

Pengaruh Jumlah Siklus *Dip-Drying* Pada Sintesis Koating Tembaga-Kobalt Oksida Berbasis Nitrat Konsentrasi Tinggi Sebagai *Solar Selective Absorber* Dengan Metode *Sol-Gel Dip-Coating*

Benny Ahmadi¹⁾, Amun Amri²⁾, Ahmad Fadli²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia
Laboratorium Material dan Korosi

Jurusan Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

¹⁾Email : Bennyahmadi@ymail.com

ABSTRACT

Solar Selective Absorber (SSA) is the most important part that determines the efficiency of solar thermal collectors. SSA should have high absorptance (low reflectance at wavelengths <2.5 μm) and low emittance (high reflectance at wavelengths > 2.5 μm). Solar selective absorber can be synthesized using sol-gel dip coating method. The purpose of this research is to know the effect variation number of dipping-drying cycles to absorptance copper-cobalt coating and get a coating of copper cobalt that have absorptance value is high (> 80%) and low emittance (<10%). The coating were synthesized by molar percursors 0.25:0.5M and number of dipping-drying cycles 1x, 2x, 3x, 4x, 6x, 8x and 10x. Reflektance spectra in the area of UV-Vis-NIR showed that increased cycles of dipping-drying cycles (which increases the thickness of the coating) increase the value of absorptance (α). The results showed that the highest absorptance value found in coatings which was synthesized using mixture copper nitrate and cobalt nitrate 0.25:0.5M M at 2x cycles (dipping and drying) with absorptance (α) = 84.90%. Further characterization showed emittance values (ε) = 13.2%.

Keywords : *aluminum, coating, solar selective absorber and sol-gel dip-coating*

1. Pendahuluan

Penggunaan energi listrik di Indonesia saat ini meningkat dengan signifikan. Hal ini dikarenakan oleh semakin berkembangnya industri elektronik di Indonesia, mulai dari radio, televisi, mesin cuci, dan berbagai jenis peralatan elektronik lainnya yang kesemua peralatan tersebut membutuhkan energi listrik. Namun, ketersediaan sumber energi listrik di Indonesia masih minim serta harga per-satuan daya listriknya sangatlah mahal. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu alternatif penyediaan sumber listrik yang murah dan berkelanjutan salah satunya dengan mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik.

Energi matahari merupakan sumber energi terbarukan yang paling penting dan dapat menjadi sumber utama untuk pasokan listrik [Choudhury, 2002].

Indonesia sebagai negara tropis memiliki potensi energi matahari yang cukup besar. Berdasarkan data penyinaran matahari yang diperoleh dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi matahari di Indonesia diklasifikasikan atas Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m²/hari dan Kawasan Timur Indonesia (KTI) sekitar 5,1 kWh/m²/hari. Dengan demikian, potensi energi matahari di Indonesia sekitar 4,8 kWh/m²/hari setara dengan 112.000 GWp [ESDM, 2012].

Pemanfaatan energi matahari setidaknya dapat dilakukan dengan 2 macam cara yaitu modul fotovoltaik (*photovoltaic*) dan kolektor panas matahari (*solar thermal collector*). Modul fotovoltaik merupakan suatu alat yang mengkonversi radiasi matahari secara langsung menjadi energi listrik, namun

kelemahannya adalah konversi energinya rendah (<20%). Sedangkan kolektor panas matahari adalah suatu alat yang mengkonversi radiasi matahari menjadi panas terlebih dahulu (konversi tinggi >60%) kemudian panas tersebut dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan *thermoelectric converter* (TEC) atau dapat pula digunakan untuk pemanas air, distilasi air, dan pembangkitan uap pada instalasi pembangkit listrik tenaga matahari (*concentrating solar power*) [Chow, 2010]. Konversi yang tinggi pada *solar thermal collector* dipengaruhi oleh bahan *coating (absorber)* pada permukaan *solar thermal collector* yang bersifat selektif (menyerap UV-VIS-NIR pada panjang gelombang 0.3-2.5 μm (absorptansi tinggi), namun menolak MID-FAR IR > 2.5 μm (emisi rendah)).

Data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral [2012] menyatakan bahwa pemanfaatan energi matahari di Indonesia masih sangat rendah yaitu belum mencapai 1%. Rendahnya pemanfaatan energi matahari di Indonesia disebabkan oleh mahalnya komponen-komponen pada *photovoltaic*. Oleh karena itu, panel penyerap panas merupakan solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi mahalnya biaya komponen-komponen *photovoltaic*.

2. Metode Penelitian

Tahap pembuatan SSA (*Solar Selective Absorber*) berbasis tembaga nitrat trihidrat ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), kobalt nitrat hexahidrat ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) di atas substrat aluminium dengan metode *dip coating* diawali dengan proses pembersihan aluminium. Proses pembersihan aluminium diawali dengan pembuatan larutan *phosphoric acid* 10% wt, kemudian aluminium dicelupkan ke dalam larutan *phosphoric acid* 10% wt pada suhu 50°C selama 10 menit,

aluminium dicuci kembali dengan akuades dan dikeringkan pada suhu kamar. Proses pembersihan aluminium bertujuan untuk menghilangkan zat pengotor dan zat organik yang menempel pada permukaan aluminium.

Selanjutnya dilakukan proses pembuatan lapisan coating pada permukaan aluminium. Pembuatan lapisan coating pada permukaan aluminium dilakukan dengan pencampuran tembaga nitrat ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (trihidrat) 0,25M, kobalt nitrat ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (heksahidrat) 0,5M dan asam propionat 0,4 M sebanyak 1 mL pada berbagai variasi ketebalan film. Pada tahapan prosesnya Serbuk tembaga nitrat trihidrat ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) dan kobalt nitrat hexahidrat ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) ditimbang sesuai dengan perhitungan dari variabel penelitian. Selanjutnya dilarutkan masing-masing dengan etanol didalam labu ukur 100 mL dengan konsentrasi tembaga nitrat trihidrat sebesar 0,25 M dan kobalt nitrat hexahidrat sebesar 0,5 M. Setelah itu larutan dimasukkan ke dalam buret. Setelah itu, larutan dipindahkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan asam propionat 0,4 M sebanyak 1 mL kedalam campuran. Sol tembaga nitrat trihidrat-kobalt nitrat hexahidrat terbentuk setelah pencampuran etanol absolut hingga volume 40mL (masing – masing 20 mL). Campuran tersebut diaduk selama 2 jam pada suhu kamar di dalam wadah yang tertutup.

Aluminium yang telah dibersihkan dilapisi dengan campuran zat dengan menggunakan proses *dip coating* (pelapisan dengan pencelupan). Aluminium + *wet gel coating* dikeringkan pada *hotplate* pada suhu 200°C selama 1 menit. Untuk ketebalan *coating* yang berbeda diperoleh dengan jumlah pencelupan – penarikan yang berbeda. *Annealing* akhir dilakukan dalam *furnace* pada suhu 550°C selama 1 jam. Aluminium yang telah dilapisi akan dianalisa untuk mengetahui sifat absorptansinya (daya serap radiasi

solar) dengan menggunakan UV-Vis-NIR *spectrophotometer*. Standar analisa yang digunakan yaitu AMI.5 (ISO 9845-1/1992) [Duffie dan Beckman, 2006].

Menggunakan UV-VIS-NIR, plot data persentase (%) reflektansi vs panjang gelombang diperoleh. Dengan menggunakan template hitung absorptansi (excel) dapat diperoleh nilai absorptansi [Duffie dan Beckman, 2006]. Absorptansi optimal diperoleh bila kurva reflektansi memberikan nilai absorptansi tertinggi namun memotong garis *cut-off* (panjang gelombang 2,5 μm) pada kisaran reflektansi $\geq 50\%$ [Duffie dan Beckman, 2006]. Dengan pedoman ini maka akan diperoleh nilai *Solar Selective Absorber* terbaik. Selanjutnya setelah didapat *coating* yang terbaik, dilakukan karakterisasi untuk melihat sifat emitansi dari *coating* terbaik tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Nilai Absorptansi (α)

Spektra reflektansi dari *coating* tembaga-kobal oksida di atas substrat alumunium dengan variasi jumlah pencelupan dan konsentrasi [Cu]/[Co]. Setiap spektrum memiliki nilai absorptansi masing-masing yang diperoleh berdasarkan distribusi spektra radiasi pada kondisi AM 1.5 [Duffie dan Beckman, 2006]. Pada umumnya *coating* yang telah disintesis memiliki reflektansi rendah (<20%) pada panjang gelombang UV-Vis, dan reflektansi sedang (hingga sekitar 70%) pada panjang gelombang NIR. Profil spektra seperti ini mengindikasikan bahwa *coating* bersifat sebagai *spectrally selective absorber*.

Dari hasil analisa dapat disimpulkan bahwa terjadi kenaikan nilai absorptansi dari coating pada setiap variasi pencelupan 1 kali hingga pencelupan 10 kali. Hal ini karena semakin banyaknya jumlah pencelupan, maka tebal coating yang dihasilkan juga semakin besar. Fenomena ini sesuai dengan pernyataan Barrera, dkk [2004] bahwa ketebalan lapisan penyerap

(SSA) menentukan nilai absorptansi akhir dari sistem.

Kriteria absorptansi optimal diperoleh bila kurva reflektansi memberikan nilai absorptansi tinggi namun memotong garis *cut-off* (panjang gelombang 2,5 μm) pada kisaran reflektansi $\geq 50\%$ [Duffie dan Beckman, 2006]. Oleh karena itu, nilai absorptansi optimal ditunjukkan pada lapisan yang disintesis menggunakan 0.25 M prekursor tembaga dan 0,5 M kobal nitrat pada siklus 2 kali pencelupan dengan nilai absorptansi (α) = 84.90%.

3.2 Karakterisasi *Coating* dengan Absorptansi Terbaik

3.2.1 Nilai Emitansi (ϵ)

Spektra reflektansi dari lapisan tembaga kobal dengan absorptansi terbaik (konsentrasi tembaga-kobal oksida 0,25M dan 0,5M dengan pencelupan 2 kali) dilakukan dalam panjang gelombang inframerah (*infrared*). Hasil analisa menunjukkan bahwa kurva reflektansi terdapat pada kisaran 80-95%. Penurunan reflektansi pada panjang gelombang (λ) $\geq 14.4 \mu\text{m}$ disebabkan oleh adalah keterbatasan dari alat (*error*) [Amri, 2014].

Berdasarkan hasil pengolahan data reflektansi, didapatkan nilai emitansi (ϵ) dari coating terbaik yaitu sebesar 13,2%. Hasil ini cukup tinggi sehingga belum memenuhi kriteria SSA yang baik, yaitu memiliki nilai absorptansi ($\geq 80\%$) dan emitansi ($\leq 10\%$) [Bayon, dkk., 2010].

4. Kesimpulan

Spektra reflektansi pada area UV-Vis-NIR dengan kondisi *Air Mass* (AM 1.5) menunjukkan bahwa semakin meningkatnya jumlah siklus *dip-drying* maka akan menghasilkan nilai absorptansi (α) yang juga akan semakin meningkat. Nilai Absorptansi optimum (α) 84,90% dicapai pada *coating* yang disintesis menggunakan [Cu]:[Co]=0,25:0,5M yang dideposisi dengan 2 kali siklus *dip-drying*.

Nilai emitansi (ϵ) untuk *coating* dengan absorptansi terbaik yang dihasilkan masih tinggi (>10%) yaitu sebesar 13,20 %.

Daftar Pustaka

- Amri, A., Jiang, Z.T., Zhao, X., Xie, Z., Yin, C.Y., dan Ali, N., 2014, *Tailoring the physicochemical and mechanical properties of optical copper-cobalt oxide thin films through annealing treatment*, Surface Coating Technology, 239: 212–221.
- Badan Litbang ESDM, 2012. Matahari untuk PLTS di Indonesia, www.litbang.esdm.go.id, diakses pada 24 April 2016, Pkl. 14.33 WIB.
- Bayon, R. G., Vicente, S., dan Morales, A, 2010, *Durability Tests and Up-scaling of Selective Absorbers Based on Copper-Manganese Oxide Deposited by Dip-coating*, Solar Energy Materials and Solar Cells, 94 (6):998-1004.
- Choudhury, G. W, 2002, *Selective Surface for Efficient Solar Thermal Conversion*, Bangladesh Renewable Energy Newsletter.
- Chow, T.T., 2010, *A Review on Photovoltaic/Thermal Hybrid Solar Technology*, Applied Energy, 87: 365-379.
- Duffie, J. A. dan Beckman, W. A, 2006, *Solar Engineering of Thermal Processes*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2012. *Kajian Indonesia Energy Outlook*, www.esdm.go.id, diakses pada 17 April 2015, Pkl. 19.50 WIB.