

**STUDI PENUMBUHAN MEMBRAN *POLYVINYL ALCOHOL* (PVA)  
DENGAN VARIASI KONSENTRASI PVA MENGGUNAKAN METODE  
*SPIN COATING* DI ATAS LAPISAN ELEKTRODA PLATINUM**

**Skripsi**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
Guna memperoleh gelar Sarjana Sains



Oleh :

**Rina Agus Wiliastuti**

**M0202040**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

2006

## SKRIPSI

### STUDI PENUMBUHAN MEMBRAN *POLYVINYL ALCOHOL* (PVA) DENGAN VARIASI KONSENTRASI PVA MENGGUNAKAN METODE *SPIN COATING* DI ATAS LAPISAN ELEKTRODA PLATINUM

Dinyatakan lulus ujian skripsi oleh tim penguji

Pada hari Kamis, 11 Januari 2006.

#### TIM PENGUJI

**Drs. Harjana, M.Si., Ph.D.**  
NIP. 131 570 309

---

**Agus Supriyanto, S.Si., M.Si.**  
NIP. 132 240 169

---

**Dra. Suparmi, M.A., Ph.D.**  
NIP. 130 529 713

---

**Khairuddin, S.Si., M.Phil.**  
NIP. 132 162 019

---

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Sains

Dekan

Ketua Jurusan Fisika

**Drs.H. Marsusi,M.S**  
NIP. 130 906 776

**Drs. Harjana, M.Si., Ph.D**  
NIP. 131 570 309

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari dapat ditemukan adanya unsur penjiplakan maka gelar kesarjanaan yang telah diperoleh dapat ditinjau dan/atau dicabut.

Surakarta, 2 januari 2007

Rina Agus Wiliastuti

M 0202040

## **Persembahan**

**Karya kecil ini ku persembahkan buat semua yang telah  
mengukir hidupku dengan *CINTA*, mewarnainya dengan *KASIH*  
*SAYANG* dan membingkainya dengan *HARAPAN***

Allah ta'alla sebagai rasa syukurku  
Bapak dan ibu tercinta sebagai tanda hormat dan  
baktiku

Adek-adekku, Rixy dan Nadhia tersayang

My Husband To be ( A.F )

Semua orang yang menyayangiku.

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah saya panjatkan kehadiran Allah SWT, yang memberikan rahmat dan petunjukNya dalam menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada suri teladan kita Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa perubahan besar dalam menyelamatkan umat manusia di bumi ini.

Saya sangat menyadari bahwa dalam penelitian dan penyusunan karya ini tidak terlepas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. H. Marsusi, M.S selaku Dekan fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNS
2. Bapak Drs. Harjana, M.Si, Ph.D selaku Ketua jurusan Fisika FMIPA UNS, sekaligus sebagai Pembimbing I dan Pembimbing akademik yang telah banyak memberikan petunjuk, arahan, motivasi dan dukungan dengan penuh kesabaran selama penyelesaian skripsi dan studi di Fisika FMIPA UNS.
3. Bapak Agus Supriyanto, S.Si, M.Si selaku pembimbing II, terima kasih ya pak atas bimbingan dan arahnya. Mohon maaf kalau selama ini rina banyak merepotkan bapak.
4. Ibu Dra. Suparmi, M.A., Ph.D. dan Bapak Khairuddin, M. Phill sebagai penguji I dan penguji II.
5. Bapak dan Ibu dosen Fisika FMIPA UNS yang telah memberikan ilmu

dan motivasi selama belajar di Fisika.

6. Bapak Drs. Suharyana, M.Sc, Ph.D, terima kasih banyak telah meluangkan waktu dan pikiran dalam membimbing pengoperasian evaporator di sub lab Fisika Lab Pusat MIPA UNS.
7. Ibu Dra. Suparmi, M.A., Ph.D. sebagai penguji I, terima kasih atas masukan dalam perbaikan karya ini.
8. Bapak Khairuddin S.Si., M.Phill. sebagai pengji II, terima kasih atas masukan dalam perbaikan karya ini.
9. Bapak dan Ibu tercinta yang telah mencurahkan kasih sayang, dalam membesarkan dan mendidik ananda, semoga ananda dapat menjadi anak yang berbakti.
10. Adekku Rixy dan Nadhia terima kasih buat semua keceriaan yang selalu menghibur mbak dan membuat mbak nena semangat.
11. Eyang putri dan seluruh keluarga besarku.
12. Raf ueliik, terima kasih buat semua perhatian, kasih sayang, dukungan, dan semangat selama ini. Semoga kau selalu bisa menuntunku dan mengajariku bahwa kebaikan dalam hidup dapat dilihat dari banyak sisi.
13. Widiyo, terima kasih buat persahabatan dan tempat curhatku sekaligus partner penelitianku. Semoga persahabatan kita abadi sampai kaki-nini .
14. Pak Eko, Mas Ari, Mas Johan, Pak Zul, Mas Mul terima kasih atas bantuannya selama penelitian di sub Lab Fisika Lab Pusat MIPA UNS.
15. Pak Sis, Pak Hartono, Mas Latief dan semua pihak di sub Lab Biologi yang telah membantu saya selama penelitian.

16. Mas David, terima kasih sudah bantu rina ngebor alumunium.
17. Retno, isti, lutvi, siwi, uswah, erti, rufi',nita, mrih, o'o, boim, dedi, dan semua anak fisika 2002 yang tidak bisa aku sebutkan satu persatu, terima kasih buat persahabatannya. Kebersamaan kita sangat indah.
18. Temen2 semua yang ku kenal di jurusan Fisika.
19. Renyt, retno, lilies, tini, ulya, maya, septi, dek ida, mbak heni, mbk dewi, mbk lawu, mbk galuh, lina, eli dan yang termasuk Sekartaji Crew, terima kasih buat kebersaman, persahabatan dan kekeluargaannya selama ini.

Tiada satu karya yang sempurna, demikian pula karya ini tentunya masih banyak kekurangan dan kesalahan yang harus diperbaiki. Sehingga saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan demi perbaikan karya ini. Semoga karya ini bermanfaat dan dapat menambah pengetahuan.

Surakarta, 2 januari 2007

Penulis

Rina Agus Wiliastuti

M0202040

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	iii
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xiii
<b>INTISARI</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Sistematika penulisan.....	6
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	7
2.1. Ketebalan Lapisan Tipis.....	7
2.2. Resistivitas .....	8
2.2.1. Resistivitas Lapisan Tipis Platinum .....	9
2.2.2. Resistivitas Lapisan Tipis PVA .....	11
2.3. Sifat Optik .....	12
2.3.1. Transmittansi.....	12
2.3.2. Absorbansi .....	13
2.4. Komposisi .....	14



2.5. Metode Evaporasi untuk Deposisi Lapisan Tipis.....	15
2.5.1. Proses Pelapisan Pada Sistem Evaporasi .....	19
2.5.2. Deposisi Lapisan Tipis.....	20
2.6. Metode Spin Coating .....	22
2.7. <i>Polyvinil Alcohol (PVA)</i> .....	24
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	27
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	27
3.2. Bahan Penelitian.....	27
3.3. Alat Penelitian.....	28
3.4. Metode Penelitian.....	29
3.4.1. Pembersihan Substrat .....	29
3.4.2. Penimbangan Substrat .....	29
3.4.3. Persiapan Evaporasi .....	30
3.4.4. Pengoperasian Evaporator. ....	31
3.4.5. Proses Spin Coating. ....	34
3.4.6. Karakterisasi Multilayer Pt dan PVA.....	34
3.4.7. Karakterisasi Ketebalan. ....	36
3.4.8. Tehnik Analisa Data.....	37
3.5. Prosedure Penelitian.....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	41
4.1. Deposisi Lapisan Tipis Platinum .....	41
4.1.1. Resistivitas Lapisan Tipis Platinum.....	42
4.2. Penumbuhan Membran PVA .....	43
4.2.1. Karakterisasi sifat Optik PVA.....	44
4.2.1.1. Hubungan antara konsentrasi gel PVA dengan tingkat absorbansi .....	44
4.2.1.2. Hubungan antara waktu putar Spinner dengan Konsentrasi gel PVA .....	45
4.2.2. Resistansi Lapisan Membran PVA .....	49

<b>BAB V PENUTUP</b> .....	53
5.1 Kesimpulan .....	53
5.2 Saran.....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	55
<b>LAMPIRAN</b> .....	57

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1.Data Absorbansi maksimum pada tiap konsentrasi. ....	44
Tabel 4.2. Perhitungan Resistansi lapisan membran PVA.....	50
Tabel 4.3. Data hubungan absorbansi dan Resistansi PVA.....	51

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Skema Four Point Probe.....	10
Gambar 2.2. Lapisan tipis yang diberi elektroda.....	11
Gambar 2.3 Skema sistem vakum evaporator .....	18
Gambar 2.4. Diagram proses PVD (Physical Vapor Deposition)-Evaporasi	19
Gambar 2.5. Posisi adsorption site pada permukaan substrat .....	21
Gambar 2.6. Gambaran proses spin coating.....	22
Gambar 2.7 . Proses Spin Coating.....	24
Gambar 2.8. Struktur ikatan kimia PVA .....	24
Gambar 2.9. Absorbansi <i>Polyvinyl Alcohol</i> (PVA) terjadi pada sekitar panjang gelombang 300 nm .....	26
Gambar 3.1. Skema "Two Point Probe".....	35
Gambar 3.2. Struktur Devais Lapisan Platinum dan PVA .....	40
Gambar 4.1. Grafik I-V Lapisan tipis Pt .....	42
Gambar 4.2. Grafik Hubungan konsentrasi dengan tingkat absorbansi .....	45
Gambar 4.3. Grafik absorbansi terhadap waktu putar pada konsentrasi 33wt% PVA .....	46
Gambar 4.4. Grafik absorbansi maksimum terhadap waktu putar pada konsentrasi 33wt% PVA .....	46
Gambar 4.5. Grafik absorbansi terhadap waktu putar pada konsentrasi 20wt% PVA .....	47
Gambar 4.6. Grafik absorbansi maksimum terhadap waktu putar pada konsentrasi 20wt% PVA .....	48
Gambar 4.7. Grafik absorbansi terhadap waktu putar pada konsentrasi 14wt% PVA .....	48
Gambar 4.8. Grafik absorbansi maksimum terhadap waktu putar pada konsentrasi 14wt% PVA .....	48
Gambar 4.9. Grafik I-V lapisan membrane PVA .....	49
Gambar 4.10. Grafik hubungan Resistansi dan Absorbansi .....	51

## DAFTAR SIMBOL

$\rho_m$	Berat jenis Pt (21.45 gr/cm <sup>3</sup> )
$t$	Ketebalan lapisan tipis (cm)
$m$	Massa lapisan tipis (gr)
$A$	Luas lapisan (cm <sup>2</sup> )
$E$	Medan listrik ( N/C)
$J$	Rapat arus (Amp/m <sup>2</sup> )
$\sigma$	Konduktivitas bahan
$L$	Panjang (m)
$V$	Beda potensial (volt)
$R$	Resistansi ( $\Omega$ )
$r$	Resistivitas ( $\Omega$ m)
$S$	Jarak antar probe (m)
$I$	Arus (Ampere)
$w$	Lebar lapisan (m)
$f$	Jarak antar elektroda (m)
$b$	Tebal Lapisan (m)
$I_0$	Intensitas berkas cahaya masuk/datang
$I$	Intensitas berkas cahaya keluar
$T$	Transmitansi.
$e$	Molar absorpsivitas (dalam liter mol <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> )
$c$	Konsentrasi molar (mol Liter <sup>-1</sup> )
$l$	Ketebalan dari bahan/medium yang dilintasi oleh cahaya (cm).
$\nabla$	Koefisien absorpsi (m <sup>-1</sup> )
$h$	Tetapan Planck (6.626 x 10 <sup>-34</sup> Js)
$\nu$	Frekuensi gelombang (Hz)
$E_{opt}$	Celah energi (J)
$\lambda$	Panjang gelombang cahaya (m)
$B$	Kostanta yang bergantung pada material
$n_{m_1}$	Jumlah mol
$C$	Komposisi dalam <i>weight percent</i>
$C'$	Komposisi dalam <i>atom percent</i>
$z$	Axis putar.
$r$	Parameter radial.
$V$	Kecepatan radial
$h$	Viskositas
$h_0$	Ketebalan larutan polimer awal
$w$	Kecepatan anguler
$t$	Waktu putar spinner

## INTISARI

### STUDI PENUMBUHAN MEMBRAN *POLYVINYL ALCOHOL* (PVA) DENGAN VARIASI KONSENTRASI PVA MENGGUNAKAN METODE *SPIN COATING* DI ATAS LAPISAN ELEKTRODA PLATINUM

Oleh  
Rina Agus Wiliastuti  
M0202040

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat lapisan membran *Polyvynyl Alcohol* (PVA) yaitu resistansi dan tingkat absorbansi pada konsentrasi PVA yang berbeda yang ditumbuhkan diatas elektroda Platinum. Variasi konsentrasi PVA meliputi konsentrasi 33wt%PVA, 20wt%PVA, dan 14wt%PVA. Penumbuhan membran PVA menggunakan *spin coating* dengan kecepatan putar 3500 rpm. Pada konsentrasi 33wt%PVA diperoleh absorbansi maksimum 4,0 pada waktu putar 2,5 menit, resistansi pada celah 1,0 mm sebesar  $(0,81 \pm 0,09) \times 10^8 \Omega$  dan celah 1,2 mm adalah  $(6,1 \pm 0,2) \times 10^8 \Omega$ . Sedangkan konsentrasi 20wt%PVA diperoleh absorbansi maksimum 3,3 pada waktu putar 2 menit, resistansi pada celah 1,0 mm sebesar  $(3,4 \pm 0,1) \times 10^8 \Omega$  dan celah 1,2 mm adalah  $(14,7 \pm 0,5) \times 10^8 \Omega$ . Untuk konsentrasi 14wt%PVA diperoleh absorbansi maksimum 3,1 pada waktu putar 1,5 menit, resistansi pada celah 1,0 mm sebesar  $(7,3 \pm 0,2) \times 10^8 \Omega$  dan celah 1,2 mm adalah  $(18 \pm 1) \times 10^8 \Omega$ .

Kata Kunci : *Polyvynyl Alcohol* (PVA), Platinum, *Spin coating*, Resistansi, Absorbansi

## ABSTRACT

### GROWTH STUDY OF *POLYVINYL ALCOHOL* (PVA) MEMBRANCE WITH VARIATION OF PVA CONCENTRATION USING *SPIN COATING* METHODS ON THE PLATINUM ELECTRODE LAYER

By

Rina Agus Wiliastuti  
M0202040

The aim from this research is to know characteristics of *Polyvynyl Alcohol* (PVA) membrane layer they are resistance and absorbance at the different PVA concentration grown on the Platinum electrode. The variation of PVA concentration consist of 33%wtPVA, 20wt%PVA , and 14wt%PVA. The growth of PVA membrane using *spin coating* with angular velocity is 3500 rpm, at 33%wtPVA get result maximum absorbance is 4,0 at spin time 2,5 minutes, resistance at the gap 1,0 mm is  $(0,81 \pm 0,09) \times 10^8 \Omega$  and at the gap 1,2 mm is  $(6,1 \pm 0,2) \times 10^8 \Omega$ , at 20wt%PVA get result maximum absorbance is 3,3 at spin time 2 minutes, resistance at the gap 1,0 mm is  $(3,4 \pm 0,1) \times 10^8 \Omega$  and at the gap 1,2 mm is  $(14,7 \pm 0,5) \times 10^8 \Omega$ , and 14wt%PVA get result maximum absorbance is 3,1 at spin time 1,5 minutes, resistance at the gap 1,0 mm is  $(7,3 \pm 0,2) \times 10^8 \Omega$  and at the gap 1,2 mm is  $(18 \pm 1) \times 10^8 \Omega$ .

Keywords : *Polyvynyl Alcohol* (PVA), Platinum, *Spin coating*, Resistance, Absorbance

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pada masa sekarang ini sensor mempunyai peranan yang sangat penting dalam berbagai aspek kehidupan, salah satunya adalah dalam bidang kesehatan. Bidang biosensor merupakan bidang interdisiplin yang menyangkut bidang biologi, kimia, ilmu material termasuk fisika material elektronik maupun mikroelektronik (Muhammad Barmawi,2000).

Biosensor adalah suatu sensor yang dapat digunakan untuk menelaah fungsi suatu material biologis atau jasad hidup, dan juga dapat digunakan untuk mengetahui berfungsinya jasad tersebut. Biosensor yang pertama kali dibuat adalah *glucose* sensor. Gula darah yang berbentuk glukosa pada awalnya diukur secara kimiawi oleh para peneliti dari perusahaan Ames di Indiana, Amerika Serikat (AS). Ernie Adams dan Anton Clemens adalah dua tokoh dalam pengembangan paper strip (potongan kertas) yang dapat berubah warna karena reaksi kimia dengan glukosa. Akan tetapi, produk ini kurang populer karena banyak mengandung kelemahan seperti akurasi rendah, kecepatan pengukuran lambat, serta ukurannya relatif besar.

Pada saat yang hampir bersamaan, pada tahun 1962 seorang ahli fisiologi dan biokimia bernama Leland Clark tersebut yang bekerja di RS Anak Cincinnati AS, mengembangkan alat pengukur berdasarkan metode elektrokimia. Pada awalnya, Clark berhasil mengembangkan elektroda yang prinsipnya yaitu mengukur



kandungan oksigen terlarut dalam sebuah cairan. Keberhasilan Clark dikarenakan kecerdikannya untuk membungkus elektroda dengan sebuah membran yang hanya melewatkan partikel tertentu. Kemudian, Clark yang bekerja di RS mengetahui bahwa penderita DM perlu mengukur gula darahnya secara teratur. Sebagai ahli biokimia, Clark juga mengetahui bahwa enzim bernama *glucose oxidase* (GOD) bereaksi secara spesifik dengan glukosa serta diproduksi secara alamiah oleh jamur *Aspergillus niger*. Hal ini menginspirasinya untuk membuat alat pengukur kadar gula darah berdasar reaksi biokimia dengan enzim GOD dan kemudian mengukurnya secara elektrokimia.

Sensor ini memanfaatkan enzim *Glucose Oxidase* yang mengkatalisis reaksi oksidasi glukosa menjadi asam glukon dan  $H_2O_2$ . Selanjutnya, oksigen yang dikonsumsi oleh reaksi ini dapat dideteksi dengan elektroda yang sensitive terhadap oksigen. Sehingga menurunnya kandungan oksigen terlarut dapat dipantau menjadi kadar glukosa dalam cairan sample (Arief Budi Witarto, 2000). Molekul glukosa yang dioksidasi oleh enzim GOD menghasilkan elektron yang ditangkap oleh elektroda sehingga kadar glukosa berbanding lurus dengan sinyal elektronik yang diterima. Sebagaimana elektroda pengukur oksigen yang dikembangkannya pertama kali, sebuah membran yang hanya melewatkan molekul glukosa dibubuhi dengan enzim GOD kemudian dililitkan untuk membungkus elektroda.

*Polyvinil Alcohol* (PVA) mengandung sekelompok *styryl pyridium* yang digunakan sebagai polimer fotosensitif. Material ini juga dapat digunakan sebagai material bioteknologi, yaitu material yang dapat digunakan sebagai interface

untuk penumbuhan sel, protein dan enzim. Hal ini karena polimer ini tidak membuat kekebalan (seperti tidak membentuk antibody dalam tubuh), tidak mengalami mutasi dan tidak bersifat *carcinogenic* (penyebab kanker). Atas dasar inilah digunakan PVA yang berfungsi sebagai membrane tembus oksigen untuk penumbuhan enzim *Glucose Oxidase* (GOD). PVA mempunyai sifat mudah larut dalam air, mudah terbakar dan tak berwarna. PVA dapat digunakan sebagai lapisan tipis yang sensitive khususnya dalam matrik immobilisasi untuk berbagai aplikasi seperti biosensor (Pourciel *dkk*, 2003). Selain hal diatas, PVA mempunyai beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan bahan lain yang dapat digunakan sebagai membran penumbuhan enzim.

Hal yang penting dalam pembuatan devais sensor adalah dalam pembuatan lapisan tipis logam dan lapisan membran. Untuk pembuatan lapisan tipis logam dapat digunakan metode evaporasi termal. Metode ini pada saat pendeposisian berada pada kondisi ruang vakum sehingga atom-atom sumber tidak terpengaruh oleh atom-atom dari molekul lain. Dengan metode ini, pengoperasian alat atau proses pembuatannya cukup sederhana dengan hasil lapisan yang bagus. Bahan pelapis ini akan dilapiskan pada suatu substrat. Bahan pelapis dalam penelitian ini digunakan lapisan tipis Platinum, yaitu sebagai material sumber yang digunakan sebagai elektroda yang sensitif terhadap perubahan arus yang kecil, hal tersebut disebabkan karena sifat konduktivitasnya yang sangat baik.

Dalam pembuatan lapisan membran sebagai *interface* penumbuhan enzim digunakan polimer *Polyvynyl Alcohol* (PVA) yang ditumbuhkan pada lapisan tipis Platinum dengan metode Spin coating. Proses penumbuhan membran PVA

dengan metode *spin coating* ini dapat dilakukan dengan memvariasikan kecepatan putar dan waktu putar. Kecepatan putar dan waktu putar dapat mempengaruhi tingkat absorbansi membran ketika gel PVA ditumbuhkan dengan konsentrasi yang berbeda. Absorbansi yang tinggi diharapkan mampu meningkatkan sensitivitas membran, maka dalam penelitian ini mengkaji tentang pengaruh waktu putar spinner pada penumbuhan membran PVA.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan hal-hal diatas maka dalam penelitian dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana mendapatkan lapisan tipis platinum yang baik sebagai elektroda dengan menggunakan metode evaporasi termal?
2. Bagaimana mendapatkan lapisan tipis dari gel PVA dengan tingkat absorbansi yang tinggi?

### **1.3. Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini mempunyai batasan masalah sebagai berikut :

1. Pembuatan lapisan tipis Platinum dengan metode Evaporasi termal tipe Ladd Research.
2. Penumbuhan lapisan membran menggunakan polimer PVA dengan variasi konsentrasi 33wt%PVA, 20wt%PVA dan 14wt%PVA.
3. Penumbuhan lapisan membran PVA menggunakan spin coating dengan variasi waktu putar 0,5 menit, 1 menit, 1,5 menit, 2 menit, 2,5 menit dan 3 menit.

4. Karakterisasi lapisan meliputi sifat resistansi dengan skema I-V dan sifat optik yaitu absorbansi.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Dalam penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Menentukan Resistivitas dan Resistansi lapisan tipis Platinum yang digunakan sebagai elektroda.
2. Mengetahui hubungan antara konsentrasi gel PVA dengan tingkat absorbansi.
3. Menentukan waktu putar *Spin Coating* pada konsentrasi gel PVA yang berbeda agar diperoleh tingkat absorbansi yang maksimum.
4. Mengetahui hubungan antara konsentrasi gel PVA dengan resistansinya.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi mengenai resistansi dan absorbansi hasil pelapisan membran PVA pada lapisan elektroda Platinum dengan konsentrasi gel PVA yang berbeda.
2. Memberikan informasi tentang waktu putar *Spin Coating* yang digunakan pada konsentrasi gel PVA yang berbeda agar diperoleh tingkat absorbansi yang maksimum.

## **1.6. Sistematika Penulisan.**

Untuk mempermudah melihat dan mengetahui pembahasan yang ada pada skripsi ini secara menyeluruh, maka perlu dikemukakan sistematikanya yang merupakan kerangka dan pedoman penulisan skripsi. Adapun sistematikanya penulisannya adalah sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini memuat latar belakang. perumusan masalah. batasan masalah. tujuan penelitian. manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

### **BAB II DASAR TEORI**

Dasar teori memuat penjelasan tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi penelitian berisi uraian tentang tempat dan waktu penelitian. bahan dan alat penelitian. metode eksperimen dan prosedur eksperimen. Prosedur eksperimen dinyatakan dalam diagram alir.

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisi tentang hasil eksperimen dan pembahasan atau analisa eksperimen yang berisi penjelasan. uraian maupun ungkapan lebih lengkap mengenai hasil eksperimen yang bersandar pada teori dan hasil penelitian.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini dipaparkan kesimpulan hasil penelitian dan saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1. Ketebalan Lapisan Tipis

Untuk menentukan ketebalan dari sebuah lapisan tipis dapat dilakukan dengan berbagai metode diantaranya adalah metode SEM dan penimbangan (*gravimetric*). Pada metode SEM mempunyai kelemahan yaitu lapisan yang telah dikarakterisasi akan rusak sehingga tidak bisa digunakan lagi. Sedangkan dalam penelitian ini lapisan tipis masih digunakan untuk penelitian selanjutnya. Maka dalam penelitian ini digunakan metode *gravimetric* untuk mengetahui ketebalan lapisan tipis, karena metode ini tidak merusak lapisan dan cukup sederhana. Penggunaan metode ini dengan mengambil asumsi bahwa homogenitas kerataan permukaan lapisan dipenuhi (Siregar, 1976). Substrat yang sudah terlapis ditimbang dan dikurangi massa substrat sebelum evaporasi maka akan didapatkan massa lapisan tipis yang terdeposisi pada sampel. Sehingga ketebalan lapisan tipis dapat dihitung dengan rumus :

$$t = \frac{m}{A \rho_m} \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan :  $t$  = Ketebalan lapisan tipis (cm)

$\rho_m$  = Berat jenis Pt (21.45 gr/cm<sup>3</sup>)

$m$  = Massa lapisan tipis (gr)

$A$  = Luas lapisan (cm<sup>2</sup>)

## 2.2. Resistivitas

Resistansi (tahanan) suatu bahan bergantung pada bentuk geometri dan nilai resistivitas bahan itu sendiri, dimana harga resistansi sebanding dengan resistivitasnya (Meyerhofer. D, 1978). Setiap bahan mempunyai resistivitas karena mempunyai kemampuan untuk menghambat aliran elektron. Besar kecilnya kemampuan bahan untuk menghalangi aliran elektron tergantung pada jenis bahan tersebut. Untuk bahan konduktor yang baik akan mempunyai nilai resistivitas yang sangat rendah dan konduktivitasnya tinggi. Sedangkan untuk bahan isolator mempunyai resistivitasnya tinggi dan konduktivitasnya rendah.

Pada berbagai bahan (yang hampir meliputi semua logam), hasil bagi rapat arus dan kuat medan listrik berharga konstan. Konstanta hasil bagi tersebut merupakan nilai konduktivitas suatu bahan. Platinum sebagai bahan konduktor yang bersifat ohmik memiliki hubungan arus dan tegangan yang linier. Sedangkan bahan yang tidak bersifat ohmik memiliki hubungan arus dan tegangan yang tak linier. Secara ideal, konduktor merupakan bahan dimana elektron yang dikandungnya dapat bergerak bebas, sehingga bila diberi arus listrik maka elektron-elektron tersebut akan saling menjauhi (tolak menolak).

Di dalam konduktor yang diberi suatu beda potensial akan timbul medan listrik  $E$  dan rapat arus  $J$ , yang berarti bahwa rapat arus sebanding dengan kuat medan listrik dalam konduktor dan secara matematik dapat dirumuskan (M.A.Omar,1993) :

$$J = \sigma \cdot E \dots\dots\dots (2.2)$$

$s$  adalah konduktivitas bahan. Misalkan arus  $I$  mengalir pada sebatang konduktor dengan penampang tetap  $A$  ( $m^2$ ) dan panjang  $L$  (m) sehingga pada batang itu terdapat beda potensial  $V$  dan kerapatan arus  $J$  maka persamaan (2.2) direduksi menjadi :

$$\frac{I}{A} = \frac{V}{r \cdot L} \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan

$$r = \frac{1}{s} \dots\dots\dots (2.4)$$

Berdasarkan hukum Ohm bahwa  $V = I \cdot R$ , maka persamaan (2.3) menjadi :

$$R = \frac{V}{I} = \frac{r \cdot L}{A} \dots\dots\dots (2.5)$$

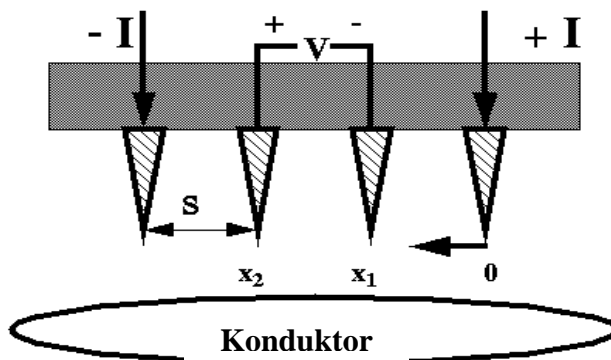
Atau

$$r = \frac{R \cdot A}{L} \dots\dots\dots (2.6)$$

### 2.2.1. Pengukuran Resistivitas Lapisan Tipis Platinum

Dalam Pengukuran resistivitas Platinum digunakan *Four Point Probe Jandel*. Four Point Probe merupakan alat untuk mengukur tegangan dan arus pada lapisan tipis yang mempunyai 4 probe, dimana dua probe terluar digunakan untuk mengukur arus dan dua probe dalam untuk mengukur tegangan pada lapisan tipis Platinum.





Gambar 2.1. Skema Four Point Probe

Berdasarkan gambar 2.1 maka resistansi dari lapisan tipis di suatu titik adalah

$$\Delta R = r \left( \frac{dx}{A} \right) \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan menggunakan probe bagian dalam yaitu pada posisi  $x_1$  dan  $x_2$ , sehingga

persamaan (2.7) menjadi :

$$R = \int_{x_1}^{x_2} r \frac{dx}{2px^2} = \frac{r}{2p} \left( -\frac{1}{x} \right)_{x_1}^{x_2} = \frac{1}{2s} \frac{r}{2p} \dots \dots \dots (2.8)$$

Sehingga didapatkan resistivitasnya adalah :

$$r = 4pS \frac{V}{I} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dengan  $r$  = resistivitas ( $\Omega$  m)

$S$  = Jarak antar probe (m)

$V$  = Tegangan (Volt)

$I$  = Arus (Ampere)

### 2.2.2. Pengukuran Resistivitas Lapisan Tipis PVA

Salah satu metode untuk mengetahui besar resistivitas sebuah lapisan tipis adalah dengan menggunakan metode I-V. Metode ini digunakan untuk mengukur resistansi lapisan tipis yang mempunyai orde yang sangat besar sehingga tidak mungkin diukur menggunakan multimeter biasa.

Untuk lapisan tipis yang diberi elektroda, persamaan (2.6) menjadi (Matsuda, 1988) :

$$r = \frac{wb}{f} R \dots\dots\dots (2.10)$$

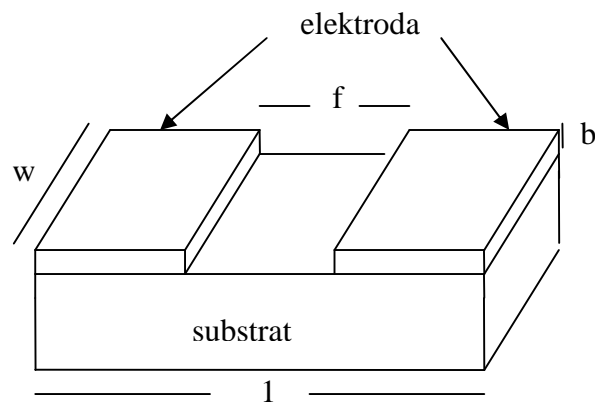
Keterangan :  $r$  = Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ )

$w$  = Lebar lapisan (m)

$f$  = Jarak antar elektroda (m)

$b$  = Tebal Lapisan (m)

$R$  = Resistansi ( $\Omega$ )



Gambar 2.2. Lapisan tipis yang diberi elektroda (Matsuda, 1988)

### 2.3. Sifat Optik

Karakterisasi sifat optik suatu lapisan tipis antara lain tingkat absorptansi dan transmitansi.

#### 2.3.1. Transmitansi

Transmitansi merupakan rasio antara intensitas cahaya yang keluar dari bahan/medium dengan intensitas cahaya datang. Proporsi berkas cahaya datang yang diserap oleh suatu bahan/medium tidak bergantung pada intensitas berkas cahaya datang. Hal ini tentunya hanya berlaku jika didalam bahan/medium tersebut tidak ada reaksi kimia ataupun proses fisis yang dapat dipicu atau diimbangi oleh berkas cahaya datang tersebut. Dalam hal demikian, intensitas cahaya yang keluar  $I$  setelah melewati bahan/medium tersebut dapat dituliskan dalam bentuk sederhana sebagai berikut :

$$I = T \cdot I_0 \dots\dots\dots (2.11)$$

Dengan:  $I_0$  = intensitas berkas cahaya masuk/datang

$I$  = intensitas berkas cahaya keluar

$T$  = Transmitansi.

Maka jika transmitansi dinyatakan dalam % :

$$T = \left( \frac{I}{I_0} \right) \cdot 100\% \dots\dots\dots (2.12)$$

#### 2.3.2. Absorbansi

Absorpsi terjadi pada saat foton bertumbukan langsung dengan atom-atom pada material dan kehilangan energi pada elektron atom. Foton mengalami perlambatan bahkan berhenti saat masuk pada material. Energi foton yang diserap

oleh atom /molekul dan digunakan oleh elektron didalam atom/molekul tersebut untuk bertransisi ke tingkat energi elektronik yang lebih tinggi. Absorpsi menyatakan besarnya cahaya yang diserap oleh lapisan tipis dari total cahaya yang disinarkan. Absorpsi hanya terjadi jika selisih kedua tingkat energi elektronik tersebut ( $\Delta E = E_2 - E_1$ ) bersesuaian dengan energi cahaya (foton) yang datang. yaitu :

$$\Delta E = E_{\text{foton}} \dots\dots\dots (2.13)$$

Absorbansi dari suatu cahaya dapat didefinisikan sebagai berikut ([www.sentraBD.com](http://www.sentraBD.com)) :

$$Abs = \log\left(\frac{I_0}{I}\right) \dots\dots\dots (2.14)$$

Absorbansi cahaya (Abs) berbanding lurus dengan konsentrasi dan ketebalan bahan/medium. yakni :

$$Abs = e.c.l \dots\dots\dots (2.15)$$

Dengan :  $e$  = molar absorpsivitas untuk panjang gelombang tertentu, atau disebut sebagai koefisien ekstinsif (dalam liter mol<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>)

$c$  = konsentrasi molar (mol Liter<sup>-1</sup>)

$l$  = ketebalan dari bahan/medium yang dilintasi oleh cahaya (cm).

Koefisien absorbansi  $a$  merupakan rasio antara Absorbansi  $A$  dengan ketebalan bahan  $l$  yang dilintasi cahaya.

$$a = \frac{Abs}{l} \dots\dots\dots (2.16)$$

Hubungan antara koefisien absorbansi dengan energi foton dan energi gap optik adalah sebagai berikut (Takhasi K. Dan Konagai M., 1986) :

$$\sqrt{ah\nu} = B(h\nu - E_{opt}) \dots\dots\dots (2.17)$$

Dengan  $\nu = \frac{c}{\lambda}$

dimana  $\forall$  merupakan koefisien absorpsi ( $m^{-1}$ )

$h$  adalah tetapan Planck ( $6.626 \times 10^{-34}$  Js)

$\nu$  adalah frekuensi gelombang (Hz)

$E_{opt}$  adalah celah energi (J)

$\lambda$  adalah panjang gelombang cahaya (m)

$B$  merupakan kostanta yang bergantung pada material

## 2.4. KOMPOSISI

Dua hal yang paling umum dan sering digunakan dalam menentukan komposisi (konsentrasi) unsur-unsur pokok dari suatu campuran adalah *weight percent* (wt%) dan *atom percent* (at%). Dasar untuk *weight percent* (wt%) adalah berat relatif dari unsur tertentu dari berat campuran total. Untuk suatu campuran yang terdiri dari dua unsur, konsentrasi masing- masing unsur dalam wt% adalah :

$$C_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \times 100 \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana  $m_1$  dan  $m_2$  adalah berat (massa) dari unsur 1 dan unsur 2. Konsentrasi dari unsur 2 dapat dihitung dengan cara yang sama yaitu :

$$C_2 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \times 100 \dots\dots\dots (2.19)$$

Dasar untuk penghitungan *atom percent* (at%) adalah jumlah mol dari masing-masing unsur dalam hubungannya dengan jumlah mol total dari campuran. Jumlah mol dari massa unsur 1,  $n_{m_1}$ , dapat dihitung sebagai berikut :

$$n_{m_1} = \frac{m_1}{A_1} \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana  $m_1$  adalah massa unsur 1 (dalam gram) dan  $A_1$  adalah massa atom untuk unsur 1, dan konsentrasi unsur 1 dalam *atom percent* (at%) pada suatu campuran yang terdiri dari unsur 1 dan 2 adalah :

$$C_1' = \frac{n_{m_1}}{n_{m_1} + n_{m_2}} \times 100 \dots\dots\dots (2.21)$$

Dengan cara yang sama *atom percent* dari unsur 2 dapat dihitung sebagai berikut :

$$C_2' = \frac{n_{m_2}}{n_{m_1} + n_{m_2}} \times 100 \dots\dots\dots (2.22)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.20) dan (2.21) ke dalam persamaan (2.18) perhitungan *atom percent* dapat dikonversikan dalam perhitungan *weight percent* yang secara matematis dapat ditulis :

$$C_1 = \frac{C_1' A_1}{C_1' A_1 + C_2' A_2} \times 100 \dots\dots\dots (2.23)$$

$$C_2 = \frac{C_2' A_2}{C_1' A_1 + C_2' A_2} \times 100 \dots\dots\dots (2.24)$$

## 2.5. Metode Evaporasi untuk Deposisi Lapisan Tipis.

Metode Evaporasi merupakan salah satu metode yang tertua dalam pendeposisian lapisan tipis khususnya untuk lapisan logam (Sze, 1985). Bahan dipanaskan hingga mencapai fase uap (*point of vaporation*), kemudian

berkondensasi di atas permukaan lempeng (substrat) membentuk lapisan tipis. Agar dapat mengontrol komposisi material yang ter-evaporasi, maka evaporasi dilaksanakan pada kondisi hampa. Mesin Evaporator tipe *Ladd Research* adalah salah satu alat metalisasi yang bekerja dengan menggunakan penguapan ruang hampa.

Pembuatan lapisan tipis dengan cara penguapan sebenarnya dapat dilakukan di ruang terbuka, tetapi dengan pertumbuhan lapisan tipis yang tidak bagus karena pada saat pembuatan banyak gas-gas sisa didalamnya. Sehingga untuk mengurangi molekul-molekul yang mempengaruhinya maka pembuatan lapisan tipis dilakukan pada suatu ruang vakum.

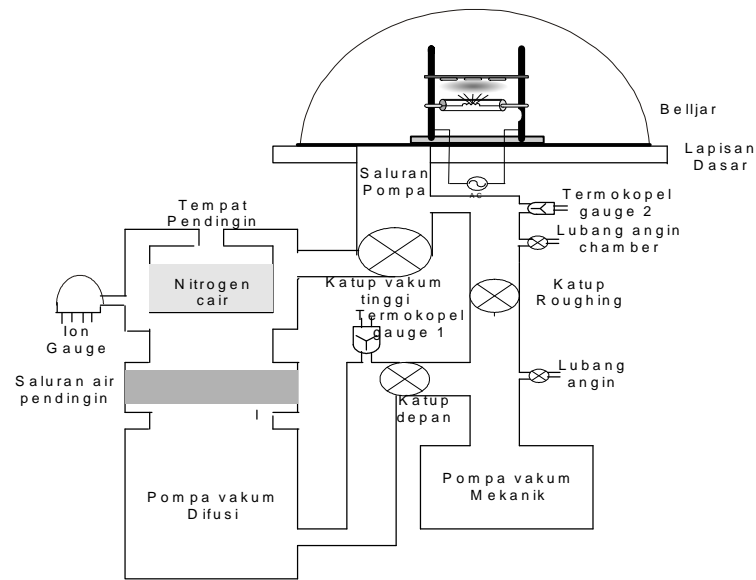
Keadaan vakum tidak dapat langsung dilihat oleh mata, karena pengisi ruangan berupa gas. Untuk itu diperlukan besaran fisis lain yang mempunyai kaitan erat dengan tingkat kevakuman agar tingkat kevakuman dapat diukur atau dapat dengan mudah diketahui. Keberhasilan dari proses evaporasi sangat ditentukan oleh jumlah molekul gas yang masih tersisa dalam ruang vakum (Kasmawan, 2000). Hal ini disebabkan jumlah molekul gas yang tersisa akan mempengaruhi gerak atom-atom material sumber menuju ke substrat.

Sistem evaporasi secara skematik diperlihatkan oleh gambar 2.3. Sistem evaporasi terdiri dari ruang hampa, pompa mekanik, pompa difusi, katup-katup dan komponen pendukung lainnya. Bila dibutuhkan kehampaan hanya orde  $10^{-3}$  Torr, maka cukup menggunakan pompa mekanik. Pengoperasian pompa difusi dibantu dengan gas nitrogen cair, yang berfungsi untuk mencegah kontaminasi oli dari pompa difusi dan pompa mekanik (Stuart, 1983).

Pada umumnya system evaporasi terdiri atas bagian-bagian penting sebagai berikut :

1. Ruang vakum untuk menyediakan lingkungan yang sesuai untuk proses evaporasi.
2. Pompa mekanik  
Alat ini berguna untuk mengeluarkan udara dari ruang *chamber* (evaporasi). Pompa ini mempunyai dua bagian utama yaitu bagian yang bergerak disebut rotor dan bagian yang tetap disebut stator.
3. Pompa difusi  
Alat ini berguna untuk menguapkan cairan dan memasukkan kedalam ruang vakum.
4. Generator variable  
Alat ini berguna untuk memberi tegangan pada alat regulator pembangkit arus.
5. Regulator pembangkit arus  
Alat ini berguna untuk membangkitkan arus yang diperlukan untuk memanaskan filament/boat.
6. Material sumber yang akan dipanaskan
7. Sumber panas, yang berguna untuk memanasi material sumber.
8. Substrat, sebagai tempat untuk lapisan tipis logam yang akan ditumbuhkan.
9. Pemegang substrat.





Gambar 2.3 Skema sistem vakum evaporator (Stuart, 1983)

Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam teknik evaporasi ini adalah sumber evaporasi (*evaporan*). Evaporasi yang biasa digunakan diantaranya evaporasi filament (*filament evaporation*) dan evaporasi pancaran electron (*electron-beam evaporation*). Pada penelitian ini hanya digunakan evaporasi filamen.

Pada evaporasi filamen, material sumber evaporasi dekat atau pada filamen yang telah dibentuk. Kelemahan evaporasi filamen adalah sulit mengontrol ketebalan film. Banyak jenis dan bentuk filamen sehingga harus disesuaikan dengan evaporan untuk menghindari terjadinya reaksi.

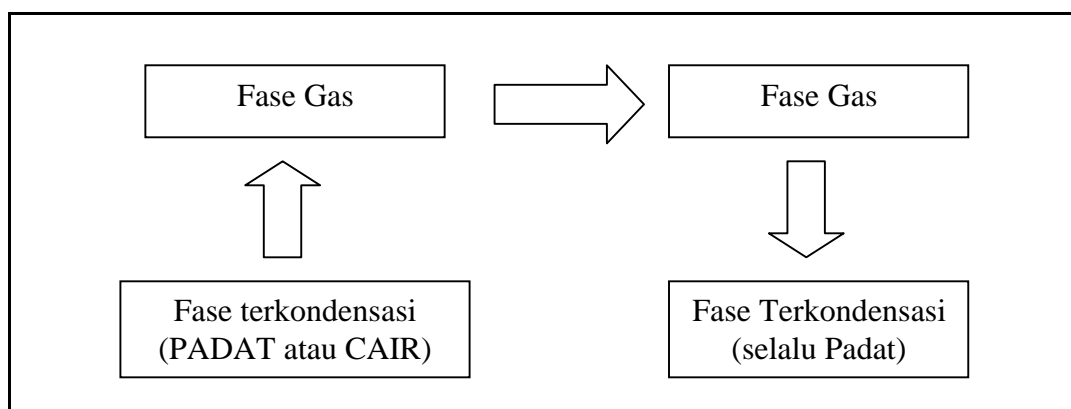
Bentuk praktis dari sumber tergantung dari bentuk-bentuk filamennya. Disini dipakai "*Resistance Heater Source*", bahan-bahannya terbuat dari bahan-bahan biasa dan kompleks. Bahan-bahan tahanan yang dipanasi harus memenuhi persyaratan sebagai berikut (Siregar, 1976) :

1. Harus menghasilkan panas pada suhu evaporasi dengan bentuk stabilitas strukturnya tetap tidak terpengaruh.
2. Tekanan penguapan bahan harus rendah sehingga hanya jumlah kecil saja dari bahan tersebut ikut terevaporasi.
3. Harus bisa menampung bahan-bahan yang akan dievaporasi.
4. Bahan-bahan tersebut tidak boleh alloy atau berreaksi dengan bahan-bahan yang ingin dievaporasikan.

Filamen biasanya terbuat dari Wolfram (W) atau Tungsten, Tallium (Ta), atau Molibdenum (Mo). Dalam penelitian ini menggunakan filamen *wire basket* karena jenis filamen ini cocok digunakan untuk bahan logam yang berbentuk kawat, seperti : Al, Ag, Pt, dan dalam bentuk pellet seperti : Ni, Fe, dll (Holland, 1958).

### 2.5.1. Proses Pelapisan Pada Sistem Evaporasi

Sistem evaporasi menyediakan sebuah sumber pemanas untuk mengevaporasikan material logam yang diinginkan. Proses evaporasi dapat digambarkan dalam sebuah diagram pada gambar 2.4.



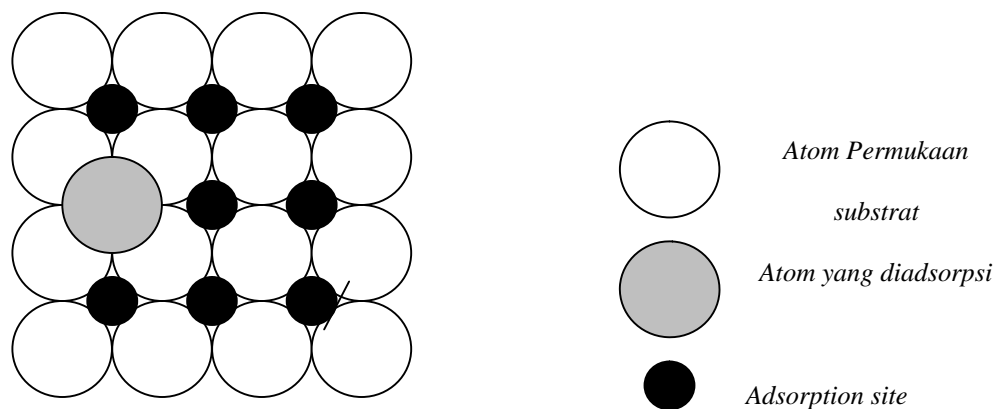
Gambar 2.4. Diagram proses PVD (*Physical Vapor Deposition*)-Evaporasi

Pada pemanas (*heater*) ini dilewatkan arus yang cukup tinggi untuk membawa material sumber ke suhu evaporasinya, yaitu suhu yang tekanan uapnya

cukup untuk mendekat keluar uap-uap dari material sumber. Dalam proses ini material yang digunakan padat, sedangkan untuk cair tidak bisa karena jika menggunakan cair akan bereaksi dengan elemen pemanasnya. Material sumber yang akan dievaporasikan ini selanjutnya bergerak meninggalkan sumber panas dalam bentuk gas. Sifat transport zat berperan dalam peristiwa ini, sifat transport zat didefinisikan sebagai kemampuan zat itu untuk memindahkan materi, energi atau suatu sifat lainnya dari suatu tempat ke tempat lain. Pada saat itu, atom-atom bergerak dengan energi kinetik yang besarnya kira-kira  $\frac{3}{2}kT$ . Arah gerakannya kesegala arah dan bergantung pada jenis sumber yang digunakan. Akhirnya proses pelapisan terbentuk setelah atom-atom tersebut mengalami proses kondensasi pada setiap permukaan substrat yang ditimpa atom-atom (Kasmawan, 2000 ).

### **2.5.2. Deposisi Lapisan Tipis**

Kondensasi permukaan dari bahan pelapis adalah dengan adsorpsi dari atom-atom atau molekul-molekul evaporasi pada permukaan substrat. yang terdapat beribu-ribu *adsorption site*. Pada permukaan  $1 \text{ m}^2$  terdapat kira-kira  $10^{15}$  *adsorption site*. Pada setiap *adsorption site* ini atom yang datang akan terikat dengan energi adsorpsi tertentu. Jadi *adsorption site* merupakan posisi paling penting pada permukaan substrat, dimana atom-atom yang terdeposisi ini dikenal dengan adatom. Adatom merupakan atom-atom yang menempati *adsorption site* pada permukaan substrat.



Gambar 2.5. Posisi *adsorption site* pada permukaan substrat

(Mahmudi, 2004)

Gaya tarik menarik antara atom yang diadsorpsi dengan substrat disebut energi adsorpsi, yaitu energi yang diperlukan untuk memindahkan atom-atom dari permukaan substrat yang jauh tak berhingga. *Adsorption site* dengan energi adsorpsi yang paling besar merupakan tempat paling stabil bagi atom.

Pada tekanan yang sesuai dengan penguapan, uap bahan pelapis dalam bentuk atom-atom atau molekul-molekul datang pada permukaan substrat dengan tidak mengalami kehilangan energi atau tumbukan. Apabila atom-atom yang datang itu menghampiri substrat, mereka akan mengalami medan gaya dari permukaan substrat.

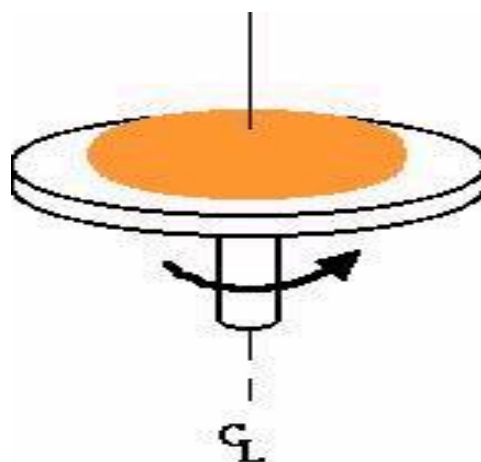
Atom-atom yang diadsorb tidak akan tinggal diam melainkan mempunyai kecenderungan untuk meninggalkan permukaan substrat kembali (*reevaporasi*), untuk reevaporasi diperlukan energi yang sama besar dengan energi adsorpsi. Selain reevaporasi, atom-atom itu kemungkinan melakukan *migrating* atau *hopping* yaitu berpindah tempat atau melompat ke *adsorption site* lain yang berdekatan. Energi yang diperlukan untuk berpindah tempat atau melompat ini

disebut energi difusi permukaan, dimana energi ini lebih kecil dari energi adsorpsi.

Setelah terbentuk lapisan pada substrat, maka atom-atom bahan pelapis yang datang ke substrat akan menumbuki atom-atom bahan pelapis yang berdeposit pada permukaan substrat. Pada keadaan ini energi ikatan tinggi dan sedikit sekali kemungkinan terjadi refleksi atau desorpsi. Kekuatan ikatan antara atom-atom bahan pelapis yang mengenai substrat dengan lapisan bahan teratas pada substrat sangat mempengaruhi pelengketan (adhesi) dari lapisan itu (Mahmudi, 2004).

## 2.6. Metode Spin Coating

Pembuatan lapisan membran ini menggunakan polimer *Polyvynyl Alcohol* (PVA) yang dapat ditempelkan pada substrat dengan teknik *spin coating*. Bahan polimer *Polyvynyl Alcohol* (PVA) ini ditempelkan sebagai suatu lapisan membran pada substrat dengan pemutaran menggunakan spinner.



Gambar 2.6. Gambaran proses spin coating

Spin Coating merupakan suatu metode untuk mendeposisikan lapisan tipis dengan cara menyebarkan larutan lapisan tipis ke atas substrat terlebih dahulu,

kemudian substrat diputar dengan kecepatan konstan tertentu agar dapat diperoleh endapan lapisan tipis di atas substrat.

Bahan lapisan tipis yang memungkinkan diendapkan menggunakan cara ini adalah bahan organik ataupun organometalik. Dengan spin coating dimungkinkan dapat diperoleh kualitas lapisan tipis yang semakin sempurna (Hariyadi, 1998).

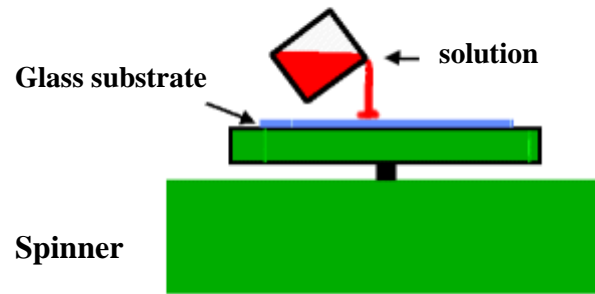
Pada metode *spin coating*, material coating dideposisi atau diletakkan pada bagian tengah substrat dengan cara dituangkan atau diteteskan diatas substrat kemudian diputar dengan kecepatan putar tertentu. Prinsip Fisika dibalik *spin coating* adalah keseimbangan antara gaya viskositas yang dijelaskan oleh viskositas pelarut dengan gaya sentrifugal yang dikontrol oleh kecepatan spin. Dengan menganggap lapisan pada awalnya seragam, ketebalan lapisan sebagai fungsi waktu adalah sebagai berikut (M.L. Pourciel dkk, 2003) :

$$h(t) = h_0 \left[ 1 + \frac{4rw^2h_0^2t}{3h} \right]^{-\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.25)$$

Dimana  $h_0$  adalah ketebalan lapisan pada saat  $t=0$ ,  $\rho$  adalah massa jenis,  $\omega$  adalah kecepatan putar dalam radian per sekon, dan  $\eta$  adalah viskositas dalam poise.

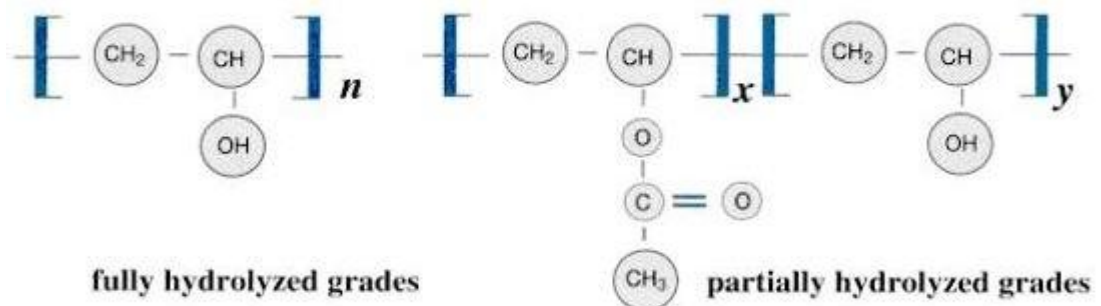
Beberapa variable parameter proses yang termasuk dalam spin coating adalah :

1. Viskositas atau kekentalan larutan
2. Kandungan material
3. Kecepatan anguler
4. Waktu putar atau *spin time*

Gambar2.7 . Proses *Spin Coating*

### 2.7. Polyvinil Alcohol (PVA)

*Polyvinil Alcohol* ( PVA ) mengandung sekelompok *styryl pyridium* yang digunakan sebagai polimer fotosensitif. Polimer ini juga dapat digunakan sebagai material bioteknologi, yaitu material yang dapat digunakan sebagai *interface* untuk penumbuhan sel, protein dan enzim. Hal ini karena polimer ini tidak membuat kekebalan (seperti tidak membentuk *antibody* dalam tubuh), tidak mengalami mutasi dan tidak bersifat *carcinogenic*. Atas dasar inilah digunakan PVA yang berfungsi sebagai membrane tembus oksigen untuk penumbuhan enzim *Glucose Oxidase* ( GOD ). Sifat dari PVA sendiri adalah tak berwarna, mudah larut dalam air dan bersifat mudah terbakar. Ikatan kimia dari PVA adalah sebagai berikut :



Gambar 2.8. Struktur ikatan kimia PVA

PVA adalah bahan yang larut dalam air yang dihasilkan melalui proses hidrolisis *Polyvynylacetate* yang mana *Polyvynylacetate* tersebut terbentuk dari penggabungan molekul-molekul (polimerisasi) dari monomer *vinylacetate*. Proses hidrolisis tersebut di klasifikasikan dalam dua kelompok yaitu hidrolisis penuh dan hidrolisis sebagian.

Sifat-sifat umum dari *Polyvinyl alcohol* (PVA) adalah sebagai berikut :

Bentuk	: Butiran atau serbuk berwarna putih
Kerapatan volume	: $642 \text{ kg/m}^3$
pH	: $5 \sim 7$
Titik leleh	: $(210-230)^\circ\text{c}$ untuk hidrolisis penuh dan $(150-190)^\circ\text{c}$ untuk hidrolisis sebagian
Resistivitas elektrik	: $(3.1 - 3.8) \times 10^7 \Omega\text{cm}$

PVA mempunyai sifat berubah warna secara perlahan-lahan ketika berada pada suhu  $100^\circ\text{c}$  dan akan berubah menjadi hitam ketika berada pada suhu diatas  $160^\circ\text{c}$ . Selain berubah warna, PVA dapat memisah secara perlahan-lahan pada suhu diatas  $180^\circ\text{c}$  atau sama dengan titik lelehnya. PVA tidak dapat larut dalam tubuh binatang, tumbuhan dan bahan berminyak, dan kepadatan PVA tidak terbatas ketika dilindungi dari uap.

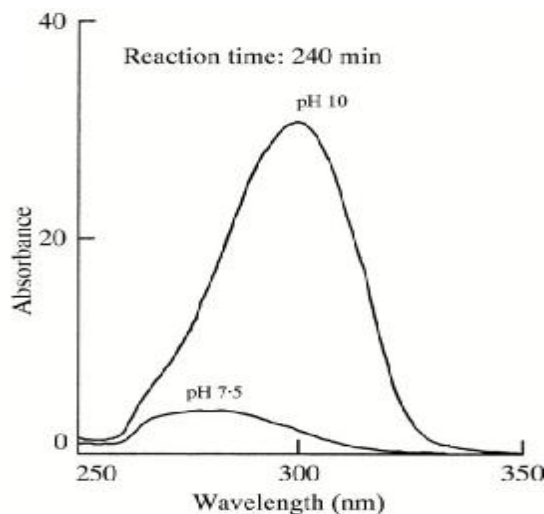
PVA cukup mudah larut dalam air, tetapi kelarutannya tergantung dari derajat polimerisasi dan derajat hidrolisis. PVA dengan derajat polimerisasi yang rendah lebih mudah dilarutkan dalam air. Secara umum, PVA dengan tingkat hidrolisis sebagian lebih mudah dilarutkan daripada tingkat hidrolisis penuh. Selain itu kecepatan larut PVA tergantung pada suhu pelarut. Hidrolisis sebagian



dilarutkan dalam suhu ruang lebih mudah daripada hidrolisis penuh yang tidak mudah larut dalam suhu ruang.

PVA dapat digunakan sebagai lapisan tipis yang sensitif khususnya dalam matrik immobilisasi untuk berbagai aplikasi. Jaringan polimerik PVA dihasilkan dari penggunaan *glutaraldehyde* atau dengan teknik pembuatan gel agar menjadi polimer yang sensitif terhadap cahaya.

Dari jurnal *Microbiology* 2000, 146, 649-657 diperoleh informasi bahwa absorbansi dari *Polyvynyl Alcohol* (PVA) berada pada daerah sinar UV, yang ditunjukkan dalam gambar berikut ini (Masayuki Shimaok, 2000) :



Gambar 2.9. Absorbansi *Polyvynyl Alcohol* (PVA) terjadi pada sekitar panjang gelombang 300 nm (Masayuki Shimaok, 2000)

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di :

1. Sub Lab Fisika Laboratorium Pusat MIPA UNS Surakarta untuk Pendeposisian Lapisan Tipis Pt dan karakterisasi Resistansi.
2. Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika FMIPA UNS Surakarta untuk penumbuhan membran PVA menggunakan metode spin coating
3. Sub Lab Biologi Laboratorium Pusat MIPA UNS Surakarta untuk karakterisasi UV-Vis menggunakan *UV Visible Spectrophotometer 1601PC*.

Untuk waktu penelitian dilaksanakan antara bulan maret sampai dengan September 2006.

#### **3.2. Bahan Penelitian.**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. *Polyvinyl Alcohol* (PVA) 98-99% *hydrolyzed* (9002-8-5) Mw 85-146
2. Platinum Murni 99.99%
3. Kaca Preparat
4. Aceton
5. Aquades
6. Methanol
7. Nitrogen Cair
8. Kertas puyer

9. *Hidrofluorida ( HF )***3.3. Alat Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Nama alat	Kegunaan
1. Multimeter	Untuk mengetes sambungan pada elektroda saat proses evaporasi
2. <i>Ultrasonic cleaner</i>	Untuk membersihkan substrat
3. Neraca Ohaus	Untuk melakukan penimbangan material
4. <i>Two point probe</i> Keithley Type 6517A	Untuk mengkarakterisasi I – V pada lapisan tipis PVA.
5. <i>Four Point Probe</i> <i>Jandel</i>	Untuk mengkarakterisasi I – V pada lapisan tipis Platinum
6. Spin Coater	Untuk menumbuhkan lapisan PVA dengan metode spin coating
7. <i>UV Visible</i> <i>Spectrophotometer</i> <i>1601 PC</i>	Untuk mengkarakterisasi sifat optic dari lapisan tipis yang sudah dihasilkan, yakni absorbansi
8. Becker Glass	Sebagai wadah cairan
9. Pipet tetes	Untuk meneteskan PVA diatas elektroda Pt
10. Pinset	Untuk mengambil dan meletakkan materi
11. Bronsen	Sebagai pemanas saat pembuatan gel PVA
12. Evaporator Termal tipe <i>Ladd Research</i>	Sebagai alat untuk membuat lapisan tipis Platinum

Nama Alat	Kegunaan
13. Jangka sorong	Untuk mengukur jarak deposit pada saat pembuatan lapisan tipis Pt
14. Patridisk	Untuk meletakkan substrat agar tidak terkontaminasi dengan udara luar
15. Kompresor	Untuk mengeringkan substrat kaca setelah dibersihkan dengan <i>Ultrasonic Cleaner</i>
16. <i>Wire cut filter</i>	Sebagai tutup dalam pembuatan pola lapisan tipis Platinum dengan variasi jarak celah yang berbeda – beda.

### 3.4. Metode Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 3.4.1. Pembersihan Substrat

Substrat yang digunakan adalah kaca preparat 10mm x 20 mm dengan ketebalan 1mm – 1.2mm. Substrat yang sudah siap tersebut sebelum digunakan untuk evaporasi lapisan tipis terlebih dahulu dibersihkan dengan ultrasonic cleaner dengan larutan Methanol. Kemudian substrat dikeringkan dengan kompresor pada suhu kamar sampai kering lalu dibungkus dengan kertas minyak dan plastik untuk menghindari kotoran dan lemak.

#### 3.4.2. Penimbangan Substrat

Substrat yang akan digunakan pada proses Evaporasi terlebih dahulu ditimbang massanya dengan menggunakan *neraca ohaus*. Dan substrat yang telah terlapsi oleh Platinum juga ditimbang guna mengetahui massa lapisan tipis Platinum.

### 3.4.3. Persiapan Evaporasi

Dalam tahap persiapan ini langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Mengecek Posisi air inlet harus tertutup, tuas mengarah ke atas.
2. Posisi tuas MANIFOLD VALVE ( terletak di sebelah kanan evaporator ) pada posisi CLOSE.
3. Mengatur agar jarum merah pada panel BELLJAR TC berada diangka 40.
4. Memastikan permukaan oli pompa rotari harus berada antara batas maksimum dan minimum.
5. Membuka tutup BELLJAR. memastikan tidak ada “benda asing” didalam sistem.
6. Memastikan karet seal sudah terpasang benar dan tepat pada tempatnya.
7. Pemasangan Heater atau filamen pada tempat yang telah tersedia dan mengencangkan skrup holder pada kedua ujungnya.
8. Meletakkan material sumber ditengah filamen.
9. Memasang substrat pada pemegang substrat dengan jarak 1,74 cm dari sumber.
10. Memeriksa hubungan kabel heater dengan ohmmeter. Memastikan kabel tidak menyentuh bodi. Mengatur posisi kabel elektroda sesuai dengan elektroda selector.
11. Menutup Chamber dengan Belljar.
12. Menutup kran saluran udara luar sehingga chanber terisolasi dari udara luar.

#### 3.4.4. Pengoperasian Evaporator.

Setelah persiapan selesai, dilanjutkan pengoperasian Evaporator dengan tahapan sebagai berikut :

1. Menghubungkan kabel main socker di dinding. Menggeser saklar ON-OFF AVR pada posisi ON. Menunggu sampai lampu indicator transformator step down berwarna hijau.
2. Menekan saklar ON-OFF MAIN SWITCH evaporator pada posisi ON, ditandai dengan lampu indicator akan menyala merah. Begitu juga lampu indicator main valve juga menyala merah.
3. Menyalakan saklar ON-OFF MECH PUMP pada posisi ON dengan indicator lampu merah.
4. Mengubah posisi MANIFOLD VALVE pada posisi ROUGHING.
5. Mengamati panel BELLJAR TC. Mencatat waktu yang diperlukan pompa vacuum untuk mencapai tekanan 0,04T.
6. Setelah kira-kira 25 menit, lampu indicator merah pada tuas MAIN VALVE akan padam.
7. Memindahkan posisi tuas MANIFOLD VALVE dari posisi ROUGHING ke BACKING. Mengamati panel BELLJAR TC. Jika jarum penunjuk tekanan bergerak kekiri berarti terdapat out gassing, maka pindah posisi MANIFOLD VALVE ke ROUGHING. Pompa lagi sekitar 10 menit.
8. Membuka kran air dan memastikan bahwa air sudah mengalir.
9. Menghidupkan pompa difusi dengan menekan saklar DIFFUSION PUMP ke posisi ON. Lampu indicator pada saklar tersebut menyala merah. Menunggu kira-kira 15 menit agar oli pompa difusi cukup panas.

Memeriksa tempat oli dengan memercikkan sedikit air. Jika air percikan menguap dengan cepat berarti pompa difusi siap dioperasikan.

10. Menunggu sampai lampu indicator pada tuas MAIN VALVE padam dan lampu indicator pada PRESSURE GAUGE menyala.
11. Menuangkan nitrogen cair dari tempat penyimpanan ke termos kecil.
12. Memasukkan nitrogen cair dari cair termos ke sistem evaporator sampai penuh. Menunggu sebentar, sekitar 2-3 menit.
13. Mengubah posisi tuas tuas MANIFOLD VALVE dari posisi RUGHING ke Posisi BACKING.
14. Menekan tombol dibelakang tuas MAIN VALVE dengan kuat kemudian memutar tuas tersebut ke OPEN.
15. Memperhatikan panel DISCHARGE GAUGE bagian bawah. Jarum penunjuk akan bergerak ke arah kiri. Menunggu sampai jarum menunjukkan angka  $10^{-6}$  atau lebih kecil.
16. Menambahkan nitrogen cair jika jarum DISCHARGE GAUGE sulit bergerak ke kiri.
17. Menhidupkan saklar ELECTRODA SWITCH, ditandai dengan menyalnya lampu indicator merah pada saklar tersebut.
18. Menaikkan arus listrik dengan memutar ELECRODA CONTROL sesuai dengan keperluan. Sampel akan membara, meleleh kemudian menguap.
19. Memutar ELECRODA CONTROL sampai arus pada posisi minimum, kemudian mematikan ELECTRODA SWITCH yang ditandai matinya lampu pada saklar tersebut.
20. Evaporasi telah selesai dilakukan.

21. Mengubah tuas MAIN VALVE pada posisi CLOSE.
22. Menekan saklar ON-OFF DIFFUSION PUMP pada posisi OFF. Lampu indicator berwarna merah pada saklar tersebut akan padam.
23. Mengubah tuas MANIFOLD VALVE pada posisi BACKING.
24. Menunggu kira-kira 25 menit sampai oli pompa difusi dingin. Tutup kembali kran air.
25. Mengubah tuas pada MANIFOLD VALVE pada posisi CLOSE.
26. Mematikan MECH PUMP yang ditandai dengan matinya lampu pada saklar tersebut.
27. Mematikan system dengan mematikan MAIN SWITCH yang ditandai dengan matinya lampu pada saklar tersebut.
28. Mematikan saklar AVR.
29. Mencabut kabel main socket dari dinding.
30. Membuka tuas AIR INLET. Biarkan udara masuk kedalam BELLJAR.
31. Membuka BELLJAR dengan hati-hati.letakkan pada tempat yang aman.
32. Mengambil sample dengan hati – hati.
33. Membersihkan BELLJAR dan bagian lain yang dianggap perlu dengan alcohol secukupnya.
34. Mengembalikan BELLJAR pada tempatnya.
35. Melakukan proses pendinginan selama 20 menit, kemudian mengubah knob hitam manifold valve ke posisi close dan mematikan tombol main switch serta mematikan kran saluran air untuk pendingin dan power supply.



### 3.4.5. Proses Spin Coating.

Pada proses ini diawali dengan pembuatan gel Polyvinyl alcohol (PVA). Pada penelitian ini akan dilakukan variasi konsentrasi dari gel yaitu dengan perbandingan massa PVA dengan massa air. PVA tersebut dilarutkan dalam air yang telah dipanaskan sampai mendidih, kemudian diaduk hingga terbentuk gel PVA. Setelah itu menuju proses Spin Coating yaitu dengan langkah sebagai berikut :

1. Meneteskan gel PVA pada bagian tengah substrat yaitu pada bagian celah dari lapisan tipis Platinum sebanyak dua tetes.
2. Menyebarkan gel PVA dengan memutar Spinner dengan kecepatan tertentu dalam beberapa menit hingga terbentuk lapisan tipis.
3. Mengulangi langkah a dan b untuk konsentrasi Gel PVA yang berbeda.

### 3.4.6. Karakterisasi Multilayer Pt dan PVA.

Karakterisasi lapisan tipis yang dideposisi pada substrat kaca dilakukan dengan beberapa pengukuran terhadap lapisan-lapisan yang terbentuk, yang meliputi pengukuran resistansi dengan *Four Point Probe Jandel* dan *Two Point Probe*, karakterisasi absorbansi dengan *UV-Visible Spectrophotometer 1601 PC*.

#### 3.4.6.1. Pengukuran resistansi lapisan tipis

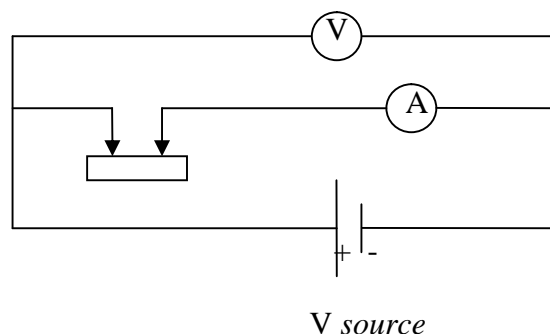
Pengukuran resistansi lapisan tipis Pt dilakukan dengan menggunakan *Four Point Probe Jandel* dengan tahapan :

1. Menyalakan power suplay
2. Mengendorkan sekrup samping kemudian membuka penutup probenya lalu mengencangkan kembali sekrup sampingnya.

3. Meletakkan substrat tepat dibawah probe, kemudian mengendorkan sekrup samping dan meletakkan probe holder hingga kontak dengan substrat, lalu mengencangkan kembali sekrup samping, dimulai dari yang atas baru kemudian yang bawah.
4. Mengendorkan sekrup pada probe holder hingga probe kontak dengan lapisan tipis pada substrat secara otomatis tanpa merusak lapisan tipisnya.
5. Mengubah saklar pada posisi read dan menekan tombol forward untuk memulai pengukuran. Apabila lampu merah indicator menyala berarti probe belum kontak dengan lapisan tipis. Oleh karena itu atur kembali posisi probe hingga lampu indikatornya tidak menyala merah baru dilakukan pengukuran.
6. Dari data  $I - V$  yang diperoleh kemudian melakukan perhitungan resistansi Platinum.

Pengukuran resistansi lapisan tipis PVA diatas elektroda Pt dilakukan dengan metode *two point probe*. Dalam metode ini digunakan *Keithley* seri 6517 A dalam rangkaian sebagai *Vsource*. Tahapan pengukuran adalah sebagai berikut :

1. Merangkai alat percobaan sesuai gambar dibawah ini :



Gambar 3.1. Skema *Two Point Probe*

2. Menyalakan Keithley seri 6517 A kemudian mengatur Tegangannya dalam satuan volt.
3. Menekan tombol operate pada Keithley seri 6517 A.
4. Menaikkan tegangan sumber, mencatat arus yang terukur dan tegangan yang terukur pada digital multimeter.
5. Membuat grafik I – V
6. Dari data I – V yang diperoleh kemudian melakukan perhitungan resistansi lapisan PVA.

#### 3.4.6.2. Karakterisasi Absorbansi

Dilakukan dengan UV-Visible *Spectrofotometer 1601 PC*. Dengan tahapan sebagai berikut :

1. Mengatur panjang gelombang yang digunakan yaitu pada panjang gelombang 300 – 500 nm.
2. Untuk pengukuran absorbansi dilakukan pada skala absorbansi dari 0 – 4 karena kemampuan UV-Visible *spectrophotometer 1601 PC* ini hanya mampu mendeteksi sampai skala absorbansi 4.

#### 3.4.7. Karakterisasi Ketebalan.

Karakterisasi ketebalan lapisan tipis Pt hasil Evaporasi mempunyai beberapa tahap sebagai berikut :

1. Tahap penimbangan lapisan tipis Pt.

Sebelum dilakukan pelapisan., substrat ditimbang massanya terlebih dahulu, selanjutnya substrat yang sudah terlapisi Pt ditimbang kembali. Selisih dari pengukuran tersebut merupakan massa lapisan tipis.

2. Tahap Perhitungan dengan rumus ketebalan

Dari data yang diperoleh diatas akan dapat ditentukan ketebalan lapisan tipis Pt dengan menggunakan rumus dalam persamaan (2.1).

### 3.4.8. Tehnik Analisa Data

#### 3.4.8.1. Resistivitas Lapisan Tipis Platinum.

Pengukuran Resistivitas Lapisan Tipis Platinum hasil metalisasi menggunakan metode evaporasi termal dilakukan dengan Four Point Probe Jandel. Dari pengukuran tersebut akan didapatkan data tegangan V dan arus I. Dari data I-V tersebut dapat dibuat grafik I-V dengan V sebagai sumbu y dan I sebagai sumbu x. Dengan menggunakan persamaan linier  $y = mx + n$ , maka resistansinya merupakan slope dari persamaan linier tersebut dan resistivitasnya dihitung dengan menggunakan persamaan (2.9). Sedangkan untuk ketidakpastiannya  $S_m$  dihitung menggunakan simpangan baku (Darmawan Djonoputro. 1984) :

$$S_y^2 = \frac{1}{N-2} \left[ \sum y_i^2 - \frac{\sum x_i^2 (\sum y_i)^2 - 2 \sum x_i \sum y_i \sum (x_i y_i) + N (\sum x_i y_i)^2}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \right] \quad (3.1)$$

$$\Delta R = S_y \sqrt{\frac{N}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}$$

Untuk ketidakpastian  $r$  atau  $\Delta r$  diperoleh dari perbandingan m dan  $\Delta R$ . sehingga :

$$\Delta r = \frac{\Delta R}{R} r \dots\dots\dots (3.2)$$

#### 3.4.8.2. Resistivitas Lapisan Tipis PVA

Pengukuran resistivitas lapisan tipis PVA hasil spin coating dilakukan dengan *Two Point Probe*. Dari pengukuran tersebut akan diperoleh data tegangan

V dan arus I. Dari data I-V tersebut dapat dibuat grafik I-V dengan V sebagai sumbu x dan I sebagai sumbu y. Dengan menggunakan persamaan linier  $y = mx + n$ , maka resistansinya merupakan slope dari persamaan linier tersebut dan resistivitasnya dihitung menggunakan persamaan (2.10). Sedangkan ketidakpastian  $r$  atau  $\Delta r$  diperoleh dari rumus dibawah ini :

$$\frac{\Delta r}{r} = \sqrt{\left(\frac{\Delta R}{R}\right)^2 + \left(\frac{\Delta w}{w}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b}{b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta f}{f}\right)^2} \dots\dots\dots (3.3)$$

sehingga  $r = r \pm \Delta r \dots\dots\dots (3.4)$

### 3.4.8.3. Ketebalan.

Penentuan tebal lapisan tipis Pt dilakukan dengan menggunakan metode penimbangan (*gravimetric*). Dengan asumsi bahwa ketebalan lapisan tipis pada setiap sampel sama, maka massa substrat sesudah terlapis dikurangi massa sebelum evaporasi didapatkan massa lapisan tipis yang terdeposisi pada sampel. Maka pada penelitian ini perhitungan ketebalan menggunakan persamaan (2.1). dengan ralat

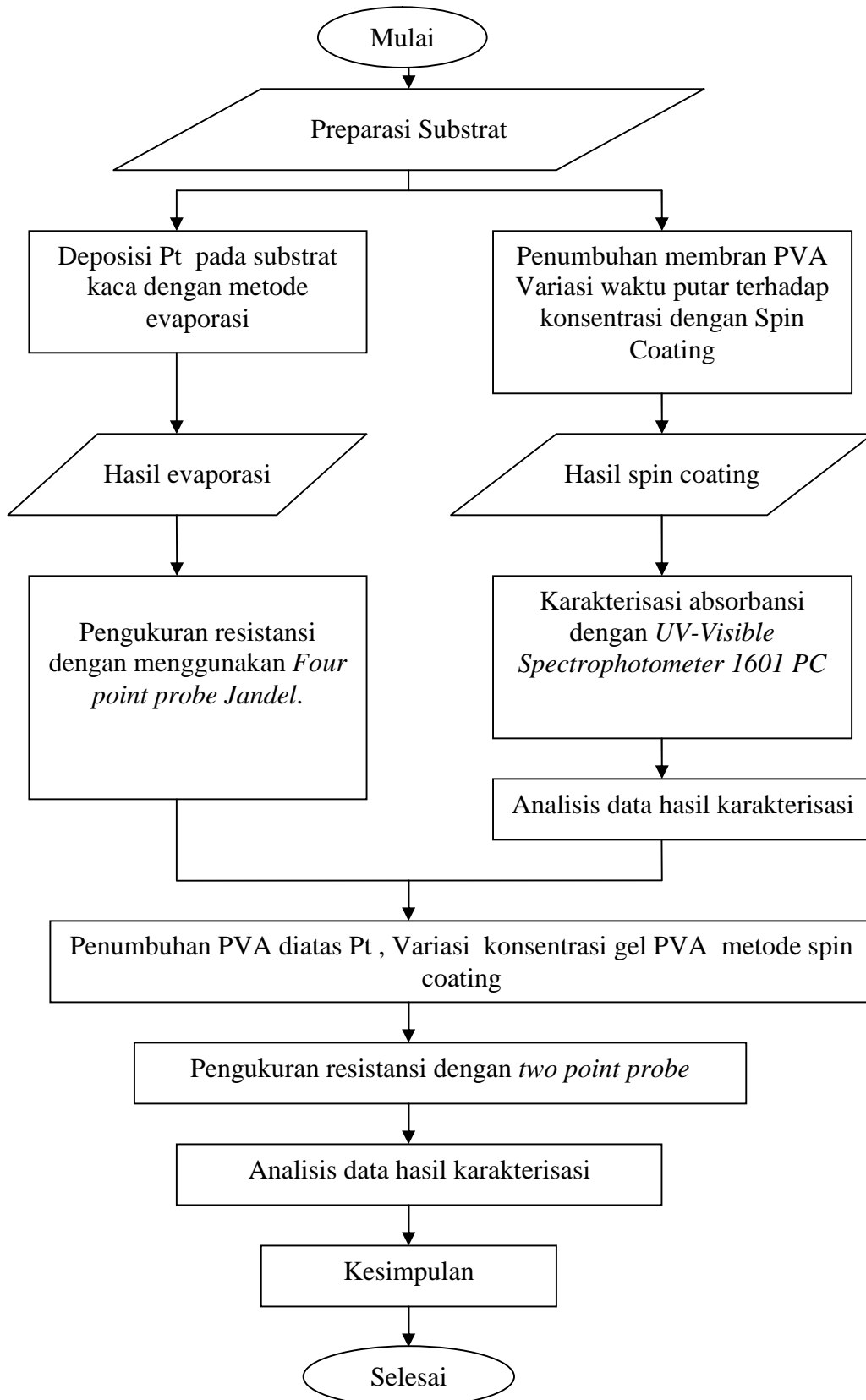
$$\frac{\Delta t_0}{t_0} = \sqrt{\left(\frac{\Delta m}{m}\right)^2 + \left(\frac{\Delta A}{A}\right)^2} \dots\dots\dots (3.5)$$

sehingga ketebalan dari lapisan tipis Pt adalah :

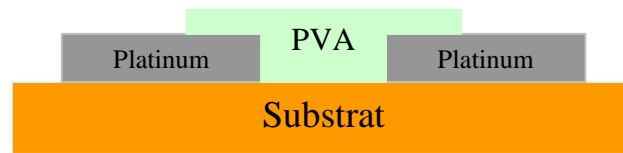
$$t = t_0 \pm \Delta t_0 \dots\dots\dots (3.6)$$

## 3.5. Prosedure Penelitian

Penelitian ini disajikan dalam bentuk diagram alir penelitian sebagai berikut:



Struktur Devais penelitian ini adalah



Gambar 3.2. Struktur Devais Lapisan Platinum dan PVA

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Deposisi Lapisan Tipis Platinum

Deposisi lapisan tipis Platinum ini dilakukan dengan metode Evaporasi Termal dengan menggunakan Evaporator Tipe Ladd Research di Sub Lab Fisika Laboratorium Pusat MIPA UNS Surakarta.

Dalam sistem Evaporasi ini dipakai sumber pemanas Tungsten (W) untuk mengevaporasi material Platinum (Pt). Pada mesin Evaporator tekanan vakum yang dicapai dikaitkan dengan lamanya pengoperasian pompa vakum. Pertama pemompaan dilakukan oleh pompa mekanik, dimana pompa mekanik hanya mampu memvakumkan sampai orde  $10^{-5}$  torr dan membutuhkan waktu sekitar 2 jam. Sedangkan pada eksperimen ini digunakan keadaan vakum mencapai  $10^{-6}$  Torr sehingga digunakan pompa difusi. Tekanan sekitar  $4 \times 10^{-6}$  Torr sampai  $9 \times 10^{-6}$  tercapai dengan pengoperasian kira-kira 2 jam dan menggunakan nitrogen cair.

Parameter-parameter dalam proses deposisi ini adalah sebagai berikut :

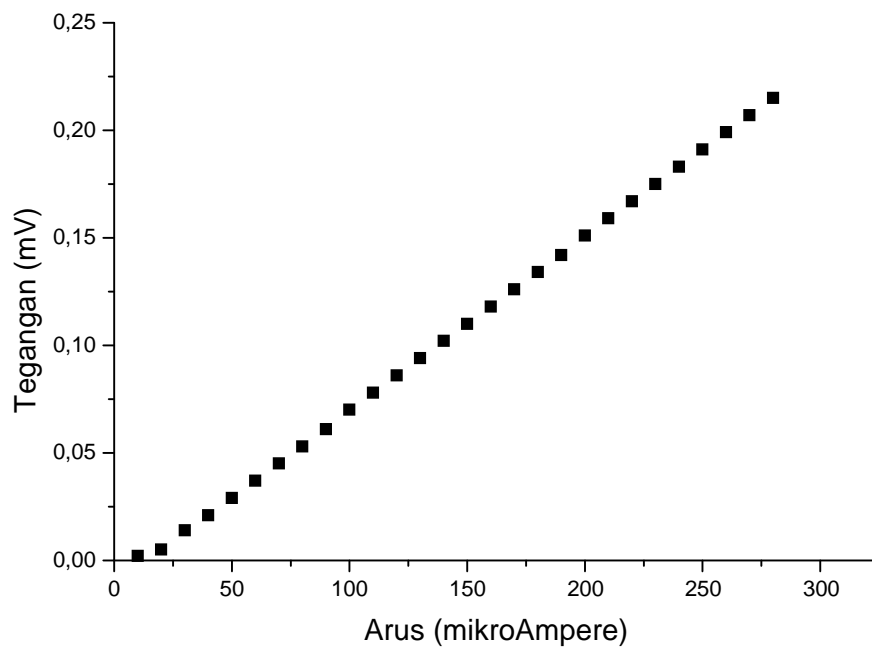
Material sumber	: Platinum 99,99%
Massa Evaporan	: $(0,0200 \pm 0,00005)$ gram
Jarak Substrat	: $(17,4 \pm 0,05)$ mm
Arus Elektroda	: $(17 - 18)$ Ampere
Tekanan	: $(4 - 6) \times 10^{-6}$ Torr
Lama penembakan	: $\pm(0,5 - 1)$ menit



Pembuatan lapisan tipis dengan metode evaporasi ini sebenarnya dapat dilakukan diruang terbuka tetapi dengan pertumbuhan lapisan tipis yang tidak bagus, karena pada saat pembuatan banyak gas-gas dan molekul-molekul yang mempengaruhi sehingga lapisan yang terbentuk tidak akan seragam (uniform). Maka pembuatan lapisan tipis dilakukan pada suatu ruang vakum.

#### 4.1.1. Resistivitas Lapisan Tipis Platinum

Pengukuran resistivitas dilakukan dengan menggunakan metode *four point probe* sehingga diperoleh data arus dan tegangan yang terukur (I-V). Dimana nilai tegangan yang terukur dipengaruhi oleh nilai arus yang diberikan, maka didapatkan nilai resistansi dan resistivitasnya dari lapisan tipis Pt. Grafik hubungan arus dan tegangan yang terukur ditunjukkan dalam gambar 4.1



Gambar 4.1. Grafik I-V Lapisan tipis Pt

Pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa grafik hubungan arus dan tegangan pada lapisan tipis platinum adalah linier sehingga lapisan tipis platinum merupakan lapisan tipis yang bersifat ohmik. Lapisan tipis Platinum tersebut hasil deposisi dengan jarak deposit yang paling minimum dan diperoleh nilai resistansinya sebesar  $(0,806 \pm 0,002) \Omega$  dan resistivitasnya  $(101,2 \pm 0,3) \times 10^{-5} \Omega \cdot m$ . Lapisan tipis Platinum tersebut mempunyai nilai resistansi dan resistivitas yang cukup kecil sehingga diharapkan lapisan tersebut dapat digunakan sebagai elektroda yang sensitif terhadap perubahan arus yang kecil.

#### 4.2. Penumbuhan Membran PVA

Dalam pembuatan gel PVA ini, PVA dilarutkan dalam air panas karena PVA hanya akan larut dalam air panas. Substrat yang akan ditumbuhi gel PVA adalah substrat dengan lapisan tipis Pt yang diberi celah ditengahnya. Hal ini dikarenakan lapisan Pt tersebut adalah sebagai elektrode untuk pengukuran I-V pada lapisan membran dan enzim. Pembentukan lapisan tipis menggunakan metode spin coating, yaitu dengan meletakkan beberapa tetes gel PVA diatas sampel kemudian spinner diputar dengan kecepatan dan waktu putar tertentu. Dari hasil spin coating ini sampel dikarakterisasi resistansinya dan absorbansi dengan menggunakan *two-point probe* dan *UV VIS Spectrophotometer 1601 PC*.

Pada penelitian ini menggunakan parameter-parameter sebagai berikut :

Polimer sebagai membran : *Polyvynyl Alcohol* (PVA)

Konsentrasi PVA : 33wt% PVA

20wt% PVA

14wt% PVA

Ukuran tetesan : 2 tetes

Kecepatan Putar Spin Coat : 3500 rpm

Waktu putar spin coat : 0,5 menit, 1 menit, 1,5 menit, 2 menit,  
2,5 menit, 3 menit.

#### 4.2.1. Karakterisasi sifat Optik PVA

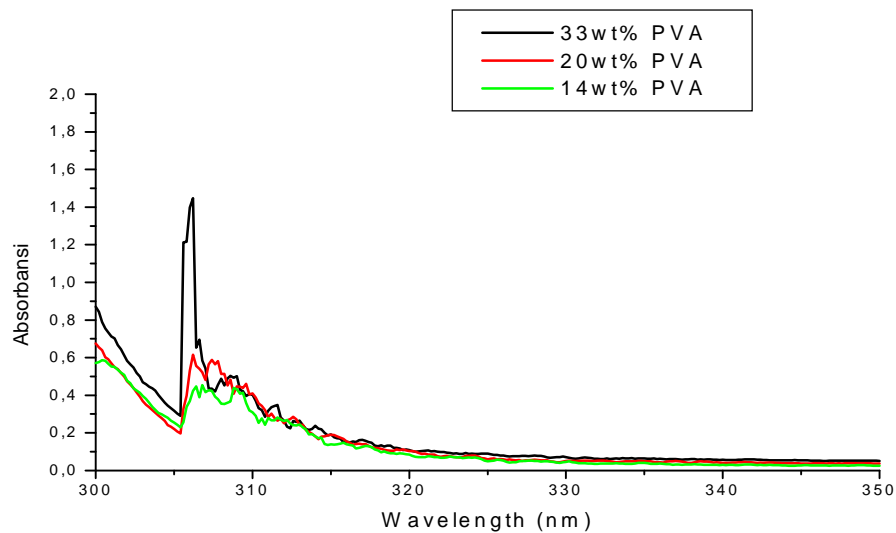
Untuk karakterisasi sifat optik ini yaitu karakterisasi absorbansi dengan menggunakan *UV VIS Spectrophotometer 1601 PC*. Pengambilan data diambil pada range panjang gelombang sinar UV dan sinar tampak yaitu dari 300 nm sampai dengan 500 nm.

##### 4.2.1.1. Hubungan antara konsentrasi gel PVA dengan tingkat absorbansi

Pada variasi konsentarsi gel PVA ini, gel PVA dideposisikan menggunakan metode *spin coating* yaitu dengan meneteskan gel PVA diatas substrat kemudian spinner diputar dengan kecepatan putar 3500 rpm dan waktu putar 1,5 menit. Pada tabel 4.3 menunjukkan data hasil *UV-Vis* sehingga diperoleh absorbansi maksimum pada tiap konsentrasi.

Tabel 4.1. Data Absorbansi maksimum pada tiap konsentrasi.

Konsentrasi	$\lambda$ (nm)	Absorbansi maksimum
33wt%PVA	306	1,5
20wt%PVA	306	0,6
14wt%PVA	306	0,4

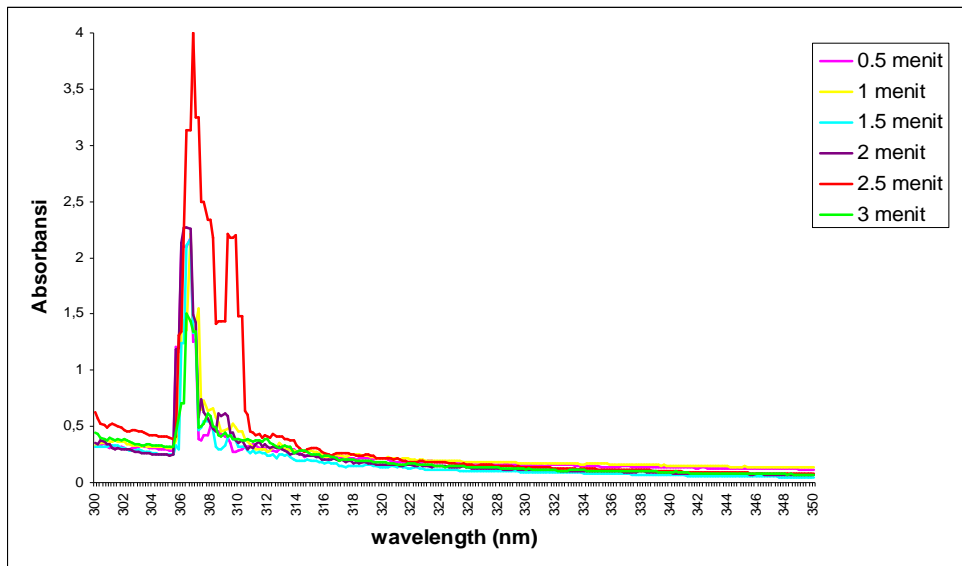


Gambar 4.2. Grafik Hubungan konsentrasi dengan tingkat absorbansi

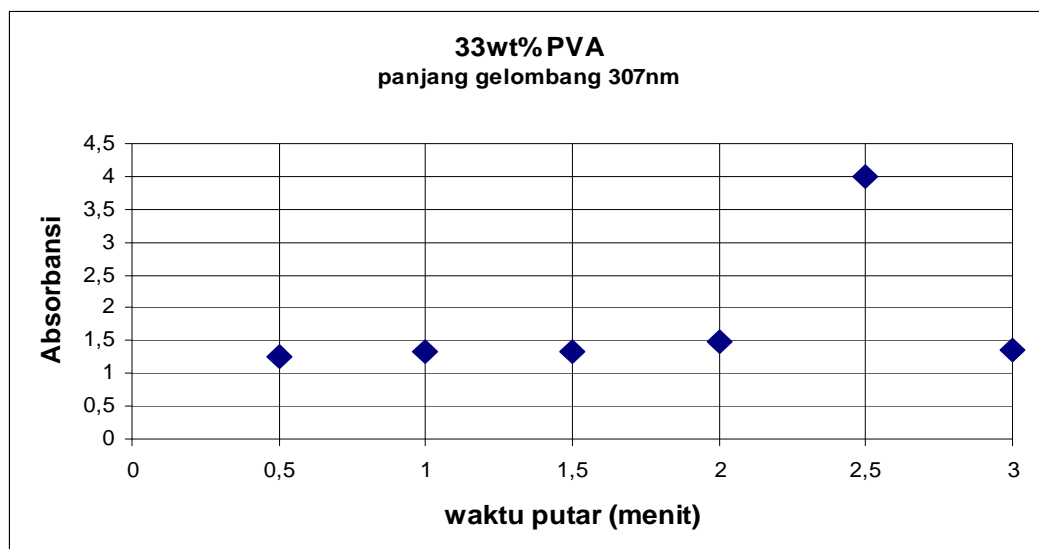
Dari gambar 4.2 dan tabel 4.1 diatas dapat diketahui bahwa semakin besar konsentrasi gel PVA maka semakin besar atau maksimum tingkat absorbansinya. Hal ini sesuai dengan persamaan (2.15). Hal ini disebabkan semakin pekat konsentrasi gel PVA maka viskositasnya semakin besar sehingga jika diputar dengan kecepatan putar dan waktu putar yang sama akan diperoleh lapisan yang semakin tebal.

#### 4.2.1.2. Hubungan antara waktu putar Spinner dengan Konsentrasi gel PVA

Pada tahap ini dilakukan karakterisasi sifat optik untuk memperoleh waktu putar yang dibutuhkan oleh Spinner terhadap konsentrasi gel PVA agar diperoleh tingkat absorbansi yang maksimum. Parameter kecepatan putar dibuat konstan yaitu 3500 rpm berdasarkan dari hasil kelinieran hubungan konsentrasi gel dengan absorbansinya.



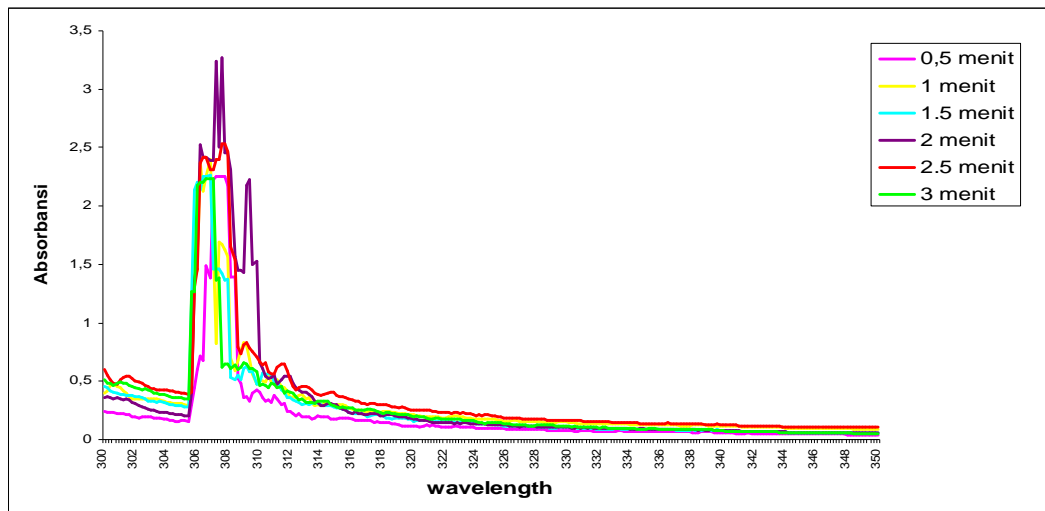
Gambar 4.3. Grafik absorbansi terhadap waktu putar pada konsentrasi 33wt% PVA



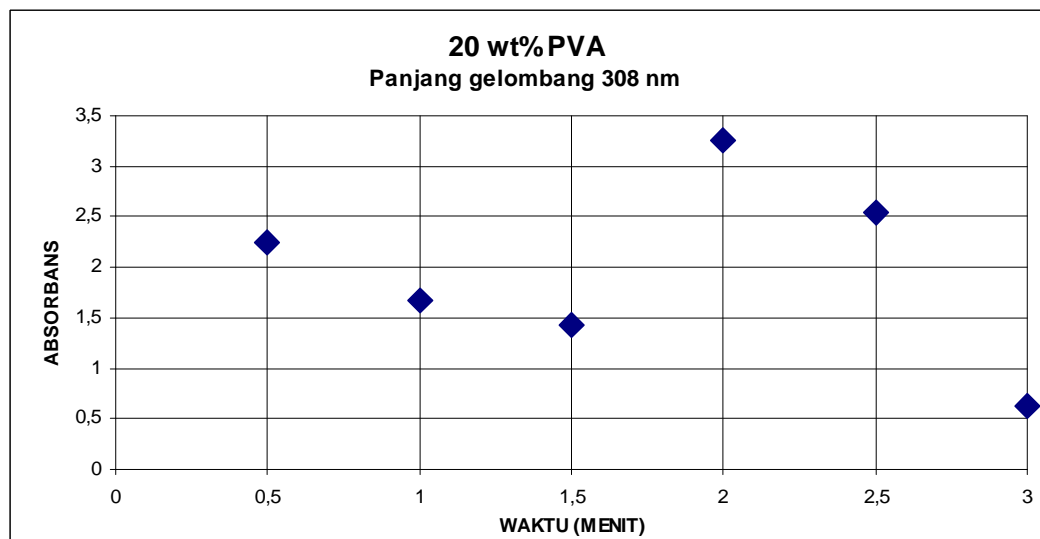
Gambar 4.4. Grafik absorbansi maksimum terhadap waktu putar pada konsentrasi 33wt% PVA

Pada gambar 4.3 dan 4.4, dapat dijelaskan bahwa untuk konsentrasi gel 33wt% PVA yang diputar dengan kecepatan putar 3500 rpm dibutuhkan waktu putar 2,5 menit dengan diperoleh tingkat absorbansi yang maksimum yaitu 4,0 pada panjang gelombang 307 nm. Pada konsentrasi gel ini dibutuhkan waktu yang relatif lama karena gel mempunyai kepekatan yang lebih tinggi sehingga jika

diputar dengan waktu yang lebih sedikit, tidak akan diperoleh lapisan tipis melainkan hanya berupa gundukan. Karena hanya berupa gundukan maka cahaya Uv-Vis tidak mengenai sampel seluruhnya. Sedangkan jika diputar terlalu lama maka lapisan akan mengelupas dan tidak terbentuk lapisan yang baik.

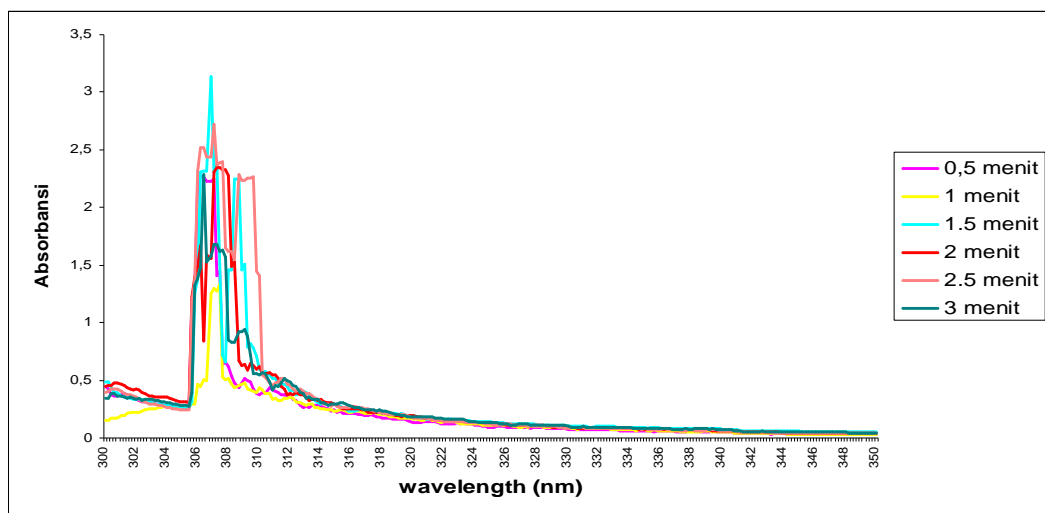


Gambar 4.5. Grafik absorbansi terhadap waktu putar pada konsentrasi 20wt% PVA

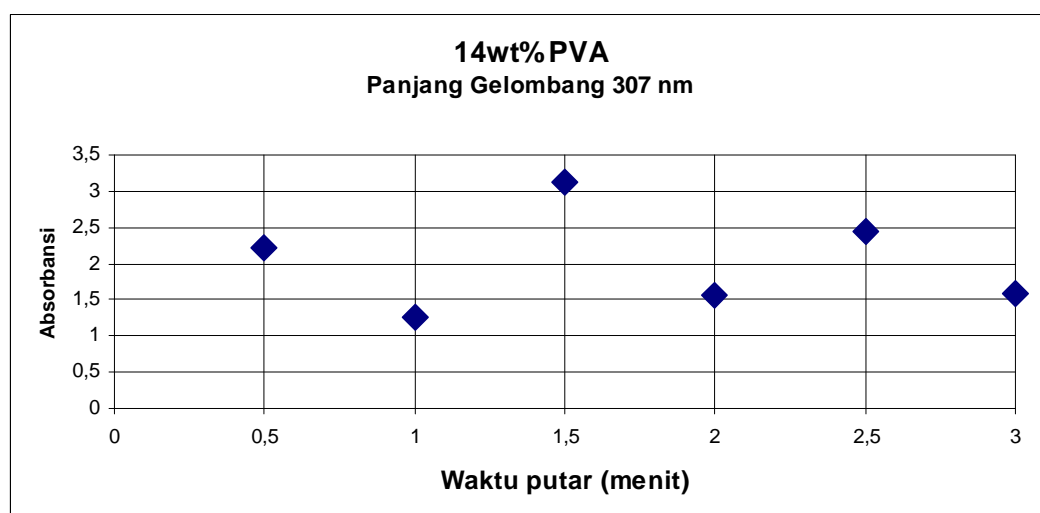


Gambar 4.6. Grafik absorbansi maksimum terhadap waktu putar pada konsentrasi 20wt% PVA

Pada gambar 4.5 dan 4.6, untuk konsentrasi gel 20wt%PVA yang diputar dengan kecepatan putar 3500 rpm, diperoleh absorbansi maksimum 3,3 pada panjang gelombang 308 nm pada waktu putar 2 menit. Pada konsentrasi ini gel mempunyai kepekatan yang lebih rendah daripada konsentrasi 33wt%PVA sehingga jika diputar dengan sedikit waktu sudah terbentuk lapisan, hanya saja lapisan yang terbentuk tidak rata.



Gambar 4.7. Grafik absorbansi terhadap waktu putar pada konsentrasi 14wt%PVA



Gambar 4.8. Grafik absorbansi maksimum terhadap waktu putar pada konsentrasi

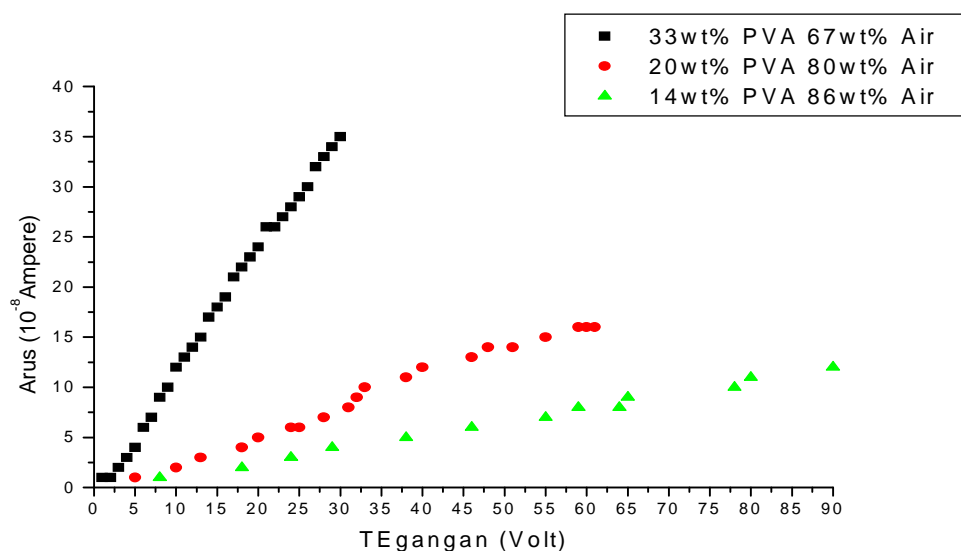
14wt%PVA

Pada gambar 4.7 dan 4.8, untuk konsentrasi gel 14wt%PVA diperoleh absorbansi maksimum yaitu 3,1 pada panjang gelombang 307 nm ketika diputar dengan kecepatan putar 3500rpm pada waktu putar 1,5 menit. Pada konsentrasi ini kepekatan gel sudah sangat rendah (agak encer) sehingga untuk menyebarkan gel hanya dibutuhkan sedikit waktu.

Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa untuk konsentrasi gel PVA yang besar dibutuhkan waktu putar yang lebih lama. Semakin kecil konsentrasi gel PVA, waktu putar Spinner yang dibutuhkan semakin kecil pula untuk mendapatkan absorbansi yang maksimum.

#### 4.2.2. Resistansi Lapisan Membran PVA

Dengan memberikan beda tegangan pada lapisan Platinumnya maka akan terjadi aliran arus pada dua lapisan tersebut sehingga arus yang melewati lapisan membran PVA dapat diukur dan diketahui resistansi serta resistivitasnya, Dari data I-V yang diperoleh kemudian dibuat grafik I-V seperti pada gambar 4.9.



Gambar 4.9. Grafik I-V lapisan membrane PVA



Pada gambar 4.9, grafik I-V dari lapisan membran PVA mempunyai korelasi linier sehingga untuk menghitung data resistansi dan resistivitas didekati dengan gradien garis lurus.

Tabel 4.2. Perhitungan Resistansi lapisan membran PVA

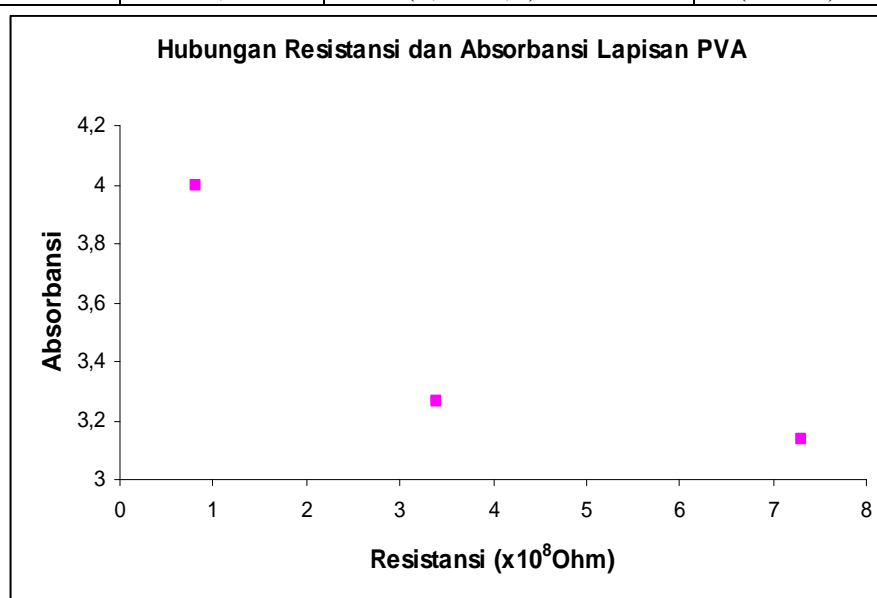
konsentrasi	Resistansi ( $\Omega$ )	
	celah : 1,0 mm	celah : 1,2 mm
33wt%PVA	$(0,81 \pm 0,09) \times 10^8$	$(6,1 \pm 0,2) \times 10^8$
20wt%PVA	$(3,4 \pm 0,1) \times 10^8$	$(14,7 \pm 0,5) \times 10^8$
14wt%PVA	$(7,3 \pm 0,2) \times 10^8$	$(18 \pm 1) \times 10^8$

Dari Tabel 4.2, dapat diketahui bahwa semakin kecil konsentrasi gel PVA maka resistansinya semakin besar. Pada konsentrasi gel yang besar mempunyai kandungan PVA yang lebih banyak daripada kandungan air dalam gel. Sebaliknya pada konsentrasi gel yang kecil mempunyai kandungan PVA yang lebih sedikit daripada air. Sehingga dapat diketahui bahwa semakin banyak kandungan PVA dalam gel daripada air maka gel PVA tersebut mempunyai resistansi yang semakin kecil.

Semakin lebar celah yang digunakan untuk penumbuhan membran PVA diperoleh resistansi yang semakin besar pula. Ketika arus listrik melewati membran PVA, semakin panjang lintasan semakin besar hambatannya, karena ada lebih banyak penghalang untuk aliran elektron. Perubahan resistansi substrat sebelum ditumbuhi PVA dengan sesudah ditumbuhi PVA diperoleh nilai yang jauh berbeda.

Tabel 4.3. Data hubungan absorbansi dan Resistansi PVA

konsentrasi	Absorbansi maksimum	Resistansi ( $\Omega$ )	
		celah : 1,0 mm	celah : 1,2 mm
33wt%PVA	4,0	$(0,81 \pm 0,09) \times 10^8$	$(6,1 \pm 0,2) \times 10^8$
20wt%PVA	3,3	$(3,4 \pm 0,1) \times 10^8$	$(14,7 \pm 0,5) \times 10^8$
14wt%PVA	3,1	$(7,3 \pm 0,2) \times 10^8$	$(18 \pm 1) \times 10^8$



Gambar 4.10. Grafik hubungan Resistansi dan Absorbansi

Dari tabel 4.3 dan gambar 4.10 menunjukkan bahwa semakin besar tingkat resistansi PVA maka tingkat absorbansinya semakin rendah. Hal ini disebabkan karena semakin besar resistansi maka energi gap dari bahan akan semakin besar dan energi foton yang datang akan semakin sedikit yang di absorb oleh lapisan yang menyebabkan tingkat absorbansi semakin rendah. Sedangkan pada konsentrasi yang sama dengan lebar celah elektroda yang berbeda diperoleh semakin lebar celah maka semakin besar resistansinya karena akan ada lebih banyak penghalang untuk aliran elektron.

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penumbuhan membran PVA yang baik adalah pada konsentrasi 33wt%PVA yang ditumbuhkan dengan metode spin coating pada kecepatan putar 3500 rpm dan waktu putar 2,5 menit dan dengan lebar celah 1,0 mm. Karena pada membran hasil penumbuhan tersebut diperoleh nilai resistansi yang paling kecil sehingga bila elektroda platinum diberi beda tegangan, arus akan lebih mudah melewati membran PVA tersebut dibandingkan dengan membran PVA dengan resistansi yang lebih besar. Selain itu pada konsentrasi 33wt%PVA mempunyai tingkat absorbansi yang paling besar sehingga diharapkan membran tersebut mempunyai sensitivitas yang tinggi jika digunakan sebagai *interface* penumbuhan enzim dalam biosensor.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka di peroleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Resistivitas lapisan tipis Pt dari penelitian ini adalah sebesar  $(101,2 \pm 0,3) \times 10^{-5} \Omega$  dan resistansinya  $(0,806 \pm 0,002) \Omega$  yang diperoleh pada proses deposisi menggunakan metode evaporasi termal dengan jarak deposit minimal. Lapisan tipis Platinum merupakan lapisan tipis yang bersifat Ohmik
2. Penumbuhan membran PVA dengan konsentrasi 33wt%PVA diperoleh absorbansi maksimum pada waktu putar 2,5 menit , konsentrasi 20wt%PVA diperoleh absorbansi maksimum pada waktu putar 2 menit dan konsentrasi 14wt%PVA diperoleh absorbansi maksimum pada waktu putar 1,5 menit.
3. Pada penumbuhan membran PVA, semakin besar konsentrasi maka semakin kecil resistansinya dan tingkat absorbansi akan semakin besar. Nilai absorbansi terbesar yaitu 4,0 dan resistansi terkecil  $(0,81 \pm 0,09) \times 10^8 \Omega$  yaitu diperoleh pada konsentrasi 33wt%PVA.
4. Penumbuhan membran PVA yang paling baik yaitu pada konsentrasi 33wt%PVA yang ditumbuhkan dengan metode spin coating dengan waktu putar 2,5 menit, kecepatan putar 3500 rpm dan lebar celah elektroda 1 mm, karena mempunyai resistansi yang paling kecil dan tingkat absorbansi yang paling tinggi.

## 5.2. SARAN

Beberapa saran yang dapat dilakukan untuk penelitian lebih lanjut mengenai penumbuhan membran PVA dengan metode spin Coating ini adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan pengukuran ketebalan lapisan tipis baik lapisan tipis Platinum maupun lapisan tipis PVA dengan alat ukur secara kuantitatif.
2. Dalam penumbuhan membran PVA, jumlah tetesan gel PVA yang akan diputar perlu diketahui volumenya dengan menggunakan pipet tetes sehingga jumlah tetesan dapat dibuat sama volumenya.
3. Untuk penelitian lebih lanjut dapat dikaji tentang pengaruh suhu pelarut dalam pembuatan gel PVA dalam hubungannya dengan kelarutan dan viskositasnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2005: *Spektrofotometer absorpsi Uv/ Vis*, website : <http://www.sentraBD.com>
- Anonim, 2001: *Polyvinyl Alcohol*, website: <http://www.dcchem.co.kr/english/product/p-petr8.htm>
- Arief Budi Witarto, 2000 : *From Bench to Business : The Story of Glucose Sensor*, Proc. Temu ilmiah PPI-Jepang ke-9, pp.5-8.
- Barmawi. M, 2003: *Biosensor*, Proc. KPF 2 Jurnal Fisika.
- Chan, J., 1994: *Four-Point-Probe Manual*, website: [http://www.4\\_pointprobe@berkeley.edu/ee143/Four-Point\\_Probe.htm](http://www.4_pointprobe@berkeley.edu/ee143/Four-Point_Probe.htm)
- Darmawan Djonoputro, 1984: *Teori Ketidakpastian*, ITB, Bandung.
- Hariyadi, 1998, *Elektronika Molekul, Edisi ke sebelas*, www. Elektro Indonesia.com
- Holland L.F. , 1976 : *Vacuum Deposition of thin films*, John Wiley & Sons, Inc. , New York.
- Kasmawan, 2000 : *Studi tentang uniformitas Lapisan tipis Aluminium pada hasil Metalisasi dengan Evaporasi*, Tesis-S2 , Pasca sarjana Jurusan Fisika ITB, Bandung.
- K. Takashi & M. Konagai, 1986, *Amorphous Silicon Solar Cell*, Tokyo Institut of Technology, North Oxford Academic.
- Mahmudi, 2004 : *Studi tentang Uniformitas Lapisan Tipis Aluminium pada substrat kaca terhadap jarak deposit menggunakan metode Evaporasi Termal Tipe Ladd Research*, Skripsi- S1 Jurusan Fisika UNS, Surakarta.

- Matsuda, 1998 : *Amorphous Silicon from Glowdischarge plasma*, proceeding International workshop on the Physics Material VI (editor : Parangtopo dan Muliawati), Jakarta.
- Meyerhofer D., 1978 : *Characteristics of Resist Films Produced by Spinning*, J. Appl. Phys. 49 (7) 3993- 3997.
- Pourciel .M, L., Launay J., Sant W., conedera V., Martinez. A., temple\_Boyer P., 2003 : *Development of photo-polymerisable polyvinyl alcohol for Botechnological applications, Sensors and Actuators*. B94 330-336.
- Rodriguez, Ferdinand, 1983 : *Principles of Polymer System*. MCGrawHill Book Co- Singapore.
- Shimao Masayuki, Tamogami Tsuyoshi, Kishida Shinsuke, Harayama Shigeaki, 2000 : *The gene pvaB encodes axidized polyvinyl alcohol hydrolase of pseudomonas sp. Strain Vm15c and forms an operon with the polyvinyl alcohol dehydrogenase gene pvaA*, Microbiology, 146, 649-657. website: <http://mic.sgmjournals.org/cgi/content/full/146/3/649>
- Siregar, M. R. T. , 1976 : *Perbandingan tebal lapisan tipis hasil Evaporasi secara teori dan eksperimen, Hasil-hasil simposium Fisika Nasional V (15 Des s/d 18 Des 1976)*, FMIPA-ITS, Surabaya.
- Stuart, R.V. , 1983 : *Vacuum Technology Thin Films, And Sputtering an introduction*, Academic Press, Inc., New York.
- Sze, S. M., 1985 : *Semiconductor Device, Physical and Technology*, John Wiley and Sons, Inc., Singapore.
- William D Callister. Jr., 2003: *Material Science and Engineering an introduction*, 6<sup>th</sup>, John Wiley and Sons, Inc., Singapore.

## LAMPIRAN 1

### Perhitungan massa dan ketebalan lapisan platinum

#### A. Perhitungan massa lapisan tipis Platinum

Penimbangan massa dilakukan dengan menggunakan *neraca Ohaus* yang mempunyai ketelitian 0,0001 gram, sehingga untuk masing-masing pengukuran mempunyai ralat sebesar  $\frac{1}{2}$  kali skala terkecil yaitu  $\frac{1}{2} \times 0,0001 = 0,00005$  gram

Perhitungan massa lapisan tipis platinum :

Massa lapisan Platinum = massa substrat setelah evaporasi dikurangi massa substrat sebelum evaporasi,

Contoh perhitungan pada sampel :

Massa sebelum evaporasi = 1,00078 gram

Massa setelah evaporasi = 1,00081 gram

Massa lapisan tipis Pt =  $(1,00081 - 1,00078) \pm \Delta m$

$$= (0,0003 \pm \Delta m) \text{ gram}$$

dengan

$$\Delta m = \sqrt{\left(\frac{0,00005}{1,0819}\right)^2 + \left(\frac{0,00005}{1,0818}\right)^2} = 0,00005 \text{ gr}$$

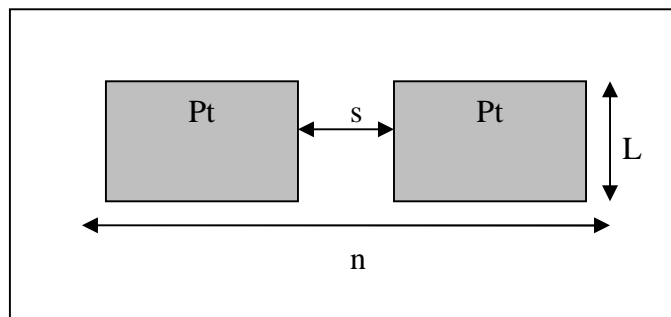
Sehingga diperoleh massa lapisan tipis =  $(0,00030 \pm 0,00005)$  gram

$$= (0,30 \pm 0,05) \text{ mgr}$$



## B. Perhitungan ketebalan lapisan Platinum

Penentuan ketebalan lapisan Pt dengan menggunakan metode *gravimetric*. Dengan mengasumsikan ketebalan lapisan disetiap titik adalah sama. Karena bentuk lapisan berupa persegi panjang dengan ukuran yang diketahui maka luasan lapisan dapat diketahui.



Dimana  $s$  : jarak celah antar lapisan ( 1,0 dan 1,2 mm)

$L$  : Lebar lapisan Pt ( 8 mm)

$n$  : Panjang lapisan Pt (15 mm)

sehingga luasan lapisan tipis pada salah satu sisi adalah  $= \left( \frac{n-s}{2} \right) \times L$

dan untuk menentukan ketebalan lapisan tipis digunakan persamaan (2.1) yaitu :

$$t = \frac{m}{A \cdot r}$$

Dengan  $t$  = Ketebalan lapisan tipis (cm)

$r$  = Berat jenis Pt (21,45 gr/cm<sup>3</sup>)

$m$  = Massa lapisan tipis (gr)

$A$  = Luas lapisan (cm<sup>2</sup>)

Sedangkan untuk menentukan ralat ketebalan lapisan digunakan persamaan (3.5) :

$$\frac{\Delta t_0}{t_0} = \sqrt{\left( \frac{\Delta m}{m} \right)^2 + \left( \frac{\Delta A}{A} \right)^2}$$

Contoh perhitungan ketebalan untuk sampel :

Massa lapisan Pt =  $(0,00030 \pm 0,00005)$  gram

Lebar celah 1 mm

$$A = \left( \frac{15-1}{2} \right) \times 8 = 56 \text{ mm}^2 = 0.56 \text{ cm}^2$$

$$\Delta A = Ax \sqrt{\left( \frac{0.05}{0.7} \right)^2 + \left( \frac{0.05}{0.8} \right)^2} = 0.053$$

Ketebalan lapisan Pt :

$$t = \frac{\frac{1}{2} \times 0.00030}{21.45 \times 0.56} = 12,4875 \times 10^{-6} \text{ cm}$$

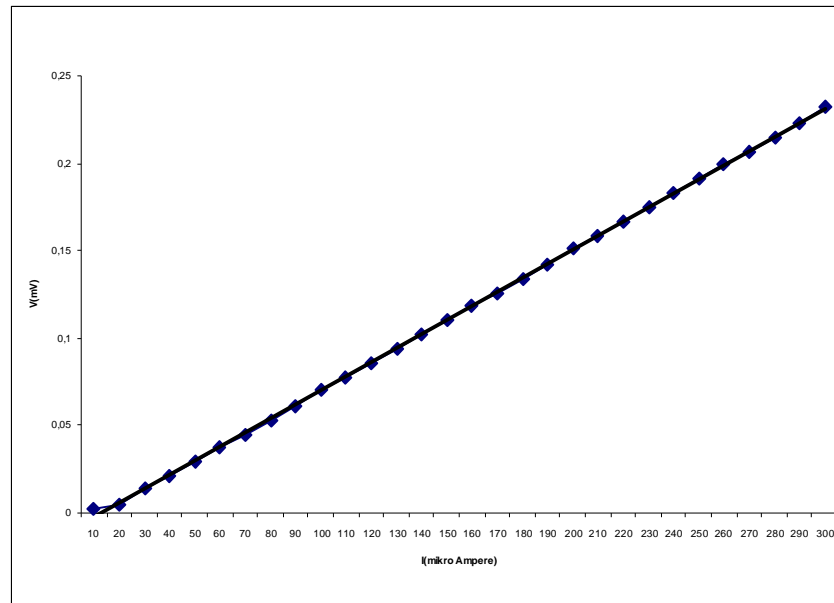
$$\Delta t = t \times \sqrt{\left( \frac{0.00005}{0.0003} \right)^2 + \left( \frac{0.05}{0.56} \right)^2} = 0.01,134214 \times 10^{-6}$$

Sehingga ketebalan lapisan tipis Pt =  $(12,5 \pm 1,1) \times 10^{-6}$  cm

## LAMPIRAN 2

### Resistansi Lapisan tipis Platinum

I (mA)	V(mV)
10	0,002
20	0,005
30	0,014
40	0,021
50	0,029
60	0,037
70	0,045
80	0,053
90	0,061
100	0,07
110	0,078
120	0,086
130	0,094
140	0,102
150	0,11
160	0,118
170	0,126
180	0,134
190	0,142
200	0,151
210	0,159
220	0,167
230	0,175
240	0,183
250	0,191
260	0,199
270	0,207
280	0,215
290	0,223
300	0,232



Persamaan slope grafik I-V :  $y = 0,80572X - 1,05862 \times 10^{-5}$

Pengukuran I-V dilakukan dengan menggunakan metode *four point probe jandel*. Data I-V yang diperoleh di plot dalam grafik sehingga diperoleh gradien. Gradien dari grafik tersebut merupakan resistansi dari lapisan tipis Platinum. Sedangkan untuk menentukan Resistivitasnya dengan menggunakan rumus :

$$r = 4\rho SR$$

Dengan  $r$  = Resistivitas lapisan ( $\Omega m$ )

$S$  = Jarak antar probe ( $100 \mu m$ )

$R$  = Resistansi ( $\Omega m$ )

Sedangkan perhitungan ralatnya adalah dengan simpangan baku :

$$S_y^2 = \frac{1}{N-2} \left[ \sum y_i^2 - \frac{\sum x_i^2 (\sum y_i)^2 - 2 \sum x_i \sum y_i \sum (x_i y_i) + N (\sum x_i y_i)^2}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \right]$$

$$\Delta R = S_y \sqrt{\frac{N}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}$$

$$\Delta r = \frac{\Delta R}{R} r$$

Perhitungan dari data adalah sebagai berikut :

Diketahui  $R = 0,80572 \Omega$

$S = 100 \mu m = 10^{-4} m$

Sehingga resistivitas lapisan Platinum adalah

$$r = 4p \cdot 10^{-4} m \cdot 10,80572 \Omega = 0,001011984 \Omega m$$

$$S_y^2 = \frac{1}{28} \left[ 5,37865 \cdot 10^{-7} - \frac{1,11172 \cdot 10^{-11} - 2,2724 \cdot 10^{-11} + 1,42176 \cdot 10^{-11}}{4,8515 \cdot 10^{-6}} \right] = 9,62609 \cdot 10^{-13}$$

$$S_y = 9,81127 \times 10^{-7}$$

$$\Delta R = 9,81127 \times 10^{-7} \cdot 2402,376095 = 0,002069546$$

$$\Delta r = \frac{0,002069546}{0,80572} \cdot 0,001011984 = 2,59935 \cdot 10^{-6} \Omega m$$

Sehingga resistivitasnya adalah =  $((101,2 \pm 0,260) \times 10^{-5} \Omega m$

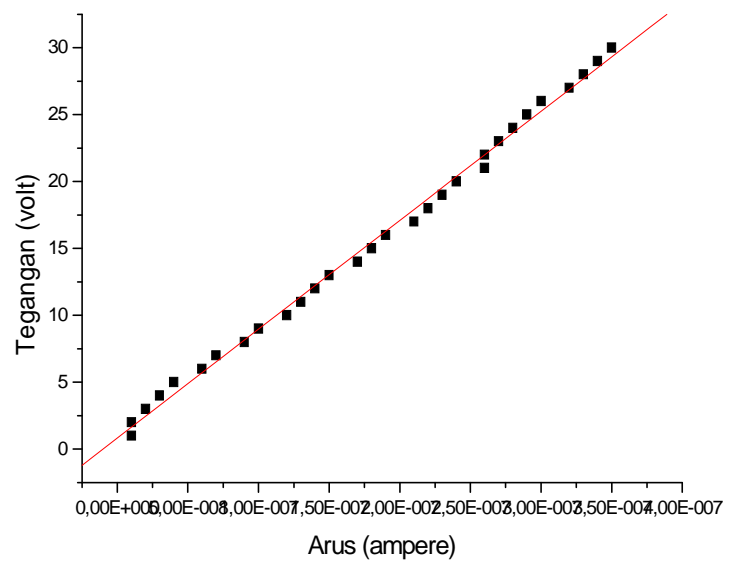
### LAMPIRAN 3

#### A. Resistansi *Polyvinyl Alcohol* (PVA)

Celah 1,0 mm

Konsentrasi: 33%PVA

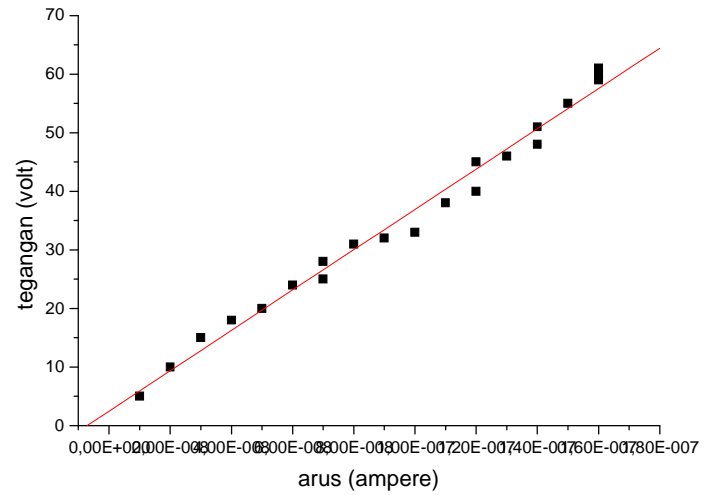
V(volt)	I ( $10^{-8}$ A)
1	1
2	1
3	2
4	3
5	4
6	6
7	7
8	9
9	10
10	12
11	13
12	14
13	15
14	17
15	18
16	19
17	21
18	22
19	23
20	24
21	26
22	26
23	27
24	28
25	29
26	30
27	32
28	33
29	34
30	35



Persamaan slope grafik I-V :  $y = 8,14006 \cdot 10^7 X + 0,82075$

**Konsentrasi: 20%PVA r**

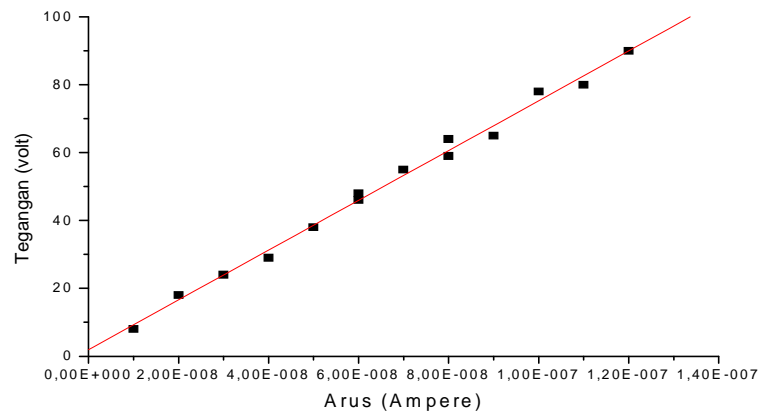
V(volt)	I (10 <sup>-8</sup> A)
5	1
10	2
15	3
18	4
20	5
24	6
25	7
28	7
31	8
32	9
33	10
38	11
40	12
45	12
46	13
48	14
51	14
55	15
59	16
60	16
61	16



Persamaan slope grafik I-V:  $y = 3,44263 \cdot 10^8 X + 2,47766$

**Konsentrasi: 14%PVA**

V(volt)	I (10 <sup>-8</sup> A)
8	1
18	2
24	3
29	4
38	5
46	6
48	6
55	7
59	8
64	8
65	9
78	10
80	11
90	12

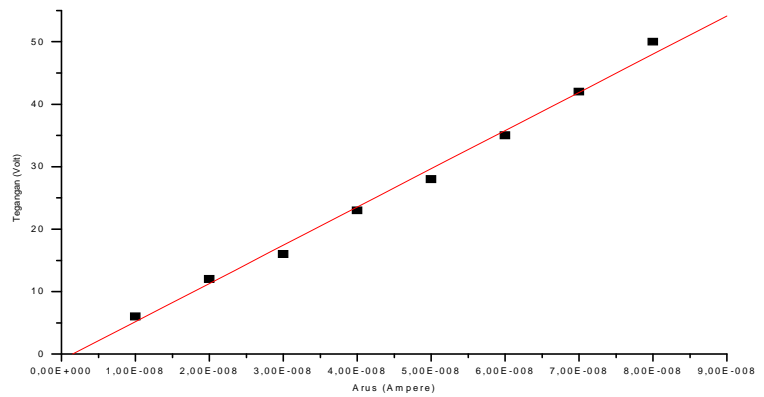


persamaan slope grafik I-V:  $y = 7,33595 \cdot 10^8 X + 1,93517$

**Celah 1,2 mm**

**Konsentrasi: 33 wt %PVA**

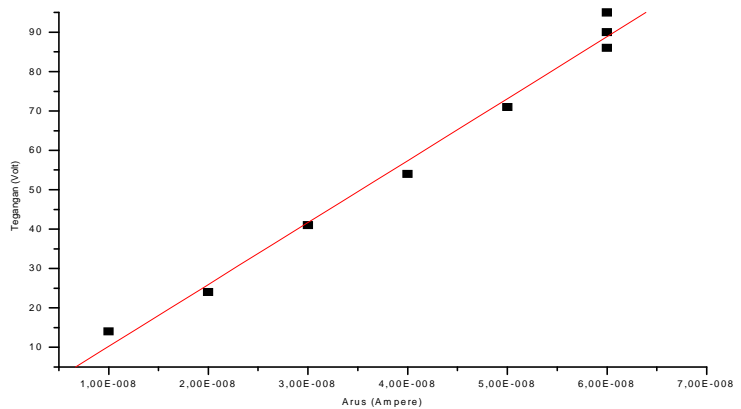
V (volt)	I ( $10^{-8}$ A)
6	1
12	2
16	3
23	4
28	5
35	6
42	7
50	8



persamaan slope grafik I-V :  $y = 6,12185 \cdot 10^8 X - 0,94538$

**Konsentrasi: 20 wt %PVA**

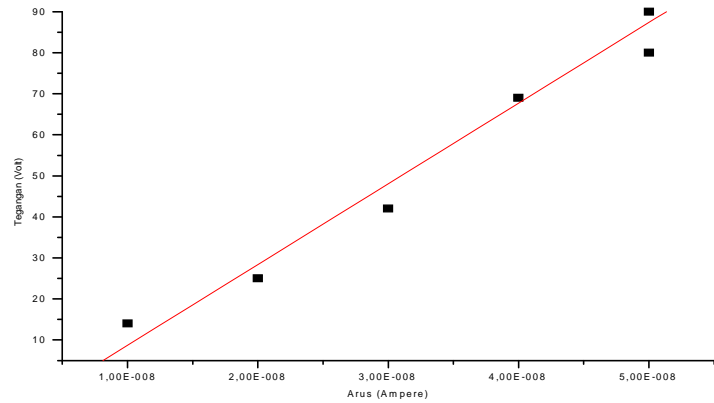
V(volt)	I ( $10^{-8}$ A)
14	1
24	2
41	3
54	4
71	5
86	6
90	6
95	6



Persamaan slope grafik I-V :  $y = 1,46857 \cdot 10^9 X - 3,06667$

**Konsentrasi: 14 wt %PVA**

V(volt)	I (10 <sup>-8</sup> A)
14	1
25	2
42	3
69	4
80	5
90	5
95	5
100	5



Pengukuran I-V dilakukan dengan menggunakan metode *two point probe*. Untuk menentukan resistivitasnya dengan menggunakan rumus :

$$r = \frac{wb}{f} R$$

dimana :  $r$  = Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ )

$w$  = Lebar lapisan (m)

$f$  = Jarak antar elektroda (m)

$b$  = Tebal Lapisan (m)

$R$  = Resistansi ( $\Omega$ )

Sedangkan perhitungan ralatnya adalah dengan simpangan baku :

$$S_y^2 = \frac{1}{N-2} \left[ \sum y_i^2 - \frac{\sum x_i^2 (\sum y_i)^2 - 2 \sum x_i \sum y_i \sum (x_i y_i) + N (\sum x_i y_i)^2}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \right]$$

$$\Delta R = S_y \sqrt{\frac{N}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}$$

Sehingga diperoleh :



$$\frac{\Delta r}{r} = \sqrt{\left(\frac{\Delta R}{R}\right)^2 + \left(\frac{\Delta w}{w}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b}{b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta f}{f}\right)^2}$$

Sebagai contoh :

Konsentrasi 33 wt %PVA

Celah 1,0 mm

Diketahui :  $R = 0,81 \times 10^8 \Omega$

$$w = 5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$b = 8,325 \times 10^{-8} \text{ m}$$

$$f = 1,0 \text{ mm} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ m}$$

sehingga

$$r = \frac{5 \times 10^{-3} \cdot 8,325 \times 10^{-8}}{1,0 \times 10^{-3}} \cdot 0,81 \times 10^8 = 33,71625 \Omega m$$

Sedangkan ketidakpastian dari resistivitas adalah :

$$S_y^2 = \frac{1}{28} \left[ 9455 - \frac{2,84012 \cdot 10^{-7} - 5,60286 \cdot 10^{-7} + 3,72031 \cdot 10^{-7}}{1,01369 \cdot 10^{-11}} \right] = 0,306278$$

$$S_y = 0,553424$$

$$\Delta R = 0,553424 \times 1720315,278 = 952064,3 = 0,009520643 \cdot 10^8 \Omega$$

Resistansinya dapat ditulis  $(0,81 \pm 0,01) \times 10^8 \Omega$

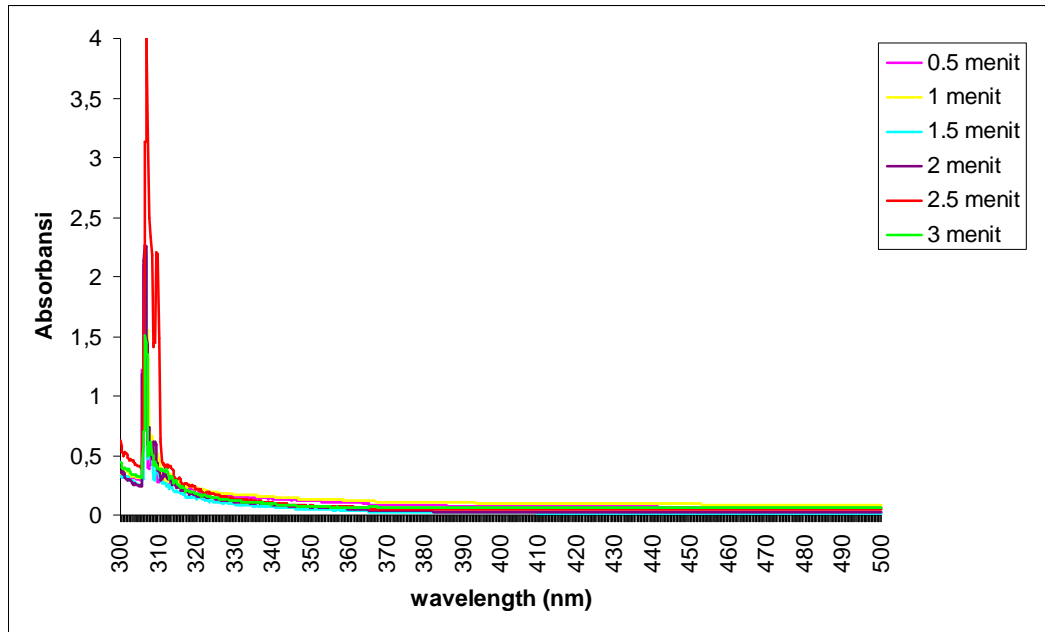
$$\Delta r = 33,71625 \cdot \sqrt{\left(\frac{0,009520643 \cdot 10^8}{0,81 \cdot 10^8}\right)^2 + \left(\frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}}\right)^2 + \left(\frac{0,77 \cdot 10^{-8}}{8,33 \cdot 10^{-8}}\right)^2 + \left(\frac{0,05 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3}}\right)^2}$$

$$\Delta r = 6,16097 \Omega m$$

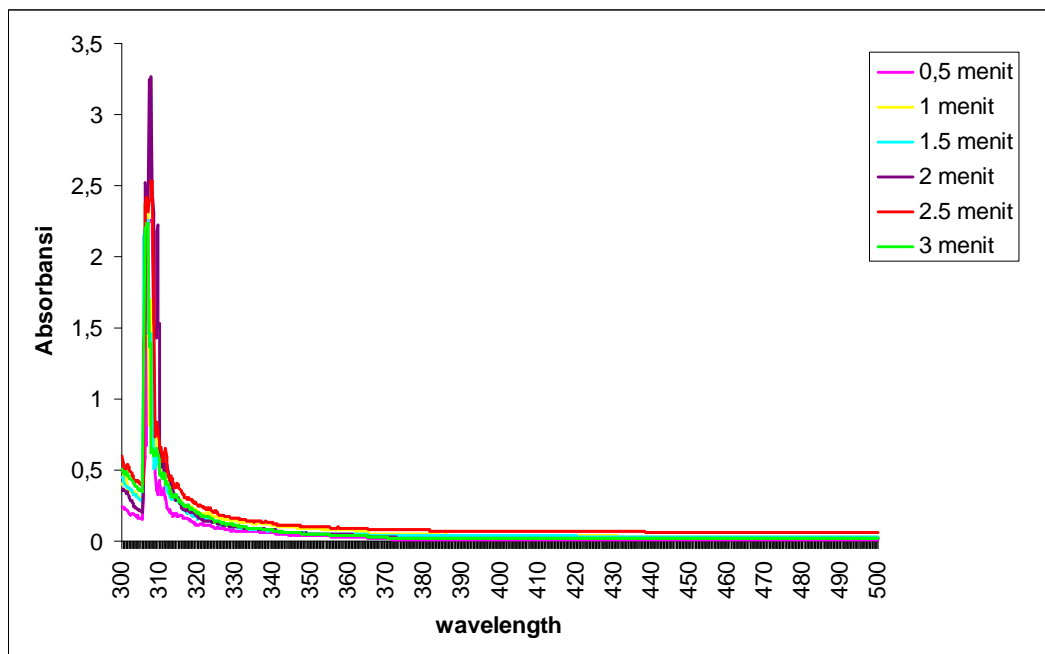
Sehingga resistivitas lapisan tipis PVA adalah  $(34 \pm 6) \Omega m$

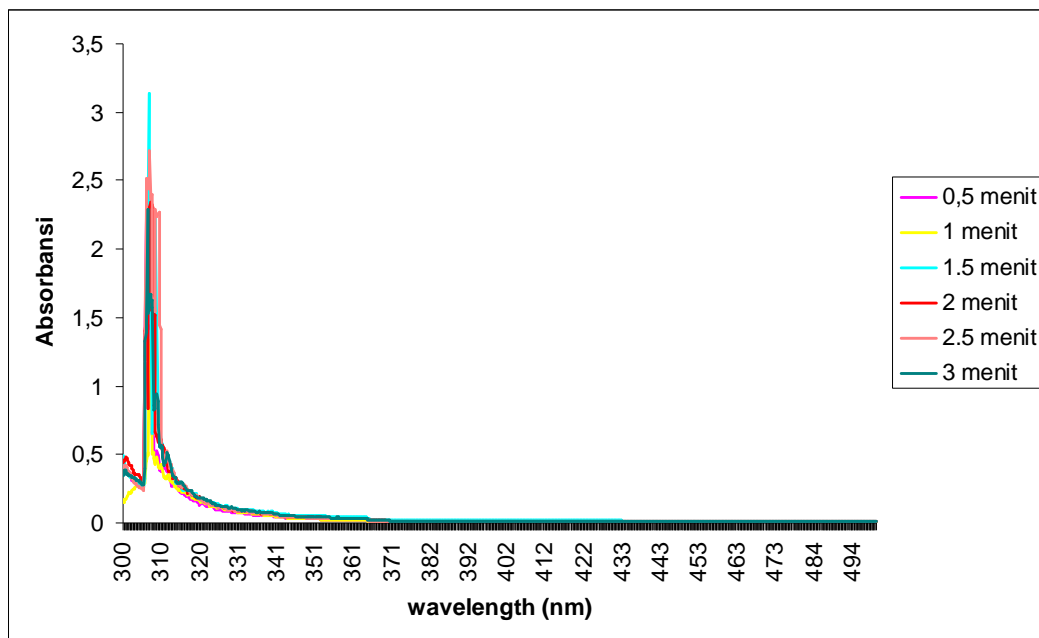
## B. Data UV Vis *Polyvinyl Alcohol* (PVA)

### Konsentrasi 33wt%PVA



### Konsentrasi 20 wt %PVA



**Konsentrasi 14 wt %PVA**

## LAMPIRAN 4

### Gambar Alat Penelitian



**Evaporator Thermal  
tipe Ladd Research**



**Spin Coater**



**Rangkaian *two point probe*  
dengan *Keithley***



***Four point probe jandel***



*Ultrasonic cleaner*



*UV Visible  
Spectrophotometer  
1601 PC*



*Neraca Ohaus*