

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi telah menjadi kunci dalam perkembangan manusia sejak revolusi industri abad ke-18. Namun, setelah krisis energi tahun 1970-an, baru disadari bahwa cadangan energi fosil di bumi sangat terbatas. Permintaan energi global meningkat dari hari ke hari dan saat ini sebagian besar dipenuhi oleh sumber-sumber tak terbarukan (Zafar dkk., 2018). Sumber energi tak terbarukan hanya cukup untuk beberapa tahun saja. Meskipun cadangan batu bara cukup untuk dua abad ke depan, penggunaannya harus dibatasi seminimal mungkin karena efek ekologisnya yang merusak. Aspek lingkungan dari sistem energi telah mendapat prioritas seiring dengan meningkatnya kesadaran lingkungan manusia (Islam dkk., 2014). Sumber energi terbarukan seperti matahari, biomassa, angin dan tenaga air kini dipertimbangkan, sebagai alternatif berkelanjutan. Saat ini, energi terbarukan menyumbang 11% dari total pasokan energi, dan pada tahun 2070, pangsanya akan menjadi 60% (K Hossain & Badr, 2007).

Pada tingkat produksi saat ini, cadangan energi di Indonesia untuk minyak mentah dan gas alam diperkirakan bertahan masing-masing selama 23 tahun dan 52 tahun (Kementerian ESDM, 2020). Karena penipisan cadangan minyak dan gas bumi yang cepat di Indonesia, negara harus mencari sumber energi alternatif untuk menopang pembangunan ekonomi di masa depan (Erdiwansyah dkk., 2021). Seperti banyak negara berkembang, pembangunan dan pertumbuhan ekonomi terus memengaruhi pertumbuhan permintaan konsumsi energi. Total pasokan energi primer terus meningkat selama 19 tahun terakhir. Diperkirakan mencapai sekitar 1270,9 MTOE pada tahun 2009 yang meningkat lebih dari 200% dari tahun 1990 dan dianggap tinggi di antara negara-negara berkembang (Resosudarmo dkk., 2012).

Indonesia terletak di daerah tropis dengan potensi energi matahari yang cukup besar. Energi matahari adalah sumber energi terbarukan yang paling kuat, yang dapat diubah menjadi listrik (Nasruddin dkk., 2018). Energi surya sebagai sumber energi dapat menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan

bakar fosil. Dari sudut pandang manajemen energi dan keamanan lingkungan, pemanfaatan energi matahari untuk menghasilkan listrik dengan penerapan perangkat fotovoltaik (PV) yang mampu menghasilkan listrik langsung dari cahaya matahari tanpa ada komponen mekanis yang bergerak merupakan kebutuhan saat ini (Richard E. Smalley, 2005). Selama ini, teknologi PV dikategorikan dalam tiga generasi. Sel PV generasi pertama terdiri dari silikon, *monocrystalline* dan *polycrystalline*. PV generasi kedua meliputi non-kristal, *Copper Indium Gallium Selenide* (CIGS) dan *Kadmium Telluride* (CdTe). Sel PV generasi ketiga terdiri dari *dye sensitized solar cell* (DSSC), sel surya organik, *perovskite solar cell* (PSC) dan *quantum dot* (QD) (Park, 2015).

Kemunculan baru-baru ini dari sel surya yang efisien menggunakan perovskit timbal halida telah diakui sebagai salah satu fotovoltaik generasi ketiga yang prospektif karena koefisien penyerapannya yang tinggi, sifat pengangkutan muatan yang sangat baik, dan panjang difusi eksiton yang baik (Snaith, 2013). Termotivasi oleh tujuan pembuatan sel surya perovskit yang stabil, berefisiensi tinggi, dan hemat biaya, upaya luar biasa telah dicurahkan untuk meningkatkan kinerja sel surya perovskit. Sampai saat ini, berbagai strategi telah diadopsi untuk peningkatan kinerja, termasuk rekayasa komposisi bahan perovskit dan rekayasa konfigurasi.

$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$  atau metilamonium timbal iodida merupakan salah satu struktur perovskit yang mewakili bahan penyerap cahaya untuk konfigurasi perangkat sel surya perovskit.  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$  memiliki mobilitas pembawa muatan yang tinggi dan waktu hidup pembawa muatan yang lama (Hodes, 2013).  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$  tidak hanya dapat menghantarkan *hole* tetapi juga elektron. Oleh karena itu,  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$  dipilih sebagai pemeka atau penyerap cahaya, yang dapat memberikan efisiensi konversi daya yang tinggi (Burschka dkk., 2013).

Diantara berbagai jenis sel surya berstruktur nano semikonduktor, seng oksida (ZnO) memiliki beberapa keunggulan dibanding bahan lainnya, yaitu sebagai berikut: (1) ramah lingkungan. Dibandingkan dengan bahan PV umum lainnya yang mengandung unsur logam berat, seperti CdS, CdSe, PbS, dll., ZnO tidak membahayakan manusia dan lingkungan, (2) memiliki mobilitas elektron yang tinggi

(hingga  $\sim 1000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  untuk kawat nano tunggal) (WEI dkk., 2008), yang menguntungkan untuk transpor elektron yang efisien dan mengurangi rekombinasi, (3) dapat dibuat melalui metode sintesis yang fleksibel sehingga memungkinkan untuk memperoleh beragam morfologi (Zhai dkk., 2011).

Untuk aplikasi prospektif PSC, fleksibilitas itu penting, karena memiliki kelebihan biaya rendah, ringan, tipis, mudah ditekuk, portabel, dan mudah diproses. Oleh karena itu, banyak peneliti berfokus pada pengembangan PSC yang fleksibel. Sel surya fleksibel dapat dengan mudah diintegrasikan dalam bentuk melengkung, cocok untuk aplikasi portabel dan dapat dipakai (Pasquier, 2007). Sel surya fleksibel, bisa dipasang di atap dengan permukaan datar atau melengkung. Substrat polimer fleksibel konduktif (*indium tin oxide* (ITO)) dilapisi *polietilen naftalat* (PEN) atau *polietilen tereftalat* (PET) dapat berperan sebagai susunan perangkat sel surya perovskit fleksibel (D. kuang dkk., 2008).

Penelitian mengenai PSC telah banyak dilakukan dengan fotoelektroda yang berbeda-beda. Ketebalan lapisan fotoelektroda merupakan parameter penting yang memengaruhi performansi PSC. Karena fotokonduktivitas dikaitkan dengan pembangkitan pembawa muatan yang disebabkan penyerapan foton. Penyerapan foton terjadi ketika cahaya yang ditransmisikan fotoelektroda diserap oleh perovskit. Pengaruh cahaya meningkatkan denistas *short-circuit* ( $J_{sc}$ ) atau mengurangi hambatan dalam sel, sehingga memungkinkan aliran pembawa muatan yang lebih besar (Sathya dkk., 2012). Maka,  $J_{sc}$  akan meningkat dengan berkurangnya ketebalan lapisan fotoelektroda menghasilkan sel surya efisiensi tinggi.

Pada tahun 2013, Ku dkk melakukan penelitian menggunakan *methylammonium lead iodide* ( $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ ) perovskit/ $\text{TiO}_2$  *solar cell* dengan ketebalan fotoelektroda  $10 \mu\text{m}$  memperoleh efisiensi sel 6,64% (Ku dkk., 2013). Lindblad dkk melakukan penelitian PSC dengan lapisan fotoelektroda  $\text{TiO}_2$  ketebalan  $5 \mu\text{m}$  memperoleh efisiensi sebesar 12,8% (Lindblad dkk., 2014). Dari kedua penelitian tersebut sel surya dengan struktur perangkat yang sama namun berbeda ketebalan lapisan fotoelektrodanya memperoleh efisiensi yang berbeda.  $\text{TiO}_2$  telah banyak digunakan sebagai fotoelektroda, namun preparasinya membutuhkan suhu pemanasan yang

tinggi, biasanya 450°C-500°C. Prosedur tersebut akan menghambat pengembangan PSC dimasa depan pada substrat plastik fleksibel. Oleh karena itu, pemrosesan suhu rendah penting dari penelitian sel surya. ZnO adalah alternatif yang layak untuk PSC fleksibel dengan efisiensi tinggi, karena memiliki struktur pita energi yang sama dengan TiO<sub>2</sub> dan dapat diproses pada suhu rendah (Dong dkk., 2014). Berdasarkan penelitian sebelumnya, perlu untuk menganalisis pengaruh ketebalan lapisan fotoelektroda ZnO terhadap kinerja sel surya PSC fleksibel.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh ketebalan lapisan film tipis ZnO terhadap sifat optik PSC fleksibel?
2. Bagaimana pengaruh ketebalan lapisan film tipis ZnO terhadap efisiensi PSC fleksibel?

## 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, batasan masalah pada penelitian ini meliputi pengaruh ketebalan lapisan film tipis ZnO sebelum ditambahkan lapisan perovskit CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> untuk mengetahui spektrum absorbansi, transmitansi dan *bandgap* yang dapat berpengaruh terhadap sifat optik sel surya.

Efisiensi sel surya yang dibahas pada penelitian ini meliputi sifat listrik sel yaitu tegangan *open-circuit* ( $V_{oc}$ ), densitas arus *short-circuit* ( $J_{sc}$ ), *Fill Factor* (FF), sehingga didapatkan nilai efisiensi.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Memperoleh gambaran mengenai pengaruh ketebalan film tipis ZnO terhadap sifat optik PSC fleksibel
2. Memperoleh gambaran mengenai pengaruh ketebalan film tipis ZnO terhadap efisiensi PSC fleksibel

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa informasi mengenai pengaruh ketebalan film tipis ZnO terhadap kinerja PSC fleksibel, sehingga dapat

dimanfaatkan para peneliti lain pada penelitian selanjutnya dalam mengembangkan energi terbarukan yang ramah lingkungan.

## 1.6 Sistematika Penyusunan Laporan

Skripsi ini disusun dalam lima BAB dengan beberapa sub-bab pada setiap BAB. Sistematika penulisannya secara rinci sebagai berikut: BAB I berisi pendahuluan yang membahas latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dilaksanakannya penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan laporan. BAB II berisi tinjauan pustaka yang membahas tentang landasan teori mengenai sel surya, yang meliputi *Perovskite solar cell* (PSC), komponen PSC, sintesis PSC, prinsip kerja PSC, kinerja PSC dengan ketebalan lapisan ZnO yang berbeda, dan karakterisasi PSC. BAB III yang membahas metode penelitian, mengenai waktu dan tempat penelitian, desain penelitian, alat dan bahan yang digunakan, prosedur penelitian, alat karakterisasi. BAB IV berisi pembahasan mengenai sifat optik lapisan film tipis ZnO, yaitu absorbansi, transmitansi, dan *bandgap* pada lapisan tersebut, dijelaskan juga mengenai analisis sifat listrik yang memengaruhi efisiensi sel surya. BAB V berisi simpulan, implikasi, dan rekomendasi dari penelitian yang telah dilakukan sehingga dapat dikembangkan.