Perbandingan pellet zeolit Lampung dan Malang termodifikasi sebagai adsorben uap air

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20246556&lokasi=lokal>

Abstrak

Banyak proses yang telah diterapkan pada dunia industri dalam mengubah ukuran partikel, dari partikel kecil menjadi partikel besar, antara lain dalam bentuk pellet, ekstruksi atau granular. Bentuk pellet memiliki kelebihan dari bentuk ekstruksi maupun granular yaitu lebih kuat dan rapat, namun dari segi proses adsorpsi, proses pellet (binder, tekanan dan kalsinasi) justru mengurangi luas permukaan dan volume mikropori, yang menyebabkan pembatasan difusi sehingga kapasitas adsorpsi berkurang.

Dalam penelitian ini sebagai adsorben digunakan zeolit alam, mengingat potensi zeolit alam Indonesia yang besar dan belum dimanfaatkan secara maksimal.

Zeolit yang digunakan adalah zeolit Lampung (jenis Clinoptilolite) dan zeolit Malang (jenis Mordenite). Untuk memperbaiki kemampuan adsorpsinya, zeolit alam Indonesia ini lebih dahulu dimodifikasi dengan pertukaran kation. Zeolit Lampung direfluks pada suhu 100 °C dalam larutan CaCl₂ 5M selama 1x4 jam (selanjutnya disebut ZLT) dan zeolit Malang direfluks pada suhu 100 °C dalam larutan NaCl 3M selama 3x4 jam (selanjutnya disebut ZMT). Setelah dimodifikasi, ZLT dan ZMT dipelletkan, menggunakan air sebagai binder dan kalsinasi pada suhu 140 °C.

Penyisipan kation Ca²⁺ pada bukaan pori saluran cincin-8 dan cincin-10 dalam struktur rangka Clinoptilolite (ZLT), akan memerlukan dua kation lain yang bervalensi satu, sehingga saluran-saluran dalam struktur rangkanya lebih terbuka.

Namun posisi kation Ca²⁺ pada bukaan pori cincin-8 dan cincin-10 tersebut menyebabkan mengecilnya ukuran bukaan pori, sehingga tidak memungkinkan masuknya molekul H₂O ke dalam mikropori. Hal itu kemungkinan menyebabkan terjadinya penurunan luas permukaan eksternal ZLT. Karena zeolit Lampung juga mengandung mineral Mordenite sebesar 31% v/v, penyisipan kation Ca²⁺ juga menyebabkan berkurangnya kation-kation bervalensi satu, sehingga bukaan pori cincin-12 lebih terbuka. Dengan ukuran tersebut, binder dengan mudah dapat masuk ke dalam pori. Kemungkinan hal ini yang menyebabkan terjadinya penurunan luas mikropori ZLT.

Penyisipan kation Na⁺ pada bukaan pori cincin-8 dan cincin-12 dalam struktur rangka mineral Mordenite (ZMT), selain meninggalkan luas permukaan totalnya juga menyebabkan terlulupnya sebagian bukaan porinya. Namun bukaan pori saluran cincin-12, masih cukup besar (sekitar 4.0 Å), sehingga memungkinkan sebagian besar binder yang ditambahkan hanya masuk ke dalam pori zeolit, sehingga luas mikropori menurun.

Karena ZLT memiliki luas permukaan eksternal yang lebih besar dan dugaan lebih banyak binder berada di permukaan ZLT daripada di permukaan ZMT, maka partikel-partikel ZLT lebih menggumpal saat dioetok.

Keberhasilan pencetakan ini menyebabkan porositasnya mendrun (diameter pori mengecil). Sebaliknya untuk ZMT, partikel-partikelnya menjadi kurang menggumpal saat dicetak sehingga tekanan yang diaplikasikan menjadi kurang efektif, diameter porinya cenderung tetap.

Pellet ZLT memiliki kekuatan crushing yang lebih besar (posisi horizontal = 67.29 kg, posisi vertikal = 11.66 kg) daripada pellet ZMT {posisi horizontal = 54.58 kg, posisi vertikal = 3.45 kg), karena untuk komposisi binder yang sama, partikel-partikel ZLT yang berhasil direkatkan lebih banyak daripada partikel-partikel ZMT.

Pellet ZLT memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih rendah (4.21×10^{-5} g H₂O/g sampel) daripada pellet ZMT (1.05×10^{-4} g H₂O/g sampel). Hal ini karena pellet ZMT:

a. memiliki luas permukaan total yang lebih besar, sehingga memungkinkan banyaknya tempat-tempat terjadinya adsorpsi. b. memiliki kadar Mordenite yang lebih tinggi dari zeolit Lampung, semakin banyak mineral Mordenite dalam suatu zeolit, semakin banyak saluran-saluran dan rongga dengan ukuran bukaan pori (6.5 x 7,0 Å) yang memungkinkan tertangkapnya molekul-molekul uap air.

Namun pellet ZLT dengan komposisi binder 25%. memiliki daya tahan yang paling baik dibandingkan bentuk granularnya maupun ZMT dan zeolit sintetis, karena memiliki bentuk yang lebih besar dan rapat sehingga lebih mampu menahan kondisi aktivasi dan regenerasi.

Dari hasil uji adsorpsi pertama dan kedua, zeolit Linde type A tetap memiliki kapasitas adsorpsi dan bentuk (tidak luruh berdebu) yang lebih baik daripada ZLT dan ZMT. Padahal zeolit sintetis ini memiliki luas permukaan total dan volume mikropori yang lebih rendah daripada ZLT maupun ZMT. Hal ini kemungkinan karena zeolit sintetis itu : a. memiliki aktivitas yang lebih baik terhadap komponen-komponen yang diadsorbnya b. memiliki bukaan pori yang cocok untuk dilalui molekul H₂O c. tidak mengandung mineral-mineral jenis lain yang bersifat mengurangi kemampuan adsorpsinya. ZMT memiliki bukaan pori yang mirip dengan zeolit Linde type A, tetapi mengandung mineral-mineral lain seperti Clingoptilofite. Epistilbite dan Stilbite. Demikian pula zeolit Lampung mengandung Heulandite dan Stilbite. Untuk itu diperlukan penelitian lebih lanjut, guna memperbaiki modifikasi zeolit, pemilihan binder, tekanan dan kalsinasi serta bentuk dan ukuran pellet.