.1	Gagal Elektrik	33
2.2.6.2	Gagal Panas	33
2.2.6.3	Gagal Pelepasan Muatan Sebagian	34
2.2.7	Resin Epoksi Sebagai Salah Satu Bahan Polimer	36
2.2.7.1	Karakteristik Dasar Resin Epoksi	37
2.2.7.2	Jenis-jenis Resin Epoksi.....	39
2.2.7.3	Pematangan Resin Epoksi.....	42
2.2.7.4	Aplikasi Resin Epoksi	44
2.2.8	Bahan Pengisi.....	45
2.2.8.1	Pasir Silika	46
2.2.8.2	Alumina.....	46
2.2.8.3	<i>Fiber Glass</i>	47
2.2.9	<i>Flashover</i> Pada Isolator	48
2.2.9.1	<i>Flashover</i> pada permukaan isolator.....	48
2.2.9.2	<i>Flashover</i> pada keadaan normal	48
2.2.9.3	<i>Flashover</i> pada keadaan basah	49

2.2.9.4 Flashover akibat kelembaban udara	50
2.2.9.5 Flashover pada isolator terkontaminasi.....	51
2.2.10 Pengukuran Konduktivitas dan Perhitungan ESDD (<i>Equivalent Salt Deposit Density</i>).....	53
2.3 Hipotesis.....	55
BAB III METODE PENELITIAN	56
3.1 Bahan Penelitian	56
3.2 Alat Penelitian.....	57
3.3 Jalannya Penelitian.....	59
3.3.1 Pembuatan Bahan Uji.....	61
3.3.2 Pemberian Polutan	63
3.3.3 Penyinaran Ultra Violet.....	65
3.3.4 Pengkabutan	67
3.3.5 Pengujian Tegangan <i>Flashover</i>	68
3.3.6 Pengujian <i>ESDD</i>	69
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	71
4.1 Hasil Pengukuran dan Perhitungan <i>ESDD</i>	71
4.2 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Tegangan <i>Flashover</i> ..	77
4.3 Pembahasan.....	83
4.3.1 Analisis Hasil Perhitungan <i>ESDD</i>	83
4.3.2 Analisis Hasil Perhitungan Tegangan <i>Flashover</i>	84
BAB V PENUTUP	94
5.1 Kesimpulan	94
5.2 Saran.....	95
DAFTAR PUSTAKA.....	96
LAMPIRAN	

KONTRIBUSI

Puji syukur kepada Allah SWT, atas rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

Ide penelitian ini pertama kali didapat dari salah satu dosen Teknik Elektro UMS dalam rangka mengikuti *research grand* yang diadakan oleh TPSDP dan bekerja sama dengan mahasiswa sebagai pelaksana di lapangan sekaligus sebagai tugas akhir mahasiswa tersebut.

Bahan-bahan untuk membuat cetakan dan sampel uji dibeli bersama-sama rekan satu tim dengan biaya yang ditanggung dosen tersebut, untuk bahan membuat cetakan dibeli di kota Solo, sedangkan untuk bahan pembuat sampelnya dibeli di kota Jogjakarta.

Cetakan disiapkan sebelum membuat sampel uji. Pembuatan sampel uji dan cetakan dilakukan disalah satu kost rekan secara bersama-sama. Pembuatan sampel uji di mulai dari penimbangan bahan, pengadukan dan pencetakan. Sedangkan waktu yang diperlukan untuk mengeringkan sampel uji kurang lebih 24 jam.

Penyemprotan polutan dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro UMS pada bulan September 2006 bersama rekan satu tim, sedangkan untuk pengujian tegangan *flashover*nya dilakukan di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi UGM. Penelitian ini mendapat bimbingan asisten dan laboran Laboratorium Tegangan Tinggi Teknik Elektro UGM.

Penulisan dan penyusunan laporan tugas akhir ini mengacu pada laporan yang sudah ada antara lain mengambil dari laporan tugas akhir mahasiswa UMS. Buku pegangan penulisan laporan ini dapat ditemukan di perpustakaan, sebagian pinjam dari pembimbing dan teman.

Pengetikan laporan tugas akhir ini dibuat sendiri sampai akhirnya penyusun berhasil menyelesaikan laporan ini meskipun masih banyak terdapat kekurangan.

Demikian daftar kontribusi ini penulis buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dan tekanan dari pihan manapun.

Surakarta, Januari 2007

Mengetahui
Dosen Pembimbing I

Penulis

Umar Hasan, ST.MT

Fathu Rohman

ABSTRAKSI
FLASHOVER PADA BAHAN ISOLASI RESIN EPOKSI
DENGAN BAHAN PENGISI ALUMINA, PASIR SILIKA
DAN FIBERGLASS



TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas Akhir dan Memenuhi Syarat-syarat Untuk Mencapai
Gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Diajukan Oleh:

FATHU ROHMAN

D 400 020 008

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVESITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2007

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Nama : FATHU ROHMAN
NIM : D 400 020 008
Judul Tugas Akhir : **"FLASHOVER PADA BAHAN ISOLASI RESIN EPOKSI DENGAN BAHAN PENGISI ALUMINA, PASIR SILIKA DAN FIBER GLASS"**

DOSEN PEMBIMBING : 1. Umar Hasan, ST, MT.
2. Ir. Jatmiko, MT.

Surakarta, 25 Januari 2007

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Umar Hasan, ST. MT)

(Ir. Jatmiko, MT)

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UMS

Ketua Jurusan Teknik Elektro UMS

(Ir. H. Sri Widodo, MT)

(Ir. Jatmiko, MT)

ABSTRAKSI

Peralatan listrik harus memiliki kualitas yang baik guna menyalurkan energi listrik yang berkesinambungan, aman, andal dan dalam segi biaya seekonomis mungkin. Termasuk isolator didalamnya, karena isolator memiliki peranan yang sangat penting (dipasang pada jaringan transmisi, jaringan distribusi dan sebagainya), untuk mencegah terjadinya hubung singkat karena fungsi isolator itu sendiri adalah memisahkan dua bagian yang bertegangan. Sampai sekarang ini isolator yang banyak digunakan pada jaringan transmisi dan distribusi adalah dari bahan porselin dan kaca. Dalam penelitian ini digunakan bahan isolasi dari bahan DGEBA, karena memiliki kelebihan dari pada bahan yang terbuat dari porselin dan kaca, antara lain dalam hal pembuatan dan berat bahan.

Pengujian pada penelitian ini adalah pengujian tegangan *flashover* pada penuaan dipercepat dengan bahan pengisi pasir silika, *fiber glass* dan alumina dengan kadar dari 10% sampai 50% dari berat bahan uji. Hasil dari proses pengujian yang dilakukan diharapkan dapat digunakan sebagai acuan atau pertimbangan dalam pemilihan tipe bahan isolator dengan melihat kinerja dari bahan isolator tersebut, serta dapat mengetahui bahan isolasi dengan pengisi mana yang lebih baik (dalam menahan tegangan *flashover*) antara pengisi pasir silika, alumina dan *fiber glass*. Dalam penelitian ini bahan yang digunakan merupakan campuran dari DGEBA (*Diglycidil Eter of Bisphenol A*) sebagai bahan utama dan MPDA (*Methaphenylene Diamine*) sebagai pengeras dengan perbandingan 1 : 1, sedang bahan pengisi dari pasir silika dengan kadar dari 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dan variasi penuaan dari 0-96 jam dengan ukuran bahan uji 70 x 70 x 5 mm. Penyemprotan polutan dibuat sama, dengan komposisi 200 ml polutan industri, 40 gr kaolin dan 1000 ml air destilasi untuk satu kali penyemprotan. Dari penelitian ini didapat hubungan antara variasi penuaan dengan tegangan *flashover*, dan komposisi *filler* dengan tegangan *flashover*

Semakin lama penyinaran menggunakan sinar Ultraviolet, mengakibatkan kekuatan bahan pada masing – masing pengisi dalam menahan tegangan *flashover* akan cenderung menurun. Prosentase bahan pengisi (*filler*) yaitu pasir silika, *fiber glass* dan alumina yang dicampur dengan pembuatan bahan uji dengan kadar 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% walaupun berpengaruh pada nilai tegangan *flashover* tetapi pengaruhnya tidak terlalu signifikan. Pada kadar *filler* 10% sampai 20%, pengisi *fiber glass* cenderung lebih baik di bandingkan pengisi pasir silika dan alumina. Tetapi pada kadar *filler* 30% pengisi pasir silika lebih baik dari pengisi *fiber glass* dan alumina. Sedangkan pada kadar *filler* 40% dan 50% pengisi *fiber glass* dan pasir silika cenderung lebih baik dari pada pengisi alumina.

Tegangan *flashover* pengisi *fiber glass* secara umum lebih baik (tegangan *flashover*nya lebih tinggi) dibandingkan dengan pengisi pasir silika dan alumina.

Kata kunci : Tegangan *flashover*, Polutan, DGEBA, MPDA, *Filler*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, A.. 1990. *Teknik Tegangan Tinggi*, edisi ke-7. Jakarta : PT Pradnya Paramita
- Berahim, H. 2000. *Pengaruh Polutan Terhadap Kinerja Bahan Isolasi Epoksi Resin Untuk Isolator*, Seminar Nasional dan Workshop Teknik Tegangan Tinggi III, pp 108-112. Jakarta : UI.
- Budiman, A, 2005. Tesis : *Pengaruh Penuaan Dipercepat di Daerah Tropis Pada Kinerja Bahan Isolasi Resin Epoksi Terkontaminasi Polutan Industri*. Yogyakarta : UGM.
- Cowd, M.A. 1991. *Kimia Polimer* , Cetakan Ke-2 Bandung : Penerbit ITB.
- Hasan, U. 2005. Tesis : *Pengaruh Penuaan Dipercepat Terhadap Kinerja Bahan Isolasi Resin Epoksi Dengan Alumina Sebagai Bahan Pengisi*. Yogyakarta: UGM
- Internasional Electrotechnical Commision : IEC 507, 1997 “*Artificial Pollution Test on High Voltage Insulator To Be on Ac Systems*”, Second Edition
- International Electrotechnical Commision : IEC 60-1, 1989 “*High Voltage Test Technique*”, pp 34 Second Edition
- Jatmiko. 2003. Tesis : *Sifat Bahan Isolasi Resin Epoksi Bisphenol A Untuk Isolator Tegangan Tinggi*. Yogyakarta : UGM
- Mizuno, Y., et al., 1997, *Effect of climatic conditions on contamination flashover voltage of insulators*, IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, vol. 4, no.3, 286-289.
- SPLN 10-3B. 1993. *Tingkat Intensitas Polusi Sehubungan dengan Pedoman Pemilihan Isolator*. Jakarta : PT PLN (Persero).
- Supardi, A. 2003. *Perlengkapan Sistem Tenaga Listrik*. Buku Pegangan Kuliah. Surakarta : UMS
- Surdia, T. Santo, S 1985 *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta Pt Pradnya Paramita.
- Widiyanti, D. 2004. Tugas Akhir : *Pengaruh Kontaminasi Polutan Garam Terhadap Tegangan Flashover Pada Bahan Isolasi DGEBA Dengan Bahan Pengisi Pasir Silika dan Silicone Rubber*. Surakarta : UMS.