

Analisis Mikro Struktur Absorptivitas Silika Gel Pada Kondisi Temperatur dan *Relative Humidity* (RH) Dinamis

Irvan U. Nur Rais¹, Didi M. Irawan², Yogie A. Syamsuddin³, Solli D. Murtyas^{4*}
^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar
Jl. Kapten Suparman 39, Magelang
e-mail: murtyas@untidar.ac.id

Abstract

Silica gel absorptivity has been observed in dynamic conditions with temperature range 26 °C to 35 °C observed by microscope. Based on the results obtained, conventional silica gel is able to provide an absorption capacity of 0.06% in each grain. This absorption picture is well described in microscopy with 20x magnification of microstructure changes occurring before and after absorption. This proves that with such absorption capacity in the room temperature range, the silica gel is able to absorb the surrounding air humidity.

Keywords: Silica Gel, Microstructure, Absorptivity, Temperature

1. PENDAHULUAN

Sistem adsorpsi pada padatan atau adsorpsi fisik banyak sekali digunakan saat ini. Sistem adsorpsi seringkali digunakan pada sistem pendingin, penyerapan limbah, penyimpanan gas, pemurnian gas, dan lain-lain. Pada sebuah sistem adsorpsi media penyerapannya biasa disebut adsorben dengan zat yang terserap disebut sebagai adsorbat. Adsorbat adalah zat atau material yang mempunyai kemampuan dalam mengikat dan mempertahankan fluida di dalamnya. Proses adsorpsi adalah peristiwa tertariknya suatu molekul tertentu dari fluida (cair atau gas) pada permukaan zat padat (adsorben) (Yuliusman *et al.*, 2013). Pada sistem adsorpsi fisik, terjadi karena adanya gaya *Van der Waals* antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Adsorpsi fisik ikatannya relatif lemah, bersifat reversibel dan dapat membentuk lapisan *multilayer*.

Secara umum adsorben dibedakan menjadi dua, yaitu adsorben polar dan adsorben non-polar (Saragih, 2008). Adsorben polar disebut juga *hydrophilic*, jenis adsorben yang termasuk dalam kelompok ini adalah silika gel, alumina aktif, dan zeolit. Sedangkan adsorben non-polar disebut juga *hydrophobic*, jenis adsorben yang termasuk kelompok ini adalah polimer adsorben dan karbon aktif.

Silika gel merupakan salah satu adsorben yang paling banyak dijumpai di pasaran. Silika gel dapat diperoleh melalui sintesis material yang memiliki kandungan silika. Material yang mengandung silika di dalamnya sangat mudah di dapatkan di Indonesia, seperti abu sekam padi, abu sabut kelapa, limbah pembakaran batubara, dan lain-lain. Silika gel merupakan media adsorpsi yang memiliki daya serap tinggi terhadap air. Selain itu, silika gel relatif mudah diregenerasi dan dapat langsung dipakai tanpa harus diaktivasi terlebih dahulu.

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah kapasitas penyerapan dari silika gel konvensional, serta karakteristik sebelum dan sesudah terjadi proses adsorpsi.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini parameter yang diobservasi adalah massa silika gel sebelum dan sesudah proses adsorpsi, untuk menentukan daya serap dari silika gel. Perubahan bentuk silika gel sesudah proses adsorpsi digunakan sebagai parameter karakteristik silika gel sebelum dan sesudah proses adsorpsi.

Pengujian absorptivitas silika gel ditempatkan pada kondisi temperatur dinamis dengan peningkatan yang diatur oleh temperatur kontroler termostat digital W3002 dengan input tegangan yang dibutuhkan 12 Volt DC. Suhu kerja kontroler pada -50 °C hingga 110 °C,

tingkat ketelitian 0,1 °C. Tipe probe pada kontroler NTC10K dengan sumber pemanas berupa lampu pijar.

Aliran fluida pada alat penguji diasumsikan mengalir secara natural yang menyebabkan proses perpindahan panas berlangsung secara konveksi natural. Perhitungan kapasitas absorpsi dengan formulasi yang dikembangkan oleh Chen (Chen et al., 2015):

$$a = \frac{m_b - m_k}{m_k}$$

Dimana:

a = absorptivitas silika gel (%)

m_b = massa silika gel basah (mg)

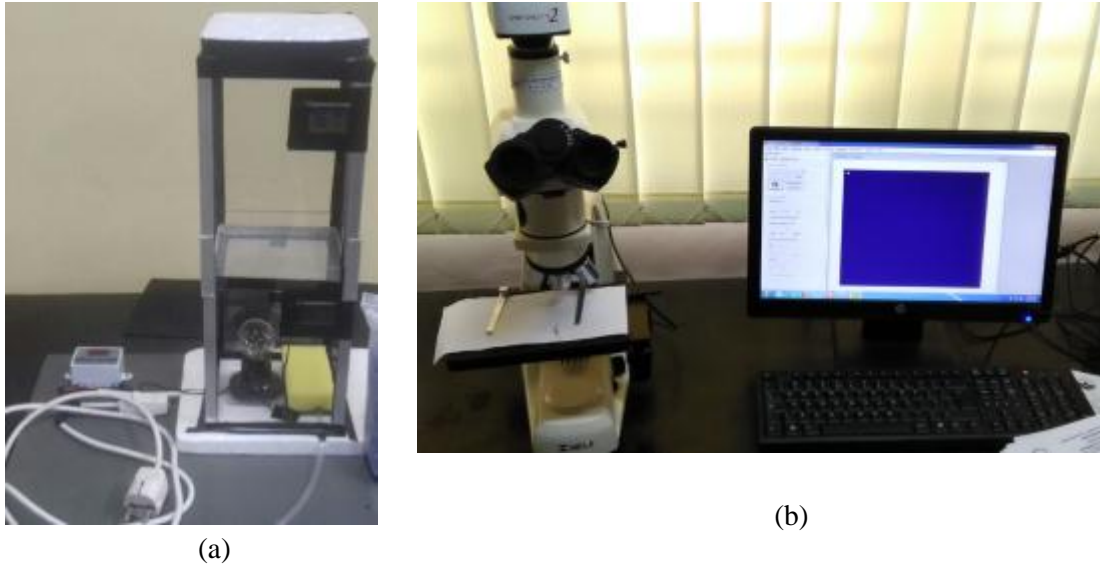
m_k = massa silika gel kering (mg)

Silika gel konvensional (gambar 1) merupakan perangkat yang digunakan untuk mencegah kelembapan udara pada sebuah ruangan yang didesain atas dan bawah berukuran 40 x 40 x 20 cm³. Silika gel sebelum menyerap akan berwarna biru (ini merupakan indikasi bahwa massa yang dihitung ketika silika gel dalam kondisi kering), sedangkan setelah mengalami jenuh dalam proses penyerapan akan berwarna ungu (indikasi bahwa massa yang dihitung ketika silika gel dalam kondisi basah).



Gambar 1. Butiran-butiran silika gel kering

Pada penelitian kali ini akan diteliti suatu ruangan dimana ruangan tersebut akan disekat menjadi 2 ruangan, sekat ruangan menggunakan saringan besi yang didalamnya diisi butiran silika gel. Kenaikan temperatur dan RH secara dinamis digunakan untuk mengetahui sejauh mana penyerapan uap air secara efektif dan merepresentasikan kondisi lingkungan sekitar. Sehingga rentang temperatur yang diset adalah 25 hingga 35 derajat Celcius. Alat uji terlihat pada gambar 2 (a) dan pemrosesan gambar struktur mikro menggunakan mikroskop pada gambar 2 (b).



Gambar 2. Alat uji absortivitas silika gel (a) dan Mikroskop Meiji Techno untuk menganalisis mikrostrutur sebuah bahan (b).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis absortivitas silika gel pada penelitian ini digambarkan dengan bentuk mikro struktur yang dihasilkan dari alat mikroskop Meiji Techno dengan perbesaran 20x. Proses kerja dari silika berwarna biru ini akan terbukti ketika silika telah menyerap banyak kelembapan, ia akan berubah warnanya menjadi merah muda. Saat berubah menjadi warna merah muda, silika gel tidak bisa lagi menyerap kelembapan dan harus meregenerasi.

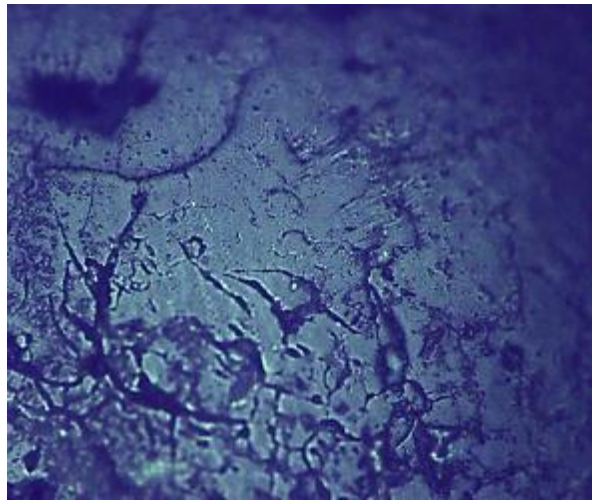
Pengamatan dilaksanakan dalam rentang waktu 36 menit dan sudah menjadikan silika gel berwarna merah muda. Massa silika gel sebelum diuji sebesar 95,36 mg dan setelah diuji sebesar 95,95 mg. Hal ini menunjukkan bahwa silika gel mengalami proses absortivitas terhadap kelembapan yang menyebabkan massanya bertambah sebesar 0,59 mg.



Gambar 3. Struktur mikro silika gel kering dengan perbesaran 20x menggunakan mikroskop

Pada kondisi kering terlihat bahwa butiran kering silika gel memiliki rongga berpori yang relatif kecil (gambar 3). Berdasarkan dari pengukuran yang telah dilaksanakan, rata-rata volume

pori pada butir silika gel sebesar $0,000294 \text{ m}^3/\text{mg}$. Hal ini yang menyebabkan absorptivitas rata-rata butiran silika gel sebesar 0,6% dari volume keseluruhan.



Gambar 4. Struktur mikro silika gel setelah mengalami absorpsi selama 36 menit

Silika gel setelah melakukan proses kerjanya yaitu menyerap kelembaban, terjadinya proses penyerapan ke dalam butir silika gel atau pada kasus ini kandungan air di udara diserap dan masuk melalui pori pori silika gel. Gumpalan airan yang membentuk jejarin merupakan cairan yang terserap ke pori pori dalam suatu molekul seperti yang terlihat pada gambar 4, setelah jenuh maka cairan bergerak mengisi molekul lainnya. Jika dilihat menggunakan mikroskop, adanya pelebaran pada pori pori bahkan keretakan pada permukaan silika gel yang menjadi sebab bertambahnya luas permukaan silika gel karena terserapnya kandungan air kedalam butir silika gel yang membuat bentuk silika gel membesar.

4. SIMPULAN

Telah dilakukan penelitian untuk dilakukan analisis absorptivitas silika gel pada kondisi dinamis dengan rentang temperatur $26 \text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ yang diamati dengan mikroskop. Berdasarkan hasil yang didapat, silika gel konvensional mampu memberikan kapasitas penyerapan sebesar 0,06% pada setiap butirannya. Gambaran penyerapan ini dijelaskan dengan baik pada mikroskop dengan pembesaran 20x terhadap perubahan struktur mikro yang terjadi sebelum dan setelah absorpsi. Hal ini membuktikan bahwa dengan kapasitas penyerapan demikian pada rentang temperatur kamar, silika gel mampu menyerap kelembaban udara di sekitarnya.

5. SARAN

Penelitian ini hanya memberikan gambaran proses absorptivitas yang terjadi pada silika gel dengan mikroskop dan hitungan perbedaan massa setelah dan sebelum pengujian. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut terkait kemampuan menjaga temperatur agar tetap pada kondisi kenyamanan termal yang dilakukan oleh silika gel.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackley, M.W., Rege, S.U., Himanshu, S., 2003, Application of Natural Zeolites in the Purification and Separation of Gases, *Microporous and Mesoporous Materials Journal*, 61: 25 – 42.
- Chen et al, 2015, Silica Gel Polymer Composite Desiccants for Air Conditioning Systems, *Energy and Buildings*, 101: 122-132
- Yuliusman, W.W., Purwanto, Y.S., Nugroho, 2013, Pemilihan Adsorben untuk Penjerapan Karbon Monoksida Menggunakan Model Adsorpsi Isotermis Langmur, *Jurnal Reaktor* 14(3): 225 – 233.
- Saragih, 2008, Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batubara Riau Sebagai Adsorben, *Tesis*, Pascasarjana Universitas Indonesia, Jakarta.