

## PREPARATION OF PELETED NI-Pt/ZEOLITE FOR CONVERSION OF AMYL AND ISOAMYL ALCOHOL TO HYDROCARBON

### *Pembuatan Pelet Katalis Ni-Pt/Zeolit untuk Konversi Amil dan Isoamil Alkohol menjadi Hidrokarbon*

ABDULLAH

*Faculty of Education, Lambung Mangkurat University, Banjarmasin*

TRIYONO, BAMBANG SETIADJI

*Chemistry Dept. Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Gadjah Mada University,  
Yogyakarta*

#### ABSTRACT

*Catalysts with Ni and Pt as active metals in peleted zeolite were used for conversion of amyl alcohol, isoamyl alcohol and their mixture to hydrocarbon compounds.*

*The catalysts were prepared by impregnation the peleted zeolite in  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{PtCl}_4$  solution, while stirring for 24 hours then followed by oxidation with  $\text{O}_2$  gas at  $350^\circ\text{C}$  for 2 hours and reduced by hydrogen gas at  $400^\circ\text{C}$  for 1 hour. Ni and Pt in catalysts were determined by AAS, specific surface area, total pore volume and gas sorption analyzer NOVA-1000 determined pore radius average. Determination of catalysts acidity was carried out by absorption of ammonia method. The activity of catalysts was evaluated in a micro reactor by flow system. Experimental temperature by varied between  $300^\circ\text{C}$  and  $400^\circ\text{C}$  with the increment of  $25^\circ\text{C}$ . Products were analyzed by gas chromatographic and mass spectrometric method.*

*The result shows that Ni-Pt/zeolite is more active than Ni/zeolite can be used for converting all of the alcohol. Products for conversion are 2-pentene, 2-methyl-1-butene, 2-methyl-2-butene, cyclopentane, 3-methyl-1-butanaldehyde and acetone. The highest conversion was observed on isoamyl alcohol (31.37%) at  $400^\circ\text{C}$ .*

*Keywords: Catalyst, zeolite, alcohol conversion, hydrocarbon.*

#### PENDAHULUAN

Isoamil alkohol (isopentanol) merupakan komponen terbesar dalam minyak fusel dan sampai saat ini pemanfaatannya masih sangat terbatas, sehingga perlu diupayakan agar isopentanol yang ada dapat dimanfaatkan untuk keperluan lainnya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah mengkonversinya menjadi senyawa hidrokarbon, baik hidrokarbon jenuh maupun tidak jenuh [1,2,3].

Konversi isoamil alkohol menjadi hidrokarbon dapat dilakukan yaitu dengan adanya bantuan katalis. Pada konversi ini digunakan katalis logam Ni dan Pt yang diimbangkan pada zeolit berbentuk pelet. Penggunaan logam-logam ini didasarkan pada kemampuannya dalam mengadsorpsi gas  $\text{H}_2$ , sekaligus mendisosiasinya menjadi atom-atom H yang aktif. Oleh karena itu atom Ni dan Pt telah dikenal baik sebagai katalis pada reaksi *hydrotreatment*, dan salah

satunya adalah reaksi hidrogenolisis, dengan pemutusan ikatan antara atom C dan O [5,6].

Pemanfaatan zeolit sebagai pengemban didasarkan pada kemampuan dispersinya yang tinggi, kemampuannya dalam menstabilkan logam, tetap stabil dalam suhu tinggi dan mampu membentuk katalis bifungsional, selain itu kekayaan alam Indonesia yang jumlahnya sangat melimpah tersebut dapat lebih termanfaatkan. Dengan memakai zeolit sebagai pengemban, dimana pada zeolit tersebut terdapat situs asam, maka kemungkinan reaksi yang lain terhadap alkohol adalah reaksi dehidrasi [4,7].

Melalui reaksi hidrogenolisis, isoamil alkohol dapat terkonversi menjadi isopentana. Senyawa ini merupakan senyawa hidrokarbon jenuh dengan atom  $\text{C}_5$  bercabang. hidrokarbon dengan struktur seperti ini diketahui memiliki angka oktan yang cukup tinggi, sehingga berpotensi sebagai bahan campuran (aditif) dalam rangka peningkatan kualitas bahan bakar bensin. Diharapkan aditif semacam ini akan lebih aman terhadap

lingkungan dari pada *tetra etilen lead* (TEL) yang mengandung unsur Pb [4,8].

Melalui reaksi dehidrasi, isoamil alkohol akan terkonversi menjadi senyawa hidrokarbon tidak jenuh, yaitu senyawa alkena. Senyawa ini dapat terhidrogenasi menghasilkan senyawa hidrokarbon jenuh dan dapat juga mengalami reaksi lebih lanjut pada permukaan katalis sehingga menghasilkan senyawa siklis, misal siklopentana. Senyawa semacam ini juga diketahui memiliki angka oktan yang tinggi, sehingga mempunyai peluang seperti pada isopentana [6,7].

Pada penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan konversi terhadap amil alkohol, yang merupakan bentuk isomer dari isopentanol. Hal ini dilakukan berdasarkan pada asumsi bahwa alkohol dengan rantai lurus akan terkonversi relatif lebih mudah daripada isopentanol yang memiliki rantai bercabang.

Tujuan penelitian ini adalah membuat pelet katalis dengan logam aktif Ni dan Pt, karakterisasi terhadap katalis yang dihasilkan sekaligus menguji aktivitasnya konversi amil alkohol, isoamil alkohol dan campuran keduanya untuk mendapatkan senyawa hidrokarbon.

## CARA PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan berupa alat pencetak pelet, reaktor kalsinasi, reaktor uji aktivitas dengan panjang 25 cm dan diameter 1 cm, spektrometer serapan atom Perkin Elmer 3110, kromatografi gas GC-14B, spektrometer massa Shimadzu QP 5000. Semua bahan kimia yang digunakan semua dari E'Merck dengan kualitas p.a, gas O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> dari PT. Aneka Gas dan zeolit dari PT. Prima Zeolita.

### Pembuatan dan karakterisasi katalis

Mula-mula dilakukan pembuatan pengemban dari zeolit berbentuk pelet. Zeolit yang dipakai berukuran lolos saringan 80 mesh. Sebanyak 20 g zeolit tersebut dimasukkan ke dalam gelas beker 250 mL, kemudian ditambahkan 1 g dekstrin dan 4,4 mL akuades. Campuran diaduk hingga merata dan dicetak dengan alat pencetak pelet. Pelet hasil cetakan selanjutnya dikalsinasi pada suhu 600°C selama 2 jam.

Sebanyak 24,5 g pelet yang telah dikalsinasi (kalsinasi 1) kemudian direndam dalam larutan NiCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O (2 g/50 mL) untuk katalis Ni/zeolit, sedangkan untuk katalis Ni-Pt/zeolit tinggal menambahkan 150 mg PtCl<sub>4</sub> ke dalam larutan tersebut. Pelet diletakkan dalam botol plastik berpori, selanjutnya dilakukan perendaman selama 24 jam sambil dilakukan pengadukan secara perlahan dengan pengaduk magnet. Keesokan harinya larutan diuapkan di atas kompor listrik selama 40 menit (botol plastik berpori telah diambil sebelumnya), kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 120°C selama 3 jam.

Katalis yang telah kering kemudian dikalsinasi (kalsinasi 2) dalam reaktor kalsinasi pada suhu 600°C selama 2 jam. Setelah kalsinasi selesai, dilanjutkan dengan oksidasi gas O<sub>2</sub> (30 ml/menit) pada suhu 350°C selama 2 jam. Apabila oksidasi selesai, maka proses selanjutnya adalah reduksi dengan gas H<sub>2</sub> (25 mL/menit). Reduksi dilakukan selama 1 jam pada suhu 400°C. keseluruhan proses ini dilakukan pada tempat yang sama, yaitu dalam reaktor kalsinasi. Rangkaian alat untuk kalsinasi dan aktivasi seperti tertera pada Gambar 1 berikut ini.

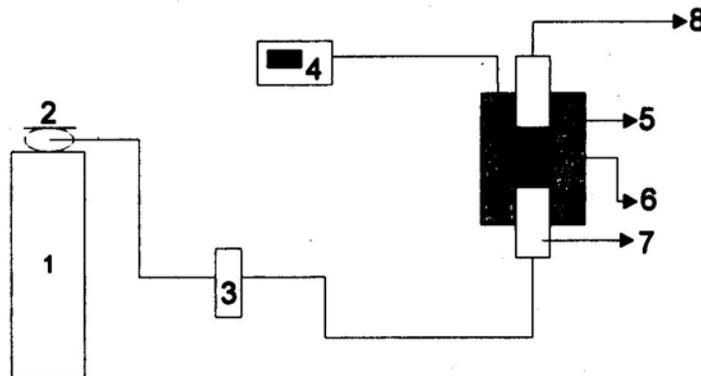
Katalis selanjutnya dikarakterisasi untuk menentukan keasaman, kandungan logam Ni dan Pt, luas permukaan jenis dan volume pori. Penentuan keasaman dilakukan dengan metode adsorpsi basa amonia dan banyaknya basa yang teradsorpsi ditentukan dengan cara penimbangan. Penentuan kandungan logam dilakukan dengan spektrometer serapan atom, sedang untuk karakter-karakter lainnya ditentukan dengan analisis gas serap NOVA-1000.

### Uji aktivitas katalis

Setelah dikarakterisasi kemudian katalis diuji aktivitasnya melalui konversi amil alkohol pada suhu 350°C. rangkaian alat uji aktivitas seperti tertera pada Gambar 2.

Satu gram katalis ditempatkan dalam reaktor uji aktivitas yang pada bagian atas dan bawahnya ditutup dengan 0,1 gr glasswool. Selanjutnya dilakukan riset dan sebanyak 25 mL amil alkohol dimasukkan dalam labu alas bulat leher 2.

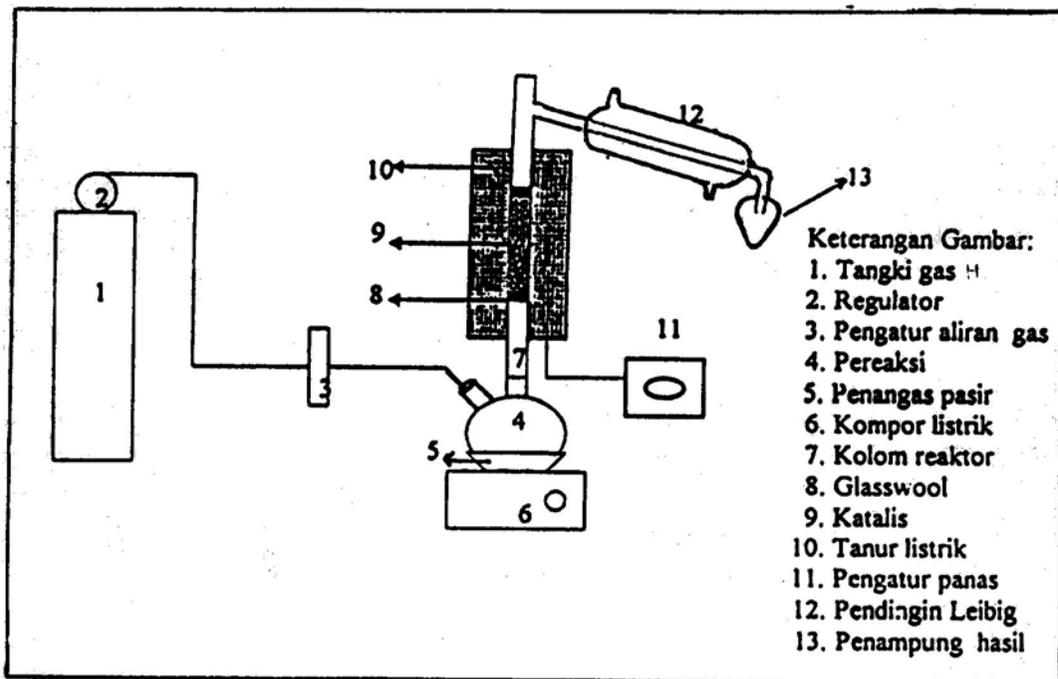
Gas hidrogen dialirkan dengan kecepatan 20 ml/menit. Setelah gas hidrogen dialirkan selama kurang lebih 5 menit, tanur dihidupkan



**Gambar 1.** Rangkaian alat untuk proses kalsinasi dan aktivasi

**Keterangan:**

- |                             |                   |                             |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| 1. Tangki gas $O_2/N_2/H_2$ | 4. Pengatur panas | 7. Kolom Aktivasi/Kalsinasi |
| 2. Regulator                | 5. Tanur listrik  | 8. Aliran gas keluar        |
| 3. Pengatur aliran gas      | 6. Katalis        |                             |



**Keterangan Gambar:**

- |                        |
|------------------------|
| 1. Tangki gas $H_2$    |
| 2. Regulator           |
| 3. Pengatur aliran gas |
| 4. Perekasi            |
| 5. Penangas pasir      |
| 6. Kompor listrik      |
| 7. Kolom reaktor       |
| 8. Glasswool           |
| 9. Katalis             |
| 10. Tanur listrik      |
| 11. Pengatur panas     |
| 12. Pendingin Leibig   |
| 13. Penampung hasil    |

**Gambar 2.** Rangkaian alat uji aktivitas katalis

dan suhu dijaga konstan pada suhu reaksi yang diinginkan. Secara perlahan mantel pemanas dihidupkan. Produk ditampung dalam labu jantung, ditempatkan dalam gelas

beker ukuran 2 liter yang didalamnya berisi campuran air-es dan garam dapur. Lima belas tetesan pertama diambil, disimpan dalam

botol tertutup rapat dan siap dianalisis dengan kromatografi gas (GC).

Dari hasil uji pada pemilihan katalis ini akan diketahui katalis mana dari kedua katalis tersebut yang memiliki kemampuan konversi tertinggi melalui data yang diberikan oleh GC. Sehingga untuk pengamatan selanjutnya hanya katalis terpilih itu sajalah yang akan digunakan.

Uji aktivitas katalis dilakukan pada konversi amil alkohol, isoamil alkohol maupun campuran keduanya (1:1; v/v) dengan suhu pengamatan mulai 300 sampai 400°C (50°C di bawah dan di atas suhu pengamatan sebelumnya). Adapun langkah-langkah kerja yang dilakukan sama dengan yang dilakukan pada langkah pemilihan katalis. Produk yang diperoleh dari konversi alkohol ini selanjutnya dianalisis dengan gas kromatografi dan spektrometer massa beserta model fragmentasinya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Keasaman katalis

Katalis yang ada diuji keasamannya dan diperoleh data sebagai berikut:

**Tabel 1.** Keasaman total dari zeolit, Ni/zeolit dan Ni-Pt/zeolit

No.	Sampel	Keasaman total (mmol/g)
1.	Zeolit	1,79
2.	Ni/zeolit	1,83
3.	Ni-Pt/zeolit	1,84

Dari Tabel 1 tampak bahwa penambahan logam aktif Ni dan Pt meningkatkan keasaman totalnya. Adanya peningkatan keasaman ini terlihat dari semakin bertambahnya basa amonia yang dapat diserap. Peningkatan kemampuan adsorpsi yang terjadi diperkirakan sebagai pengaruh adanya logam aktif.

Menurut Huizinga, dkk dalam Triyono (1996), logam aktif yang ada pada permukaan katalis dapat mengalami kekurangan elektron setelah logam tersebut berinteraksi dengan gas H<sub>2</sub> pada peristiwa reduksi. Akibatnya katalis yang mengandung Ni maupun Pt mempunyai kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi terhadap basa amonia. Sehingga dengan demikian sangatlah beralasan jika setelah dilakukan penambahan logam aktif, tingkat keasaman katalis menjadi bertambah.

Dengan bertambahnya keasaman diharapkan reaktan akan teradsorpsi lebih banyak pada permukaan katalis, sehingga kecepatan reaksi dapat meningkat. Adanya peningkatan kecepatan reaksi ini merupakan wujud dari pentingnya suatu katalis.

### Kandungan Ni dan Pt

Kandungan Ni dan Pt pada katalis adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.** Persentase Ni dan Pt dalam Ni/zeolit dan Ni-Pt/zeolit

No.	Sampel	% impregnasi <sup>*)</sup>	
		Ni	Pt
1.	Ni/zeolit	1,80	
2.	Ni-Pt/zeolit	1,89	0,19

Keterangan: \*) dalam berat logam/berat katalis

Dari tabel tersebut terlihat bahwa banyaknya logam Ni dan Pt yang dapat terimpregnasi pada masing-masing katalis tidak sesuai dengan yang semula direncanakan, yaitu sebesar 2% Ni dan 2% Pt. Hal ini dapat dimengerti karena secara teknis tidaklah mudah untuk melakukan impregnasi tepat 100% sesuai dengan yang diharapkan. Selain itu, kesalahan juga dapat muncul saat melakukan persiapan dan pengukuran pada kandungan logam yang ada. Meskipun demikian impregnasi yang dilakukan ini dapat dikatakan berhasil karena secara keseluruhan logam Ni maupun Pt yang dapat terimpregnasi minimal sebesar 90%.

### Luas permukaan jenis, total volume pori dan rerata jejari pori

Analisis dengan NOVA-1000 memberikan data sebagai berikut:

**Tabel 3.** Luas permukaan jenis, total volume pori dan rerata jejari pori zeolit, Ni/zeolit dan Ni-Pt/zeolit

No.	Sampel	Luas permukaan jenis (m <sup>2</sup> /g)	Total volume pori (cm <sup>3</sup> /g).10 <sup>-3</sup>	Rerata jejari pori (Å)
1.	Zeolit	51,34	51,19	19,93
2.	Ni/zeolit	22,65	36,35	32,09
3.	Ni-Pt/zeolit	21,17	36,42	34,14

Terjadinya penurunan pada luas permukaan jenis maupun total volume pori tersebut diperkirakan sebagai akibat telah masuknya logam-logam aktif dalam pori

pengembangan yang ada. Logam-logam tersebut diperkirakan memasuki pori-pori berdiameter kecil (mikropori) sebagai akibat adanya gaya kapiler. Dengan masuknya logam-logam tersebut, maka daerah pengukuran luas permukaan katalis maupun total volume pori merupakan daerah sisa yang tidak ditempati logam-logam tersebut. Sebagai akibatnya rerata jejari pori mengalami peningkatan relatif besar (mesopori atau makropori), yang dihasilkan dari ruang-ruang antar partikel dalam pelet.

Adsorpsi pada permukaan katalis dapat terjadi apabila molekul reaktan dapat berdifusi ke dalam pori katalis. Untuk dapat berdifusi ke dalam pori katalis, ukuran jejari pori katalis harus lebih besar daripada jejari reaktan, yang besarnya ditentukan melalui luas tampang lintang ( $\sigma$ ) molekul tersebut. Dengan memakai persamaan berikut ini didapatkan  $\sigma$  untuk alkohol yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar  $30,72 \text{ \AA}^2$ . Melalui hubungan  $\sigma = \pi d^2$  dan  $d = 2r$  (d: diameter dan r: jejari) didapatkan jejari molekul adsorbat sebesar  $1,56 \text{ \AA}$ .

Apabila angka tersebut dibandingkan dengan besarnya rerata jejari pori katalis Ni/zeolit ( $32,09 \text{ \AA}$ ) maupun Ni-Pt/zeolit ( $34,41 \text{ \AA}$ ) yang terdapat pada Tabel 3, jelas terlihat bahwa rerata ukuran pori katalis tersebut sangat besar untuk dapat dimasuki molekul amil alkohol maupun isoamil alkohol. Berdasarkan hal tersebut dapat diperkirakan bahwa difusi molekul adsorbat pada permukaan katalis akan berjalan dengan baik, sehingga proses adsorpsi juga akan efektif.

**Hasil uji aktivitas**

Dari hasil pengujian aktivitas katalis Ni/zeolit, Ni-Pt/zeolit dan pengembangan pada konversi amil alkohol diperoleh data sebagai berikut:

**Tabel 4.** Konversi amil alkohol pada  $T=350^\circ\text{C}$  untuk pengembangan, Ni/zeolit dan Ni-Pt/zeolit

No.	Katalis	Konversi (%)
1.	Pengembangan(Zeolit)	5,07
2.	Ni/zeolit	6,89
3.	Ni-Pt/zeolit	10,84

Dari Tabel 4 terlihat bahwa katalis Ni-Pt/zeolit mempunyai kemampuan konversi tertinggi dibandingkan Ni/zeolit maupun pengembangan. Apabila dibandingkan dengan katalis Ni/zeolit, maka kemampuan konversi yang dimiliki katalis Ni-Pt/zeolit ini diperkirakan sebagai akibat adanya logam Pt, yang mampu meningkatkan kemampuan adsorpsi amil alkohol yang berakibat pada meningkatnya kemampuannya.

Dari tabel tersebut juga tampak bahwa pengembangan juga bersifat aktif terhadap reaksi konversi yang diamati. Kemampuan konversi ini diperkirakan oleh karena adanya situs asam yang terdapat pada zeolit yang digunakan sebagai pengembangan. Apabila besarnya kemampuan konversi pengembangan dibandingkan dengan kemampuan konversi Ni/zeolit, maka tampak tidak begitu berbeda jauh. Kenyataan ini menunjukkan bahwa pada reaksi konversi amil alkohol, situs asam yang dimiliki pengembangan lebih berperan aktif daripada logamnya.

Dengan adanya hasil penelitian ini, maka dalam melakukan reaksi konversi selanjutnya terhadap isoamil alkohol maupun campuran keduanya hanya digunakan Ni-Pt/zeolit sebagai katalisnya.

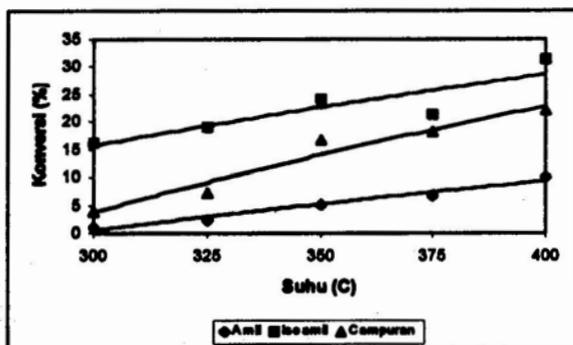
Aktivitas katalis selanjutnya diuji pada konversi amil alkohol, isoamil alkohol dan campuran keduanya. Uji aktivitas dilakukan pada berbagai suhu antara 300 sampai  $400^\circ\text{C}$  dan dilakukan juga uji tanpa adanya katalis (uji termal). Hasil uji aktivitas disajikan pada Tabel 5 di bawah ini.

**Tabel 5.** Hasil konversi alkohol dengan katalis (Ni-Pt/zeolit)

Suhu	Konversi alkohol					
	AA		IAA		AA-IAA	
	Katalis	Termal	Katalis	Termal	Katalis	Termal
300	1,14	-	16,30	-	3,94	-
325	2,33	-	18,99	-	7,21	-
350	5,22	0	24,29	-	16,83	-
375	6,80	-	21,39	-	18,34	-
400	10,03	0	31,37	-	22,17	0
450	-	0	-	-	-	-

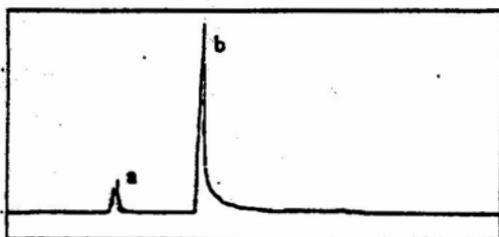
Keterangan: - pencarian data pada titik ini tidak dilakukan

Melalui tabel tersebut terlihat adanya kecenderungan peningkatan konversi sebagai akibat adanya peningkatan suhu reaksi. Untuk lebih jelasnya data tersebut disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik hubungan antara suhu reaksi dan konversi alkohol

Berikut ini adalah salah satu kromatogram produk konversi alkohol, yaitu konversi amil alkohol pada suhu 350°C.



Gambar 4. Kromatogram hasil konversi amil alkohol pada suhu 350°C

Keterangan:

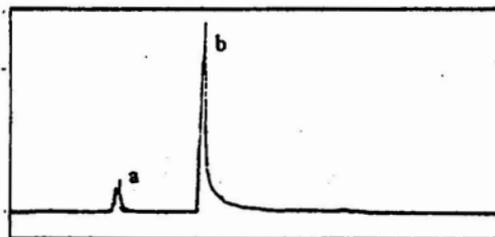
a : puncak kromatogram produk konversi,  $R_t = 6,003; 6,150; 6,207$

b : puncak kromatogram amil alkohol sisa,  $R_t = 11,865$

Salah satu reaksi yang mungkin terjadi pada konversi alkohol dengan adanya katalis Ni-Pt/zeolit ini adalah reaksi hidrogenolisis. Sehingga melalui reaksi tersebut diperkirakan produk konversi amil alkohol yang ada adalah *n*-pentana. Selain itu dimungkinkan juga untuk mendapatkan produk *i*-pentana, sebagai hasil dari isomerisasi *n*-pentana melalui situs asam zeolit. Adanya produk dalam bentuk *iso* ini sangat diharapkan, karena telah diketahui bahwa senyawa tersebut mempunyai angka oktan yang tinggi dan tentunya akan

mempunyai nilai ekonomis yang lebih tinggi pula.

Dalam rangka untuk memperkirakan kemungkinan produk yang terjadi, dilakukan *spiking* dengan menambahkan pentana standar ke dalam sampel yang ada. Kromatogram hasil *spiking* memperlihatkan adanya kemiripan waktu retensi antara pentana dengan produk hasil reaksi konversi amil alkohol, seperti terlihat pada kromatogram berikut ini.



Gambar 5. Kromatogram hasil *spiking* dengan pentana standar

Keterangan:

a : puncak kromatogram hasil *spiking* dengan pentana,  $R_t = 6,061$

b : puncak kromatogram amil alkohol sisa,  $R_t = 11,527$

Pada kromatogram tersebut terlihat adanya pergeseran waktu retensi dari puncak amil alkohol sisa (b), dibandingkan dengan waktu retensinya pada kromatogram Gambar 4. Besarnya pergeseran yang terjadi adalah sebesar 0,338 satuan waktu. Terjadinya pergeseran ini sangat dimungkinkan sebagai akibat dari adanya perbedaan kondisi operasi GC.

Dari data yang ada tampak bahwa waktu retensi puncak hasil *spiking* (6,061) berada pada daerah puncak produk hasil konversi (6,003; 6,150; 6,207). Namun setelah dilakukan koreksi yaitu dengan melakukan perhitungan  $6,061/X = 11,527/11,865$ , maka diperoleh waktu retensi terkoreksi (X) sebesar 6,239. Melihat kenyataan ini dapat diperkirakan bahwa produk hasil konversi amil alkohol bukanlah pentana.

Kemungkinan lain produk konversi ini adalah senyawa tidak jenuh hasil reaksi dehidrasi. Reaksi ini relatif lebih mudah terjadi pada katalis asam seperti katalis yang dipakai pada penelitian ini. Apabila reaksi dehidrasi yang terjadi, maka ada kemungkinan produk

hasil konversi berupa senyawa pentana, baik dalam bentuk alifatik maupun siklik.

### Hasil analisis GC-MS

Analisis produk hasil konversi alkohol telah dilakukan dengan kromatografi gas (GC) dan dilakukan juga *spiking* dengan menambahkan zat standar ke dalam sampel yang ada.

Hasil analisis dengan kromatografi gas tersebut belum dapat memperkirakan macam produk yang terjadi, yang mungkin adalah bahwa produk yang dihasilkan bukan pentana dan juga isopentana. Kesimpulan ini diambil berdasarkan pada besarnya perbedaan waktu retensi yang ada.

Analisis dengan GC-MS dilakukan terhadap produk hasil konversi amil alkohol maupun isoamil alkohol. Spektra spektroskopi massa dari salah satu puncak produk dari hasil analisis GC-MS seperti ditunjukkan dalam Gambar 6.

Dari spektra tersebut terlihat bahwa salah satu produk konversi merupakan senyawa dengan berat molekul 70. Senyawa dengan berat molekul 70 ini merupakan senyawa hidrokarbon tak jenuh dan dari katalog spektroskopi massa yang ada, diperkirakan senyawa tersebut adalah 2-pentena, 2-metil-1-butena, 2-metil-2-butena

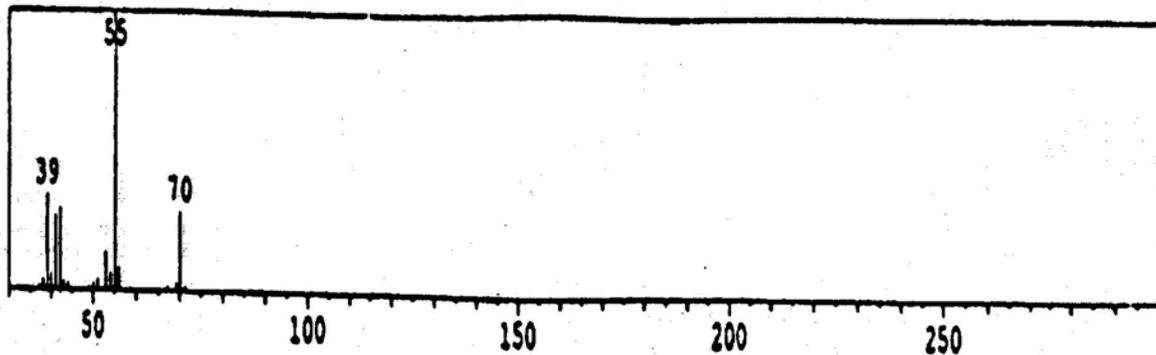
dan siklopentana. Selain dihasilkan senyawa dengan berat molekul 70, didapatkan juga senyawa dengan berat molekul 58 dan 86, dan diperkirakan sebagai senyawa aceton dan 3-metil-1-butanol.

Berikut ini diberikan tabel perkiraan produk dari hasil konversi amil alkohol dan isoamil alkohol, berdasarkan pada katalog spektra spektroskopi massa.

Tabel 6. Produk hasil konversi dari data GC-MS dengan katalis Ni-Pt/zeolit

No.	Alkohol	Pn	Rt	Senyawa	BM
1.	Amil alkohol	1	2,160	2-metil-1-butena	70
		2	2,267	aceton	58
		3	2,346	siklopentana	70
		4	3,167	2-metil-1-propanol	74
		5	3,292	3-metil-1-butanol	86
2.	Isoamil alkohol	1	2,158	2-pentana	70
		2	2,258	aceton	58
		3	2,350	2-metil-2-butena	70
		4	3,329	3-metil-1-butanol	86

Keterangan: Pn= nomor puncak BM= berat molekul  
Rt = waktu retensi

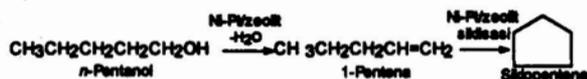


Gambar 6. Spektra MS dari salah satu produk konversi amil alkohol pada suhu 400°C

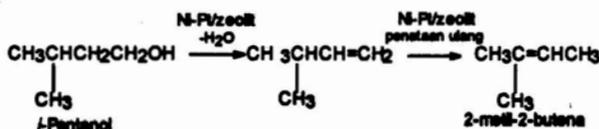
Dari Tabel 6 terlihat bahwa hasil konversi alkohol, baik dari amil alkohol maupun isoamil alkohol tidak terdapat produk berupa senyawa pentana maupun isopentana. Hal ini membuktikan bahwa reaksi hidrogenolisis tidak mudah terjadi, meskipun telah digunakan logam Ni dan Pt sebagai katalis. Dengan demikian benar bahwa reaksi hidrogenolisis sulit terjadi pada katalis yang bersifat asam seperti pada penelitian ini, karena adanya peran situs asam yang lebih dominan.

Terdapatnya senyawa alkena dan alkanal sebagai produk merupakan bukti bahwa pada permukaan katalis paling sedikit terjadi dua macam reaksi, yaitu dehidrasi dan dehidrogenasi. Hal ini menunjukkan bahwa katalis Ni-Pt/zeolite yang dihasilkan pada penelitian ini selektivitasnya relatif masih rendah.

Reaksi dehidrasi pada amil alkohol (pentanol) menghasilkan siklopentana sebagai produk utama. Terbentuknya senyawa ini diperkirakan melalui senyawa 1-pentena sebagai perantara.

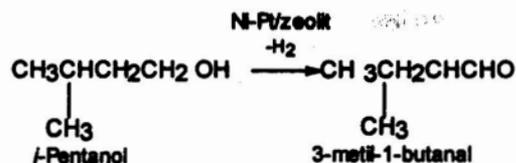


Pada konversi isoamil alkohol (isopentanol) melalui reaksi dehidrasi diperoleh senyawa 2-metil-2-butena sebagai produk utama. Pembentukan produk ini diperkirakan melalui adanya penataan ulang ion karbonium, untuk mendapatkan ion karbonium tersier yang relatif lebih stabil sebagai intermediet.



Sedangkan pada pembentukan 2-pentena terjadi pergeseran gugus metil menuju ion karbonium untuk mendapatkan ion karbonium sekunder yang relatif lebih stabil dibandingkan dengan ion karbonium primer. Selanjutnya berdasarkan kaidah Saytzeff, pada pembentukan ikatan rangkap atom H yang lepas, berasal dari atom karbon yang memiliki atom H lebih sedikit. Dengan demikian senyawa 2-pentena akan mudah terbentuk dibandingkan dengan 1-pentena.

Pembentukan 3-metil-1-butanal terjadi melalui reaksi dehidrogenasi, baik pada konversi amil alkohol maupun isoamil alkohol. Melalui isoamil alkohol sebagai pereaksi,



produk senyawa aldehida tersebut relatif lebih mudah didapatkan.

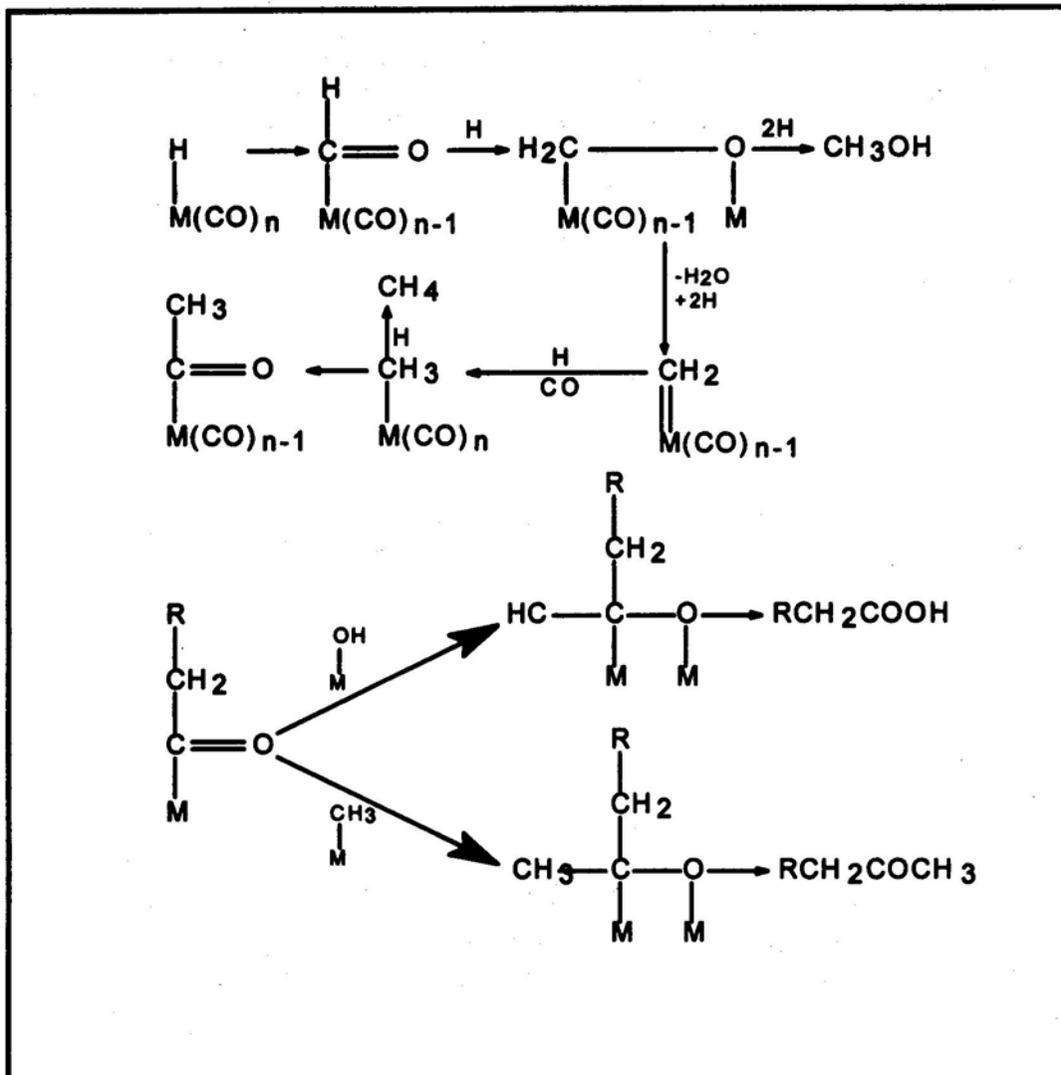
Kemudahan terbentuknya senyawa 3-metil-1-butanal melalui isoamil alkohol diperkirakan sebagai akibat lebih sederhananya mekanisme reaksi yang ditempuh, dibandingkan dengan pembentukan senyawa tersebut melalui amil alkohol.

Dalam Tabel 6 terdapat juga acetone sebagai produk konversi alkohol, baik untuk amil alkohol maupun isoamil alkohol. Terbentuknya senyawa ini diperkirakan melalui mekanisme pembentukan acetone seperti pada proses sintesis Fischer-Tropsch. Mekanisme pembentukan acetone ini dimulai dengan adsorpsi H<sub>2</sub> dan CO pada permukaan katalis.

Pembakaran senyawa alkohol pada suhu tinggi akan menghasilkan molekul CO. Molekul ini akan teradsorpsi pada permukaan katalis dan berinteraksi dengan atom H yang juga berada pada permukaan tersebut. Interaksi ini menghasilkan gugus karbonil yang kemudian bereaksi lebih lanjut, sehingga diperoleh acetone sebagai produk akhir.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa katalis Ni/zeolit dan Ni-Pt/zeolit dapat dibuat dengan cara mengimpregnasikan NiCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O dan PtCl<sub>4</sub> ke dalam pelet zeolit, yang dilanjutkan dengan kalsinasi, oksidasi dengan gas O<sub>2</sub> dan reduksi dengan gas H<sub>2</sub>. Katalis Ni-Pt/zeolit memiliki aktivitas lebih tinggi dari pada katalis Ni/zeolit dan katalis Ni-Pt/zeolit tersebut mampu mengkonversi amil alkohol, isoamil alkohol beserta campurannya untuk mendapatkan senyawa hidrokarbon. Hasil konversi alkohol berupa senyawa 2-pentena, 2-metil-1-butena, 2-metil-2-butena, siklopentana, 3-metil-1-butanal dan acetone. Konversi terbesar teramati pada konversi isoamil alkohol (31,37 %) yang dilakukan pada suhu 400°C.



Gambar 7. Mekanisme pembentukan aceton pada proses sintesis Fischer-Tropsch [1].

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Anderson, J.R., Bodart, M., *Catalysis Science and Technology*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York.
2. Babu, G.P., Murthy, R.S., Krishnan, V., 1997, *Conversion of Isoamil Alcohol over Acid Catalysts: Reaction Dependence on Nature Active Centers*, *Journal of Catalysis*, Academic Press, New York, 166, 111-114.
3. Campbell, I.M., 1988, *Catalysis at Surfaces*, Chapman and Hall, London-New York.
4. Delafosse, D., 1980, *Catalysis by Zeolites*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
5. Fogar, K., 1989, *Dispersed Metal Catalyst*, CSIRO Division of Material Science Catalyst and Surface Science, Lab. University of Melbourne, Australia.
6. Gregg, S.J., Sing, K.S.W., 1967, *Adsorption, Surface Area and Porosity*, National Academic, Washington DC.
7. Lowell, S., dan Shields, J.E., 1984, *Powder Surface Area and Porosity*, Chapman and Hall Ltd., New York.

8. Oudejans, J.C., 1984, *Zeolite Catalyst in Some Organic Reactions*, supported by The Netherlands Foundation for Chemical Research (SON), Holland.
9. Somorjai, G.A., 1987, *The Building of Catalyst: A Molecular Surface Science Approach* (Hegedus, L.L., Aris, R., Bell, A.T., Boudart, M., Chen, N.Y., Gate, B.C., Haag, W.O., Somorjai, G.G., Wei, J., editors, *Catalyst Design*), John Wiley & Sons, New York.
10. Triyono, 1996, Hidrogenolisis Tetrahidrofuran pada Katalisator Platina, *Berkala Ilmiah MIPA-UGM*, VI, 1, 17-26.
11. Triyono dan Anwar, C., 1997, *Enhanced HDO Activity via Wetness Impregnation of Platinum on Oxide Supports*, *Lemigas Scientific Contribution*, Jakarta.
12. Walling, C., 1950, The Acid Strength of Surfaces, *J. Amer. Chem. Soc.*, 72, 1164.