

REPUBLIC OF INDONESIA  
DEPARTMENT OF CULTURE AND HERITAGE

SURAH BUKU KOPD SAKTI

REPUBLIC OF INDONESIA  
DEPARTMENT OF CULTURE AND HERITAGE  
2008



KAJIAN PENCIRIAN ELEKTRIK BAGI SIMPANG  $p$ - $n$  FILEM NIPIS  
POLIMER BERPENGALIR

Oleh

SUZIATI BINTI MOHD SATI

Laporan Penyelidikan ini diserahkan untuk  
memenuhi sebahagian keperluan bagi  
Ijazah Sarjana Muda Sains Gunaan (Fizik, Elektronik dan Instrumentasi)

Jabatan Sains Fizik  
Fakulti Sains Dan Teknologi  
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU  
2007

1100051290



# UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU

21030 KUALA TERENGGANU, TERENGGANU, MALAYSIA

Tel. : 09-668 4100

Faks : 09-669 6441

Laman Web : <http://www.umt.edu.my>

**FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**JABATAN SAINS FIZIK**

## PENGAKUAN DAN PENGESAHAN LAPORAN PROJEK PENYELIDIKAN I DAN II

Adalah ini diakui dan disahkan bahawa laporan penyelidikan bertajuk:

**KAJIAN PENCIRIAN ELEKTRIK BAGI SIMPANG  $p-n$  FILEM NIPIS POLIMER BERPENGALIR** oleh **SUZIATI BINTI MOHD SATI** no matrik **UK10139** telah diperiksa dan semua pembetulan yang disarankan telah dilakukan. Laporan ini dikemukakan kepada Jabatan Sains Fizik sebagai memenuhi sebahagian daripada keperluan **Ijazah Sarjana Muda Sains Gunaan (Fizik, Elektronik dan Instrumentasi)**, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Terengganu.

Disahkan oleh:

Penyelia Utama

Nama : **AZHAR BIN MOHD SININ**

Cop Rasmi : **Pensyarah**  
**Jabatan Sains Fizik**  
**Fakulti Sains dan Teknologi**  
**Universiti Malaysia Terengganu**  
**21030 Kuala Terengganu**

Tarikh: 30/4/2007

Penyelia Kedua (jika ada)

Nama :

Cop Rasmi :

Tarikh:

Ketua Jabatan Sains Fizik

Nama : **PROF. MADYA DR. SENIN HASSAN**

Cop Rasmi : **Ketua Jabatan**  
**Jabatan Sains Fizik**  
**Fakulti Sains dan Teknologi**  
**Universiti Malaysia Terengganu**  
**21030 Kuala Terengganu**

Tarikh: 30/4/2007

## PENGHARGAAN

Bismillahirrahmanirrahim, Assalamualaikum w.b.t,

Alhamdulillah, syukur ke hadrat Allah Subhanahu Wa Ta'ala kerana dengan limpah rahmat dan izin-Nya, dapat saya menyiapkan tesis ini dengan jayanya. Selawat dan salam ke atas junjungan besar Nabi Muhammad SAW. Di sini, saya mengambil kesempatan untuk mengucapkan ribuan penghargaan saya kepada En Azhar bin Mohd Sinin selaku Penyelia projek saya dan Pn Hasiah binti Salleh di atas segala tunjuk ajar beliau kepada saya dalam menyiapkan kajian dan tesis ini. Tidak lupa juga kepada yang tersayang, kedua-dua ibu bapa saya, kerana mereka banyak memberi galakan, dorongan dan kata-kata semangat kepada saya dalam meneruskan pengajian di sini. Hasil titik peluh dan pengorbanan mereka amat saya hargai. Begitu juga kepada Ketua Jabatan Sains Fizik, Prof. Madya Dr. Senin bin Hassan yang selalu menasihati diri ini untuk terus maju ke depan selaras menggambarkan seorang mahasiswa UMT. Ucapan terima kasih juga tidak dilupakan kepada kesemua pensyarah dan kakitangan makmal Jabatan Sains Fizik dalam memberi bantuan idea, tenaga dan mesra dalam melayani kerendah pelajar ketika menggunakan perkhidmatan yang tersedia di sini. Begitu juga kepada kakitangan makmal NOR, di USM dalam membantu saya menggunakan alat di sana bagi menyiapkan kajian yang dilakukan. Ribuan penghargaan diberikan, semoga segala bantuan anda semua dinilai dan diganjar oleh Allah Subhanahu Wa Taala. Sekian, wassalam.

## JADUAL KANDUNGAN

<b>MUKASURAT JUDUL</b>		<b>i</b>
<b>PENGESAHAN TESIS</b>		<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>		<b>iii</b>
<b>JADUAL KANDUNGAN</b>		<b>iv</b>
<b>SENARAI JADUAL</b>		<b>vii</b>
<b>SENARAI RAJAH</b>		<b>viii</b>
<b>SENARAI SINGKATAN/SIMBOL</b>		<b>x</b>
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>		<b>xii</b>
<b>ABSTRAK</b>		<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b>		<b>xiv</b>
<b>BAB 1</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Objektif Kajian	2
	1.3 Skop Kajian	2
<b>BAB 2</b>	<b>ULASAN BAHAN RUJUKAN</b>	<b>3</b>
	2.1 Polimer	3
	2.2 Polimer Konduktif	5
	2.3 Teknologi Filem Nipis	6
	2.3.1 Sifat Optik	9
	2.3.2 Sifat Elektrik	12
	2.4 Poli (3-Tiofena Asid Asetik)	13
	2.5 Penyalut Berputar	14
	2.5.1 Ciri-ciri Penyalut Berputar	15
	2.6 Diod Simpang <i>p-n</i>	17
	2.7 Mikroskop Pengimbas Elektron (SEM)	19

<b>BAB 3</b>	<b>METODOLOGI</b>	<b>21</b>
3.1	Penyediaan alat radas kaca	21
3.2	Penyediaan dan Pembersihan Substrat	22
3.2.1	Substrat ITO	22
3.2.2	Substrat Kaca	24
3.3	Penyediaan larutan Poli (3-Tiofena Asid Asetik)	24
3.4	Penyalutan Filem Nipis P3TAA	25
3.4.1	Substrat ITO	25
3.4.2	Substrat Kaca	28
3.5	Pencirian Sifat Optik	28
3.5.1	Serapan UV nampak substrat kaca	28
3.5.2	Ketebalan Filem Nipis	31
3.6	Pencirian Morfologi (SEM)	34
3.7	Pengukuran Kekonduksian Elektrik Filem Nipis P3TAA	35
3.8	Penyediaan dan Pengukuran Peranti <i>ITO/P3TAA/Al</i>	37
3.8.1	<i>Evaporator</i>	37
3.8.2	Pengukuran keelektrikan	41
<b>BAB 4</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	<b>43</b>
4.1	Ketebalan Filem Nipis P3TAA	43
4.2	Serapan UV nampak substrat kaca	45
4.2.1	Serapan Maksimum	45
4.2.2	Jurang Tenaga, $E_g$	45
4.3	Pengukuran Kekonduksian Elektrik Filem Nipis P3TAA	48
4.4	Pencirian peranti <i>ITO/P3TAA/Al</i>	49
4.5	Pencirian Morfologi (SEM)	52

<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	<b>64</b>
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Cadangan-Cadangan	66
<b>RUJUKAN</b>		<b>67</b>
<b>LAMPIRAN</b>		<b>69</b>
<b>KURIKULUM VITAE</b>		<b>85</b>



## SENARAI JADUAL

<b>No. Jadual</b>		<b>Halaman</b>
2.1	Perbandingan bagi bahan asli dengan polimer sintetik.	4
4.1	Nilai ketebalan Indium Tin Oksida (ITO) dan ketebalan filem nipis Poli (3-Tiofena Asid Asetik) bersama ITO dari Ellipsometer	44
4.2	Nilai jurang tenaga bagi filem nipis Poli (3-Tiofena Asid Asetik)	46
4.3	Nilai voltan, arus dan kekonduksian filem nipis Poli (3-Tiofena Asid Asetik)	48
4.4	Analisis kuantitatif sisip kaca-ITO kosong dan sisip kaca-ITO-Poli (3-Tiofena Asid Asetik)	54

## SENARAI RAJAH

No. Rajah		Halaman
2.1	Struktur Poli (etena)	3
2.2	Jurang tenaga bagi semikonduktor	8
2.3	Pengkelasan kekonduksian elektrik logam	8
2.4	Graf pekali serapan melawan tenaga foton	11
2.5	Struktur bagi 3-Tiofena Asid Asetik	13
2.6	Alat penyalut berputar yang terdapat di makmal	16
2.7	Simpang $p-n$ bagi diod	18
2.8	Pencirian I-V bagi simpang $p-n$ diod (tidak mengikut skala)	18
2.9	Pengimbas Elektron Mikroskop (SEM 6360LA)	20
3.1	Gambarajah skematik mesin penyalut berputar	27
3.2	Gambaran lapisan filem nipis Poli (3-Tiofena Asid Asetik) yang terhasil di atas substrat	27
3.3	Skematik cahaya yang dipancarkan melalui substrat kaca kosong dan sampel Poli (3-Tiofena Asid Asetik)	30
3.4	Alat Elipsometer yang terdapat di makmal	33
3.5	Fungsi sistem optikal untuk panjang gelombang tunggal ellipsometer	33
3.6	Skematik panel kawalan penduga empat titik	36
3.7	Skematik alat penduga empat titik	36
3.8	Skematik diagram bagi <i>evaporator</i>	39
3.9	Alat <i>Evaporator</i> di dalam makmal	39
3.10	Rajah skematik bagi peranti ITO/P3TAA/Al	40
3.11	Sampel yang sudah melalui proses penyalutan aluminium di kedua-dua bahagian tepi substrat ITO-P3TAA	40
3.12	Alat pengukuran $I-V$ yang terdapat di makmal	42

<b>No. Rajah</b>	<b>Halaman</b>
4.1 Graf Serapan Optik melawan Panjang Gelombang bagi P3TAA	46
4.2 Graf Pekali serapan melawan Tenaga Foton bagi P3TAA	47
4.3 (i, ii, iii, iv) Graf arus melawan voltan bagi P3TAA	50
4.3 Sambungan Rajah 4.3: Graf arus melawan voltan	51
4.4 (a) Imej SEM bagi sisip kaca-ITO tanpa sampel Poli (3-Tiofena Asid Asetik), (b,c,d,e) Imej-imej SEM bagi sisip kaca-ITO dengan sampel Poli (3-Tiofena Asid Asetik) dan(f, g, h) Imej-imej SEM bagi sisip kaca-ITO dengan sampel Poli (3-Tiofena Asid Asetik)	53
4.5 Graf spektrum unsur-unsur bagi sampel ITO kosong	55
4.6 Imej taburan unsur-unsur yang dikesan menggunakan EDS ke atas sampel filem nipis di atas substrat ITO. (a) Imej pantulan (BE), (b) Karbon, (c) Oksigen, (d) Natrium, (e) Sulfur, (f) Ferum, (g) Kalsium, (h) Silikon, (i) Indium dan (j) Stanum	57
4.6 Rajah 4.6 sambungan	58
4.7 Graf spektrum bagi unsur-unsur yang dikesan oleh SEM menggunakan EDS ke atas sampel filem nipis P3TAA di atas substrat ITO	59
4.8 Imej taburan unsur-unsur yang dikesan menggunakan EDS ke atas sampel filem nipis di atas substrat ITO. (a) Imej pantulan (BE), (b) Sulfur, (c) Klorin, (d) Ferum, (e) Kalsium, (f) Oksigen, (g) Silikon, (h) Natrium, (i) Indium dan (j) Stanum.	60
4.8 Rajah 4.8 Sambungan	61
4.9 Taburan unsur-unsur yang dikesan menggunakan EDS ke atas kawasan mendakan sampel filem nipis di atas substrat ITO	62
4.10 Graf spektrum bagi unsur-unsur yang dikesan oleh menggunakan EDS ke atas sampel filem nipis P3TAA atas substrat ITO (dari jadual 4.4 (e))	63

## SENARAI SINGKATAN/SIMBOL

### Singkatan

$\text{\AA}$	Angstrong
<i>Al</i>	Aluminium
<i>B</i>	Boron
BE	<i>Backscattered Electron</i>
<i>C</i>	Karbon
<i>Ca</i>	Kalsium
<i>Cr</i>	Kromat
<i>Cu</i>	Kuprum
<i>d</i>	Jarak
EDS/EDX	<i>Energy dispersive X-ray spectroscopy</i>
$E_f$	<i>Tenaga foton</i>
<i>Fe</i>	Ferum
FST	Fakulti Sains dan Teknologi
<i>I</i>	Arus ( <i>A</i> )
<i>In</i>	Indium
ITO	Indium Tin Oksida
<i>I-V</i>	Arus-Voltan
<i>K</i>	Kalium
<i>Mg</i>	Magnesium
<i>Na</i>	Natrium
NOR	<i>Nano-Optoelectronics Research and Technology Laboratory</i>
<i>O</i>	Oksigen
P3TAA	Poli (3-Tiofena Asid Asetik)
<i>R</i>	Pantulan
<i>S</i>	Sulfur

## Singkatan

SEM	Pengimbas Mikroskop Elektron ( <i>Scanning Electron Microscope</i> )
<i>Si</i>	Silika
<i>Sn</i>	Stanum
<i>T</i>	Transmisi
UMT	Universiti Malaysia Terengganu
USM	Universiti Sains Malaysia
<i>UV</i>	Ultra-Violet (ultra lembayung)
<i>V</i>	Voltan (V)
$\alpha$	Pekali serapan
$\lambda$	Panjang gelombang
$\rho$	Kerintangan ( <i>Resistivity</i> )
$\sigma$	Konduktiviti
$\Omega$	Ohm

## SENARAI LAMPIRAN

<b>Perkara</b>	<b>Halaman</b>
LAMPIRAN 1A- Pengiraan Jisim Potassium Klorida	69
LAMPIRAN 1B- Pengiraan Nilai Kekonduksian Jurang Tenaga	70
LAMPIRAN 2A- Data Graf Serapan melawan Panjang Gelombang	71
LAMPIRAN 2B- Data Graf Lengkung $IV$	78
LAMPIRAN 3A- Rajah 4.6 Sambungan	81
LAMPIRAN 3B- Rajah 4.8 Sambungan	82
LAMPIRAN 3C- Rajah (3c) Sampel Filem Nipis P3TAA atas Substrat ITO (dari Jadual 4.4 (e))	83

## ABSTRAK

Poli (3-Tiofena Asid Asetik) (P3TAA) adalah polimer berpengalir yang bersifat semikonduktor. Kajian ini mengkaji pencirian elektrik bagi simpang  $p$ - $n$  terhadap filem nipis polimer berpengalir. Secara jelasnya, pencirian optik, nilai kekonduksian, pencirian lengkung  $I$ - $V$ , serta pencirian morfologi dikaji dalam kajian ini. Peranti ITO/P3TAA/Al juga dihasilkan dalam kajian ini. Filem nipis P3TAA dihasilkan menggunakan alat penyalut berputar. Pengimbas Mikroskop Elektron (SEM) digunakan untuk melihat morfologi permukaan filem nipis P3TAA. Nilai serapan optik bagi P3TAA dikesan menggunakan spektrofotometer. Alat penduga empat titik digunakan untuk mendapatkan nilai arus dan voltan bagi menentukan nilai kekonduksian. Lengkung  $I$ - $V$  peranti ITO/P3TAA/Al diperolehi menggunakan alat pengukuran keelektrikan. Ketebalan filem nipis P3TAA adalah  $(0.945 \pm 0.110)$  nm. Morfologi permukaan filem nipis adalah tidak sekata kerana terdapat mendakan dalam lapisan filem nipis itu. Mendakan itu adalah serbuk P3TAA yang tidak larut dengan sempurna dalam larutan klorofom. Didapati P3TAA menyerap cahaya maksimum pada panjang gelombang 279 nm iaitu julat panjang gelombang bagi cahaya ultra ungu. Nilai purata jurang tenaga,  $E_g$  bagi polimer P3TAA adalah 4.19 eV. Nilai kekonduksian P3TAA adalah  $84.438 \times 10^{-3} \text{ Sm}^{-1}$ . Bentuk lengkung  $I$ - $V$  tidak unggul diperolehi. Namun begitu, peranti ini masih bersifat semikonduktor dan sentuhan ohmik. Secara keseluruhan, peranti ITO/P3TAA/Al dapat menunjukkan sifat semikonduktor dalam bentuk filem nipis P3TAA.

## ABSTRACT

Poly (3-Thiophene Acetic Acid) (P3TAA) is a conducting polymer which shows the characteristics of a semiconductor. This research is focus on electrical characterization of *p-n* junction towards conducting polymer thin film. In details, the optical characterizations, conductivity value, *I-V* curve characterizations and morphology characterizations have been done on this research. ITO/P3TAA/Al device also have been made on this research. Actually, P3TAA thin film has been successfully formed using spin coater. Spectrophotometer was used to find out the optical absorption of thin film. The conductivity was calculated from the current and voltage value which get from four point probe measurement. *I-V* curve of ITO/P3TAA/Al device has been measured by using electrical measurements (two point probe). The thickness of P3TAA thin film is  $(0.945 \pm 0.110)$  nm. For morphology characterizations, the surface of the P3TAA thin film is not flat. The maximum absorption value of P3TAA is at 279 nm wavelengths which are in wavelength of ultraviolet light. The average value of energy gap for P3TAA thin film is 4.19 eV. The conductivity value of P3TAA is  $84.438 \times 10^{-3} \text{ Sm}^{-1}$ . The shape of *I-V* curve that we get was not in ideal curve. Even though, the device is stilled in characteristics of a semiconductor. It is also ohmic contact. There is a particle in the P3TAA thin film. The particle is a P3TAA which are not fully isolatable in chloroform solution. From this research, we can conclude that the ITO/P3TAA/Al device was shows the characteristics of a semiconductor in thin film foam.