

## CHARACTERIZATION AND ACTIVITY TEST OF Ni/NATURAL ZEOLITE CATALYST FOR HYDROCRACKING OF METHYL ESTER PALM OIL (MEPO)

Ni Made Wiratini<sup>1)</sup>, Triyono,<sup>2)</sup> dan Tutik Dwi Wahyuningsih<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja Bali  
Jl. Udayana Singaraja-Bali, e-mail: wiliangga@yahoo.com

<sup>2)</sup> Jurusan Kimia FMIPA UGM, Jl. Bulaksumur, Yogyakarta 55281

### ABSTRACT

The aim of this research is to study the activity and characterization of the fresh, spent (deactivated), regenerated and reused Ni/NZA catalyst for hydrocracking of *MEPO*. The deactivated Ni/NZA catalyst was regenerated by soaking and washing with n-hexane and n-butanol, followed by calcination at 500°C under N<sub>2</sub> for 5 h, and refluxed with NH<sub>4</sub>Cl. Next, it was reduced under H<sub>2</sub> with flow rate 20 mL/min at 500°C for 5 h and oxidized with O<sub>2</sub> and flow rate 20 mL/min at 500°C for 3 h. The characterization of all catalysts was performed by Gas Sorption Analyzer based on N<sub>2</sub> adsorption for determination of specific surface area total pore volume and average pore radius. In addition, the acidity was measured by adsorption of ammonia vapour base method. The activity tests of the fresh catalyst, spent catalyst, regenerated catalyst and reused regenerated catalyst were carried out in hydrocracking of *MEPO* in a fixed bed reactor using H<sub>2</sub> as carrier gas with flow rate 20 mL/min, at 500°C and the weight ratio of catalyst to *MEPO* feed is 2 to 3. The products of hydrocracking with all of those types catalyst was analyzed with gas chromatography. The results showed that deactivation of catalyst due to decreasing in its specific surface area, total pore volume and acidity of catalyst. The regeneration of catalyst could increase the activity becoming higher than the fresh catalyst. Regenerated catalyst yielded 36.87% conversion, which is higher than the spent catalyst (23.61%), fresh catalyst (29.46%) and reused catalyst (11.51%).

Keywords: hydrocracking; *MEPO*; deactivation; regeneration; Ni/NZA catalyst.

### 1. Pendahuluan

Berbagai sumber energi baru yang dapat terbarukan (*renewable resources*) dan dapat diandalkan adalah berasal dari berbagai jenis minyak nabati, seperti minyak sawit. Pengembangan tanaman sawit adalah untuk memenuhi kebutuhan minyak goreng dan berorientasikan pada pemanfaatan sebagai sumber bahan bakar baru (alternatif) melalui transesterifikasi sehingga dihasilkan *biofuel* (*biodiesel* dan *biogasoline*).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait dengan konversi katalitik minyak sawit sebagai berikut: Sang (2003), mengkonversi minyak sawit dengan menggunakan katalis komposit zeolit dengan pori mikro-meso dalam reaktor sistem *fixed bed* yang dioperasikan pada suhu 450°C dihasilkan produk *gasoline* hingga 48% (b/b) dari 99% berat minyak sawit terkonversi; Twaig (2004), menjelaskan bahwa proses perengkahan katalitik minyak sawit dengan menggunakan katalis jenis MCM-41 dan reaktor sistem *fixed bed* yang dioperasikan pada suhu 450°C menghasilkan senyawa hidrokarbon cair linear (rantai lurus). Produk *gasoline* akan meningkat dengan menurunnya produk diesel (*biodiesel*) pada konversi minyak sawit. Konversi minyak kelapa sawit menjadi senyawa hidrokarbon setaraf bensin telah berhasil dilakukan melalui proses perengkahan katalitik dengan menggunakan katalis asam zeolit sintetis yaitu H-ZSM5 (Twaig, 2004). Perengkahan minyak sawit dengan menggunakan katalis H-ZSM5

menghasilkan senyawa hidrokarbon setaraf bensin sekitar 49,3%. Selektivitas katalis H-ZSM5 pada proses tersebut masih rendah dan harganya mahal. Untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu dicari alternatif lain yaitu dengan menggunakan zeolit alam sebagai katalis.

Zeolit banyak digunakan sebagai pengemban karena memiliki aktivitas yang tinggi dan tidak menunjukkan selektivitas yang signifikan dalam reaksinya (Satterfield, 1980). Zeolit alam banyak bercampur dengan materi pengotor, baik yang bersifat kristalin maupun amorfus. Untuk itu, zeolit alam perlu diaktivasi dan dimodifikasi untuk meningkatkan karakternya terutama yang berkaitan dengan aktivitas katalitiknya. Salah satu karakter yang perlu dimodifikasi adalah keasamannya. Keasaman zeolit dapat ditingkatkan dengan cara dealuminasi maupun dengan menambahkan logam atau oksida logam tertentu. Logam-logam ini secara langsung dapat berfungsi sebagai katalis tanpa diembankan terlebih dahulu pada pengemban, tetapi memiliki beberapa kelemahan, diantaranya luas permukaan yang relatif kecil dan selama proses katalitik berlangsung dapat terjadi penggumpalan. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, maka logam-logam diembankan ke dalam zeolit, yang mempunyai luas permukaan yang relatif besar, yang pada akhirnya akan memperbesar luas kontak antara katalis dengan reaktan, sehingga reaksi berjalan cepat (Hegedus, 1987).

Menurut Kalangit (1995) dalam Trisunaryanti (1991) logam-logam transisi seperti logam Cr, Pt, Ni, Pd, dan Mo telah diteliti sebagai logam yang diimbangkan pada zeolit alam dengan hasil yang baik. Pada penelitian ini digunakan logam Ni yang diimbangkan pada zeolit. Logam Ni apabila diimbangkan pada zeolit alam diharapkan dapat digunakan sebagai katalis yang memiliki aktivitas dan daya tahan tinggi terhadap reaksi *hydrocracking* metil ester minyak sawit. Penggunaan minyak nabati (minyak sawit) secara langsung sebagai bahan bakar memiliki berbagai kendala, antara lain: viskositas tinggi dan penguapan rendah yang mengakibatkan pembakaran tidak sempurna dan cenderung terbentuk deposit pada mesin (Twaig, 2004). Untuk mengatasi kendala-kendala tersebut maka dibuat senyawa-senyawa turunan minyak nabati (minyak sawit) yang mempunyai sifat mirip dengan bahan bakar diesel konvensional. Salah satu cara tersebut adalah *hydrocracking* metil ester minyak sawit (MEPO).

Pada penelitian ini dilakukan *hydrocracking* MEPO yang diperoleh melalui transesterifikasi minyak sawit dengan alkohol ringan menggunakan katalis basa (kalium hidroksida). Reaksi *hydrocracking* MEPO dilakukan dengan menggunakan katalis Ni/zeolit alam dalam *fixed bed reactor*. Panjang pendeknya umur katalis ditentukan oleh kecepatan hilangnya aktivitas dan selektivitas katalis (Rylander, 1984). Umur katalis dipengaruhi oleh proses deaktivasi katalis.

Deaktivasi katalis, menurut Hughes (1984), dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu penggumpalan (*sintering*), peracunan dan pencemaran. Proses deaktivasi akan menyebabkan menurunnya aktivitas katalis sehingga akan menurunkan jumlah produk yang dihasilkan. Dalam hal ini berlaku juga pada reaksi *hydrocracking* MEPO dengan katalis Ni/NZA.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka pada penelitian ini dilakukan proses *hydrocracking* MEPO menggunakan katalis Ni/NZA. Dalam penelitian ini akan dipelajari karakter dan aktivitas katalis Ni/NZA baru, terdeaktivasi, terregenerasi dan bekas hasil regenerasi pada proses *hydrocracking* MEPO.

## 2. Metodologi Eksperimen

Preparasi umpan dilakukan dengan transesterifikasi minyak sawit menggunakan katalis KOH dengan menggunakan metanol sebagai sumber alkil. Preparasi katalis NZA dilakukan dengan perendaman dalam larutan

HF 1% refluks dengan HCl 6 M dan perlakuan dengan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1 M. Katalis NZA selanjutnya diimbangkan dengan logam Ni melalui proses impregnasi 'semi basah'.

Karakterisasi zeolit alam (NZ), zeolit alam aktivasi (NZA) dan (Ni/NZA) dilakukan dalam penelitian ini adalah pengukuran keasaman katalis dengan cara gravimetri, luas permukaan, volume total pori dan rerata jejari pori. Keasaman katalis yang ditentukan pada penelitian ini dilakukan dengan metode BET (Brennaeur, Emmett and Teller).

*Hydrocracking* MEPO dilakukan pada reaktor *fixed bed* dengan perbandingan umpan:katalis yaitu 2:3, pada suhu  $500^\circ\text{C}$  dengan laju alir gas hidrogen sebesar 20 mL/menit. Produk *hydrocracking* dianalisis dengan kromatografi gas.

Regenerasi katalis Ni/zeolit alam terdeaktivasi dilakukan dengan metode perendaman dan pencucian dengan n-heksan dan butanol, dilanjutkan kalsinasi dengan gas  $\text{N}_2$  selama 5 jam pada suhu  $500^\circ\text{C}$  dan direfluk dengan  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Kemudian dilanjutkan dengan reduksi pada suhu  $500^\circ\text{C}$  selama 5 jam dengan laju alir gas hidrogen 20 mL/menit dan oksidasi pada suhu  $500^\circ\text{C}$  selama 3 jam dengan laju alir gas oksigen 20 mL/menit. Katalis hasil regenerasi selanjutnya dikarakterisasi dengan menggunakan metode BET dan gravimetri.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Aktivasi Zeolit Alam

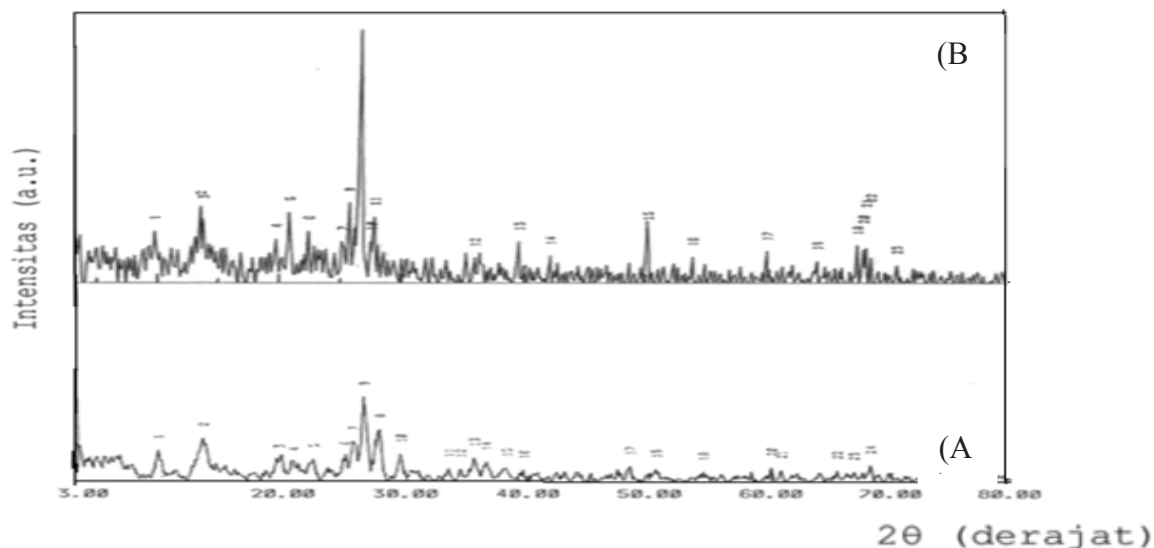
Hasil karakterisasi katalis NZ dan NZA disajikan pada Tabel 1.

Difraksi sinar-X digunakan untuk mengidentifikasi jarak antar bidang dan kristalinitas masing-masing sampel. Posisi sudut difraksi ( $2\theta$ ) dan jarak antar bidang akan menggambarkan jenis kristal, sedangkan intensitas menunjukkan kristalinitas suatu sampel. Pengaruh aktivasi (perendaman dengan larutan HF 1%, refluks dengan HCl 6 M dan perlakuan dengan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1 M) zeolit alam diketahui dari perubahan intensitas pada sudut  $2\theta$ . Berdasarkan data analisis XRD terdapat lima puncak utama, perbandingan intensitas puncak utama NZ dan NZA ditunjukkan pada Gambar 1.

Berdasarkan perbandingan harga intensitas pada sudut  $2\theta$  yang sama menunjukkan terjadinya peningkatan intensitas. Hal ini terjadi karena zeolit alam setelah diaktivasi dengan larutan HF 1%, refluks dengan HCl 6 M dan perlakuan dengan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1 M menjadi lebih bersih dari pengotor-pengotor. Dengan demikian permukaan dan pori-pori zeolit lebih bersih maka kristalinitasnya akan meningkat

Tabel 1. Karakter Katalis NZ dan NZA

Jenis katalis	Karakter katalis				Konversi produk (%)
	Keasaman (mmol/g)	Luas permukaan spesifik (m <sup>2</sup> /g)	Volume total pori (cc/g)	Rerata jejari pori (Å)	
NZ	1,62	28,48	0,13	87,65	16,55
NZA	2,92	170,93	0,19	22,02	18,15



Gambar 1 Difraktogram: (A) NZ dan (B) NZA

Katalis NZA selanjutnya digunakan sebagai pengemban. Logam yang diimbangkan pada zeolit adalah logam nikel. Logam nikel merupakan salah satu logam transisi dalam sistem periodik unsur. Logam-logam transisi mempunyai aktivitas katalisis yang baik untuk reaksi yang berhubungan dengan hidrogen dan hidrokarbon. Hal ini disebabkan permukaan logam-logam transisi sangat mudah mengadsorpsi hidrogen dan hidrokarbon. Fungsi katalis adalah menyediakan seluruh permukaan untuk mengadsorpsi molekul-molekul reaktan. Permukaan katalis akan mengadsorpsi reaktan secara kimia sehingga terbentuk kompleks kimia tak stabil antara katalis dengan molekul-molekul reaktan, yang selanjutnya akan terjadi reaksi antara reaktan-reaktan pada permukaan katalis.

### 3.2 Karakterisasi Katalis

Karakterisasi katalis Ni/NZA adalah untuk mengetahui pengaruh regenerasi pada katalis Ni/NZA bekas (terpakai) dalam reaksi *hydrocracking MEPO*. Hasil karakterisasi katalis Ni/NZA disajikan pada Tabel 2.

**Keasaman.** Proses regenerasi mampu meningkatkan keasaman katalis, sehingga katalis hasil regenerasi memiliki keasaman

yang lebih tinggi dibandingkan dengan katalis bekas. Hal ini dikarenakan adanya penataan ulang struktur dan terjadinya penghilangan kokas selama proses regenerasi, sehingga situs asam yang tertutup oleh kokas akan terbuka lagi dan keasaman dari katalis akan meningkat. Jika dibandingkan dengan katalis baru, keasaman katalis regenerasi (3,03 mmol/g) lebih rendah dibandingkan katalis baru (3,74 mmol/g). Disamping itu, keasaman katalis bekas hasil regenerasi dua kali proses *hydrocracking MEPO* (1,66 mmol/g) lebih kecil dibandingkan dengan keasaman katalis bekas hasil regenerasi satu kali proses *hydrocracking MEPO* (1,79 mmol/g). Hal ini disebabkan karena semakin sering katalis digunakan maka kokas yang terbentuk akan semakin banyak dan menyebabkan jumlah situs aktif katalis menurun. Jika dibandingkan dengan keasaman katalis bekas hasil satu kali proses *hydrocracking MEPO*, keasaman katalis bekas hasil regenerasi satu kali proses *hydrocracking MEPO* (1,79 mmol/g) lebih kecil dari keasaman katalis bekas hasil satu kali proses *hydrocracking MEPO* (2,44 mmol/g). Hal ini disebabkan penataan struktur logam hasil regenerasi tidak mencapai sempurna sehingga tidak secara maksimal mengembalikan struktur seperti katalis baru, karena tidak semua situs asam yang tertutup

oleh kokas dapat terbuka. Hal yang sama juga terjadi pada keasaman katalis bekas hasil regenerasi dua kali proses *hydrocracking MEPO* (1,66 mmol/g) lebih kecil dibandingkan dengan keasaman katalis bekas hasil dua kali proses *hydrocracking MEPO* (2,38 mmol/g).

Tabel 2 menunjukkan, katalis hasil regenerasi memiliki nilai keasaman yang lebih rendah dibandingkan dengan katalis baru, akan tetapi menghasilkan konversi yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan oleh peningkatan distribusi pori sehingga kemampuan untuk memecah rantai karbon menjadi lebih besar. Selain itu proses regenerasi menyebabkan terjadinya penataan ulang struktur katalis, dimana proses oksidasi membuat struktur katalis lebih teratur yang membuat umpan mampu masuk dan dikonversi secara maksimal.

Katalis regenerasi mempunyai aktivitas yang paling tinggi, maka pada uji aktivitas selanjutnya pembentukan kokas akan semakin cepat, sehingga akan terbentuk kokas paling banyak yang mengakibatkan terjadinya penutupan situs aktif paling tinggi. Dengan demikian, keasamannya akan menunjukkan nilai yang paling rendah. Dengan rendahnya nilai keasaman maka akan menyebabkan katalis tersebut menjadi tidak berfungsi. Sehingga konversi produk katalis bekas regenerasi (11,51%) lebih kecil dibandingkan dengan konversi produk katalis bekas yaitu 23,61 %.

*Luas permukaan katalis.* Tabel 2 menunjukkan terjadi penurunan luas permukaan spesifik pada katalis bekas dibandingkan dengan katalis baru. Penurunan luas permukaan spesifik ini disebabkan karena

katalis terdeaktivasi. Menurut Hughes (1984) penggunaan katalis pada suhu yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya *sintering*. *Sintering* merupakan proses fisika yang menyebabkan terjadinya pengurangan luas permukaan katalis sehingga terjadi perubahan struktur pori katalis. Suhu yang tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan partikel-partikel area kontak yang dibatasi oleh kanal-kanal pada katalis membentuk leher diantara area kontak tersebut. Pertumbuhan selanjutnya dapat menutupi pori sehingga didapatkan area kontak baru yang luas permukaannya lebih kecil. Menurunnya luas permukaan katalis akibat terbentuknya kokas juga dapat disebabkan karena kekurangan hidrogen selama proses katalitik.

Jika dibandingkan dengan katalis bekas hasil satu kali proses *hydrocracking MEPO* dan katalis baru, katalis regenerasi mempunyai luas permukaan (61,63 m<sup>2</sup>/g) lebih kecil dibandingkan dengan katalis bekas hasil satu kali proses *hydrocracking MEPO* (63,65 m<sup>2</sup>/g) dan katalis baru (132,75 m<sup>2</sup>/g). Hal ini disebabkan oleh proses regenerasi tidak dapat menghilangkan kokas secara sempurna, sehingga masih terdapat situs aktif katalis yang tertutup oleh kokas. Hal yang sama juga terjadi pada katalis hasil regenerasi satu kali proses *hydrocracking MEPO* dan katalis hasil regenerasi dua kali proses *hydrocracking MEPO*.

Katalis hasil regenerasi satu kali proses *hydrocracking MEPO* mempunyai luas permukaan spesifik 24,55 m<sup>2</sup>/g dan katalis hasil regenerasi dua kali proses *hydrocracking MEPO* mempunyai luas permukaan spesifik 24,62 m<sup>2</sup>/g lebih kecil dibandingkan dengan katalis bekas hasil satu kali proses *hydrocracking MEPO* (63,65 m<sup>2</sup>/g).

Tabel 2 .Karakter Katalis Baru (Ni/NZA), Terdeaktivasi, Terregenerasi dan Bekas Hasil Regenerasi

Jenis katalis	Karakter katalis				Konversi produk (%)
	Keasaman (mmol/g)	Luas permukaan spesifik (m <sup>2</sup> /g)	Volume total pori (cc/g)	Rerata jejari pori ( $\overset{\circ}{A}$ )	
Katalis baru	3,74	132,75	1,83	27,58	29,46
Katalis bekas hasil satu kali proses <i>hydrocracking MEPO</i>	2,44	63,65	1,53	47,99	23,61
Katalis bekas hasil dua kali proses <i>hydrocracking MEPO</i>	2,38	29,39	0,72	39,28	-
Katalis hasil regenerasi	3,03	61,63	1,47	47,24	36,87
Katalis bekas hasil regenerasi satu kali proses <i>hydrocracking MEPO</i>	1,79	24,55	0,62	50,19	11,51
Katalis bekas hasil regenerasi dua kali proses <i>hydrocracking MEPO</i>	1,66	24,69	0,56	45,24	-

Penurunan luas permukaan spesifik terjadi akibat *sintering* karena penggunaan katalis pada suhu tinggi. Selain itu, proses regenerasi tidak mampu mengembalikan struktur katalis seperti struktur katalis baru. Katalis hasil regenerasi mempunyai luas permukaan spesifik  $61,63 \text{ m}^2/\text{g}$  mampu menghasilkan konversi produk sebesar 36,87%. Hasil konversi ini lebih besar dibandingkan dengan hasil konversi menggunakan katalis baru yang luas permukaan spesifik sebesar  $132,75 \text{ m}^2/\text{g}$  dengan konversi produk 29,46%. Hal ini disebabkan karena lebih terdistribusinya situs aktif katalis akibat proses regenerasi. Sedangkan katalis bekas yang mempunyai luas permukaan spesifik  $63,65 \text{ m}^2/\text{g}$  menghasilkan konversi produk 23,61% dimana konversi ini lebih besar dibandingkan dengan konversi produk katalis bekas regenerasi (11,51%). Hal ini disebabkan oleh katalis regenerasi mempunyai aktivitas yang paling tinggi. Pada uji aktivitas selanjutnya pembentukan kokas akan semakin cepat, sehingga konversi produk katalis bekas regenerasi lebih kecil dibandingkan katalis bekas.

*Volume total pori katalis.* Tabel 3 menunjukkan terjadi penurunan volume total pori pada katalis bekas dibandingkan katalis baru. Penurunan volume total pori karena pori katalis terisi oleh kokas. Pembentukan kokas selama reaksi berlangsung memberi pengaruh pada penurunan volume pori, yang terkonsentrasi pada daerah sekitar mulut pori. Pada proses lebih lanjut, kokas akan menutupi pori sehingga akan menyebabkan turunnya volume pori.

Proses regenerasi terhadap katalis bekas mampu meningkatkan volume total pori katalis, tetapi tidak mampu mengembalikan volume total pori seperti katalis yang baru, karena regenerasi hanya mampu menghilangkan sebagian kokas di dalam pori katalis atau tidak mampu mengembalikan struktur katalis seperti struktur katalis yang baru.

Kokas yang terdapat pada katalis bekas mengakibatkan tertutupnya situs aktif serta pengurangan volume total katalis yang menyebabkan jalan masuk reaktan menjadi terbatas sehingga konversi produk yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan katalis baru. Katalis hasil regenerasi memiliki volume total pori ( $1,46 \text{ cc/g}$ ) yang lebih kecil dibandingkan katalis baru ( $1,83 \text{ cc/g}$ ), tetapi menghasilkan konversi produk yang lebih tinggi. Tingginya konversi ini disebabkan oleh perbedaan pada pori katalis. Pada katalis

hasil regenerasi, volume total pori menjadi lebih kecil disebabkan oleh berkurangnya panjang pori akibat penataan ulang struktur pada proses regenerasi dan oleh kokas, dalam hal ini pendeknya panjang pori menghasilkan dua kelebihan. Pertama lebih pendeknya jarak difusi intrakristal, yang mana produk reaksi dibebaskan lebih cepat, serta mengurangi reaksi sekunder yaitu pembentukan kokas. Kedua, untuk setiap jumlah berat katalis semakin banyak jumlah pori, maka akses reaktan dan aktivitas secara keseluruhan akan meningkat.

*Rerata jejari pori katalis.* Pembentukan kokas pada permukaan dan pori katalis serta proses regenerasi berpengaruh pada rerata jejari pori katalis. Distribusi pori untuk katalis bekas sedikit berbeda dengan distribusi pori pada katalis baru. Rerata jejari pori katalis regenerasi lebih tinggi dibandingkan dengan katalis baru, hal ini terjadi karena peningkatan jumlah pori pada katalis. Pembentukan pori ini disebabkan oleh adanya penataan ulang struktur, sehingga regenerasi katalis bekas mampu menghasilkan konversi produk paling besar dibandingkan dengan katalis baru. Pembentukan pori pada proses regenerasi mengakibatkan akses reaktan pada situs aktif katalis semakin tinggi. Peningkatan situs aktif katalis menyebabkan jumlah reaktan yang berinteraksi dengan katalis semakin banyak sehingga mampu meningkatkan aktivitas katalis. Dengan demikian konversi produk akan meningkat pula.

Perubahan rerata jejari pori pada katalis bekas hasil regenerasi dengan katalis hasil regenerasi tidak terlalu signifikan dibandingkan perubahan rerata jejari pori pada katalis bekas dengan katalis baru, akan tetapi berpengaruh besar pada konversi total. Hal ini disebabkan oleh tertutupnya situs aktif di dalam pori katalis oleh kokas.

*Uji Aktivitas Katalis.* Hasil uji aktivitas katalis disajikan seperti Tabel 3.

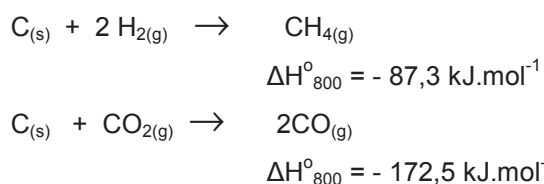
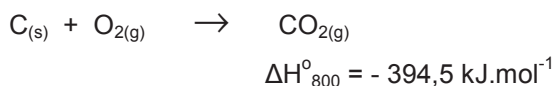
Pada proses *hydrocracking* pembentukan kokas (*coke*) tidak bisa dihindari. Dalam proses tersebut digunakan katalis dengan pengemban bersifat asam (*solid acid*) yang memiliki kecenderungan lebih besar menghasilkan kokas dibanding pengemban non asam. Zeolit termasuk jenis pengemban yang sangat asam, sehingga peluang terbentuknya kokas sangat besar. Terbentuknya kokas pada permukaan katalis akan menutup situs aktif katalis, sehingga akan menurunkan aktivitas katalis *Ni/NZA* dan konversi yang dihasilkan juga menurun.

Tabel 3. Hasil Uji Aktivitas Katalis tiap Daerah Waktu Retensi pada Suhu 500°C dengan Laju Alir Gas H<sub>2</sub> Sebesar 20 mL/menit

Jenis katalis	Konversi untuk tiap waktu retensi (%)		Konversi (%)
	0-3 menit	3-5 menit	
Katalis baru	21,36	8,10	29,46
Katalis bekas (katalis bekas satu kali proses <i>hydrocracking MEPO</i> )	18,34	5,28	23,61
Katalis regenerasi	24,09	12,78	36,87
Katalis bekas regenerasi (katalis bekas hasil regenerasi satu kali proses <i>hydrocracking MEPO</i> )	6,56	4,95	11,51

Katalis yang terdeaktivasi pada umumnya akan mengalami pengurangan jumlah situs aktifnya. Adanya spesies atau senyawa yang teradsorpsi dengan kuat pada permukaan katalis merupakan dasar dari penyebab kontaminasi situs aktif katalis, sehingga situs aktif katalis tertutup oleh spesies atau senyawa tersebut.

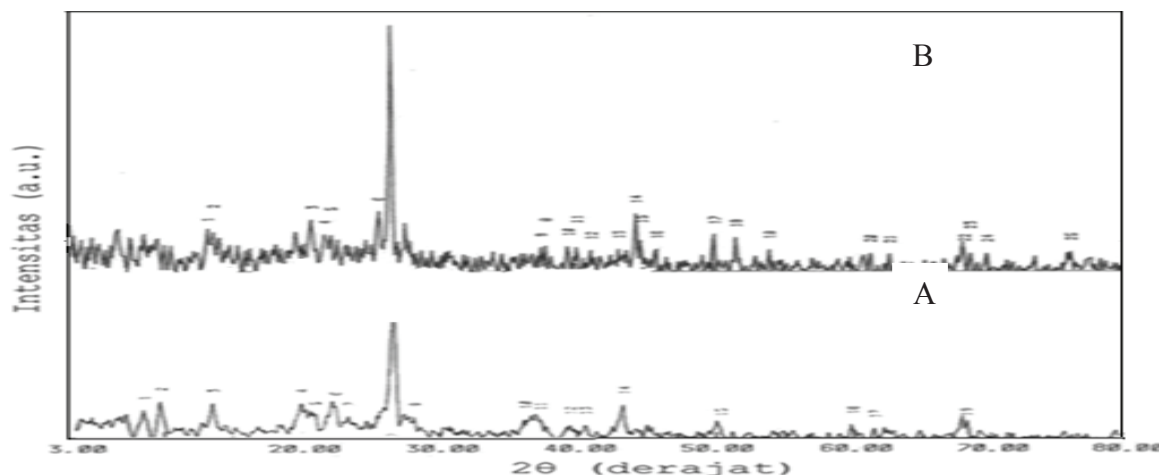
Menurut Alenazey dkk (2009) memaparkan bahwa agen pengoksidasi katalis yang dapat digunakan yaitu O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, maupun udara. Urutan reaktivitas agen pengoksidasi yang dapat digunakan dalam mengurangi jumlah deposit kokas pada katalis yaitu O<sub>2</sub> > CO<sub>2</sub> > H<sub>2</sub> > N<sub>2</sub>. Reaksinya adalah sebagai berikut:



Tabel 4 menunjukkan bahwa proses regenerasi mampu menurunkan jumlah kokas yang terbentuk pada katalis bekas. Penurunannya jumlah kokas, katalis regenerasi menghasilkan produk yang lebih besar dibandingkan dengan katalis baru. Hal ini dapat terjadi karena pada proses regenerasi katalis, partikel-partikel kokas yang menutupi pori-pori katalis dapat dihilangkan. Selain itu, proses regenerasi ini juga memungkinkan terbentuknya atau terbukanya pori-pori katalis.

Tabel 4. Perbandingan Berat Kokas Hasil *Hydrocracking MEPO*

Jenis Katalis	Kokas (%)	Residu (%)	Konversi (%)
Katalis baru	12,76	36,26	29,46
Katalis bekas (katalis bekas satu kali proses <i>hydrocracking MEPO</i> )	7,87	49,64	23,61
Katalis regenerasi	5,38	19,75	36,87
Katalis bekas regenerasi (katalis bekas hasil regenerasi satu kali proses <i>hydrocracking MEPO</i> )	6,53	57,07	11,51



Gambar 2. Difraktogram: (A) Katalis Baru dan (B) Katalis Hasil Regenerasi

Gambar 2 terlihat bahwa pada sudut difraksi yang sama katalis baru mempunyai intensitas yang lebih kecil dibandingkan katalis hasil regenerasi. Hal ini disebabkan oleh logam-logam tersebut membentuk kristal kecil pada permukaan pengemban. Selain itu dapat dijelaskan bahwa katalis hasil regenerasi tidak mengalami kerusakan struktur aslinya karena masih tampak puncak-puncak karakteristik yang sama dengan katalis baru. Puncak-puncak tersebut yaitu untuk katalis baru pada  $2\theta = 26,56^\circ$  mempunyai intensitas 258, pada  $2\theta = 50,30^\circ$  mempunyai intensitas 26. Sedangkan untuk katalis regenerasi pada  $2\theta = 26,62^\circ$  mempunyai intensitas 449, pada  $2\theta = 51,70^\circ$  mempunyai intensitas 62. Berdasarkan perbandingan harga intensitas pada sudut  $2\theta$  yang sama menunjukkan terjadinya peningkatan intensitas. Hal ini terjadi karena terjadi penataan ulang struktur katalis sehingga kristalinitasnya meningkat.

#### 4. Simpulan

Aktivitas katalis Ni/NZA menurun setelah digunakan pada proses *hydrocracking* MEPO. Aktivitas katalis bekas dapat ditingkatkan kembali melalui proses regenerasi katalis Ni/NZA terdeaktivasi. Katalis hasil regenerasi memiliki kristalinitas yang lebih tinggi dengan konversi sebesar 36,87% dibandingkan dengan katalis bekas (23,61%), katalis baru (29,46%) dan katalis bekas hasil regenerasi (11,51%).

#### 5. Daftar Pustaka

Alenazey, F., Cooper, C.G., Elnashaie, S.S.E., Susu, A.A., and Adesina, A.A., 2009, Coke Removal from Deactivated Co-Ni Steam Reforming Catalyst Using Different Gasifying Agents: An Analysis of The Gas-Solid Reaction Kinetics, *Catal. Commun.*, 10, 406-411.

- Hughes, R., 1984, *Deactivation of Catalyst*, Academic Press Inc., London
- Rylander, P. N., 1985, *Hydrogenation Methods*, Academic Press Inc., London.
- Sang, O.Y., 2003, Biofuel Production From Catalytic Cracking of Palm Oil, *Energ Source J.*, 9, 25.
- Satterfield, C.N., 1980. *Heterogeneous Catalyst in Practice*, Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Trisunaryanti, W., 1991, Modifikasi, Karakterisasi dan Pemanfaatan Zeolit Alam, *Tesis*, FMIPA, UGM, Yogyakarta.
- Twaig, 2004, Performance of Composite Catalysts in Palm Oil Cracking for The Production of Liquid Fuels and Chemicals, *Fuel Process Technol*, 85.

#### TANYA JAWAB

Pertanyaan: Ahmad Fatoni  
(Univ. Mulawarman)

#### Pertanyaan :

- 1). Bisakah zeolit diaktivasi dengan NaOH?
- 2). Mengapa zeolit yang diaktivasi dengan asam mempunyai hasil lebih rendah dari yang diregenerasi?

#### Jawaban :

- 1). Pada umumnya zeolit diaktivasi dengan menggunakan asam, tujuannya untuk melarutkan pengotor dan logam-logam pengotor.
- 2). Dengan perlakuan regenerasi zeolit menjadi lebih teratur/strukturnya lebih teratur dibuktikan dengan hasil XRD, dengan lebih teratur struktur zeolit menyebabkan kontak antara pereaksi semakin efektif sehingga dihasilkan produk yang lebih besar dibandingkan dengan katalis baru (Ni/NZA baru).