

**DEGRADASI PERMUKAAN 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:

ALIMAN

D 400 020 097

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

2007

LEMBAR PERSETUJUAN

Diajukan guna memenuhi kelengkapan sebagai syarat tugas akhir untuk menyelesaikan program sarjana (S1) dengan judul ”**DEGRADASI PERMUKAAN BAHAN ISOLASI RESIN EPOKSI DENGAN BAHAN PENGISI ALUMINA, PASIR SILIKA DAN *FIBER GLASS*** “ Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta telah memenuhi syarat dan disetujui pada:

Hari :

Tanggal :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Umar Hasan,ST. MT)

(Ir. Jatmiko, MT)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir dengan judul : ” **DEGRADASI PERMUKAAN BAHAN ISOLASI RESIN EPOKSI DENGAN BAHAN PENGISI ALUMINA, PASIR SILIKA DAN *FIBER GLASS***”, disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta pada:

Hari :

Tanggal :

Dosen Penguji:

1. Umar Hasan, ST, MT (.....)
2. Ir. Jatmiko, MT (.....)
3. Agus Supardi, ST, MT (.....)
4. Hasyim Asy'ari, ST (.....)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UMS

Ketua Jurusan Teknik Elektro

(Ir.H.Sri Widodo,MT)

(Ir. Jatmiko, MT)

MOTTO

Allah memberikan hikmah (ilmu yang berguna) kepada siapa yang dikehendki-Nya.

Barang siapa yang mendapat hikmah sesungguhnya dia telah mendapatkan kebajikan yang banyak. Dan tidak ada yang dapat mengambil pelajaran melainkan orang yang berakal.

(Q.S. *Al - Baqarah* : 269)

" Barangsiapa membiasakan istighfar maka Allah menjadikan jalan keluar dari segala kesulitannya, memberi kemudahan dari segala kesusahannya dan melapangkan rezeki yang tidak ia duga."

(HR Abu Daud).

Tidaklah sekali - kali Allah mengambil sesuatu dari kita melainkan DIA akan menggantinya untuk kita dengan yang lebih baik, jika kita bersabar dan hanya berharap pahala dari-Nya.

(La Tahzan, hal 66)

Percayalah bahwa kebahagiaan itu bak pohon mawar yang baru ditanam. Bunganya tidak mekar dengan sesegera, tetapi kemunculannya pasti akan terjadi.

(Al Qor ni, hal 264)

PERSEMBAHAN

Karya ini tak akan terwujud dan tak akan berarti apa-apa tanpa orang-orang yang dengan kasih sayang dan ketulusanya mendoakan, mensupport, memberikan kebebasan apa yang akan menjadi pilihanku, serta selalu memberikan petunjuk kepadaku.

*Karya ringkas dan sederhana ini aku persembahkan
teruntuk:*

*Bapak dan Ibu ku tercinta, yang selalu
menjadikan kami Belahan Hati yang kaya
akan cinta dan do'a restu'nya.*

*Kakak dan adikku tersayang yang selalu
mensupport dan menemani 'ku setiap saat.*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir ini tanpa hambatan yang berarti. Tugas akhir ini disusun dan diajukan sebagai syarat untuk memenuhi persyaratan kelulusan Sarjana Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta. Adapun Tugas Akhir yang kami ajukan ini berjudul : "DEGRADASI PERMUKAAN BAHAN ISOLASI DASAR RESIN EPOKSI DENGAN BAHAN PENGISI ALUMINA, PASIR SILIKA DAN *FIBER GLASS*".

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bimbingan, masukan dan saran dari pembina serta pihak-pihak lain. Untuk itu penulis banyak mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir.H.Sri Widodo,MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ir. Jatmiko, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta dan selaku pembimbing kedua dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Nurgiyatna, ST.MT, selaku pembimbing akademik selama kuliah di UMS.

4. Bapak Umar Hasan, ST.MT, selaku pembimbing utama dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan bimbingan.
6. Seluruh Staf Tata Usaha, Staf Akademik maupun non Akademik, yang telah memberikan bimbingan - bimbingan dan kemudahan kepada penulis selama menempuh studi di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Bapak dan Ibuku tercinta, yang dengan kasih sayang dan kesabaran mendewasakan aku.....

dengan penuh semangat tanpa mengenal lelah..... kalian wujudkan mimpi – mimpiku, harapanku,.....
dan dengan kewibawaan... kalian ajari aku menghargai sesama.
Hanya Surga yang pantas untukmu (. *Amin*)
8. Bank B, Adikku A'dul, d Big Family of Mey_itang, Paijo, kobong dan segenap keluarga "*U R my Spirit Caries on*".
9. Teman-teman seperjuanganku : nThong Gosong, Ardi (Bang Bentul₂), Anton, nJengil, Genx_Zoo, dan Semua rekan TE '02 yang tidak bisa aku sebutkan satu per satu, tanpa mengurangi rasa hormat terima kasih atas kerjasama dan semangatnya.
10. Temen temanqu Ady Raynaldi (thank's atas printernya), Kawid (Grandong), T_lo, Sastro, Paijo, Mondo dan semuanya yang telah membantu serta menemaniku disaat aku susah dan sedih, hanya kebahagiaan yang pantas untuk kalian.

Semoga kebaikan yang mereka berikan kepada penulis diterima oleh Allah SWT dan mendapat limpahan karunia dan pahala sesuai dengan amal kebaikannya .

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun diri bagi penulis, sangat penulis harapkan dari pembaca demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga penyusunan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kesejahteraan umat. Amin.....

Akhir kata penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat lebih baik dan bermanfaat.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Surakarta, Oktober 2006

Penulis

ABSTRAKSI

Isolator adalah alat yang berfungsi sebagai isolasi dan pemegang mekanis dan dari perlengkapan atau penghantar yang dikenai beda potensial. Jika isolator gagal dalam jemuannya pemisah antara saluran maupun saluran dengan pentanahan maka penyaluran energi tersebut akan gagal atau tidak optimal. pengaruh keadaan udara sekitar dan polutan yang menempel pada permukaan yang menyebabkan permukaan isolator bersifat konduktif.

Dalam menentukan sebuah isolator yang akan dibuat serta bagaimana unjuk kerjanya dalam melayani suatu sistem tenaga listrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dan dipertimbangkan yaitu, sifat-sifat kandungan material dengan bahan dasar untuk membuat isolator kemampuannya pada cuaca buruk, keadaan saat terkontaminasi serta pertimbangan masalah biaya produksi.

Tugas Akhir ini mempelajari karakteristik bahan isolasi yang terbuat dari resin epoksi dengan metode pengujian dipercepat dengan mengamati pengaruh polutan dan lama penyinaran ultraviolet selama 96 jam terhadap degradasi permukaan serta kontaminasi pada permukaan isolator yang akan menyebabkan kinerja isolator tidak dapat bekerja sesuai yang diharapkan. Tingkat kontaminasi dapat dinyatakan dengan ESDD yang menyatakan endapan garam/zat konduktif pada permukaan bahan uji.

Sampel uji berbentuk persegi, dengan ukuran 70 x 70 x 5 mm, dengan bahan utama *Diglicidil Ether of Bisphenol A* dengan katalis *Methaphenylene Diamine* MPDA dengan bahan pengisi *filler* berupa *Alumina*, Pasir Silika, dan *Fibber Glass*, yang komposisi kimianya diperoleh dari data lapangan Study dan Survey penyusunan pada tingkat Intensitas Polusi serta pedoman pemilihan jenis isolator di pulau jawa PLN 1996 dengan pertimbangan wilayah tersebut memiliki tingkat polusi yang tinggi.

Langkah kerja dari pengujian adalah sebagai berikut: 1. Persiapan alat dan Bahan 2. Pembuatan bahan uji 3. Pemberian lapisan polutan buatan dan radiasi ultraviolet pada bahan uji 4. Pemotretan Degradasi permukaan 5. Perhitungan ESDD meliputi perhitungan dan pengukuran konduktifitasnya. Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini menunjukkan bahwa dengan adanya penyinaran ultraviolet pada isolator Resin Epoksi 96 jam merubah struktur permukaan bahan isolator yang semula permukaan halus menjadi terdapat flag-flag. Dan pengaruh polutan terhadap degradasi permukaan tidak dapat dibedakan dengan melihat hasil foto mikrostruktur.

Kata kunci : Degradasi, *DGBA*, *MPDA*.

KONTRIBUSI

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

Pertama kali mendapatkan ide penelitian ini dari dosen Teknik Elektro UMS dalam rangka untuk menyusun tesis guna menyelesaikan program pasca sarjana dan bekerja sama dengan mahasiswa untuk menyusun tugas akhir dan mahasiswa bertindak sebagai pelaksana di lapangan.

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

Cetakan disusun 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 minimal adalah 24 jam.

Penyemprotan polutan dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro UMS pada bulan September 2006 bersama rekan satu tim, pemotretan degradasi dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin DIII 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 saya buat sesuai kenyataan dilapangan.

Surakarta, Januari 2007

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Mahasiswa Tugas Akhir

Umar Hasan,ST. MT

Aliman

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUUAN	ii
HALAMAN PEGESAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAKSI.....	ix
DAFTAR KONTRIBUSI.....	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penulisan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Faedah Yang Diharapkan.....	4
1.7 Metode Penelitian.....	5
1.8 Sistematika Penulisan.....	6

BAB II.	LANDASAN TEORI	
2.1	Alasan Pemilihan Judul.....	8
2.2	Landasan Teori.....	10
2.2.1	Isolator.....	13
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.....	25
2.2.5.1	Penuaan Isolator Polimer.....	26
2.2.5.1.1	Penuaan Fisik.....	26
2.2.5.1.2	Penuaan Kimia.....	27
2.2.5.1.3	Penuaan Listrik.....	28
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 Alumina Sebagai Bahan Pengisi Isolator.....	46
	2.2.8.2 <i>Fiber Glass</i> Sebagai Bahan Pengisi Isolator...	46
	2.2.8.3 Pasir Silika Sebagai Bahan Pengisi Isolator....	47
	2.2.9 Pengukuran Konduktifitas.....	48
	2.3 Hipotesa.....	50
BAB III.	METODE PENELITIAN	
	3.1 Bahan Penelitian.....	51
	3.2 Alat Penelitian.....	52
	3.3 Jalan Penelitian.....	56
	3.3.1 Pembuatan Bahan Uji.....	56
	3.3.2 Pemberian Polutan	59
	3.3.3 Penyinaran Ultraviolet.....	61
	3.3.4 Degradasi Permukaan	63
	3.3.5 Pengukuran <i>ESDD</i>	63
	3.4 Prosedur Penelitian.....	65
BAB IV	HASIL PENELITIAN	
	4.1 Hasil Pengujian Degradasi	67
	4.1.1 Hasil Pengukuran dan Perhitungan <i>ESDD</i>	67
	4.1.2 Degradasi permukaan foto Mikrostruktur tanpa perlakuan.....	70
	4.1.3 Degradasi permukaan dengan perlakuan UV 96 jam dan pemberian polutan industri.....	72

	4.2 Analisa Pengujian Degradasi Permukaan.....	73
BAB V	PENUTUP	
	5.1 Kesimpulan.....	76
	5.2. Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Contoh penamaan polimer	15
Gambar 2.2	Gaya intermolekul intraatomik dari <i>ethylene</i> dan polyethylene	19
Gambar 2.3	Desain sederhana isolator polimer	23
Gambar 2.4	Contoh struktur resin epoksi	36
Gambar 2.5	Struktur kimia resin epoksi	36
Gambar 2.6	Struktur Bisphenol A	39
Gambar 2.7	Reaksi pembentukan <i>phenol</i>	40
Gambar 2.8	Reaksi pembentukan <i>acetone</i>	40
Gambar 2.9	Reaksi pembentukan <i>Bisphenol A</i>	40
Gambar 2.10	Reaksi pembentukan <i>Epichlorohydrin</i>	41
Gambar 2.11	Reaksi pembentukan <i>DGEBA</i>	42
Gambar 2.12	Struktur kimia <i>MPDA</i>	43
Gambar 2.13	Reaksi antara <i>DGEBA</i> dan <i>MPDA</i>	43
Gambar 3.1	Inverted Metalurgikal Microscope	54
Gambar 3.2	Cetakan	58
Gambar 3.3	Dimensi bahan uji	58
Gambar 3.4	Proses pemberian polutan	60
Gambar 3.5	Kotak penyinaran ultraviolet	61
Gambar 3.6	Alur prosedur percobaan	66

Gambar 4.1	Foto permukaan bahan isolasi resin epoksi.....	71
Gambar 4.2	Foto degradasi permukaan	73
Gambar 4.3	Skala foto mikrostruktur	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Struktur kimia polimer umum (Malik dkk.,1998)	17
Tabel 2.2	Tingkat polusi dan lingkungannya (SPLN 10-3B,1993)	30
Tabel 2.3	Faktor b	48
Tabel 3.1	Spesifikasi komposisi dan jumlah sampel yang dicetak untukmasing-masing pengisi	51
Tabel 3.2	Komposisi polutan industri.....	52
Tabel 3.4	Data teknik lampu	62
Tabel 4.1	Nilai Konduktivitas dan Hasil Perhitungan <i>ESDD</i>	70