



**STUDI KELAYAKAN  
BEBERAPA JENIS ZEOLIT ALAM SEBAGAI ADSORBENT  
PADA SISTEM REFRIGERASI ADSORPSI**

**Karya Ilmiah Tertulis  
(S K R I P S I)**

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan  
Program Pendidikan Strata Satu (S1) Pada  
Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Oleh :  
**AHMAD ZUBAIDI**  
**NIM : 001710201079**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2005**

**DOSEN PEMBIMBING :**

**Ir. Tasliman, M. Eng (DPU)**

**Ir. Suryanto, MP (DPA)**

Diterima Oleh :

Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember  
Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertahankan pada :

Hari : Senin

Tanggal : 20 Juni 2005

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian

**Tim Penguji**

Ketua

Ir. Tasliman, M.Eng.  
NIP. 132 046 358

Anggota I

Ir. Suryanto, Mp  
NIP. 131 759 841

Anggota II

Askin, STp  
NIP. 132 358 075

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Ir. Ach. Marzuki M., M.SiE  
NIP. 130 531 986

## MOTO

Katakanlah, sesungguhnya sholatku, ibadahku, hidupku,  
dan matiku hanyalah untuk Allah, Tuhan semesta alam.  
(Q.S. 41: 34)

Jalan ini hanya sekali kulalui, maka setiap perbuatan  
baik yang dapat saya berikan untuk setiap orang, akan  
kukerjakan sekarang. Jangan sampai saya mengabaikannya,  
karena saya tidak akan melewati kembali.  
(*Ungkapan Bijak Kuno*)

Bukannya melakukan hal-hal yang kita sukai, tapi  
menyukai hal-hal yang harus kita lakukan, itulah yang  
membuat hidup bahagia.  
(*Gothe*)

Pengetahuan dan pemahaman adalah pendamping setia  
kehidupan yang tidak akan pernah membohongi, sebab  
pengetahuan adalah mahkota dan pemahaman adalah  
pemimpin. Dan ketika pengetahuan dan pemahaman ada  
padamu, engkau sudah mendapat harta yang berlimpah.  
(*Khalil Gibran*)

Aku tahu, rizqiku tidak akan mungkin diambil orang  
lain, karenanya hatiku tenang.  
Aku tahu, amal-amalku tidak mungkin dikerjakan orang  
lain, karenanya aku sibukkan diriku untuk beramal  
Aku tahu, Allah selalu melihatku, karenanya aku malu  
bila Allah mendapatiku dalam kemaksiatan.  
Aku tahu, kematian menantiku, maka kupersiapkan bekal  
untuk menghadap Robbku  
(*Hasan Al-Bashori*)

Orang bisa berhasil bila memiliki 1 % inspirasi (ide  
yang hebat) dan 99 % perspirasi (keringat alias kerja  
keras)  
(*Thomas Edison*)

Orang berlaku baik ke aku, kan ku balas jauh lebih  
baik. Orang berlaku buruk ke aku, kan ku balas dengan  
laku baik. Jika tetap laku buruk yang kuterima, konsesi  
kebaikanku cukup hanya dua kali.  
(*zubed*)

**Dengan kerendahan, kupersembahkan dan kuucapkan terima  
kasih**

Terkhusus karya ini penulis persembahkan dan kuucapkan  
terima kasih kepada :

Sesembahan-ku, Allah SWT

*Dzat Yang Welas Asih selalu memberikan nikmat  
yang tidak sebanding dengan rasa syukur atas-Nya. Dengan segala kerinduan dan  
ketundukan atas kebesarannya, aku haturkan permohonan kesempurnaan nikmat untuk  
bertemu suatu saat.*

Uswah-ku, Muhammad SAW

*Nur Illahi yang terpilih bersuluh di muka bumi, hinya syafa'atmu kuharapkan hinggaku selalu  
menunaikan risalah sucimu.*

Emak dan Bapak-ku, Moh. Muslih dan Muzayyanah

*Tiada kata yang bisa zubeed ucapkan selain ucapan terima kasih atas seluruh cinta dan kasih  
sayang yang tak terhingga... pengorbanan kalian sungguh tiada tara (doa kalian hidupku)*

Satu-satunya adik-ku, Masyhuda

*Maaf kalo aku sering buatmu marah nduk, aku selalu sayang kok..!*

Amanah terakhir-ku, Indah D Warni

*Gadis bening nan seindah namanya. Akan kuberikan yang terbaik yang aku mampu dan  
semoga Sang Pencipta selalu membuatmu dalam keadaan bahagia selalu. tq honey..!*

Keluarga-ku di Genteng, pakde paelan dan bude  
zaenab sekeluarga

*Terima kasih atas semua perhatian, motivasi, dan dukungannya  
hingga memungkinkan zubeed bisa jadi seperti sekarang.*

Om-ku, Ozie

*Ma'acih banyak cek, yang dukungan positifmu memungkinkan aku  
menjadi orang yang lebih baik..*

Keluarga-ku di Danau Toba, Mbah Imam sekeluarga

*Terima kasih atas saran-sarannya..*

Keluarga-ku di Drajat

*Terima kasih atas saran, kritik, dan perhatiannya buat zubeed selama ini.*

Duasepupu-ku, Ifik cahyadi

*Makasih saran-saran dan bantuannya.*

Ustadz dan ustadzah-ku

*Terima kasih atas ilmu yang kalian berikan walaupun satu ayat, terpenting ilmu tersebut bermanfaat..*

Senior dan Junior-ku di HMI-Kom Tepe

*Terima kasih, kalian telah banyak mengubahku ke jalan yang lebih baik. Teruskan perjuangan kalian, yakin usaha sampai....*

Almamater-ku

*Meski tidak seluruh penjuru mengenalmu, tapi kau berlebih telah dan akan member kesegaran atas kehausan ilmu para mahasiswamu. Disini aku menggapai gelar S.TP*

## KATA PENGANTAR

Tiada rasa yang layak penulis ungkapkan selain rasa syukur yang tak terkira atas segala nikmat dan karunia yang telah Allah berikan. Atas izin-Nyalah penulis mampu menyelesaikan penyusunan Karya Ilmiah Tertulis ini tanpa hambatan yang berarti.

Karya Ilmiah Tertulis dengan judul “ *Studi Kelayakan Beberapa Jenis Zeolit Alam Sebagai Adsorbent Pada Sistem Refrigerasi Adsorpsi*” merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Strata Satu di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Setelah sekian lama menyelesaikan penyusunan Karya Ilmiah Tertulis ini, penulis sangat merasakan betapa semuanya tidak akan terlaksana sesuai harapan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya penulis sampaikan antara lain kepada :

1. Ir. Tasliman, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Utama sekaligus Ketua Tim Penguji yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan hingga terselesaikannya Karya Ilmiah tertulis ini.
2. Ir. Suryanto, MP. Selaku Dosen Pembimbing Anggota sekaligus Penguji Anggota I atas waktu dan kesempatan yang diberikan.
3. Askin, STp. Selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan demi sempurnanya Karya Ilmiah Tertulis ini.
4. Ir. Hamid Ahmad selaku Dosen Wali
5. Seluruh Staft Akademik dan Kemahasiswaan, terima kasih atas bantuan dan kerja samanya.
6. Mas Agus dan Pak Sagan, terima kasih atas pinjaman alat dan kepercayaannya.
7. Tim kerjaku, munir. Thanx banget saran and diskusinya.
8. Sahabat-sahabatku : F6 (Andi, hamid, erik, cholil, dani), AB3 (ita. Femi, mirso), sahabat PKN (ita yustina, lady, sri), sahabat KKN (dimas, juni, azizah).thank's 4 all rek..!
9. Seluruh rekan-rekan TEP angkatan 2000

10. Seluruh pihak yang telah banyak membantu pelaksanaan penelitian dan tersusunnya Karya Ilmiah Tertulis ini.

Semoga amal baik mereka mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT, Amien.

Selebihnya Penulis menyadari bahwa penyusunan Karya Ilmiah Tertulis ini masih sangat jauh dari kategori sempurna dan masih memerlukan perbaikan disana sini. Penulis juga berharap semoga Karya Ilmiah Tertulis ini bisa memberikan manfaat bagi pembaca meskipun tidak banyak.

Jember, Juni 2005

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>Bab</b>	<b>Isi</b>	<b>Halaman</b>
	<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
	<b>HALAMAN DOSEN PEMBIMBING</b> .....	ii
	<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
	<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iv
	<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
	<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
	<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
	<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
	<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
	<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
	<b>ABSTRAC</b> .....	xiv
	<b>RINGKASAN</b> .....	xv
<b>I.</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	1
	1.1 Latar Belakang .....	1
	1.2 Permasalahan .....	1
	1.3 Tujuan .....	2
	1.4 Manfaat .....	2
	1.5 Batasan Masalah .....	2
<b>II.</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	3
	2.1 Pendinginan (Refrigerasi) .....	3
	2.2 Adsorpsi .....	5
	2.3 Zeolit Alam.....	7
	2.3.1 Keberadaan Zeolit Alam .....	7
	2.3.2 Komposisi dan Struktur Zeolit Alam .....	11
	2.3.3 Sifat dan Fungsi Zeolit Alam .....	11
	2.3.4 Karakterisasi Zeolit Alam .....	13

2.4 Refrigerasi Adsorpsi .....	13
2.5 Mendinginkan Dengan Penguapan.....	15
2.6 Air Sebagai Refrigeran .....	16
2.7 Syarat Kelayakan Sebagai Adsorbent.....	17
2.8 Penelitian Tentang Refrigerasi Adsorpsi .....	18
2.9 Variabel yang Mempengaruhi Kemungkinan Pemanfaatan Beberapa Jenis Zeolit Alam Sebagai Adsorben pada Sistem Refrigerasi Adsorpsi.....	21
<b>III METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>23</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	23
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	23
3.2.1 Alat .....	23
3.2.2 Bahan .....	23
3.3 Variabel dan Parameter Penelitian .....	23
3.4 Penentuan Waktu dan Suhu Penelitian .....	24
3.5 Pengujian Kemungkinan Pemanfaatan Beberapa Jenis Zeolit Alam Sebagai Adsorben pada Sistem Refrigerasi Adsorpsi .....	25
3.6 Metode Pelaksanaan Penelitian .....	27
3.7 Skema Alat Penelitian .....	27
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>29</b>
4.1 Penurunan Berat Dalam Desorpsi Zeolit Alam ..	29
4.2 Penentuan Waktu Optimal Terhadap Desorpsi Zeolit Alam ....	30
4.3 Penentuan Efektivitas Pemanasan Oven dan Tanur Untuk Desorpsi Zeolit Alam .....	31
4.4 Pertambahan Berat pada 100 Gram Zeolit Akibat Proses Adsorpsi .....	32
4.5 Kapasitas Adsorpsi Beberapa Jenis Zeolit Alam .....	33
4.6 Penentuan Waktu Optimal Laju Adsorpsi Beberapa Jenis Zeolit Alam .....	35
4.7 Kapasitas Penyerapan Kalor Beberapa Jenis Zeolit Alam .....	38

4.8 Kelayakan Beberapa Jenis Zeolit Alam Sebagai Adsorben pada Sistem Refrigerasi Adsorpsi .....	40
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	44
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b> .....	47

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Skema Mesin Pendingin Kompresi .....	3
3.1	Desain Alat Refrigerasi Adsorpsi .....	28
4.1	Grafik Penurunan Berat Zeolit Putih Dalam Beberapa Pengamatan Desorpsi .....	29
4.2	Grafik Kapasitas Desorpsi Beberapa Jenis Zeolit Alam dengan Pemanasan Oven dan Tanur .....	31
4.3	Grafik Pertambahan Berat pada 100 Gram Zeolit Alam Akibat Proses Adsorpsi .....	33
4.4	Grafik Kapasitas Adsorpsi Beberapa Jenis Zeolit Alam Tiap 0,5 Jam .....	34
4.5	Grafik Laju Adsorpsi Beberapa Jenis Zeolit Alam Tiap 1000 Gram .....	36
4.6	Grafik Penyerapan Kalor Beberapa Jenis Zeolit Alam Tiap Jam .....	38

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Perbedaan Adsorpsi Fisik (Fisisorpsi) dan Adsorpsi Kimia (Kemisorpsi) .....	6
2.2	Jenis Zeolit Alam dengan Tahun Penemunya .....	8
2.3	Kualitas Beberapa Zeolit Indonesia .....	10
2.4	Luas Permukaan Spesifik, Volume Total Pori, dan Rata-rata Jari-jari Pori Zeolit .....	13
2.5	Tekanaaan Maksimum Beberapa Zat Cair Pada Berbagai Suhu (dalam cmHg).....	16
4.1	Penurunan Berat Zeolit Putih Dalam Beberapa Pengamatan Desorpsi .....	29
4.2	Waktu Optimal Pemanasan Zeolit Dengan Oven.....	30
4.3	Kapasitas Desorpsi Beberapa Jenis Zeolit Alam Dengan Pemanasan Oven dan Tanur .....	31
4.4	Nilai Kapasitas Adsorpsi Beberapa Jenis Zeolit Alam pada Waktu Adsorpsi Optimal .....	35
4.5	Laju Adsorpsi Beberapa Jenis Zeolit Alam Tiap 0,5 jam .....	37
4.6	Kalor Penyerapan Beberapa Jenis Zeolit Alam .....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Isi	Halaman
1	Data Penurunan Berat Akibat Desorpsi dan Pertambahan Berat Akibat Adsorpsi Zeolit putih dan Zeolit putih kehijauan halus.....	47
2	Data Penurunan Berat Akibat Desorpsi dan Pertambahan Berat Akibat Adsorpsi zeolit putih kehijauan kasar dan zeolit hitam halus. ....	48
3	Data Penurunan Berat Akibat Desorpsi, Pertambahan Berat Akibat Adsorpsi Zeolit hitam kasar dan Data Pertambahan Berat Tiap 100 gram Zeolit Alam Akibat Proses Adsorpsi Tiap 0,5 Jam.....	49
4	Data Penurunan Berat Akibat Desorpsi , Data Pertambahan Berat Akibat Adsorpsi, Hasil Perhitungan Laju Desorpsi, Kapasitas Desorpsi,Laju Adsorpsi, Kapasitas Adsorpsi, dan Kalor Terserap oleh Beberapa Jenis Zeoli alam.....	50
5	Data Penurunan Berat Akibat Desorpsi Zeolit Alam dengan Tanur.....	51
6	Persamaan Keadaan Gas Ideal dan Kesetimbangan Antara Kalor Yang Diperlukan Untuk Penguapan dan Kalor yang Diperlukan Untuk Pendinginan.....	52

## ABSTRACT

*Adsorption cooling technology has several advantages compared to compression cooling, but in Indonesia, the application of adsorption cooling technology is very still limited. This is because there were only a very limited amount of research had been done on this topic.*

*The several objectives of this research were to study the opportunity of some local natural zeolites to be used as adsorbent in an adsorption cooling system and to discover the effect of zeolite type and size on adsorption capacity and adsorption rate.*

*From the research, it can concluded that all of three type of zeolite studied were feasible to be used as adsorbent in an adsorption cooling system. At the time of optimal adsorption, value of adsorption capacity white zeolite reach 0,0334 H<sub>2</sub>O gr / white zeolite gr, followed by harsh greenness of white zeolite ( 0,0261 H<sub>2</sub>O gr / harsh greenness of white zeolite gr), refinement greenness of white zeolite ( 0,022 H<sub>2</sub>O gr / refinement greenness of white zeolite gr), refinement black zeolite ( 0,0198 H<sub>2</sub>O gr / refinement black zeolite gr), and harsh black zeolite ( 0,0146 H<sub>2</sub>O gr / harsh black zeolite gr) by adsorption rate 1,114 gr / minute ( white zeolite), 0,871 gr / minute (harsh greenness of white zeolite), 0,734 gr / minute (refinement greenness of white zeolite), 0,659 gr / minute (refinement black zeolite), and 0,487 gr / minute ( harsh black zeolite). White zeolite can degrade temperature 601,449 gram irrigate equal to 1°C, harsh greenness of white zeolite can degrade temperature 470,311gram irrigate equal to 1°C, refinement greenness of white zeolite can degrade temperature 396,107 gram irrigate equal to 1°C, refinement black zeolite can degrade temperature 355,978 gram irrigate equal to 1°C, and harsh black zeolite can degrade temperature 262,964 gram irrigate equal to 1°C. At this research not yet been known the degradation rate of refrigeran temperature periodically, therefore need the existence of furthermore study in the form examination use Adsorption System refrigerator.*

*Keyword : Refrigeration, Adsorption cooling, Zeolite, natural zeolite, desorption capacity, adsorption rate, adsorption capacity.*

## RINGKASAN

AHMAD ZUBAIDI (001710201079) **STUDI KELAYAKAN BEBERAPA JENIS ZEOLIT ALAM SEBAGI ADSORBENT PADA SISTEM REFRIGERASI ADSORPSI**, Dosen Pembimbing Utama Ir. Tasliman, M.Eng., Dosen Pembimbing Anggota Ir. Suryanto, MP.

Perkembangan pendinginan adsorpsi sangat perlu untuk dipromosikan, karena sistem pendinginan ini dipandang lebih menguntungkan dari pada sistem pendinginan kompresi. Namun sampai saat ini di Indonesia, pemanfaatan sistem pendinginan adsorpsi masih belum banyak dilakukan.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui kemungkinan pemanfaatan beberapa jenis zeolit alam sebagai adsorbent pada sistem refrigerasi adsorpsi, mengetahui Jenis zeolit alam yang paling baik menjadi adsorbent pada sistem refrigerasi adsorpsi, dan mengetahui pengaruh beberapa variabel terhadap kemungkinan pemanfaatan beberapa jenis zeolit alam sebagai adsorbent pada sistem refrigerasi adsorpsi. Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini antara lain adalah sebagai sumber informasi dasar tentang kemungkinan pemanfaatan beberapa jenis zeolit alam sebagai adsorbent pada sistem refrigerasi adsorpsi, sebagai dasar untuk perancangan dan pembuatan mesin pendingin dengan sistem adsorpsi zeolit dan air, dan sebagai sumber informasi penting tentang penggunaan zeolit lokal pada teknologi refrigerasi adsorpsi

Parameter yang diteliti dalam penelitian ini adalah suhu desorpsi, waktu desorpsi, laju penurunan berat dalam desorpsi zeolit, laju pertambahan berat akibat adsorpsi, laju adsorpsi, kapasitas adsorpsi, dan kalor penyerapan. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kemungkinan pemanfaatan beberapa jenis zeolit sebagai adsorbent pada sistem refrigerasi adsorpsi diantaranya adalah uji kebutuhan energi dan uji siklus desorpsi-adsorpsi.

Semua jenis zeolit alam yang diteliti dalam penelitian ini, dimungkinkan layak menjadi adsorbent pada sistem refrigerasi adsorpsi. Waktu optimal untuk desorpsi zeolit alam dengan pemanasan oven adalah selama 2 jam. Suhu pemanasan tanur ( $1200^{\circ}\text{C}$ ) lebih baik untuk desorpsi zeolit alam dari pada suhu pemanasan oven ( $200^{\circ}\text{C}$ ). Selama 0,5 jam adsorpsi, nilai kapasitas adsorpsi masing-masing zeolit alam sebanyak 1000 gr mencapai 0,0334 gr  $\text{H}_2\text{O}/\text{gr}$  zeolit putih (zeolit putih); 0,0261 gr  $\text{H}_2\text{O}/\text{gr}$  zeolit putih kehijauan kasar (zeolit putih kehijauan kasar); 0,022 gr  $\text{H}_2\text{O}/\text{gr}$  zeolit putih kehijauan halus (zeolit putih kehijauan halus); 0,0198 gr  $\text{H}_2\text{O}/\text{gr}$  zeolit hitam halus (zeolit hitam halus), dan 0,0146 gr  $\text{H}_2\text{O}/\text{gr}$  zeolit hitam kasar (zeolit hitam kasar), dengan laju adsorpsi sebesar 1,114 gr/menit (zeolit putih); 0,871 gr/menit (zeolit putih kehijauan kasar); 0,734 gr/menit (zeolit putih kehijauan halus); 0,659 gr/menit (zeolit hitam halus), dan 0,487 gr/menit (zeolit hitam kasar). Kalor terserap oleh masing-masing zeolit alam mencapai 601,449 Kal (zeolit putih), 470,311 Kal (zeolit putih kehijauan kasar), 396,107 Kal (zeolit putih kehijauan halus), 355,978 Kal (zeolit hitam halus), dan 262,946 Kal (zeolit hitam kasar). Selama 0,5 jam adsorpsi, masing-masing zeolit alam sebanyak 1000 gr mampu menurunkan suhu sebesar ; zeolit putih mampu menurunkan suhu 601,449 gram air sebesar  $1^{\circ}\text{C}$ , zeolit putih



kehijauan kasar mampu menurunkan suhu 470,311 gram air sebesar 1°C, zeolit putih kehijauan halus mampu menurunkan suhu 396,107 gram air sebesar 1°C, zeolit hitam halus mampu menurunkan suhu 355,978 gram air sebesar 1°C, dan zeolit hitam kasar mampu menurunkan suhu 262,964 gram air sebesar 1°C. Urutan kelayakan beberapa jenis zeolit alam sebagai adsorbent pada sistem refrigerasi adsorpsi adalah sebagai berikut : zeolit putih, zeolit putih kehijauan kasar, zeolit putih kehijauan halus, zeolit hitam halus, dan zeolit hitam kasar. Pada penelitian ini belum diketahui laju penurunan suhu refrigeran secara periodik, oleh karena itu perlu adanya kajian lebih lanjut berupa pengujian menggunakan mesin pendingin sistem adsorpsi (Adsorption system refrigerator).

Kata kunci : Refrigerasi, Refrigerasi adsorpsi, Zeolit, Zeolit Alam, kapasitas desorpsi, laju adsorpsi, kapasitas adsorpsi, kalor penyerapan.