

LAPORAN PENELITIAN
PEMBUATAN FILM TIPIS SECARA ELEKTROKIMIA
UNTUK APLIKASI ELEKTROKROMIK

Oleh:

TUTI ARYATI DEMEN

TJAHYANA SUALAM

DIBIYAI OLEH PROYEK PENGKAJIAN DAN PENELITIAN
ILMU PENGETAHUAN TERAPAN
SESUAI DENGAN
SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN PENELITIAN
NO. 055/P2IPT/DPPM/LITMUD/V/1997
TANGGAL 20 MEI 1997

DIREKTORAT PEMBINAAN PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
DIREKTUR JENDRAL PENDIDIKAN TINGGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PADJADJARAN
FEBRUARI 1998

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR PENELITIAN PENELITI MUDA
TAHUN ANGGARAN 1997/1998**


1. a. JUDUL PENELITIAN : PEMBUATAN FILM TIPIS SECARA
ELEKTROKIMIA UNTUK APLIKASI
ELEKTROKROMIK.
- b. BIDANG PENELITIAN : [x] Dasar
- c. Katagori : I/II/III
-
2. KETUA PENELITIAN
- a. Nama lengkap : Dra. Tuti Aryati Demen, MS
- b. Janis Kelamin : L/P
- c. Pangkat/Gol./Jabatan/NIP : Penata/III-c/131413148
- d. Jabatan Fungsional : Lektor Muda
- e. Fakultas/Jurusan : MIPA/Fisika
- f. Universitas : Padjadjaran
- g. Bidang Ilmu yang diteliti : Fisika Instrumentasi dan Elektronika
-
3. JUMLAH TIM PENELITIAN : 2 (Dua) orang
-
4. LOKASI PENELITIAN : Lab. Inst. dan Material Fisika FMIPA Unpad
Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21
-
5. BILA PENELITIAN INI MERUPAKAN KERJASAMA KELEMBAGAAN
- a. Nama Instansi : -
- b. Alamat : -
-
6. JANGKA WAKTU PENELITIAN : 10 (Sepuluh) bulan
-
7. Biaya yang diperlukan : Rp 5.000.000,00
(Lima Juta Rupiah)

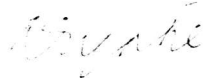
Mengetahui :

Jatinangor, 9 Februari 1998

Dekan Fakultas Matematika
dan Ilmu Pengetahuan
Universitas Padjadjaran

Kepala Proyek Penelitian,


Dr. Supriyanto
NIP. 130 350 000 000

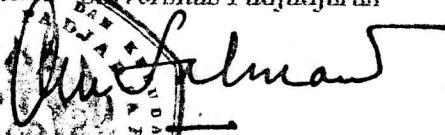

Dra. Tuti Aryati Demen, MS
NIP. 131 413 148



Mengetahui :

Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Padjadjaran




Dr. R. Oje Salman S, SH
NIP. 130 442 437

Ringkasan

PEMBUATAN FILM TIPIS SECARA ELEKTROKIMIA UNTUK APLIKASI ELEKTROKROMIK

oleh : *Tuti Aryati Demen, Tjahyana Sualam, Februari 1998*

Jurusan Fisika FMIPA UNPAD, No. : 055/P2IPT/DPM/LITMUD/1997

Polianilin mempunyai struktur elektronik yang berbeda, Variasi struktur elektronik ini akan berkaitan dengan elektrokromisitas bahan tersebut. Perubahan struktur Elektronik yang terjadi akibat perubahan kadar dopan yang besar kecilnya ditentukan oleh nilai arus sintesis.

Sifat listrik (konduktivitas) polimer konduktif Polianilin dapat diatur dengan mengontrol parameter-parameter proses polimerisasi secara elektrokimia dengan metoda galvanostatik yaitu konsentrasi elektrolit, arus sintesis Polimerisasi, konsentrasi monomer dan waktu Polimerisasi.

Pembuatan film tipis polianilin (PANI) yang mempunyai sifat listrik yang memadai, muncul permasalahan pertama dalam proses polimerisasi memerlukan sumber arus konstan yang sesuai, dan untuk mengetahui sifat listrik bahan maka pada proses polimerisasi mengatur konsentrasi elektrolit dan arus sintesis.

Pada proses polimerisasi elektrokimia dengan metoda galvanostatik proses doping terjadi bersamaan Polimerisasi sehingga tidak perlu melakukan proses doping tersendiri, polimer yang terbentuk melekat pada elektroda (ITO) berbentuk film tipis Polianilin.

Karakterisasi konduktivitas film (lapisan) tipis Polianilin yang terbentuk dengan cara mengukur potensial di antara dua titik yang dialiri arus konstan dengan four point probe. Sehingga diperoleh konduktivitas film tipis Polianilin yang optimal dan minimal.

Hasil pengujian konduktivitas ini untuk mengetahui sifat bahan polianilin yang mana sebagai bahan kajian untuk pengembangan potensi aplikasi film polianin.

Metoda penelitian ini diarahkan untuk melakukan eksperimen laboratorium untuk merancang bangun sumber arus konstan dengan unjuk kerja 0 miliAmpere sampai 50 miliAmpere dan serangkaian eksperimen pembuatan film tipis polimer konduktif

polianilin secara elektrokimia dengan metoda galvanostatik dengan variasi konsentrasi elektrolit 0,2 M sampai dengan 0,4 M dengan konsentrasi monomer 0,2 M dengan arus 0,4 miliAmpere selama 15 menit. Sedangkan pembuatan film polianilin variasi arus sintesis 0,2 miliAmpere sampai dengan 0,6 miliAmpere dan konsentrasi elektrolit 0,5 M dan konsentrasi monomer 0,4 M

Pengukuran konduktivitas dilakukan dengan alat four point probe dimana dua titik pada film polianilin diberikan arus (arus pengukuran konduktivitas- I_{pk}) 0,2 miliAmpere, 0,5 miliAmpere dan 1,0 miliAmpere dan 1,4 miliAmpere sehingga diperoleh harga konduktivitas untuk masing-masing film polianilin.

Sampel yang diperoleh dengan konsentrasi elektrolit antara 0,2 M dan 0,5 M memiliki permukaan yang tipis berwarna hijau muda sedangkan diatas 0,5 M berwarna hijau tua dan permukaan halus.

Konduktivitas optimal dicapai sekitar 5 S/cm pada konsentrasi elektrolit 1,2 M dengan ketebalan film 20 μm .

Hasil sampel yang diperoleh dengan arus sintesis 0,2 miliAmpere berwarna hijau muda , tebal 10 μm sedangkan 0,3 miliAmpere sampai 0,6 miliAmpere berwarna hijau kebiru-biruan dengan ketebalan 20 μm . Hasil data konduktivitas pengaruh dari arus sintesis pengukuran tersebut menunjukkan konduktivitas film tipis polianilin optimum pada arus sintesis 0,2 miliAmpere dan konduktivitas minimum pada arus sintesis 0,3 miliAmpere.

SUMMARY

SYNTHESIS OF THIN FILM ELECTROCHEMICALLY FOR ELECTROCHROMIC APPLICATION

Tuti Aryati Demen And Tjahyana Sualam, February 1998
Physics Department Faculty Of Mipa, Unpad, No. 055/P2IPT/DPPM/LIIMUD/V/1997

Polyaniline has different electronic structure. This structure variation has relation to the electrochromic properties of the material. Electronic structure changing because of the changing of the doping concentration that depend on the value of synthesis current.

Electrical properties (conductivity) of conducting polymer, polyaniline can be regulated by controlling of the electrochemical synthesis parameters such as polymerization current, monomer concentration and duration of the polymerization.

There are some problem appear when synthesize thin film polyaniline (PANI) electrochemically in order to get a suitable electrical properties. First the polymerization process need stable current source. Second electrolyte concentration and synthesis current have to be varied to evaluate their influence to the conductivity of polyaniline.

At the polymerization process electrochemically of galvanostatic method, the doped process and polymerization process concurrently happen. The obtained polyaniline adhere at the ITO (Indium Tin Oxide) electrode and form a thin film of polyaniline.

The conductivity measurement is conducted by four point probe method. The different voltage between two points at the polyaniline sample is measured when a constant current flow in the sample. Synthesized parameters can be varied so that the optimum and the minimum conductivity of the sample is evaluated.

The result of the measured conductivity is used to characterize the electrical properties of polyaniline that is valuable for developing the application of the film.

The research method is directed to conduct laboratory experimental to design a stable current source at the range of 0 miliAmpere to 50 miliAmper. The experiment is also conducted to synthesis thin film polyaniline as the test sample. The sample is synthesized at varied electrolyte concentration, between 0.2 M - 0.4 M, constant monomer concentration 0.2 M, current source 0,4 miliAmpere and 15

M, constant monomer concentration 0.2 M, current source 0.4 milliAmpere and 15 minute of the duration. Another sample is synthesized at varied current source , 0.2 milliAmpere- 0.6 milliAmpere, 0.5 M of electrolyte concentration and 0.4 of monomer concentration.

Conductivity measurement applies four points probe method. The Current measurement (I_{pt}) flow between two points at the sample surface, and the voltage between the two points can be measured. The current flow at each sample is varied from 0.2 milliAmpere to 1.4 milliAmpere. This variation is intended to evaluate different constant level of the current source to looking at the stability.

The sample synthesize at the concentration variation of 0.2 M and 0.5M have thin surfaces of the light green color, while sample with smooth surface and dark green color is obtain at the concentration > 0.5 M.

the optimum conductivity, 5 S/cm, is reached at 0.5 M of the electrolyte concentration and 20 μm of the thickness.

The sample as the result of the synthesis current 0.2 milliAmpere has light green color and 10 μm of thickness, while at the synthesis current 0.3 - 0.6 milliAmpere has green blue color and 20 μm of thickness. The experimental result of the conductivity at varied synthesis current show that conductivity of the polyaniline thin film is optimum at 0.2 milliAmpere and minimum at 0.3 milliAmpere.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Alluandulillah, puji syukur penulis panjatkan ke Hadirat Allah Subhanahu wata ala atas rahmatNya, penelitian dan penulisan laporan akhir penelitian Peneliti Muda dengan kontrak No: 055/P2IPT/DPPPM/97/LITMUD/V/1997 yang berjudul " PEMBUATAN FILM TIPIS SECARA ELEKTROKIMIA UNTUK APLIKASI ELEKTROKROMIK.

Dengan selesainya penelitian ini kami ucapkan terimakasih kepada :

1. Tim Proyek Pengkajian dan Penelitian Ilmu Pengetahuan Terapan Ditbinlitabnas Ditjen Dikti, sebagai penyandang dana Penelitian ini.
2. Ketua Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran, beserta staf yang telah memberikan kesempatan dan kemudahan dalam penelitian.
3. Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran.
3. Ketua Jurusan Fisika, F.MIPA, Universitas Padjadjaran.
4. Rekan dosen dan Staf karyawan Jurusan Fisika FMIPA Universitas Padjadjaran yang telah membantu terlaksananya penelitian ini

Penelitian ini kami merasa masih jauh dari sempurna dan perlu dikembangkan lebih luas, oleh karena itu saran dan kritiknya sangat kami harapkan untuk perbaikan dimasa yang akan datang.

Semoga penelitian ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang fisika.

Bandung, Januari 1998

Ketua Peneliti

DAFTAR ISI

	hal.
Lembar Identitas dan Pengesahan	
Ringkasan	i
Summary	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar tabel	vii
Daftar Gambar	viii
1 Pendahuluan	1
2 Tinjauan Pustaka	3
2.1. Polianilin	3
2.2. Mekanisme Polimerisasi polianilin secara elektrokimia	4
2.3. Elektrokromisasi Polianilin	7
2.4. Karakteristik film tipis Polianilin	8
3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	10
4 Metode Penelitian	12
4.1. Sintesis Bahan Elektrokromik	11
4.1.1. Rancang Bangun Sumber Arus.	11
4.1.2. Metoda Sintesis Secara Elektrokimia	11
4.1.3. Sintesis Polianilin Secara Elektrokimia	13
4.2. Karakteristik film tipis Polianilin	15
5 Hasil dan Pembahasan	16
5.1. Hasil Rancang Bangun Sumber Arus	16
5.2. Hasil Pembuatan Film Tipis Polianilin dan pengukuran dengan Variasi konsentrasi elektrolit -	16
5.3. Hasil Pembuatan film tipis Polianilin dan Pengukuran dengan arus sintesis polimerisasi	19

6 Kesimpulan	23
Daftar Pustaka	24
Lampiran A: Gambar Poto Sumber Arus	
Lampiran B: Riwayat Hidup	

DAFTAR TABEL

1. Tabel 3.1 Data Konduktivitas Fungsi dari Kosentrasi Elektrolit	17
2. Tabel 3.2 Data Konduktivitas Fungsi dari Kosentrasi Elektrolit	18
3. Tabel 3.3 Data Konduktivitas Fungsi dari Arus sintetis	20

BAB I PENDAHULUAN

Polianilin (PANI) merupakan salah satu jenis polimer konduktif yang mempunyai ikatan alternasi ikatan rangkap tunggal (terkonjugasi) [1]. Adanya ikatan tersebut memungkinkan terjadinya aliran elektron dalam rantai Polimer sehingga Polianilin menjadi konduktif, mempunyai stabilitas cukup tinggi terhadap gangguan udara luar dan mempunyai potensi aplikasi yang luas seperti, sensor, baterai sekunder, LED, FET, serta devais elektronik. Selain itu polianilin memiliki sifat elektrokromik, yaitu dapat berubah warna apabila diberi medan listrik, tetapi sifat ini hanya dominan pada daerah tegangan positif.

Polianilin mempunyai struktur elektronik yang berbeda, Variasi struktur elektronik ini akan berkaitan dengan elektrokromisitas bahan tersebut. Perubahan struktur elektronik yang terjadi akibat perubahan kadar dopan yang besar kecilnya ditentukan oleh nilai arus sintesis.

Sifat listrik (konduktivitas) polimer konduktif Polianilin dapat diatur dengan mengontrol parameter-parameter proses polimerisasi secara elektrokimia dengan metoda galvanostatik yaitu konsentrasi elektrolit, arus sintesis Polimerisasi, konsentrasi monomer dan waktu Polimerisasi.

Pada proses polimerisasi dengan metoda galvanostatik proses doping terjadi bersamaan Polimerisasi sehingga tidak perlu melakukan proses doping tersendiri, polimer yang terbentuk melekat pada elektroda (ITO) berbentuk film tipis Polianilin. Karakterisasi konduktivitas film (lapisan) tipis Polianilin yang terbentuk dengan cara mengukur potensial di antara dua titik yang dialiri arus konstan dengan

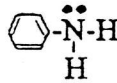
for point probe. Sehingga diperoleh konduktivitas film tipis Polianilin yang optimal dan minimal. Hasil pengujian konduktivitas ini untuk mengetahui sifat bahan polianilin yang mana sebagai bahan kajian untuk pengembangan potensi aplikasi film polianin .

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Polianilin

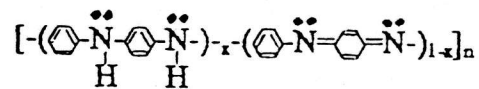
2.1.1. Struktur Polianilin

Polianilin (PANI) merupakan salah satu jenis polimer konduktif yang dihasilkan dari proses polimerisasi monomer anilin ($C_6H_5NH_2$) dalam suasana asam. Anilin memiliki struktur geometri sebagai berikut :



Gambar 2.1. Struktur geometri anilin.

Adapun struktur geometri polianilin secara umum adalah :



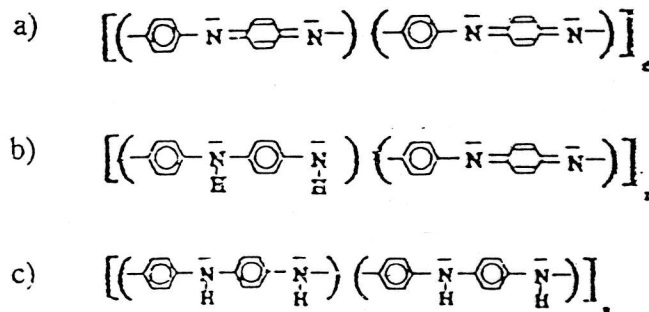
gugus tereduksi gugus teroksidasi

Gambar 2.2. Struktur geometri polianilin.

Gugus tereduksi terdiri dari dua molekul yang terbentuk cincinbenzoid () dan dua gugus amin, sedang pada gugus teroksidasi salah satu cincin benzoid berubah menjadi cincin quinoid () dan gugus amin menjadi imin.

Nilai x ($0 \leq x \leq 1$) menentukan tingkat oksidasi polianilin. Nilai $x = 0$, menunjukkan tingkat teroksidasi penuh yang menghasilkan polianilin berbentuk basa pernigranilin (PNB) dimana rantai polimer hanya terdiri dari gugus teroksidasi.

Nilai $x = 0,5$ menunjukkan tingkat setengah teroksidasi yang menghasilkan polianilin berbentuk basa emeraldin (EB). Sementara nilai $x = 1$ menunjukkan tingkat tereduksi penuh yang menghasilkan polianilin berbentuk basa leukoemeraldin (LEB).



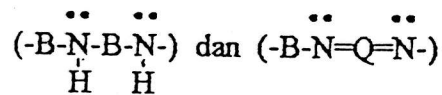
Gambar 2.1. a. basa pernigranilin
b. basa emeraldin
c. basa leukoemeraldin

2.2. Mekanisme Polimerisasi Polianilin Secara Elektro Kimia

Polimerisasi polianilin dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara elektrokimia menggunakan medan listrik dan secara kimia dengan pengadukan. Pada penelitian ini menggunakan Polimerisasi secara Elektrokimia.

Polianilin diperoleh dari hasil polimerisasi monomer anilin yang hasilnya berupa film tipis. Polimerisasi terjadi pada salah satu kutub elektroda dibawah pengaruh medan listrik. Pada sintesis bahan tahapannya sebagai berikut :

Demikian seterusnya, setiap proses oksidasi diikuti reaksi kimia. Pada proses oksidasi terjadi perubahan gugus (-B-N-B-N-H) menjadi (-B-N=Q=N-H) + 2H⁺ + 2e⁻, dengan demikian proses polimerisasi akan menghasilkan rantai polimer dengan komposisi :

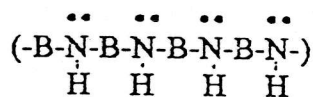


dengan B adalah gugus benzoil dan Q adalah gugus quinoid.

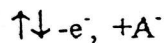
Pada saat polimerisasi polianilin secara simultan berlangsung proses doping.

Adapun mekanisme doping-dedopingnya dilukiskan sebagai berikut :

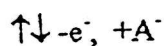
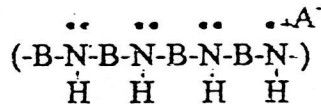
1. Pasangan redoks pertama



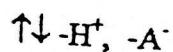
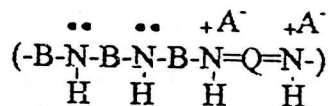
Leukoemeraldin Base (LEB)



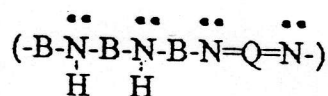
Pembentukan palaron I



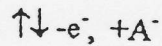
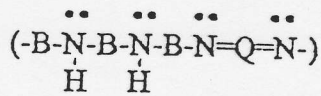
Pembentukan bipolaron I



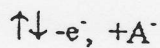
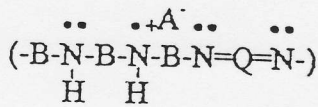
doping-dedoping



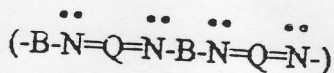
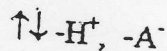
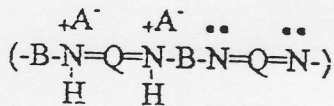
2. Pasangan redoks kedua



pembentukan polaron II



pembentukan bipolaron II

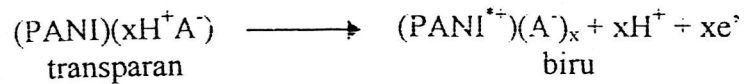


Dari sini terlihat bahwa pasangan redoks pertama membentuk polianilin teroksidasi 50% dan pasangan redoks kedua membentuk polianilin teroksidasi 100%.

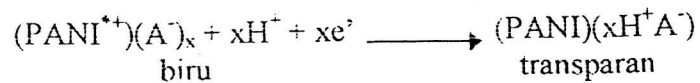
2.3. Elektrokromisitas polianilin

Polianilin adalah polimer konduktif yang memiliki sifat elektrokromik. Variasi warna yang dimiliki oleh polianilin kuning kehijauan, hijau, biru kehijauan, hijau kebiruan

dan biru. Perubahan warna ini berkaitan erat dengan variasi tegangan pada film. Pada saat film polianilin mengalami proses oksidasi terjadi reaksi (5) :



Sedangkan pada saat film polianilin mengalami proses reduksi terjadi reaksi (5) :



Dengan mengatur keadaan redoks dari polianilin, maka film polianilin pada saat teroksidasi berubah warna dari transparan menjadi biru, dan pada saat tereduksi film berubah warna dari biru menjadi transparan.

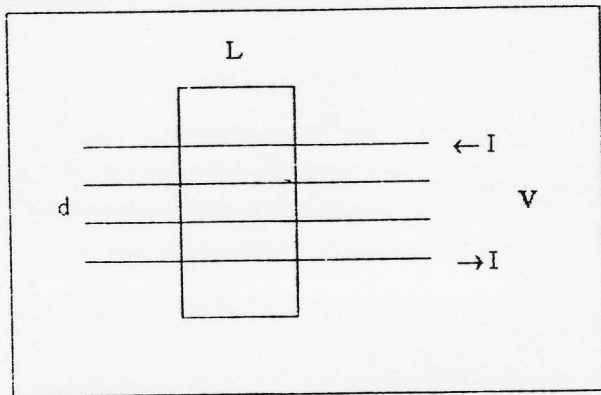
2.4 Karakterisasi film tipis polianilin.

Karakterisasi lapisan polianilin adalah pengukuran konduktivitas dengan metoda four point probe dan arus konstan. Konduktivitas suatu bahan konduktor dapat diperoleh apabila diberikan arus antara dua titik maka terjadi beda tegangan antara dua titik tersebut berdasarkan pada rumusan :

$$\sigma = I/VL/d$$

dimana I = besar arus pengukuran, V = tegangan antara dua titik pengukuran

L = luas penampang lapisan, d = jarak titik probe



Gb. 2.3. : Diagram pengukuran konduktivitas Four Point Probe

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan penelitian.

Tujuan penelitian ini adalah merancang bangun sumber arus konstan dengan unjuk kerja 0mA sampai 50mA yang diperlukan pada pembuatan film tipis polimer konduktif polianilin (PANI) secara elektrokimia. Selanjutnya membuat beberapa film tipis polianilin (sampel) secara elektrokimia dengan metoda galvanostatik dan mengatur nilai parameter-parameter sintesis pada saat proses polimerisasi. Dan untuk mengetahui sifat listrik film tipis tersebut dilakukan pengujian/pengukuran pengaruh konsentrasi elektrolit terhadap konduktivitas dan pengaruh besar arus sintesis terhadap konduktivitas film tipis polianilin.

3.2. Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini dapat menguasai proses dasar pembuatan film tipis polimer konduktif polianilin (PANI) secara elektrokimia dengan galvanostatik dan perubahan warna (Elektrokromik) pada saat berlangsung proses polimerisasi. Dan dari hasil pengujian/pengukuran konduktivitas film tipis polianilin dapat mengetahui sifat listrik bahan sehingga dapat mengembangkan potensi aplikasi polianilin sebagai polimer konduktif dalam perkembangan teknologi. Selain itu bertambahnya wawasan ilmu pengetahuan staf pengajar, meningkatnya kemampuan menganalisa sehingga dapat memberikan informasi terhadap lingkungan masyarakat khususnya lingkungan akademik terutama pada bidang fisika.

BAB IV

METODA PENELITIAN

4.1. Sintesis Bahan Elektrokromik

4.1.1 Rancang bangun Sumber Arus Konstan

Rancang bangun Sumber arus konstan menggunakan sistim rangkaian penguat arus emiter follower dan sebagai penyangga dengan rangkaian penguat buffer supaya tidak terjadi fluktuasi penguatan arus dan untuk menjaga kestabilan Arus menggunakan sistim kendali (IC mikrokontroler) dan tampilan dengan sistim digital. Sumber Arus ini mempunyai unjuk kerja 0 mili Ampere sampai dengan 50 mili Ampere, dipelihatkan pada lampiran A.

4.1.2. Metoda Sintesis Secara Elektrokimia

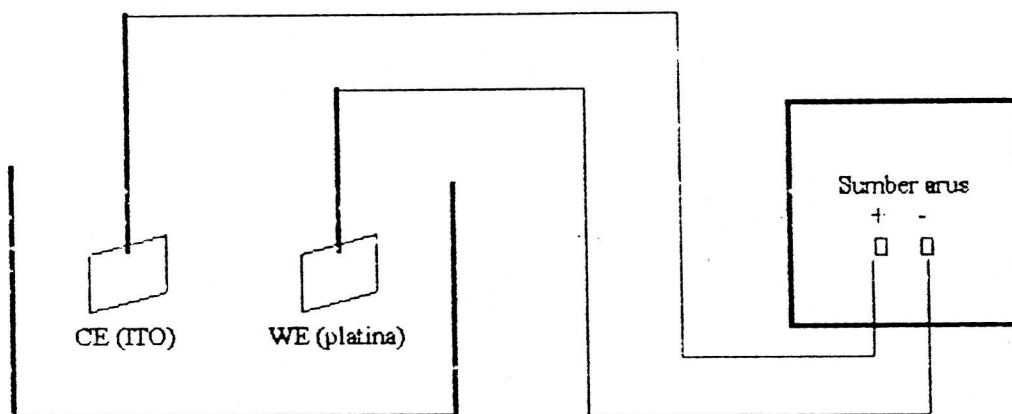
Proses polimerisasi secara elektrokromik terdiri dari tahapan inisiasi, propagasi dan terminasi. Pada proses inisiasi tidak dipergunakan bahan inisiator , tetapi dengan metoda ini, propagasi (laju polimerisasi) dapat diatur dengan mudah melalui pengaturan tegangan atau arus yang diberikan, disamping kosentrasi elektrolit dan kosentrasi monomer.

Sintesis bahan elektrokromik secara elektrokimia dapat dilakukan dengan dua metoda, yaitu metoda galvanostaik dan metoda potensiostatik.

A). Metoda Galvanostatik.

Pada metoda ini digunakan sel dua elektroda yang terdiri dari elektroda kerja (working elektroda -WE) dan elektroda lawan (counter elektroda-CE) dan sumber arus tetap.

Berdasarkan hukum Faraday, jumlah zat yang terbentuk pada suatu elektroda sebanding dengan jumlah muatan listrik yang melalui elektroda tersebut, yang berarti laju reduksi -oksidasi pada elektroda sebanding dengan besar arus yang mengalir, dan waktu sintesis adalah tetap. Selama proses sintesis konsentrasi reaktan berubah dan salah satu permukaan elektroda terlapisi hasil oksidasi yang mengakibatkan berubahnya arus yang mengalir.



Elektroda kerja (WE) adalah Platina dan Elektroda lawan adalah ITO dan arus mengalir konstan dalam selang waktu tertentu, sehingga elektroda (ITO) terlapisi hasil oksidasi.

4.1.3. Sintesis polianilin Secara Elektrokimia.

Metoda yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah metoda Galvanostatik pada arus tetap langkah-langkah nya sebagai berikut :

1. Persiapan bahan :

- a) larutan Monomer mendistilasi anilin 99% dengan kosentrasi 0,2 M, 0,3M, 0,4M, 0,5M
- b) larutan elektrolit HCL 98% dengan kosentrasi 0,2M, 0,3M, 0,4M, 0,5M,
- c) Aquades.

3. Persiapan alat :

- b) Seperangkat alat destilasi untuk mendistelasi anilin agar diperoleh anilin murni
- c) Seperangkat sel elktrokimia dan dua buah elektroda (ITO dan platina), untuk proses polimerisasi.
- d) Tabung Elemeyer , gelas ukur dan pipet ukur untuk penyiapan larutan.
- e) Pengaduk magnetik untuk melarutkan bahan
- f) Sumber Arus konstan dan statip

3 . Proses Polimerisasi :

- Pertama mendistilasikan anilin untuk memperoleh anilin murni.
- Membuat beberapa larutan elektrolit 0,2M, 0,3M, 0,4M, 0,5MHCL dalam 100ml H₂ O

- Mencampurkan 0,2 M anilin murni ($C_6H_5NH_2$) dalam larutan HCL tersebut dan mencampurkan 0,4 M ($C_6H_5NH_2$) dalam larutan 0,5M HCL.

Proses polimerisasi (pembuatan film tipis polianilin) dengan variasi konsentrasi elektrolit, misalnya larutan elektrolit 0,2 M HCL dan 0,4 M ($C_6H_5NH_2$) dalam tabung gelas dua lubang permukaan kemudian dipasang elektroda kerja WE (platina) dan elektroda lawan (ITO) . Elektroda kerja disambungkan ke kutub negatif dan elektroda lawan (ITO) disambungkan ke kutub positif pada sumber arus konstan, diberikan besar arus sintesis konstan 0,4 mA selama 15 menit sehingga terjadi lapisan (film)tipis polianilin melekat pada elektroda lawan (kaca ITO) . Untuk proses polimerisasi variasi dari konsentrasi elektrolit yang lainnya dilakukan dengan cara yang sama seperti diatas sehingga dapat diperoleh beberapa film tipis polianilin (sampel).

Pada proses polimerisasi (pembuatan film tipis) polianilin (PANI) dengan variasi besar arus sintesis polimerisasi, larutan elektrolit 0,5 M HCL dan 0,4 M ($C_6H_5NH_2$) dengan variasi arus 0,2 mA, 0,3 mA, 0,4 mA, 0,6 mA masing-masing selama 15 menit sehingga terjadi lapisan polianilin pada elektroda lawan (kaca ITO), maka didapat beberapa film tipis polianilin.

4.2. Karakterisasi film tipis polianilin (PANI)

Karakterisasi film tipis polianilin (PANI) adalah mengukur besarnya konduktivitas film tipis polianilin (sampel) diatas dengan metoda Four Point Probe. Pengukuran konduktivitas ini adalah mengukur beda potensial listrik antara dua titik yang dialiri arus pengukuran yang konstan pada lapisan polianilin. Dari Hasil pengukuran beda potensial listrik titik -titik pada lapisan polianilin diperlihatkan pada tabel (3.1), (3.2), (3.3),) dan besar konduktivitas berdasarkan pada persamaan (2.1).

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Rancang bangun Sumber Arus Konstan

Pada pembuatan film tipis polianilin (PANI) secara Galvanostatik dan pengukuran konduktivitas film polianilin memerlukan Sumber arus konstan, maka terlebih dulu membuat instrumentasi elektronik sumber arus konstan dengan unjuk kerja 0 mA sampai dengan 50 mA sesuai dengan kebutuhan proses polimerisasi dan pengukuran konduktivitas. Rangkaian instrumen elektronik sumber arus konstan diperlihatkan foto pada lampiran A.

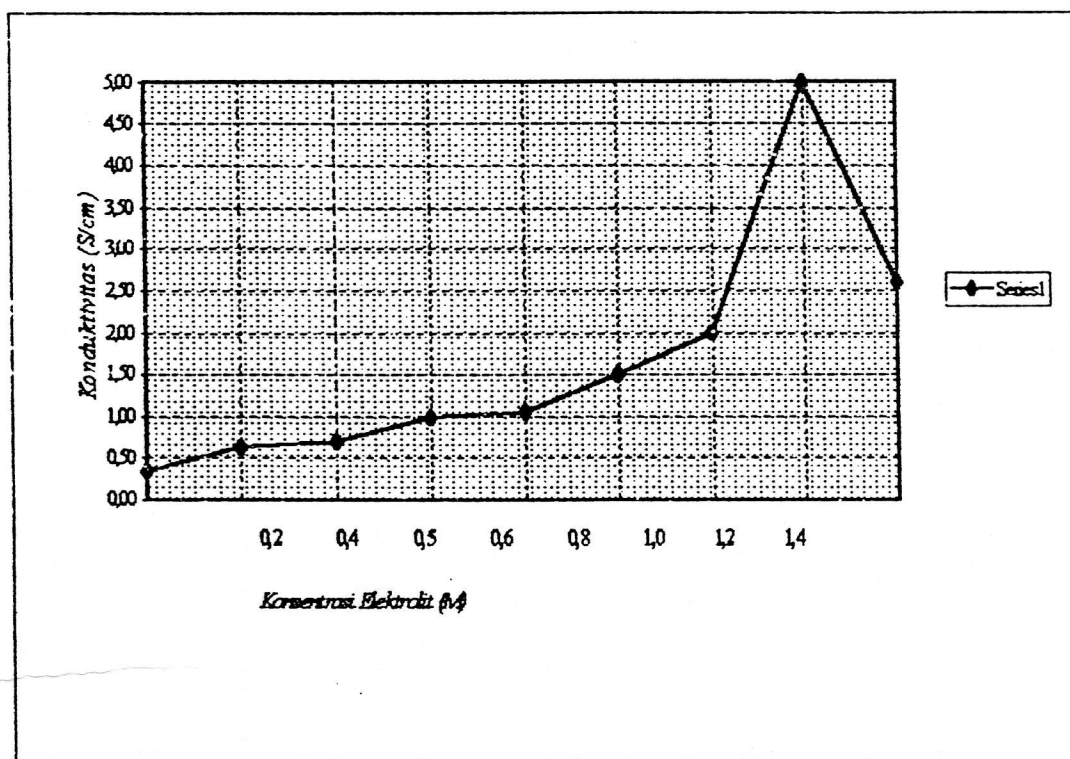
5.2. Hasil Pembuatan dan pengukuran konduktivitas film tipis polianilin dengan variasi konsentrasi elektrolit.

Hasil pembuatan sampel dengan variasi konsentrasi elektrolit antara 0,2 M dan 0,5 M memiliki permukaan yang tipis berwarna hijau muda sedangkan diatas 0,5 M berwarna hijau tua dan permukaan halus.

Hasil pengukuran konduktivitas sampel dengan variasi konsentrasi elektrolit diperlihatkan pada kurva konduktivitas bahan polianilin hasil sintesis terhadap konsentrasi elektrolit dengan arus pengukuran (I) sebesar 1,4 mA Gb 3.1 dan Gb 3.2 kurva konduktivitas dengan arus pengukuran 0,1 mA. Kurva konduktivitas memperlihatkan nilai konduktivitas optimum 5,0 S/Cm pada konsentrasi elektrolit 1,2 M dengan kata lain terjadi suatu kondisi sintesa optimum. Pada konsentrasi

Tabel 3.1. Data Konduktivitas Fungsi dari Konsentrasi Elektrolit

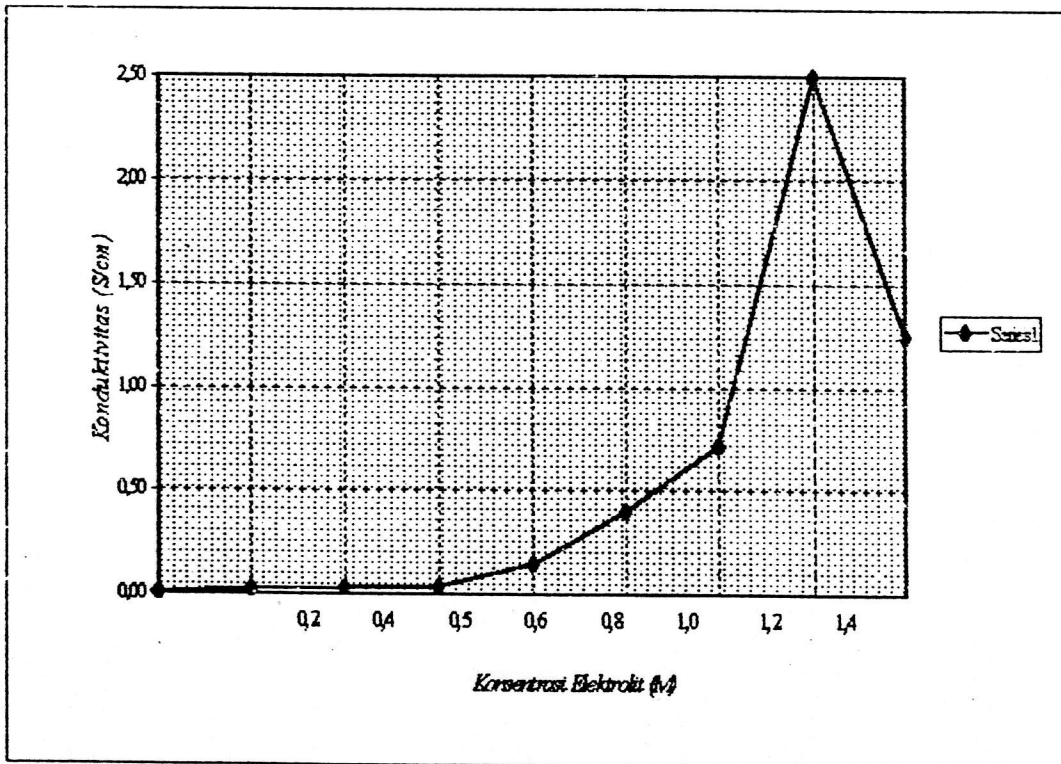
Ce (M)	Arus (mA)	Tegangan (mV)	Hasil Pengukuran Konduktivitas
0,2	1,4	4,00	0,35
0,3	1,4	2,19	0,64
0,4	1,4	2,00	0,70
0,5	1,4	1,43	0,98
0,6	1,4	1,33	1,05
0,8	1,4	0,98	1,51
1,0	1,4	0,70	2,00
1,2	1,4	0,28	5,00
1,4	1,4	0,54	2,99



Gambar 3.1. Kurva Konduktivitas bahan Polianilin hasil sintesis terhadap Konsentrasi Elektrolit Asam Klorida (I = 1,4 mA).

Tabel 3.2 Data Konduktivitas Fungsi dari Konsentrasi Elektrolit

Ce (M)	Arus (mA)	Tegangan (mV)	Hasil Pengukuran Konduktivitas
0,2	0,1	14,28	0,01
0,3	0,1	3,57	0,03
0,4	0,1	3,33	0,03
0,5	0,1	2,50	0,04
0,6	0,1	0,66	0,15
0,8	0,1	0,25	0,40
1,0	0,1	0,14	0,71
1,2	0,1	0,04	2,50
1,4	0,1	0,08	1,25



Gambar 3.2. Kurva Konduktivitas bahan Polianilin hasil sintesis terhadap Konsentrasi Elektrolit Asam Klorida ($I = 0,1 \text{ mA}$).

Tabel 3.3. Data Pengukuran Konduktivitas dengan Variasi Arus Pengukuran

Arus (mA)	Resistansi (Ω)	Konduktivitas (S/cm)	Konduktivitas (S/cm)
0,2	66,3	3,0	3,26
	67,4	2,9	
	70,5	2,8	
	68,4	2,8	
	117,0	2,3	
0,3	117,0	2,3	1,28
	121,7	2,2	
	122,0	2,2	
	121,7	2,2	
	121,7	2,2	
0,5	279,0	2,2	1,65
	274,0	1,8	
	216,0	2,31	
	212,0	2,4	
	212,0	2,4	
1,0	629,0	1,58	1,62
	598,0	1,67	
	596,0	1,68	
	608,0	1,64	
	599,0	1,66	
0,2	121,7	2,1	2,18
	121,7	2,1	
	121,7	2,2	
	121,7	2,2	
	121,7	2,2	
0,5	279,0	2,1	2,7
	279,0	2,1	
	279,0	2,35	
	279,0	2,9	
	279,0	2,9	
1,0	629,0	2,9	2,9
	629,0	3,0	
	629,0	2,8	
	629,0	2,8	
	629,0	2,1	

elektrolit 1,2M mempunyai sifat bahan lebih konduktif dari pada konsentrasi elektrolit yang lainnya.

5.3. Hasil Pembuatan dan pengukuran konduktivitas film tipis polianilin dengan Variasi arus sintesis polimerisasi.

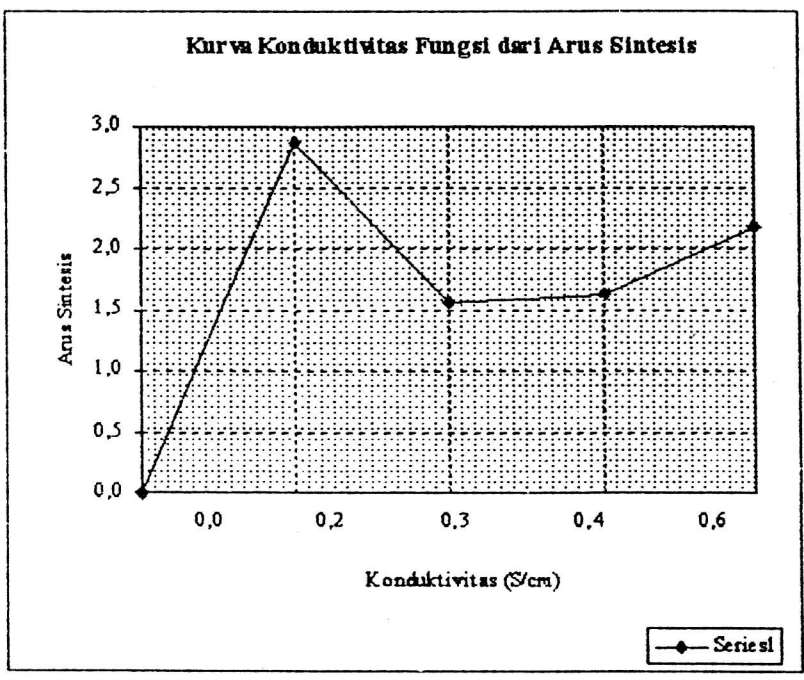
Hasil pembuatan film tipis polianilin dengan arus sintesis polimerisasi 0,2 mA sampel berwarna hijau muda dengan tebal 10 μm, sedangkan 0,3 mA sampai dengan 0,6 mA sampel berwarna hijau dengan ketebalan 20μm.

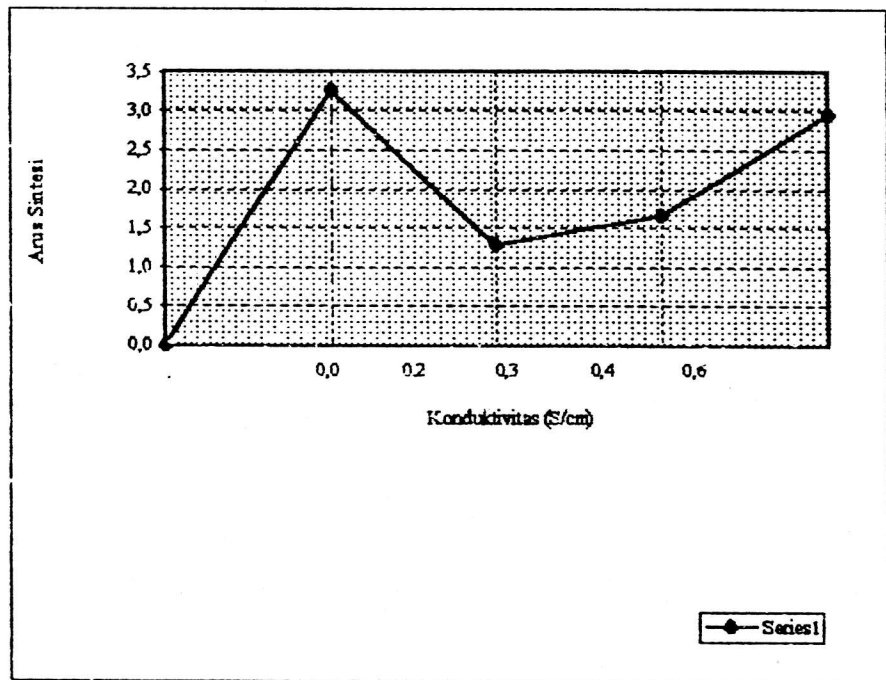
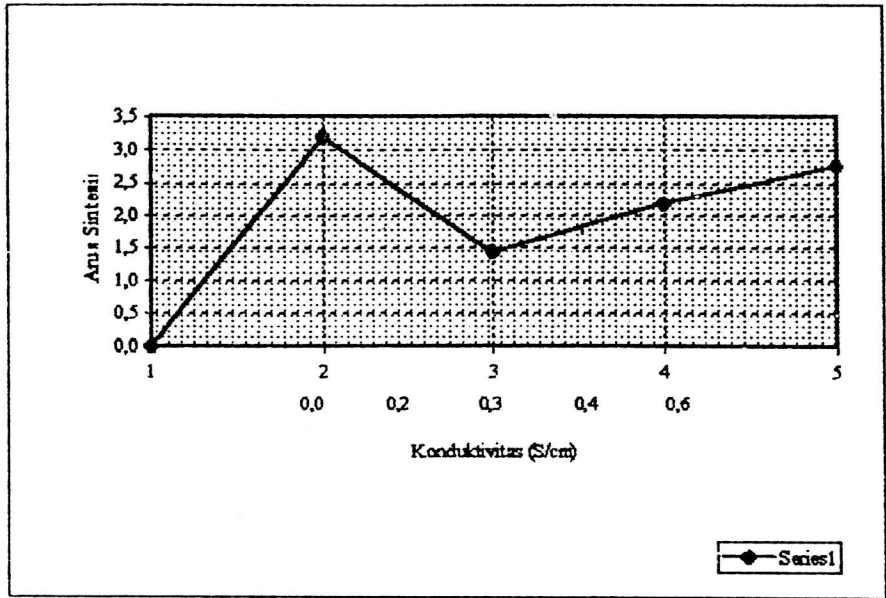
Hasil pengukuran konduktivitas film tipis polianilin dengan arus sintesis pada tabel 3.3 dan Gb 3.3 menunjukkan konduktivitas optimum sebesar 3,26 S/Cm pada arus sintesis polimerisasi 0,2 mA sedangkan pada 0,3mA konduktivitas minimum sebesar 1,28 S/Cm. Pada arus sintesis polimerisasi 0,2mA mempunyai sifat bahan lebih konduktif dibandingkan pada arus sintesis yang lainnya.

Tabel 3.3. Data Pengukuran Konduktivitas dengan Variasi Arus Pengukuran

$I_{\text{ sintesis}}$ (mA)	$I_{\text{ PK}}$ (mA)	V (mV)	Konduktivitas (S/cm) $\times 10^{-3}$	Rata-rata (S/cm) $\times 10^{-3}$	
0,2	0,2	66,3	3,0	2,87	
		67,6	2,9		
		70,8	2,8		
		68,4	2,8		
	0,5	0,5	157,0	23,2	3,2
			152,1	3,1	
			145,4	3,4	
			151,1	3,2	
	1,0	1,0	322,5	3,1	3,26
			305,0	3,2	
			297,0	3,4	
			287,6	3,5	
315,2			3,1		
0,3	0,2	121,7	1,6	1,55	
		123,1	1,6		
		136,0	1,47		
		117,4	1,7		
	0,5	0,5	331,0	1,5	1,43
			361,0	1,38	
			343,2	1,45	
			358,0	1,39	
	1,0	1,0	665,2	1,5	1,28
			854,3	1,2	
			870,4	1,5	
	0,4	0,2	122,0	1,63	1,62
120,2			1,66		
126,4			1,58		
121,7			1,63		
0,5		0,5	229,0	2,2	2,18
			274,0	1,8	
			216,0	2,31	
			212,0	2,4	
1,0		1,0	629,0	1,58	1,65
			598,0	1,67	
			596,0	1,68	
			608,0	1,64	
	599,0		1,66		
0,6	0,2	92,0	2,1	2,18	
		94,0	2,1		
		90,0	2,2		
		88,1	2,3		
	0,5	0,5	92,0	2,2	2,76
			184,0	2,7	
			196,0	2,55	
			172,0	2,9	
	1,0	1,0	168,0	2,9	2,95
			342,0	2,9	
			332,6	3,0	
			347,0	2,8	
		325,0	2,1		

Tabel 3.4. Hasil Pengukuran Konduktivitas Fungsi dari Arus Sintesis Polimerisasi





KESIMPULAN

Pembuatan film tipis polianilin secara elektrokimia lebih mudah dan lebih cepat dibandingkan dengan proses secara kimia, tetapi hasil film tipis polianili terbatas pada ukuran elektroda yang digunakan. Hasil film polianilin dengan konsentrasi elektrolit 0,2 M dan 0,5 M berwarna hijau muda menunjukkan pada keadaan asam, sedangkan film polianilin dengan konsentrasi elektrolit lebih besar 0,5M sampai 1,2M berwarna hijau tua menunjukkan pada keadaan lebih asam.

Hasil pembuatan film tipis polianilin dengan arus sintesis polimerisasi pada 0,2 mA berwarna hijau muda menunjukkan keadaan asam dan 0,3 mA sampai dengan 0,6 mA berwarna hijau tua menunjukkan lebih asam.

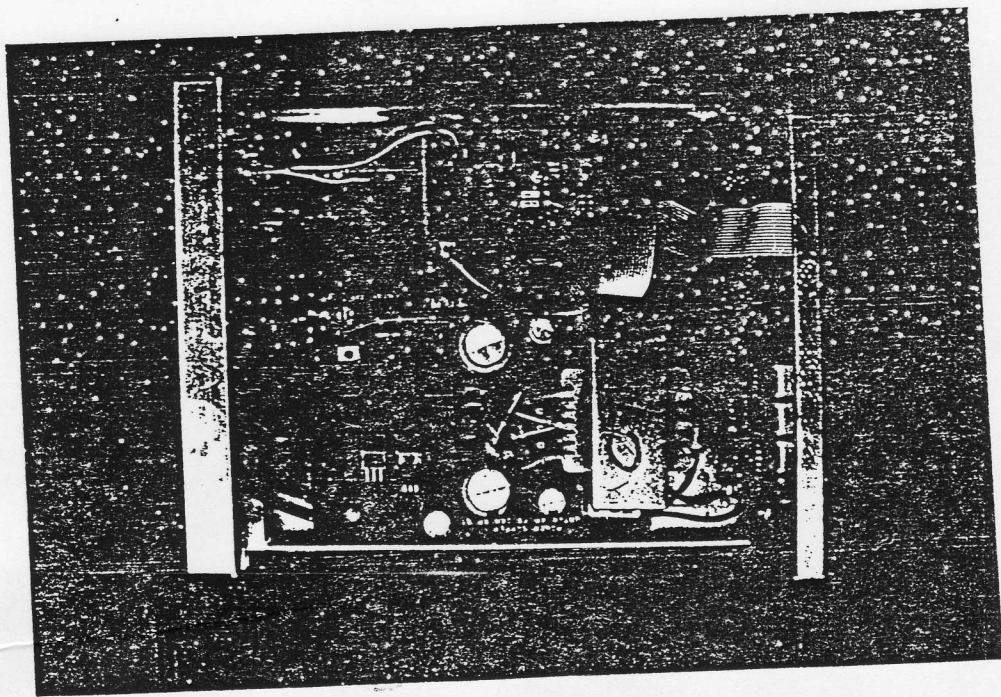
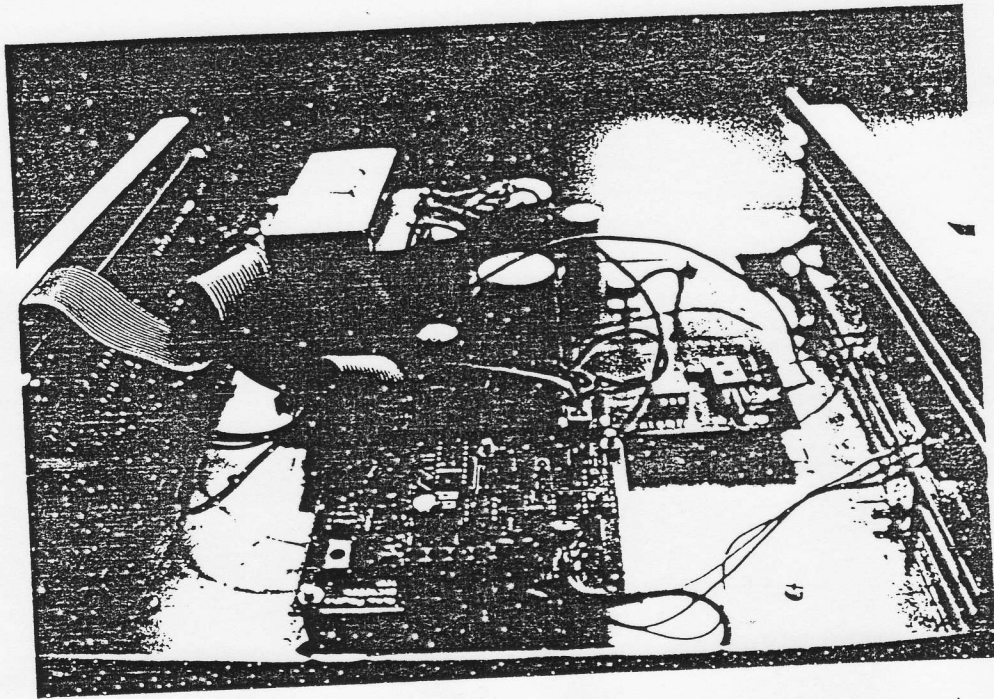
Pengaruh konsentrasi elektrolit terhadap konduktivitas bahan dari film polianilin pada konsentrasi elektrolit 1,2 M mempunyai sifat konduktif cukup baik dibandingkan pada konsentrasi yang lainnya.

Pengaruh besar arus sintesis polimerisasi terhadap konduktivitas bahan dari film polianilin pada arus sintesis 0,2 mA konduktivitas lebih besar dari konduktivitas pada arus sintesis yang lainnya. Besar kecilnya Nilai konduktivitas film polianilin menunjukkan sifat konduktif bahan film polianilin.

DAFTAR PUSTAKA

1. A.J. Epstein, A.G. Mac Diarmid, in "Science and Application of Conducting Polymers" (ed W.R. Salaneck, D.J. Clark, E. J. Samuelsen), IOP, London 1990, p.141
2. Kobayashi T.H. Yoneyama, and H Tamura, J. Electronical Chem 177, 28 (1984); Jelle B.P.G. Hagen, S. H. Hesjevik and R. Odegard, Elektrochemical Acta, 38, 1843 (1994).
3. M. O. Tjia, R.E. Siregar, Fitriawati, TH Nufus, E. Rosdiana, R. Hidayat, Mikrajudin, "Pengebangan Bahan Polimer Konduktif dan Aplikasinya" Laporan Hibah Brsaing II/2 kontrak No. : 040/DPPM/94/PHBII/2/1994.
4. M. G. Kanatzibis, Chemical Engenering News, Dec, 3, 36 (1993)
5. M. Angelopoulos, J. M. Shaw, and J. J. Ritsko, in " Science and Application Of Conducing Polymer" (Ed W.R. Salaneck, D. J. Clark, E.J. Samuelsen) IOP, London 1990, p.141.
6. T. A. Skotheim (Ed), Handbook of conducting Polymers Vol I and II Marcel and Dkker, New York, 1986.

Lampiran 1
Rangkaian Sumber Arus Konstan



DATA PRIBADI

Nama lengkap : Dra Tuti Aryati Demen,MS
Tempat/Tanggallahir : Sumedang, 04 Desember 1949
Jenis Kelamin : Wanita
Pangkat/Golongan/NIP : Penata/IIIc/131413148
Jabatan : Lektor Muda
Alamat Instansi : Jurusan Fisika FMIPA UNPAD
Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21
Jatinangor, Tlp 796014
Pendidikan : S1 Fisika - FMIPA UNPAD
S2 Fisika - FMIPA ITB
Pekerjaan : Staf Pengajar Jurusan Fisika
FMIPA Universitas Padjadjaran

Ketua Peneliti

Dra.Tuti Aryati Demen,MS
NIP. 131413148

DATA PRIBADI

Nama lengkap : Drs Tjahyana Sualam,MS
Tempat/Tanggallahir : Bandung, 15 Agustus 1944
Jenis Kelamin : Laki-laki
Pangkat/Golongan/NIP : Penata Tk I/IIId/130258233
Jabatan : Lektor Madya
Alamat Instansi : Jurusan Fisika FMIPA UNPAD
Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21
Jatinangor, Tlp 796014
Pendidikan : S1 Fisika - FMIPA UNPAD
S2 Fisika - FMIPA ITB
Pekerjaan : Staf Pengajar Jurusan Fisika
FMIPA Universitas Padjadjaran

Anggota Peneliti



Drs.Tjahyana Sualam, MS
NIP. 130528233

DATA PRIBADI

Nama lengkap : Dra Tuti Aryati Demen,MS
Tempat/Tanggallahir : Sumedang, 04 Desember 1949
Jenis Kelamin : Wanita
Pangkat/Golongan/NIP : Penata/IIIc/131413148
Jabatan : Lektor Muda
Alamat Instansi : Jurusan Fisika FMIPA UNPAD
Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21
Jatinangor, Tlp 796014
Pendidikan : S1 Fisika - FMIPA UNPAD
S2 Fisika - FMIPA ITB
Pekerjaan : Staf Pengajar Jurusan Fisika
FMIPA Universitas Padjadjaran

Karya ilmiah :

1. Tuti Aryati, Tjayana Sualam, Pembuatan Film tipis Polyanilin Secara Elektrokimia untuk Aplikasi Elektrokromik, Penelitian peneliti muda No Kontrak 055/P2IPT/DPPM/V/LITMUD/1997.
2. Sri.Suryaningsin, Tuti Aryati, Doy Hardoyo, Analisis Konduktivitas bahan polyanilin sebagai fungsi Kosentrasi elektrolit, DPP/DRK-UNPAD.
3. Tuti Aryati, Sri Suryaningsih, Wahyu Alamsyah Pengaruh Sudut Hamburan partikel alpha terhadap Hamburan menurut model Hamburan Rutherford, OPF-UNPAD.

Ketua Peneliti

Dra.Tuti Aryati Demen,MS
NIP. 131413148