

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen dengan metode kuantitatif analitik. Melalui metode ini, teori ilmiah yang telah diterima kebenarannya dijadikan acuan dalam mencari kebenaran selanjutnya. Berdasarkan sifat permasalahannya, Penelitian eksperimen tergolong kedalam penelitian kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui (Kasiram, 2008). Sedangkan penelitian eksperimen adalah penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2011). Dengan demikian, penelitian eskperimen mengarah pada prosedur penelitian yang dilakukan untuk mengungkapkan hubungan sebab akibat antara variabel yang sengaja diadakan terhadap variabel di luar variabel yang diteliti (Nawawi & Martini, 1993). Penelitian dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian serta adanya kontrol.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan : 31 Agustus – 12 Oktober 2012

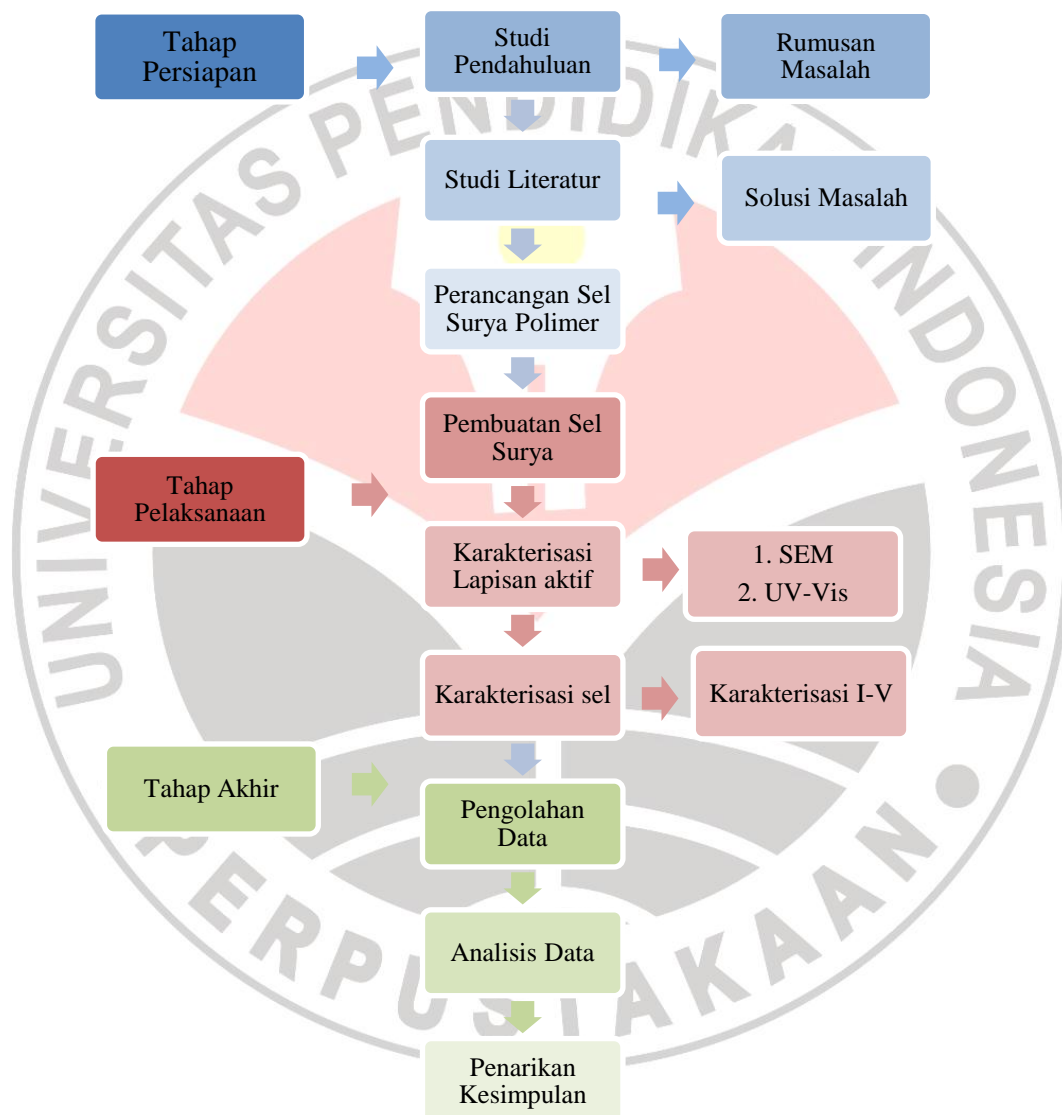
Tempat pelaksanaan : PPET – LIPI
Komplek LIPI Gedung 20

Jalan Sangkuriang Bandung 40135

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

C. Desain Penelitian

Desain penelitian digambarkan secara singkat ke dalam diagram alir di bawah ini:



Gambar 3.1. Diagram alir desain penelitian

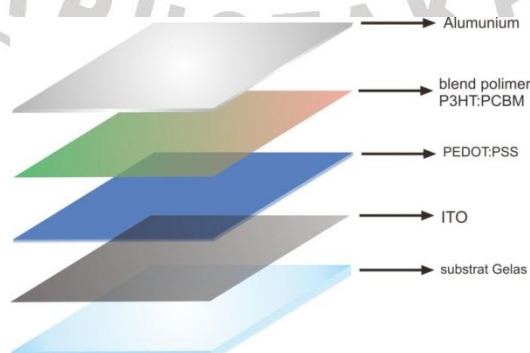
Penelitian dibagi ke dalam tiga tahapan yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir. Berikut akan dipaparkan masing-masing kegiatan dari tiap tahapan.

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

1. Tahap Persiapan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah:

- a. Melakukan studi pendahuluan untuk menentukan rumusan masalah dari penelitian. Studi pendahuluan yang dilakukan berupa analisa terhadap penelitian-penelitian sebelumnya, sehingga diperoleh acuan dan batasan dalam merancang penelitian. Dalam hal ini, masalah yang diambil adalah pengaruh *annealing* terhadap unjuk kerja dari sel surya berbasis polimer P3HT:PCBM.
- b. Melakukan studi literatur baik melalui media cetak; buku sains, jurnal, artikel maupun media elektronik; internet, ebook. Studi literatur berguna sebagai landasan teori yang mampu mendukung penelitian. Dalam hal ini untuk menemukan solusi dari masalah yang telah dirumuskan sebelumnya.
- c. Merancang kegiatan penelitian yaitu menentukan struktur sel surya yang akan dibuat, dimensi, teknik deposisi, dan karakterisasi pada lapisan aktif dan sel. Perancangan tersebut dilakukan berdasarkan studi pendahuluan dan studi literatur yang telah dilakukan sebelumnya.
- d. Sel surya yang akan di buat adalah sel surya berbasis material polimer P3HT:PCBM dengan struktur *bulk-heterojunction*. Sel surya ditumbuhkan di atas substrat gelas yang memiliki dimensi $2,5 \times 2,5 \text{ cm}^2$ dengan luas area aktif $2,6 \text{ cm}^2$.
- e. Sel surya yang dibuat memiliki lima lapisan yaitu; substrat:Gelas/ITO/PEDOT:PSS/P3HT:PCBM/Al seperti gambar di bawah ini:



Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

Gambar 3.2. Skema struktur *bulk-heterojunction* sel surya polimer. lapisan aktif P3HT:PCBM berada diantara dua kontak : *indium-tin-oxide* sebagai anoda dan aluminium sebagai katoda.

2. Tahap Pelaksanaan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah:

- a. Litografi pada lapisan ITO di atas substrat.
- b. Penumbuhan lapisan PEDOT:PSS di atas ITO melalui teknik *screen printing*, penumbuhan lapisan P3HT:PCBM di atas PEDOT:PSS melalui teknik *spin coating* dan penumbuhan lapisan Al di atas polimer P3HT:PCBM melalui teknik evaporasi.
- c. Proses *annealing* dilakukan setelah P3HT:PCBM sebagai lapisan aktif telah ditumbuhkan. *Annealing* lapisan aktif dilakukan pada variasi suhu 120°C dan 150°C sebagai variabel bebas.
- d. Sel surya yang telah dibuat akan dikarakterisasi menggunakan SEM (*Scanning Electron Morphology*), UV-Vis, dan karakterisasi I-V dibawah intensitas penyinaran menggunakan lampu Xenon $60 W/m^2$ pada suhu kamar $\pm 25^\circ C$.

3. Tahap Akhir

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah:

- a. Berdasarkan karakterisasi SEM akan dihasilkan foto struktur morfologi dari permukaan lapisan aktif P3HT:PCBM sel surya yang nantinya akan dianalisa tingkat homogenitas dari permukaan.
- b. Berdasarkan karakterisasi UV-Vis dimana dilakukan penyinaran pada daerah UV dan *visible*, kemudian hasil dari penyinaran digambarkan ke dalam kurva panjang gelombang terhadap transmitansi untuk mengetahui pengaruh *annealing* lapisan aktif terhadap sifat optik transmitansi.
- c. Berdasarkan karakterisasi I-V diperoleh data pengukuran dan data unjuk kerja dari sel surya polimer sebagai hasil karakteristik listrik.
- d. Membuat kesimpulan berdasarkan hasil pengolahan dan analisa data.

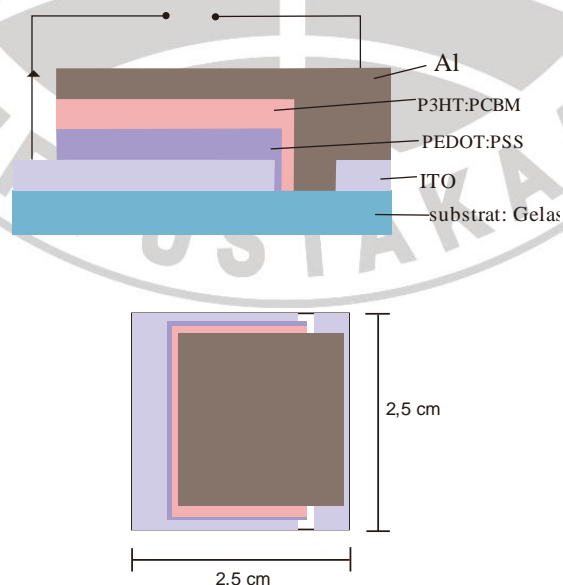
Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

- e. Memberikan saran-saran yang harus dilakukan selanjutnya dari temuan-temuan penelitian ini.

D. Pelaksanaan Penelitian

Sel surya polimer dibuat dengan menggunakan teknologi film tipis. Terdiri dari beberapa lapisan dimana setiap lapisan ditumbuhkan dengan teknik penumbuhan yang berbeda-beda bergantung pada karakteristik dari material. Polimer sendiri mudah terurai pada suhu yang tinggi dan memiliki massa molar yang tinggi untuk penguapan. Maka dari itu, lapisan aktif sel surya polimer dibuat dengan proses larutan pada suhu yang rendah.

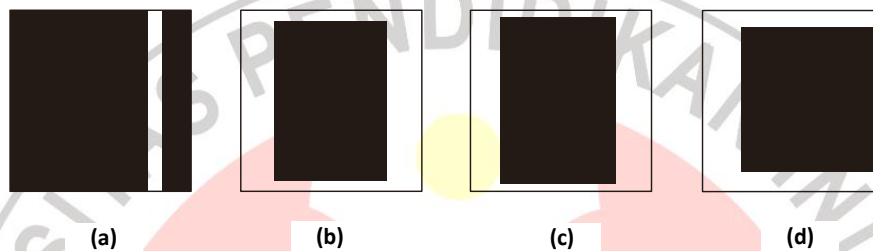
Seperti apa yang telah dirancang, sel surya akan dibuat dengan struktur seperti berikut; substrat:Gelas/ITO/PEDOT:PSS/P3HT:PCBM/Al. Penumbuhan film dilakukan dengan menggunakan teknik *screen printing* untuk PEDOT:PSS, *spin coating* untuk lapisan P3HT:PCBM, dan evaporasi untuk aluminium. Agar pembuatan sel surya ini menghasilkan tujuan yang sesuai atau mendekati dengan apa yang diharapkan, maka perancangan sel surya perlu sangat diperhatikan. Perancangan dari sel surya mengacu pada dasar teori dan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan. Berikut adalah gambaran struktur sel surya yang akan dibuat.



Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

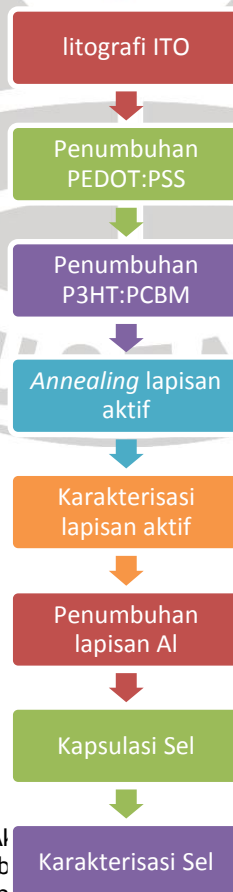
Gambar 3.3. Struktur sel surya polimer (atas) tampak samping (bawah) tampak atas

Sel surya yang dibuat memiliki ketebalan dalam skala nano. Maka dari itu perlu akurasi yang tinggi saat pembuatan film. Selain itu, ukuran dan posisi dari divais pada sel dirancang sedemikian rupa dengan memperhatikan ukuran dan posisi selama pembuatan, pengukuran, dan karakterisasi. Berikut adalah gambaran ukuran serta posisi dari divais pada sel surya yang akan ditumbuhkan.



Gambar 3.4. Skema ukuran serta posisi dari divais pada sel surya yang akan ditumbuhkan (a) ITO di atas substrat gelas, (b) PEDOT:PSS di atas ITO, (c) P3HT:PCBM di atas PEDOT:PSS dan (d) aluminium di atas P3HT:PCBM

Adapun langkah langkah dalam pembuatan sel surya polimer akan digambarkan pada diagram alir berikut ini:



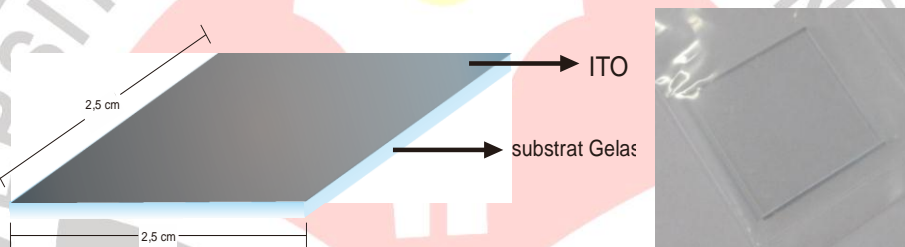
Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

Pengaruh Suhu *Annealing* Lapisan Al Polimer Yang Ditumbuhkan Di Atas Sub Universitas Pendidikan Indonesia | repustakaan.upi.edu

Gambar 3.5. Diagram alir prosedur penelitian sel surya polimer P3HT:PCBM

1. Litografi ITO

Langkah awal dari pembuatan sel surya polimer dimulai dengan persiapan substrat. Dalam penelitian kali ini, substrat yang digunakan *slide* gelas berukuran $25\text{ mm} \times 25\text{ mm} \times 1,1\text{ mm}$, dengan ketebalan 120 nm dan memiliki *sheet resistance* $8 - 12\ \Omega/\text{sq}$ (yang sudah dilapisi oleh ITO) produksi Aldrich.



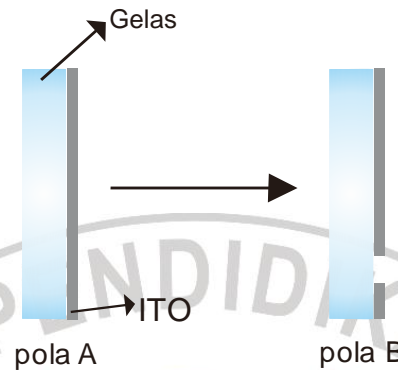
Gambar 3.6. Film gelas dilapisi ITO di atas permukaan, produksi Aldrich.

ITO (*Indium Thin Oxide*) sendiri merupakan lapisan transparan yang bersifat konduktif. Karena gelas dan ITO keduanya merupakan lapisan yang transparan, maka perlu mengetahui sisi sebelah mana yang mengandung ITO atau tidak. Hal ini dapat diketahui dengan cara melakukan pengukuran terhadap resistansi kedua sisi dengan multimeter. Hal yang perlu diperhatikan selama pembuatan sel surya adalah ketika memegang bahan-bahan atau material yang digunakan, disarankan menggunakan sarung tangan untuk menghindari lemak dari jari saat menyentuh material.

ITO di atas substrat gelas perlu dibentuk atau dipola untuk menghindari terjadinya *short circuits* ketika divais sel surya dikontakan satu dengan lainnya. Untuk mencetak pola ITO pada substrat gelas maka digunakan teknik litografi. Litografi sendiri merupakan suatu metode pencetakan atau pembentukan pola di atas suatu permukaan. Dalam penelitian ini, litografi ITO dibuat dengan

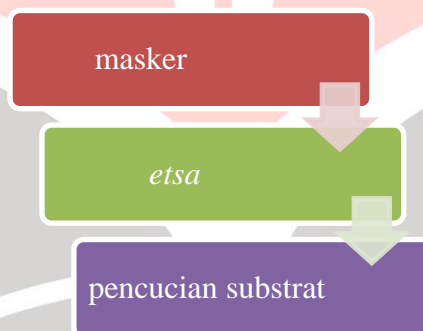
Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

menghilangkan sebagian lapisan ITO di atas substrat gelas. Litografi ITO di atas substrat gelas digambarkan pada gambar berikut ini:



Gambar 3.7. Litografi ITO di atas substrat gelas. Pola A merupakan pola awal sebelum di litografi dan pola B adalah pola yang diharapkan setelah litografi.

Dari gambar tersebut, pola A akan diubah menjadi pola B. proses pengerjaannya bertahap dimulai dengan melakukan masker, etsa, dan pencucian substrat.

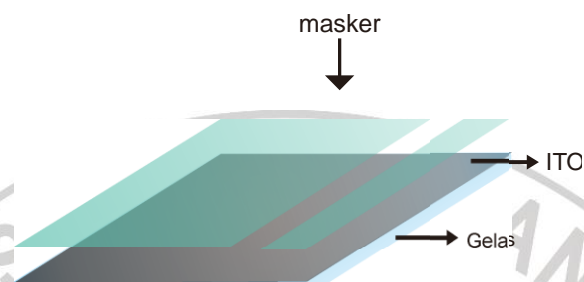


Gambar 3.8. Proses pengerjaan litografi

ITO di atas substrat diberi masker dengan tujuan untuk menutupi bagian yang tidak akan dihilangkan dari permukaan substrat sesuai pola. Masker dilakukan pada bagian yang tidak akan dihilangkan dan membiarkan lapisan yang akan dihilangkan tidak tertutup. Pengerjaan masker dilakukan secara manual tanpa menggunakan suatu alat atau mesin. Maka dari itu memerlukan tingkat akurasi yang tinggi saat melakukan masker menggunakan *adhesive tape* di atas lapisan ITO sesuai pola yang dirancang sebelumnya. Masker dilakukan dengan membuat luas *adhesive tape* sesuai dengan luas lapisan ITO yang akan dimasker. Setelah itu *adhesive tape* direkatkan di atas ITO. saat melakukan

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

perekatan di atas ITO, perlu sangat diperhatikan agar perekatan sama diseluruh bagian yang dimasker. Hal ini dimaksudkan agar tidak adanya bagian yang tidak tertutupi sehingga akan menyebabkan litografi yang tidak sempurna terutama dibagian ujung dari area masker.



Gambar 3.9. Layout masker *Adhesive tape* dalam ITO

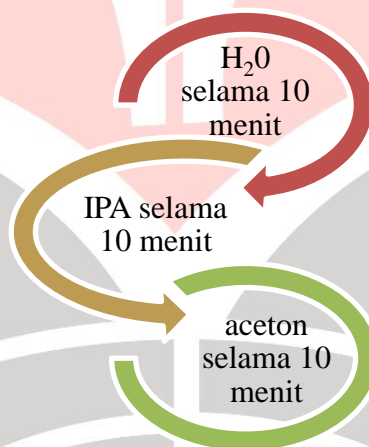
Setelah masker dilapiskan di atas lapisan ITO, maka langkah berikutnya adalah proses etsa. Pada penelitian ini, proses etsa merupakan suatu proses yang dimaksudkan untuk membuka lapisan ITO yang tidak tertutupi oleh masker pada substrat dengan mencelupkan ke dalam larutan kimia. Etsa larutan kimia sangat mempengaruhi bentuk permukaan sampel. Dengan kata lain, baik atau tidaknya hasil pengetsaan dapat dipengaruhi oleh larutan kimia yang digunakan untuk mengetsai. Larutan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam klorida (HCl) yang dilarutkan kedalam air murni (H_2O) yang memiliki perbandingan volume yang sama yaitu 50 : 50. Pengetsaan dilakukan dengan cara menempatkan larutan yang akan digunakan pada *beaker glass* kemudian mencelupkan sampel pada larutan tersebut selama ± 15 menit. Setelah itu sampel dicelupkan ke dalam *beaker glass* yang berisi *de-ionized water* (yaitu air yang netral artinya sudah tidak mengandung ion) selama ± 3 menit. Hal ini dimaksudkan untuk menghilangkan sisa-sisa larutan asam. Kemudian sampel dicelupkan ke dalam *beaker glass* yang berisi natrium bikarbonat ($NaHCO_3$) selama ± 3 menit. Hal ini dimaksudkan untuk mencuci kembali sampel sehingga sisa-sisa asam dapat terhapus karena ketika natrium bikarbonat bereaksi dengan asam, akan menghasilkan garam dan asam karbonat yang mana mudah terurai menjadi karbon dioksida dan air. Kemudian sampel kembali dicelupkan dan

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

direndam ke dalam air selama ± 3 menit. Langkah berikutnya adalah pengeringan sampel dan melepas masker dari sampel. Setelah masker dilepas, dilakukan *cleaning ultrasonic* secara bergantian dengan larutan air, IPA (*isopropyl alcohol*), dan *acetone* menggunakan alat *Cleaner Ultrasonic* produksi Branson tipe 3200 masing-masing selama ± 10 menit.



Gambar 3.10. *Cleaning Ultrasonic* produksi Branson tipe 3200



Gambar 3.11. Urutan langkah *cleaning ultrasonic* pada divais sel surya



Gambar 3.12. Larutan Aceton dan IPA di dalam *Glass Beaker*

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

Pengaruh Suhu *Annealing* Lapisan Aktif Polimer P3ht:Pcbm Terhadap Unjuk Kerja Sel Surya Polimer Yang Ditumbuhkan Di Atas Substrat Gelas
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

2. Penumbuhan lapisan PEDOT:PSS

Setelah proses litografi, maka pengerjaan selanjutnya adalah penumbuhan film PEDOT:PSS di atas ITO. Metode yang digunakan dalam penumbuhan film PEDOT:PSS adalah *screen printing*. *Screen printing* merupakan suatu metoda penumbuhan lapisan tipis dengan memindahkan bahan pasta ke atas substrat. Parameter yang mempengaruhi proses *screen printing* adalah *screen* dan *squeegee*. *Screen* umumnya terbuat dari bahan elastis yang kasar ataupun halus kemudian diregangkan dan dipasang kedalam bingkai membentuk suatu pola tenunan berpori. Umumnya bingkai terbuat dari kayu atau aluminium. *Screen* sendiri berfungsi sebagai pembentuk pola film yang akan ditumbuhkan di atas substrat dan menentukan ketebalan pasta dalam substrat. Maka dari itu pemilihan bahan *screen* perlu diperhatikan agar mendapatkan hasil cetakan atau *printing* yang baik.

Squeegee atau rakel adalah alat penyapu yang terbuat dari karet atau *polyurethane*. *Squeegee* berfungsi meratakan pasta pada *screen* sehingga pasta akan membuat kontak dengan substrat. Setiap bahan *squeegee* memiliki karakteristik kekerasan dan kekakuan yang berbeda dan pemilihan bentuk ujung *squeegee* yang tepat akan menghasilkan kualitas akhir cetakan yang baik sehingga menghindari pola garis-garis pada substrat. Adapun proses pengerjaan *screen printing* ini dimulai dengan pembuatan *screen* kemudian penumbuhan film PEDOT:PSS.

a. Pembuatan *Screen*

Berikut ini adalah beberapa bahan yang diperlukan dalam pembuatan *screen*:

- *Screen* yang digunakan terbuat dari bahan nylon yang memiliki kerapatan 277 mesh.

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013



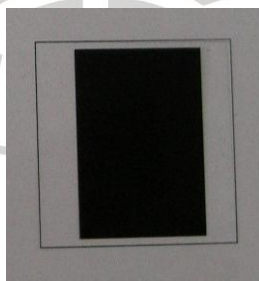
Gambar 3.13. *Screen Nylon*

- CDF 3 (*Capillary Direct Film*), merupakan emulsi film yang digunakan sebagai bidang cetak tembus.
- Ulano 133, merupakan cairan kental atau bahan emulsi yang akan digunakan untuk menutupi bagian *screen* yang tidak tertutupi oleh CDF 3.



Gambar 3.14. *Ulano 133*

- *Ortho-film*, adalah film dari hasil print BW (Black/White) pada media plastik transparan yang menyimpan pola yang akan dicetak pada *screen*.



Gambar 3.15. *Ortho-film* untuk pola PEDOT:PSS

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

Pengaruh Suhu *Annealing* Lapisan Aktif Polimer P3ht:Pcbm Terhadap Unjuk Kerja Sel Surya Polimer Yang Ditumbuhkan Di Atas Substrat Gelas
 Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- *Screen maker*. merupakan alat penyinaran menggunakan sinar UV. *Screen maker* yang digunakan adalah *Screen Maker* produksi Richmond tipe 3000T.



Gambar 3.16. *Screen Maker* Produksi Richmond tipe 3000T

Tahapan dalam pembuatan *screen* adalah sebagai berikut :

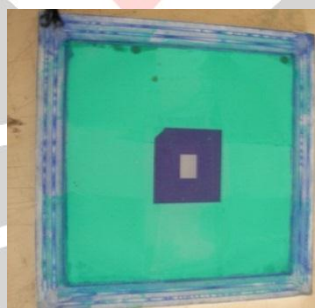
- *Screen* memiliki dua permukaan yaitu permukaan bawah dan permukaan atas. Pada permukaan atas *screen* , diletakan kertas emulsi CDF 3 yang sebelumnya telah dipotong kedalam ukuran yang lebih besar dari pola pada *ortho-film* yaitu sekitar $7\text{ cm} \times 7\text{ cm}$. Kertas emulsi CDF-3 tersebut diletakan di tengah permukaan *screen* dan agar tidak bergeser maka diberi selotif di salah satu sisi kertas emulsi CDF-3.
- Setelah itu, permukaan bawah *screen* tepat di bawah kertas emulsi CDF-3 diolesi dengan emulsi Ulano 133. Pengolesan permukaan menggunakan squeegee agar pengolesan emulsi merata pada permukaan. Lepaskan selotip yang merekat pada salah satu sisi CDF-3, kemudian keringkan dengan hair dryer selama 15 menit.
- Setelah ulano 133 benar-benar kering, maka lapisan plastik/mylar pada CDF-3 dapat dilepaskan namun harus secara hati hati. Lalu *ortho-film* diletakan di bagian atas CDF-3 yang telah dilepaskan lapisan plastiknya. Agar *ortho-film* tidak bergeser maka diberi selotif disalah satu sisinya.
- Kemudian *screen* tersebut diletakan tepat dibagian tengah penyinaran pada mesin *screen maker*. Mesin tersebut berfungsi menyinari *screen* agar terbentuk pola *ortho-film* pada CDF-3 yang tidak tertembus cahaya. Proses

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

fotografi dilakukan selama kurang lebih 10 menit. Pada proses ini pola *ortho-film* yang menutupi lintasan cahaya bereaksi terhadap bahan emulsi film (CDF-3) sehingga pola dapat terbentuk.

- Setelah penyinaran *ortho-film* selesai, *ortho-film* tersebut dapat dilepas dari *screen* kemudian *screen* disemprot dengan air bertekanan tinggi secara hati-hati agar pola yang terbentuk tidak rusak. Setelah pola tampak dan terbentuk dengan baik maka *screen* dikeringkan menggunakan *hair dryer* dan dibiarkan selama 15 menit.
- Proses yang terakhir adalah pengolesan Ulano 133 pada bagian *screen* yang belum tertutupi oleh CDF 3 yang diratakan dengan menggunakan squeegee dan dikeringkan dengan menggunakan *hair dryer*. Agar hasil yang dihasilkan lebih baik, sebaiknya *screen* dibiarkan mengering selama 24 jam.

Beberapa langkah di atas dilakukan dalam keadaan gelap atau intensitas cahaya yang rendah karena bahan emulsi mudah bereaksi terhadap cahaya.

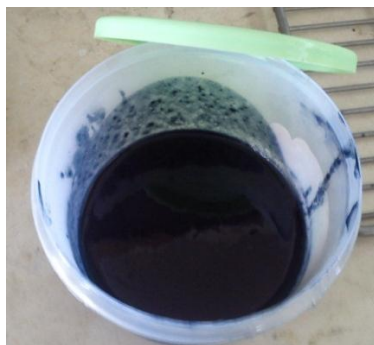


Gambar 3.17. Pola yang terbentuk di atas *screen*

b. Pencetakan Film PEDOT:PSS

Screen yang telah dibuat akan digunakan dalam proses penumbuhan film PEDOT:PSS di atas ITO. PEDOT:PSS berfungsi sebagai hole transporter dan exciton blocker yaitu mencegah difusi ITO ke dalam lapisan aktif dari sel surya. PEDOT:PSS berupa pasta yang disimpan dalam suhu rendah, sehingga sebelum digunakan perlu di aduk terlebih dahulu agar tidak terdapat endapan.

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013



Gambar 3.18. Pasta PEDOT:PSS

Proses penumbuhan film dilakukan dengan teknik *screen printing* menggunakan alat *Screen Printer* produksi de Haart tipe SP SA 40.



Gambar 3.19. *Screen Printer* de Haart

Berikut adalah tahapan *screen printing* penumbuhan film PEDOT:PSS di atas ITO:

- *Screen* yang sebelumnya telah dibuat dan sudah memiliki pola PEDOT:PSS diset pada *screen printer* dan letakkan juga substrat atau sel yang sudah dilapisi ITO yang mana akan digunakan pada *screen printer*.
- Kemudian atur posisi *screen* terhadap substrat sehingga posisi pola PEDOT:PSS tepat berada di atas substrat. Agar mempermudah proses pelurusan antara posisi substrat dengan pola pada *screen*, maka gunakan *ortho-film* dan letakkan di atas substrat. Hal ini sangat mempengaruhi keberhasilan dari proses *screen printing* agar film yang ditumbuhkan memiliki presisi pola sesuai yang dirancang.
- Lakukan pengaturan jarak antara sisi cetak pada *screen* dan substrat (jarak snap-off) dan besar tekanan saat squeegee menyapu bagian *screen*. Dalam

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

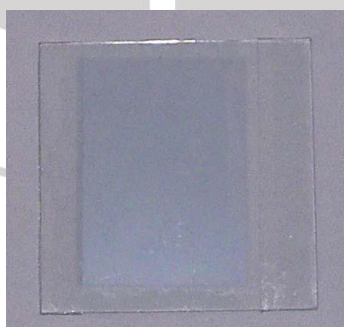
penelitian ini besar snap-off dan tekanan squeegee masing-masing adalah 20 skala dan 10 skala.

- Tuangkan pasta PEDOT:PSS pada bagian atas *screen* lalu lakukan proses pencetakan yaitu dengan menggerakkan squeegee seperti yang telah diset oleh alat tersebut sehingga menyapu rata pasta pada daerah *screen* kemudian tersaring kebagian substrat.
- Setelah proses pencetakan selesai maka sampel langkah berikutnya adalah proses pengeringan dengan cara dipanaskan didalam oven vakum pada temperatur 120°C selama 60 menit.



Gambar 3.20. Oven Vakum

- Maka didapatkan film PEDOT:PSS yang terbentuk di atas substrat ITO.



Gambar 3.21. PEDOT:PSS yang telah ditumbuhkan di atas substrat ITO

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

Pengaruh Suhu *Annealing* Lapisan Aktif Polimer P3ht:Pcbm Terhadap Unjuk Kerja Sel Surya Polimer Yang Ditumbuhkan Di Atas Substrat Gelas
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Hal yang perlu diperhatikan setelah proses *screen printing* adalah sampel harus disimpan diruang vakum yaitu pada deccicator dan jangan dibiarkan terlalu lama sebelum proses sebelumnya dilakukan.

3. Penumbuhan Lapisan Aktif P3HT:PCBM

Lapisan aktif merupakan lapisan yang berfungsi merespon cahaya yang mengenai sel surya dan mengkonversinya menjadi pembawa muatan. Dalam sel surya polimer, lapisan aktif merupakan lapisan yang paling penting karena pada lapisan inilah terjadinya proses fotovoltaiik sehingga proses pembuatannya juga perlu sangat diperhatikan. Lapisan aktif berada diantara sepasang elektroda dan dalam proses pembuatannya, lapisan aktif akan ditumbuhkan di atas lapisan PEDOT:PSS. Material polimer yang digunakan sebagai lapisan aktif dipilih berdasarkan beberapa kriteria diantaranya stabilitas, kemurnian, kemudahan dalam pembuatannya, dan efisiensi yang dihasilkan pada divais.

Pada penelitian ini dipilih material P3HT sebagai material donor karena sejauh ini P3HT mampu menghasilkan efisiensi paling tinggi jika dibandingkan polimer lainnya. Selain itu, material P3HT juga merupakan polimer stabil yang dapat diproses dengan banyak teknik dan metode. Material P3HT digunakan tanpa purifikasi produksi Aldrich.



Gambar 3.22. P3HT (kanan) dan PCBM (kiri)

Agar dapat bersifat seperti semikonduktor maka material ini harus dicampur dengan material lainnya sehingga membentuk sebuah persambungan atau

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

berstruktur *bulk-heterojunction*. dalam penelitian ini, PCBM produksi Aldrich dipilih sebagai material akseptor elektron yang akan dicampur dengan P3HT.

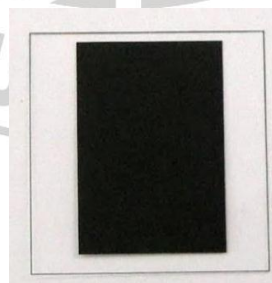
Terdapat tiga tahapan dalam pembuatan lapisan aktif yaitu membuat larutan polimer terkonjugasi, masker sampel dan yang terakhir adalah *spin coating* lapisan larutan polimer di atas substrat. Berikut ini akan dipaparkan mengenai tahapan dari proses tersebut.

a. *Blending* Polimer P3HT:PCBM

Lapisan aktif dengan struktur *bulk-heterojunction* dibuat dengan mencampurkan dua material polimer menjadi sebuah larutan. Sebelum membuat larutan, masing-masing material yaitu P3HT dan PCBM diukur masanya menggunakan timbangan dengan rasio perbandingan 1:1. Sebanyak 200 mg P3HT dilarutkan kedalam 10 mL klorobenzen dan diaduk sampai larutan homogen, dan juga 200 mg PCBM dilarutkan kedalam 10 mL klorobenzen diaduk sampai larutan homogen. Dengan menggunakan plastik pipet, kedua larutan tersebut dicampurkan kedalam satu botol dan diaduk sampai homogen.

b. Masker Polimer

Masker dilakukan pada sampel yang telah dilapisi PEDOT:PSS / divais PEDOT:PSS (substrat). karena menggunakan teknik *spin coating*, maka proses masker dilakukan pada lapisan yang tidak akan ditumbuhkan P3HT:PCBM sedangkan lapisan yang akan ditumbuhkan dibiarkan terbuka.



Gambar 3.23. *Ortho-film* untuk lapisan aktif P3HT:PCBM

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

Ortho-film pada Gambar 3.19. menunjukkan pola lapisan aktif di atas PEDOT:PSS (Substrat). bagian hitam menunjukkan area lapisan aktif P3HT:PCBM seluas 26 mm^2 sedangkan bagian transparan adalah substrat atau divais PEDOT:PSS. Proses masker sendiri menggunakan *adhesive tape* dimana berdasarkan rancangan pada *ortho-film*, *adhesive tape* digunting sesuai ukuran divais PEDOT:PSS yang tidak akan ditumbuhkan P3HT:PCBM. Setelah itu *adhesive tape* ditempelkan di atas divais PEDOT:PSS sehingga hanya luas bagian yang hitam saja (sesuai *ortho-film*) yang dibiarkan terbuka dan siap ditumbuhkan P3HT:PCBM sebagai lapisan aktif.

c. *Spin coating* Lapisan Aktif P3HT:PCBM

Setelah proses masker, maka langkah berikutnya adalah penumbuhan P3HT:PCBM melalui teknik *spin coating*. Teknik *spin coating* merupakan suatu teknik penumbuhan film pada substrat dengan proses pemutaran (*Spinning*). Ketika suatu larutan diteteskan di atas substrat yang disimpan di atas piringan yang dapat berputar (*spinner*), maka ketika piringan tersebut diputar akan ada gaya sentripetal yang menyebabkan larutan tersebut tertarik keluar pusat putaran dan tersebar merata ke seluruh permukaan substrat. lapisan yang terbentuk oleh larutan, akan memiliki ketebalan yang bergantung pada kekentalan larutan dan laju rotasi *spinner*. Semakin tinggi laju rotasi *spinner* maka akan semakin tipis lapisan yang terbentuk.

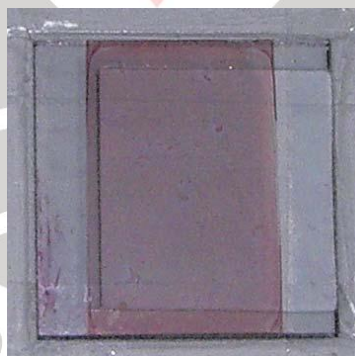
Dalam penelitian ini digunakan alat *spin coating* yaitu spin coater tipe P-6000 produksi Intergrated Technologies. Inc..



Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

Gambar 3.24. *Spin Coater* Tipe P-6000 Produksi Intergrated Technologies. Inc.

Langkah awal penumbuhan dengan menggunakan teknik *spin coating* yaitu dengan meletakkan atau memosisikan substrat yang telah dimasker tepat ditengah-tengah *spinner* pada spin coater. Kemudian, agar substrat tidak berpindah posisi atau terlempar saat *spinner* berputar, maka set mesin spin coater dalam keadaan vakum. Selain itu juga, dapat ditambahkan sedikit selotip pada bagian ujung substrat. Setelah itu, tetesi bagian tengah permukaan susbrat dengan larutan P3HT:PCBM menggunakan pipet dan ratakan keseluruhan bagian permukaan. lalu tutup *spinner* dan atur kecepatan putaran sebesar 600 rpm dan lamanya waktu sebesar 30 detik. Kemudian setelah *spinner* berhenti berputar, atur mesin *spin coater* dalam keadaan tidak vakum, sehingga substrat yang telah dilapisi P3HT:PCBM dapat diambil dan segera masker *adhesive tape* dibuka. Bagian bawah substrat yaitu substrat gelas, dibersihkan dengan menggunakan *cotton bud* yang sudah dibasahi dengan IPA.



Gambar 3.25. Lapisan aktif P3HT:PCBM yang telah ditumbuhkan di atas divais PEDOT:PSS

d. *Annealing* Lapisan Aktif P3HT:PCBM

Annealing merupakan suatu proses perlakuan panas pada material yang bertujuan untuk mengontrol struktur kristalografi dari material tersebut. Saat proses *annealing*, atom-atom dalam polimer akan berdifusi kedalam posisi substitusi pada kisi sehingga akan mempengaruhi properti listrik dari material

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

tersebut. *Annealing* lapisan aktif dilakukan dengan menggunakan oven vakum yaitu pada temperatur 120°C dan 150°C setelah lapisan aktif tersebut ditumbuhkan.

Langkah berikutnya adalah proses pengeringan sampel selama 24 jam didalam lingkungan nitrogen pada *deccicator*.



Gambar 3.26. *Deccicator*, tempat penyimpanan sampel dalam lingkungan nitrogen

4. Penumbuhan Lapisan Aluminium

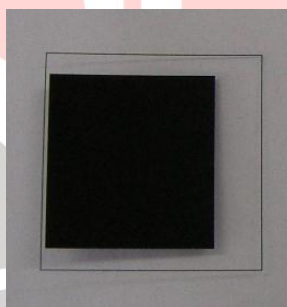
Lapisan aluminium (Al) berfungsi sebagai katoda pada sepasang elektroda dalam divais sel surya polimer. Proses penumbuhan Al dilakukan dengan teknik evaporasi di atas lapisan aktif P3HT:PCBM. Teknik evaporasi merupakan suatu teknik penumbuhan film biasanya untuk logam atau logam *alloy*, di atas substrat melalui proses penguapan didalam ruang vakum. prinsip dasar dari teknik evaporasi adalah kondensasi dari atom-atom sumber evaporasi pada permukaan substrat saat tekanan uap sumber evaporasi cukup untuk mendesak uap-uap keluar keseluruh permukaan ruang vakum yang mengelilinginya (*chamber*). *Chamber* harus berada dalam keadaan vakum agar titik didih dari sumber evaporasi rendah. Proses evaporasi menggunakan evaporator tipe Auto 306 produksi Edwards Gambar 3.27.

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013



Gambar 3.27. Alat Evaporator

Sebelum melakukan evaporasi, sel surya yang sudah terdiri dari lapisan Gelas/ITO/PEDOT:PSS/P3HT:PCBM (substrat) dimasker agar terbentuk pola aluminium sesuai pada *ortho-film*.



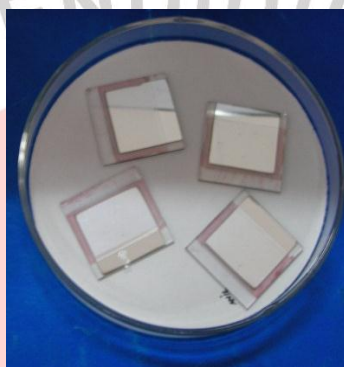
Gambar 3.28. *Ortho-film* untuk aluminium di atas lapisan aktif P3HT:PCBM

Proses masker atau proses pemberian pola Al dilakukan dengan memposisikan *ortho-film* tepat di atas divais lapisan aktif P3HT:PCBM dimana bagian hitam dari *ortho-film* sebelumnya telah dihilangkan dengan cara dipotong menggunakan cutter. Kemudian bagian ujung diluar *ortho-film* disisakan agar dapat direkatkan dengan selotip dengan bagian bawah susbtrat sel surya yaitu gelas.

Setelah susbtrat divais siap untuk dievaporasi, maka selanjutnya nyalakan mesin evaporator. Setelah mesin nyala, buka chamber dan pasang susbtrat divais yang sudah diberi pola aluminium pada bagian atas *chamber (holder)*. Lilitkan kawat logam aluminium pada kawat filamen yang terbuat dari bahan tungsten.

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

Setelah itu chamber ditutup dan atur chamber agar berada dalam keadaan vakum yaitu sampai tekanan *chamber* $5 \times 10^{-5} \text{ mBr}$. Kemudian alirkan arus pada filamen secara pelan-pelan sebesar 40 A. Setelah membara, atur posisi shutter menjadi terbuka dan aluminium akan menguap ke atas (didalam chamber) sampai ketebalan yang diinginkan yaitu $\pm 100 \text{ nm}$. Saat itulah film Al terbentuk pada substrat karena atom-atom telah terkondensasi.



Gambar 3.29. Lapisan Al yang telah ditumbuhkan di atas divais lapisan aktif P3HT:PCBM

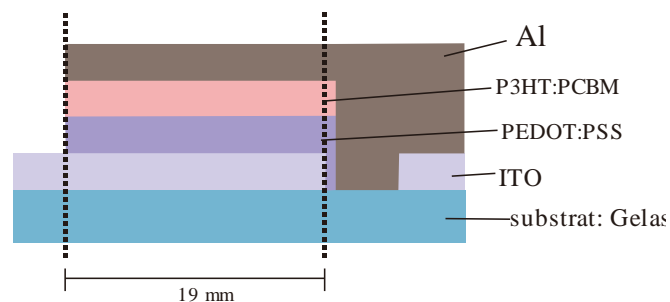
Setelah itu buka masker *ortho-film* dan sel surya siap untuk dikapsulasi.

5. Kapsulasi Sel

Proses kapsulasi sel merupakan proses yang bertujuan untuk melindungi sel dari lingkungan udara sebelum dikarakterisasi. Proses kapsulasi menggunakan bahan perekat sealant produksi *dyesol*. Setelah divais sel surya yang terdiri dari gelas/PEDOT:PSS/P3HT:PCBM/Al telah dibuat, maka kapsulasi langsung dikerjakan saat itu juga setelah evaporasi. Kapsulasi dilakukan dengan merekatkan *slide* gelas di atas Al dimana sedikit dari bagian ujung Al dan ITO dibiarkan terbuka agar dapat dikontakkan saat karakterisasi.

Sebelum melakukan kapsulasi, potong slide gelas dengan ukuran $25 \text{ mm} \times 19 \text{ mm}$. Luasan tersebut diperoleh dengan memperkirakan daerah yang terlapsi oleh Gelas/PEDOT:PSS/P3HT:PCBM/Al.

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013



Gambar 3.30. Luasan daerah yang dikapsulasi menggunakan slide gelas

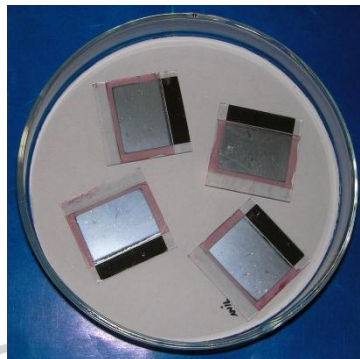
Slide gelas dipotong dengan menggunakan alat pemotong substrat seperti yang terlihat pada gambar 3.31.



Gambar 3.31. Alat pemotong substrat

Sebelum *slide* gelas direkatkan pada prototip sel surya, *slide* gelas dibersihkan dengan menggunakan *cotton bud* yang sudah dibasahi dengan IPA agar lemak dari tangan tidak membekas pada permukaan gelas. Selain itu, yang perlu disiapkan adalah sealant yang telah dipotong dengan ukuran yang sama sesuai *slide* gelas. Kemudian satu permukaan sealant direkatkan pada slide gelas dan permukaan lainnya direkatkan pada lapisan Al prototip sel surya. Agar bagian yang direkatkan tidak bergeser posisinya, maka tambahkan pencapit dibagian kedua ujung prototip.

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013



Gambar 3.32. Prototip sel surya polimer yang telah dikapsulasi

6. Karakterisasi

Karakterisasi dibagi menjadi tiga macam dimana dua diantaranya merupakan karakterisasi dari lapisan aktif dan satu karakterisasi sel.

a. Karakterisasi *Scanning Microscopy Electron* (SEM)

Scanning Microscopy Electron (SEM) adalah mikroskop yang menggunakan hamburan elektron dalam membentuk bayangan. Hasil dari foto SEM dapat digunakan untuk mengetahui bagaimana morfologi permukaan dari suatu kristal (butir-butir dan batas antar butir). Dalam penelitian ini SEM digunakan untuk mendapatkan citra morfologi lapisan aktif. SEM dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL).

b. Karakterisasi UV-Vis

Karakterisasi UV-Vis merupakan karakterisasi yang bertujuan untuk mengetahui sifat optis dari sel surya. Karakterisasi UV-Vis dilakukan di Institut Teknik Bandung. Prinsip dasar dari UV-Vis adalah terjadinya transisi elektronik yang disebabkan penyerapan sinar UV-Vis yang mampu mengeksitasi elektron dari orbital yang kosong. Umumnya, transisi yang paling mungkin adalah transisi pada tingkat tertinggi (HOMO) ke orbital molekul yang kosong pada tingkat terendah (LUMO).

c. Karakterisasi I-V

Karakterisasi I-V menggambarkan sifat listrik dari prototip sel surya yang telah dibuat. Karakterisasi I-V dilakukan di laboratorium Gedung Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi (PPET) – Lembaga Ilmu

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

Pengetahuan Indonesia (LIPI) dengan menggunakan alat I-V measurements dari National Instruments.



Gambar 3.33. I-V measurments

ITO yang berfungsi sebagai anoda yang dikontakan pada kutub positif sedangkan Al yang berfungsi sebagai katoda dikontakkan pada kutub negatif. Kemudian, setelah dikontakkan atur posisi prototipe sel surya agar satu posisi dengan lampu Xenon yang berfungsi menyinari sel surya. Penyinaran dilakukan dengan besar intensitas adalah $60 W/m^2$ pada suhu kamar $\pm 25^\circ C$.

Zeniar Rossa Pratiwi, 2013

Pengaruh Suhu *Annealing* Lapisan Aktif Polimer P3ht:Pcbm Terhadap Unjuk Kerja Sel Surya Polimer Yang Ditumbuhkan Di Atas Substrat Gelas
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu