



**UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA**

**PENGUKURAN NILAIPEKALI KERESAPAN TERMA DAN SIFAT  
DIELEKTRIK GETAH ASLI TEREPOKSIDA**

**MOHD NOOR BIN MAT**

**FSAS 2000 11**

**PENGUKURAN NILAI PEKALI KERESAPAN TERMA DAN SIFAT  
DIELEKTRIK GETAH ASLI TEREPOKSIDA**

**Oleh**

**MOHD NOOR BIN MAT**

**Tesis ini Disediakan bagi Memenuhi Keperluan untuk Ijazah Master Sains  
di Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia**

**Ogos 2000**



***Dedikasi***

***Buat emak yang dicintai***

***Mek Jah bte Mat Yunus***

***Isteri tersayang***

***Surahani bte Mohd Noor***

***Anak yang dikasihi***

***Abdussalam***

***Terima kasih di atas kesabaran dan bertimbang rasa***

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains.

**PENGUKURAN NILAI PEKALI KERESAPAN TERMA DAN SIFAT DIELEKTRIK GETAH ASLI TEREPOKSIDA**

Oleh

**MOHD NOOR BIN MAT**

**Ogos 2000**

**Pengerusi : Profesor Madya Dr. Hj. W. Mahmood Mat Yunus**

**Fakulti : Sains dan Pengajian Alam Sekitar**

Kajian ini terbahagi kepada dua bahagian iaitu pengukuran pekali keresapan terma dan pengukuran pemalar dielektrik bahan getah asli terepokside. Pengukuran nilai pekali keresapan terma dilakukan dengan kaedah lindapan dan teknik fotoakustik, manakala pemalar dielektrik diukur dengan teknik piawai dengan menggunakan Spektrometer Dielektrik. Sampel-sampel getah yang dikaji ialah getah asli (SMR5) dan getah asli terepokside (ENR25 dan ENR50) dengan kandungan karbon 0, 25, 50 dan 75 peratus yang disediakan dalam bentuk sfera dan kepingan.

Pengukuran nilai pekali kerosapan terma dengan kaedah lindapan diukur pada suhu 28, 38, 60, 79 dan 100°C manakala pengukuran nilai pekali kerosapan terma dengan teknik fotoakustik diukur pada suhu 28°C. Hasil eksperimen menunjukkan nilai pekali kerosapan terma berkurangan dengan penambahan suhu lindapan tetapi meningkat dengan peratus karbon. Kesan suhu dan karbon terhadap nilai pekali kerosapan terma dapat dikaitkan melalui satu hubungan empirik yang terbit daripada hasil ujikaji dalam kajian ini.

Pemalar dielektrik pula diukur dalam julat frekuensi  $10^{-2}$  ke  $10^6$  Hz pada suhu 303, 313, 333, 353 dan 373K. Hasil eksperimen menunjukkan bahawa penyerakan ketelusan dielektrik kompleks terhadap frekuensi meningkat dengan peningkatan suhu dan peratus karbon. Model litar setara bagi penyerakan ketelusan dielektrik kompleks didapati bersetuju dengan data eksperimen yang diperolehi.

Kekonduksian arus terus di dalam setiap sampel pada 303, 313, 333, 353 dan 373K diperolehi daripada graf kekonduksian lawan frekuensi apabila frekuensi sama dengan sifar. Kekonduksian arus terus adalah suatu proses teraktif dan meningkat dengan peningkatan peratus karbon. Pada peratusan karbon 25 - 50%, kekonduksian di dalam setiap jenis sampel berlaku secara perkolasi. Pada julat frekuensi rendah ( $f < 10^4$ Hz), setiap jenis sampel dengan kandungan karbon 50 dan 75 peratus, kekonduksian secara perkolasi lebih dominan menyumbang kepada jumlah kekonduksian sementara sampel dengan kandungan karbon 0 dan 25 peratus, pengutuban secara antaramuka dan

dwikutub yang lebih menyumbang kepada jumlah kekonduksian. Pada julat frekuensi ( $10^4\text{Hz} < f < 10^6\text{Hz}$ ), hasil yang diperolehi menunjukkan kekonduksian berubah dengan cepat terhadap frekuensi dan tidak bergantung kepada suhu.

Penganalisan kekonduksian ulang alik dilakukan dengan kaedah spektroskopi impedans. Hasil penganalisan menunjukkan bahawa frekuensi impedans puncak meningkat dengan peningkatan suhu (proses teraktif), dan  $Z_o$  berkurangan dengan peningkatan suhu. Tenaga pengaktifan AC dan DC adalah berbeza dan ini menjelaskan bahawa pembawa dan proses yang berlaku di dalam kedua-dua analisis tidak sama.

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Putra Malaysia in fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science.

**THE MEASUREMENT OF THERMAL DIFFUSIVITY AND DIELECTRIC PROPERTIES OF EPOXYDISED NATURAL RUBBER**

**By**

**MOHD NOOR BIN MAT**

**August 2000**

**Chairman : Associate Professor Dr. Hj. W. Mahmood Mat Yunus**

**Faculty : Science and Environmental Studies**

The project work was divided into two parts, i.e. thermal diffusivity and dielectric constant measurement of epoxydised natural rubber. The measurement of the thermal diffusivity was done by quenching method and photoacoustic technique, meanwhile the dielectric constant was measured by standard technique using Dielectric Spectrometer. The samples used in this work were natural rubber (SMR5) and epoxydised natural rubber (ENR25 and ENR50) with the carbon content 0, 25, 50 and 75 percent where the samples were prepared in the form of sphere and sheet.



The quenching method has been used for measuring thermal diffusivity at five temperature i.e. 28, 38, 60, 79 and 100°C. However, the measurement of thermal diffusivity using photoacoustic technique was only measure at 28°C. The experimental result showed that the thermal diffusivity decreases with increasing the quenching temperature but increases with carbon percentage. The effect of temperature and carbon content to the thermal diffusivity can be explained using a simple empirical relationship as derived in the work.

The dielectric constants were measured in the frequency range of  $10^{-2}$  to  $10^6$  Hz at the temperature 303, 313, 333, 353 and 373K. The experimental result showed the dispersion of the permittivity complex as a function of frequency increases with increasing temperature and carbon percentages. The model of equivalent circuit for the dispersion of the permittivity complex was agreed with the experimental data.

The direct current conductivity for each sample at 303, 313, 333, 353 and 373K can be obtained from the dispersion of alternating conductivity when the frequency equal to zero. The direct current conductivity was an activated process and increases with increasing carbon percentages. At 25-50% carbon level, the percolation process of the direct current conductivity occurred in each type of the samples. At the low frequency range ( $f < 10^4$ Hz), for sample with carbon content 50 and 75 percent sample, conductivity by percolation more dominant contribute to the total conductivity, meanwhile for the sample with carbon content 0 and 25 percent, the dominant





contribution to the total conductivity were by interface and dipoles processes. At the frequency range ( $10^4\text{Hz} < f < 10^6\text{Hz}$ ), the result obtained shown that the conductivity varies quickly with frequency and independent with temperature.

Direct current conductivity was analyzed by impedance spectroscopy. The results showed that the frequency of impedance peak increase with increasing temperature (activated process), meanwhile  $Z_o$  decreases with increasing temperature. Activation energy of AC and DC were different and this clarified that the carrier and the process occurred in the both analysis were not the same.

## **PENGHARGAAN**

Bersyukur ke hadrat Illahi kerana dengan limpah kurnianya saya diberi kekuatan, semangat dan kesabaran untuk menyiapkan tesis ini.

Saya mengucapkan jutaan terima kasih yang tak terhingga kepada Profesor Madya Dr. Hj. W. Mahmood Mat Yunus, selaku Pengerusi Jawatan Kuasa Penyeliaan kerana telah memberi peluang kepada saya untuk mempelajari mengenai sifat terma dan sifat dielektrik bahan serta terima kasih di atas segala tunjuk ajar, teguran dan bimbingan yang telah dicurahkan untuk menyiapkan kajian ini.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada Ahli Jawatan Kuasa Penyeliaan yang lain iaitu Profesor Madya Dr. Wan Mohamad Daud Wan Yusoff, Dr. Zainul Abidin Hassan dan Dr. Zaidan Abdul Wahab yang telah memberi teguran, perbincangan dan pandangan yang membina dalam usaha untuk menyiapkan kajian ini.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Abu bin Amu, Ketua Pegawai Penyelidik, Bahagian Penyelidikan Polimer dan Proses, Pusat Teknologi, Stesen Percubaan RRIM, Sungai Buluh, Selangor dan kakitangan yang terlibat kerana kerjasama yang diberikan dalam penyediaan sampel.

Kepada kakitangan Jabatan Fizik, terima kasih kerana memberi tunjuk ajar dan kemudahan menggunakan peralatan makmal sepanjang kajian ini.

Kepada Fanny dan Rosmiza, terima kasih kerana bantuan dan pandangan yang bernas sepanjang kajian ini.

Akhir sekali saya mengucapkan jutaan terima kasih di atas segalanya kepada mereka yang terlibat baik secara langsung atau tidak langsung dalam menyiapkan kajian ini.

Saya mengesahkan bahawa Jawatankuasa Pemeriksa bagi Mohd Noor bin Mat telah mengadakan pemeriksaan akhir pada 14 Ogos 2000 untuk menilai tesis Master Sains beliau yang bertajuk "Pengukuran Nilai Pekali Keresapan Terma dan Sifat Dielektrik Getah Asli Terepoksida" mengikut Akta Universiti Pertanian Malaysia (Ijazah Lanjutan) 1980 dan Peraturan-Peraturan Universiti Pertanian Malaysia (Ijazah Lanjutan) 1981. Jawatankuasa Pemeriksa memperakukan bahawa calon ini layak dianugerahkan ijazah tersebut. Anggota Jawatankuasa Pemeriksa adalah seperti berikut :

Azmi Zakaria, Ph. D  
Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia  
(Pengerusi)

W. Mahmood bin Mat Yunus, Ph. D  
Profesor Madya  
Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia  
(Ahli)

Wan Mohamad Daud Wan Yusoff, Ph. D  
Profesor Madya  
Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia  
(Ahli)

Zainul Abidin Hassan, Ph. D  
Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia  
(Ahli)

Zaidan Abdul Wahab, Ph. D  
Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar  
Universiti Putra Malaysia  
(Ahli)



MOHD. GHAZALI MOHAYIDIN, Ph. D.  
Profesor  
Timbalan Dekan Pusat Pengajian Siswazah  
Universiti Putra Malaysia

Tarikh : 11 SEP 2000

Tesis ini telah diserahkan kepada Senat Universiti Putra Malaysia dan telah diterima sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains.

*Kamis Awang*

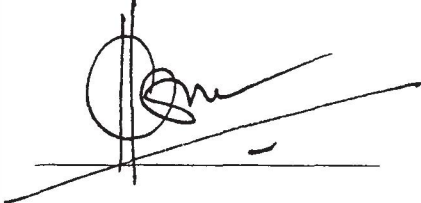
---

KAMIS AWANG, Ph. D.  
Profesor Madya  
Dekan Pusat Pengajian Siswazah  
Universiti Putra Malaysia

Tarikh : **11 NOV 2000**

## Pengakuan

Saya mengaku bahawa tesis ini adalah hasil kerja saya yang asli melainkan petikan dan sedutan yang telah diberi penghargaan di dalam tesis. Saya juga mengaku bahawa tesis ini tidak dimajukan untuk ijazah-ijazah lain di Universiti Putra Malaysia atau di institusi-institusi lain.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large circle followed by several loops and a long horizontal stroke extending to the right.

(Mohd Noor bin Mat)

Tarikh : 8/9/2000

## KANDUNGAN

	<b>Halaman</b>
DEDIKASI.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT .....	vi
PENGHARGAAN .....	ix
LEMBARAN PENGESAHAN .....	xi
PENYATAAN KEASLIAN.....	xiii
SENARAI JADUAL .....	xvii
SENARAI RAJAH .....	xviii
BAB	
I PENDAHULUAN .....	1
Pengenalan .....	1
Objektif Kajian .....	4
Penghasilan dan Kegunaan Getah Asli Terepoksida .....	4
II KAJIAN-KAJIAN LEPAS.....	7
Kaedah Lindapan .....	7
Teknik Fotoakustik.....	10
Sifat Dielektrik.....	12
III TEORI.....	15
Kaedah Lindapan .....	15
Keresapan Terma .....	15
Pekali Keresapan Terma .....	15
Pekali Perpindahan Haba Permukaan .....	17
Teknik Fotoakustik .....	19
Teori Fotoakustik Rosencwaig-Gersho (RG) .....	19
Kes-Kes Khusus .....	21
Pengubahsuaian Teori RG oleh McDonald dan Wetsel (1978) .....	24
Sel Fotoakustik Terbuka .....	25
Sifat Dielektrik.....	30
Pegutuban Dielektrik.....	30
Ketelusan Kompleks .....	34
Litar Setara Spektroskopi Dielektrik .....	34
Kekonduksian Arus Ulang Alik (AC) .....	38

	Kekonduksian Arus Terus (DC) .....	40
	Ekstraksi Data .....	41
IV	KAEDAH KAJIAN .....	43
	Penyediaan Sampel untuk Pengukuran Pekali Keresapan Terma dan Sifat Dielektrik .....	43
	Kaedah Lindapan .....	50
	Penyediaan Bola Sfera .....	50
	Kaedah Lindapan .....	52
	Pengukuran Pekali Resapan Terma dengan Teknik Fotoakustik (PA) .....	53
	Penyediaan Sampel .....	53
	Pengambilan Data Eksperimen .....	55
	Sel Fotoakustik Terbuka .....	56
	Sifat Dielektrik .....	58
	Penyediaan Sampel .....	58
	Pengukuran Kapasitan .....	58
V	HASIL DAN PERBINCANGAN .....	61
	Pengukuran Nilai Pekali Keresapan Terma (K) Getah Asli Terepoksida, Kaedah Lindapan .....	61
	Pengaruh Suhu Terhadap Nilai Pekali Keresapan Terma .....	68
	Kesan Karbon Kepada Nilai Pekali Keresapan Terma .....	72
	Teknik Fotoakustik .....	78
	Nilai Pekali Keresapan Terma .....	78
	Sifat Dielektrik .....	83
	Ketelusan Dielektrik Getah Asli Terepoksida .....	83
	Kesan Karbon Kepada Pemalar Dielektrik .....	85
	Kekonduksian Di Dalam Getah Asli Terepoksida .....	104
	Kekonduksian Arus Terus (DC) – Campuran Karbon .....	104
	Kekonduksian Arus Ulang Alik – Campuran Karbon .....	112
	Analisis Spektroskopi Impedans .....	114
	Impedans Kompleks Ulang Alik .....	116
VI	RUMUSAN.....	121
	Kesimpulan .....	121
	Cadangan .....	124
	RUJUKAN .....	133



## LAMPIRAN

A	Pembuktian lengkap persamaan model rangkaian litar setara .....	140
A-1	Hasil Kesesuaian Menggunakan Formula Empirik .....	147
A-2	Nilai Pekali Keresapan Terma Yang Diperolehi Dari Kesesuaian Secara Empirik Untuk Setiap Sampel Dengan Peningkatan Suhu Lindapan Bagi Setiap Peratusan Karbon Yang Sama .....	148
A-3	Nilai Pekali Keresapan Terma Dan Kadar Perubahan Terhadap Peratus Karbon .....	149
A-4	Nilai Pekali Keresapan Terma Dan Kadar Perubahan Terhadap Peratus Dari Kesesuaian Secara Empirik Untuk Setiap Sampel Bagi Setiap Suhu Lindapan Yang Sama .....	150
VITA	.....	151

## SENARAI JADUAL

Jadual		Halaman
1	Komposisi sampel tanpa peratus karbon untuk pengukuran keresapan terma dan pemalar dielektrik .....	43
2	Komposisi sampel dengan kandungan karbon untuk pengukuran keresapan terma dan pemalar dielektrik .....	45
3	Turutan komposisi yang akan dicampurkan dan masa percampuran dilakukan .....	46
4	Komposisi sampel yang digunakan untuk pengukuran keresapan terma dalam kajian ini .....	51
5	Masa pemvulkanan untuk setiap sampel .....	58
6	Nilai pekali keresapan terma daripada eksperimen dengan peningkatan suhu lindapan bagi setiap peratus karbon yang sama .....	67
7	Masa yang diambil untuk setiap sampel mencapai suhu 90°C yang dilindungi pada suhu 100°C bermula dari 0°C .....	74
8	Nilai kesesuaian secara empirik pengurangan masa dengan pertambahan peratus karbon bagi mencapai suhu 90°C .....	76
9	Nilai-nilai pemalar dari kesesuaian menggunakan model 6b.....	92
10	Nilai-nilai pemalar dari kesesuaian menggunakan model 6c.....	94
11	Nilai-nilai pemalar dari kesesuaian menggunakan model 6d.....	95
12	Nilai-nilai pemalar dari kesesuaian menggunakan model 6e.....	96
13	Nilai-nilai pemalar dari kesesuaian menggunakan model 6f.....	99
14	Nilai-nilai pemalar dari kesesuaian menggunakan model 6g.....	101
15	Nilai-nilai pemalar dari kesesuaian menggunakan model 6h.....	102

16	Nilai kekonduksian DC dari penganalisaan kekonduksian AC yang tidak bergantung kepada frekuensi.....	105
17	Tenaga pengaktifan untuk setiap sampel pada setiap peratus karbon .....	107
18	Tenaga pengaktifan sampel SMR5, ENR25 dan ENR50 untuk setiap peratus karbon yang diperolehi dari analisa impedans .....	117



## SENARAI RAJAH

<b>Rajah</b>		<b>Halaman</b>
1	Pengepoksidaan getah asli oleh asid peroksida .....	5
2	Gambaran mudah pengaliran haba satu dimensi dalam sel fotoakustik berbentuk silinder .....	20
3	Gambaran kes-kes khusus untuk kesan fotoakustik di dalam pepejal .....	22
4	Gambarajah skema keratan rentas mikrofon elektret .....	25
5	a) Kombinasi RC secara siri b) Kombinasi kapasitor semesta secara selari c) Kombinasi kapasitor kuasi arus terus dan konduktan secara selari d) Kombinasi kapasitor semesta dan dwikutub secara selari e) Kombinasi kapasitor semesta, dwikutub dan infiniti secara selari f) Kombinasi kapasitor semesta, dwikutub, infiniti dan konduktan secara selari g) Kombinasi kapasitor semesta dan dua dwikutub secara selari h) Kombinasi kapasitor semesta dan tiga dwikutub secara selari .....	38
6	Contoh lengkung pematangan bagi sampel SMR5, ENR25 dan ENR50 tanpa komposisi karbon .....	48
7	Sambungan lengkap litar eksperimen .....	52
8	Rajah blok sistem teknik fotoakustik .....	56
9	Litar pengukuran .....	59
10	Sistem Spektrometer Dielektrik .....	60
11	Contoh lengkung pemanasan sampel SMR5 tanpa kandungan karbon pada suhu lindapan 100°C .....	62
12	Contoh lengkung penyejukan sampel SMR5 tanpa kandungan karbon pada suhu lindapan 38°C .....	62

13	Contoh lengkung untuk mendapatkan kecerunan suhu bagi sampel SMR5 tanpa kandungan karbon .....	64
14	Contoh lengkung pemanasan dan penyejukan sampel ENR25 dengan kandungan karbon 25 peratus pada suhu lindapan 38°C .....	65
15	Contoh lengkung pemanasan dan penyejukan bagi sampel ENR25 dengan kandungan karbon sebanyak 50 peratus bagi mendapatkan kecerunan suhu .....	66
16	Plot nilai pekali kerosapan terma bagi sampel SMR5 terhadap suhu lindapan bagi setiap peratus karbon berbeza .....	68
17	Plot nilai pekali kerosapan terma bagi sampel ENR25 terhadap suhu lindapan bagi setiap peratus karbon berbeza .....	69
18	Plot nilai pekali kerosapan terma bagi sampel ENR50 terhadap suhu lindapan bagi setiap peratus karbon berbeza .....	69
19	Plot nilai pekali kerosapan terma terhadap peratus karbon bagi sampel SMR5 untuk setiap suhu lindapan .....	72
20	Plot nilai pekali kerosapan terma terhadap peratus karbon bagi sampel ENR25 untuk setiap suhu lindapan .....	73
21	Plot nilai pekali kerosapan terma terhadap peratus karbon bagi sampel ENR50 untuk setiap suhu lindapan .....	73
22	Plot masa terhadap peratus karbon bagi setiap sampel mencapai suhu 90°C yang dilindapkan pada suhu 100°C dan bermula dari suhu 0°C .....	73
23	Plot masa terhadap peratus karbon bagi setiap sampel .....	75
24	Plot isyarat fotoakustik sebagai fungsi kepada frekuensi modulasi .....	78
25	Plot perubahan ln (isyarat PA) terhadap frekuensi bagi sampel b <sub>4</sub> pada ketebalan 0.004cm .....	79
26	Plot perubahan ln (isyarat PA) terhadap frekuensi bagi sampel b <sub>4</sub> pada ketebalan 0.005cm .....	81

27	Plot perubahan ln (isyarat PA) terhadap frekuensi bagi sampel c <sub>4</sub> pada ketebalan 0.003cm .....	82
28	Plot a, b dan c merupakan hasil penyerakan kapasitan kompleks bagi setiap sampel yang digunakan dalam julat frekuensi 10 <sup>-2</sup> Hz ke 10 <sup>6</sup> Hz pada suhu 303, 313, 333, 353 dan 373K .....	85
29	Plot a, b dan c merupakan penyerakan ketelusan kompleks terhadap frekuensi untuk setiap peratus karbon pada suhu 303, 313, 333, 353 dan 373K. ....	87
30	Contoh kesesuaian plot kapasitan kompleks lawan frekuensi bagi sampel ENR50 dengan komposisi karbon 75 peratus pada suhu 303K menggunakan model (5b).....	88
31	Contoh kesesuaian plot kapasitan kompleks lawan frekuensi bagi sampel SMR5 tanpa karbon pada suhu 373K menggunakan model (5c).....	89
32	Contoh kesesuaian plot kapasitan kompleks lawan frekuensi bagi sampel ENR50 tanpa karbon pada suhu 373K menggunakan model (5d).....	89
33	Contoh kesesuaian plot kapasitan kompleks lawan frekuensi bagi sampel ENR50 tanpa karbon pada suhu 353K menggunakan model (5e).....	90
34	Contoh kesesuaian plot kapasitan kompleks lawan frekuensi bagi sampel ENR50 dengan komposisi karbon 75 peratus pada suhu 353K menggunakan model (5f).....	90
35	Contoh kesesuaian plot kapasitan kompleks lawan frekuensi bagi sampel SMR5 tanpa karbon suhu 353K menggunakan model (5g).....	91
36	Contoh kesesuaian plot kapasitan kompleks lawan frekuensi bagi sampel SMR5 tanpa karbon suhu 313K menggunakan model (5h).....	91



37	Plot a, b dan c merupakan $\ln \sigma$ lawan $T^{-1}$ untuk setiap peratus karbon bagi sampel SMR5, ENR25 dan ENR50 .....	107
38	Plot a, b dan c adalah perubahan kekonduksian terhadap peratus karbon pada setiap suhu yang dikaji .....	110
39	Gambaran mudah taburan karbon dalam setiap sampel .....	111
40	Plot a, b dan c merupakan penyerakan kekonduksian nyata untuk sampel SMR5, ENR25 dan ENR50 dengan setiap komposisi karbon pada suhu 303K .....	114
41	Impedans kompleks lawan frekuensi pada setiap suhu bagi sampel SMR5 dengan kandungan karbon 50 peratus (sampel a <sub>1</sub> ) .....	119
42	Contoh plot frekuensi puncak melawan $T^{-1}$ bagi sampel SMR5 dengan kandungan karbon 50 peratus .....	119
43	Contoh plot impedans Cole-Cole bagi sampel SMR5 dengan kandungan karbon 50 peratus pada suhu 303, 313, 333, 353 dan 373K .....	120
44	Plot perubahan peratus karbon terhadap $t^{-1}$ bagi sampel SMR5 .....	129
45	Plot perubahan peratus karbon terhadap $t^{-1}$ bagi sampel ENR25 .....	129
46	Plot perubahan peratus karbon terhadap $t^{-1}$ bagi sampel ENR50 .....	130

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **Pengenalan**

Getah merupakan salah satu daripada hasil komoditi utama negara. Berbagai penyelidikan telah dilakukan oleh Institut Penyelidikan Getah Malaysia (RRIM) untuk menjadikan getah asli boleh digunakan dalam pelbagai bidang selaras dengan perkembangan dan keperluan semasa (RRIM, 1992).

Getah asli mempunyai sifat terma dan keelektrikan yang tersendiri. Mengetahui sifat-sifat ini bukan sahaja penting daripada penggunaan getah asli, tetapi ianya juga menarik dari segi proses fizik asas yang melandasi sifat-sifat ini. Di dalam kajian ini sifat terma dan sifat dielektrik adalah menjadi fokus utama. Nilai pekali keresapan terma,  $K$ , diukur dengan menggunakan kaedah lindapan dan teknik fotoakustik manakala pengukuran ketelusan dielektrik,  $\epsilon$ , dilakukan dengan menggunakan Spektrometer Dielektrik.

Bagi bahan penebat, kuantiti yang mudah diukur ialah keresapan terma (bukan kekonduksian terma). Keresapan terma memberi ukuran tempoh yang diperlukan sebelum satu-satu jasad tersebut mencapai suhu persekitaran. Ia adalah gabungan



daripada kekonduksian terma dengan muatan haba. Keresapan terma memberi gambaran betapa cekapnya satu-satu bahan itu melepaskan tenaga terma ke persekitaran atau meresap tenaga terma ke dalamnya dari persekitaran.

Kaedah lindapan dilakukan dengan memasukkan sampel sfera pada suhu awal,  $T_i$ , kedalam bekas berisi medium cecair (air) suhu,  $T_f$ . Suhu,  $T_f$ , ditetapkan sepanjang ujikaji dan dirujuk sebagai suhu lindapan. Bagi mengukur perubahan suhu pusat sfera, termogandingan kuprum-konstantan (jenis T) digunakan.

Teknik fotoakustik ialah satu teknik optik untuk menentukan sifat terma bahan. Teknik ini menghasilkan isyarat PA (isyarat amplitud dan fasa) secara berasingan dan teknik ini boleh digunakan untuk sampel pepejal, cecair dan gas. Kedua-dua isyarat ini boleh dianalisis untuk mendapatkan nilai pekali keresapan terma,  $K$ .

Kesan fotoakustik berlaku akibat dari kesan fototerma iaitu proses pertukaran tenaga cahaya kepada tenaga haba. Penyerapan haba secara modulasi oleh sampel dalam sel fotoakustik berisipadu tetap akan menyebabkan tekanan di dalam sel berubah dan menghasilkan isyarat fotoakustik yang boleh dikesan menggunakan transduser mikrofon yang sensitif.

Dalam kajian sifat dielektrik bagi bahan-bahan penebat atau polimer telah menjadi tumpuan para ahli sains semenjak tahun 1930 lagi. Bahan-bahan yang