

**KEKERASAN PERMUKAAN BAHAN ISOLASI RESIN
EPOKSI BERPENGISI ALUMINA, PASIR SILIKA
DAN *FIBER GLASS***



TUGAS AKHIR/ SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Persyaratan Guna Menyelesaikan
Gelar Sarjana Teknik (S1) Fakultas Teknik Jurusan Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh :

WIDI PURWANTO

D 400 020 025

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2007

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul “**KEKERASAN PERMUKAAN BAHAN ISOLASI RESIN EPOKSI BERPENGISI ALUMINA, PASIR SILIKA DAN *FIBER GLASS***” ini diajukan guna memenuhi kelengkapan sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta. Tugas akhir ini telah disetujui pada :

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II

Umar Hasan, S.T, M.T

Aris Budiman, S.T, M.T

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul “**KEKERASAN PERMUKAAAN BAHAN ISOLASI RESIN EPOKSI BERPENGISI ALUMINA, PASIR SILIKA DAN *FIBER GLASS***”, ini telah diajukan dan dipertahankan di depan dewan penguji Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, pada :

Hari :

Tanggal :

Dewan Penguji Tugas Akhir :

1. Umar Hasan, S.T. M.T
.....
2. Aris Budiman, S.T. M.T
.....
3. Ir. Jatmiko, M.T
.....
4. Agus Supardi, S.T. M.T
.....

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Ir. H. Sri Widodo, MT.

Ir. Jatmiko, M.T

ABSTRAKSI

Peralatan listrik harus memiliki kualitas yang baik guna menyalurkan energi listrik yang berkesinambungan, aman, handal, dan dari segi biaya seekonomis mungkin. Isolator sebagai salah satu peralatan listrik memiliki peranan yang sangat penting, seperti mencegah terjadinya hubung singkat dan terjadinya tegangan flashover. Fungsi isolator sendiri adalah memisahkan dua buah bagian yang bertegangan.

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

Tugas Akhir ini membahas tentang karakteristik bahan isolasi yang terbuat dari resin epoksi berpengisi alumina, pasir silika, dan *fiber glass* dengan metode penuaan dipercepat (polutan industri gresik buatan dan UV 96 jam) terhadap keras permukaan. Persentase bahan pengisi dalam penelitian ini adalah 10-50%. Dalam penelitian ini juga membahas tingkat kontaminasi bahan isolator yang dinyatakan dengan ESDD (*Equivalent Salt Deposit Density*) yang menyatakan tingkat endapan garam/ zat konduktif pada permukaan bahan uji.

Pengujian keras permukaan dalam penelitian ini menggunakan Hardness Tester dengan masing –masing bahan pada kondisi diberi perlakuan dan tanpa perlakuan. Dalam pengujian ini bahan isolator resin epoksi berpengisi alumina menunjukkan tingkat kekerasan paling tinggi bila dibanding dengan kedua bahan yang lain.

Kata kunci : Kekerasan permukaan, Polutan industri gresik buatan, ESDD.

KONTRIBUSI



Segala puji hanyalah untuk ALLAH Azza wa Jalla, Penguasa jagat raya, Sang Raja manusia, yang senantiasa mencurahkan begitu banyak kenikmatan kepada para makhluknya yang tidak mungkin dapat kita hitung. Nikmat-nikmat tersebut diantaranya adalah nikmat ilmu dan nikmat kemudahan dalam setiap urusan sehingga penelitian ini bisa berjalan dengan baik dan penulis mampu menyelesaikan laporan ini dengan baik pula. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Rosulullah SAW (Sang pembawa amanah dan risalah Islam dari Rabb-nya), keluarga, sahabat, tabiin, tabiut-tabiin, serta orang-orang yang senantiasa mengikuti risalahnya.

Penelitian ini merupakan tindak lanjut dari Proyek Research Grant (RG) yang diadakan oleh TPSDP untuk para dosen dan bekerja sama dengan mahasiswa, hal ini bertujuan untuk membantu mempersingkat masa studi dari para mahasiswa sehingga dapat menyelesaikan studi tepat pada waktunya. Posisi mahasiswa disini adalah sebagai praktisi (pelaksana penelitian) yang hasilnya dilaporkan kepada dosen yang bersangkutan dalam bentuk laporan tugas akhir.

Bahan-bahan untuk membuat cetakan dan sampel uji dibeli bersama-sama rekan satu tim dengan biaya yang ditanggung sepenuhnya oleh TPSDP, untuk bahan cetakan, air destilasi, pasir silika, dan alumina semua dibeli di kota Solo. Sedangkan bahan *fiber glass* dibeli dikota Yogyakarta dan untuk pembelian polutan industri gresik buatan dibeli di laboratorium kimia analitik fakultas MIPA UGM.

Cetakan disusun sebelum membuat sampel uji. Pembuatan sampel uji dan penyinaran UV dilakukan di salah satu kos rekan secara bersama-sama, sedangkan untuk penyemprotan polutan dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro UMS. Pembuatan sampel uji di mulai dari penimbangan bahan,

pengadukan dan pencetakan. Sedangkan waktu yang diperlukan untuk mengeringkan sampel uji minimal adalah 24 jam.

Pengajuan dan pengambilan data dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin UGM pada bulan November 2006 bersama rekan satu tim. Penelitian ini mendapat bimbingan dari dosen di Laboratorium Teknik Mesin UGM.

Penulisan dan penyusunan laporan tugas akhir ini mengacu pada laporan penelitian sejenis dari para peneliti sebelumnya. Buku pegangan penulisan laporan dan berbagai *proceeding* seminar dan simposium baik nasional maupun internasional yang berkaitan dengan penelitian ini didapat dari salah satu dosen pembimbing tugas akhir ini, dan buku-buku sebagian didapat dari perpustakaan.

Penyusunan laporan tugas akhir ini saya kerjakan sendiri sampai akhirnya Alloh Azza wa Jalla mengijinkan penyusun berhasil menyelesaikan laporan ini dengan baik.

Demikian daftar kontribusi ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surakarta, Februari 2007

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Mahasiswa Tugas Akhir/Skripsi

Umar Hasan, S.T, MT

Widi Purwanto

Kata Pengantar

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum wr. wb

Puji syukur senantiasa hanya teruntuk Allah SWT karena limpahan rohmat dan hidayah-Nya kita mampu menjalani hidup ini dengan penuh semangat. Sholawat dan salam teruntuk hanya Nabi Besar Muhammad SAW sang pembangun peradaban manusia. Sudah selama kurang lebih enam bulan akhirnya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Dengan mengambil tema tentang bahan isolasi penulis memberi judul tugas akhir ini : **“Kekerasan Permukaan Bahan Isolasi Resin Epoksi Berpengisi Alumina, Pasir silika dan *Fiber glass*”**

Tidak lupa penulis ucapkan banyak terima kasih teruntuk orang-orang yang telah membantu dan berjasa dalam proses pembuatan laporan tugas akhir (TA) ini. Ucapan terima kasih yang tiada terkira tersebut penulis tujukan kepada :

1. Ir. Jatmiko, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro yang juga selaku penguji I dalam tugas akhir ini.
2. Umar Hasan, ST, MT, selaku dosen pembimbing I yang telah sabar membimbing penulis sampai terselesaikannya laporan tugas akhir ini.
3. Aris Budiman, ST, MT, yang juga selaku dosen pembimbing II yang begitu teliti mengoreksi setiap kesalahan dalam laporan tugas akhir ini.

4. Agus Supardi, ST, selaku dosen penguji II dalam tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen Fakultas Teknik Elektro yang telah membantu dan turut andil dalam terselesaikannya TA ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.
6. Bapak dan Ibuku tercinta yang telah mengorbankan jiwa, raga dan doanya hanya untukku. Mungkin sampai hari akhir pun takkan mampu membalas jasa-jasa beliau. Hanya surga yang pantas buat beliau.
7. Kakakku yang jauh disana terima kasih atas support dan doanya.
8. PABELAN yang telah memberiku naungan, mengubah dan turut mewarnai pola pikirku seperti sekarang. Seluruh pabelanist dan teman2 seperjuangan di media ; [Apri, Dani, Ummu, Gen_L Hariz, Dipa_Nusa Mukhis, Mas Joe, Mas Musso, Mika, Mbak Hani, Bowo, Rani, Yanti, Taufik, Kamal , Andi, Agung, Didik, Yani, Diah [maaf kalau ada yang belum disebut], kalian semua turut mewarnai hidupku.
9. Teman2 kos [Adi, Mbah Kusrin , Kang Roes (Thanks buat komputernya)]
10. Kawan-kawan seperjuangan proyek TA [Fathur, Siment, Anton, Soegenk, Ardi] sukses buat kalian. Tidak lupa

seluruh mahasiswa Elektro '02 yang tidak bisa aku sebutkan satu per satu. Bravo TE '02!

11. Kawan-kawan seperjuangan 9 naga [K_lip, Ka2, Sentoer, Jun, K_bonk, Kecenx] dan seluruh anggota HIMMAT.

Semoga kebaikan dan dukungan baik moral maupun materi yang mereka berikan kepada penulis dibalas kebaikan pula oleh Allah SWT.

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

Akhir kata penulis berharap Laporan TA ini dapat bermanfaat dan bisa menjadi referensi untuk penelitian berikutnya.

Wassalamu'alaikum wr. wb

Surakarta, Februari 2007

Penulis

Motto

“Pertarungan ini harus
aku menangkan”

PERSEMBAHAN

*Untuk kedua orang tuaku yang begitu sayang padaku hingga aku menjadi
manusia berpendidikan seperti saat ini.*

*Untuk semua teman-temanku yang telah memberikan bantuan, motivasi, dan juga
harapan hingga pada puncak terakhir studiku.*

Untuk some one yang selalu dan tak henti-hentinya memberiku inspirasi.

*Untuk dosen dan Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan
aku nauangan untuk menimba ilmu.*

Untuk dunia pendidikan (almamater) dan tradisi keilmuan semoga bermanfaat

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAKSI	iv
DAFTAR KONTRIBUSI	v
KATA PENGANTAR	vii
MOTTO	x
PERSEMBAHAN	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I. PENDAHULUAN 1	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metode Pengumpulan Data.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5

BAB II. LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Isolator.....	9
2.2 Polimer umum.....	12
2.2.1 Pembentukan Polimer.....	15
2.2.2 Struktur Fisik.....	16
2.2.3 Desain Sederhana Isolator Polimer.....	18
2.2.4 Degradasi Polimer.....	21
2.2.4.1 Penuaan Isolator Polimer.....	22
2.2.4.2 Kontaminasi Polutan Pada Permukaan Isolator.....	26
2.2.5 Kegagalan Bahan Isolasi.....	29
2.2.5.1 Gagal Elektrik.....	30
2.2.5.2 Gagal Panas.....	31
2.2.5.3 Gagal Pelepasan Muatan Sebagian.....	31
2.2.6 Resin Epoksi Sebagai Salah Satu Bahan Polimer.....	33
2.2.6.1 Karakteristik Dasar Resin Epoksi.....	34
2.2.6.2 Jenis-jenis Resin Epoksi.....	36
2.2.6.3 Pematangan Resin Epoksi.....	39
2.2.6.4 Aplikasi Resin Epoksi.....	41
2.2.7 Bahan Pengisi.....	43
2.2.7.1 Pasir Silika Sebagai Bahan Pengisi Isolator...	43
2.2.7.2 Alumina Sebagai Bahan Pengisi Isolator.....	44
2.2.7.3 <i>Fiber glass</i> Sebagai Bahan Isolator.....	44

2.2.8 Kekerasan Permukaan.....	47
2.2.9 Pengukuran Konduktivitas.....	47
BAB III METODE PENELITIAN.....	50
3.1 Pengujian Isolator.....	50
3.2 Bahan Pengujian.....	50
3.3 Peralatan Pengujian.....	53
3.4 Prosedur Penelitian.....	54
3.4.1 Pembuatan Bahan Uji.....	55
3.4.2 Pemberian Polutan.....	57
3.4.3 Penyinaran Ultra Violet (UV).....	59
3.4.4 Pengujian Kekerasan Permukaan.....	61
3.4.5 Pengukuran ESDD.....	62
3.5 Alur Penelitian.....	63
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	65
4.1 Hasil Penelitian.....	65
4.1.1 Hasil Pengukuran dan Perhitungan ESDD.....	65
4.1.2 Pengukuran Kekerasan Permukaan.....	68
4.2 Pembahasan.....	73
4.2.1 Pengaruh Perlakuan Terhadap Kekerasan Permukaan.....	73
4.2.2 Pengaruh Komposisi Bahan Pengisi Terhadap Kekerasan Permukaan.....	75
4.2.3 Perbandingan Kekerasan Permukaan Antar Bahan	

	Pengisi.....	75
BAB V	PENUTUP.....	78
	5.1 Kesimpulan.....	78
	5.2 Saran.....	78

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Contoh Penamaan Polimer.....	13
Gambar 2.2 Gaya intermolekul dan interatomik <i>ethylene</i> dan <i>polyethylene</i>	16
Gambar 2.3 Desain sederhana isolator polimer.....	20
Gambar 2.4 Contoh struktur resin epoksi.....	33
Gambar 2.5 Struktur kimia resin epoksi.....	34
Gambar 2.6 Struktur <i>Bisphenol A</i>	36
Gambar 2.7 Reaksi pembentukan <i>phenol</i>	37
Gambar 2.8 Reaksi pembentukan <i>acetone</i>	37
Gambar 2.9 Reaksi pembentukan <i>Bisphenol A</i>	38
Gambar 2.10 Reaksi pembentukan <i>Epichlorohydrin</i>	38
Gambar 2.11 Reaksi pembentukan DGEBA.....	39
Gambar 2.12 Struktur kimia MPDA.....	40
Gambar 2.13 Reaksi antara DGEBA dan MPDA.....	41
Gambar 3.1 Cetakan bahan uji.....	56
Gambar 3.2 Dimensi bahan uji.....	56
Gambar 3.3 Proses pemberian polutan.....	58
Gambar 3.4 Kotak penyinaran ultraviolet.....	60
Gambar 3.5 Alat uji kekerasan permukaan.....	61
Gambar 3.6 Alur prosedur percobaan.....	64
Gambar 4.1 Uji keras permukaan bahan pengisi alumina	

	dengan perlakuan dan tanpa perlakuan.....	70
Gambar 4.2	Uji keras permukaan bahan berpengisi pasir silika dengan perlakuan dan tanpa perlakuan.....	71
Gambar 4.3	Uji keras permukaan bahan berpengisi <i>fiber glass</i> dengan perlakuan dan tanpa perlakuan.....	71
Gambar 4.4	Uji keras permukaan bahan berpengisi alumina, pasir silika dan <i>fiber glass</i> tanpa perlakuan.....	72
Gambar 4.5	Uji keras permukaan bahan berpengisi alumina, pasir silika dan <i>fiber glass</i> dengan perlakuan.....	72

Daftar Tabel

	Halaman
Tabel 2.1 Struktur kimia polimer umum.....	14
Tabel 2.2 Tingkat polusi dan lingkungannya.....	27
Tabel 2.3 Faktor b.....	48
Tabel 3.1 Komposisi penyusun sampel uji dengan alumina.....	51
Tabel 3.2 Komposisi penyusun sampel uji dengan pasir silika.....	52
Tabel 3.3 Komposisi penyusun sampel uji dengan fiber glass.....	52
Tabel 3.4 Komposisi industri gresik buatan.....	53
Tabel 3.5 Data teknik lampu.....	60
Tabel 4.1 Nilai konduktivitas dan Hasil Perhitungan ESDD.....	68
Tabel 4.2 Hasil pengukuran kekerasan permukaan bahan uji dengan pengisi alumina.....	69
Tabel 4.3 Hasil pengukuran kekerasan permukaan bahan uji dengan pengisi pasir silika.....	69
Tabel 4.4 Hasil pengukuran kekerasan permukaan bahan uji dengan <i>fiber glass</i>	70