

**AKTIVASI ZEOLIT ALAM SEBAGAI ADSORBEN UAP AIR  
PADA ALAT PENGERING BERSUHU RENDAH**



**TESIS**

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-2**

**Magister Teknik Kimia**

**Laeli Kurniasari**

**L4C008016**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**Agustus**

**2010**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**TESIS**

Nama : Laeli Kurniasari  
NIM : L4C008016  
Judul : Aktivasi Zeolit Alam Sebagai Adsorben Uap Air Pada Alat  
Pengering Bersuhu Rendah

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. M. Djaeni, ST, M.Eng.  
NIP. 19710207 199512 1 001

Aprilina Purbasari, ST, MT  
NIP. 19760416 199903 2 002

Ketua Tim Penguji

Dr. Ir. Ratnawati, MT  
NIP. 19600412 198603 2 001

Mengetahui,  
Pembantu Dekan I Fakultas Teknik

Ir. Bambang Pudjianto, MT.  
NIP. 19521205 198503 1 001

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan didalamnya tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penerbitan maupun yang belum/tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan di dalam tulisan dan daftar pustaka.

Semarang, Agustus 2010

Laeli Kurniasari  
NIM. L4C008016

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan tesis ini, dimana merupakan salah satu persyaratan guna mencapai derajat sarjana S-2.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. M. Djaeni, ST. M.Eng dan Aprilina Purbasari, ST, MT selaku pembimbing I dan II yang telah banyak membantu dalam penyusunan tesis ini; teman-teman Magister Teknik Kimia UNDIP angkatan 2008 dan teman-teman dosen serta karyawan Fakultas Teknik UNWAHAS untuk kerjasama dan dukungannya serta tak lupa kepada keluarga tercinta atas doa, semangat dan kasih sayangnya.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kelemahannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan untuk perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap semoga tesis ini dapat memberikan manfaat di bidang keilmuan.

Semarang, Agustus 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

|   | Hal       |
|---|-----------|
| Halaman Judul .....                         | i         |
| Halaman Pengesahan .....                    | ii        |
| Halaman Pernyataan .....                    | iii       |
| Kata Pengantar .....                        | iv        |
| Daftar Isi .....                            | v         |
| Daftar Tabel .....                          | vii       |
| Daftar Gambar .....                         | viii      |
| Daftar Lampiran .....                       | ix        |
| Abstrak/Intisari .....                      | x         |
| <b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>             | <b>1</b>  |
| 1.1. Latar Belakang .....                   | 1         |
| 1.2. Perumusan Masalah .....                | 4         |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....                | 4         |
| 1.4. Manfaat Penelitian .....               | 4         |
| <b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>       | <b>5</b>  |
| 2.1. Zeolit .....                           | 5         |
| 2.1.1. Struktur zeolit .....                | 5         |
| 2.1.2. Zeolit alam .....                    | 7         |
| 2.1.2.1. Sifat-sifat zeolit alam .....      | 8         |
| 2.1.2.2. Kegunaan zeolit alam .....         | 9         |
| 2.1.2.3. Aktivasi zeolit alam .....         | 9         |
| 2.2. Adsorpsi .....                         | 10        |
| 2.2.1. Keseimbangan adsorpsi .....          | 12        |
| <b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b> | <b>15</b> |
| 3.1. Penetapan Kondisi Percobaan .....      | 18        |
| 3.2. Tahapan Penelitian .....               | 19        |
| 3.3. Alat dan Bahan yang Digunakan .....    | 23        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.3.1. Alat yang Digunakan .....                                     | 23        |
| 3.3.2. Bahan yang Digunakan .....                                    | 24        |
| <b>BAB IV. HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN .....</b>                  | <b>25</b> |
| 4.1. Aktivasi Zeolit Alam .....                                      | 25        |
| 4.2. Keseimbangan Adsorpsi pada Berbagai Suhu dan Kelembaban Relatif | 31        |
| <b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                             | <b>35</b> |
| 5.1. Kesimpulan .....  | 35        |
| 5.2. Saran .....   | 35        |
| <b>BAB VI. RINGKASAN .....</b>                                       | <b>36</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>  | <b>38</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>  | <b>41</b> |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 1. Kelompok Zeolit Alam .....                                    | 7  |
| Tabel 2. Penetapan Kondisi Percobaan Untuk Aktivasi dengan Panas ..... | 18 |
| Tabel 3. Penetapan Kondisi Percobaan untuk Aktivasi dengan NaOH .....  | 18 |
| Tabel 4. Running Penelitian Aktivasi Zeolit Alam dengan Panas .....    | 20 |
| Tabel 5. Running Penelitian Aktivasi Zeolit Alam dengan NaOH .....     | 21 |
| Tabel 6. Running Penelitian Uji daya Adsorpsi pada Berbagai Suhu ..... | 22 |
| Tabel 7. Running Penelitian Uji Daya Adsorpsi pada Berbagai RH .....   | 23 |
| Tabel 8. Komposisi Zeolit Alam Tanpa dan Dengan Aktivasi .....         | 30 |
| Tabel 9. Persamaan Model Adsorpsi .....                                | 34 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 1. Konstruksi empat kerangka zeolit yang berbeda dari sodalite ...    | 6  |
| Gambar 2. <i>Road Map</i> Penelitian .....                                   | 15 |
| Gambar 3. Diagram Alir Penelitian .....                                      | 17 |
| Gambar 4. Skema Alat Sorption Isotherm .....                                 | 24 |
| Gambar 5. Pengaruh N terhadap daya adsorpsi zeolit aktivasi NaOH.....        | 25 |
| Gambar 6. Pengaruh suhu terhadap daya adsorpsi zeolit aktivasi NaOH .....    | 25 |
| Gambar 7. Skema Pelarutan Silika pada Aktivasi dengan NaOH.....              | 26 |
| Gambar 8. Pengaruh waktu terhadap daya adsorpsi zeolit aktivasi fisis.....   | 28 |
| Gambar 9. Pengaruh suhu terhadap daya adsorpsi zeolit aktivasi fisis .....   | 28 |
| Gambar 10. Hasil analisa SEM .....   | 30 |
| Gambar 11. Kurva kesetimbangan adsorpsi pada kelembaban relatif yang berbeda | 32 |
| Gambar 12. Kurva kesetimbangan adsorpsi pada suhu yang berbeda .....         | 33 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| Lampiran I. Perhitungan daya adsorpsi zeolit alam ..... | 41 |
| Lampiran II. Perhitungan Model Adsorpsi .....           | 45 |

## **Abstrak**

*Pengeringan merupakan salah satu proses yang banyak digunakan pada produk pangan. Kelemahan proses ini umumnya menyebabkan kerusakan pada bahan pangan, disamping masih rendahnya efisiensi energi. Salah satu alternatif pada proses pengeringan yaitu penggunaan zeolit sebagai adsorben uap air. Proses pengeringan dengan menggunakan zeolit sebagai adsorben ini memungkinkan operasi pengeringan dilakukan pada suhu rendah sehingga sesuai untuk bahan yang tidak tahan panas. Zeolit alam merupakan salah satu alternatif bahan adsorben. Akan tetapi zeolit ini harus diaktivasi terlebih dahulu untuk mendapatkan zeolit dengan kemampuan adsorpsi yang tinggi. Proses aktivasi pada zeolit akan merubah rasio Si/Al zeolit, polaritas serta afinitas zeolit terhadap air dan meningkatkan pori-pori zeolit Adsorpsi zeolit alam dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan NaOH dan dengan panas. Pada aktivasi dengan NaOH, zeolit dicampur dengan NaOH 0,5-2N selama 2 jam pada suhu 60-90<sup>0</sup>C. Selanjutnya zeolit dikeringkan di oven bersuhu 110<sup>0</sup>C selama 4 jam. Sementara pada aktivasi fisis, zeolit dipanaskan di furnace pada 200-500<sup>0</sup>C selama 2-5 jam. Untuk mengetahui perubahan struktur pori zeolit maka dilakukan analisa SEM dan untuk mengetahui kemampuan adsorpsi zeolit maka dilakukan analisa daya adsorpsi zeolit terhadap uap air pada berbagai suhu dan berbagai kelembaban relatif. Hasil menunjukkan bahwa pada aktivasi dengan NaOH diperoleh kondisi aktivasi terbaik adalah NaOH 1N pada pemanasan 70<sup>0</sup>C dengan daya adsorpsi 0,171 gr uap air/gr adsorben. Sementara untuk aktivasi dengan panas, kondisi aktivasi terbaik adalah pemanasan 300<sup>0</sup>C selama 3 jam dengan daya adsorpsi 0,137 gr uap air/gr adsorben.*

*Kata kunci : zeolit alam, aktivasi, adsorpsi*

## **Abstract**

*Drying is one process which is used in many industries, especially in food product. But the process usually still has a low energy efficiency and can make food deterioration because of the usage of high temperature. One alternative in drying technology is the use of zeolite as a water vapor adsorbent. This kind of drying method make it possible to operate in lower temperature, hence it will be suitable for heat sensitive product. Natural zeolit can be one promising adsorbent since it is spreadly abundant in Indonesia. Natural zeolite must be activated first before used, in order to get zeolite with high adsorption capacity. Activation process in natural zeolite will change the Si/Al ratio, polarity and affinity of zeolite toward water vapor and also increase the porosity. Activation of natural zeolite can be done with two method, chemical activation use NaOH and physical activation use heat. In the activation using NaOH, natural zeolite is immersed with NaOH solution 0,5-2N in 2 hour with temperature range 60-90<sup>0</sup>C. The process is continued with the drying of zeolite in oven with 110<sup>0</sup>C for 4 hours. While in heat treatment, zeolit is heated into 200-500<sup>0</sup>C in furnace for 2-5 hours. SEM analysis is used to compare the change in zeolite morphology before and after each treatment, while to know the adsorption capacity of zeolite, the analyses were done in many temperature and relative humidity. Result gives the best condition in NaOH activation is NaOH 1N and temperature 70<sup>0</sup>C, with water vapor loading is 0,171 gr/gr adsorbent. In heat treatment, the best condition is 300<sup>0</sup>C and 3 hours with loading 0,137 gr water vapor/gr adsorbent.*

*Keywords : natural zeolit, activation, adsorption*