

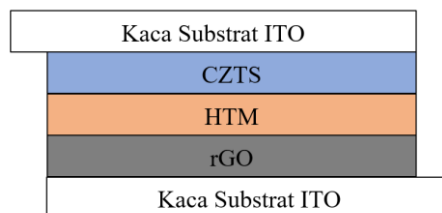
BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juli 2021 – Desember 2021 pada pukul 07.00 – 17.00. di Laboratorium Fisika Material, Gedung JICA FPMIPA A, Universitas Pendidikan Indonesia. Beralamat di Jl. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154, Jawa Barat, Indonesia.

3.2 Desain Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen untuk membuktikan hipotesis yang sesuai dengan tujuan dari penelitian. Penelitian yang dilakukan merupakan pembuatan solar sel CZTS dengan penambahan lapisan rGO. Eksperimen yang dilakukan menggunakan variabel bebas dimana variabel bebasnya adalah jumlah lapisan rGO yang di variasikan sebanyak 4, dimana ada 1 lapisan, 2 lapisan, 3 lapisan dan 4 lapisan dimana masing-masing lapisan akan menjadi sample solar sel yang akan diuji efisiensi.



Gambar 3.1 Struktur Lapisan Sel Surya

Gambar 3.1 menunjukkan lapisan-lapisan yang akan terdeposisi dalam pembuatan sel surya.

3.3 Instrumen Penelitian

Dalam melakukan penelitian, karakterisasi yang akan dilakukan adalah karakterisasi sifat optik dari lapisan rGO dengan menggunakan *UV-VIS Spectroscopy* untuk mengukur transmitansi dan absorbansi dari lapisan tersebut. Untuk mengukur efisiensi dari sel surya yang telah dibuat dilakukan pengujian I-V untuk mengukur efisiensi dari sel surya yang telah difabrikasikan.

3.3.1 UV-VIS

UV-VIS atau *Ultra Violet-Visible* spectroscopy adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian *UV-VIS* untuk melakukan pengujian sifat optik dari lapisan rGO.



Gambar 3.2 Alat UV-VIS

3.3.2 Solar Simulator I-V

Untuk melakukan pengujian efisiensi dari sel surya dilakukan dibawah sinaran dari lampu yang dapat meniru daya pengeluaran cahaya matahari dengan menggunakan filter *Standard Solar Simulator 1.5 AM filter 100mW/cm²* untuk absorpsi cahaya matahari pada atmosfer, dan menggunakan *Current and Voltage Sourcemeter* untuk memberi arus dan mengukur tegangan pada sample sel surya yang akan diuji.



Gambar 3.3 Alat pengukuran I-V

3.4 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam eksperimen untuk melakukan sintesis CZTS deposisi CZTS pada substrat , pembuatan larutan rGO, deposisi rGO pada substrat ITO dan fabrikasi sel surya adalah sebagai berikut:

No	Nama Alat	Fungsi
1	Neraca Digital Analitik	Mengukur berat bahan
2	Botol Kaca	Penyimpanan Larutan
3	Gelas Beaker	Untuk melakukan proses sintesis CZTS dan pembuatan larutan rGO
4	Mikropipet	Untuk menambah larutan dalam jumlah sedikit
5	Corong	Untuk memasukan larutan dalam botol
6	Pinset	Untuk mengambil substrat
7	<i>Spin-Coater</i>	Untuk melakukan deposisi CZTS
8	<i>Furnace</i>	Untuk melakukan proses sulfurisasi
9	<i>Hot-Plate Stirrer</i>	Untuk pembuatan larutan CZTS
10	Oven	Untuk mengeringkan lapisan CZTS dan rGO
11	Spatula	Untuk mengambil bahan prekursor

12	<i>Filtration Vacuum Pump</i>	Untuk menyaring larutan CZTS
13	<i>Centrifuge</i>	Untuk memisahkan
14	<i>Ultrasonic Cleaner</i>	Untuk memberishkan alat dan untuk melakukan sonifikasi rGO
15	Cawan Petri	Sebagai tempat penyimpanan sample
16	Kertas Whattmann	Untuk menyaring sample
17	<i>Aluminum Foil</i>	Untuk menutup gelas beaker
18	Cawan keramik	Untuk sulfurisasi

Tabel 3.1 Tabel Alat

Bahan yang digunakan untuk Eksperimen adalah sebagai berikut:

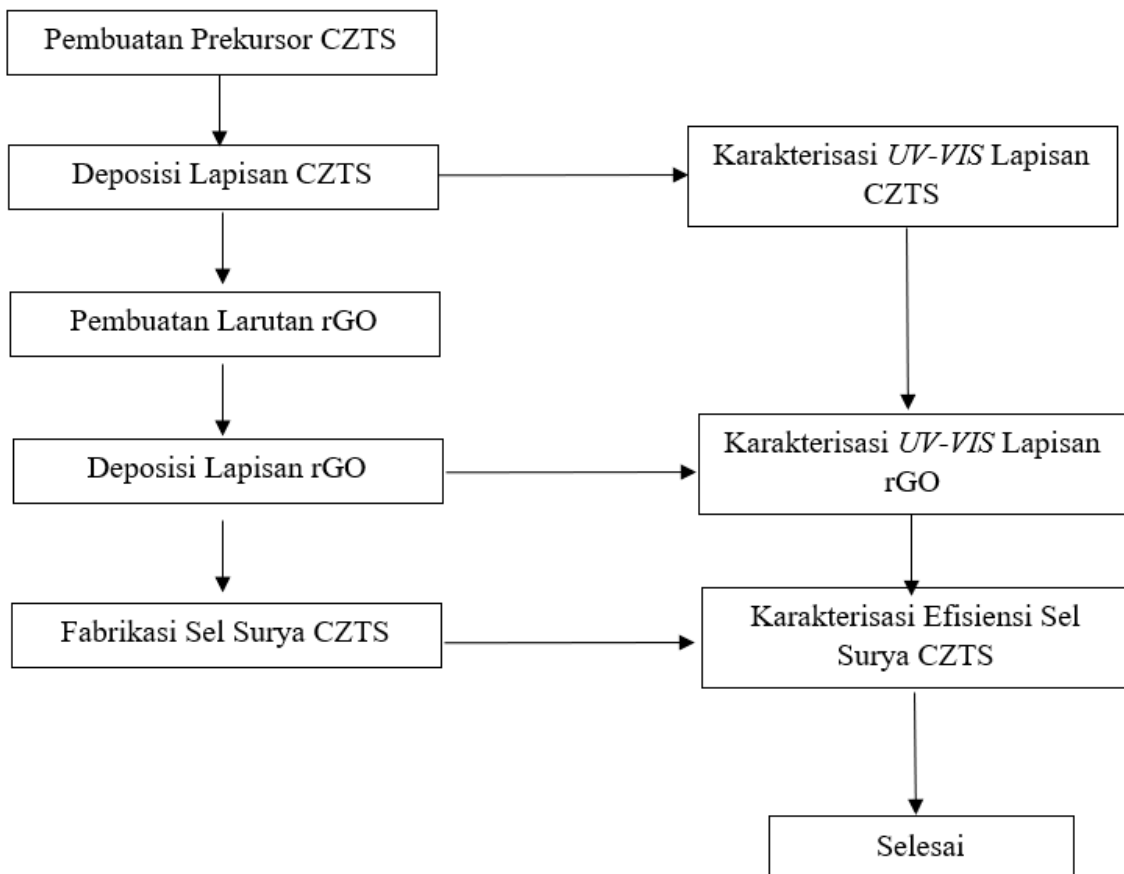
No	Nama Bahan	Fungsi
1	Tembaga Asetat Monohidrat	Prekursor CZTS
2	Seng Asetat Dihidrat	Prekursor CZTS
3	Klorida Dihidrat	Prekursor CZTS
4	Thiourea	Prekursor CZTS
5	2-metoksietanol	Pelarut CZTS
6	TEA	Pengikat
7	MEA	Pengikat
8	Kaca Substrat ITO	Sebagai Substrat
9	<i>Reduced Graphene Oxide (rGO)</i>	Sebagai elektroda

10	Aquadest	Pelarut rGO
----	----------	-------------

Tabel 3.2 Tabel Bahan

3.5 Prosedur Penelitian

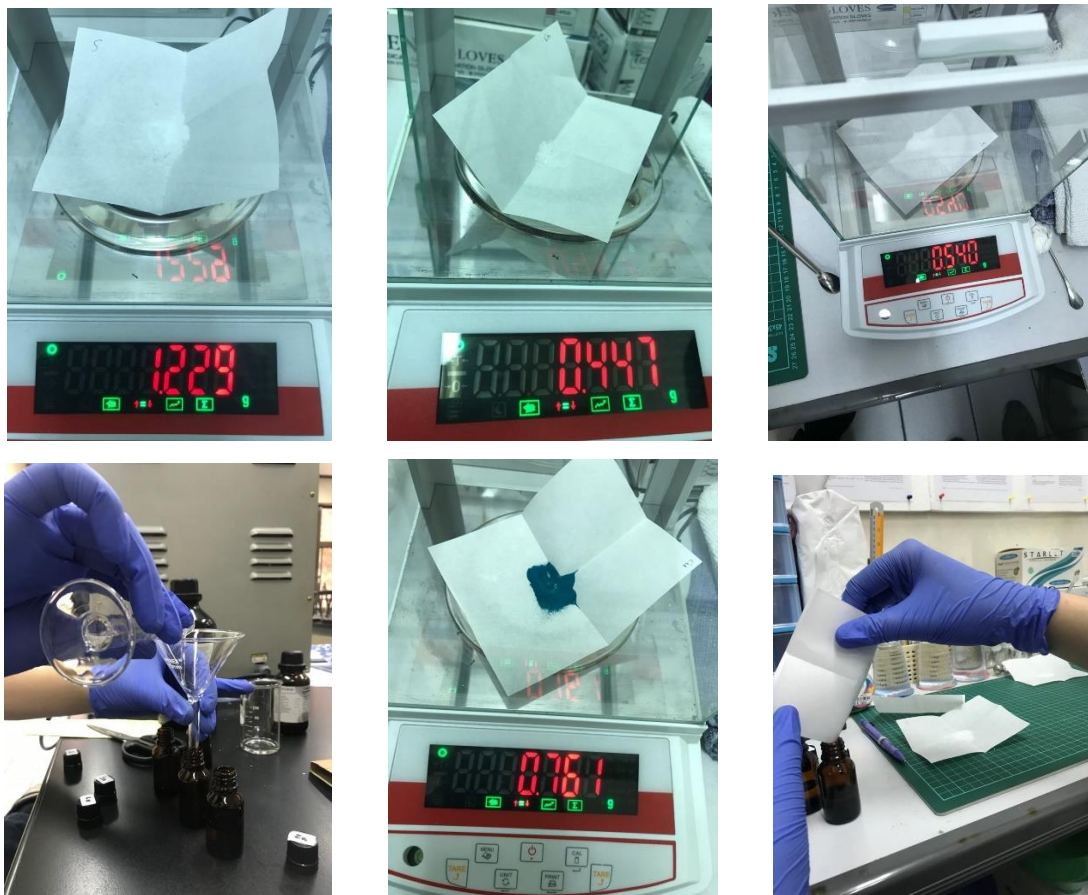
Penelitian ini dilakukan dengan Langkah-langkah sebagai berikut:



Gambar 3.4 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembuatan Prekursor CZTS

Bahan prekursor untuk pembuatan larutan CZTS disiapkan sebanyak: 12,7 mmol Tembaga Asetat Monohidrat, 8,2 mmol Seng Asetat Dihidrat, 6,6 mmol Tin Klorida Dihidrat, dan 53,8 mmol Thiourea.



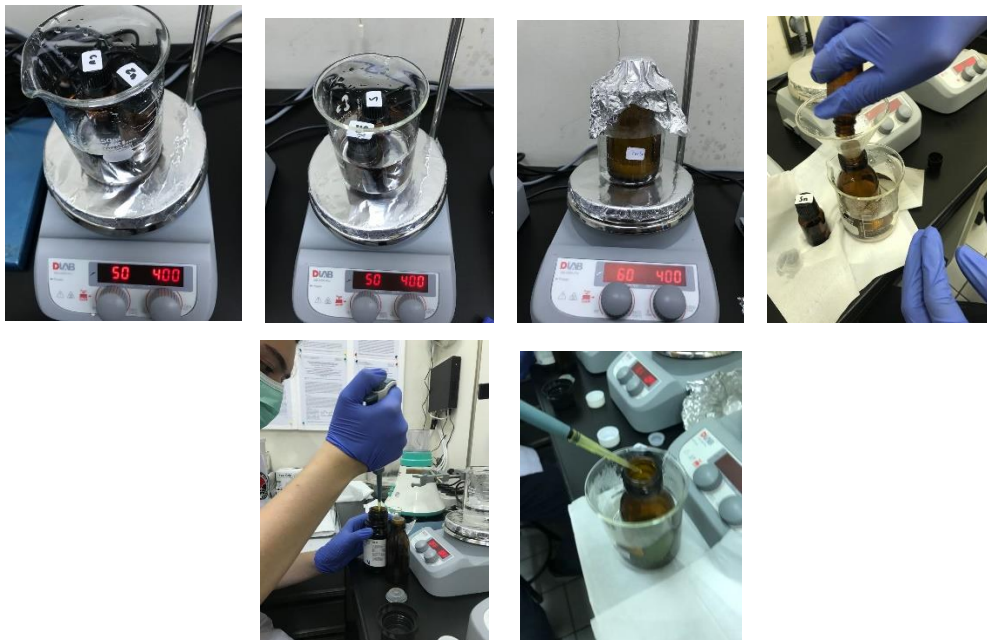
Gambar 3.5 Penimbangan dan disimpan bahan prekursor CZTS dalam botol kaca dengan pelarut 2-metoksietanol

Xorell Ivanov Monov, 2022

PENGARUH PENAMBAHAN LAPISAN REDUCED GRAPHENE OXIDE TERHADAP EFISIENSI SEL SURYA BERBASIS CZTS

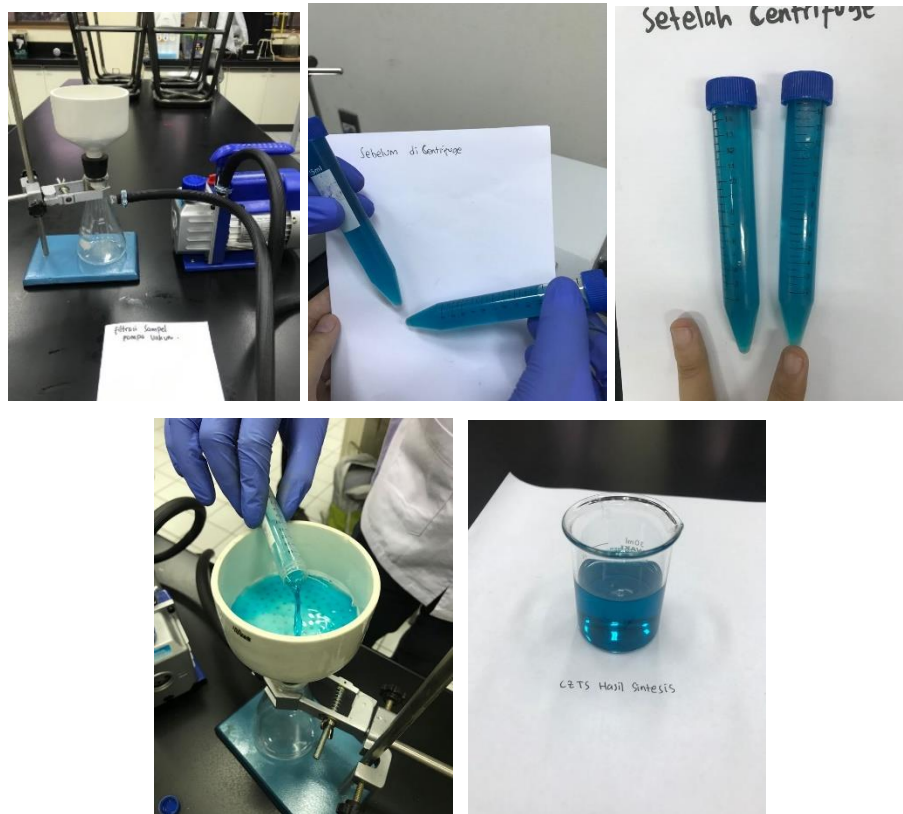
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3.5 menunjukkan penimbangan bahan prekursor dan proses penambahan bahan dalam botol kaca. Masing-masing bubuk dilarutkan dalam 7,5 ml 2-metoksietanol, di aduk dengan kecepatan putaran 400rpm dan suhu 60°C selama 1 jam seperti yang ditunjuk pada gambar 3.6. Larutan Zn dan Sn kemudian dicampurkan dan diaduk selama 30 menit, larutan Cu kemudian dicampurkan dan diaduk selama 30menit, terakhir larutan S dicampurkan dan diaduk selama 30 menit. TEA sebanyak 50 μ l dan MEA sebanyak 100 μ l dicampurkan dalam larutan.



Gambar 3.6 Penambahan bahan prekursor, TEA dan MEA

Larutan kemudian dimasukan dalam sentrifuge dengan kecepatan putaran 4000rpm selama 10 menit. Larutan kemudian difiltrasi dengan penyaringan vakum dan kertas wattman no. 42 sehingga terdapat larutan yang tidak terdapat endapan seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.7.

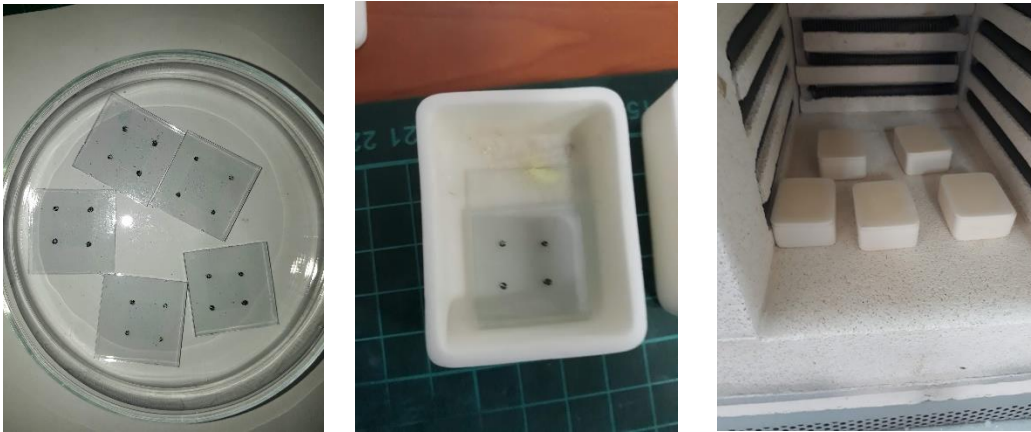


Gambar 3.7 Filtrasi Larutan CZTS

3.5.2 Deposisi Lapisan CZTS

Teknik deposisi yang digunakan adalah metode *spin-coating*. Substrat ITO dengan ukuran 25mm x 25mm dibersihkan dengan menggunakan aseton, isopropil alkohol dan gas N₂. Substrat ITO kemudia diletakkan dalam mesin spincoater. Larutan CZTS sebanyak 200 μ l ditetaskan di atas substrat dan kemudian dilakukan spin coating dengan kecepatan putaran sebesar 3000rpm selama 30 detik. Substrat dengan lapisan tipis CZTS diletakkan dalam oven yang suhunya 150°C selama 15 menit, kemudian proses ini dilakukan sebanyak 10 kali. Substrat yang terdapat lapisan tipis CZTS kemudian di sulfurisasi dengan menambahkan bubuk sulfur sebanyak 5mg dalam cawan keramik yang terdapat sampel. Cawan keramik

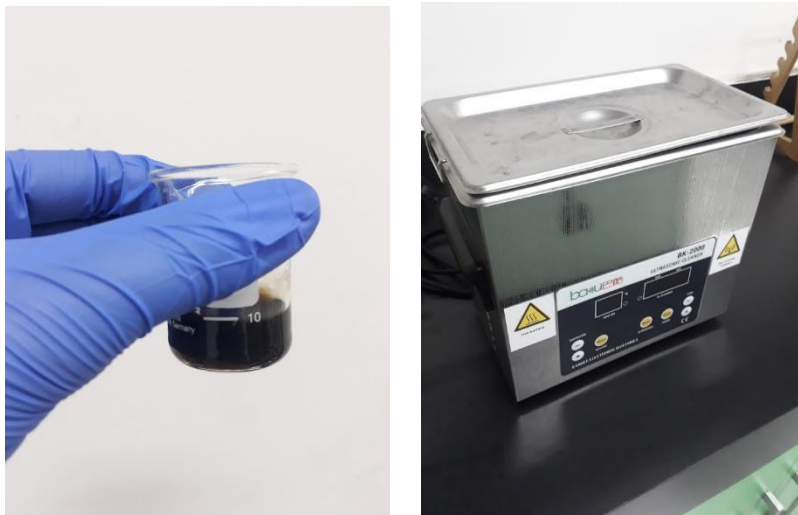
tersebut diletakkan dalam furnace kemudian dilakukan proses sulfurisasi dengan suhu 500°C.



Gambar 3.8 Proses Sulfurisasi CZTS

3.5.3 Pembuatan Larutan rGO

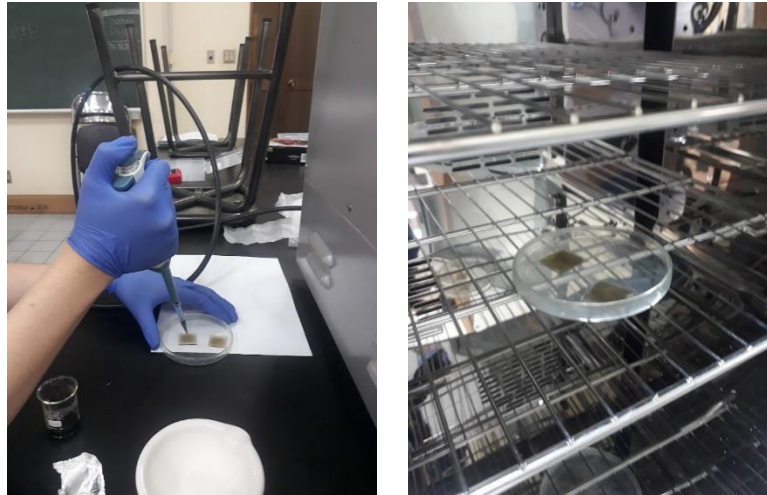
Larutan rGO dibuat dengan mencampurkan 150mg powder rGO dalam 50mL air deionisasi sehingga konsentrasi rGO dengan air berupa rasio 3:1. Larutan tersebut kemudian diletakkan dalam *ultrasonic washer* untuk melakukan proses sonifikasi untuk mendispersikan larutan tersebut. Sonifikasi dilakukan selama 2 jam sehingga semua powder rGO terdispersi dalam air.



Gambar 3.9 Proses Sonifikasi rGO

3.5.4 Deposisi rGO

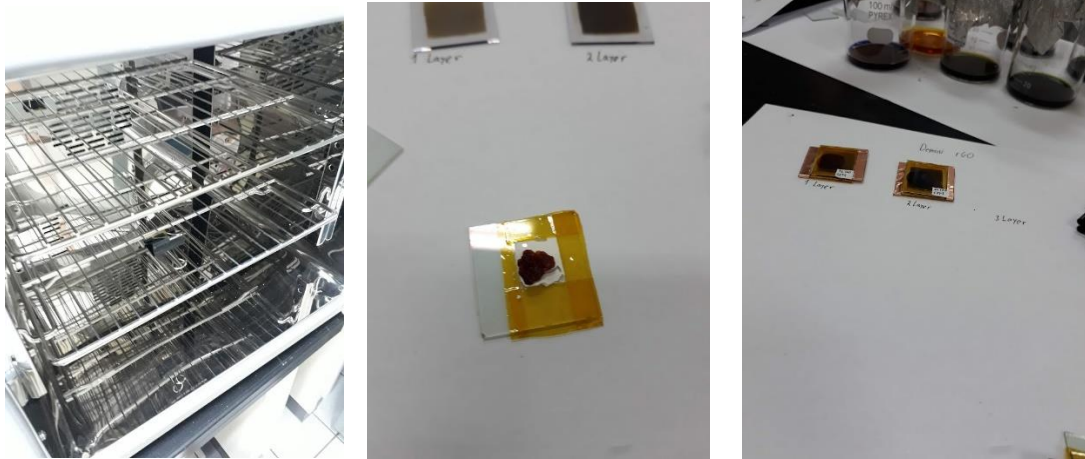
Teknik deposisi rGO yang digunakan adalah *drop-cast deposition* dimana larutan rGO sebanyak 150 μ l diatas substrat ITO sehingga seluruh permukaan ITO terdapat larutan rGO. Substrat kemudian diletakkan dalam oven 80°C sampai seluruh air terevaporasi. Untuk penelitian ini terdapat 4 sample, dimana variasinya adalah jumlah layer rgo, dari 1 sampai 4 lapisan yang terdeposisi.



Gambar 3.10 Proses deposisi rGO

3.5.5 Fabrikasi Sel Surya CZTS

Substrat yang terdapat lapisan tipis CZTS dipersiapkan terlebih dahulu dengan menggunakan *capton tape* dengan menutupi bagian lapisan CZTS sehingga ada kotak dengan ukuran 1cm x 1cm. Kemudian diletakkan lapisan elektrolit HTM (Hole Transport Material) di atas lapisan CZTS dengan menggunakan pinset untuk membuat lapisan yang tipis. Substrat ITO yang terdapat lapisan rGO diletakkan di atas HTM dengan lapisan rGO menempel pada HTM.



Gambar 3.11 Proses fabrikasi sel surya CZTS

Selanjutnya substrat-substrat dijepit menggunakan jepit buaya dan diletakkan dalam oven dengan suhu 80°C untuk melelehkan HTM sehingga dua substrat nempel seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.11. Kemudian sample didinginkan dan ditambahkan selotip tembaga pada substrat ITO yang tidak terutupi oleh capton tape dan juga pada substrat ITO dengan lapisan rGO. Selotip tembaga digunakan sebagai kontak pada sel surya.

3.6 Karakterisasi

3.6.1 Karakterasi UV-VIS

Sifat optik pada film tipis menentukan karakteristik film tipis tersebut dengan cahaya. Film tipis yang dihasilkan dalam penelitian bertujuan untuk menjadi sebuah lapisan tipis yang transparan, sehingga diperlukan untuk mengetahui sifat optik dari lapisan tersebut. Karakteristik optik dalam sebuah film tipis berupa absorpsansi, reflektansi dan transmitansi. Spektrum transmitansi menunjukkan fungsi transmisi terhadap panjang gelombang. Nilai transmitansi film tipis diperoleh dalam bentuk spektrum transmitansi (dalam %) terhadap panjang gelombang. Hasil pengukuran transmitansi dapat digunakan untuk menentukan nilai energi gapnya. Karakterisasi sifat optik dapat dilakukan dengan menggunakan *UV-Vis Spectrophotometry*.

Transmitansi berupa perbandingan antara intensitas cahaya setelah dan sebelum melewati material semikonduktor yang dinyatakan dalam persamaan (2.1) :

$$T = \frac{I}{I_0} \times 100\%$$

dengan T adalah transmitansi material semikonduktor (%). Intensitas radiasi berkurang secara eksponensial terhadap ketebalan film sehingga persamaan (2.1) dapat dinyatakan dalam persamaan (2.2) :

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\alpha b}$$

dengan b adalah ketebalan film dan α adalah koefisien absorpsi optik.

3.6.2 Karakterisasi I-V

Analisis ini menggunakan data dari karakterisasi menggunakan *Standard Solar Simulator 1.5 AM filter 100 mW/cm²*. Data yang diperoleh berupa arus dan tegangan yang kemudian di plot ke dalam grafik setelah nilai arus dibagi oleh luas permukaan lapisan tipis CZTS terlebih dahulu untuk menghasilkan nilai densitas arus. Selanjutnya nilai tersebut digunakan untuk menentukan Fill Factor (FF)

$$FF = \frac{V_{max} \cdot J_{max}}{V_{oc} \cdot J_{sc}}$$

$$\eta = \frac{V_{oc} \cdot J_{sc}}{P_{in}} \times FF$$

Dimana J_{sc} adalah rapat arus, V_{oc} adalah tegangan saat arus sama dengan nol, V_m dan J_m adalah untuk menentukan daya maksimum sel surya. Dengan rumus di atas dapat ditentukan efisiensi sel surya yang telah dibuat.