

BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dewasa ini kebutuhan akan energi sebagai penopang utama dalam aktivitas produksi, industri dan kehidupan manusia telah menjadi kebutuhan pokok yang tidak dapat lagi disepelekan, hal ini telah terbukti dengan jelas dari tingkat ketergantungan umat manusia didunia akan energi, terutama dalam hal pemanfaatan teknologi dan per-industrian yang dari tahun ke- tahun semakin meningkat pesat.

Energi merupakan salah satu tantangan yang kita hadapi pada abad 21 ini. Berdasarkan survey yang dilakukan oleh Professor Ricards Smalley dari Rice University mengenai masalah terbesar yang akan dihadapi manusia untuk 50 tahun mendatang, ternyata energi menduduki peringkat pertama (Wilman, 2007 : 1). Kebutuhan yang luar biasa akan energi ini terjadi karena beberapa faktor utama, diantaranya adalah : semakin menipisnya cadangan batu bara dan minyak bumi yang saat ini masih tetap menjadi pilihan sumber utama energi, serta prediksi peningkatan kebutuhan listrik hingga 6,5 % per tahun hingga tahun 2020 nanti (Hardianto, 2009 : 1). Adanya fakta bahwa krisis kebutuhan energi ternyata tidak diimbangi dengan tersedianya sumber – sumber energi yang cukup, membuat seluruh masyarakat dunia kini semakin giat dalam melakukan penelitian dan pengembangan guna mengatasi masalah keterbatasan sumber energi, salah satu caranya adalah dengan menggunakan sumber energi alternatif atau sering disebut sebagai *renewable energy resource*.

Pengembangan sumber energi alternatif tidak terbatas atau *renewable energy resource* seperti energi radiasi matahari, merupakan salah satu upaya untuk mengurangi penggunaan sumber energi fosil yang bersifat terbatas dan memerlukan waktu yang lama untuk memperbaruinya. Energi radiasi matahari saat ini masih belum banyak dimanfaatkan dibandingkan dengan sumber energi fosil. Energi surya (radiasi matahari) merupakan salah satu energi alternatif yang

dapat digunakan oleh manusia saat ini. Tidak seperti energi fosil dunia yang diperkirakan akan habis dalam 40 tahun untuk minyak bumi, 60 tahun untuk gas alam, dan 200 tahun untuk batu bara (Quan, 2006 : 1). Energi surya yang bersifat tidak terbatas ini memiliki keunggulan yaitu telah tersedia hampir di seluruh penjuru dunia. Topografi dan geografis suatu wilayah tidak banyak berpengaruh pada energi surya yang dapat dimanfaatkan oleh wilayah tersebut (Zijian, 2012 : 10).

Sebagai wilayah yang termasuk dalam kategori tropis, Indonesia mempunyai banyak wilayah yang disinari matahari dengan baik. Oleh karena itu energi terbarukan yang berasal dari energi matahari dapat dijadikan energi alternatif selain bahan bakar fosil yang dapat habis sewaktu-waktu. Kondisi geografis Indonesia yang terletak pada garis katulistiwa, membuat Indonesia menjadi tempat yang sangat potensial bagi pengembangan energi surya, hampir semua lokasi di Indonesia dapat menerima radiasi panas matahari yang cukup banyak, yaitu dikalkulasikan distribusi radiasi panas matahari sebesar 4500 watt/m²/hari dengan variasi bulanan 10% untuk daerah Indonesia bagian barat dan mencapai 5100 watt/m²/hari dengan variasi 9% untuk daerah Indonesia bagian timur (Hasan *et al*, 2012 : 2325). Melihat fenomena ini, maka kita dapat mengetahui bahwa energi matahari merupakan energi yang sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Salah satu teknologi yang memanfaatkan energi matahari untuk dikonversi sebagai energi listrik adalah sel surya. Energi listrik yang dihasilkan oleh sel surya tidak mempunyai hasil samping berupa gas-gas berbahaya dan sampah-sampah nuklir (Cahen, 2004 : 2).

Solar cell prinsip kerjanya adalah menyerap dan mengkonversi secara langsung energi dari radiasi matahari menjadi energi listrik. Sel surya yang banyak digunakan sekarang ini adalah sel surya konvensional berbasis teknologi silikon hasil dari perkembangan teknologi semikonduktor. Kendala utama dari sel surya berbahan silikon adalah mahal biaya produksi silikon yang tidak dapat dihindari, hal ini tentu membuat biaya konsumsi silikon menjadi lebih mahal daripada sumber energi fosil yang terbatas. Selain itu, kekurangan dari sel surya silikon adalah penggunaan bahan kimia berbahaya pada proses fabrikasinya.

Seiring dengan perkembangan nanoteknologi, kemudian ditemukanlah *solar cell* atau sel surya berbahan organik yang biasa disebut dengan *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC). DSSC sejak pertama kali ditemukan oleh Professor Michael Grätzel pada tahun 1991 telah menjadi salah satu kajian penelitian menarik yang dilakukan secara intensif oleh peneliti di seluruh dunia.

DSSC memiliki potensi sebagai sel surya yang akan mendominasi teknologi generasi mendatang, karena DSSC tidak memerlukan material dengan kemurnian tinggi sehingga biaya proses produksinya yang relatif rendah. Berbeda halnya dengan sel surya konvensional yang semua proses melibatkan material silikon itu sendiri, pada DSSC penyerapan cahaya dan separasi muatan listrik terjadi pada proses yang terpisah. Absorpsi cahaya dilakukan oleh molekul *dye* dan separasi muatan oleh inorganik semikonduktor nanokristal yang memiliki nanopori.

Ruthenium (Ru) Complex adalah jenis *dye* yang umumnya digunakan, karena *dye* jenis ini hampir mendekati murni sehingga dapat menghasilkan efisiensi sebesar 10%. Namun karena *dye* jenis ini sulit didapatkan, maka dapat diganti dengan *dye* yang terdapat pada pigmen tumbuhan yaitu pigmen klorofil, carotenoids, betalains, dan flavonoids. Dalam penelitian ini digunakan zat klorofil yang didapat dari daun tanaman jarak merah (*Jatropha Gossypifolia Linn*). *Dye* pada DSSC berperan sebagai komponen pembantu partikel TiO_2 untuk menangkap cahaya (*foton*). Kemampuan *dye* dalam menyerap *foton* menjadi salah satu karakteristik yang sangat penting pada DSSC. Selain tingkat absorbansi pada klorofil sebagai *dye*, karakteristik pasta TiO_2 juga berpengaruh pada panjang gelombang yang dapat diserap oleh DSSC, yang kemudian berpengaruh pada keluaran yang dihasilkan DSSC.

Peningkatan efisiensi dan performansi DSSC terus dikembangkan dan hingga saat ini efisiensi maksimal yang berhasil didapatkan adalah sekitar 11 % (Grätzel, 2003; 145). Parameter penting yang turut mempengaruhi performansi DSSC adalah tingkat kristalisasi partikel TiO_2 yang dideposisikan pada kaca TCO, sedangkan tingkat kristalisasi pada TiO_2 salah satunya dipengaruhi oleh durasi waktu dalam proses pemanggangan Titanium Dioksida (TiO_2) (Yu J *et al*, 2001 : 26). Penelitian oleh Yu *et al*. menunjukkan bahwa durasi waktu pemanggangan

TiO₂ adalah termasuk salah satu parameter yang turut mempengaruhi aktifitas fotokatalisis pada lapisan TiO₂ (Yu J *et al*, 2001 : 28). Namun, ternyata masih sedikit sekali penelitian yang membahas dan menganalisis mengenai pengaruh pemberian variasi waktu pemanggangan Titanium Dioksida (TiO₂) pada kaca TCO (*Transparent Conductive Oxide*).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk melakukan karakterisasi dan analisis bagaimanakah pengaruh dari pemberian variasi waktu pemanggangan TiO₂ terhadap daya keluaran dari *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC).

1.2 RUMUSAN MASALAH

Permasalahan yang ada dalam penelitian DSSC saat ini adalah melakukan karakterisasi dan menganalisis partikel Titanium Dioksida (TiO₂) yang merupakan bahan utama dalam pembuatan DSSC, serta bagaimanakah pengaruhnya terhadap keluaran DSSC bila pasta TiO₂ diberikan perlakuan yang berbeda ketika di *firing*. Performansi atau keluaran DSSC dipengaruhi oleh metode pembuatan dan perlakuan pasta Titanium Dioksida (TiO₂), dalam hal ini yang berkaitan untuk dibahas adalah mengenai pengaruh durasi waktu pemanggangan TiO₂ yang telah dilekatkan pada kaca TCO (*Transparent Conductive Oxide*). Penelitian ini akan menganalisis seberapa besar pengaruh hal tersebut terhadap DSSC.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana proses pembuatan DSSC dengan bahan material zat klorofil daun jarak merah (*Jatropha Gossypifolia Linn*)?
2. Bagaimanakah pengaruh dari pemberian variasi waktu proses pemanggangan TiO₂ terhadap daya keluaran dari DSSC?
3. Berapakah waktu efektif yang di butuhkan dalam proses pemanggangan TiO₂, untuk mendapatkan daya keluaran DSSC yang terbaik dan performansi DSSC yang optimal?

1.3 RUANG LINGKUP

Ruang lingkup pada penelitian ini meliputi lingkup tempat penelitian dan aspek – aspek kajian. Penelitian pembuatan *Dye-sensitized Solar Cell* (DSSC) ini dilakukan di Laboratorium Elektronika Proses TE-UB. Pada penelitian ini ditekankan pada aspek-aspek fabrikasi, antara lain :

1. Aspek pelapisan pasta TiO_2 . Pelapisan pasta atau metode deposisi *Titanium Dioksida* (TiO_2) dilakukan dengan menggunakan metode *doctor blading*.
2. Aspek jumlah DSSC yang dirancang. Pada penelitian ini dirancang 5 *prototype* DSSC yang difabrikasi menggunakan bahan material *dye* berupa hasil ekstraksi klorofil daun jarak merah (*Jatropha Gossypifolia Linn*).
3. Aspek Lama Waktu Pemanggangan TiO_2 . Lama waktu pemanggangan TiO_2 dalam proses perekatan pasta TiO_2 dengan kaca TCO dibuat beberapa variasi waktu dalam rentang waktu berbeda, yaitu : 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit dan 90 menit.
4. Aspek pelekatan karbon *counter-elektrode*. Pelekatan karbon *counter-elektrode* dibuat dengan waktu pembakaran yang sama (1 menit) pada setiap pembuatan DSSC.
5. Aspek waktu perendaman sel dalam klorofil. Lama waktu perendaman sel dalam klorofil dibuat dalam waktu yang sama (30 menit) pada setiap pembuatan DSSC.
6. Aspek ketebalan TiO_2 . Ketebalan TiO_2 dibuat dengan ketebalan yang sama yaitu 2 lapis masker (200 mikrometer) pada setiap pembuatan DSSC.
7. Aspek pemberian zat elektrolit. Zat elektrolit dibuat sama baik konsentrasi maupun jumlah volum yang diteteskan pada TiO_2 yaitu (0,25 ml) atau setara 5 tetes pada setiap pembuatan DSSC.
8. Aspek luas permukaan substrat. Pada setiap pembuatan DSSC luas permukaan kaca TCO dibuat sama yaitu $2 \times 2 \text{ cm}^2$.

9. Aspek sumber cahaya. Untuk pengukuran DSSC, input berupa cahaya lampu LED 7 watt dengan iluminasi sebesar 50000 lux dan cahaya matahari saat AM 1.5.

1.4 TUJUAN

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan karakterisasi dan analisis pengaruh variasi waktu pemanggangan Titanium Dioksida (TiO_2) terhadap daya keluaran *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC).

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan skripsi dalam penelitian ini adalah BAB I berisi pendahuluan. Pendahuluan membahas tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan penelitian dan sistematika penulisan. BAB II berisi dasar teori. Dasar teori membahas tentang teori- teori yang mendukung dan dapat digunakan untuk membantu penyelesaian penelitian. BAB III berisi metode penelitian. Metode penelitian membahas tentang perancangan alat, variabel, perlakuan uji alat, *set up* pengukuran dan analisis data. BAB IV berisi perancangan dan pembuatan alat. Perancangan dan pembuatan alat membahas tentang proses perancangan dan pembuatan DSSC yang meliputi spesifikasi, perencanaan blok diagram, dan realisasi alat. BAB V berisi pengujian dan analisis alat. Pengujian dan analisis alat membahas tentang cara dan hasil pengujian terhadap alat yang telah direalisasikan. BAB VI berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan dan saran berisi tentang kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang sudah diperoleh dari tujuan, perancangan, dan pengujian. Selain itu terdapat juga saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan dari penelitian ini.