

# PENGARUH WAKTU DEALUMINASI DAN JENIS SUMBER ZEOLIT ALAM TERHADAP KINERJA H-ZEOLIT UNTUK PROSES DEHIDRASI ETANOL

Widayat<sup>1\*)</sup>, Ahmad Roesyadi<sup>2)</sup> dan Muhammad Rachimoallah<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang  
Jl. Prof Sudarto, SH Tembalang 50239

<sup>2)</sup> Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Jl. Arief Rahman Hakim Kampus Sukolilo Surabaya

<sup>\*)</sup>Penulis korespondensi: yayat\_99@yahoo.com

## Abstrak

*Katalis H-zeolit telah disintesa dari zeolit alam. Proses pembuatan katalis meliputi tahap proses pelakuan kimia, penyaringan dan pencucian, pengeringan dan proses kalsinasi. Penelitian ini bertujuan mempelajari waktu dan sumber bahan baku terhadap karakteristik katalis yang meliputi perbandingan Si/Al, X ray Diffraction (XRD) dan luas permukaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kimia menyebabkan penurunan kadar CaO, MgO dan Na<sub>2</sub>O karena melarut dalam asam klorida. Perbandingan Si/Al juga menurun dengan meningkatnya waktu operasi dan nilai Si/Al tertinggi pada waktu perlakuan kimia 7 jam. Hasil analisa XRD dari produk katalis tidak dipengaruhi oleh waktu. Luas permukaan spesifik dan volume total pori bernilai tertinggi pada waktu operasi 10 jam sebesar 184,52 m<sup>2</sup>/gram dan volume total pori 108,243 x 10<sup>-3</sup> cc/gram. Hasil uji katalitik menunjukkan bahwa katalis KZ A dan KZ B dapat digunakan untuk proses dehidrasi etanol, yang ditunjukkan adanya produk DiEtil Eter pada proses dehidrasi. Yield DiEtil Eter terbaik diperoleh untuk katalis zeolit KZ A 10 yaitu sebesar 1,78% dan KZ B 15 sebesar 0,28%.*

**Kata kunci:** konversi etanol, luas permukaan dan kristalinitas, perbandingan Si/Al, waktu, yield DiEtil Eter

## Abstract

*H-zeolite catalyst was synthesized from natural zeolite. The synthesis of catalyst includes the chemical treatment, filtration and washing, drying and calcination process. This research aims to study of time dealumination and sources of raw materials on the characteristics of catalysts which include Si/Al ratio, X-ray Diffraction (XRD) and surface area. The results showed that chemical treatment caused a decrease in levels of CaO, MgO and Na<sub>2</sub>O. The Si/Al ratio also decreased with increasing operating time and the highest Si/Al at the time of seven hours of chemical treatment. The results of XRD analysis of catalyst products are not affected by time. Specific surface area and total pore volume of the highest value at the time of operation 10 hours at 184.52 m<sup>2</sup>/gram and total pore volume of 108.243 x 10<sup>-3</sup> cc / gram. Catalytic test results showed that the catalyst KZ A and B can be used for ethanol dehydration process, which indicated the existence of diethyl ether products in the dehydration process. The best yield was obtained for diethyl ether KZ A 10 zeolite catalyst that is equal to 1.78% and KZ B 15 at 0.28%.*

**Keywords:** conversion of ethanol, surface area and kristalinitas, ratio of Si/Al, time, diethyl ether yield

## PENDAHULUAN

Etanol merupakan salah satu sumber energi alternatif. Kelemahan etanol sebagai bahan bakar ada 3 yaitu ketersediaan etanol sebagai bahan bakar masih dibatasi, nilai kalor volumetrik dan tekanan uap Reid lebih kecil dibandingkan dengan bensin, sehingga menyebabkan kesulitan dalam pengapian pada cuaca

dingin dan penyalaan awalnya (Kitto Borsa *et al*, 1998).

Etanol sebagai bahan baku, dapat juga digunakan pada pembuatan senyawa asetaldehid, butadiena, dietil eter, etil asetat, asam asetat, dan sebagainya (Anonim, 1992). Produk-produk yang potensial sebagai bahan bakar adalah etilen, hidrogen dan DiEtil Eter.

Senyawa DiEtil Eter umumnya dibuat dengan proses dehidrasi senyawa etanol (proses Barbet) dengan katalis asam sulfat (homogen). Kelemahan dari proses ini adalah pemisahan katalis masih sulit dan mahal serta katalis bersifat korosif. Katalis yang bersifat korosif membutuhkan investasi dalam peralatan cukup mahal (Ullman, 1987). Salah satu usaha untuk mengatasi kelemahan ini adalah mengembangkan katalis heterogen.

Untuk proses dehidrasi dan hidrasi, katalis yang dapat digunakan adalah alumina dan MgO serta Silika alumina dan  $WO_3$  (Smith, 1981). Salah satu jenis katalis yang banyak digunakan saat ini adalah zeolit. Katalis zeolit dapat digunakan dalam proses dehidrasi, isomerisasi, polimerisasi, perengkahan, alkilasi dan lain-lain. Dalam perkembangannya, banyak peneliti yang mengembangkan zeolit sebagai katalis dalam proses dehidrasi.

Pemanfaatan zeolit alam sebagai katalis, telah banyak dilakukan diantaranya; Pemanfaatan zeolit alam sebagai katalis dalam perengkahan minyak goreng (Widayat, 2005 dan 2006), sebagai katalis dalam proses konversi senyawa ABE menjadi hidrokarbon (Setiadi dan Pratiwi, 2007). Pengolahan zeolit alam menjadi katalis dengan pengembunan logam Cr oleh Setyawan dan Handoko (2002), dengan  $Fe_2O_3$  oleh Trisunaryanti, dkk (2007).

Boveri *et al* (2006) melakukan proses dealuminasi dengan pelarut asam klorida (HCl) dan perlakuan dengan kukus. Perlakuan asam menggunakan asam klorida dengan konsentrasi 6 dan 8 M. Perlakuan kukus dilakukan dengan cara mengalirkan kukus dengan laju alir 60 ml/menit pada temperatur 873K. Selain itu juga dilakukan perlakuan kombinasi asam-kukus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi asam 6 M dan kukus memberikan luas permukaan paling besar sekitar 397  $m^2$ /gram. Peningkatan kemampuan katalis juga telah dilakukan oleh Chung (2007), dimana katalis zeolit jenis mordenite diaktifasi atau didealuminasi lagi dengan pelarut asam asetat. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan asam tidak merusak struktur katalis dan meningkatkan ukuran pori menuju meso walaupun tidak signifikan. Kedua peneliti tersebut menggunakan katalis mordenite sintetik. Rachwalik *et al* (2005) melakukan proses dealuminasi katalis zeolit jenis ferrierite dengan berbagai konsentrasi larutan asam klorida (HCl). Hasilnya menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi akan meningkatkan luas permukaan katalis.

Penggunaan katalis heterogen untuk proses dehidrasi alkohol sudah mulai dikembangkan seperti katalis alumina, SAPO (Silika alumina phosphat), dan amberlyst. Pengaruh sifat asam/basa pada katalis alumina terhadap proses dehidrasi etanol juga telah dipelajari Golay *et al* (1999). Haber *et al* (2002) telah melakukan penelitian proses dehidrasi etanol dengan katalis garam kalium dan perak dari asam tungstophosphoric (HPW). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktifitas katalitik kedua jenis

katalis meningkat. Zeolit jenis mordenite juga telah digunakan sebagai katalis oleh Takahara *et al* (2005) yaitu penggunaan H-mordenite untuk memproduksi etilen. Zaki (2005) mempelajari pengaruh logam transisi dari  $Fe_2O_3$  dan  $Mn_2O_3$  dalam proses dehidrasi etanol secara katalitik. Penelitian yang lain dilakukan oleh Varisli *et al* (2007) tentang proses dehidrasi etanol menjadi etilen dan DiEtil Eter dengan proses dehidrasi dan katalis heteropolyacid yang terdiri dari *tungstophosphoricacid* (TPA), *silicotungsticacid* (STA) dan *molybdophosphoricacid* (MPA). Chen *et al* (2007) menggunakan  $TiO_2/\gamma-Al_2O_3$  untuk proses dehidrasi etanol menjadi etilen. Ahmed *et al* (2008) mempelajari pengaruh konsentrasi sulfat pada zirconia untuk proses dehidrasi etanol, dimana konsentrasi sulfat akan mempengaruhi aktifitas proses dehidrasi etanol.

Makalah ini mempunyai keterbaruan dalam penggunaan katalis H-zeolit yang disintesa dari zeolit alam untuk proses dehidrasi etanol hasil fermentasi. Selain itu, dengan adanya air pada umpan dan pelepasan air pada proses dehidrasi akan menyebabkan terjadinya reaksi reformasi terbatas etanol dan pembentukan metanol. Proses reformasi menghasilkan gas karbonmonoksida dan hidrogen yang selanjutnya membentuk metanol.

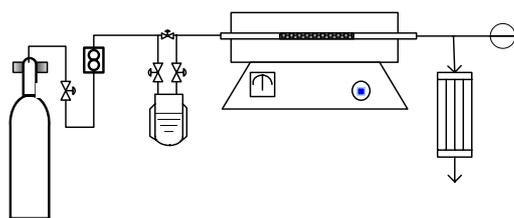
Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mempelajari waktu reaksi/dealuminasi dan sumber zeolit alam pada pembuatan katalis H-zeolit.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Bahan baku utama dalam penelitian ini adalah zeolit alam, yang diperoleh dari Kecamatan Wonosari Kabupaten Gunung Kidul, dan Kabupaten Malang. Bahan kimia yang digunakan adalah asam klorida dengan spesifikasi industri, perak nitrat dengan spesifikasi untuk analisis (PA) dan aquadest.

Peralatan untuk pembuatan katalis terdiri dua yaitu alat untuk proses dealuminasi dan alat proses kalsinasi. Alat untuk proses dealuminasi menggunakan labu leher tiga yang dilengkapi dengan pendingin balik dan pemanas air serta pengaduk magnetik. Selain itu juga dilengkapi dengan pengendali temperatur untuk menjaga temperatur operasi stabil. Alat untuk kalsinasi menggunakan furnace yang berbentuk tabung dan dilengkapi tabung nitrogen, rotameter dengan sistem pemipaan untuk aliran nitrogen. Untuk menampung katalis digunakan *crusible* yang berdiameter ½ inci dan terbuat dari bahan quartz. Peralatan untuk uji katalitik seperti disajikan dalam Gambar 1. Peralatan terdiri dari reaktor unggun tetap yang diletakkan dalam furnace, tangki penguapan umpan/etanol dan gas nitrogen sebagai gas pendorong dan inert, serta kondensor untuk mengkondensasi produk reaksi.



Gambar 1. Alat uji katalitik proses dehidrasi etanol

**Prosedur Pembuatan Katalis H-zeolit** -1

Proses pembuatan katalis yang digunakan adalah sebagai berikut perlakuan kimia (asam klorida), pencucian, pengeringan dan proses kalsinasi. Proses perlakuan kimia /dealuminasi menggunakan larutan asam klorida 6 M dengan komposisi umpan zeolit alam 1 gram ditambahkan 20 ml larutan asam klorida 6M. Proses dilangsungkan pada temperatur refluks. Katalis selanjutnya dilakukan uji karakteristik dan katalitik untuk proses dehidrasi etanol. Produk katalis yang dibuat dengan bahan baku dari Kabupaten Gunung Kidul selanjutnya dinotasikan sebagai KZ A dan katalis yang dibuat dengan bahan baku zeolit alam dari Kabupaten Malang dinotasikan sebagai KZ B. Proses uji katalitik dilakukan dengan 1 gram katalis KZ A/KZ B, temperatur awal operasi 140°C, waktu operasi 15 menit.

**Analisa Katalis H-zeolit dan Produk**

Katalis H-zeolit yang dihasilkan, selanjutnya dianalisa luas permukaan, kandungan silika dan alumina, dan kristalinitasnya. Analisa karakteristik katalis dilakukan di Laboratorium Instrumentasi Departemen Teknik Kimia FTI ITB. Pengukuran luas permukaan dan volume total pori menggunakan *Quantachrome NOVA 1000 High Speed Gas Sorption Analyser* dengan  $P_0 = 711,65$  mmHg dan gas nitrogen sebagai gas adsorb/inert. Analisa karakteristik kristalinitas dengan X ray Diffraction (XRD) yang dilakukan di Research Center ITS. Alat XRD menggunakan merk Philips pada diameter kamera 57,3 mm dengan radiasi Cu K $\alpha$ . Analisa komposisi silika dan alumina menggunakan metode gravimetri dan dilakukan di laboratorium TAKI Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Industri ITS.

Analisa produk dilakukan di Laboratorium Kimia Analisa Politeknik Negeri Malang, dengan alat kromatografi gas. Alat kromatografi gas menggunakan merk HP 5890 dengan kolom MS 5A dan dektektor TCD (*Temperature Conductivity Detector*). Proses analisa menggunakan gas pembawa/*carrier gas* helium dengan laju alir 20 ml/menit, temperatur kolom 125-250°C dan temperatur detektor 275°C. Komponen yang dianalisa adala DiEtil Eter, etanol, air, dan metanol.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

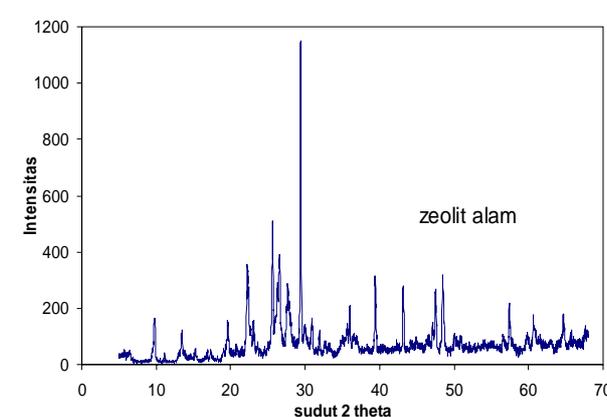
**Karakteristik Zeolit Alam**

Hasil analisa awal zeolit alam dari Kabupaten Malang dan Kecamatan Wonosari Kabupaten Gunung Kidul seperti disajikan dalam Tabel 2. Hasil analisa menunjukkan bahwa setiap lokasi/daerah mempunyai komposisi yang berbeda satu dengan yang lainnya. Nilai perbandingan SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> adalah 13,44 asal Kab Malang dan 352,75 Kab Gunung Kidul. Perbandingan kandungan SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari Desa Wonosari Kabupaten Gunung Kidul lebih tinggi dibandingkan dengan Kab. Malang. Zeolit alam Kabupaten Gunung Kidul lebih banyak dibandingkan dengan zeolit alam dari Kabupaten Malang, untuk komponen CaO dan MgO.

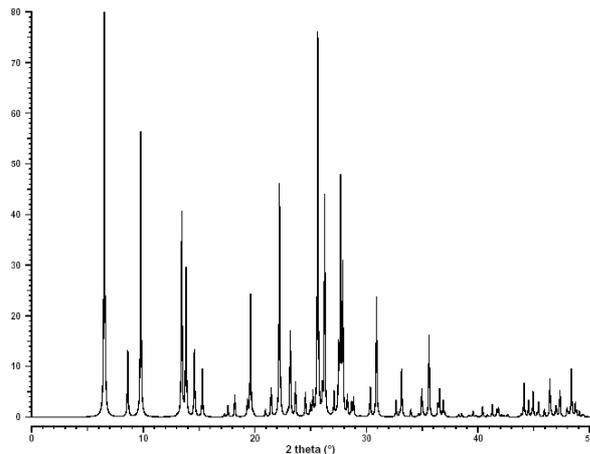
Tabel 2. Komposisi zeolit alam Kabupaten Malang dan Kecamatan Wonosari Kabupaten Gunung Kidul

Parameter/ Komposisi	Analisa (%)	
	ZA Kec. Wonosari Kab. Gunung Kidul	ZA Kab. Malang
SiO <sub>2</sub>	74,07	82,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,21	6,14
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	3,17
CaO	2,59	1,60
MgO	12,05	2,91
Na <sub>2</sub> O	0,37	5,38
K <sub>2</sub> O	0,55	1,92

Hasil analisa XRD seperti disajikan dalam Gambar 2. Hasil diffraktogram dari zeolit alam yang mempunyai intensitas terbesar pada sudut 2 theta sekitar 29; 25 dan 22. Hasil ini dibandingkan dengan diffraktogram dari zeolit jenis mordenite. Diffraktogram zeolite jenis Mordenite diperoleh dari Gramlich (1971) dalam Treacy and Higgins (2001). Mordenite ini mempunyai intensitas tertinggi pada sudut 2 theta 6,51; 9,77; dan 25,63. Dari perbandingan ini dimana bahan baku zeolit alam mempunyai peak/puncak pada sekitar 9,77; 25,96 dan 29, menunjukkan bahwa zeolit alam yang diperoleh dari Kabupaten Gunung Kidul lebih mendekati zeolite jenis Mordenite.



a. zeolit alam Kab. Gunung Kidul

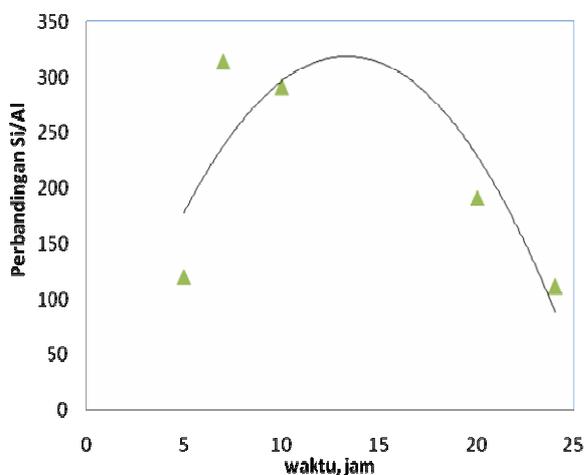


b. zeolit jenis Mordenite

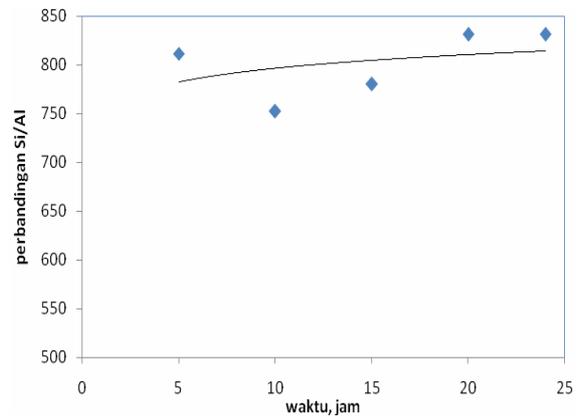
Gambar 2. Difraktogram hasil analisa XRD

**Karakteristik Katalis Zeolit**

Hasil karakteristik produk katalis adalah perbandingan Si/Al, luas permukaan dan volume pori-pori serta analisa kristalinitas. Gambar 3 merupakan grafik hubungan perbandingan Si/Al dengan waktu untuk KZ A dan KZ B. Gambar 3a menunjukkan nilai perbandingan Si/Al berfluktuasi dengan rentang 300. Nilai perbandingan Si/Al tentunya tergantung dari kadar SiO<sub>2</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam katalis. Perbandingan Si/Al juga mempunyai kecenderungan parabolik, waktu dealuminasi 5-7 mengalami peningkatan dan selanjutnya mengalami penurunan. Hal ini disebabkan semakin lama waktu dealuminasi komponen silika juga ikut terlarut, sehingga kadar SiO<sub>2</sub> semakin kecil. Hal ini menyebabkan nilai perbandingan Si/Al mengalami penurunan setelah mencapai waktu dealuminasi 7 jam. Nilai perbandingan Si/Al untuk produk katalis KZ B juga berfluktuasi, namun rentangnya lebih kecil yaitu 100.



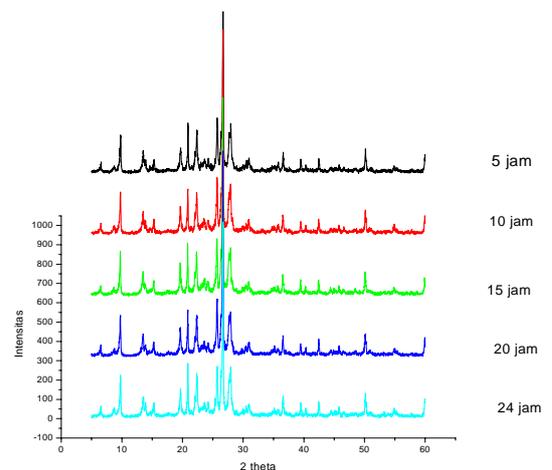
a. KZ A



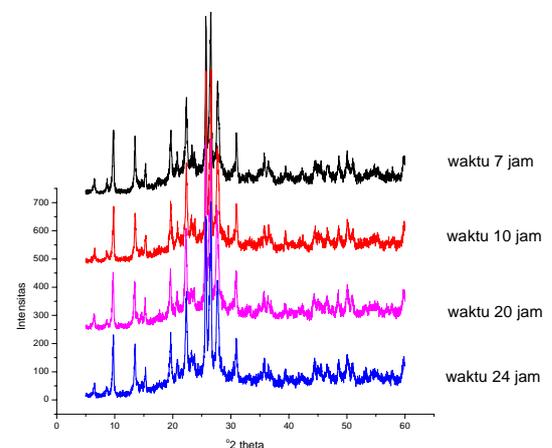
b. KZ B

Gambar 3. Grafik hubungan perbandingan Si/Al dengan waktu

Uji karakteristik selain perbandingan Si/Al juga dianalisa dengan X-ray Diffraction (XRD). Hasil analisa seperti disajikan dalam Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Difraktogram XRD katalis KZA



Gambar 5. Difraktogram XRD KZB

Gambar 4 menunjukkan bahwa waktu dealuminasi tidak mempengaruhi difraktogram dari produk katalis KZ A. Dengan adanya perubahan waktu dealuminasi dihasilkan difraktogram yang cenderung sama, hampir setiap sudut theta menampilkan peak yang sama. Hal ini dikarenakan bahwa produk katalis mempunyai kandungan komponen-komponen yang seragam seperti aluminium, dan silika. Dengan adanya komponen yang sama, maka peak masing-masing katalis yang muncul pada sudut 2 theta yang sama. Hal ini juga berlaku pada komponen-komponen yang lain. Demikian juga dengan produk katalis KZ B. Waktu dealuminasi tidak mempengaruhi difraktogram XRD dari produk katalis. Hal ini menunjukkan bahwa produk katalis adalah sejenis.

Jika dibandingkan antara difraktogram kedua produk katalis, tampak berbeda pada sudut 2 theta 20-30, dimana katalis KZ A mempunyai peak lebih banyak dibandingkan katalis KZ B. Dengan dominasi komposisi Si dalam katalis, katalis mempunyai kecenderungan berbentuk silikat untuk KZ A dan Modernite untuk KZ B. Nilai intensitas dari katalis KZ B lebih tinggi jika dibandingkan dengan intensitas dari produk katalis KZ A.

Karakteristik katalis zeolit yang dilakukan selanjutnya adalah untuk mengetahui luas permukaan dan volume total pori. Pengukuran luas permukaan dan volume total pori menggunakan *Quantachrome NOVA 1000 High Speed Gas Sorption Analyser* dengan  $P_0 = 711,65$  mmHg dan gas nitrogen sebagai gas adsorb/inert. Hasil analisa seperti disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisa luas permukaan dan volume total pori

Variabel Proses	Katalis KZ A		Katalis KZ B	
	A (m <sup>2</sup> /g)	Vp(cc/g) x 10 <sup>3</sup>	A (m <sup>2</sup> /g)	Vp (cc/g) x 10 <sup>3</sup>
5 jam	172,9295	101,763	110,6499	64,045
10 Jam	184,5240	108,243	130,2086	75,272
15 jam			134,5054	77,633
20 Jam	181,0065	104,880	138,3289	80,320
24 Jam	183,5864	105,228	140,8967	81,788

Tabel 3 menunjukkan bahwa peningkatan waktu dealuminasi tidak terlalu berpengaruh terhadap luas permukaan dan volume total pori. Perbedaan luas permukaan dengan perubahan waktu dealuminasi tidak signifikan, demikian dengan volume total pori. Zeolit alam umumnya mempunyai luas permukaan sekitar 20 m<sup>2</sup>/gram. Dengan adanya proses dealuminasi dan kalsinasi mengalami perubahan luas permukaan dan volume pori. Proses dealuminasi menyebabkan peningkatan perbandingan Si/Al dan pelarutan impuritas CaO. Kenaikan perbandingan SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> menyebabkan terjadinya perubahan kerangka dari zeolit akibat adanya reaksi hidrolisis dan proses kalsinasi. Perubahan kerangka zeolit akan menyebabkan perubahan pori-pori dari zeolit yang akan menyebabkan perubahan juga pada luas

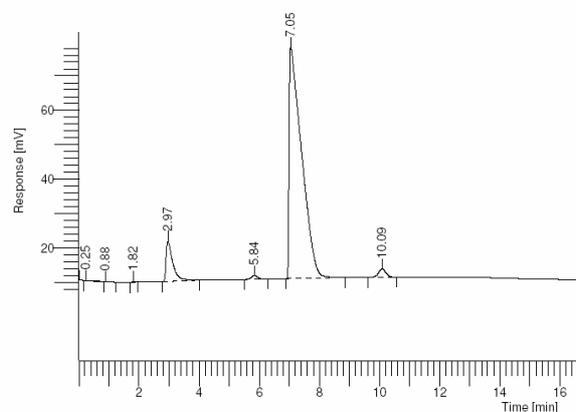
permukaan dan volume pori. Perlakuan asam akan meningkatkan luas permukaan, hal ini sesuai dengan hasil penelitian Boveri *et al* (2006) dan Chung (2007).

Nilai luas permukaan spesifik tertinggi diperoleh pada waktu dealuminasi 10 jam, demikian juga dengan volume total pori yang terbesar. Semakin lama waktu, maka impuritas yang menyebabkan penutupan pori akan larut, sehingga pori akan membuka dan luas permukaan akan menjadi lebih besar. Pada proses dealuminasi /perlakuan kimia dengan waktu 10 jam, proses pelarutan impuritas dari zeolit alam sudah maksimal. Jika waktu perlakuan kimia ditingkatkan maka, senyawa silika dan aluminium akan ikut larut atau bereaksi dengan pelarut. Hal ini mempunyai akibat yang tidak baik pada pori yaitu penurunan luas permukaan. Katalis KZ B mempunyai luas permukaan lebih kecil dibandingkan dengan produk katalis KZ A. Hal ini dikarenakan komposisi awal zeolit alam dari Kabupaten Malang lebih besar nilai silika (lihat Tabel 2), sehingga pelarut akan langsung bereaksi dengan silika. Hal ini akan mengakibatkan luas permukaan pori menjadi lebih kecil.

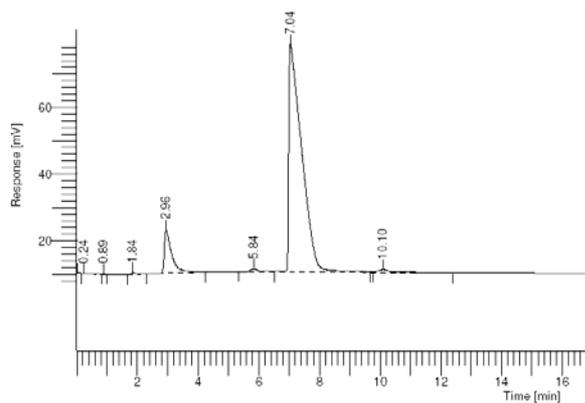
### Hasil Uji Katalitik

Hasil uji katalitik menunjukkan bahwa produk-produk yang dihasilkan tidak berbeda dengan hasil uji katalitik dengan proses dehidrasi dengan katalis alumina. Gambar 6 merupakan khromatograph produk cair dengan katalis alumina dan salah satu hasil reaksi dengan katalis zeolit KZ A 7.

Gambar 6 menunjukkan bahwa komposisi air terdeteksi dengan waktu retensi 3,4 menit, metanol (RT 8 menit), etanol (RT 7,17 menit) and DiEtil Eter (RT 10,00 menit). Proses dehidrasi dengan katalis alumina, digunakan sebagai perbandingan untuk uji katalitik produk katalis zeolit. Katalis alumina sangat umum digunakan dalam proses dehidrasi etanol. Dalam uji katalitik ini, katalis alumina diperoleh dari Merck Ltd dengan luas permukaan spesifik 200 m<sup>2</sup>/gram.



a. Katalis alumina



b. KZA 7

Gambar 6. Khromatograph produk cair hasil uji katalitik

Gelombang dalam khromatograph pada kedua Gambar tidak jauh berbeda, dimana produk reaksi mengandung komponen-komponen air, etanol, metanol, dan DiEtil Eter. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa katalis zeolit KZ A dan KZ B dapat digunakan untuk proses dehidrasi etanol.

Dalam uji proses dehidrasi etanol, lebih jauh selanjutnya dievaluasi konversi etanol dan yield DiEtil Eter. Hasil pengolahan data, disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil konversi etanol dan yield DEE

Katalis	KZ A		KZ B	
	Konversi etanol (%)	Yield DEE (%)	Konversi etanol (%)	Yield DEE (%)
KZ A 5/ KZ B 5	39,28	0,33	5,41	0,26
KZ A 10/ KZ B 10	14,06	1,46		
KZ A 10 KZ B 15	4,68	1,78	5,34	0,14
KZ A 20/ KZ B 20	5,83	1,21	4,32	0,09
KZ A 24/ KZ B 24	13,41	1,73	10,23	0,19
alumina	11,59	2,41		

Tabel 4 menunjukkan bahwa konversi etanol paling besar untuk bahan baku zeolit alam Kabupaten Gunung Kidul diperoleh katalis KZ A 10 dan bahan baku zeolit alam dari Kabupaten Malang diperoleh katalis KZ B 15. Hal ini terjadi karena luas permukaan katalis paling besar pada KZ A 10, sehingga peluang untuk reaksi lebih besar dibandingkan dengan penggunaan katalis yang lain. Nilai yield dari DiEtil Eter, lebih kecil jika dibandingkan dengan proses dehidrasi dengan katalis alumina. Yield KZ B lebih kecil, jika dibandingkan dengan KZ A dapat disebabkan nilai perbandingan Si/Al pada KZ B >KZ

A dan luas permukaan pada KZ B lebih kecil dari KZ A.

**KESIMPULAN**

Hasil penelitian dapat disimpulkan adalah sebagai berikut; zeolit alam dari Kecamatan Wonosari Kabupaten Gunung Kidul merupakan zeolit jenis Modernite, perbandingan Si/Al menurun dengan meningkatnya waktu dealuminasi dan nilai Si/Al tertinggi pada waktu dealuminasi 7 jam. Hasil analisa XRD dari produk katalis tidak dipengaruhi oleh waktu dealuminasi. Luas permukaan spesifik dan volume total pori bernilai tertinggi pada waktu dealuminasi 10 jam sebesar 184,52 m<sup>2</sup>/gram dan volume total pori 108,243 x 10<sup>-3</sup> cc/gram. Hasil uji katalitik menunjukkan bahwa katalis KZ A dan KZ B dapat digunakan untuk proses dehidrasi etanol, yang ditunjukkan adanya produk DiEtil Eter pada proses dehidrasi. Yield DiEtil Eter terbaik diperoleh untuk katalis zeolit KZ A 10 sebesar 1,78% dan KZ B 15 sebesar 0,28%.

**DAFTAR NOTASI**

- KZ A : katalis yang disintesa dengan bahan baku zeolit alam Kabupaten Gunung Kidul
- KZ B : katalis yang disintesa dengan bahan baku zeolit alam Kabupaten Malang
- KZ A 10 : katalis yang disintesa dengan bahan baku zeolit alam Kabupaten Gunung Kidul dengan waktu dealuminasi 10 jam
- KZ B 15 : katalis yang disintesa dengan bahan baku zeolit alam Kabupaten Malang dengan waktu dealuminasi 15 jam

**DAFTAR PUSTAKA**

Anonim, (1992), Prospek Industri dan Pemasaran Etanol di Indonesia, *Laporan Bisnis Indochemical*, No.95. 1 Februari, PT. Capricorn Indonesia Consult Inc., ISSN. 0215-7616. hal. 3-27.

Bailey, B.K., (1996), Performance of Etanol as a Transportation Fuel dalam *Hand Book on Bioetanol : Production and Utilization*, editor C.E., Wayman, Taylor & Francis, Washington, hal. 37-60.

Boveri, M., Ma´rquez-A´lvarez, C., Laborde, M.A. and Sastre, E., (2006), Steam and Acid Dealumination of Mordenite Characterization and Influence on the Catalytic Performance in Linear Alkylbenzene Synthesis, *Catalysis Today*, hal 217 255

Butt, J.B., Bliss, H. and Walker, C. A., (1962), Rates of Reaction in a Recycling System Dehydration of Etanol and Diethyl Ether Over Alumina, *AIChE-J*, 8, 42-47.

Chung, K.H, (2007), Dealumination of mordenites with acetic acid and their Catalytic activity in the alkylation of cumene, *Microporous and Mesoporous Materials*, sciencedirect.com

- Golay, S., Kiwi-Minsker, L., Doepper, R. and Renken, A., (1999), Influence of the catalyst acid/base properties on the catalytic ethanol dehydration under steady state and dynamic conditions. In situ surface and gas-phase analysis, *Chemical Engineering Science*, 54, p 3593-3598
- Haber, J., Pamin, K., Matachowski, L., Napruszewska, B. and Pol\_towicz, J., (2002), Potassium and Silver Salts of Tungstophosphoric Acid as Catalysts in Dehydration of Ethanol and Hydration of Ethylene, *Journal of Catalysis*, 207, 296-306
- Kito-Borsa, T., Pacas, D.A., Selim, S. and Cowley, S.W., (1998), Properties of an Etanol-Diethyl Ether-Water Fuel Mixture for Cold-Start Assistance of an Etanol-Fueled Vehicle, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 37, 3366-3374
- Rachwalik, R., Olejniczak, Z. and Sulikowski, B., (2005), Dealumination of ferrierite type zeolite: Physicochemical and catalytic properties, *Catalysis Today*, 101, hal.147-154
- Setiadi dan Pertiwi, A., (2007), Preparasi dan Karakterisasi Zeolit Alam untuk Konversi Senyawa Abe Menjadi Hidrokarbon, *Prosiding Symposium dan Konggres Masyarakat Katalis Indonesia Kedua*, Jurusan TK FT UNDIP dan Jurusan Kimia MIPA UNNES, Semarang
- Setyawan, D. dan Handoko, P., (2002), Preparasi Katalis Cr/Zeolit Melalui Modifikasi Zeolit Alam, *Jurnal Ilmu Dasar*, Vol 3, No. hal 15-23
- Smith, J.M., (1981), *Chemical Engineering Kinetics*, McGraw-Hill Book Co, Singapura
- Takahara, I., Saito, M., Inaba, M. and Murata, K., (2005), Dehydration of ethanol into ethylene over solid acid catalysts, *Catalysis Letters*, Vol 105, pp 249-252
- Treacy, M.M.J. and Higgins, J.B., (2001), *Collection Of Simulated XRD Powder Patterns For Zeolites*, edisi ke-4, International Zeolite association.
- Trisunaryanti, W., Purwono, S. dan Hastanti, (2007), Preparasi dan Karakterisasi Katalis Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang Diembankan pada Zeolit Alam Teraktivasi HCl atau Na<sub>2</sub>EDTA, *Prosiding Symposium dan Konggres Masyarakat Katalis Indonesia Kedua*, Jurusan TK FT UNDIP dan Jurusan Kimia MIPA UNNES Semarang
- Varisli, D., Dogu, T. and Dogu, G., (2007), Ethylene and diethyl-ether production by dehydration reaction of ethanol over different heteropolyacid catalysts, *Chem. Eng. Sci.*
- Widayat, (2005), Pembuatan Bahan Bakar Biodiesel Dengan Proses Perengkahan Berkatalis Zeolit Dan Bahan Baku Minyak Goreng Berbahan Dasar Crude Palm Oil, *Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia*, Jurusan Teknik Kimia FTI Institut Teknologi Surabaya, Surabaya, 23-24 Nopember 2005, ISSN: 1410-5667
- Widayat, (2006), Pembuatan Bahan Bakar Cair dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses Catalytic Cracking, *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Katalis Indonesia (MKICS) Indonesian Catalyst Society 2006*, Departemen Kimia MIPA UI, Departemen Gas dan Petrokimia FT UI, Pusat Penelitian Kimia LIPI MKI, 26-27 Juni 2006 ISSN: 979-8768-05-1
- Zaki, T., (2005), Catalytic dehydration of ethanol using transition metal oxide catalysts, *Journal of Colloid and Interface Science*, 284, p; 606-613