

Pengaruh Siklus Pencelupan-Pengeringan pada Pembuatan Film Tipis Tembaga Oksida Berbasis Nitrat dengan Konsentrasi 0,4M sebagai Solar Selektif Absorber

Handika Septian¹⁾, Amun Amri²⁾, Syamsu Herman²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia

Laboratorium Material dan Korosi

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

Email : handikaseptian4@gmail.com

ABSTRACT

Solar Selective Absorber (SSA) is a thin film at the coating surface of the collector that absorbs solar radiation selectively and convert it into maximum heat energy. Solar selective absorber can be synthesized using sol-gel dip-coating method. The purpose of research is to synthesize the thin film of copper oxide solar selective absorber from copper nitrate precursor using sol-gel dip coating method, to know the influence dipping-drying cycle variation to absorptance value. Pieces of aluminum with size 2x4x0.5cm were cleaned using a solution of phosphoric acid 10% at temperature 50°C for 10 minutes. Sol precursor was prepared by dissolved copper nitrate trihydrate 0,4M and propionic acid in ethanol. The sol precursor was stirred for 2 hours at room temperature. The coating was synthesized by varying the number of dipping-drying cycles 1x, 2x, 3x, 4x, 6x, 8x and 10x, then annealed at temperature 550 °C for 1 hour. Reflectance spectra in the area of UV-Vis-NIR show that increased cycles of dip-coating increase the value of absorptance (α). The results showed that the highest absorptance value found in coatings which was synthesized using copper oxide 0.4M at 10x cycles with absorptance (α) = 74.32%.

Keywords : dip-coating, energy, film, solar selective absorber, sol-gel

Pendahuluan

Saat ini minyak bumi masih merupakan bahan baku sumber daya energi dan bahan bakar utama di dunia, khususnya Indonesia. Namun, seiring dengan pertumbuhan penduduk di Indonesia, konsumsi bahan bakar yang berasal dari minyak bumi semakin meningkat setiap tahunnya. Selain karena cadangan minyak bumi Indonesia makin menipis, bahan bakar yang berasal dari minyak bumi umumnya dapat mencemari lingkungan, sehingga substitusi bahan bakar yang berasal dari minyak bumi perlu dicari. Oleh karena itu diperlukan energi alternatif baru, terbarukan dan ramah lingkungan seperti energi matahari, panas bumi, tenaga air dan energi biomassa.

Diantara berbagai energi terbarukan atau non-konvensional seperti energi angin, energi laut, panas bumi dan biomassa, energi matahari merupakan yang paling penting dan dapat menjadi sumber utama untuk pasokan listrik [Choudhury, 2002]. Saat ini pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi alternatif mendapatkan perhatian yang cukup besar dari banyak negara di dunia untuk mengatasi krisis energi, khususnya minyak bumi, disamping jumlahnya tidak terbatas, pemanfaatannya juga tidak menimbulkan polusi yang dapat mencemari lingkungan. Potensi energi matahari di Indonesia sangat besar yakni sekitar 4.8 kWh/m² atau setara dengan 112.000 GWp, namun yang sudah

dimanfaatkan baru sekitar 10 MWp [Badan Litbang ESDM, 2012].

Matahari adalah sumber energi yang bersifat kontinyu dan ramah lingkungan yang dapat dikonversi menjadi panas dan listrik. Ada dua teknologi perubahan energi matahari menjadi panas dan listrik adalah *photovoltaic* dan teknologi kolektor panas. Teknologi *photovoltaic* adalah teknologi pengubah radiasi matahari menjadi listrik secara langsung dengan konversi <20%, sedangkan teknologi kolektor panas adalah teknologi perubahan radiasi matahari menjadi panas terlebih dahulu dengan konversi >60% [Chow, 2010].

Pemanfaatan energi surya ini merupakan salah satu energi alternatif yang terbaharukan dan ramah lingkungan. Mahalnya harga sel surya menyebabkan rendahnya pemanfaatan energi surya menjadi listrik. Solar termal kolektor adalah solusi untuk mengatasi rendahnya pemanfaatan sumber energi radiasi matahari.

Solar selektif absorber merupakan bahan yang berfungsi mengkonversi energi matahari menjadi panas. Kinerja solar selektif absorber tergantung pada daya serap (absorptansi, α) dan emitansinya. Spektra radiasi matahari yang mengandung densitas daya tinggi yang sampai ke permukaan bumi setelah penyerapan oleh atmosfer, terbatas pada kisaran antara 0,3 dan 2,5 μm yaitu pada area radiasi ultraviolet cahaya tampak near infrared (UV/Vis/NIR) dengan intensitas maksimum terjadi pada panjang gelombang sekitar 0,55 μm . sifat optik dari *real body* dapat ditandai dengan emisi termal dari *black body ideal* pada suhu 100, 200 dan 300 °C.

Solar selektif absorber yang efisien ditandai dengan nilai absorptansi yang tinggi. Absorptansi (α) secara luas didefinisikan sebagai fraksi tertimbang

antara radiasi yang diserap benda dan radiasi matahari yang masuk (I_{sol}), biasanya ditulis dalam term reflektansi permukaan ($R(\lambda)$) seperti terlihat pada persamaan (1) [Duffie dan Beckman, 2006]:

$$\alpha = \frac{\int_{0.3}^{2.5} I_{\text{sol}}(\lambda)(1 - R(\lambda))d\lambda}{\int_{0.3}^{2.5} I_{\text{sol}}(\lambda)d\lambda} \quad (1)$$

2. Metode Penelitian

Penelitian ini diawali dengan pemotongan lempeng aluminium dengan Iwata di lab Produksi Teknik Mesin UR dengan ukuran 2cm x 4cm, setelah itu, aluminium dicuci dengan *phosphoric acid* 10% wt panas dengan suhu 50 °C dengan pencelupan 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.

Tahap pembuatan SSA berbasis tembaga nitrat trihidrat ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) diawali dengan penambahan serbuk tembaga nitrat trihidrat ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) dengan asam propionat ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$). Selanjutnya larutkan dengan etanol membentuk 0.4 di dalam labu ukur 100 mL. Setelah itu pindahkan ke botol *reagen*. Ambil 40 mL larutan Tembaga Oksida (0.4 M) dengan buret ke dalam gelas kimia 50 mL. Larutan Tembaga Oksida tersebut diaduk selama 2 jam pada suhu 30 °C dalam wadah yang tertutup dengan kecepatan 400 rpm dengan *magnetic stirrer*.

Tahap pencelupan substrat aluminium dengan tembaga oksida menggunakan alat *dip coater* dengan kecepatan pencelupan 750 mm/menit. Proses pencelupan substrat aluminium terdiri dari langkah-langkah berikut. Aluminium yang telah dibersihkan dicelupkan ke dalam larutan tembaga oksida, diamkan 1 menit, kemudian diangkat dengan kecepatan 750 mm/menit. menggunakan proses *dip-coating* sebanyak 1 kali pencelupan. Aluminium dikeringkan pada *hot plate* pada suhu $\pm 200^\circ\text{C}$ selama 1

menit. Percobaan di atas diulang dengan bervariasi jumlah pencelupan 1 kali, 2 kali, 3 kali, 4 kali, 6 kali, 8 kali dan 10 kali. Aluminium dimasukkan ke dalam *furnace* untuk *annealing* akhir pada suhu 550°C selama 1 jam.

Aluminium yang telah dikoating akan dianalisa daya serap radiasi matahari atau absorptansi dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis-NIR. 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. Absorptansi optimal diperoleh bila kurva reflektansi memberikan nilai absorptansi tertinggi namun memotong garis *cut-off* (panjang gelombang 2,5 μm) pada kisaran reflektansi $\geq 50\%$ [Amri, 2014]. Dengan pedoman ini maka akan diperoleh nilai *Solar Selective Absorber* terbaik.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa Absorptansi (α) pada Lapisan SSA 0,4M

Analisa absorptansi pada lapisan solar selektif absorber 0.4M menggunakan Spektrofotometer UV-VIS-NIR. Standar analisa yang digunakan yaitu AMI.5 (ISO 9845-1/1992) [Duffie dan Beckman, 2006] dengan rentang panjang gelombang 0.3-2.5 μm . Hasil yang diperoleh adalah hubungan antara panjang gelombang dengan spektra reflektansi, dimana semakin besar panjang gelombang maka semakin besar reflektansi yang dihasilkan, hal ini terjadi karena besarnya panjang gelombang menunjukkan kecilnya energi radiasi yang dimiliki radiasi cahaya tersebut. Kecilnya energi tersebut menyebabkan cahaya tidak dapat diserap oleh lapisan solar selektif absorber dan diteruskan ke substrat yang bersifat sangat reflektif, hal ini terjadi karena energi radiasi cahaya tersebut kecil dari *band gap energy* dari lapisan solar selektif absorber.

Penggunaan aluminium sebagai substrat karena aluminium memiliki sifat

yang sangat reflektif pada daerah sinar infra merah sehingga dapat menurunkan emitansi, ratio terhadap beban yang tinggi (*high strength to weight ratio*), ringan (*light*), tahan terhadap korosi dari berbagai macam bahan kimia (*resistence to coorosion by many chemicals*), konduktifitas panas dan listrik tinggi (*high thermal and electrical conductivity*), tidak beracun (*non- toxicity*), memantulkan cahaya (*reflectivity*), mudah dibentuk dan dimachining (*esay of formability and machinability*) dan tidak bersifat magnet (*no magnetic*) [Suhariyanto, 2003].

Secara umum peningkatan jumlah pencelupan dapat meningkatkan nilai absorptansi. Banyaknya siklus pencelupan pengeringan akan menambah ketebalan dari lapisan solar selektif absorber maka radiasi matahari khususnya pada daerah gelombang NIR akan semakin sulit mencapai permukaan aluminium yang bersifat sangat reflektif [Amri dkk., 2014].

Sampel yang memberikan absorptansi tertinggi terdapat pada larutan tembaga konsentrasi 0,4M dengan jumlah pencelupan sebanyak 10 kali pencelupan dengan absorptansi yang dihasilkan sebesar 74.32%. Sampel yang memberikan absorptansi tertinggi ini sudah memenuhi kriteria SSA yang baik. Sampel SSA ini memiliki reflektansi yang tinggi pada kisaran 75% pada garis *cut-off*.

4. Simpulan

Solar Selective Absorber dapat disintesa dari prekursor tembaga nitrat trihidrat. Peningkatan jumlah pencelupan secara umum meningkatkan nilai absorptansi (α). Absorptansi terbaik ditunjukkan oleh *coating* yang disintesis pada konsentrasi 0,4M dan 10 kali siklus pencelupan-pengeringan yaitu 74.32%.

Daftar Pustaka

Amri, A., Jiang, Z. T., Pryor, T., Yin, C. Y., & Sinisa, D. (2014). Developments

in The Synthesis of Flat Plate Solar Selective Absorber Materials Via Sol–Gel Methods: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 36, 316–328.

Badan Litbang ESDM. (2012). *Matahari untuk PLTS di Indonesia*, <http://www.litbang.esdm.go.id>, diakses pada 5 Juni 2016, Pkl. 09.30 WIB.

Choudhury, G. W. (2002). Selective Surface for Efficient Solar Thermal Conversion. *Bangladesh Renewable Energy Newsletter*, 1, 1-3.

Chow, T. T. (2010). A Review on Photovoltaic/Thermal Hybrid Solar Technology. *Applied Energy*, 87, 365-379.

Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2006). *Solar Engineering of Thermal Processes*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.

Suhariyanto. (2003). Perbaikan Sifat Mekanik Paduan Aluminium (A356.0) dengan menambahkan TiC. *Jurnal Teknik Mesin*, 3, 20-24