

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Permintaan energi yang terus meningkat di seluruh dunia mengajukan berbagai upaya untuk mencari sumber energi yang dapat diperbarukan seperti sinar matahari, angin, dan gelombang laut (Ellaban 2014). Matahari berfungsi sebagai sumber energi utama, berupa sinar matahari dan panas, Matahari juga dianggap sebagai reservoir yang bersih dan tampaknya tak terbatas. Oleh karena itu, Matahari sebagai sumber energi tidak dapat habis di alam dan sebagai hasilnya dijadikan sebagai sumber energi yang dapat diperbarukan. Sel surya atau solar photo voltaics (PV) adalah perangkat yang menghasilkan listrik langsung dari sinar matahari dan telah terbukti menjadi salah satu pengganti yang paling menjanjikan untuk sumber energi konvensional seperti (batubara, minyak, dan gas alam) (Branker 2011). Pemasangan perangkat PV, baik dalam mode berdiri sendiri atau dalam skala besar (pembangkit listrik tenaga surya PV/ PLTS) meningkat pesat dan diharapkan menjadi peran penting dalam pembangkit tenaga listrik dalam waktu dekat. Penerapan praktis panel surya (panel surya termasuk beberapa sel secara seri dan/atau paralel untuk mencapai tegangan dan arus yang diinginkan), penelitian dan pengembangan sedang dilakukan secara ketat pada berbagai jenis solar sel dengan mempertimbangkan prinsip kerja fundamental.

Saat ini kita berada di era mengembangkan sel surya generasi keempat. Sel generasi pertama didasarkan pada silikon kristal, yang tidak hanya menunjukkan efisiensi konversi daya tertinggi (PCE) tetapi juga secara komersial dominan dalam teknologi PV. Generasi kedua sel surya film tipis (TFSCs) yang mencakup sel amorf atau polikristalin, sel CdTe dan CuInGaSe₂/CuZnSnS₂ (CIGS/CZTS) dan juga secara komersial sedang digunakan. Sel generasi ketiga didasarkan pada sel surya organik (atau polimer) (OSC), sel surya perovskit (PSC), dan solar peka-pewarna atau semikonduktor sel (DSSC). Teknologi PV generasi keempat adalah hibridisasi film tipis organik berbiaya rendah/fleksibel dengan bahan berstruktur nano anorganik baru secara berurutan. untuk meningkatkan kinerja perangkat (Sahoo 2019).

Sel surya yang akan diteliti adalah sel surya yang menggunakan bahan kesterit. Kesterit adalah nama dari mineral yang terdapat pada alam contoh dari bahan kesterit adalah $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$ (CZTSe); $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (CZTS) dan $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S},\text{Se})_2$, (CZTSSe), bahan kesterit ini terbuat dari bahan yang relatif lebih murah dibandingkan dengan solar sel segenerasi yang lain. Solar sel kesterite memiliki struktur yang mirip dengan solar sen yang terbuat dari bahan CuInGaS (CIGS). Kesterit memiliki sifat fisis yang mirip dengan CIGS, material kesterite memiliki celah pita fotovoltaik yang sangat baik (E_g CZTS 1,5 eV, E_g CZTSe 1,0 eV) dengan koefisien penyerapan tinggi (10^5 cm^{-1}) (Prima et al. 2021).

Sel surya CZTS memiliki defisit dalam sifat listriknya. Salah satu contohnya adalah laju pemindahan muatan antar lapisan ke lapisan selanjutnya, sehingga efisiensi dari sel surya tersebut dapat menurun (Nandi 2019). Untuk mengatasi defisit dalam laju pemindahan muatan, peneliti menambahkan lapisan graphene dalam struktur sel suryanya (Giraldo 2017). Graphene memiliki turunannya seperti *graphene oxide* (GO) dan *reduced graphene oxide* (rGO) yang jauh lebih mudah untuk disintesis. Graphene dan turunannya memiliki stabilitas termal dan kimia yang baik sehingga dapat digunakan dalam proses pembuatan sel surya (Sahoo et al, 2019). Graphene memiliki mobilitas pembawa yang sangat tinggi ($\sim 20.000 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$) dan transmisi optik dalam inframerah-dekat (NIR) ke spektrum cahaya tampak ($\sim 2,3\%$ cahaya diserap dalam kisaran ini) (Sahoo 2019).

Sel surya umumnya menggunakan transparan lapisan konduktor (TC) yang berfungsi sebagai kontak logam serta memungkinkan cahaya untuk melewati. Untuk mendapatkan efisiensi konversi yang lebih tinggi, lapisan TC ini menjadi bagian integral dari fabrikasi film tipis dan karenanya, yang sesuai pilihan lapisan TC sangat penting untuk solar film tipis teknologi (Nikita 2016). Solar sel CZTS juga menggunakan lapisan TC seperti indium tin oxide (ITO). Namun untuk sekarang bahan ITO susah untuk dilapisi pada solar sel CZTS sehingga perlu dicari bahan lain yang bisa menjadi lapisan TC pada solar sel CZTS. Bahan yang dapat menggantikan ITO dan relative lebih murah adalah graphene dan turunannya, sehingga peneliti juga menggantikan ITO dengan rGO (Sahoo 2019). Resistansi lembaran rendah dan efisiensi optik yang tinggi adalah persyaratan mendasar untuk elektroda ini. ZnO dan graphene adalah yang lainnya TC alternatif sebagai bahan TC. Lapisan graphene dan turunannya memiliki sifat optic yang lebih diinginkan dibandingkan dengan ZnO (Nikita et al, 2016).

Solar sel CZTS memiliki beberapa defisit dalam sifat listriknya, seperti memperoleh efisiensi konversi foto yang ditargetkan untuk sel fotovoltaik berbasis CZTS dihasilkan baik dari pembangkitan pembawa muatan foto atau e^-/h^+ pasangan transportasi menuju ujung elektroda, yang menurunkan karakteristik V_{oc} dan J_{sc} . (Das et al, 2019). Pada perkembangan penelitian, peneliti akhir-akhir ini mencoba untuk mengoptimasi antarmuka sel surya CZTSSe dengan menggunakan graphene sebagai cara untuk mengatasi masalah defisit tegangan rangkaian terbuka. Dalam penelitian (Gabor 2017) mendemonstrasikan efek penghalang oksida graphene menggunakan rGO, GO dan oksida graphene tereduksi secara termal (TrGO) antara lapisan penyerap CZTSSe dan kontak balik Mo lapisan untuk meningkatkan laju pemindahan muatan dari lapisan CZTSe dengan lapisan Mo sehingga dapat menaikkan efisiensi dari sel surya tersebut.

Oleh sebab itu, pada penelitian ini, struktur dari solar cell CZTS akan ditambahkan sebuah lapisan rGO yang akan menjadi kontak belakang. Teknik pembuatan solar cell yang nanti akan digunakan adalah full solution based atau semua deposisi akan menggunakan larutan. Teknik deposisi tersebut merupakan teknik yang murah dan mudah untuk dilakukan. Penelitian yang akan dilakukan terhadap 4 sampel dengan mengubah jumlah lapisan rGO yang akan terdeposisi. Lapisan CZTS sendiri tidak divariasikan. Sifat optik dari lapisan rGO akan dianalisis menggunakan UV-VIS spectroscopy. Efisiensi dari solar cell CZTS akan diuji melalui karakteristik I-V.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh jumlah lapisan terhadap optik lapisan rGO.
2. Bagaimana pengaruh jumlah lapisan rGO terhadap efisiensi sel surya CZTS.

1.3 Batas Penelitian

Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi sifat optik lapisan rGO. Sifat optik yang dibahas pada penelitian ini adalah perbedaan transmittansi dan absorbansi dari setiap sample lapisan rGO satu sampai dengan empat lapis.

Efisiensi sel surya CZTS yang dibahas dalam penelitian ini meliputi sifat listrik sampel sel surya CZTS dengan penambahan lapisan rGO. Tegangan *Open Circuit* (V_{oc}), Densitas Arus *Short-Circuit* (J_{sc}), *Fill Factor* (FF), dan Efisiensi untuk mengetahui nilai konversi cahaya menjadi energi yang dihasilkan oleh sel surya CZTS.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis pengaruh jumlah lapisan terhadap sifat optik lapisan rGO.
2. Analisis pengaruh jumlah lapisan rGO terhadap sifat listrik sel surya CZTS.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi terhadap pengaruh penambahan lapisan rGO pada sel surya berbasis CZTS, sehingga dapat dimanfaatkan dalam penelitian selanjutnya dalam mengembangkan fabrikasi sel surya untuk membuat sel surya yang lebih efisien.

1.6 Sistematika Penyusunan Laporan

Skripsi ini disusun dalam lima bagian dengan sistematika penulisan dengan beberapa sub-bab dari setiap BAB. BAB I Pendahuluan membahas mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dilaksanakannya penelitian, manfaat penelitian, hipotesis, serta sistematika penulisan laporan. BAB II Kajian Pustaka membahas mengenai landasan teori mengenai sel surya, bahan yang digunakan dalam struktur sel surya yang berupa CZTS, serta rGO sebagai penambahan lapisan pada sel surya. BAB III Metode Penelitian berisi

tentang waktu dan lokasi penelitian, metode penelitian, studi literatur, preparasi CZTS, preparasi rGO, fabrikasi sel surya CZTS, serta karakterisasi dari sel surya CZTS. BAB IV Hasil Penelitian pembahasan, analisis absorbansi dan transitansi dari lapisan, serta analisis efisiensi sel surya CZTS yang telah dibuat. BAB V Kesimpulan berupa simpulan serta implikasi dan rekomendasi mengenai penelitian yang telah dilakukan untuk dikembangkan selanjutnya