

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Memasuki abad 21, persediaan minyak dan gas bumi semakin menipis. Sementara kebutuhan akan energi semakin meningkat, terutama dirasakan pada negara industri. Kebutuhan energi meningkat sampai 70% antara tahun 2000 sampai dengan tahun 2030. Pada tahun 2015, kebutuhan energi listrik akan mencapai 19,5 – 20 trilyun kWh, namun sumber energi primer (minyak dan gas bumi) hanya mampu menyumbang 12,4 trilyun kWh saja [1]. Status persediaan minyak dunia diperkirakan akan habis 23 tahun ke depan, gas akan habis 62 tahun ke depan, dan batu bara, 146 tahun ke depan tidak akan tersedia lagi [1]. Indonesia masih sangat tergantung pada sumber energi tak terbarukan, hal ini dibuktikan dengan konsumsi energi nasional Indonesia sebesar 50% berasal dari minyak bumi. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan mengoptimalkan potensi energi terbarukan yang dimiliki Indonesia yaitu sebesar 311.232 MW dan baru 22% yang dimanfaatkan [2].

Energi terbarukan yang potensial dikembangkan di Indonesia adalah energi surya, mengingat Indonesia merupakan negara yang terletak pada daerah katulistiwa dan merupakan salah satu negara yang terletak di antara titik *equinox* atau titik balik matahari, yang secara tidak langsung akan selalu disinari cahaya matahari di sepanjang tahun dengan intensitas radiasi matahari rata-rata mencapai 4,8 kWh/m² per hari di seluruh wilayah Indonesia dari total radiasi sebesar 174 petawatts (PW) yang diterima bumi setiap harinya [3]. Energi dan potensi sebesar itu akan sayang sekali jika tidak dimanfaatkan dengan baik, sehingga diperlukan sebuah alat yang mampu mengkonversi energi radiasi matahari menjadi energi listrik atau energi lainnya yang bisa dimanfaatkan. *Device* yang digunakan untuk mengkonversi energi radiasi matahari menjadi energi listrik adalah panel *photovoltaic* atau sel surya.

Penelitian mengenai *device* sel surya telah mengalami beberapa perkembangan. Perkembangan pertama adalah sel surya yang terbuat dari silikon kristal tunggal

(monokristal) dan silikon kristal banyak (polikristal). Perkembangan kedua, sel surya yang terbuat dari silikon tipe lapis tipis (*thin film*) dan yang ketiga sel surya organik atau sel surya fotoelektrokimia, salah satunya *Dye Sensitized Solar-Cell* (DSSC). Dalam fabrikasinya, sel surya fotoelektrokimia tidak memerlukan biaya mahal, karena material yang dibutuhkan tidak memerlukan tingkat kemurnian yang tinggi. DSSC ditemukan oleh Michael Grätzel pada tahun 1991 dan dipatenkan dengan nama *Grätzel cell*. Pada awal perkembangannya, sel surya DSSC menggunakan bahan dasar TiO_2 memiliki efisiensi 5% dan kemudian meningkat menjadi 11% [4]. Piranti ini berprinsip elektrokimia sederhana, yaitu proses penangkapan energi foton pada skala molekuler dengan bantuan *dye* sebagai material aktif penyerap cahaya, menggunakan bahan semikonduktor TiO_2 sebagai media *transport electron* (media untuk injeksi *electron* dari *dye*) yang selanjutnya dikonversi menjadi energi listrik [5]. Pengembangan sel surya berbasis material *dye* (DSSC) juga memiliki kelemahan, yaitu masa hidup *dye* yang relatif singkat serta harga *electrolit* dan *counter electrode* yang cukup mahal [6].

Efisiensi tertinggi yang menggunakan lapisan semikonduktor TiO_2 sebesar 11% [4]. TiO_2 menjadi pilihan sebagai lapisan semikonduktor dikarenakan TiO_2 merupakan bahan yang relatif murah, tidak beracun, dan tersedia banyak di alam [7]. TiO_2 diketahui tidak hanya berperan sebagai media *transport electron* (media untuk injeksi *electron* dari *dye*), namun sebagai lapisan aktif dalam mengabsorpsi energi cahaya matahari untuk dikonversi menjadi energi listrik. Namun TiO_2 memiliki *bandgap* yang lebar (3,2 eV – 3,8 eV). Selain itu TiO_2 murni mempunyai efisiensi absorpsi yang kecil, yaitu hanya sebesar 5% [6].

Beberapa tindakan untuk meningkatkan efisiensi sel surya berbasis TiO_2 yaitu dengan melakukan pemberian *dopant* pada lapisan TiO_2 dan menyisipkan logam pada ruang antar partikel TiO_2 . Pemberian *dopant* pada lapisan TiO_2 dapat meningkatkan spektrum serapan yang juga akan memperkecil *bandgap* sel surya yang akan dikembangkan, sedangkan penyisipan logam dapat mengurangi proses rekombinasi *electron-hole* [6].

Pemberian *dopant* pada lapisan TiO_2 dapat menggunakan partikel *copper (II) oxide* atau CuO , yang merupakan senyawa semikonduktor dengan struktur monoklinik

yang mempunyai celah pita pada kisaran 1,2-2,0 eV. Senyawa CuO memiliki daya pancar termal yang rendah, berbahan murah dan mudah dalam pembuatan serta memiliki koefisien absorpsi tinggi. Dengan sifat yang ada pada CuO, diharapkan pemberian *dopant* ini akan meningkatkan spektrum serapan yang juga *bandgap* total lapisan menjadi sempit.

Pada penelitian ini, akan dikembangkan sel surya berbahan dasar TiO₂ menggunakan metode yang sederhana dan bahan murah. Sel surya yang digunakan tidak menggunakan *dye* sebagai penyerap foton, melainkan lapisan TiO₂ itu sendiri yang dipakai sebagai penyerap foton. Untuk menambah spektrum serapan lapisan TiO₂ dilakukan pemberian *dopant* dengan partikel CuO. Partikel CuO yang digunakan dalam penelitian dibuat dengan metode sederhana, yaitu *simple wet chemical*, menggunakan bahan Cu(NO₃)₂.3H₂O dan prekursor NaOH. Sedangkan untuk mengurangi rekombinasi *electron* dan *hole* dilakukan penyisipan logam Cu pada lapisan sel surya berbahan TiO₂ dengan metode *electroplating*. Pengaruh *dopant* CuO dan pendeposisian logam Cu terhadap efisiensi sel surya dapat dianalisis dengan menggunakan kurva IV, serta analisis morfologi lapisan dan komposisi penyusunan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS).

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dijadikan acuan pada perancangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana menumbuhkan CuO dari Cu(NO₃)₂.3H₂O pada TiO₂ dan melihat morfologi yang diperoleh.
2. Bagaimana merancang dan membangun sel surya berbahan dasar TiO₂ yang telah diberi *dopant* CuO.
3. Bagaimana hubungan antara konsentrasi berat CuO dan logam Cu yang tersisipi terhadap kinerja sel surya berbahan dasar TiO₂.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari perancangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Menumbuhkan CuO dari $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ pada TiO_2 dan mempelajari morfologi yang diperoleh.
2. Mengembangkan sel surya berbahan dasar TiO_2 yang telah diberi *dopant* CuO dan sisipan logam Cu.
3. Mengatahui pengaruh berat CuO dan Cu terhadap efektifitas sel surya yang dikembangkan.

1.4. Ruang Lingkup

Batasan masalah atau ruang lingkup kajian pada perancangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Penumbuhan CuO menggunakan bahan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ dengan prekursor NaOH.
2. Penumbuhan CuO pada TiO_2 menggunakan metode *simple wet chemical*.
3. Deposisi titania dengan menggunakan metode *spray*.
4. Penyisipan logam Cu pada titania menggunakan metode *electroplating*.
5. Morfologi dan distribusi Cu/CuO/ TiO_2 akan dikarakterisasi dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan *Energi Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS).
6. Pembuatan sel surya yang terdiri dari *electroda* transparan (FTO), lapisan titania yang diberi *dopant* CuO, logam Cu, lapisan polimer *electrolit* dan *electroda* aluminium.
7. Melakukan pengujian I-V meter terhadap piranti yang dibuat.

1.5. Metodologi Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang akan dilakukan dalam tugas akhir ini terbagi menjadi lima tahap, diantaranya:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan tujuan memperoleh dan memahami data, teori yang diperoleh yang berkaitan dengan perancangan penelitian melalui buku, jurnal, publikasi dan referensi yang relevan.

2. Pembuatan Sel Surya Cu/CuO/TiO₂

Pembuatan sel surya Cu/CuO/TiO₂ sesuai dengan metode penumbuhan yang telah ditulis sebelumnya dan parameter yang digunakan sesuai ruang lingkup penelitian.

3. Pengujian dan Eksperimen

Melakukan analisis dari hasil yang didapatkan. Pengujian dilakukan dengan cara eksperimen sesuai dengan parameter yang ditentukan, batasan masalah serta data yang dibutuhkan.

4. Analisis dan Simpulan

Seluruh data yang didapat, didokumentasikan yang selanjutnya dianalisis sehingga dapat dilakukan penarikan simpulan.

5. Penyusunan Laporan

Seluruh data eksperimen dan analisis yang dituliskan dalam sebuah laporan akhir atau skripsi.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada perancangan tugas akhir ini meliputi:

BAB 1 PENDAHULUAN

Penjelasan mengenai latar belakang pemilihan topik, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Penjelasan yang membahas tentang teori–teori yang terkait dan relevan dengan topik penelitian.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Penjelasan tentang tahapan penelitian yang akan dilakukan, alat dan bahan yang digunakan serta prosedur pembuatan sel surya yang digambarkan pada blok diagram.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penjelasan tentang hasil dan pembahasan yang didapat dari karakterisasi serta data yang diperoleh dari eksperimen.

BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN

Penjelasan tentang simpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saransaran tentang penelitian selanjutnya agar tercapai kemajuan dalam penelitian ini.