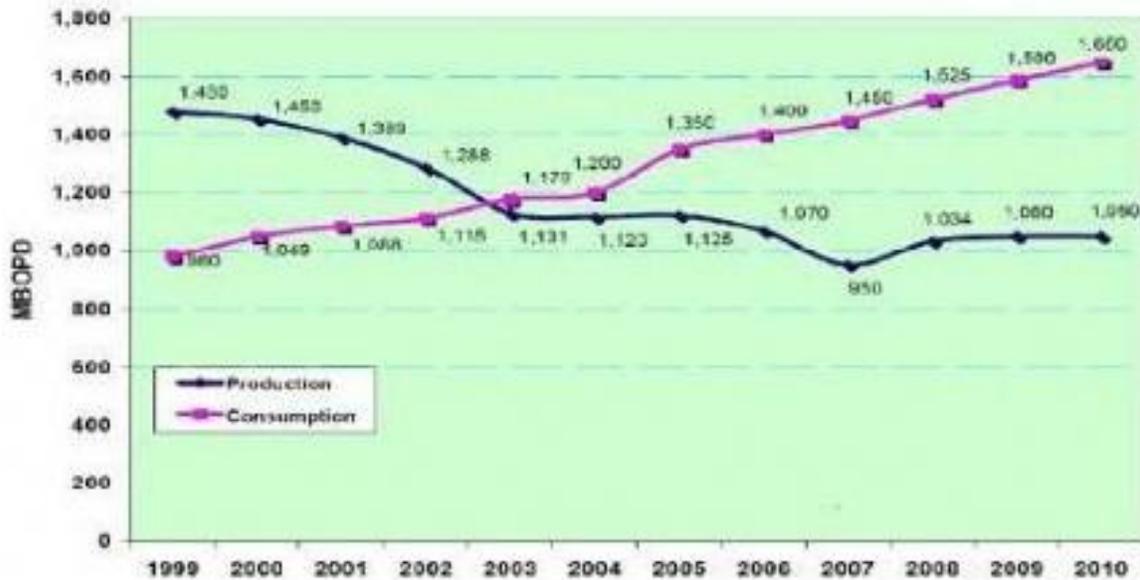


BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Fenomena krisis energi terjadi hampir di seluruh penjuru dunia, tidak terkecuali di Indonesia. Pemenuhan energi listrik di Indonesia menuju ambang kritis sejak pertengahan tahun 2004 silam, pada saat pertumbuhan perekonomian mencapai lebih dari 5%, yang mendorong kebutuhan sumber energi primer berupa listrik juga semakin meningkat. Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan primer yang sangat vital, khususnya untuk pembangunan di sektor industri, pembangunan, dan sosial. Ketersediaan tenaga listrik yang mencukupi dan aman namun dengan harga yang relatif terjangkau merupakan salah satu faktor penting dalam rangka menggerakkan perekonomian negeri yang tentu berdampak jangka panjang pada kesejahteraan hidup masyarakat.



Gambar 1.1 Grafik Tingkat Konsumsi dan Produksi Listrik Tahunan Indonesia dari Tahun 1999-2010 [1]

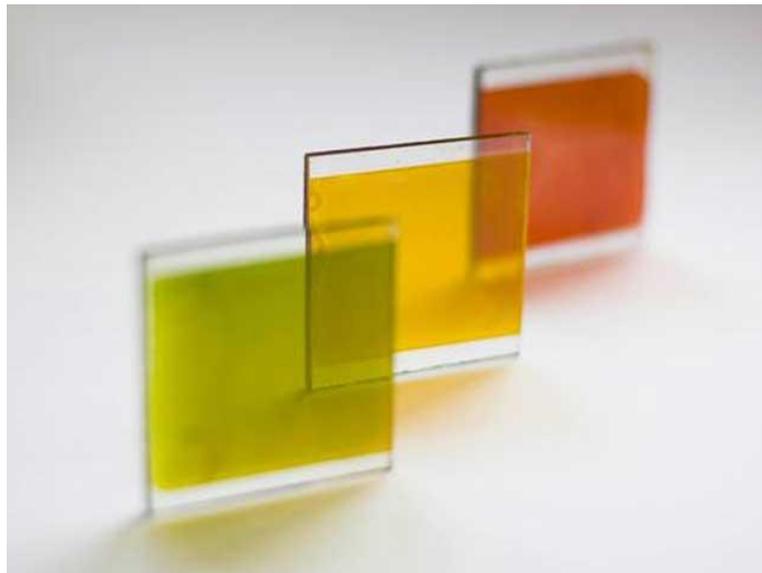
Menurut data statistik, dimulai sejak tahun 2003, konsumsi energi di sektor ketenagalistrikan Indonesia mengalami peningkatan dengan laju mencapai 7% per tahun [2]. Namun dari total konsumsi tersebut, sebagian besar masih disuplai dari pembangkit listrik yang menggunakan sumber energi tak terbarukan, khususnya bahan bakar fosil. Sebaliknya dalam kurun waktu yang bersamaan, pemanfaatan energi terbarukan di Indonesia belum optimal yang disebabkan energi terbarukan belum terlalu kompetitif jika dibandingkan dengan sumber energi konvensional seperti gas alam dan minyak bumi.

Terletak pada titik geografis di antara 6°LU - 11°LS dan 95°BT – 141°BT, Indonesia dianugerahi potensi sumber energi terbarukan yang cukup memadai, khususnya energi yang berasal dari radiasi cahaya matahari atau yang biasa kita kenal dengan energi surya. Hal tersebut dikarenakan Indonesia merupakan salah satu negara yang terletak diantara 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 [1]. Energi dan potensi sebesar itu akan sayang sekali jika tidak dimanfaatkan dengan baik, sehingga diperlukan sebuah alat yang mampu menerima dan mengkonversi energi radiasi matahari menjadi energi listrik atau energi lainnya yang bias dimanfaatkan. Alat yang digunakan untuk mengkonversi energi radiasi matahari menjadi energi listrik biasa kita kenal sebagai panel *photovoltaic* atau sel surya.

Secara umum, ada tiga generasi sel surya yang telah dikembangkan hingga saat ini [3]. Sel surya generasi pertama pada umumnya dibuat dari silikon kristalin dan digolongkan lagi menjadi silikon monokristalin dan silikon polikristalin. Sel surya generasi kedua merupakan pengembangan dari sel surya generasi pertama yang tebal dan biasa disebut sebagai sel surya film tipis (*thin film*). Sel surya ini digolongkan menjadi silikon film tipis, *Cadmium Tellurium* (CdTe), *Copper Indium, Gallium Diselenide* (CIGS), serta *Extremely Thin Absorber* (ETA). Sedangkan sel surya generasi ketiga sering disebut sel surya molekuler atau sel surya organik yang bekerja berdasarkan prinsip elektrokimia. Sel surya jenis ini memiliki proses fabrikasi

yang cukup mudah dengan biaya yang relatif terjangkau walaupun efisiensi yang dihasilkan juga masih sangat rendah dibandingkan dengan sel surya yang ada di generasi-generasi sebelumnya.

Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC) atau sel surya tersensitasi zat warna merupakan salah satu jenis sel surya berbasis semikonduktor yang menggunakan fenomena fotoelektrokimia sebagai prinsip dasar untuk menghasilkan energi listrik. Berbeda dengan sel surya yang dikembangkan pada generasi sebelumnya, DSSC merupakan salah satu jenis sel surya organik dan cukup murah dalam proses fabrikasi jika dibandingkan dengan jenis sel surya lainnya. Ada dua bagian penting yang mempengaruhi kualitas dari DSSC yaitu seberapa baik lapisan aktif untuk menyerap cahaya matahari dan seberapa besar *dye* dapat membantu mempercepat eksitasi elektron pada sel surya. Salah satu lapisan aktif yang umumnya digunakan dalam penelitian DSSC dan sel surya organik adalah Titanium Dioksida (TiO_2).



Gambar 1.2 *Dye Sensitized Solar Cell* [2]

Berbagai metode untuk membuat lapisan tipis (*Thin Film*) TiO_2 telah dikembangkan hingga saat ini. Berbagai teknik pembuatan lapisan TiO_2 juga bermunculan seperti menggunakan teknik *slip casting*, *doctor blade*, *screen printing*,

spray, sol gel, sputtering, spin coating, dip coating, dan electrophoretic deposition (EPD) [4]. Metode pelapisan menggunakan *spin coating* merupakan metode yang paling mudah, aman, sederhana, serta paling sering digunakan dalam pengembangan DSSC. Karena jika dibandingkan dengan metode pelapisan film tipis lainnya, teknik *spin coating* dapat memberikan homogenitas yang lebih baik dan ketebalan dapat diatur yang sulit didapatkan ketika menggunakan metode pelapisan sederhana lainnya, seperti metode *spray* maupun *screen printing*.

Spin Coating merupakan teknik khusus dengan menggunakan deposit cairan dalam jumlah kecil yang kemudian diputar pada kecepatan tinggi (sekitar 3000 RPM) dalam suatu bidang datar. Alat deposisi *spin coating* yang ada saat ini juga masih memiliki beberapa keterbatasan, diantaranya kecepatan putar yang dihasilkan pada nilai tertentu yang proses serta pengontrolannya juga masih bersifat manual. Padahal, kecepatan putaran yang dinyatakan dalam *rotation per minute (RPM)* adalah parameter yang sangat penting dalam metode *spin coating*. Semakin bervariasi nilai kecepatan yang dihasilkan akan membuat pelapisan material uji (dalam hal ini antara TiO_2 dengan *Fluorine-doped Tin Oxide / FTO*) menjadi semakin beragam, dan sangat memungkinkan untuk mendapatkan hasil akhir yang lebih baik lagi [5].

Selain pengaruh kecepatan, keadaan suhu pada proses *spin coating* juga memberikan pengaruh signifikan pada film tipis yang akan ditumbuhkan. Vorotilov dkk. pada tahun 1993 pernah melakukan penelitian tentang pengaruh *annealing temperature* pada proses *spin coating* dengan menggunakan silika sebagai bahan dasar dan mendapatkan kesimpulan bahwa pengaruh pemanasan pada proses berpengaruh pada ketipisan film dan indeks refraksi film tipis pada substrat. Kedua hal tersebut merupakan dua variabel penting yang juga dapat berpengaruh pada sel surya organik yang akan dideposisikan pada substrat, sayangnya belum ada penelitian yang dilakukan pada TiO_2 sebagai bahan dasar umum pada sel surya organik/DSSC. Oleh karena itu topik ini menarik untuk dibahas, dan penelitian ini akan mempelajari tentang pengaruh suhu dan kecepatan putar *spin coating* dalam kaitannya dengan sifat-sifat fisis TiO_2 berupa morfologi dan homogenitas pada substrat FTO yang secara tidak langsung juga akan berpengaruh terhadap kinerja DSSC secara umum.

1.2. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana merancang alat *spin coating* sederhana terkontrol suhu dan putaran.
2. Bagaimana teknik mendeposisi TiO₂ menggunakan metode *spin coating*.
3. Bagaimana mendapatkan komposisi larutan TiO₂ dan larutan elektrolit yang akan digunakan pada sel surya.
4. Bagaimana cara mengukur kinerja sel surya melalui parameter efisiensi melalui karakterisasi I-V (arus dan tegangan)

1.3. Batasan Masalah

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

1. Perancangan alat *spin coating* sederhana yang dibuat berbasis *Arduino Uno*.
2. Pemutar motor pada alat *spin coating* yang dibuat menggunakan kontroler *proportional-integral* (PI).
3. Suhu yang digunakan dalam penelitian adalah pada *range* 25° celcius - 75° celcius.
4. Kecepatan putar yang digunakan dalam penelitian adalah pada *range* 2000 RPM – 3000 RPM.
5. Identifikasi *plant* untuk mencari fungsi transfer pada motor DC *brushless* menggunakan metode grafik.
6. Penelitian ini difokuskan pada bagaimana cara menempelkan TiO₂ pada plat *Fluorine-doped Tin Oxide/FTO*
7. Proses pemanasan ada proses *spin coating* dilakukan secara radiasi menggunakan filamen kompor listrik yang telah dihubungkan dengan *electric thermostat*
8. Proses pemutaran substrat dilakukan setelah suhu ruangan pemanas mencapai *set point* yang ditentukan

9. Proses satu kali pengambilan data adalah masing-masing menggunakan satu *set point* kecepatan putar dan satu *set point* suhu pemanasan tanpa ada perubahan *set point* ditengah-tengah pengambilan data.
10. Satu kali pengambilan data pada proses *spin coating* dilakukan selama 60 detik (1 menit).
11. Proses karakterisasi I-V disesuaikan spesifikasinya dengan alat yang ada pada Laboratorium Karakterisasi Departemen Fisika Institut Teknologi Bandung.
12. Penelitian tidak dilanjutkan dengan pengukuran ketebalan lapisan yang di deposisi menggunakan metode *spin coating*

1.4. Tujuan

Tujuan dari perancangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang suatu sistem alat *spin coating* berbasis *Arduino Uno* dengan parameter kontrol suhu dan kecepatan putar pada motor
2. Merancang suatu desain sistem kontrol *proportional-integral* untuk mengatur kecepatan pada motor DC *brushless*
3. Mendapatkan komposisi larutan TiO_2 dan larutan elektrolit yang akan dipakai dalam perancangan sel surya
4. Memahami korelasi yang tercipta antara perubahan nilai kecepatan putar *spin coating* terhadap efisiensi sel surya.
5. Memahami korelasi yang tercipta antara perubahan nilai suhu proses pada metode *spin coating* terhadap efisiensi sel surya.

1.5. Metodologi Penelitian

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

1. Studi Literatur

Dimaksudkan untuk memahami teori yang berkaitan dengan perancangan penelitian ini melalui buku, jurnal, publikasi, serta referensi-referensi yang relevan.

2. Perancangan dan Realisasi Sistem

Merancang suatu alat *spin coating* yang terkontrol suhu dan putaran serta membuat sel surya organik berbasis TiO_2

3. Pengujian dan Eksperimen

Pada tahap ini, sistem akan diuji melalui eksperimen sesuai dengan parameter uji dan batasan masalah yang telah ditentukan di awal dan data yang dibutuhkan. Pengujian dan eksperimen untuk mendapatkan data yang diperlukan dilakukan di Laboratorium Sintesis dan Fungsionalisasi Nanomaterial dan Laboratorium Karakterisasi, Departemen Fisika Institut Teknologi Bandung (ITB);

4. Analisa dan Kesimpulan

Seluruh data yang telah diperoleh melalui eksperimen akan didokumentasikan untuk selanjutnya diolah dan di analisa hingga didapat kesimpulan akhir pada penelitian ini.

5. Penyusunan Laporan

Seluruh hasil eksperimen dan analisa akan ditulis dalam bentuk laporan tugas akhir atau skripsi

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada perancangan tugas akhir ini terdiri dari 5 bagian. Bagian pertama atau BAB 1 adalah bagian pendahuluan. Bagian ini menjelaskan mengenai latar belakang pemilihan topik, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metode penelitian, teknik pengumpulan data, serta sistematika penulisan. Bagian kedua atau BAB 2 adalah bagian landasan teori. Bagian ini menjelaskan mengenai latar belakang pemilihan topik, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metode penelitian, teknik pengumpulan data, serta sistematika penulisan. Bagian ketiga atau BAB 3 adalah bagian perancangan sistem. Bagian ini menjelaskan sistem kerja secara umum serta diagram blok yang akan dilakukan dalam penelitian. Bagian keempat atau BAB 4 adalah bagian hasil dan pembahasan. Bagian ini menjelaskan tentang hasil, analisis, dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian. Bagian kelima atau

BAB 5 merupakan bagian terakhir dari penelitian ini. Bagian ini menjelaskan tentang kesimpulan yang didapat dalam penelitian serta saran yang dapat dilakukan dalam pengembangan penelitian selanjutnya.