



**STUDI AKTIVITAS DAN SELEKTIVITAS KATALIS  $\text{Cu(II)/H}_5\text{NZA}$   
DAN  $\text{Co(II)/H}_5\text{NZA}$  PADA REAKSI PERENGGAHAN PLASTIK  
MENJADI SENYAWA FRAKSI BAHAN BAKAR CAIR**

**SKRIPSI**

Oleh

**HARI ASMOKO  
NIM : 021810301001**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2007**

## RINGKASAN

**Studi Aktivitas dan Selektivitas Katalis Cu(II)/H<sub>5</sub>NZA dan Co(II)/H<sub>5</sub>NZA Pada Reaksi Perengkahan Plastik Menjadi Senyawa Fraksi Bahan Bakar Cair;** Hari Asmoko, 021810301001; 2007: 61 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Saat ini plastik merupakan salah satu bahan yang paling luas penggunaannya dalam bidang industri. Namun plastik dapat menimbulkan pencemaran jika setelah tidak digunakan, dibuang ke lingkungan karena sifatnya yang sulit terdegradasi. Oleh karena itu dibutuhkan penanganan terhadap sampah plastik agar tidak menimbulkan masalah lingkungan. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah proses daur ulang plastik menjadi fraksi bahan bakar cair, plastik dapat dipirolisis untuk menghasilkan fraksi bahan bakar. Pirolisis tanpa katalis (perengkahan termal) pada plastik akan menghasilkan fraksi cair dengan rentang berat molekul yang lebar sedangkan dengan menggunakan katalis (perengkahan katalitik) sangat dipengaruhi oleh selektivitas dari katalis yang digunakan.

Pada proses perengkahan katalitik, yang sering digunakan dalam industri ataupun juga laboratorium adalah katalis dengan pengembanan logam aktif untuk untuk memperbanyak jumlah sisi aktif (*active site*). Zeolit alam dapat digunakan sebagai bahan pengemban logam aktif untuk katalis karena memiliki struktur berpori, mempunyai luas permukaan yang tinggi, harganya yang murah, serta mudah diperoleh.

Preparasi katalis dilakukan melalui modifikasi zeolit alam yang melibatkan proses dealuminasi dengan perlakuan asam, hidrotermal, kalsinasi, oksidasi, dan pengembanan logam Cu dan Co. Modifikasi ini diharapkan mampu memberikan karakter katalis yang baik untuk proses perengkahan. Karakter tersebut meliputi kandungan logam yang teremban, keasaman, rasio Si/Al, luas permukaan spesifik,

rata-rata jejari pori dan volume total pori. Pengembanan logam Cu dan Co dalam H<sub>5</sub>NZA dapat meningkatkan keasaman katalis dan rata-rata jejari pori. Tetapi menurunkan luas permukaan spesifik dan volume total pori.

Walaupun ada perbedaan produk yang dihasilkan, secara umum produk yang dihasilkan dari perengkahan termal maupun perengkahan katalitik plastik polipropilena dan plastik campuran memiliki waktu retensi yang masuk pada range waktu retensi bahan bakar cair.

Aktivitas dan selektivitas katalis dipelajari dalam proses perengkahan katalitik pirolat plastik pada kisaran temperatur 350<sup>o</sup>-450<sup>o</sup>C. Aktivitas katalis terlihat pada kemampuan masing-masing katalis untuk menghasilkan produk yang berbeda dengan perengkahan termal yang diamati berdasarkan perbedaan puncak-puncak kromatogram perengkahan termal dengan kromatogram produk hasil perengkahan katalitik. Sedangkan selektivitas terlihat pada peningkatan konsentrasi produk katalitik pada waktu retensi tertentu.

Katalis Cu(II)/H<sub>5</sub>NZA menunjukkan kinerja yang lebih baik karena senyawa produk yang dihasilkan memiliki waktu retensi yang lebih pendek dan menghasilkan lebih banyak puncak baru daripada katalis Co(II)/H<sub>5</sub>NZA. Hal ini dikarenakan katalis tersebut memiliki karakteristik keasaman, rata-rata jejari pori dan kandungan logam yang terembankan lebih besar daripada katalis Co(II)/H<sub>5</sub>NZA.

Produk katalitik yang dihasilkan kedua katalis didominasi oleh produk dengan waktu retensi sekitar 4 dan 12 menit. Katalis Cu(II)/H<sub>5</sub>NZA lebih selektif terhadap produk dengan waktu retensi sekitar 4 menit sedangkan katalis Co(II)/H<sub>5</sub>NZA lebih selektif terhadap produk dengan waktu retensi sekitar 12 menit. Perbedaan ini disebabkan adanya perbedaan ukuran pori dari masing-masing katalis tersebut.

## *DAFTAR ISI*

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b><i>RINGKASAN</i></b> .....	<i>vii</i>
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b><i>DAFTAR ISI</i></b> .....	<i>x</i>
<b><i>DAFTAR TABEL</i></b> .....	<i>xiii</i>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b><i>BAB 1. PENDAHULUAN</i></b> .....	<i>1</i>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	4
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Bahan Bakar</b> .....	5
<b>2.2 Plastik</b> .....	7
<b>2.3 Reaksi Perengkahan</b> .....	8
2.3.1 Perengkahan Termal .....	9
2.3.2 Perengkahan Katalitik .....	9
<b>2.4 Reaksi Katalitik Heterogen</b> .....	10

<b>2.5 Katalis</b> .....	11
2.5.1 Sifat Fisik Katalis .....	12
2.5.2 Kinerja Katalis .....	13
<b>2.6 Zeolit</b> .....	15
2.6.1 Zeolit Alam .....	15
2.6.2 Zeolit Sebagai Katalis .....	17
2.6.3 Modifikasi dan Aktivasi Zeolit .....	19
<b>2.7 Sifat Katalis Logam Transisi</b> .....	22
<b>2.8 Karakterisasi Katalis</b> .....	23
2.8.1 Luas permukaan .....	23
2.8.2 Keasaman .....	25
<b>2.9 Kromatografi Gas</b> .....	25
<b>2.10 Spektroskopi Serapan Atom</b> .....	26
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>27</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	27
<b>3.2 Diagram Alir</b> .....	27
3.2.1 Pembuatan Katalis NZA .....	28
3.2.2 Pembuatan Katalis H <sub>5</sub> NZA .....	28
3.2.3 Pembuatan Katalis Cu(II)/H <sub>5</sub> NZA dan Co(II)/H <sub>5</sub> NZA .....	29
3.2.4 Pembuatan Pirolat Plastik .....	30
3.2.5 Karakterisasi Katalis .....	30
3.2.6 Uji Aktivitas dan Selektivitas Katalis .....	30
<b>3.3 Alat dan Bahan</b> .....	31
3.3.1 Alat .....	31
3.3.2 Bahan .....	31
<b>3.4 Prosedur Penelitian</b> .....	31
3.4.1 Pembuatan Katalis NZA .....	31
3.4.2 Pembuatan Katalis H <sub>5</sub> NZA .....	32
3.4.3 Pembuatan Katalis Cu(II)/H <sub>5</sub> NZA dan Co(II)/H <sub>5</sub> NZA .....	32

3.4.4 Pembuatan Pirolat Plastik .....	33
3.4.5 Karakterisasi Katalis .....	34
3.4.6 Uji Aktivitas dan Selektivitas Katalis .....	35
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 Karakteristik Katalis .....</b>	<b>36</b>
4.1.1 Kandungan Logam yang Terembankan .....	36
4.1.2 Rasio Si/Al .....	37
4.1.3 Keasaman .....	40
4.1.4 Luas Permukaan Spesifik .....	41
4.1.5 Rata-rata Jejari Pori dan Volum Total Pori .....	42
4.1.6 Distribusi Ukuran Pori .....	43
<b>4.2 Hasil Perengkahan Pirolat Plastik .....</b>	<b>44</b>
4.2.1 Plastik Polipropilena .....	44
4.2.2 Plastik Campuran .....	46
<b>4.3 Hasil Uji Aktivitas dan Selektivitas Katalis .....</b>	<b>48</b>
4.3.1 Aktivitas Katalis .....	48
4.3.2 Selektivitas Katalis.....	55
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>57</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>57</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>62</b>

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari uraian hasil dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Katalis Cu(II)/H<sub>5</sub>NZA memiliki kandungan logam Cu sebesar 0,10685 %, keasaman sebesar 1,5794 mmol/g, luas permukaan spesifik sebesar 57,839179 m<sup>2</sup>/g, volume total pori sebesar 41,419092 x 10<sup>-3</sup> cm<sup>3</sup>/g, dan rata-rata jejari pori sebesar 14,322158 Å. Sedangkan katalis Co(II)/H<sub>5</sub>NZA memiliki kandungan logam Co sebesar 0,0244 %, keasaman sebesar 1,1114 mmol/g, luas permukaan spesifik sebesar 77,970549 m<sup>2</sup>/g, volume total pori sebesar 49,430264 x 10<sup>-3</sup> cm<sup>3</sup>/g, dan rata-rata jejari pori sebesar 12,679214 Å.
2. Katalis Cu(II)/H<sub>5</sub>NZA memiliki aktivitas yang lebih baik dalam perengkahan katalitik pirolat plastik daripada katalis Co(II)/H<sub>5</sub>NZA. Katalis tersebut selektif terhadap produk perengkahan pirolat plastik polipropilena dengan waktu retensi sekitar 4 menit sedangkan katalis Co(II)/H<sub>5</sub>NZA selektif terhadap produk perengkahan pirolat plastik polipropilena dengan waktu retensi sekitar 12 menit.

### 5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya diperlukan penyempurnaan set alat kondensor untuk mengurangi senyawa yang hilang dalam bentuk gas dan analisa GC-MS untuk mengetahui komposisi senyawa yang dihasilkan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anderson, J.R. and Boudart, M. 1981. *Catalysis Science and Technology*. First Edition. Berlin: Springer Verlag.
- Anonim, 1989. *Ensiklopedi Nasional Indonesia*. Jilid 3. Jakarta: PT. Cipta Adi Pustaka.
- Arthur, E.S., Gritter, R.J. dan James, M.B. 1991. *Pengantar Kromatografi*. Edisi kedua. Bandung: Penerbit ITB.
- Augustine, R.L. 1996. *Heterogeneous Catalysis for the Synthetic Chemist*. New York: Marcell Dekker Inc.
- Ausetute.com. <http://www.usetute.com/polythen.html>. [online on 04 Feb 2006]
- Barrer, R.M. 1978. *Zeolite and Clay Minerals as Sorbents and Molecular Sieves*. London: Academic Press Inc.
- Billmeyer, F.W. 1991. *Text Book of Polymer Science*. Second edition. New York: John Willey & Sons. Inc.
- Boudart, M., Bell. 1987. *Catalyst Design*. Edisi I. New York: A wiley-Interscience Publication.
- Boedeker.com. [http://www.boedeker.com/polyp\\_p](http://www.boedeker.com/polyp_p). [online on 04 Feb 2006]
- Breck, D.W. 1974. *Zeolite Molecular Sieves*. New York: John Willey & Sons. Inc
- Cahyono, B.L dan A, Eliyana. 1998. *Pembuatan Fraksi Bensin dari Polietilen dengan Katalis Zeolit Alam Aktif*. Laporan Penelitian LKIP 1998/1999.
- Campbell, I.M. 1988. *Catalysis at Surface*. New York: Chapman and Hall Ltd.
- Christian, D. and Gary. 1994. *Analytical Chemistry*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Chung, S.H. *et al*. Tanpa tahun. *Pyrolysis of Waste Plastics Using Synthesized Catalysts from Fly Ash*. Taejon: Korea Institute of Energy Research.
- Dyer, A. 1988. *An Introduction to Zeolite Molecular Sives*. Chichester: John Wiley and Sons Ltd.



- Firdausi, Dedi. 2005. *Pengaruh Temperatur dan Jenis Alkohol sebagai Umpan Pancingan terhadap Aktivitas Katalis dalam Reaksi Konversi Jelantah menjadi Senyawa Fraksi Bahan Bakar*. Tidak Dipublikasikan. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Flanigen, E.M. 1991. *Introduction to Zeolite Science and Practice*. First Edition. New York: Elsevier Science B.V.
- Gasser, R.P.H. 1987. *An Introduction to Chemisorption and Catalysis by Metal*. Oxford: Oxford Science Publication, Clarendon Press.
- Gates, B.C. *et al.* 1979. *Chemistry of Catalytic Processes*. New York: Mc. Graw-Hill Book Co.
- Hamdan, H. 1992. *Introduction to Zeolites: Synthesis, Characterization, and Modification*. Malaysia: University Teknologi Malaysia.
- Handoko, D.S.P. 2001. *Modifikasi Zeolit Alam dan Karakterisasinya sebagai Katalis Perengkahan Asap Cair Kayu Bengkirai*. Tidak Dipublikasikan. Tesis. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Handoko, D.S.P. 2002. Preparasi Katalis Cr/Zeolit Melalui Modifikasi Zeolit Alam. Dalam *Jurnal Ilmu Dasar*. Vol. 3. No.1. Hal 15-23. Jember : Universitas Jember.
- Hendayana, S. dkk. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Edisi kesatu. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Husaini & Suyartono. 1991. *Tinjauan Terhadap Kegiatan Penelitian Karakterisasi dan Pemanfaatan Zeolit Indonesia*. Buletin PDTM Vol. 13, No 4. Bandung
- Jensen, R.H. 2003. *Inovation tools for commercializing process technology*. Ottawa: UOP LLC
- Khairinal. 2000. *Dealuminasi Zeolit Alam Wonosari dengan Perlakuan Asam dan Proses Hidrotermal*. Tidak Dipublikasikan. Skripsi. Yogyakarta: UGM.
- Klinowski, Lowell, S. and J.E. Shields, 1984. *Powder Surface Area and Porosity*, Edisi II, New York : Chapman and Hall.
- Mallarangan, B.B. 1988. *Prospek Pengembangan Senyawa Alumina Silika*. Dalam BPPT No. XXVI. Jakarta.

- McNair, H. and Bonelli, E.J. 1988. *Dasar Kromatografi Gas*. Bandung: Penerbit ITB.
- Matweb.com. <http://www.matweb.com/specificmaterial>. [online on 04 Feb 2006]
- Mortimer, M. and Taylor, P. 2002. *The Molecular World: Chemical Kinetics and Mechanism*. Cambridge: The Open University.
- Netlab.com. <http://www.netlab.com>. [online on 04 Feb 2006]
- Nurchahyo, I.F., dkk, 2005. "Karakterisasi Katalis *Monometal* dan *Bimetal* yang Teremban dalam Zeolit Alam Aktif menggunakan Metode Adsorpsi Amonia dan Nitrogen". Dalam *Prosiding Seminar Nasional Kimia II*. Hal: 122-131.
- Nurhadi, M. 1999. *Pembuatan dan Karakterisasi Katalis Kromium-Zeolit Alam untuk Perengkahan Fraksi Minyak Bumi*. Tidak Dipublikasikan. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Oudejans, J.C. 1984. *Zeolite Catalyst in Some Organic Reaction*. Holland: The Netherland Foundations for Chemical Research.
- Satterfield, C.N. 1980. *Heterogeneous Catalysis in Practices*. New York: Mc. Graw-Hill Book Co.
- Saunders, K.J. 1994. *Organic Polymer Chemistry*. 2<sup>nd</sup> Edition. Glasgow: Chapman and Hall.
- Setyawan, P. 2004. *Studi Aktivitas Katalis Co/Zeolit pada Konversi Jelantah Menjadi Senyawa Fraksi Bahan Bakar*. Tidak Dipublikasikan. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Skoog, D.A. 1993. *Analytical Chemistry An Introduction International Edition*. 6<sup>th</sup> Ed. Sounders College Publishing.
- Smith, J. M. 1970. *Chemical Engineering Kinetics*. Edisi 2. New York: Mc. Graw-Hill Book Co.
- Smith, K. 1992. *Solid Support and Catalyst in Organic Synthesis*. London: Ellis Horwood PTR.
- Stevens, M.P. 2001. *Kimia Polimer*. Diterjemahkan oleh Dr. Ir. Iis Sopyan, M.Eng. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

- Rachmawati, M. dan Sutarti, M. 1994. *Zeolit: Tinjauan Literatur*. Jakarta: Pusat Dokumentasi dan Informasi LIPI.
- Trisunaryanti, W. 1991. *Modifikasi, Karakterisasi dan Pemanfaatan Zeolit Alam*. Tidak Dipublikasikan. Tesis. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Trisunaryanti, *et. al.* 1996. Characterization and Modification of Indonesian Natural Zeolites and Their Properties for Hydrocracking of Paraffin. Dalam *Journal of The Japan Petroleum Institute*. Volume 39. hal. 20-25.
- Trisunaryanti, Wega. 2005. “Pengaruh Perlakuan Asam Klorida Terhadap Karakter Zeolit Alam Wonosari dan Uji Aktivitas Katalitiknya Untuk Perengkahan n-Heksadekana”. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Kimia II*. hal 113-121.
- Universitas Jember, 2006. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Jember: Jember University Press.
- Zainuddin, 1988. *Kursus Instrumental Atomic Absorption Spectrofotometer (paket A)*, Surabaya: Universitas Airlangga.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	4
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Bahan Bakar</b> .....	5
<b>2.2 Plastik</b> .....	7
<b>2.3 Reaksi Perengkahan</b> .....	8
2.3.1 Perengkahan Termal .....	9
2.3.2 Perengkahan Katalitik .....	9

<b>2.4 Reaksi Katalitik Heterogen</b> .....	10
<b>2.5 Katalis</b> .....	11
2.5.1 Sifat Fisik Katalis .....	12
2.5.2 Kinerja Katalis .....	13
<b>2.6 Zeolit</b> .....	15
2.6.1 Zeolit Alam .....	15
2.6.2 Zeolit Sebagai Katalis .....	17
2.6.3 Modifikasi dan Aktivasi Zeolit .....	19
<b>2.7 Sifat Katalis Logam Transisi</b> .....	22
<b>2.8 Karakterisasi Katalis</b> .....	23
2.8.1 Luas permukaan .....	23
2.8.2 Keasaman .....	25
<b>2.9 Kromatografi Gas</b> .....	25
<b>2.10 Spektroskopi Serapan Atom</b> .....	26
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	27
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	27
<b>3.2 Diagram Alir</b> .....	27
3.2.1 Pembuatan Katalis NZA .....	28
3.2.2 Pembuatan Katalis H <sub>5</sub> NZA .....	28
3.2.3 Pembuatan Katalis Cu(II)/H <sub>5</sub> NZA dan Co(II)/H <sub>5</sub> NZA .....	29
3.2.4 Pembuatan Pirolat Plastik .....	30
3.2.5 Karakterisasi Katalis .....	30
3.2.6 Uji Aktivitas dan Selektivitas Katalis .....	30
<b>3.3 Alat dan Bahan</b> .....	31
3.3.1 Alat .....	31
3.3.2 Bahan .....	31
<b>3.4 Prosedur Penelitian</b> .....	31
3.4.1 Pembuatan Katalis NZA .....	31
3.4.2 Pembuatan Katalis H <sub>5</sub> NZA .....	32
3.4.3 Pembuatan Katalis Cu(II)/H <sub>5</sub> NZA dan Co(II)/H <sub>5</sub> NZA .....	32

3.4.4 Pembuatan Pirolat Plastik .....	33
3.4.5 Karakterisasi Katalis .....	34
3.4.6 Uji Aktivitas dan Selektivitas Katalis .....	35
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 Karakteristik Katalis .....</b>	<b>36</b>
4.1.1 Kandungan Logam yang Terembankan .....	36
4.1.2 Rasio Si/Al .....	37
4.1.3 Keasaman .....	40
4.1.4 Luas Permukaan Spesifik .....	41
4.1.5 Rata-rata Jejari Pori dan Volum Total Pori .....	42
4.1.6 Distribusi Ukuran Pori .....	43
<b>4.2 Hasil Perengkahan Pirolat Plastik .....</b>	<b>44</b>
4.2.1 Plastik Polipropilena .....	44
4.2.2 Plastik Campuran .....	46
<b>4.3 Hasil Uji Aktivitas dan Selektivitas Katalis .....</b>	<b>48</b>
4.3.1 Aktivitas Katalis .....	48
4.3.2 Selektivitas Katalis.....	55
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>57</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>57</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>62</b>